



NGUYỄN VĂN KHÁNH (Tổng Chủ biên kiêm Chủ biên)
PHẠM THUYỀN GIANG – ĐOÀN THỊ HẢI QUỲNH
TRẦN BÁ TRÌNH – TRƯƠNG ANH TUẤN

Vật lí

12



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC SƯ PHẠM



CÔNG TY CỔ PHẦN ĐẦU TƯ
XUẤT BẢN - THIẾT BỊ GIÁO DỤC VIỆT NAM

Bản in thứ

Xem thêm tại chiasetailieuhay.com

Sách giáo khoa được thẩm định bởi Hội đồng quốc gia thẩm định sách giáo khoa lớp 12
(Theo Quyết định số 1882/QĐ-BGDĐT ngày 29 tháng 6 năm 2023
và Quyết định số 2892/QĐ-BGDĐT ngày 03 tháng 10 năm 2023
của Bộ trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo)

NGUYỄN VĂN KHÁNH (Tổng Chủ biên kiêm Chủ biên)
PHẠM THUYỀN GIANG – ĐOÀN THỊ HẢI QUỲNH
TRẦN BÁ TRÌNH – TRƯƠNG ANH TUẤN

Vật lí 12

(Sách đã được Bộ trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo phê duyệt sử dụng
trong cơ sở giáo dục phổ thông tại Quyết định số 704/QĐ-BGDĐT ngày 01/03/2024)

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

CÔNG TY CỔ PHẦN ĐẦU TƯ
XUẤT BẢN - THIẾT BỊ GIÁO DỤC VIỆT NAM

Bản in thử



LỜI NÓI ĐẦU

Bạn thân mến!

Chỉ còn một năm nữa, bạn sẽ khép lại tuổi học trò. Những điều thu nhận được qua học tập, rèn luyện ở trường phổ thông sẽ là điểm tựa vững chắc giúp bạn tung cánh vào đời!

Quyển sách *Vật lí 12* này sẽ giúp bạn tiếp tục hành trình khám phá thế giới tự nhiên kì thú dưới góc độ vật lí. Những kiến thức, kĩ năng cốt lõi về các hiện tượng nhiệt, từ trường, vật lí hạt nhân sẽ đến với bạn qua các bài học gần gũi, thú vị đầy hấp dẫn. Bạn sẽ cảm nhận được vẻ đẹp của thiên nhiên qua hệ thống các quy luật vật lí, nâng cao nhận thức của mình về trách nhiệm công dân trong việc tôn trọng các quy luật của thiên nhiên, trân trọng, giữ gìn, bảo vệ và ứng xử với thiên nhiên phù hợp với yêu cầu phát triển bền vững. Thông qua đó, sách *Vật lí 12* sẽ giúp bạn hình thành và phát triển thế giới quan khoa học, rèn luyện tính trung thực, tình yêu lao động và tinh thần trách nhiệm.

Bạn hãy tích cực học tập theo hướng dẫn của sách cũng như của thầy giáo, cô giáo và sự hợp tác với bạn bè.

Chúc bạn hứng thú và học tập tốt với quyển sách này!



HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG SÁCH

MỘT BÀI HỌC THƯỜNG CÓ

Học xong bài học này, bạn có thể

Đây là những yêu cầu cốt lõi về kiến thức và kỹ năng mà bạn cần đạt được sau bài học.

CÁC HOẠT ĐỘNG

Mở đầu



Hoạt động này sẽ giúp bạn hướng đến những điều sẽ được khám phá của bài học.

Hình thành kiến thức, kỹ năng



Quan sát, trả lời câu hỏi, thảo luận

Hoạt động này sẽ giúp bạn hình thành được cho mình các kiến thức, kỹ năng thông qua bài học.



Thực hành, khám phá

Hoạt động này là một trong những cách tốt nhất để giúp bạn khám phá các hiện tượng vật lý và hình thành được cho mình các kỹ năng khoa học.



Luyện tập

Hoạt động này sẽ giúp bạn rèn luyện kiến thức, kỹ năng đã học.



Vận dụng

Hoạt động này sẽ giúp bạn vận dụng kiến thức và kỹ năng đã học qua các câu hỏi, bài tập và các yêu cầu về xử lý tình huống thực tiễn.

Bạn có biết

Những thông tin trong phần này sẽ giúp bạn mở rộng thêm tri thức của mình về những vấn đề lí thú của thế giới tự nhiên dưới góc độ vật lý.

Tìm hiểu thêm

Bạn hãy thực hiện những yêu cầu ở đây để nhận thức thêm những điều mới.

Kiến thức, kỹ năng cốt lõi



Đây là những kiến thức, kỹ năng cốt lõi mà bạn cần đạt được sau khi học.

CHỦ ĐỀ 1

VẬT LÝ NHIỆT

Khi nhiệt độ của vật thay đổi, nhiều tính chất vật lý của vật cũng thay đổi. Chủ đề này giải thích sự thay đổi tính chất vật lý của vật liên quan đến nhiệt độ dựa trên cơ sở cấu trúc phân tử của vật.

1. Sự chuyển thể của các chất
2. Định luật 1 nhiệt động lực học
3. Thang nhiệt độ
4. Nhiệt dung riêng, nhiệt nóng chảy riêng, nhiệt hoá hơi riêng

1 SỰ CHUYỂN THỂ CỦA CÁC CHẤT

Học xong bài học này, bạn có thể

- Sử dụng mô hình động học phân tử, nêu được sơ lược cấu trúc của chất rắn, chất lỏng, chất khí.
- Giải thích được sơ lược một số hiện tượng vật lý liên quan đến sự chuyển thể: sự nóng chảy, sự hoá hơi.



Các chất có thể ở thể rắn như thanh sắt, thể lỏng như cồn, thể khí như hơi nước,... Các chất cũng có thể chuyển từ thể này sang thể khác. Thanh sắt có thể nóng chảy, cồn có thể chuyển thành hơi, hơi nước có thể ngưng tụ thành nước,...

Vậy các chất rắn, chất lỏng, chất khí có cấu tạo như thế nào mà lại chuyển được từ thể này sang thể khác?



Hình 1.1. Ba thể của nước: a) nước đá (thể rắn), b) nước (thể lỏng) và c) hơi nước (thể khí)

Bạn có biết

1. Chất rắn và một số chất khí được cấu tạo bởi các nguyên tử, các nguyên tử này được coi là các phân tử đơn nguyên tử.

Ở nhiệt độ khoảng 27 °C các phân tử hydrogen chuyển động với tốc độ khoảng 1900 m/s, còn các phân tử oxygen chuyển động với tốc độ khoảng 500 m/s.

I. SƠ LƯỢC CẤU TRÚC CỦA CHẤT RẮN, CHẤT LỎNG, CHẤT KHÍ

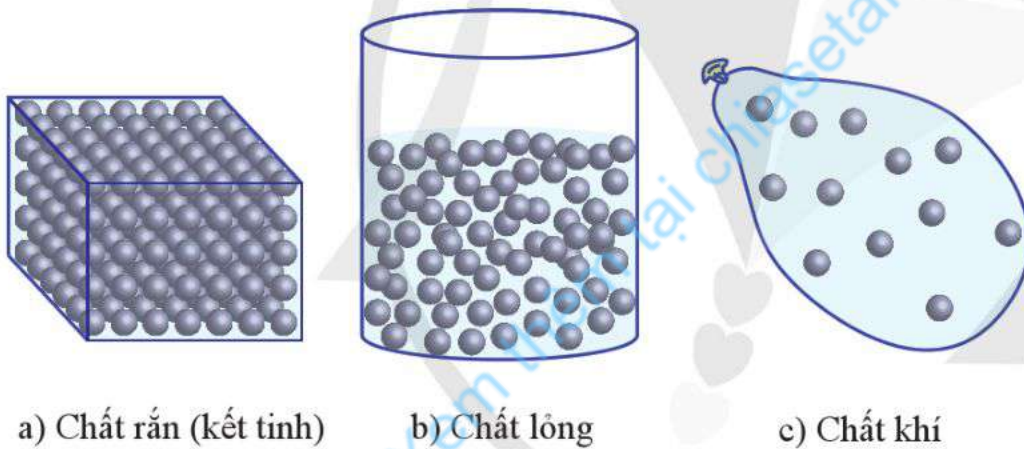
1. Mô hình động học phân tử

Để mô tả cấu trúc và giải thích một số tính chất của chất rắn, chất lỏng, chất khí người ta sử dụng một mô hình được gọi là *mô hình động học phân tử*. Mô hình này được xây dựng dựa trên các giả thuyết sau:

- Các chất được cấu tạo từ các hạt (phân tử, nguyên tử, ion), sau đây gọi chung là các phân tử.

- Các phân tử chuyển động không ngừng. Chuyển động của các phân tử được gọi là *chuyển động nhiệt*.
- Các phân tử chuyển động càng nhanh thì nhiệt độ của vật do chúng tạo nên càng cao.
- Giữa các phân tử có lực tương tác, bao gồm lực hút và lực đẩy. Độ lớn của những lực này phụ thuộc vào khoảng cách giữa các phân tử. Khi khoảng cách giữa các phân tử nhỏ đến một mức nào đấy thì lực đẩy mạnh hơn lực hút. Khi khoảng cách giữa các phân tử lớn thì lực hút mạnh hơn lực đẩy. Khi khoảng cách giữa các phân tử lớn hơn rất nhiều so với kích thước phân tử thì lực tương tác giữa chúng coi như không đáng kể.

Với mô hình động học phân tử, sự khác biệt về độ lớn của lực tương tác giữa các phân tử trong các thể dẫn đến sự khác biệt về cấu trúc của chất rắn, chất lỏng và chất khí.



Hình 1.2. Mô hình cấu trúc chất rắn, chất lỏng, chất khí (các phân tử được biểu diễn bằng các hình cầu)

2. Sơ lược cấu trúc của chất rắn

Trong chất rắn, các phân tử ở rất gần nhau (Hình 1.2a).

Lực tương tác giữa các phân tử chất rắn rất mạnh nên giữ được các phân tử ở các vị trí cân bằng và mỗi phân tử chỉ có thể dao động xung quanh vị trí cân bằng xác định này. Do đó, các chất ở thể rắn có thể tích và hình dạng xác định.

Chất rắn được phân thành hai loại: chất rắn kết tinh và chất rắn vô định hình.



1. Thanh sắt được tạo thành từ các phân tử chuyển động không ngừng nhưng tại sao lại không bị tan rã thành các hạt riêng biệt?

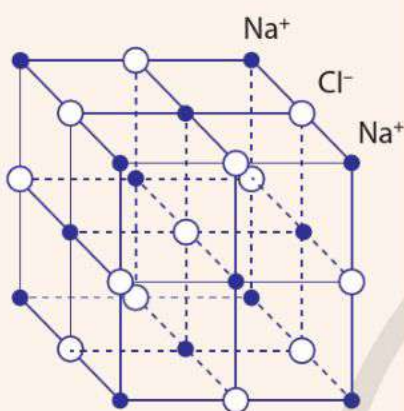


2. Từ mô hình cấu trúc các chất mô tả trong Hình 1.2, hãy so sánh độ lớn lực tương tác giữa các phân tử trong chất rắn, chất lỏng, chất khí.

Tìm hiểu thêm

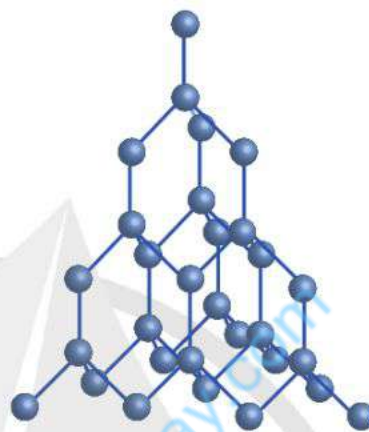
1. Muối ăn có cấu trúc tinh thể gồm các ion Na^+ và Cl^- có vị trí cân bằng trùng với đỉnh của khối lập phương (Hình 1.4).

Tìm thông tin và trả lời câu hỏi: mỗi ion trong tinh thể muối ăn dao động như thế nào?



Hình 1.4. Cấu trúc tinh thể muối ăn

- Chất rắn kết tinh (hay chất rắn tinh thể) có cấu trúc tinh thể. Đó là cấu trúc tạo bởi các hạt (nguyên tử, phân tử, ion) liên kết chặt với nhau và sắp xếp theo một trật tự hình học xác định, tuần hoàn trong không gian, gọi là *mạng tinh thể*. Muối ăn, kim cương, hầu hết kim loại,... là những chất rắn kết tinh.



Hình 1.3. Cấu trúc tinh thể kim cương

- Chất rắn vô định hình không có cấu trúc tinh thể. Thủy tinh, nhựa đường, cao su,... là những chất rắn vô định hình.

3. Sơ lược cấu trúc của chất lỏng

Trong chất lỏng (Hình 1.2b), các phân tử ở xa nhau hơn so với các phân tử trong chất rắn. Lực tương tác giữa các phân tử chất lỏng nhỏ hơn trong chất rắn nên không giữ được các phân tử ở các vị trí xác định nhưng vẫn đủ để giữ các phân tử không chuyển động phân tán ra xa nhau. Các phân tử chất lỏng linh động hơn các phân tử chất rắn do chúng dao động xung quanh các vị trí cân bằng và các vị trí cân bằng này lại có thể dịch chuyển. Vì thế, một lượng chất lỏng có thể tích xác định nhưng không có hình dạng riêng mà có hình dạng của phần bình chứa nó.

4. Sơ lược cấu trúc của chất khí

Trong chất khí (Hình 1.2c), các phân tử ở xa nhau hơn so với các phân tử trong chất lỏng. Khoảng cách giữa các phân tử rất lớn so với kích thước của chúng nên lực tương tác giữa các phân tử hầu như không đáng kể (trừ khi va chạm nhau).



3. Cùng một chất, khi ở thể lỏng thường có khối lượng riêng nhỏ hơn khi ở thể rắn và ở thể khí lại nhỏ hơn khi ở thể lỏng. Hãy so sánh khoảng cách trung bình giữa các phân tử của chất ở ba thể.

Các phân tử chất khí chuyển động hỗn loạn, không ngừng về mọi phía, chiếm toàn bộ không gian của bình chứa. Vì vậy, một lượng khí không có thể tích và hình dạng riêng mà có thể tích và hình dạng của bình chứa.



1. Thêm các thông tin cần thiết vào các ô có dấu "?" để hoàn thành Bảng 1.1.

Bảng 1.1. Một số đặc điểm cấu trúc của chất rắn, chất lỏng và chất khí theo mô hình động học phân tử

Đặc điểm	Chất rắn	Chất lỏng	Chất khí
Khoảng cách giữa các phân tử	?	Xa hơn khoảng cách giữa các phân tử chất rắn	Rất lớn so với kích thước phân tử
Liên kết giữa các phân tử	Rất mạnh	?	Rất yếu
Chuyển động phân tử	?	Dao động quanh vị trí có thể dịch chuyển	?
Hình dạng	?	Phụ thuộc phần bình chứa nó	?
Thể tích	Xác định	?	Phụ thuộc bình chứa

II. SỰ CHUYỂN THỂ

1. Sự chuyển thể của chất

Khi các điều kiện như nhiệt độ và áp suất thay đổi, một chất có thể chuyển từ thể này sang thể khác.

Quá trình chuyển từ thể rắn sang thể lỏng của các chất được gọi là *sự nóng chảy*. Quá trình chuyển ngược lại, từ thể lỏng sang thể rắn được gọi là *sự đông đặc*.

Quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể khí (hơi) của các chất được gọi là *sự hoá hơi* (bao gồm bay hơi và sôi). Quá trình chuyển ngược lại, từ thể khí (hơi) sang thể lỏng được gọi là *sự ngưng tụ*.

Mô hình động học phân tử giúp giải thích các hiện tượng quan sát được trong các quá trình chuyển thể này.



4. Chất ở thể nào dễ bị nén nhất? Vì sao?



5. Biểu diễn bằng sơ đồ các quá trình chuyển đổi giữa ba thể: rắn, lỏng, khí.

Bạn có biết

2. Trong một số điều kiện đặc biệt, chất rắn có thể chuyển sang thể khí (hơi). Quá trình này được gọi là sự thăng hoa. Quá trình chuyển ngược lại, từ thể khí (hơi) sang thể rắn được gọi là sự ngưng kết.

Bạn có biết

3. Một chất nóng chảy ở nhiệt độ xác định nào thì thường sẽ đông đặc ở nhiệt độ đó. Nhiệt độ xác định này được gọi là nhiệt độ nóng chảy và cũng là nhiệt độ đông đặc của chất.

4. Chất rắn vô định hình không có nhiệt độ nóng chảy xác định. Một khối chất rắn vô định hình bị nung nóng thì mềm dần cho đến khi trở thành lỏng và trong quá trình này nhiệt độ của nó tăng liên tục.

Tim hiểu thêm

2. Đa số các chất có thể tích tăng khi chuyển từ thể rắn sang thể lỏng và giảm khi chuyển từ thể lỏng sang thể rắn.

Nước là một trường hợp đặc biệt, khi nhiệt độ giảm từ 4 °C đến 0 °C thì thể tích của nước tăng dần. Do đó, băng nổi ở mặt nước (Hình 1.5).

Do sự ấm lên toàn cầu, mức nước biển có thể tăng lên do băng tan. Sự tăng mức nước biển này là do sự tan băng trên đất liền ở các vùng cực của Trái Đất hay do sự tan phần băng nổi ở mặt nước của các đại dương?

2. Giải thích sự nóng chảy

Khi nung nóng một vật rắn kết tinh, các phân tử của vật rắn nhận được nhiệt lượng, dao động của các phân tử mạnh lên, biên độ dao động tăng, khoảng cách trung bình giữa các phân tử tăng.

Nhiệt độ của vật rắn tăng đến một giá trị nào đó thì một số phân tử thắng được lực tương tác với các phân tử xung quanh và thoát khỏi liên kết với chúng, đó là sự khởi đầu của quá trình nóng chảy. Từ lúc này, vật rắn nhận nhiệt lượng để tiếp tục phá vỡ các liên kết tinh thể. Khi trật tự của tinh thể bị phá vỡ hoàn toàn thì quá trình nóng chảy kết thúc, vật rắn chuyển thành khối lỏng.

Nếu vẫn tiếp tục nung nóng thì các phân tử nhận nhiệt lượng để tăng năng lượng chuyển động của mình và nhiệt độ của khối chất lỏng tăng lên.

Phần năng lượng nhận thêm để phá vỡ liên kết giữa các phân tử mà không làm tăng nhiệt độ của chất trong quá trình chuyển thể thường được gọi là *ẩn nhiệt*. Từ “ẩn” thể hiện ý nghĩa năng lượng cung cấp cho chất có vẻ bị biến mất vì nhiệt độ của chất không tăng khi chuyển thể. Năng lượng này trong quá trình nóng chảy được gọi là *ẩn nhiệt nóng chảy*.

Ví dụ: Cho một ít nước đá có nhiệt độ dưới 0 °C vào trong một bình chứa. Đun nóng bình chứa thì nhiệt độ của nước đá tăng dần đến 0 °C. Khi đạt 0 °C, nước đá tan dần thành nước.

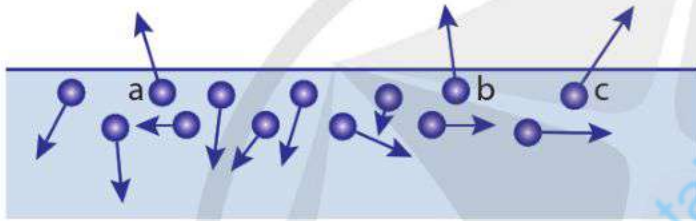


Hình 1.5. Băng nổi trên mặt nước

Trong suốt thời gian nước đá chuyển thành nước, nhiệt độ của hệ (nước đá và nước) không đổi, luôn ở $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ta lấy $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ là nhiệt độ nóng chảy của nước đá.

3. Giải thích sự hoá hơi

Khi các phân tử chất lỏng nhận được năng lượng, chúng sẽ chuyển động nhanh hơn làm nhiệt độ chất lỏng tăng dần. Một số phân tử chất lỏng ở gần bề mặt khối chất lỏng chuyển động hướng ra ngoài (Hình 1.6). Một số trong những phân tử này có động năng đủ lớn, thắng được lực tương tác giữa các phân tử thì có thể thoát ra ngoài khỏi chất lỏng. Ta nói chất lỏng bay hơi. Như vậy, có thể nói sự bay hơi là sự hoá hơi xảy ra ở mặt thoáng của khối chất lỏng.



Hình 1.6. Các phân tử a, b, c chuyển động hướng ra ngoài khối chất lỏng

Đồng thời, ở gần bề mặt khối chất lỏng, một số phân tử hơi chuyển động hỗn loạn và chạm vào chất lỏng và bị các phân tử chất lỏng hút vào khối chất lỏng. Ta gọi đó là sự ngưng tụ.

Nếu tiếp tục được cung cấp năng lượng, số phân tử chất lỏng nhận được năng lượng để bứt ra khỏi khối chất lỏng tăng dần, lớn gấp nhiều lần so với số phân tử khí (hơi) ngưng tụ. Khi đó, chất lỏng hoá hơi, chuyển dần thành chất khí. Trong quá trình đó, nhiệt độ chất lỏng tăng dần và nếu nhận đủ nhiệt lượng, chất lỏng sẽ sôi.

Ở áp suất tiêu chuẩn (1 atm), mỗi chất lỏng sôi ở một nhiệt độ xác định, nhiệt độ đó được gọi là *nhiệt độ sôi* của chất. Khi chất lỏng sôi, sự hoá hơi của chất lỏng xảy ra ở cả trong lòng và bề mặt chất lỏng.

Nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi của một số chất được cho ở Bảng 1.2.



6. Hãy vẽ phác hình dạng đường biểu diễn nhiệt độ theo thời gian của nước qua các quá trình nóng chảy và hoá hơi khi được đun từ $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ đến $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ và đun tiếp một khoảng thời gian.



2. Vì sao bình nước sôi muốn để nguội nhanh thì cần mở nắp để hơi nước thoát ra?

3. Cồn y tế chuyển từ thể lỏng sang thể khí rất nhanh ở điều kiện thông thường. Hãy giải thích tại sao khi xoa cồn vào da, ta cảm thấy lạnh ở vùng da đó.



Giải thích sơ lược việc tách muối ra khỏi nước biển theo cách cổ truyền ở nước ta.

Tìm hiểu thêm

3. Từ ngày 23 đến ngày 25 tháng 3 năm 2023, mưa đá xuất hiện và kéo dài gây ra hậu quả nặng nề tại nhiều nơi thuộc miền Trung nước ta. Hãy tìm hiểu và cho biết đã có những sự chuyển thể nào của nước khi mưa đá được hình thành.

Bảng 1.2. Nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi của một số chất

Chất	Nhiệt độ nóng chảy (°C)	Nhiệt độ sôi (°C)
Tungsten (wolfram)	3 422	5 555
Đồng	1 300	2 580
Chì	327	1749
Thủy ngân	- 39	357
Rượu	- 117	80

Trong quá trình hoá hơi, dù được cung cấp năng lượng liên tục nhưng khi đạt đến nhiệt độ sôi thì chất lỏng không tăng nhiệt độ suốt thời gian chuyển hoàn toàn thành chất khí. Lúc này, các phân tử nhận thêm năng lượng dùng để phá vỡ liên kết với các phân tử xung quanh, khiến phân tử chuyển động tự do. Chất lỏng chuyển thành chất khí.

Phần năng lượng nhận thêm để phá vỡ liên kết giữa các phân tử mà không làm tăng nhiệt độ của chất trong quá trình hoá hơi được gọi là *ẩn nhiệt hoá hơi*.

Ví dụ: Đun nóng bình chứa nước thì nhiệt độ của nước tăng dần đến 100 °C. Khi đạt 100 °C, nước sôi và chuyển dần thành hơi nước. Trong suốt thời gian chuyển thành hơi nước, nhiệt độ của nước không đổi, luôn ở 100 °C. Ta lấy 100 °C là nhiệt độ sôi của nước.



- Trong chất rắn, các phân tử ở gần nhau, lực tương tác mạnh và mỗi phân tử dao động xung quanh vị trí cân bằng xác định.
- Trong chất lỏng, khoảng cách giữa các phân tử xa hơn so với trong chất rắn, lực tương tác yếu hơn so với trong chất rắn và các phân tử dao động xung quanh các vị trí cân bằng có thể di chuyển được.
- Trong chất khí, khoảng cách giữa các phân tử rất lớn, lực tương tác giữa các phân tử không đáng kể nên các phân tử chuyển động hỗn loạn, không ngừng.
- Khi nóng chảy, các phân tử chất rắn nhận năng lượng sẽ phá vỡ liên kết với một số phân tử xung quanh và trở nên linh động hơn, chất rắn chuyển thành chất lỏng.
- Khi hoá hơi, các phân tử chất lỏng nhận được năng lượng sẽ tách khỏi liên kết với các phân tử khác, thoát khỏi khối chất lỏng và chuyển động tự do. Chất lỏng chuyển thành chất khí.

2

ĐỊNH LUẬT 1 CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

Học xong bài học này, bạn có thể

- Thực hiện thí nghiệm, nêu được: mối liên hệ nội năng của vật với năng lượng của các phân tử tạo nên vật, định luật 1 của nhiệt động lực học.
- Vận dụng được định luật 1 của nhiệt động lực học trong một số trường hợp đơn giản.



Khi được mài (Hình 2.1), lưỡi dao không chỉ sắc hơn mà còn nóng lên. Nó cũng nóng lên khi được nhúng vào nước nóng. Trong hai trường hợp này, dù theo các cách khác nhau nhưng lưỡi dao đều nhận thêm năng lượng. Phần năng lượng nhận được thêm này có liên hệ gì với năng lượng của các phân tử cấu tạo nên lưỡi dao?



Hình 2.1. Mài dao

I. NỘI NĂNG

1. Khái niệm

Ta đã biết, các chất được cấu tạo từ các phân tử. Vì các phân tử luôn chuyển động nhiệt nên chúng có động năng. Mặt khác, giữa các phân tử có lực tương tác nên ngoài động năng, các phân tử còn có thế năng tương tác phân tử.

Trong nhiệt động lực học, khi xét năng lượng của các phân tử cấu tạo nên một khối chất rắn, lỏng, khí (được gọi chung là *hệ*), người ta chỉ xét động năng và thế năng tương tác phân tử. *Tổng động năng và thế năng tương tác của các phân tử cấu tạo nên hệ là nội năng của hệ.*

Khi nhiệt độ của hệ thay đổi thì động năng của các phân tử cấu tạo nên hệ thay đổi. Do đó, nội năng phụ thuộc nhiệt độ của hệ. Mặt khác, khi thể tích của hệ thay đổi thì khoảng cách giữa các phân tử cấu tạo nên hệ thay đổi, làm cho thế năng tương tác giữa chúng thay đổi. Vì thế, nội năng cũng phụ thuộc thể tích của hệ.



1. Hãy lập luận để chứng tỏ nội năng của một bình khí có liên hệ với nhiệt độ và thể tích của khí trong bình.

Bạn có biết

Nhiệt động lực học là một lĩnh vực vật lý nghiên cứu các hiện tượng về nhiệt và các quá trình biến đổi năng lượng của thế giới tự nhiên.



2. Vì sao khi nén khí trong xilanh, thế năng tương tác phân tử và nội năng của lượng khí đó thay đổi?

2. Các cách làm biến đổi nội năng

Thực hiện công

Vì nội năng phụ thuộc thể tích của hệ nên nếu làm thể tích của hệ thay đổi thì nội năng thay đổi.

Thí nghiệm sau đây chứng tỏ khi thay đổi thể tích của một lượng khí trong xilanh, nội năng của lượng khí đó thay đổi.



Dụng cụ

- Xilanh (1).
- Pit-tông (2).
- Cảm biến nhiệt độ (3).
- Giá đỡ (4).

Phương án thí nghiệm

- Tìm hiểu công dụng của các dụng cụ nêu trên.
- Lập phương án thí nghiệm với các dụng cụ đó.

Tiến hành

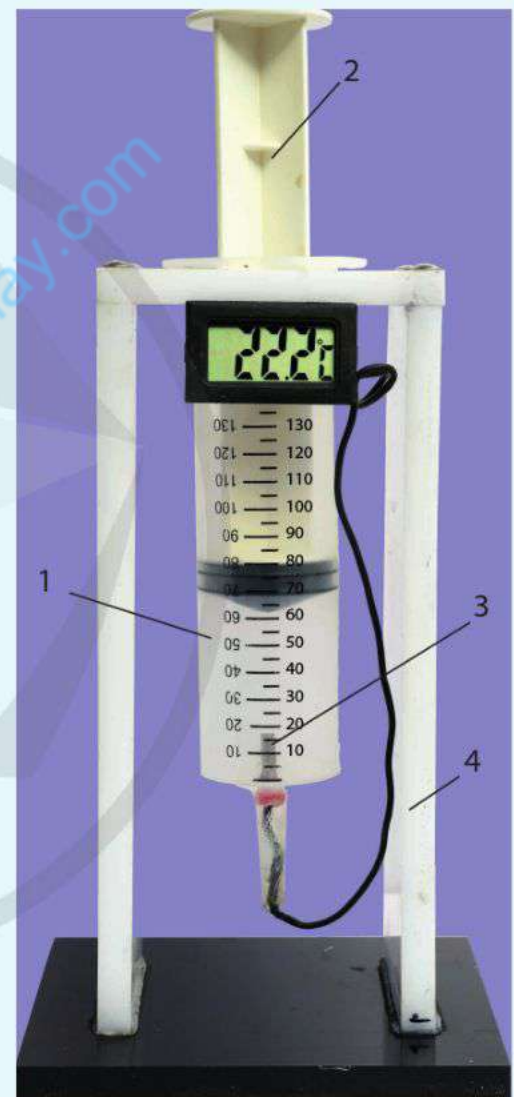
Sau đây là một phương án thí nghiệm với các dụng cụ nêu trên.

- Lắp đặt các dụng cụ như Hình 2.2.
- Hút một lượng khí vào xilanh bằng cách kéo pit-tông.
- Đọc số chỉ của cảm biến nhiệt độ.
- Đẩy mạnh pit-tông để nén khí trong xilanh.
- Đọc số chỉ của cảm biến nhiệt độ sau khi nén khí.
- Ghi kết quả theo mẫu Bảng 2.1.

Kết quả

Bảng 2.1. Kết quả thí nghiệm

Nhiệt độ trước khi nén	Nhiệt độ sau khi nén
22,2 °C	22,8 °C



Hình 2.2. Thí nghiệm về sự thay đổi nội năng bằng thực hiện công

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

Ví dụ trên cho ta thấy nội năng bị biến đổi do thực hiện công.

Truyền nhiệt

Vì nội năng phụ thuộc nhiệt độ nên nếu làm thay đổi nhiệt độ của hệ thì nội năng của hệ thay đổi.

Thí nghiệm sau đây chứng tỏ khi một lượng khí trong xilanh nhận được năng lượng nhiệt thì nhiệt độ thay đổi và do đó nội năng của lượng khí đó thay đổi.



Dụng cụ

- Xilanh có pit-tông (1).
- Cốc để đựng nước (2).
- Cảm biến nhiệt độ (3).
- Giá đỡ (4).

Phương án thí nghiệm

- Tìm hiểu công dụng của các dụng cụ nêu trên.
- Lập phương án thí nghiệm với các dụng cụ đó.

Tiến hành

Sau đây là một phương án thí nghiệm với các dụng cụ nêu trên.

- Lắp đặt các dụng cụ như Hình 2.3.
- Giữ một lượng khí trong xilanh.
- Đọc số chỉ của cảm biến nhiệt độ.
- Đổ nước nóng vào cốc sao cho nước nóng tiếp xúc với phần xilanh có chứa khí. Giữ pit-tông cố định trong suốt quá trình thí nghiệm.
- Khi nhiệt độ ổn định và không tăng nữa, đọc số chỉ của cảm biến nhiệt độ.
- Ghi kết quả theo mẫu Bảng 2.2.

Kết quả

Bảng 2.2. Kết quả thí nghiệm

Nhiệt độ trước truyền nhiệt (°C)	Nhiệt độ sau truyền nhiệt (°C)
22,5	24,6



Hình 2.3. Thí nghiệm về sự thay đổi nội năng bằng truyền nhiệt

Quá trình làm thay đổi nội năng như trên không có sự thực hiện công, chỉ có sự truyền năng lượng nhiệt và thường được gọi tắt là sự truyền nhiệt.

Từ các thí nghiệm trên và nhiều thí nghiệm tương tự, người ta đã chứng minh rằng, có hai cách làm thay đổi nội năng là thực hiện công và truyền nhiệt.



1. Lấy ví dụ thực tế về sự thay đổi nội năng của hệ bằng cách thực hiện công và ví dụ về sự thay đổi nội năng bằng truyền nhiệt.



2. Xác định độ biến thiên nội năng của một lượng khí nếu

a) lượng khí nhận nhiệt lượng 250 kJ do được đun nóng đồng thời nhận công 500 kJ do bị nén.

b) lượng khí nhận nhiệt lượng 250 kJ do được đun nóng, giãn ra và thực hiện công 100 kJ lên môi trường xung quanh.

II. ĐỊNH LUẬT 1 CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

Mối liên hệ giữa nội năng của một hệ với năng lượng của các phân tử tạo nên hệ được diễn tả bằng định luật 1 của nhiệt động lực học.

Như đã nói ở trên, nội năng của hệ có thể thay đổi bằng hai cách là truyền nhiệt và thực hiện công. Nếu một hệ đồng thời nhận được công và nhiệt lượng thì theo định luật bảo toàn và chuyển hoá năng lượng, ta có: *Độ biến thiên nội năng của hệ bằng tổng công và nhiệt lượng mà hệ nhận được.*

Kí hiệu ΔU là độ biến thiên nội năng, Q và A tương ứng là nhiệt lượng và công mà hệ nhận được, ta có

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

trong đó:

Q và A là các giá trị đại số.

Nếu $Q > 0$, hệ nhận nhiệt lượng.

Nếu $Q < 0$, hệ toả nhiệt lượng.

Nếu $A > 0$, hệ nhận công.

Nếu $A < 0$, hệ sinh công.

Ví dụ

Một lượng khí bị nén đã nhận được công là 150 kJ. Khí nóng lên và đã toả nhiệt lượng là 95 kJ ra môi trường. Tìm độ biến thiên nội năng của lượng khí.

Giải

Theo quy ước, ta có:

$$A = 150 \text{ kJ}$$

$$Q = -95 \text{ kJ}$$

Từ đây, ta có độ biến thiên nội năng của lượng khí này là

$$\Delta U = 55 \text{ kJ}$$



Hãy tìm hiểu và giải thích vì sao miếng sắt ở trên đe có thể bị nóng lên khi bị đập bằng búa nhiều lần.



- ➔ Nội năng của một hệ là tổng động năng và thế năng tương tác của các phân tử tạo nên hệ.
- ➔ Định luật 1 của nhiệt động lực học thể hiện sự bảo toàn năng lượng: $\Delta U = Q + A$
độ biến thiên nội năng = nhiệt lượng nhận được + công nhận được.

3

THANG NHIỆT ĐỘ

Học xong bài học này, bạn có thể

- Thực hiện thí nghiệm đơn giản, thảo luận để nêu được sự chênh lệch nhiệt độ giữa hai vật tiếp xúc nhau có thể cho biết chiều truyền năng lượng nhiệt giữa chúng; từ đó nêu được khi hai vật tiếp xúc với nhau, ở cùng nhiệt độ, sẽ không có sự truyền năng lượng nhiệt giữa chúng.
- Nêu được nhiệt độ không tuyệt đối là nhiệt độ mà tại đó tất cả các chất có động năng chuyển động nhiệt của các phân tử hoặc nguyên tử bằng không và thế năng của chúng là tối thiểu.
- Thảo luận để nêu được mỗi độ chia (1°C) trong thang Celsius bằng $1/100$ của khoảng cách giữa nhiệt độ tan chảy của nước tinh khiết đóng băng và nhiệt độ sôi của nước tinh khiết (ở áp suất tiêu chuẩn), mỗi độ chia (1 K) trong thang Kelvin bằng $1/273,16$ của khoảng cách giữa nhiệt độ không tuyệt đối và nhiệt độ điểm mà nước tinh khiết tồn tại đồng thời ở thể rắn, lỏng và hơi (ở áp suất tiêu chuẩn).
- Chuyển đổi được nhiệt độ đo theo thang Celsius sang nhiệt độ đo theo thang Kelvin và ngược lại.



Tùy theo việc điều chỉnh vòi nước mà khi rửa tay, ta có thể cảm nhận được nước nóng hoặc lạnh (Hình 3.1). Năng lượng nhiệt đã truyền như thế nào giữa tay ta và nước trong mỗi trường hợp này?



Hình 3.1. Rửa tay dưới vòi nước nóng – lạnh

I. SỰ TRUYỀN NĂNG LƯỢNG NHIỆT

Để tìm hiểu sự truyền năng lượng nhiệt từ vật có nhiệt độ cao sang vật có nhiệt độ thấp hơn hay ngược lại, có thể thực hiện thí nghiệm với bộ dụng cụ ở Hình 3.2. Nghiên cứu độ chênh lệch nhiệt độ của nước trong hai cốc nước sau khi cho chúng tiếp xúc nhau, có thể suy ra chiều truyền năng lượng nhiệt giữa chúng.



1. Đề xuất phương án thí nghiệm với các dụng cụ ở nhà trường để xác định chiều truyền năng lượng nhiệt giữa hai vật.

?

2. Ở bước 1 của thí nghiệm này, dựa vào cơ sở nào để suy ra là không có sự truyền năng lượng nhiệt giữa hai cốc nước?

?

3. Ở bước 2 của thí nghiệm này, dựa vào cơ sở nào để suy ra là có sự truyền năng lượng nhiệt giữa hai cốc nước?

Dụng cụ

- Cốc thủy tinh (1).
- Cốc kim loại (2).
- Nhiệt kế (3).

Hình 3.2 là ảnh chụp các dụng cụ.

Phương án thí nghiệm

- Tìm hiểu công dụng của các dụng cụ nêu trên.
- Lập phương án thí nghiệm với các dụng cụ đó.

Tiến hành

Sau đây là một phương án thí nghiệm với các dụng cụ nêu trên.

Bước 1

- Đổ nước từ trong cùng một bình chứa vào hai cốc (1) và (2). Đo nhiệt độ nước ở hai cốc (nhiệt độ ban đầu).
- Đặt cốc (2) vào trong (1). Sau hai phút, đo nhiệt độ của nước ở hai cốc (nhiệt độ sau).

Bước 2

- Giữ nguyên nước trong cốc (1). Đưa cốc (2) ra khỏi cốc (1) và thay nước trong cốc này bằng nước nóng.
- Đo nhiệt độ nước ở hai cốc (nhiệt độ ban đầu).
- Đặt cốc (2) chứa nước nóng vào trong cốc (1). Sau hai phút, đo nhiệt độ của nước ở hai cốc (nhiệt độ sau).

Kết quả

Bảng 3.1. Kết quả thí nghiệm chiều truyền năng lượng nhiệt

	Nhiệt độ ban đầu (°C)		Nhiệt độ sau 2 phút (°C)	
	Cốc (1)	Cốc (2)	Cốc (1)	Cốc (2)
Bước 1	22,5	22,5	22,5	22,5
Bước 2	22,5	42,6	24,5	36,5

- Rút ra kết luận về sự truyền năng lượng nhiệt giữa nước trong cốc thủy tinh và nước trong cốc kim loại ở hai bước của thí nghiệm.



Hình 3.2. Thí nghiệm xác định chiều truyền năng lượng nhiệt



1. Mùa nóng, ta thường dùng nước đá để làm mát đồ uống. Hãy cho biết chiều truyền năng lượng nhiệt trong trường hợp này.

Thí nghiệm ở trên và nhiều thí nghiệm tương tự cho thấy:

- Năng lượng nhiệt được truyền từ vật nóng hơn sang vật lạnh hơn.
- Khi hai vật ở cùng nhiệt độ, không có sự truyền năng lượng nhiệt giữa chúng.

Nói cách khác, nhiệt độ cho biết xu hướng truyền năng lượng nhiệt giữa các vật. *Năng lượng nhiệt sẽ tự truyền từ vật có nhiệt độ cao hơn sang vật có nhiệt độ thấp hơn.* Như đã biết, phần năng lượng nhiệt truyền như vậy là nhiệt lượng. Khi hai vật có cùng nhiệt độ, ta nói rằng chúng đang ở trạng thái *cân bằng nhiệt*. Khi đó, sẽ không có sự truyền nhiệt lượng giữa chúng.

II. THANG NHIỆT ĐỘ

1. Thang nhiệt độ Celsius

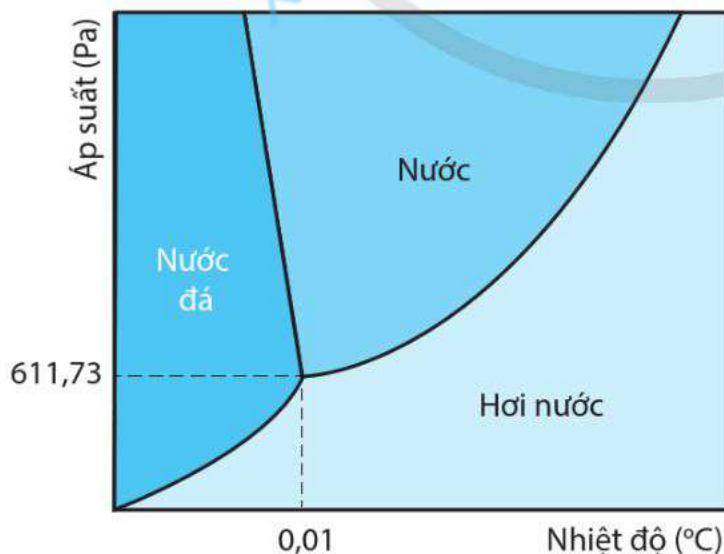
Thang Celsius là thang đo nhiệt độ có một mốc là nhiệt độ nóng chảy của nước đá tinh khiết (quy ước là $0\text{ }^{\circ}\text{C}$) và mốc còn lại là nhiệt độ sôi của nước tinh khiết (quy ước là $100\text{ }^{\circ}\text{C}$). Khoảng giữa hai mốc nhiệt độ này được chia thành 100 khoảng bằng nhau.

Thực tế là cả hai mốc nhiệt độ này đều không cố định vì có thể thay đổi nếu áp suất thay đổi. Do đó, các mốc nhiệt độ này được quy ước xác định ở điều kiện áp suất tiêu chuẩn (1 atm).

2. Thang nhiệt độ Kelvin

Thang nhiệt độ Kelvin, còn được gọi là thang đo nhiệt động, là thang đo nhiệt độ sử dụng mốc gồm hai nhiệt độ cố định:

- Nhiệt độ không tuyệt đối, được định nghĩa là 0 K;
- Nhiệt độ mà nước đá, nước và hơi nước có thể cùng tồn tại, được định nghĩa là 273,16 K (tương đương với $0,01^{\circ}\text{C}$).



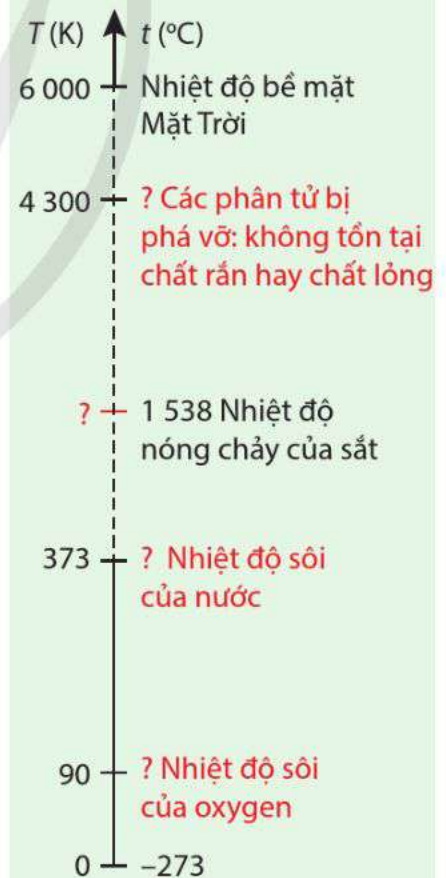
Hình 3.4. Điểm ba của nước – điều kiện tồn tại cả ba thể (rắn, lỏng, khí) của nước



4. Cách hiểu “Ở nhiệt độ không tuyệt đối, các chất không còn năng lượng nữa” có chính xác không? Vì sao?



2. Xác định các giá trị còn thiếu (?) trên biểu đồ Hình 3.3 (nhiệt độ được làm tròn đến đơn vị).



Hình 3.3. Biểu đồ chuyển đổi giữa hai thang nhiệt độ



1. Theo bản tin thời tiết phát trên VTV1 lúc 19h50 ngày 27/02/2022 thì nhiệt độ trung bình ngày – đêm trong ngày 28/02/2022 tại Hà Nội là $24^{\circ}\text{C} - 17^{\circ}\text{C}$.

Sự chênh lệch nhiệt độ này trong thang đo Kelvin là bao nhiêu? Từ đó nhận xét về chênh lệch nhiệt độ khi tính trong hai thang đo.

2. Thế giới từng ghi nhận sự thay đổi nhiệt độ rất lớn diễn ra ở Spearfish, South Dakota vào ngày 22/01/1943. Lúc 7h30 sáng, nhiệt độ ngoài trời là -20°C . Hai phút sau, nhiệt độ ngoài trời tăng lên đến $7,2^{\circ}\text{C}$. Xác định độ tăng nhiệt độ trung bình trong 2 phút đó theo đơn vị Kelvin/giây.

0 K được gọi là nhiệt độ không tuyệt đối, tức là không thể có nhiệt độ thấp hơn 0 K . Do đó, 0 K là nhiệt độ mà các phân tử có *động năng chuyển động nhiệt bằng không và thế năng tương tác giữa chúng là tối thiểu*. Nghĩa là hệ ở nhiệt độ không tuyệt đối sẽ có nội năng tối thiểu.

3. Chuyển đổi giữa các thang nhiệt độ

Sử dụng kí hiệu $t (^{\circ}\text{C})$ để biểu diễn giá trị trên thang nhiệt độ Celsius và $T (\text{K})$ cho thang Kelvin. Người ta quy ước mỗi khoảng chia trong thang nhiệt độ Kelvin (1 K) bằng một khoảng chia trong thang nhiệt độ Celsius (1°C). Với quy ước như vậy, công thức chuyển đổi giữa hai thang nhiệt độ sẽ là:

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

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

Ở các phép tính thực tế, thường làm tròn số hạng chuyển đổi thành 273.

Ví dụ, thực hiện chuyển đổi nhiệt độ không khí trong phòng là 25°C sang thang nhiệt độ Kelvin, ta có:

$$T = t + 273 = 25 + 273$$

$$T = 298\text{ K}$$



- ➔ Năng lượng nhiệt tự truyền từ vật có nhiệt độ cao hơn sang vật có nhiệt độ thấp hơn. Năng lượng nhiệt không tự truyền giữa hai vật có cùng nhiệt độ.
- ➔ Ở nhiệt độ không tuyệt đối (0 K), tất cả các hệ đều có nội năng tối thiểu.
- ➔ Mỗi độ chia (1°C) trong thang Celsius bằng $1/100$ của khoảng cách giữa nhiệt độ tan chảy của nước tinh khiết đóng băng và nhiệt độ sôi của nước tinh khiết (ở áp suất tiêu chuẩn).
- ➔ Mỗi độ chia (1 K) trong thang Kelvin bằng $1/273,16$ của khoảng cách giữa nhiệt độ không tuyệt đối và nhiệt độ mà nước tinh khiết tồn tại đồng thời ở thể rắn, lỏng và hơi (ở áp suất tiêu chuẩn).
- ➔ Liên hệ giữa nhiệt độ theo thang Kelvin và nhiệt độ theo thang Celsius (khi làm tròn số) là

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

$$t (^{\circ}\text{C}) = T (\text{K}) - 273$$

4 NHIỆT DUNG RIÊNG, NHIỆT NÓNG CHẢY RIÊNG, NHIỆT HOÁ HƠI RIÊNG

Học xong bài học này, bạn có thể

- Nêu được định nghĩa nhiệt dung riêng, nhiệt nóng chảy riêng, nhiệt hoá hơi riêng.
- Thảo luận để thiết kế phương án hoặc lựa chọn phương án và thực hiện phương án, đo được nhiệt dung riêng, nhiệt nóng chảy riêng, nhiệt hoá hơi riêng bằng dụng cụ thực hành.



Trong đời sống hằng ngày và nhiều lĩnh vực sản xuất, người ta thường phải cung cấp năng lượng để làm nóng vật hoặc tạo ra sự chuyển thể của các chất.

Nhiệt lượng cần truyền cho một vật để nó nóng lên hoặc chuyển thể phụ thuộc vào những yếu tố nào và có thể được xác định như thế nào?



Hình 4.1. Đổ kim loại nóng chảy vào khuôn

I. NHIỆT DUNG RIÊNG

1. Định nghĩa

Thực tiễn và thí nghiệm cho thấy rằng: Trong cùng một điều kiện như nhau, nhiệt lượng để làm nhiệt độ của một đơn vị khối lượng các chất khác nhau thay đổi một độ (1°C hay 1 K) là khác nhau. Ví dụ: Trong điều kiện như nhau, để tăng thêm 1°C thì 1 kg nước cần nhiều năng lượng hơn 1 kg cồn.

Nhiệt lượng Q phải cung cấp để làm thay đổi nhiệt độ của một vật có liên hệ với:

- khối lượng m (kg) của vật;
- độ thay đổi nhiệt độ ΔT (K) muốn đạt được;
- bản chất của chất cấu tạo nên vật.

Mối liên hệ này được biểu diễn bằng hệ thức:

$$Q = mc.\Delta T \quad (4.1)$$

trong đó c là nhiệt dung riêng của chất: $c = \frac{Q}{m.\Delta T}$.



1. Lấy ví dụ cho thấy nhiệt lượng cần cung cấp để đun nóng vật có liên hệ với khối lượng, nhiệt độ ban đầu và nhiệt độ vật đạt được sau khi đun.

?

2. Từ hệ thức (4.1), chứng tỏ rằng đơn vị đo của nhiệt dung riêng là J/kg.K.

?

3. Sử dụng số liệu trong Bảng 4.1, giải thích vì sao thanh đồng tăng nhiệt độ nhanh hơn cốc nước có cùng khối lượng.



1. Tính nhiệt lượng cần thiết để tăng nhiệt độ của một miếng nhôm có khối lượng 810 g từ 20 °C lên 75 °C. Nhiệt dung riêng của nhôm là 880 J/kg.K.

?

4. Để xác định nhiệt dung riêng của một chất bằng thực nghiệm thì cần đo những đại lượng nào?

Như vậy, *nhiệt dung riêng của một chất là nhiệt lượng cần cung cấp để nhiệt độ của 1 kg chất đó tăng thêm 1 K*. Đơn vị đo của nhiệt dung riêng là J/kg.K.

Bảng 4.1. Nhiệt dung riêng của một số chất ở 0 °C

Chất	Nhiệt dung riêng (J/kg.K)	Chất	Nhiệt dung riêng (J/kg.K)
Nhôm	880	Nước	4 180
Đồng	380	Nước biển	3 950
Chì	126	Rượu	2 500
Nước đá	1 800	Thủy ngân	140

Vật làm bằng chất có nhiệt dung riêng nhỏ thì dễ nóng lên và cũng dễ nguội đi. Vì thế, nếu cùng khối lượng thì vật làm bằng đồng sẽ nóng lên nhanh hơn và cũng sẽ nguội đi nhanh hơn so với vật làm bằng nhôm.

Ví dụ

Tính nhiệt lượng cần cung cấp để đun nóng 15 kg nước từ 25 °C đến 60 °C. Biết nhiệt dung riêng của nước là 4 180 J/kg.K

Giải

Dùng công thức

$$Q = mc.\Delta T$$

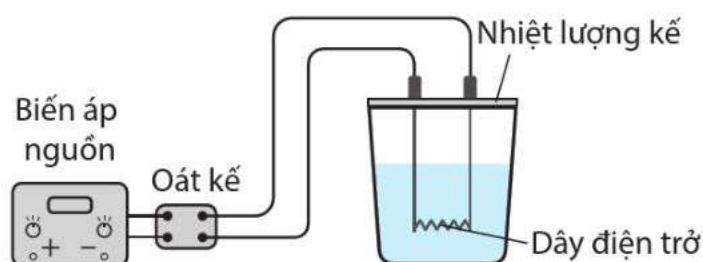
$$\text{Ta có } \Delta T = (273 + 60) - (273 + 25) = 35 \text{ K}$$

$$Q = 15.4180.35 = 2,2.10^6 \text{ J}$$

Ngược lại, khi 15 kg nước nóng ở 60 °C nguội xuống 25 °C cũng sẽ toả ra nhiệt lượng là 2,2.10⁶ J.

2. Xác định nhiệt dung riêng của nước

Để xác định nhiệt dung riêng của nước, có thể tiến hành thí nghiệm theo sơ đồ nguyên lí ở Hình 4.2.



Hình 4.2. Sơ đồ thí nghiệm xác định nhiệt dung riêng của nước



Dụng cụ

- Dây dẫn nối với nguồn điện (1).
- Nhiệt lượng kế kèm dây điện trở (2).
- Nhiệt kế (3).
- Oát kế (4).
- Đồng hồ bấm giây (5).



Hình 4.3. Thí nghiệm xác định nhiệt dung riêng của nước

Phương án thí nghiệm

- Tìm hiểu công dụng của các dụng cụ nêu trên.
 - Lập phương án thí nghiệm với các dụng cụ đó.
- Coi rằng khi đun, năng lượng được truyền hoàn toàn cho nước trong nhiệt lượng kế.

Tiến hành

Sau đây là một phương án thí nghiệm với các dụng cụ nêu trên.

- Lắp các dụng cụ theo sơ đồ nguyên lí Hình 4.2.
- Đo nhiệt độ nước trước khi đun.
- Bật nguồn.
- Đọc số chỉ P của oát kế.
- Sau mỗi 3 phút, đọc và ghi các số liệu theo mẫu Bảng 4.2.

Bạn có biết

1. Nhiệt dung riêng của đất có giá trị khoảng 800 J/kg.K , nhỏ hơn nhiều so với nhiệt dung riêng của nước biển (Bảng 4.1). Ban ngày, khi nhận được năng lượng từ Mặt Trời, đất nóng lên nhanh hơn nước biển. Không khí trên mặt đất cũng nóng hơn, bốc lên cao còn không khí ở ngoài biển lạnh hơn sẽ di chuyển vào đất liền. Vì thế, vào ban ngày có gió thổi từ biển vào đất liền. Ngược lại, vào ban đêm, nước biển nguội chậm hơn, không khí trên mặt biển có nhiệt độ cao hơn, bốc lên cao. Không khí trên mặt đất có nhiệt độ thấp hơn nên gió sẽ thổi từ đất liền ra biển.



5. Nhiệt lượng cung cấp cho nước được xác định qua công suất của nhiệt lượng kế như thế nào?



6. Tại sao có thể xác định được nhiệt dung riêng của nước qua độ dốc của đồ thị nhiệt độ – thời gian đun theo phương án thí nghiệm đã thực hiện?



7. Với số liệu được cho ở Bảng 4.2 thì nhiệt dung riêng của nước xác định được là bao nhiêu?

Bạn có biết

2. Các chất rắn vô định hình như thủy tinh, nhựa đường, nhựa,... không có nhiệt độ nóng chảy xác định. Khi bị nung nóng, chúng vừa tăng nhiệt độ, vừa mềm dần và chuyển sang thể lỏng. Do đó, ta không có khái niệm "ẩn nhiệt" với chất rắn vô định hình và cũng không xác định nhiệt nóng chảy riêng với chất rắn vô định hình.

Kết quả

Bảng 4.2. Kết quả thí nghiệm xác định nhiệt dung riêng của nước

Khối lượng nước m : 0,136 kg Công suất đun \mathcal{P} : 18,2 W; Nhiệt độ nước ban đầu: 27 °C		
Lần đo	Thời gian đun Δt (s)	Nhiệt độ nước sau đun (°C)
1	180	33
2	360	39
3	540	44
4	720	49
5	900	54

- Vẽ đồ thị nhiệt độ của nước theo thời gian đun.
- Xác định nhiệt dung riêng của nước qua độ dốc của đồ thị.
- Xác định nhiệt dung riêng của nước bằng công thức:

$$c = \frac{\mathcal{P} \cdot \Delta t}{m \cdot \Delta T}$$

- Tính sai số tuyệt đối của phép đo nhiệt dung riêng của nước.
- So sánh giá trị nhiệt dung riêng được xác định bằng hai cách đã thực hiện.

II. NHIỆT NÓNG CHẢY RIÊNG

1. Định nghĩa

Đối với vật rắn kết tinh khi đang nóng chảy, dù ta vẫn cung cấp nhiệt lượng nhưng nhiệt độ của vật không tăng. Nhiệt lượng truyền cho một lượng chất rắn để nóng chảy hoàn toàn được gọi là nhiệt nóng chảy của chất rắn đó. Khi so sánh nhiệt nóng chảy của các chất khác nhau, cần phải so sánh nhiệt nóng chảy tính cho một đơn vị khối lượng của chất. Người ta định nghĩa:

Nhiệt nóng chảy riêng λ của một chất là nhiệt lượng cần thiết để 1 kg chất đó chuyển hoàn toàn từ thể rắn sang thể lỏng ở nhiệt độ nóng chảy.

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

Như vậy, ta dễ dàng xác định nhiệt lượng cần thiết để làm nóng chảy một vật khi biết nhiệt nóng chảy riêng của chất liệu cấu tạo nên vật đó theo công thức:

$$Q = m\lambda \tag{4.2}$$

Ví dụ

Biết nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là $3,30 \cdot 10^5$ J/kg, tính nhiệt lượng cần cung cấp để làm nóng chảy hoàn toàn 1,50 kg nước đá ở 0°C .

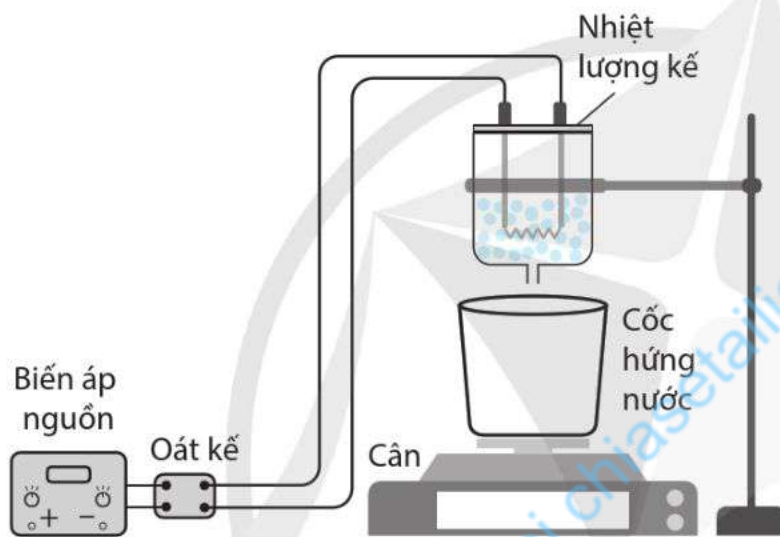
Giải

Dùng công thức: $Q = m\lambda$

Thay số, ta được: $Q = 1,50 \cdot 3,30 \cdot 10^5 = 4,95 \cdot 10^5$ J

2. Xác định nhiệt nóng chảy riêng của nước đá

Để xác định nhiệt nóng chảy riêng của nước đá, có thể tiến hành thí nghiệm theo sơ đồ nguyên lí Hình 4.4.



Hình 4.4. Sơ đồ thí nghiệm xác định nhiệt nóng chảy riêng của nước đá

Dòng điện làm nóng dây điện trở trong một bình nhiệt lượng kế và làm nước đá nóng chảy. Khối lượng nước đá nóng chảy được hứng vào cốc và được xác định bằng cân. Công suất điện tiêu thụ được xác định bằng oát kế. Từ các giá trị thu được, sử dụng công thức (4.2), ta sẽ tính được giá trị của nhiệt nóng chảy riêng λ .



2. Xác định nhiệt lượng cần cung cấp để nung nóng chảy hoàn toàn 1 tấn đồng từ 25°C . Sử dụng số liệu nhiệt dung riêng ở Bảng 4.1 và cho biết nhiệt nóng chảy riêng của đồng là $180 \cdot 10^3$ J/kg.



8. Để xác định nhiệt nóng chảy riêng của một chất bằng thực nghiệm, cần đo được những đại lượng nào?

**Dụng cụ**

- Dây dẫn nối với nguồn điện (1).
- Oát kế (2).
- Nhiệt lượng kế kèm dây điện trở (3).
- Cốc (4) và cân (5).
- Đồng hồ bấm giây (6).

Phương án thí nghiệm

- Tìm hiểu công dụng của các dụng cụ nêu trên.
- Lập phương án thí nghiệm với các dụng cụ đó.

Tiến hành

Sau đây là một phương án thí nghiệm với các dụng cụ nêu trên.

- Lắp các dụng cụ theo sơ đồ Hình 4.4, oát kế được nối với biến áp nguồn và với nhiệt lượng kế.



Hình 4.5. Thí nghiệm xác định nhiệt nóng chảy riêng của nước

Bước 1

- Cho nước đá vào nhiệt lượng kế và hứng nước chảy ra bằng một chiếc cốc.
- Sau khi nước chảy vào cốc khoảng một phút, cho nước chảy vào cốc (4) (ở trên cân) trong thời gian t phút, xác định khối lượng m của nước trong cốc này.

Bước 2

- Bật nguồn.
 - Đọc số chỉ \mathcal{P} của oát kế.
 - Cho nước chảy thêm vào cốc trong thời gian t .
- Xác định khối lượng M của nước trong cốc lúc này.
- Ghi các số liệu theo mẫu Bảng 4.3.



9. Nêu cách xác định khối lượng nước đá đã tan chảy m sau thời gian t ở bước 1.



10. Vì sao khối lượng nước đá nóng chảy do nhận nhiệt lượng từ dây điện trở của nhiệt lượng kế được xác định là $(M - 2m)$?

Kết quả**Bảng 4.3.** Kết quả thí nghiệm xác định nhiệt nóng chảy riêng

Đại lượng	Kết quả đo
Khối lượng m (kg) của nước trong cốc (chưa bật biến áp nguồn)	$2,0 \cdot 10^{-3}$
Khối lượng M (kg) của nước trong cốc (đã bật biến áp nguồn)	$17,5 \cdot 10^{-3}$
Thời gian đun t (s)	180
Công suất \mathcal{P} (W)	24

– Xác định nhiệt nóng chảy riêng của nước đá bằng công thức:

$$\lambda = \frac{\mathcal{P}t}{M - 2m}$$

– So sánh kết quả thu được với giá trị ở Bảng 4.4, giải thích sự khác nhau giữa hai giá trị đó.



11. Với số liệu như trong Bảng 4.3 thì nhiệt lượng đã cung cấp cho nước đá là bao nhiêu?

III. NHIỆT HOÁ HƠI RIÊNG

Tương tự như quá trình nóng chảy, khi một chất đang hoá hơi ở nhiệt độ sôi, dù ta vẫn cung cấp nhiệt lượng nhưng nhiệt độ của nó không tăng. Nhiệt lượng truyền cho khối chất lỏng trong quá trình sôi được gọi là *nhiệt hoá hơi* của khối chất đó.

Nhiệt hoá hơi riêng L của một chất là nhiệt lượng cần để 1 kg chất đó chuyển hoàn toàn từ thể lỏng sang thể khí ở nhiệt độ sôi.

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

Như vậy, ta xác định được nhiệt lượng cần thiết để làm hoá hơi hoàn toàn khối lượng m của một chất là

$$Q = mL \quad (4.3)$$

Nhiệt nóng chảy riêng và nhiệt hoá hơi riêng của một số chất được cho ở Bảng 4.4.



12. Nhiệt hoá hơi riêng của nước là $2\,300 \cdot 10^6$ J/kg nghĩa là gì?

Bạn có biết

3. Nhiệt thăng hoa riêng, còn gọi là entanpi thăng hoa, là nhiệt lượng cần thiết để 1 kg chất chuyển từ trạng thái rắn sang trạng thái khí ở nhiệt độ và áp suất nhất định. Nhiệt thăng hoa riêng cũng có đơn vị là J/kg trong hệ SI.



3. Tính nhiệt lượng cần thiết để làm 2,0 g nước đá từ $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ chuyển hoàn toàn thành hơi nước ở $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Cho các dụng cụ: Một cốc thủy tinh chịu nhiệt, bình nhiệt lượng kế kèm dây điện trở, oát kế, cân hiện số, nhiệt kế, đồng hồ bấm giây. Xây dựng phương án và thực hiện phương án thí nghiệm xác định nhiệt hoá hơi riêng của nước bằng các dụng cụ này.

Bảng 4.4. Nhiệt nóng chảy, nhiệt hoá hơi riêng của một số chất ở áp suất tiêu chuẩn

Chất	Nhiệt nóng chảy riêng (J/kg)	Nhiệt hoá hơi riêng (J/kg)
Đồng	$1,80 \cdot 10^5$	$4,693 \cdot 10^6$
Oxygen	$2,78 \cdot 10^4$	$4,263 \cdot 10^5$
Nước đá	$3,33 \cdot 10^5$	$2,300 \cdot 10^6$
Thủy ngân	$1,15 \cdot 10^4$	$3,000 \cdot 10^5$

Ví dụ

Sau khi đun nóng một lượng nước đến $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, tiếp tục đun thêm một thời gian thì khối lượng nước giảm $0,70\text{ kg}$ so với ban đầu do một phần nước đã chuyển thành hơi. Cho nhiệt hoá hơi riêng của nước là $L = 2,3 \cdot 10^6\text{ J/kg}$, tính nhiệt lượng cần để làm hoá hơi lượng nước trên.

Giải

Dùng công thức:

$$Q = mL$$

Thay số, ta được:

$$Q = 0,70 \cdot 2,3 \cdot 10^6 = 1,6 \cdot 10^6\text{ J}$$



- Nhiệt dung riêng của một chất là nhiệt lượng cần để 1 kg chất đó tăng thêm 1 K (hoặc $1\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- Nhiệt lượng cần để làm thay đổi nhiệt độ của một lượng chất: $Q = mc \cdot \Delta T$.
- Nhiệt nóng chảy riêng λ của một chất là nhiệt lượng cần để 1 kg chất đó chuyển hoàn toàn từ thể rắn sang thể lỏng ở nhiệt độ nóng chảy.

Nhiệt lượng cần để một vật rắn nóng chảy hoàn toàn tại nhiệt độ nóng chảy:

$$Q = m\lambda$$

- Nhiệt hoá hơi riêng L của một chất là nhiệt lượng cần để 1 kg chất đó chuyển hoàn toàn từ thể lỏng sang thể khí ở nhiệt độ sôi.

Nhiệt lượng cần để một lượng chất lỏng hoá hơi hoàn toàn tại nhiệt độ sôi:

$$Q = mL$$

BÀI TẬP CHỦ ĐỀ 1

- Với cùng một chất, quá trình chuyển thể nào sẽ làm giảm lực tương tác giữa các phân tử nhiều nhất?
 - Nóng chảy.
 - Đông đặc.
 - Hoá hơi.
 - Ngưng tụ.
- Phát biểu nào sau đây về nội năng là **không** đúng?
 - Nội năng là một dạng năng lượng.
 - Nội năng là nhiệt lượng.
 - Nội năng của một vật có thể tăng hoặc giảm.
 - Nội năng có thể chuyển hoá thành các dạng năng lượng khác.
- Mô tả những thay đổi về động năng của các phân tử và nội năng của hệ trong các trường hợp sau:
 - Một tảng băng đang tan ở $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - Lượng nước tan ra từ tảng băng và nhiệt độ tăng từ $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ đến $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Thực hiện công 100 J để nén khí trong một xilanh thì khí truyền ra môi trường xung quanh nhiệt lượng là 20 J . Xác định độ thay đổi nội năng của khí trong xilanh.
- Một bình chứa carbon dioxide (CO_2) ở nhiệt độ phòng và áp suất 20 atm (áp suất không khí trong phòng là 1 atm). Để quan sát hiện tượng khối khí CO_2 giảm nhiệt độ và hoá rắn khi phun ra khỏi bình, người ta đặt một miếng vải ở miệng ống xả của bình chứa và mở van thì thấy CO_2 rắn (có nhiệt độ thấp) được hình thành trên miếng vải. Hiện tượng khối khí biến đổi trực tiếp thành chất rắn như CO_2 trong hiện tượng này được gọi là *sự ngưng kết*. Hãy vận dụng định luật 1 nhiệt động lực học để giải thích vì sao CO_2 khi phun ra lại giảm nhiệt độ.
- Hoàn thành bảng ghi nhiệt độ các điểm nóng chảy và sôi (ở áp suất không khí tiêu chuẩn) của các vật liệu khác nhau theo nhiệt độ Celsius và nhiệt độ Kelvin.

Chất	Điểm nóng chảy		Điểm sôi	
	$^{\circ}\text{C}$	K	$^{\circ}\text{C}$	K
Oxygen (O_2)	-223	?	?	90
Hydrogen (H_2)	?	14	-253	?
Chì (Pb)	327	?	?	2 023
Thủy ngân (Hg)	?	234	357	?

7. Đối với mỗi công việc dưới đây, hãy xác định giới hạn đo của loại nhiệt kế phù hợp:
- Người làm vườn đo nhiệt độ trong nhà kính.
 - Một kĩ sư lập bản đồ nhiệt độ tại các vị trí khác nhau trong lò nung kim loại.
 - Một kĩ thuật viên theo dõi nhiệt độ trong dây chuyền hoá lỏng hydrogen.
8. So sánh nhiệt dung riêng của thịt và của khoai tây, biết rằng khi cùng mức ra từ nồi canh hầm thì miếng thịt nguội nhanh hơn miếng khoai tây cùng khối lượng.
9. Người ta thực hiện thí nghiệm xác định nhiệt dung riêng của đồng với một miếng đồng kim loại có khối lượng 850 g. Lúc đầu, nhiệt độ của miếng đồng là 25 °C. Ghi lại thời gian từ khi bật bộ phận đốt nóng đến khi nhiệt độ miếng đồng tăng tới 43 °C. Kết quả đo được như sau:

Công suất bộ phận đốt nóng (W)	Thời gian đốt nóng (s)
40	146

Theo kết quả của thí nghiệm này, nhiệt dung riêng của đồng là bao nhiêu?

10. Một ấm đun nước có công suất 500 W chứa 300 g nước ở 20 °C. Cho nhiệt dung riêng và nhiệt hoá hơi riêng của nước lần lượt là 4 180 J/kg.K và $2,0 \cdot 10^6$ J/kg.
- Tính thời gian cần thiết để đun nước trong ấm đạt đến nhiệt độ sôi.
 - Sau khi nước đến nhiệt độ sôi, người ta để ấm tiếp tục đun nước sôi trong 2 phút. Tính khối lượng nước còn lại trong ấm và chỉ rõ điều kiện để thực hiện các tính toán đó.
11. Một hệ thống cấp nước nóng dùng điện có công suất 9,0 kW. Nước chảy vào hệ thống với lưu lượng $5,8 \cdot 10^{-2}$ kg/s. Nhiệt độ của nước khi đi vào bình đun là 15 °C. Cho nhiệt dung riêng của nước là 4 180 J/kg.K.
- Tính nhiệt độ của nước khi ra khỏi bình đun.
 - Việc tính nhiệt độ ở câu a) được xét trong điều kiện lí tưởng nào?
 - Hãy nêu cách để có thể điều chỉnh nhiệt độ của nước khi ra khỏi bình đun.

CHỦ ĐỀ 2

KHÍ LÍ TƯỢNG

Chất khí tồn tại xung quanh ta và luôn ảnh hưởng đến các vật. Vì thế, việc hiểu rõ về chất khí là nhu cầu của rất nhiều lĩnh vực khoa học và đời sống. Việc nghiên cứu về chất khí trước hết được thực hiện với khí lí tưởng – một mô hình lí thuyết gần đúng với hầu hết các chất khí ở điều kiện nhiệt độ và áp suất thông thường.

Từ mô hình động học phân tử, chủ đề này sẽ tập trung nghiên cứu đặc điểm chuyển động của các phân tử chất khí, từ đó hoàn thiện dần các giả thuyết của thuyết động học phân tử chất khí.

1. Mô hình động học phân tử chất khí
2. Phương trình trạng thái khí lí tưởng

3. Áp suất và động năng phân tử chất khí

1 MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ

Học xong bài học này, bạn có thể

- Phân tích mô hình chuyển động Brown, nêu được các phân tử trong chất khí chuyển động hỗn loạn.
- Từ các kết quả thực nghiệm hoặc mô hình, thảo luận để nêu được các giả thuyết của thuyết động học phân tử chất khí.



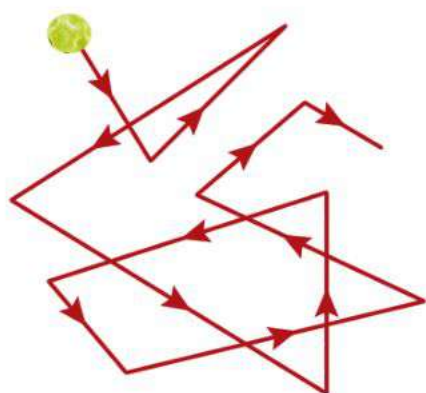
Khói thuốc lá sẽ gây ảnh hưởng trong phạm vi bán kính 7 m – 10 m. Những người ở trong khoảng cách này với người hút thuốc sẽ hít phải khói thuốc, trở thành người hút thuốc thụ động và cũng gặp những nguy cơ về sức khỏe.

Tại sao khói thuốc có thể lan rộng đến thế trong không khí?



Hình 1.1. Hãy tránh xa thuốc lá

I. ĐẶC ĐIỂM CHUYỂN ĐỘNG CỦA CÁC PHÂN TỬ KHÍ



Hình 1.2. Đường gấp khúc thể hiện đường đi của hạt phấn hoa trong nước

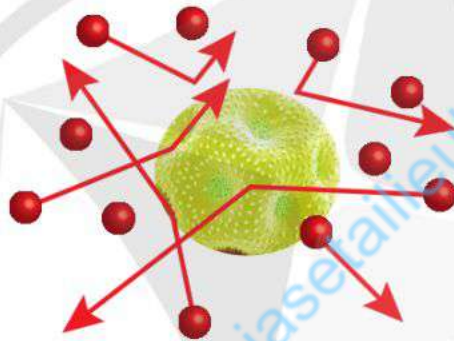
Năm 1827, khi quan sát các hạt phấn hoa trong nước bằng kính hiển vi, Robert Brown (Rô-bốt Bơ-rao-nơ, 1773 – 1858) đã nhận thấy chúng chuyển động không ngừng. Ghi lại vị trí của hạt phấn hoa sau những khoảng thời gian xác định, rồi nối các điểm đó lại, ta được một đường gấp khúc không theo một trật tự nào (Hình 1.2). Khi nhiệt độ của nước tăng thì các hạt phấn hoa cũng chuyển động nhanh hơn. Chuyển động như vậy của các hạt phấn hoa được gọi là *chuyển động Brown*. Đây là một hiện tượng giúp ta hình dung được về chuyển động phân tử.

Einstein (Anh-xtanh) đã giải thích chuyển động Brown như sau: Các hạt phấn hoa bị các phân tử nước chuyển động hỗn loạn va đập vào từ mọi phía (Hình 1.3). Các phân tử nước có kích thước nhỏ hơn nhiều lần so với hạt phấn hoa và tại một thời điểm, số va đập trung bình của các phân tử nước vào hai phía đối diện bất kì của hạt phấn hoa không bằng nhau. Điều này gây nên chênh lệch áp lực và làm cho hạt phấn hoa chuyển động. Hai phía đối diện có chênh lệch áp lực là bất kì nên chuyển động của hạt phấn hoa không có phương ưu tiên.

Nhiệt độ của nước càng cao thì các phân tử nước chuyển động càng nhanh và càng hỗn loạn hơn, nên hạt phấn hoa cũng sẽ chuyển động nhanh hơn và hỗn loạn hơn.



a) Hạt phấn hoa



b) Mô hình các phân tử nước va đập vào hạt phấn hoa

Hình 1.3

Ta cũng quan sát thấy chuyển động Brown của các hạt khói lơ lửng trong không khí. Hiện tượng này được giải thích tương tự như chuyển động của hạt phấn hoa trong nước. Trong đó, các hạt khói đóng vai trò của các hạt phấn hoa, còn các phân tử không khí đóng vai trò của các phân tử nước. Từ đó, ta có thể rút ra đặc điểm chuyển động của các phân tử khí như sau:

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

Thực tế thì với không khí ở điều kiện tiêu chuẩn (nhiệt độ $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ và áp suất 1 atm), tốc độ trung bình của các phân tử khí khoảng 400 m/s . Ta chỉ xác định được tốc độ trung bình vì tại mỗi thời điểm bất kì, một số phân tử không khí có tốc độ lớn hơn tốc độ này và một số phân tử khác lại có tốc độ nhỏ hơn.



1. Nếu các hạt phấn hoa có kích thước lớn hơn nữa, ta có thể quan sát được chuyển động Brown không, vì sao?



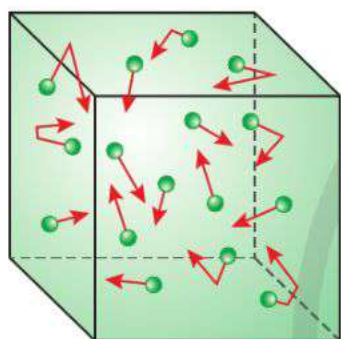
2. Nếu động năng của phân tử nước bằng động năng của hạt phấn hoa, hãy so sánh tốc độ của các phân tử nước với tốc độ của hạt phấn hoa.



1. Vì sao có thể cảm nhận được mùi thơm ở khắp nơi trong phòng sau khi chỉ xịt nước hoa ở một góc phòng?



2. Một phân tử oxygen đang chuyển động qua tâm một bình cầu có đường kính 0,20 m. Tốc độ của phân tử là 400 m/s. Ước tính số lần phân tử này va chạm vào thành bình chứa trong mỗi giây. Coi rằng tốc độ của phân tử là không đổi.



Hình 1.4. Các phân tử chất khí chuyển động hỗn loạn gây áp suất lên thành bình chứa

II. MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ

1. Mô hình

Với các đặc điểm quan sát được về chuyển động của các phân tử khí trong thực tế, người ta đưa ra mô hình động học phân tử cho chất khí gồm các nội dung sau:

+ Các phân tử khí ở xa nhau, khoảng cách giữa chúng rất lớn so với kích thước mỗi phân tử nên có thể bỏ qua kích thước của chúng.

+ Các phân tử chất khí chuyển động hỗn loạn, không ngừng. Chuyển động này càng nhanh thì nhiệt độ chất khí càng cao.

+ Khi chuyển động hỗn loạn, các phân tử va chạm vào nhau và va chạm vào thành bình chứa khí.

+ Các phân tử khí va chạm vào thành bình gây ra áp suất lên thành bình chứa khí.

Các nội dung trên đây còn được gọi là thuyết động học phân tử chất khí.

2. Khí lý tưởng

Các nội dung của thuyết động học phân tử chất khí mô tả các đặc điểm của chất khí lý tưởng. Ta có thể coi một chất khí ở điều kiện nhiệt độ và áp suất khí quyển bình thường gần đúng là một khí lý tưởng. Mô hình khí lý tưởng có thể giải thích được nhiều kết quả nghiên cứu thực nghiệm chất khí ở nhiệt độ phòng và áp suất khí quyển.

Mô hình khí lý tưởng gồm các nội dung sau:

– Các phân tử khí ở xa nhau, khoảng cách giữa chúng rất lớn so với kích thước mỗi phân tử nên có thể bỏ qua kích thước của chúng.

– Khi chưa va chạm, lực tương tác giữa các phân tử khí rất yếu, nên có thể bỏ qua.

– Giữa hai va chạm liên tiếp, phân tử khí lý tưởng chuyển động thẳng đều.

– Khi va chạm vào thành bình chứa, phân tử khí truyền động lượng cho thành bình và bị bật ngược trở lại (Hình 1.4). Va chạm của các phân tử khí với nhau và với thành bình là va chạm hoàn toàn đàn hồi.



3. Hãy chỉ ra nội dung tương ứng của mô hình động học phân tử chất khí được dùng để mô tả mỗi đặc điểm của khí lý tưởng.

Bạn có biết

Mô hình động học phân tử chất khí đã thuyết phục được nhiều nhà vật lý về sự tồn tại của các phân tử trước khi người ta có thể quan sát được chúng. Mặc dù vậy, mô hình động học phân tử chất khí vẫn cần phải bổ sung, điều chỉnh mới có thể áp dụng cho chất khí ở gần nhiệt độ ngưng tụ. Lí do là vì ở gần nhiệt độ ngưng tụ, các phân tử chất khí sẽ chuyển động chậm lại và có xu hướng liên kết với nhau để chuyển thành chất lỏng. Vì vậy, ở điều kiện này chúng ta không thể coi các phân tử khí chuyển động tự do, không tương tác với nhau được nữa.



Có ý kiến cho rằng: "Bong bóng khí có dạng hình cầu chứng tỏ không có phương ưu tiên trong chuyển động của các phân tử khí." Ý kiến này có đúng không? Vì sao?

**➤ Mô hình động học phân tử chất khí:**

- 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; các phân tử khí chuyển động càng nhanh thì nhiệt độ chất khí càng cao.
- Khi chuyển động hỗn loạn, các phân tử khí va chạm vào thành bình gây áp suất lên thành bình.

➤ Khí lí tưởng là chất khí gồm các phân tử có thể bỏ qua kích thước của chúng, chỉ tương tác khi va chạm. Giữa hai va chạm liên tiếp, chúng chuyển động thẳng đều. Va chạm của các phân tử khí lí tưởng với nhau và với thành bình là va chạm hoàn toàn đàn hồi.

2 PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI KHÍ LÝ TƯỢNG

Học xong bài học này, bạn có thể

- Thực hiện thí nghiệm khảo sát được định luật Boyle: Khi giữ không đổi nhiệt độ của một khối lượng khí xác định thì áp suất gây ra bởi khí tỉ lệ nghịch với thể tích của nó.
- Thực hiện thí nghiệm minh họa được định luật Charles: Khi giữ không đổi áp suất của một khối lượng khí xác định thì thể tích của khí tỉ lệ với nhiệt độ tuyệt đối của nó.
- Sử dụng định luật Boyle và định luật Charles rút ra được phương trình trạng thái của khí lý tưởng.
- Vận dụng được phương trình trạng thái của khí lý tưởng.



Hình 2.1. Bình chứa oxygen dùng trong y tế

Bình chứa oxygen (Hình 2.1) là một thiết bị thường dùng trong điều trị người bệnh có vấn đề về hô hấp. Tuy nhiên, khi sử dụng bình cần đặc biệt chú ý nơi bảo quản nhằm đảm bảo an toàn do nguy cơ cháy nổ cao.

Khí oxygen trong bình ở áp suất cao nên không phải là khí lý tưởng. Tuy nhiên, người ta vẫn sử dụng mô hình khí lý tưởng để tìm hiểu mối liên hệ giữa các thông số của một lượng khí như áp suất, nhiệt độ và thể tích, từ đó suy ra nguyên tắc bảo quản và sử dụng an toàn các bình chứa khí.

Vậy mối liên hệ đó như thế nào?

I. MỐI LIÊN HỆ GIỮA THỂ TÍCH VÀ ÁP SUẤT CỦA CHẤT KHÍ

Xét bình kín chứa một lượng khí xác định. Các thông số của lượng khí mà chúng ta có thể đo được là áp suất, nhiệt độ và thể tích. Chúng được gọi là các *thông số trạng thái* của chất khí.

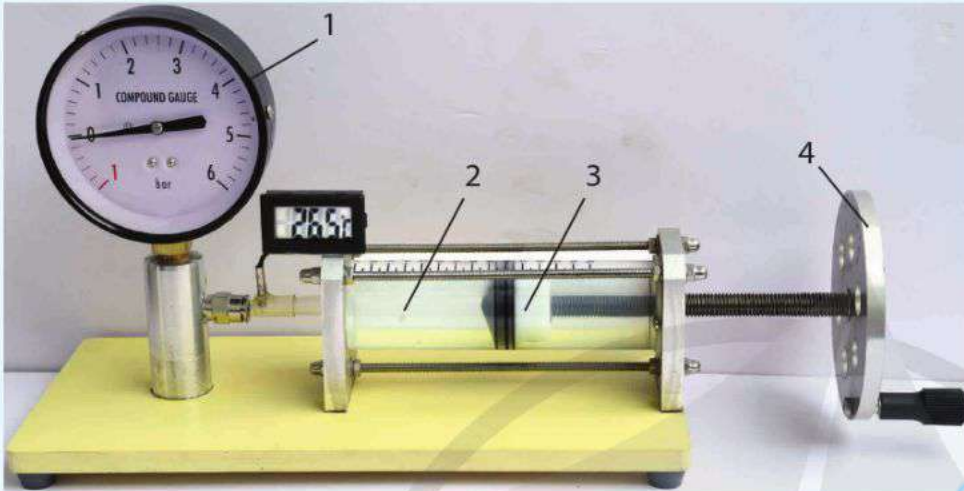
1. Khảo sát mối liên hệ giữa thể tích và áp suất của chất khí khi nhiệt độ không đổi

Có thể rút ra mối liên hệ giữa thể tích và áp suất của một lượng khí xác định khi giữ nhiệt độ của lượng khí không đổi bằng thí nghiệm sau đây.



Dụng cụ

- Áp kế (1) có mức 0 ứng với áp suất khí quyển, đơn vị đo của áp kế là Bar ($1 \text{ Bar} = 10^5 \text{ Pa}$).
- Xilanh (2).
- Pit-tông (3) gắn với tay quay (4).



Hình 2.2. Thí nghiệm khảo sát mối liên hệ thể tích – áp suất chất khí

Phương án thí nghiệm

- Tìm hiểu công dụng của các dụng cụ nêu trên.
- Lập phương án thí nghiệm với các dụng cụ đó.

Tiến hành

Sau đây là một phương án thí nghiệm với các dụng cụ nêu trên.

- Mở van áp kế, dùng tay quay dịch chuyển pit-tông sang phải để lấy một lượng khí xác định vào xilanh.
- Đóng van, đọc và ghi giá trị áp suất p (hiện trên áp kế), thể tích V của khí trong xilanh (theo vạch chia trên xilanh) khi đó.
- Dùng tay quay cho pit-tông dịch chuyển từ từ đến các vị trí mới. Đọc giá trị p , V ứng với mỗi vị trí và ghi kết quả theo mẫu Bảng 2.1.

Kết quả

Bảng 2.1. Kết quả thí nghiệm đo thể tích và áp suất của chất khí khi nhiệt độ không đổi

Lần đo	Áp suất khí trong xilanh p (Bar)	Thể tích khí trong xilanh V (ml)	pV
1	1,14	130	
2	1,18	125	
3	1,23	120	
4	1,28	115	
5	1,35	110	

- Vẽ đồ thị biểu diễn mối liên hệ giữa thể tích và áp suất của chất khí khi nhiệt độ không đổi.
- Tính tích pV của mỗi lần đo và rút ra nhận xét.



1. Lập phương án thí nghiệm tìm mối liên hệ giữa thể tích khí và áp suất của nó khi giữ nhiệt độ không đổi với các dụng cụ thực hành ở trường.



2. Việc dịch chuyển pit-tông từ từ giúp đảm bảo điều kiện gì?



3. Vẽ đồ thị $p - V$ theo số liệu thu được trong thí nghiệm đã thực hiện hoặc theo số liệu ở Bảng 2.1 và so sánh với dạng đồ thị trong Hình 2.4.



Hình 2.3. Robert Boyle (1627 – 1691)

2. Định luật Boyle

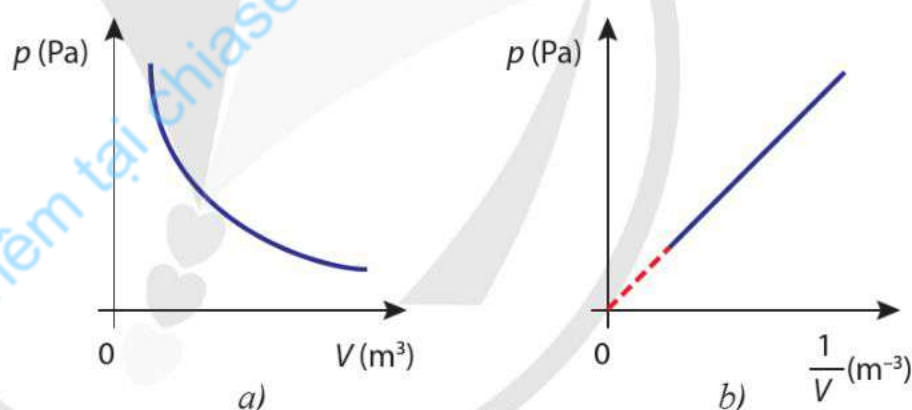
Thí nghiệm trên cho thấy mối liên hệ giữa áp suất p và thể tích V của một lượng khí: khi bị nén thể tích của nó giảm, áp suất tăng lên và ngược lại. Đây là nội dung định luật được nhà khoa học người Ireland là Robert Boyle (Rô-bốt Bôi-ơ) phát biểu vào năm 1662:

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

Quá trình biến đổi trạng thái trong đó nhiệt độ được giữ không đổi được gọi là *quá trình đẳng nhiệt*. Công thức của định luật Boyle được viết dưới dạng:

$$pV = \text{hằng số} \quad (2.1)$$

Hình 2.4 là đồ thị biểu diễn định luật Boyle. Trong đó, Hình 2.4b là đồ thị của p theo $\frac{1}{V}$, có dạng đường thẳng mà nếu kéo dài sẽ đi qua gốc tọa độ.



Hình 2.4. Đồ thị biểu diễn mối liên hệ giữa áp suất và thể tích của một lượng khí xác định khi nhiệt độ không đổi

Công thức (2.1) thường được viết dưới dạng:

$$p_1V_1 = p_2V_2 \quad (2.2)$$

Trong đó, p_1 và V_1 , p_2 và V_2 lần lượt là áp suất và thể tích của khí ứng với hai trạng thái khác nhau.

Ví dụ

Một lượng khí ở nhiệt độ 18°C có thể tích 1 m^3 và áp suất 1 atm . Người ta nén đẳng nhiệt lượng khí này đến áp suất $3,5\text{ atm}$. Xác định thể tích khí sau khi nén.



4. Đồ thị p theo $\frac{1}{V}$ có dạng đường thẳng mà nếu kéo dài sẽ đi qua gốc tọa độ cho thấy giữa hai đại lượng p và V có mối quan hệ gì?



1. Một quả bóng có chứa $0,04\text{ m}^3$ khí ở áp suất 120 kPa . Nếu giảm thể tích quả bóng xuống còn $0,025\text{ m}^3$ ở nhiệt độ không đổi thì áp suất khí trong bóng là bao nhiêu?

Giải

Xác định các thông số áp suất và thể tích của hai trạng thái:

Trạng thái 1: $p_1 = 1 \text{ atm}$, $V_1 = 1 \text{ m}^3$.

Trạng thái 2: $p_2 = 3,5 \text{ atm}$, $V_2 = ?$.

Quá trình nén khí là đẳng nhiệt nên theo định luật Boyle, ta có:

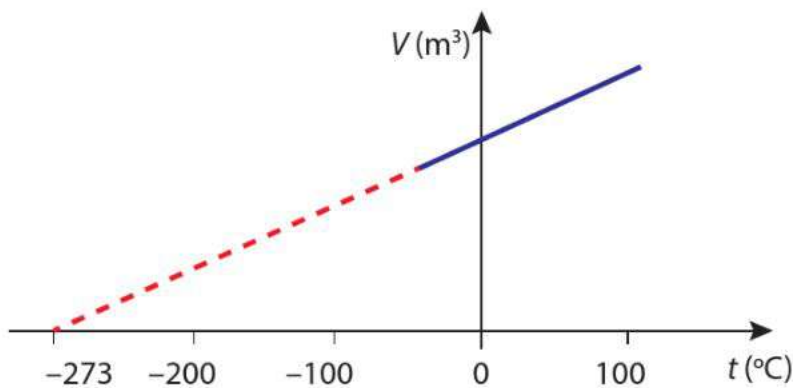
$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$\Leftrightarrow V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2} = \frac{1 \cdot 1}{3,5} = 0,3 \text{ m}^3$$

II. MỐI LIÊN HỆ GIỮA THỂ TÍCH VÀ NHIỆT ĐỘ CỦA CHẤT KHÍ

1. Định luật Charles

Từ giữa thế kỉ XVII, Boyle đã nghiên cứu sự thay đổi các thông số trạng thái của một lượng khí xác định khi giữ nhiệt độ của khí không đổi. Nhưng phải hơn một thế kỉ sau mới có những kết quả mới từ các thí nghiệm về chất khí. Jaques Charles (Giác-cơ Sác-lơ), từ năm 1787, đã tiến hành thí nghiệm với các khí khác nhau được giữ ở áp suất không đổi. Quá trình thay đổi trạng thái của một lượng khí xác định mà áp suất khí không đổi được gọi là *quá trình đẳng áp*. Hình 2.5 thể hiện kết quả các thí nghiệm khảo sát của Charles về mối liên hệ giữa thể tích và nhiệt độ của một lượng khí khi áp suất không đổi.



Hình 2.5. Đồ thị biểu diễn mối liên hệ thể tích – nhiệt độ của một lượng khí khi áp suất không đổi

Bạn có biết

1. Từ năm 1659, Robert Boyle đã tiến hành nhiều thí nghiệm về tính chất của chất khí, qua đó, ông đã phát hiện ra ở nhiệt độ không đổi thì áp suất và thể tích tỉ lệ nghịch với nhau và công bố nó vào năm 1662.

Độc lập với Boyle, Edme Mariotte (Ét-mơ Ma-ri-ốt, 1620-1684) là nhà vật lí người Pháp cũng tìm thấy mối liên hệ tương tự vào năm 1676. Vì thế, định luật Boyle còn được gọi là định luật Boyle-Mariotte.



Hình 2.6. Jaques Charles (1746 – 1823)



5. Sử dụng các kí hiệu T_1 , V_1 , T_2 và V_2 để viết công thức định luật Charles cho quá trình đẳng áp của một lượng khí xác định.



2. Một xilanh chứa $0,16 \text{ dm}^3$ khí nitrogen ở nhiệt độ phòng 25°C và áp suất $1,2 \text{ atm}$ ($1 \text{ atm} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$). Hơ nóng xilanh từ từ sao cho áp suất khí trong xilanh không đổi thì khi thể tích khí trong xilanh là $0,20 \text{ dm}^3$, nhiệt độ của khí trong xilanh là bao nhiêu?

Mối liên hệ giữa thể tích V và nhiệt độ T trong quá trình đẳng áp được biểu diễn bằng công thức:

$$\frac{V}{T} = \text{hằng số} \quad (2.3)$$

Định luật Charles được phát biểu như sau:

Với một khối lượng khí xác định, khi giữ ở áp suất không đổi thì thể tích của khí tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối của nó.

2. Thí nghiệm minh họa

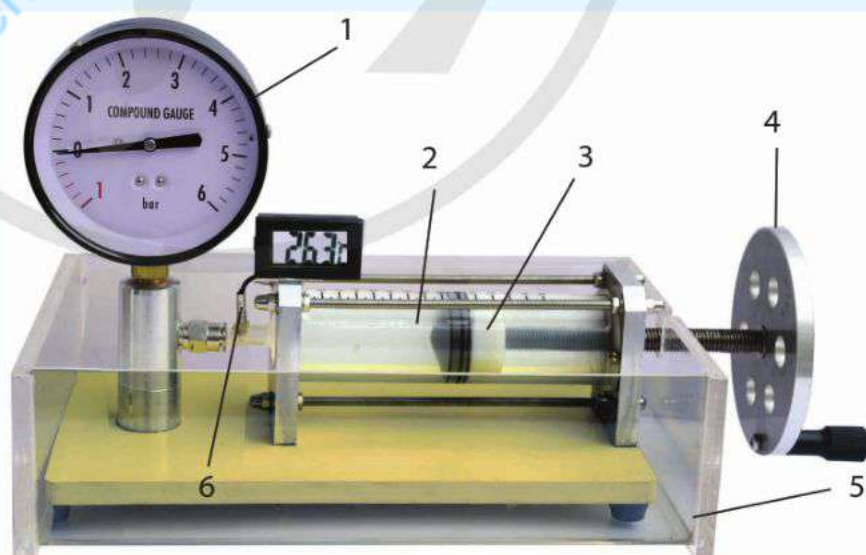
Có thể minh họa mối liên hệ giữa nhiệt độ và thể tích của một lượng khí xác định khi giữ áp suất của khí không đổi bằng thí nghiệm sau đây.



6. Xây dựng phương án thí nghiệm minh họa mối liên hệ giữa nhiệt độ và thể tích của một lượng khí xác định khi giữ áp suất của khí không đổi bằng các dụng cụ ở trường của bạn.

Dụng cụ

- Áp kế (1) có mức 0 ứng với áp suất khí quyển, đơn vị đo của áp kế là Bar ($1 \text{ Bar} = 10^5 \text{ Pa}$).
- Xilanh (2).
- Pit-tông (3) gắn với tay quay (4).
- Hộp chứa nước nóng (5).
- Cảm biến nhiệt độ (6).



Hình 2.7. Thí nghiệm minh họa định luật Charles

Phương án thí nghiệm

- Tìm hiểu công dụng của các dụng cụ nêu trên.
- Lập phương án thí nghiệm với các dụng cụ đó.

Tiến hành

Sau đây là một phương án thí nghiệm với các dụng cụ nêu trên (Hình 2.7).

- Đọc giá trị phần thể tích chứa khí của xilanh ban đầu.
- Đọc số chỉ của cảm biến nhiệt độ đo nhiệt độ phòng cũng là nhiệt độ khí trong xilanh lúc đầu.
- Đổ nước nóng vào hộp chứa cho ngập hoàn toàn xilanh. Dịch pit-tông từ từ sao cho số chỉ của áp kế không đổi. Đọc giá trị của phần thể tích chứa khí và nhiệt độ sau mỗi phút.
- Ghi kết quả vào mẫu như Bảng 2.2.

Kết quả

Bảng 2.2. Kết quả thí nghiệm đo nhiệt độ và thể tích chất khí khi áp suất không đổi

Lần đo	Nhiệt độ của khí trong xilanh t ($^{\circ}\text{C}$)	Thể tích khí trong xilanh V (ml)	$\frac{V}{T}$
1	45	75	
2	41	74	
3	37	73	
4	32	72	
5	28	71	

– Tính tỉ số $\frac{V}{T}$ của mỗi lần đo và rút ra nhận xét.

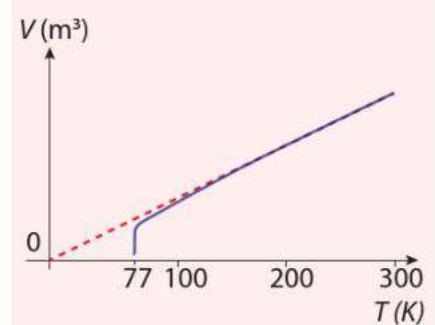
– Vẽ đồ thị biểu diễn mối liên hệ giữa nhiệt độ và thể tích chất khí khi áp suất không đổi.



7. So sánh đồ thị nhiệt độ – thể tích thu được theo kết quả thí nghiệm đã thực hiện với đồ thị trong Hình 2.5.

Bạn có biết

2. Ở gần nhiệt độ ngưng tụ, chúng ta không thể coi các phân tử khí di chuyển tự do được nữa và chất khí không còn tuân theo định luật Boyle hay định luật Charles. Hình 2.8 minh họa cho hiện tượng sẽ xảy ra khi nitrogen được làm lạnh đến gần độ 0 tuyệt đối. Đầu tiên, đồ thị thể tích – nhiệt độ có dạng đường thẳng. Tuy nhiên, khi đến gần nhiệt độ ngưng tụ, đồ thị lệch khỏi đường thẳng lí tưởng, và ở 77 K nitrogen trở thành nitrogen lỏng.

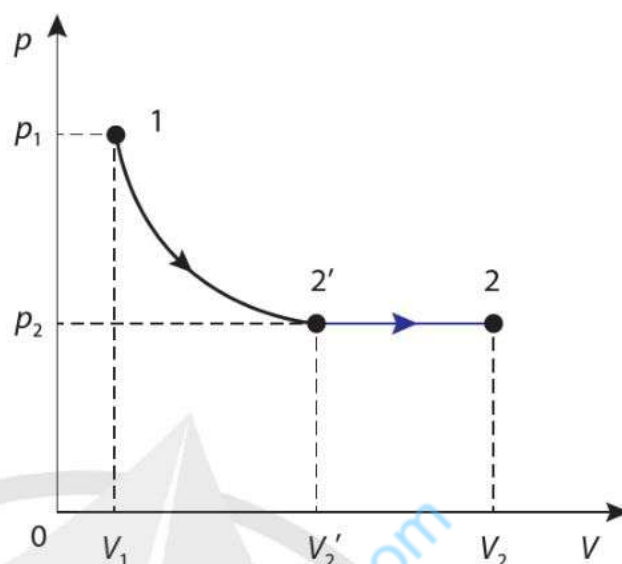


Hình 2.8. Khí thực (nitrogen) không tuân theo hệ thức của định luật Charles ở nhiệt độ thấp (đường nét đứt biểu diễn cho khí lí tưởng)

III. PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI KHÍ LÝ TƯỜNG

Xét một lượng khí xác định chuyển từ trạng thái 1 có các giá trị nhiệt độ, thể tích và áp suất lần lượt là T_1 , V_1 và p_1 sang trạng thái 2 có các giá trị nhiệt độ, thể tích và áp suất lần lượt là T_2 , V_2 và p_2 . Để tìm mối liên hệ giữa các giá trị này, ta thực hiện quá trình biến đổi của lượng khí từ trạng thái 1 sang trạng thái 2 theo hai giai đoạn.

Đầu tiên, cho lượng khí thực hiện quá trình đẳng nhiệt $1 \rightarrow 2'$. Tiếp theo, cho lượng khí thực hiện quá trình đẳng áp $2' \rightarrow 2$ (Hình 2.9).



Hình 2.9. Quá trình đẳng nhiệt $1 \rightarrow 2'$ và quá trình đẳng áp $2' \rightarrow 2$

Áp dụng công thức (2.1) cho quá trình đẳng nhiệt $1 \rightarrow 2'$, ta có:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2' \quad (2.4)$$

Áp dụng công thức (2.3) cho quá trình đẳng áp $2' \rightarrow 2$, ta có:

$$\frac{V_2'}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (2.5)$$

Từ (2.4) và (2.5), ta có

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

Vì việc chọn các trạng thái 1, 2 là bất kì nên ta có:

$$\frac{pV}{T} = \text{hằng số} \quad (2.6)$$

Để tìm mối liên hệ giữa các thông số trạng thái của chất khí khi xét các lượng khí khác nhau, ta giả sử giữ cho nhiệt độ và áp suất của các lượng khí đó không đổi. Khi đó, thể tích sẽ tỉ lệ thuận với khối lượng khí. Nói cách khác, hằng số trong phương trình (2.6) tỉ lệ thuận với khối lượng khí đang xét.

Biết khối lượng khí đang xét thì ta có thể tính số mol khí theo công thức:

$$n = \frac{m}{M} \quad (2.7)$$



8. Với quá trình biến đổi được biểu diễn trên Hình 2.9, hãy so sánh nhiệt độ, thể tích, áp suất của trạng thái 1 với trạng thái $2'$, của trạng thái $2'$ với trạng thái 2.



9. Hãy giả sử chất khí biến đổi từ trạng thái 1 sang trạng thái 2 qua trạng thái trung gian 3 (khác với $2'$) và lập luận để vẫn thu được công thức (2.6).



3. Một lớp xe chứa $0,020 \text{ m}^3$ không khí ở 27°C và áp suất $3,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Tính khối lượng không khí trong lớp xe. Biết khối lượng mol của không khí là $28,8 \text{ g/mol}$.

trong đó, m là khối lượng khí và M là khối lượng mol nguyên tử hoặc phân tử của chất khí đó. Như vậy, ta có thể viết lại phương trình (2.6) dưới dạng:

$$pV = nRT \quad (2.8)$$

với n là số mol khí đang xét và R là một hằng số có giá trị thực nghiệm là $R = 8,31 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$. R được gọi là hằng số khí lý tưởng.

Phương trình (2.8) được gọi là *phương trình trạng thái của khí lý tưởng*.

Các chất khí trong thực tế như oxygen, nitrogen, carbon dioxide,... (còn được gọi là *khí thực*) chỉ tuân theo các định luật Boyle, Charles ở các điều kiện nhiệt độ và áp suất thông thường nên phương trình (2.8) chỉ gần đúng với các khí thực. Tuy nhiên, ở áp suất không quá cao và nhiệt độ không quá thấp, ta có thể áp dụng phương trình trạng thái của khí lý tưởng để tính áp suất, thể tích và nhiệt độ của khí thực.

Bạn có biết

3. Nếu thể tích khí tỉ lệ thuận với nhiệt độ theo thang Celsius thì thể tích khí bị giảm xuống bằng 0 tại 0°C , khi đó khí quyển sẽ đặc lại vào ngày lạnh và chúng ta sẽ không thể thở được. Tuy nhiên, đồ thị đã thu được như Hình 2.5 chỉ ra rằng, có một nhiệt độ thấp hơn nhiều so với 0°C mà tại đó, thể tích của một lượng khí xác định, về nguyên tắc, sẽ co lại về không. Nhìn vào thang đo nhiệt độ Kelvin (K), chúng ta có thể thấy rằng nhiệt độ này là 0 K, hoặc nhiệt độ không tuyệt đối. Về mặt lịch sử, đây là nguyên nhân xuất hiện ý tưởng về nhiệt độ không tuyệt đối.



- Định luật Boyle: $pV = \text{hằng số}$ (T không đổi)
- Định luật Charles: $\frac{V}{T} = \text{hằng số}$ (p không đổi)
- Phương trình trạng thái của một lượng khí lý tưởng:
 $pV = nRT$ với n là số mol khí.



Hãy vận dụng định luật Boyle để giải thích nguyên lý hoạt động của loại bình xịt như trong Hình 2.10.



Hình 2.10. Bình xịt cồn khử khuẩn

Tìm hiểu thêm

Trong lịch sử, phương trình trạng thái của khí lý tưởng được Clapeyron (Cla-pê-rôn) rút ra từ kết quả của ba định luật thực nghiệm về chất khí là: định luật Boyle (mô tả quá trình đẳng nhiệt), định luật Charles (mô tả quá trình đẳng áp) và định luật Gay-Lussac (mô tả quá trình đẳng tích). Phương trình trạng thái của khí lý tưởng cho thấy rằng ba định luật về chất khí không độc lập với nhau.

Hãy tìm hiểu để phát biểu và viết công thức mô tả mối liên hệ giữa áp suất và nhiệt độ của một lượng khí lý tưởng trong quá trình đẳng tích.

3 ÁP SUẤT VÀ ĐỘNG NĂNG PHÂN TỬ CHẤT KHÍ

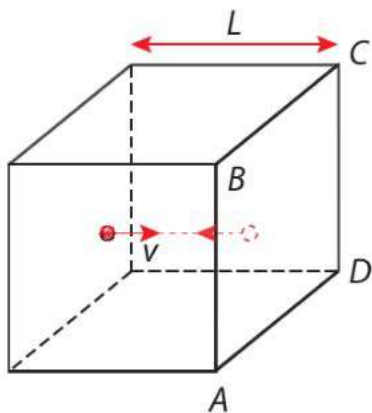
Học xong bài học này, bạn có thể

- Giải thích được chuyển động của các phân tử ảnh hưởng như thế nào đến áp suất tác dụng lên thành bình và từ đó rút ra được hệ thức $p = \frac{1}{3} \mu m \overline{v^2}$ với μ là số phân tử khí trong một đơn vị thể tích (sử dụng mô hình va chạm một chiều đơn giản rồi mở rộng ra cho trường hợp ba chiều bằng cách sử dụng $\frac{1}{3} \overline{v^2} = \overline{v_x^2}$, không yêu cầu chứng minh một cách chính xác và chi tiết).
- Nêu được công thức hằng số Boltzmann, $k = \frac{R}{N_A}$.
- So sánh $pV = \frac{1}{3} Nm \overline{v^2}$ với $pV = nRT$, rút ra được động năng tịnh tiến trung bình của phân tử tỉ lệ với nhiệt độ T .



Hình 3.1. Vụ cháy lớn trên mặt biển Mexico ngày 01/7/2021

Ngày 01/7/2021, trên mặt biển phía tây bán đảo Yucatan (lu-ca-tan, vịnh Mexico) xuất hiện một đám lửa lớn do cháy khí hoá lỏng rò rỉ từ một đường ống dẫn dưới đáy biển. Một lượng lớn người và phương tiện đã phải huy động để khắc phục sự cố này (Hình 3.1). Áp suất khí trong bình chứa quá cao có thể gây ra rò rỉ khí. Chính chuyển động của các phân tử khí trong bình chứa đã gây ra áp suất lên thành bình. Vậy mối liên hệ giữa chuyển động của các phân tử khí với áp suất khí tác động lên bình chứa như thế nào?



Hình 3.2. Mô hình phân tử khí chuyển động trong bình hình lập phương

I. ÁP SUẤT CHẤT KHÍ

1. Áp suất của khí lên thành bình

Theo mô hình động học phân tử chất khí, các phân tử khí va chạm với thành bình, truyền động lượng cho thành bình và bị bật trở lại (Hình 3.2). Mỗi phân tử khí va chạm vào thành bình gây ra áp suất lên thành bình là:

$$p_i = \frac{F}{S} \quad (3.1)$$

Trong đó, F là độ lớn của lực do phân tử khí tác dụng vuông góc lên diện tích S của thành bình. Mỗi phân tử khí tác dụng lên thành bình một áp suất không đáng kể nhưng một số lượng rất lớn các phân tử khí va chạm vào thành bình sẽ gây ra áp suất chất khí đủ lớn.

Muốn xác định công thức tính áp suất của chất khí, cần tính được tổng áp suất do các phân tử khí trong bình tác dụng lên thành bình khi va chạm. Trong đó, áp suất gây ra bởi mỗi phân tử khí được xác định bằng cách tính tốc độ thay đổi động lượng của phân tử khí đập vào thành bình.

2. Công thức tính áp suất khí

Để đơn giản, xét một phân tử khí chuyển động trong một bình hình lập phương, mỗi cạnh có chiều dài L rất nhỏ (Hình 3.2). Phân tử này có khối lượng m và đang di chuyển với tốc độ v theo phương song song với một cạnh của bình. Ta tính áp suất do phân tử này tác dụng lên thành ABCD của bình và sau đó suy ra áp suất tổng cộng do tất cả các phân tử khí tạo ra.

Xét một va chạm đàn hồi của phân tử vào thành bình. Phản lực của thành bình làm phân tử khí bật ra và chuyển động theo hướng ngược lại. Động lượng của phân tử thay đổi từ mv thành $-mv$. Trong thời gian giữa hai va chạm liên tiếp của phân tử với thành bình, động lượng của phân tử thay đổi một lượng có độ lớn là $2mv$.

Thời gian giữa một lần va chạm của phân tử với thành bình ABCD và lần va chạm tiếp theo của nó với cùng thành bình đó là $\Delta t = 2L/v$. Do giữa hai va chạm liên tiếp, phân tử khí lí tưởng chuyển động thẳng đều nên Δt là thời gian mà động lượng của phân tử khí biến thiên một lượng là $2mv$.

Vậy độ lớn trung bình của lực gây ra thay đổi động lượng của phân tử khí đang xét là

$$F = \frac{2mv}{\frac{2L}{v}} = \frac{mv^2}{L} \quad (3.2)$$

Lực do phân tử khí tác dụng lên thành bình ABCD có cùng độ lớn với F .

1. So sánh vận tốc của phân tử trước và sau va chạm đàn hồi với thành bình.

2. Lập luận để chứng tỏ rằng số phân tử đến va chạm với một đơn vị diện tích thành bình trong 1s là μv với v là tốc độ trung bình của các phân tử khí, μ là số phân tử trong một đơn vị thể tích.

3. Vì sao độ lớn lực F được xác định bằng công thức (3.2) có độ lớn bằng lực do phân tử khí tác dụng lên thành bình?

Thành bình ABCD là hình vuông nên diện tích của nó là

$$S = L^2$$

Vậy áp suất do một phân tử khí gây ra là

$$p_i = \frac{F}{S} = \frac{\frac{mv^2}{L}}{L^2} = \frac{mv^2}{L^3}$$

Trong bình không phải chỉ có một mà có một số lượng lớn các phân tử khí, mỗi phân tử khí có một giá trị v^2 khác nhau và mỗi phân tử đều góp phần gây ra áp suất lên thành bình. Vì thế, khi tính giá trị trung bình của p_i , ta phải lấy giá trị trung bình của v^2 (kí hiệu là $\overline{v^2}$).

Nếu trong bình có N phân tử thì áp suất do chúng gây ra được tính bằng tích của N và giá trị trung bình của p_i , tức là

$$p = \frac{Nmv^2}{L^3}$$

Chúng ta thu được kết quả này với giả định rằng tất cả các phân tử đang chuyển động theo cùng một phương và va chạm với cùng một cặp mặt đối diện của hình lập phương. Thực tế, các phân tử trong bình chuyển động hỗn loạn không có phương nào ưu tiên, tức là chúng chuyển động và va chạm với ba cặp mặt đối diện của hình lập phương như nhau. Do đó, ta phải chia kết quả đã tính cho 3 để được áp suất do tất cả các phân tử gây ra lên mỗi mặt của bình lập phương. Với chú ý, thể tích của bình là $V = L^3$, ta thu được:

$$p = \frac{1}{3} \frac{Nm\overline{v^2}}{V} \quad (3.3)$$

Vì Nm là khối lượng của tất cả các phân tử khí, tức là khối lượng của lượng khí trong bình nên ta có:

$$p = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2} \quad (3.5)$$

Với ρ là khối lượng riêng của chất khí.

3. Nhận xét kết quả

Công thức (3.4) cho thấy áp suất p do các phân tử khí tác dụng lên thành bình tỉ lệ thuận với mật độ phân tử khí và khối lượng của mỗi phân tử. Tức là, mật độ chất khí càng lớn, áp suất của



4. Nhận xét về số phân tử chuyển động trên một trục xác định so với tất cả các phân tử khí trong bình.



5. Gọi μ là số phân tử khí trong một đơn vị thể tích. Chứng tỏ rằng áp suất do các phân tử khí tác dụng lên thành bình được tính bằng công thức:

$$p = \frac{1}{3} \mu m \overline{v^2} \quad (3.4)$$



1. Ở nhiệt độ phòng và áp suất 10^5 Pa, không khí có khối lượng riêng khoảng $1,29 \text{ kg/m}^3$. Xác định giá trị trung bình của bình phương tốc độ các phân tử không khí.

chất khí càng lớn; khối lượng phân tử khí càng lớn thì phân tử sẽ gây ra áp suất càng lớn trong quá trình va chạm.

Công thức (3.4) cũng cho thấy áp suất p tỉ lệ thuận với giá trị trung bình của bình phương tốc độ phân tử khí $\overline{v^2}$. Nguyên nhân là nếu một phân tử di chuyển với tốc độ lớn hơn thì nó không chỉ tác dụng vào thành bình chứa mạnh hơn mà nó còn va chạm với thành bình thường xuyên hơn. Mặt khác, công thức (3.3) thể hiện rằng áp suất p tỉ lệ nghịch với thể tích chất khí, đó chính là nội dung của định luật Boyle đã được giải thích ở bài học trước.

II. ĐỘNG NĂNG PHÂN TỬ KHÍ LÝ TƯỢNG

Từ (3.3) và phương trình trạng thái của khí lý tưởng

$$pV = nRT$$

ta rút ra được:

$$\overline{mv^2} = \frac{3RT}{N_A} \quad (3.6)$$

Với $N_A = \frac{N}{n}$ là số Avogadro, tức là số phân tử trong một mol khí. Lưu ý rằng, động năng trung bình của phân tử khí là $W_d = \frac{\overline{mv^2}}{2}$, ta có:

$$\frac{\overline{mv^2}}{2} = \frac{3RT}{2N_A}$$

Do R và N_A đều là hằng số nên $k = \frac{R}{N_A}$ cũng là hằng số và được gọi là hằng số Boltzmann.

Cuối cùng, ta thu được biểu thức tính động năng phân tử chất khí:

$$W_d = \frac{\overline{mv^2}}{2} = \frac{3kT}{2} \quad (3.7)$$

Khi thành lập công thức tính động năng của phân tử khí lý tưởng (3.7), ta chưa xét chuyển động quay của phân tử khí. Người ta gọi động năng chưa tính đến động năng quay hay dao động của phân tử là động năng tịnh tiến của phân tử khí lý tưởng.



6. Thực hiện biến đổi từ công thức (3.3) và phương trình trạng thái khí lý tưởng để rút ra công thức (3.6).

Bạn có biết

Chuyển động của một vật được gọi là chuyển động tịnh tiến nếu một đoạn thẳng AB nối hai điểm nhất định của vật luôn song song với chính nó. Khi vật chuyển động tịnh tiến, mọi điểm của nó có quỹ đạo giống hệt nhau, có thể chồng khít lên nhau.



2. Vì sao khi tăng nhiệt độ của một lượng khí lý tưởng từ 300 K đến 600 K, ta không làm tăng gấp đôi tốc độ trung bình của các phân tử khí?

Công thức (3.7) cho thấy: *Động năng tịnh tiến trung bình của phân tử khí lý tưởng tỉ lệ thuận với nhiệt độ T.*



Không khí là hỗn hợp của một vài loại khí chính như nitrogen, oxygen, carbon dioxide. So sánh giá trị $\overline{v^2}$ của phân tử các chất khí này trong không khí.



➔ Áp suất khí lý tưởng: $p = \frac{1}{3} \frac{Nm\overline{v^2}}{V} = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2}$

➔ Hằng số Boltzmann: $k = \frac{R}{N_A}$

➔ Động năng tịnh tiến trung bình của phân tử khí lý tưởng tỉ lệ thuận với nhiệt độ T:

$$\frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{3}{2} kT.$$

BÀI TẬP CHỦ ĐỀ 2

1. Vì sao nói chuyển động Brown là bằng chứng cho sự tồn tại của các phân tử?

2. Hệ thức nào sau đây diễn tả đúng định luật Boyle?

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

B. $p_1 T_1 = p_2 T_2$.

C. $p_1 V_1 = p_2 V_2$.

D. $p = \frac{1}{V}$.

3. Từ phương trình trạng thái của khí lý tưởng, có thể suy ra mối liên hệ nào giữa áp suất và nhiệt độ của một lượng khí trong quá trình biến đổi mà thể tích được giữ không đổi?

A. $p = \frac{V}{T}$.

B. $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$.

C. $p_1 V_1 = p_2 V_2$.

D. $\frac{p_1}{T_2} = \frac{p_2}{T_1}$.

4. Một bình chứa 140 dm^3 khí nitrogen (N_2) ở nhiệt độ $20 \text{ }^\circ\text{C}$ và áp suất 1 atm . Nén thật chậm để thể tích của khí N_2 trong bình còn 42 dm^3 sao cho nhiệt độ không đổi.
- Tính áp suất của khí sau khi nén.
 - Nếu nén thật nhanh thì sẽ ảnh hưởng như thế nào đến nhiệt độ và áp suất của khí?
5. Áp suất khí quyển là $1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ tương đương với áp suất của một cột nước có độ cao $10,0 \text{ m}$. Một bong bóng chứa oxygen (O_2) có thể tích $0,42 \text{ cm}^3$ được giải phóng bởi một cây thủy sinh ở độ sâu $2,50 \text{ m}$. Tính thể tích của bong bóng khi đến mặt nước. Nêu rõ các gần đúng đã áp dụng khi tính.
6. Một bình chứa $40,0 \text{ dm}^3$ carbon dioxide (CO_2) có áp suất $4,8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ở nhiệt độ phòng. Biết khối lượng mol của CO_2 là 44 g/mol . Tính:
- Số mol CO_2 trong bình.
 - Khối lượng CO_2 trong bình.
7. Một mẫu khí neon (Ne) được chứa trong một xilanh ở $27 \text{ }^\circ\text{C}$. Nhiệt độ của mẫu này tăng lên đến $243 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Tính động năng tịnh tiến trung bình của các nguyên tử Ne ở $27 \text{ }^\circ\text{C}$ và $243 \text{ }^\circ\text{C}$.
 - So sánh áp suất gây ra bởi các phân tử Ne trong xilanh ở hai nhiệt độ này.
8. Một chiếc xe tải vượt qua sa mạc Sahara. Chuyến đi bắt đầu vào sáng sớm khi nhiệt độ là $3,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Thể tích khí chứa trong mỗi lốp xe là $1,50 \text{ m}^3$ và áp suất trong các lốp xe là $3,42 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Coi khí trong lốp xe có nhiệt độ như ngoài trời.
- Giải thích vì sao các phân tử khí trong lốp xe gây ra áp suất lên thành lốp.
 - Tính số mol khí trong mỗi lốp xe.
 - Đến giữa trưa, nhiệt độ tăng lên đến $42 \text{ }^\circ\text{C}$.
 - Tính áp suất trong lốp ở nhiệt độ mới này. Cho rằng khí trong lốp không thoát ra ngoài và thể tích lốp không thay đổi.
 - Tính độ tăng động năng tịnh tiến trung bình của một phân tử không khí do sự gia tăng nhiệt độ này.
9. Hãy cho biết sự thay đổi giá trị trung bình của bình phương tốc độ của các phân tử không khí khi
- nhiệt độ của không khí tăng lên.
 - xét hai vị trí chênh lệch độ cao nhưng nhiệt độ không đổi.

10. Một bình chứa 500,0 g helium (He) ở áp suất $5,0 \cdot 10^5$ Pa và nhiệt độ 27°C . Cho rằng khí He trong bình là một khí lý tưởng.

- Hãy tính số nguyên tử He trong bình. Biết khối lượng mol He là 4g/mol .
- Tính thể tích bình.
- Khi van của bình được mở ra trong một thời gian ngắn, một lượng nhỏ He thoát ra làm nhiệt độ của He giảm đáng kể. Giải thích tại sao nhiệt độ của He giảm.

11. Một khinh khí cầu có khoang chứa và hành khách với tổng khối lượng là 450 kg. Phần khí cầu chứa $3,00 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ không khí. Lấy $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

- Tính lực tối thiểu để nâng khinh khí cầu lên khỏi mặt đất.
- Áp suất khí quyển là $1,03 \cdot 10^5$ Pa và khối lượng riêng không khí là $1,29 \text{ kg/m}^3$. Tính số mol không khí trong khí cầu. Coi không khí là khí lý tưởng có nhiệt độ 25°C .
- Khi không khí được đốt nóng, nó sẽ giãn nở và một phần bị đẩy ra ngoài qua lỗ thông hơi ở phía trên khí cầu. Tính nhiệt độ tối thiểu mà không khí bên trong khí cầu cần đạt tới để khinh khí cầu rời khỏi mặt đất. Coi khí cầu có dạng hình cầu bán kính R khi thực hiện các phép tính.



Khinh khí cầu bay trên không trung

CHỦ ĐỀ 3

TỪ TRƯỜNG

Tính chất từ là cơ sở cho nhiều công nghệ khác nhau, chẳng hạn như trong công nghệ tàu đệm từ, máy biến thế, ... Chủ đề này mang lại cho bạn những tri thức mở đầu về từ trường và ứng dụng điện từ trong thực tiễn.

1. Từ trường

2. Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện

Cảm ứng từ

3. Cảm ứng điện từ

4. Đại cương về dòng điện xoay chiều

1 TỪ TRƯỜNG

Học xong bài học này, bạn có thể

- Thực hiện thí nghiệm để vẽ được các đường sức từ bằng các dụng cụ đơn giản.
- Nêu được 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 đó.



Hình 1.1. Tàu đệm từ

Ta đã biết vùng không gian xung quanh nam châm (hoặc dây dẫn mang dòng điện) có từ trường. Từ trường do nam châm điện tạo ra có nhiều ứng dụng. Ở tàu đệm từ (Hình 1.1), từ trường do các nam châm điện ở đường ray và thân tàu làm cho tàu chuyển động với tốc độ cao mà không tiếp xúc với đường ray như tàu hoả hoặc tàu điện thông thường.

Bằng các giác quan, ta không thể nhận biết được từ trường. Làm thế nào để hình dung ra từ trường?

I. KHÁI NIỆM TỪ TRƯỜNG

1. Tính chất từ của nam châm

Ở môn Khoa học tự nhiên, bạn đã biết về nam châm và nam châm điện, chúng được dùng trong nhiều lĩnh vực khác nhau.

Trước kia, người ta gọi một vài loại quặng sắt có thể hút được các vụn sắt là nam châm. Sau này, nam châm thường được làm bằng một số chất (hoặc hợp chất của chúng) như sắt, cobalt, nickel,... Nam châm loại này còn được gọi là nam châm vĩnh cửu.

Trong thực tiễn, nam châm điện cũng được dùng phổ biến. Nam châm điện đơn giản nhất là một cuộn dây có dòng điện. Để tăng từ trường của nam châm điện, lõi của cuộn dây được làm bằng vật liệu từ, ví dụ như sắt pha silicon (silic).

Bạn có biết

Các nam châm điện mạnh nhất hiện nay không có lõi sắt từ, chúng chỉ là các cuộn dây siêu dẫn (cuộn dây cho dòng điện lớn chạy qua với điện trở gần như có thể bỏ qua).

Trên một nam châm, có những miền hút vụn sắt mạnh nhất: đó là các cực từ của nam châm. *Mỗi nam châm bao giờ cũng có hai loại cực từ phân biệt.* Một loại được đặt tên là cực từ bắc, kí hiệu N (viết tắt của North, theo tiếng Anh), loại kia là cực từ nam, kí hiệu S (viết tắt của South).

Trong sách này, ta quy ước ở các hình vẽ: cực từ bắc (N) của nam châm có màu đỏ, cực từ nam (S) có màu xanh.

Nam châm có thể hút hoặc đẩy nam châm khác. Hai cực của hai nam châm được đưa lại gần nhau sẽ đẩy nhau khi chúng cùng loại và sẽ hút nhau khi chúng khác loại. Lực hút hoặc đẩy này được gọi là *lực từ*. Lực hút hoặc đẩy giữa nam châm và dòng điện, giữa dòng điện và dòng điện cũng được gọi là lực từ.

2. Định nghĩa từ trường

Chúng ta đã biết, lực điện tương tác giữa các điện tích thông qua điện trường. Lực từ cũng tác dụng thông qua một trường được gọi là từ trường (trường từ).

Từ trường là trường lực gây ra bởi dòng điện hoặc nam châm, là 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 đó.

Định nghĩa này cho thấy, đặc trưng của từ trường là *gây ra lực từ tác dụng lên nam châm hay dòng điện đặt trong nó.*

Mặt khác, ta đã biết dòng điện là dòng chuyển dời có hướng của các điện tích. Vì vậy có thể suy ra từ trường của dòng điện chính là từ trường của các điện tích chuyển động tạo thành dòng điện đó.

Hiện nay lí thuyết và thực nghiệm đã chứng minh được rằng *xung quanh điện tích chuyển động có từ trường.*

Để phát hiện sự tồn tại của từ trường trong một khoảng không gian nào đó, người ta sử dụng kim nam châm nhỏ (Hình 1.3) đặt tại những vị trí bất kì trong khoảng không gian ấy.

II. ĐƯỜNG SỨC TỪ

Từ trường không nhìn thấy được nhưng có thể được biểu diễn bằng các đường sức từ.

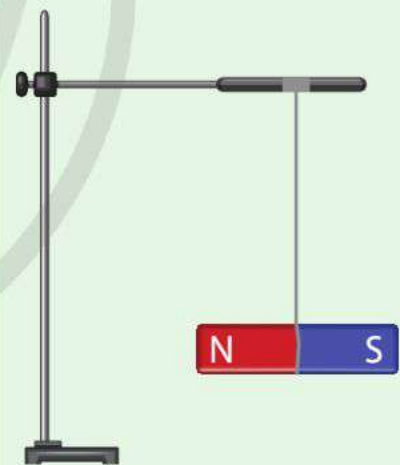


1. Đề xuất và thực hiện phương án thí nghiệm để chứng tỏ: Khi ở gần nhau, một đoạn dây dẫn có dòng điện và một nam châm tác dụng lực lên nhau.



1. Treo một thanh nam châm như Hình 1.2.

Dùng một thanh nam châm khác, không chạm vào thanh nam châm ở dây treo, làm thế nào để thanh nam châm ở dây treo có thể quay xung quanh trục trùng với dây treo?



Hình 1.2. Thanh nam châm được treo bằng một sợi dây



Hình 1.3. Kim nam châm



2. Vì sao magnet trong thí nghiệm Hình 1.5 lại được sắp xếp thành hình dạng nhất định?

1. Thí nghiệm

Để có được hình ảnh trực quan về sự có mặt của từ trường trong không gian, có thể làm thí nghiệm sau đây.



Dụng cụ

Thanh nam châm, magnet, hộp mica có thành và đáy bằng nhựa trong (Hình 1.4).

Tiến hành

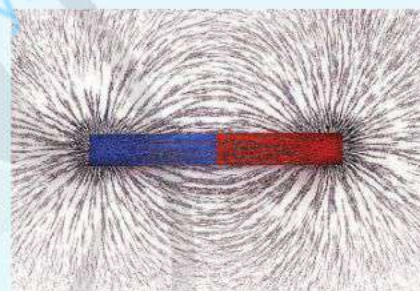
Rải đều magnet lên mặt trên của đáy hộp. Đặt hộp lên một thanh nam châm rồi gõ nhẹ vào thành hộp. Quan sát sự sắp xếp magnet ở đáy hộp.

Kết quả

Sự sắp xếp magnet trong một lần thí nghiệm được cho ở Hình 1.5.



Hình 1.4. Bộ dụng cụ tạo từ phổ



Hình 1.5. Hình ảnh sắp xếp magnet trong từ trường của thanh nam châm

Trong từ trường của thanh nam châm, magnet được sắp xếp theo các đường cong nối từ cực này sang cực kia của nam châm, dày nhất ở các cực từ của nam châm. Càng ra xa nam châm, những đường này càng thưa dần.

Hình ảnh các đường magnet xung quanh nam châm như Hình 1.5 được gọi là từ phổ.

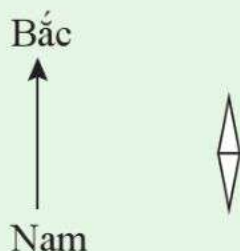
2. Định nghĩa

Đường sức từ là những đường vẽ trong không gian có từ trường, sao cho tiếp tuyến với nó tại mỗi điểm có phương trùng với phương của kim nam châm nhỏ nằm cân bằng tại điểm đó.

Người ta quy ước, *chiều của đường sức từ* tại một điểm là chiều từ cực từ nam đến cực từ bắc của kim nam châm nhỏ nằm cân bằng tại điểm đó.

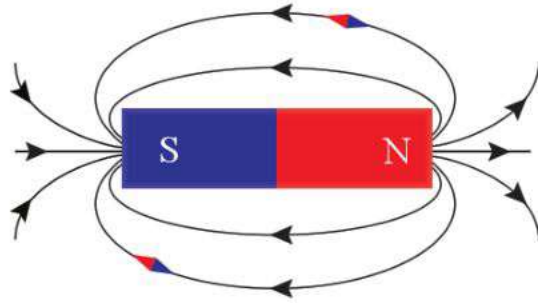


2. Ở Hình 1.6, mũi tên chỉ hướng bắc của Trái Đất. Hãy xác định cực từ của kim nam châm.



Hình 1.6

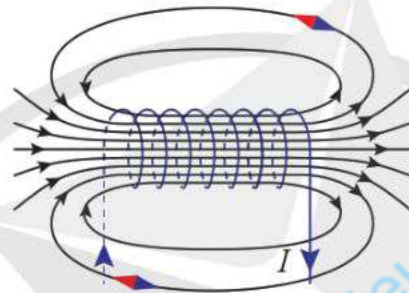
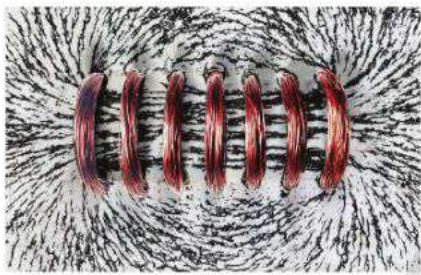
Hình 1.7 cho biết đường sức từ của một thanh nam châm.



3. Cho một thanh nam châm và một kim nam châm nhỏ. Vẽ đường sức từ xung quanh thanh nam châm này.

Hình 1.7. Hình dạng và chiều đường sức từ của một thanh nam châm

Hình 1.8 cho biết từ phổ và đường sức từ của một ống dây điện.



a) Từ phổ của ống dây điện

b) Hình dạng và chiều đường sức từ của một ống dây điện

Hình 1.8

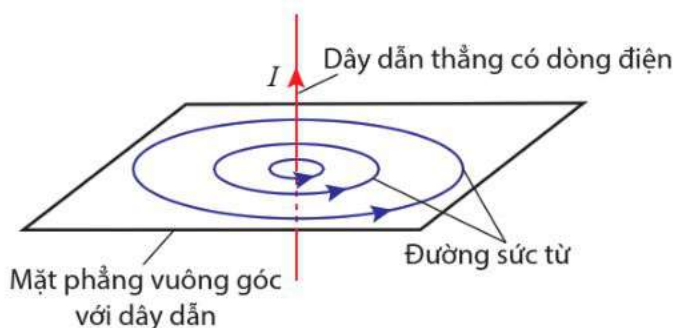
3. Ví dụ

Đường sức từ của dòng điện thẳng

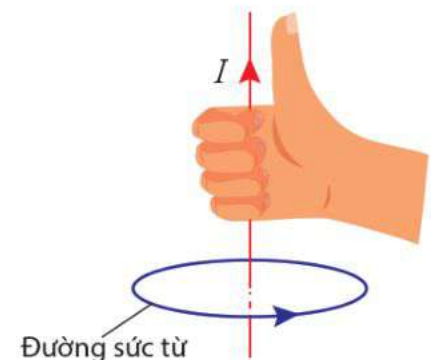
Dòng điện chạy trong dây dẫn thẳng rất dài được gọi là *dòng điện thẳng*.

Kết quả thí nghiệm cho biết đường sức từ của dòng điện thẳng rất dài với cường độ I :

- + Có dạng những đường tròn nằm trong những mặt phẳng vuông góc với dòng điện có tâm là giao điểm giữa dòng điện và mặt phẳng đó (Hình 1.9).
- + Có chiều được xác định bằng quy tắc nắm tay phải (Hình 1.10).



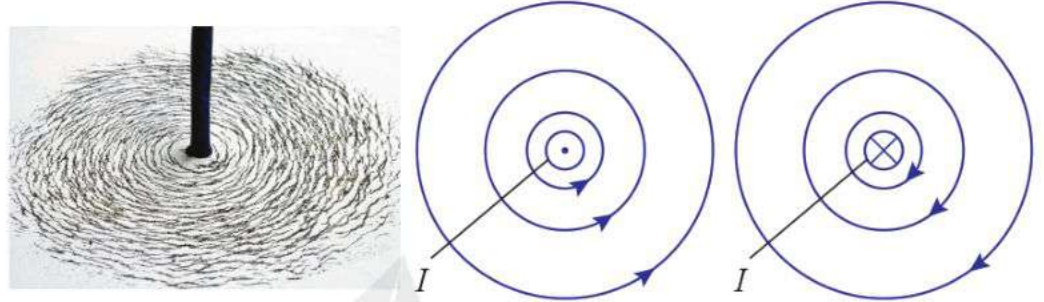
Hình 1.9. Hình dạng và chiều đường sức từ của dòng điện thẳng



Hình 1.10. Quy tắc nắm tay phải

Để bàn tay phải sao cho ngón cái nằm dọc dây dẫn và chỉ theo chiều dòng điện, khi đó các ngón tay kia khum lại chỉ chiều của đường sức từ.

Hình 1.11 biểu diễn từ phổ và đường sức từ của dòng điện thẳng có cường độ I .

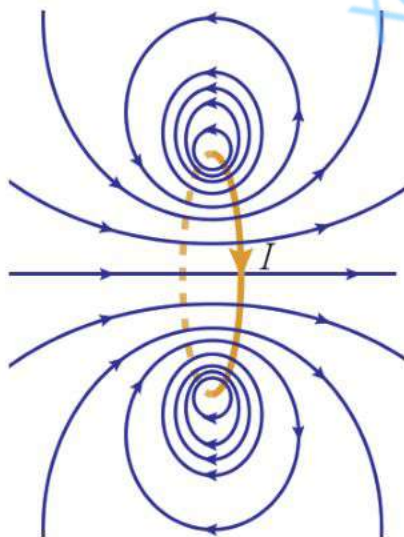


a) Từ phổ của dòng điện thẳng

b) Hình dạng và chiều đường sức từ của dòng điện thẳng có chiều hướng về phía trước \odot và về phía sau \otimes mặt phẳng hình vẽ



a) Từ phổ của dòng điện tròn



b) Hình dạng và chiều đường sức từ của dòng điện tròn

Hình 1.12

Hình 1.11

Đường sức từ của dòng điện tròn

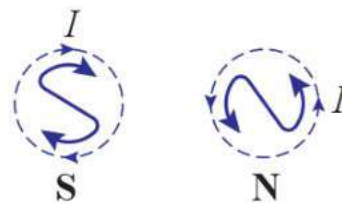
Dòng điện chạy trong dây dẫn hình tròn được gọi là *dòng điện tròn*.

Hình 1.12 biểu diễn từ phổ và hình dạng các đường sức từ của dòng điện tròn.

Người ta quy ước mặt nam của dòng điện tròn là mặt khi nhìn vào mặt đó, ta thấy dòng điện chạy theo chiều kim đồng hồ, còn mặt bắc thì ngược lại. Dùng quy ước này, ta có:

Các đường sức từ của dòng điện tròn có chiều đi vào mặt nam và đi ra mặt bắc của dòng điện tròn ấy.

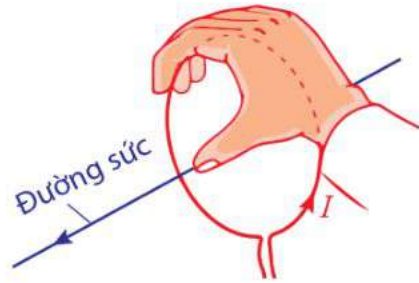
Có thể xác định chiều dòng điện tròn tại mặt nam của nó bằng cách viết chữ S rồi đánh dấu mũi tên vào hai đầu chữ S; còn ở mặt bắc thì viết chữ N rồi đánh dấu mũi tên vào hai đầu chữ N (Hình 1.13).



Hình 1.13. Quy ước mặt nam (S) và mặt bắc (N) của dòng điện tròn

Đối với dòng điện tròn, quy tắc nắm tay phải (Hình 1.14) được phát biểu như sau:

Khum bàn tay phải theo vòng dây của dòng điện tròn sao cho chiều từ cổ tay đến các ngón tay trùng với chiều dòng điện; khi đó, ngón cái choãi ra chỉ chiều đường sức từ.



Hình 1.14. Quy tắc nắm tay phải đối với dòng điện tròn

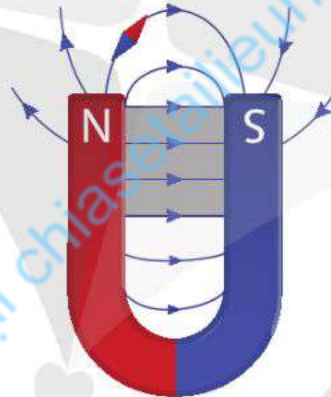
Đường sức từ của từ trường đều

Từ trường đều là từ trường mà các đường sức từ của nó là những đường thẳng song song và cách đều nhau.

Từ trường giữa hai cực của một nam châm hình chữ U (vùng tô màu) có thể coi là từ trường đều (Hình 1.15).



a) Từ phổ của nam châm hình chữ U



b) Hình dạng và chiều đường sức từ của nam châm hình chữ U

Hình 1.15



Hãy xác định cực từ của thanh nam châm ở Hình 1.16.



Hình 1.16



- 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 dòng điện hay nam châm khác đặt trong đó.
- Đường sức từ là những đường vẽ trong không gian có từ trường, sao cho tiếp tuyến với nó tại mỗi điểm có phương trùng với phương của kim nam châm nhỏ nằm cân bằng tại điểm đó.
- Chiều của đường sức từ tại một điểm là chiều từ cực từ nam đến cực từ bắc của kim nam châm nhỏ nằm cân bằng tại điểm đó.

2 LỰC TỪ TÁC DỤNG LÊN ĐOẠN DÂY DẪN MANG DÒNG ĐIỆN CẢM ỨNG TỪ

Học xong bài học này, bạn có thể

- Thực hiện thí nghiệm để mô tả được hướng của lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường.
- Xác định được độ lớn và hướng của lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường.
- Định nghĩa được cảm ứng từ B và đơn vị tesla.
- Nêu được đơn vị cơ bản và dẫn xuất để đo các đại lượng từ.
- Thảo luận để thiết kế phương án, lựa chọn phương án, thực hiện phương án, đo được (hoặc mô tả được phương pháp đo) cảm ứng từ bằng “cân dòng điện”.
- Vận dụng được công thức tính lực $F = BIl\sin\theta$.



Ta đã biết, đại lượng đặc trưng cho tác dụng lực của điện trường là cường độ điện trường. Đại lượng nào đặc trưng cho tác dụng lực của từ trường?

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

1. Thí nghiệm

1. Mô tả chiều của lực điện tác dụng lên điện tích ở trong điện trường.

Khi đặt một đoạn dây dẫn mang dòng điện (gọi tắt là đoạn dòng điện) trong từ trường, nó chịu tác dụng của lực từ.

2. Làm thế nào để xác định hướng của lực từ do từ trường tác dụng lên một đoạn dòng điện?

Để tìm hiểu về lực từ tác dụng lên một đoạn dòng điện, có thể tiến hành thí nghiệm như Hình 2.1. Thí nghiệm này dùng hai thanh nam châm, mỗi thanh có hai cực từ ở hai mặt bên của nó, đặt song song trên khung sắt từ (Hình 2.2). Từ trường ở giữa hai thanh nam châm này được coi là đều. Khung dây dẫn được treo giữa hai nam châm bằng hai lò xo vào giá cách điện. Dòng điện chạy qua dây dẫn được lấy từ biến áp nguồn.



Dụng cụ

- Khung dây dẫn (1).
- Nam châm (2)
- Lò xo (3).
- Giá treo (4).
- Dây dẫn được nối đến nguồn điện (5).

Phương án thí nghiệm

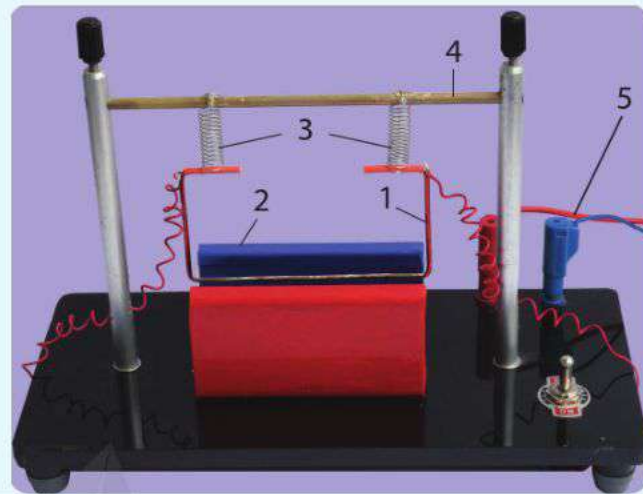
- Tìm hiểu công dụng của từng dụng cụ đã cho.
- Thiết kế phương án thí nghiệm để tìm phương của lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện bằng các dụng cụ này.

Tiến hành

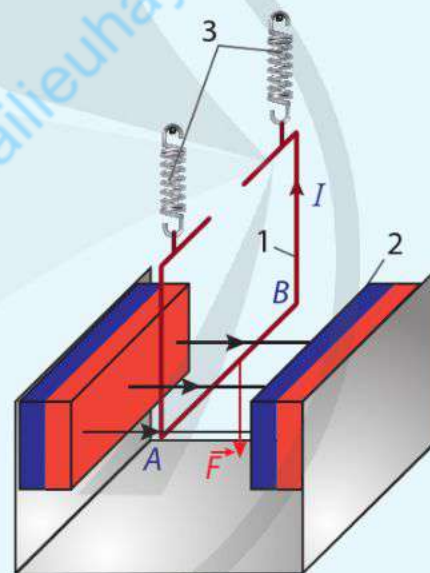
- Lắp đặt các dụng cụ như Hình 2.1.
- Treo khung dây để mặt phẳng khung dây vuông góc với đường sức từ của nam châm; cạnh AB của khung nằm ngang trong vùng từ trường đều ở khoảng không gian giữa hai cực của nam châm.
- Cho dòng điện có cường độ I chạy qua khung dây theo chiều từ A đến B và quan sát hiện tượng xảy ra với khung dây.
- Đổi chiều cường độ dòng điện I chạy qua khung dây và quan sát hiện tượng xảy ra với khung dây.

Kết quả

Khi có dòng điện chạy qua khung dây theo chiều từ A đến B, khung dây bị kéo thẳng đứng xuống dưới. Điều này cho thấy, lực từ tác dụng lên AB có phương thẳng đứng, vuông góc với cả đoạn dòng điện AB và đường sức từ (Hình 2.2).



Hình 2.1. Thí nghiệm về lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện



Hình 2.2. Chiều dòng điện và chiều lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn AB có dòng điện chạy qua

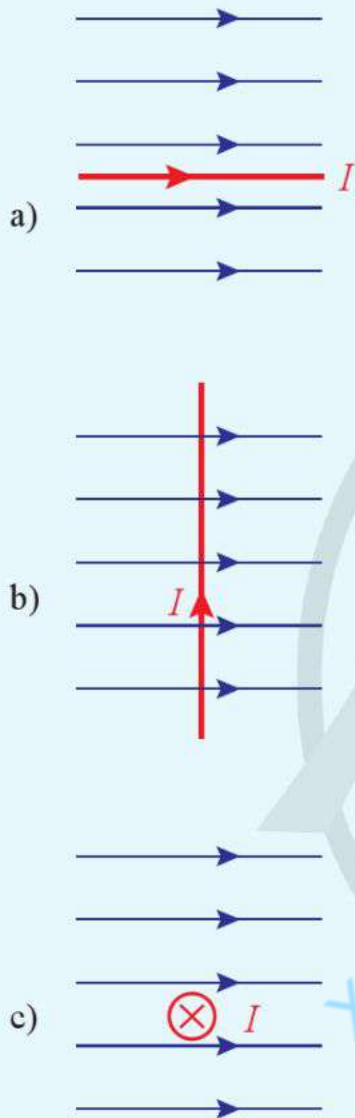
2. Phương của lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện

Từ thí nghiệm trên và nhiều thí nghiệm khác, rút ra kết luận:

Lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện đặt trong từ trường có phương vuông góc với mặt phẳng chứa đoạn dòng điện và đường sức từ tại điểm khảo sát.



3. Trường hợp nào trong Hình 2.4 có lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện? Tìm phương và chiều của lực từ trong trường hợp đó.



Hình 2.4. Ba đoạn dòng điện trong từ trường

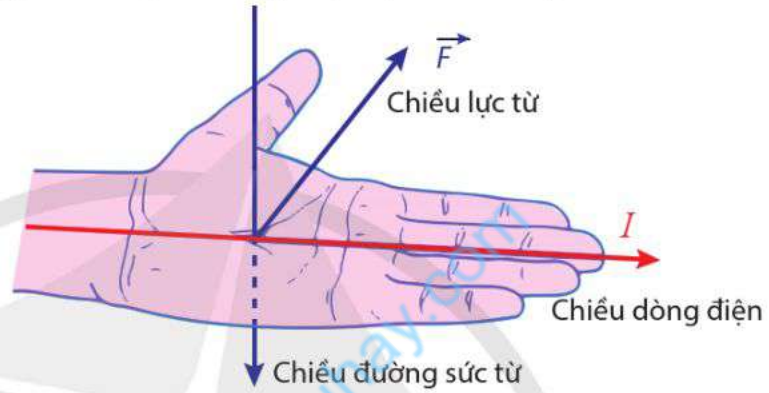


4. Dùng quy tắc bàn tay trái nghiệm lại chiều của lực từ giữa hai dòng điện thẳng như Hình 2.5.

3. Chiều của lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện

Từ kết quả thí nghiệm được biểu diễn trên Hình 2.2, ta có thể xác định chiều của lực từ theo quy tắc bàn tay trái.

Đặt bàn tay trái sao cho các đường sức từ đâm xuyên vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến các ngón tay trùng với chiều dòng điện, ngón cái choãi ra 90° chỉ chiều của lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện (Hình 2.3).

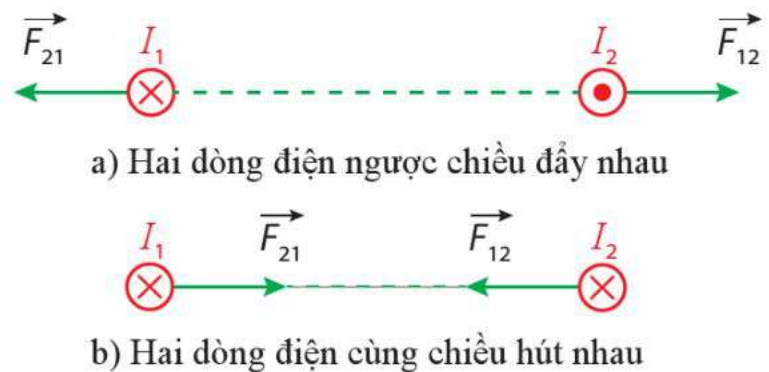


Hình 2.3. Quy tắc bàn tay trái

4. Ví dụ

Lực từ tương tác giữa hai dòng điện thẳng

Bất kì dòng điện nào cũng có từ trường xung quanh nó. Nếu hai dòng điện thẳng đặt gần nhau thì từ trường của dòng điện thứ nhất tác dụng lên dòng điện thứ hai một lực từ, lực này được kí hiệu là \vec{F}_{12} . Tương tự như vậy, từ trường của dòng điện thứ hai tác dụng lên dòng điện thứ nhất lực từ \vec{F}_{21} (Hình 2.5).



Hình 2.5

II. CẢM ỨNG TỪ

1. Định nghĩa

Để đặc trưng cho từ trường tại một điểm trong từ trường về mặt tác dụng lực, người ta đưa ra một đại lượng gọi là *cảm ứng từ*, kí hiệu \vec{B} . Đó là một đại lượng vector:

– Có phương trùng với phương của kim nam châm nằm cân bằng tại điểm đang xét, có chiều từ cực nam sang cực bắc của kim nam châm;

– Có độ lớn là:

$$B = \frac{F}{Il\sin\theta} \quad (2.1)$$

Trong đó:

F là độ lớn của lực do từ trường tác dụng lên đoạn dây dẫn có chiều dài l mang dòng điện có cường độ I , B là độ lớn cảm ứng từ, θ là góc hợp bởi chiều dòng điện và chiều của cảm ứng từ.

Bảng 2.1 liệt kê một số giá trị của cảm ứng từ B .

Khi người ta nói hướng của từ trường và độ lớn của từ trường thì ta hiểu đó chính là hướng và độ lớn của cảm ứng từ \vec{B} .

2. Đơn vị của cảm ứng từ

Đơn vị SI của cảm ứng từ là tesla, kí hiệu T.

Cảm ứng từ có độ lớn bằng 1 T khi một dây dẫn mang dòng điện 1 A đặt vuông góc với từ trường đều chịu tác dụng bởi lực 1 N trên 1 m chiều dài của nó.

Trong công thức (2.1), lực được đo bằng niuton (N), cường độ dòng điện được đo bằng ampe (A) và chiều dài được đo bằng mét (m).

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

Ta đã biết

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Tesla là đơn vị dẫn xuất. Từ hai công thức trên, ta có thể viết công thức liên hệ đơn vị tesla với các đơn vị SI cơ bản.

$$1 \text{ T} = 1 \text{ kg} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$$

Bảng 2.1. Một số giá trị của cảm ứng từ

Từ trường	B (T)
Gần bề mặt Trái Đất	$5 \cdot 10^{-5}$
Kim nam châm	10^{-4}
Nam châm điện	2
Bề mặt Mặt Trời	5

Tìm hiểu thêm

Cùng với đơn vị tesla (T), người ta cũng hay dùng đơn vị của cảm ứng từ là gauss (gaoxơ, viết tắt là G). Hãy tìm hiểu mối liên hệ giữa gauss (G) và tesla (T).

Bạn có biết

Từ trường mạnh rất cần thiết trong các lĩnh vực khác nhau, chẳng hạn như y học (chụp cộng hưởng từ hạt nhân), máy gia tốc hạt và nhiều ứng dụng khoa học, công nghệ đa dạng khác.

Theo một nghiên cứu được công bố năm 2019 trên tạp chí Nature, nam châm siêu dẫn mạnh nhất thế giới hiện nay có độ lớn cảm ứng từ là 45,5 T. Tuy có từ trường mạnh như vậy, nhưng kích thước của nó chỉ bằng cỡ một cuộn giấy vệ sinh.

3. Đo độ lớn của cảm ứng từ

Để đo độ lớn cảm ứng từ của nam châm, có thể sử dụng các dụng cụ ở Hình 2.6. Đoạn dây dẫn nằm ngang được giữ cố định ở vùng từ trường đều trong khoảng không gian giữa hai cực của nam châm. Nam châm này được đặt trên một cái cân. Khi trong đoạn dây dẫn có dòng điện thì có lực từ tác dụng lên phần dây dẫn nằm ngang trong từ trường. Tùy vào chiều của dòng điện trong đoạn dây dẫn mà nó có thể bị kéo thẳng đứng xuống dưới hoặc bị đẩy lên trên. Do đó, dựa vào số chỉ của cân, có thể xác định được độ lớn cảm ứng từ của nam châm.

Trong các dụng cụ ở Hình 2.6, có thể thay nam châm vĩnh cửu bằng nam châm điện.



Dụng cụ

Đoạn dây dẫn (1); Nam châm (2); Cân (3).



5. Trong sơ đồ thí nghiệm ở Hình 2.6, dòng điện đi qua đoạn dây dẫn nằm trong từ trường có thể từ trái sang phải hoặc từ phải sang trái.

Dòng điện đi theo chiều nào thì số chỉ của cân tăng lên so với khi chưa có dòng điện trong đoạn dây dẫn?

Hình 2.6. Thí nghiệm đo cảm ứng từ

Phương án thí nghiệm

- Tìm hiểu công dụng của từng dụng cụ đã cho.
- Thiết kế phương án thí nghiệm đo độ lớn cảm ứng từ bằng các dụng cụ này.

Tiến hành

Sau đây là một phương án thí nghiệm với các dụng cụ đã cho.

1) Lắp đặt các dụng cụ như Hình 2.6.

Đoạn dây dẫn được cố định theo phương ngang giữa hai cực của nam châm. Dòng điện chạy qua đoạn dây dẫn được lấy từ biến áp nguồn (không thể hiện trong Hình 2.6).

2) Đo và ghi chiều dài l của đoạn dây dẫn nằm ngang trong từ trường theo mẫu Bảng 2. 2.

3) Ấn nút hiệu chỉnh để cân chỉ số "0".

4) Bật nguồn điện. Đo và ghi cường độ dòng điện I và số chỉ m của cân theo Bảng 2.2.

5) Điều chỉnh biến áp nguồn để có các giá trị khác nhau của cường độ dòng điện I . Lập lại bước 4 cho đến khi có ít nhất ba giá trị khác nhau của I và m . Tắt nguồn điện.

Kết quả

Lấy $g = 9,80 \text{ m/s}^2$

– Tính độ lớn của cảm ứng từ.

– Tính sai số.

– Viết kết quả.

$$B = \bar{B} \pm \Delta B$$

Bảng 2.2 là kết quả thu được trong một lần thí nghiệm với các dụng cụ Hình 2.6.

Bảng 2.2. Kết quả thí nghiệm ($l = 10 \text{ cm}$)

Lần đo	I (A)	m (g)
1	0,34	0,57
2	0,48	0,76
3	0,59	0,88



6. Tại sao thông qua số chỉ của cân có thể biết được độ lớn của lực từ?



7. Biết độ lớn cảm ứng từ của dòng điện có cường độ I chạy trong dây dẫn thẳng dài tại vị trí cách dây dẫn một đoạn r là

$$B = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{r}$$

trong đó, I đo bằng ampe (A), r đo bằng mét (m), B đo bằng tesla (T).

Tính độ lớn cảm ứng từ của dòng điện có cường độ $I = 10 \text{ A}$ ở cách nó một đoạn $r = 1 \text{ cm}$.

III. CÔNG THỨC CỦA LỰC TỪ TÁC DỤNG LÊN ĐOẠN DÒNG ĐIỆN

1. Công thức

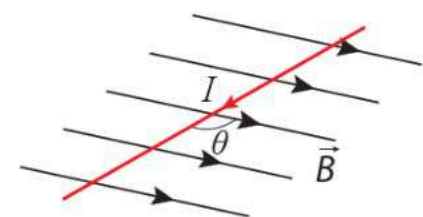
Lực từ do từ trường đều có cảm ứng từ với độ lớn B tác dụng lên dây dẫn có chiều dài l và mang dòng điện có cường độ I được xác định bằng công thức

$$F = BIl \sin \theta \quad (2.2)$$

Trong đó, θ là góc hợp bởi chiều dòng điện và cảm ứng từ \vec{B} (Hình 2.7).

Điểm đặt của lực từ là trung điểm của đoạn dây dẫn có chiều dài l .

Trong công thức (2.2), B tính bằng tesla (T), I tính bằng ampe (A), l tính bằng mét (m) thì F được tính bằng niutơn (N).



Hình 2.7. Đoạn dòng điện hợp với cảm ứng từ một góc θ



Một dây dẫn dài 50 cm mang dòng điện được đặt vuông góc với một từ trường có $B = 5,0 \text{ mT}$.

a) Nếu trong mỗi giây có 10^{18} electron đi qua tiết diện thẳng của dây dẫn thì cường độ dòng điện là bao nhiêu? ($e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$).

b) Tính độ lớn lực từ tác dụng lên dây dẫn.

2. Ví dụ áp dụng

Ví dụ 1

Một đoạn dây dẫn thẳng mang dòng điện có cường độ $6,5 \text{ A}$ ở trong từ trường đều có độ lớn cảm ứng từ là $4,3 \text{ mT}$. Tính lực từ tác dụng lên một đơn vị chiều dài của dây dẫn khi góc giữa dây dẫn và từ trường là:

a) $\theta = 90^\circ$.

b) $\theta = 45^\circ$.

Giải

Áp dụng công thức (2.2), ta có lực trên một đơn vị chiều dài là:

$$\frac{F}{l} = BI \sin \theta$$

a) Khi $\theta = 90^\circ$

$$\frac{F}{l} = BI \sin 90^\circ = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ N/m}$$

b) Khi $\theta = 45^\circ$

$$\frac{F}{l} = BI \sin 45^\circ = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ N/m}$$

Ví dụ 2

Một đoạn dây dẫn dài 5 cm được đặt trong từ trường đều và vuông góc cảm ứng từ \vec{B} . Cường độ dòng điện qua đoạn dây là $0,75 \text{ A}$, lực từ tác dụng lên đoạn dây có độ lớn là $3 \cdot 10^{-3} \text{ N}$. Bỏ qua ảnh hưởng của từ trường Trái Đất lên đoạn dây. Xác định độ lớn của \vec{B} .

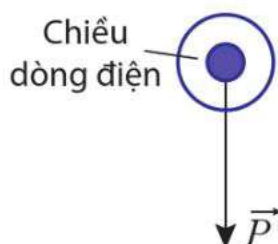
Giải

Áp dụng công thức (2.1), ta có:

$$B = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{0,75 \cdot 0,05 \cdot \sin 90^\circ} = 0,08 \text{ T}$$

Ví dụ 3

Một đoạn dây thẳng bằng đồng được đặt vuông góc với một từ trường đều. Trong đoạn dây có dòng điện với cường độ $I = 7,0 \text{ A}$ và có phương chiều như được biểu diễn ở Hình 2.8. Bỏ qua ảnh hưởng của từ trường Trái Đất lên đoạn dây. Xác định phương, chiều và độ lớn tối thiểu của cảm ứng từ để lực từ cân bằng với lực hút của Trái Đất tác dụng lên đoạn dây. Biết khối lượng của một đơn vị chiều dài của đoạn dây đồng là $46,6 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}$; lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.



Hình 2.8. Đoạn dây ở trong từ trường đều, có dòng điện chạy qua

Giải*Phương và chiều của cảm ứng từ*

Vì lực hút của Trái Đất tác dụng lên đoạn dây có chiều thẳng đứng xuống dưới nên lực từ có chiều thẳng đứng lên trên. Do đó, áp dụng quy tắc bàn tay trái, rút ra cảm ứng từ có phương nằm ngang và chiều từ trái qua phải.

Độ lớn của cảm ứng từ

Gọi l là chiều dài của đoạn dây đồng, do độ lớn lực từ bằng độ lớn lực hấp dẫn nên: $F_{\text{từ}} = P \Rightarrow mg = BIl$.

Vậy:

$$B = \left(\frac{m}{l}\right) \left(\frac{g}{I}\right) = (46,6 \cdot 10^{-3}) \left(\frac{9,8}{7,0}\right) = 6,5 \cdot 10^{-2} \text{ T}$$



Thảo luận đề xuất phương án với các dụng cụ thực hành ở trường của bạn và thực hiện phương án thí nghiệm để đo cảm ứng từ của dòng điện.



➤ Cảm ứng từ \vec{B} là một đại lượng vectơ đặc trưng cho từ trường về mặt tác dụng lực:

– Có phương trùng với phương của kim nam châm nằm cân bằng tại điểm đang xét, có chiều từ cực nam sang cực bắc của kim nam châm.

– Có độ lớn là

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

Với F là độ lớn của lực tương tác giữa từ trường và đoạn dây dẫn có chiều dài l mang dòng điện có cường độ I , θ là góc hợp bởi dòng điện và đường sức từ.

➤ Lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện có chiều dài l và cường độ I ở trong từ trường đều có cảm ứng từ \vec{B} :

– Có điểm đặt tại trung điểm của đoạn dòng điện.

– Có phương vuông góc với đoạn dòng điện và cảm ứng từ \vec{B} .

– Có chiều tuân theo quy tắc bàn tay trái: Đặt bàn tay trái sao cho các đường sức từ đâm xuyên vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến các ngón tay trùng với chiều dòng điện, thì ngón cái choãi ra 90° chỉ chiều của lực từ tác dụng lên dòng điện

– Có độ lớn $F = BIl \sin \theta$.

3 CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

Học xong bài học này, bạn có thể

- ➔ Định nghĩa được từ thông và đơn vị weber.
- ➔ Tiến hành các thí nghiệm đơn giản minh họa được hiện tượng cảm ứng điện từ.
- ➔ Vận dụng được định luật Faraday và định luật Lenz về cảm ứng điện từ.
- ➔ Giải thích được một số ứng dụng đơn giản của hiện tượng cảm ứng điện từ.
- ➔ Mô tả được mô hình sóng điện từ và ứng dụng để giải thích sự tạo thành và lan truyền của các sóng điện từ trong thang sóng điện từ.



Dòng điện tạo ra từ trường ở không gian xung quanh nó. Từ trường có gây ra dòng điện được không?

I. TỪ THÔNG

1. Định nghĩa

Xét một mặt có diện tích S (được coi là phẳng). Mặt S đó được đặt trong từ trường đều \vec{B} . Trên đường vuông góc với mặt S , vẽ vectơ pháp tuyến \vec{n} của mặt S . Chiều của \vec{n} có thể chọn tùy ý. Góc hợp bởi \vec{B} và \vec{n} được kí hiệu là α (Hình 3.1).

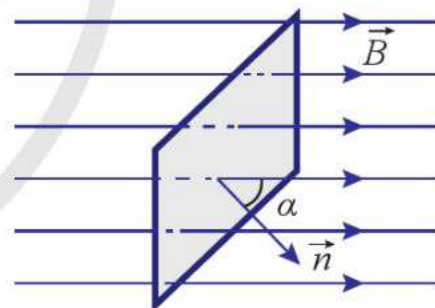
Đặt:

$$\Phi = BS \cos \alpha \quad (3.1)$$

Đại lượng Φ xác định bằng công thức (3.1) được gọi là *cảm ứng từ thông* qua diện tích S , gọi tắt là *từ thông* qua diện tích S .

Công thức (3.1) cho thấy từ thông có thể mang giá trị dương, âm hoặc bằng 0.

- Khi $0 \leq \alpha < \frac{\pi}{2}$ thì $\Phi > 0$.
- Khi $\alpha > \frac{\pi}{2}$ thì $\Phi < 0$.
- Khi $\alpha = \frac{\pi}{2}$ thì $\Phi = 0$.



Hình 3.1. Từ thông qua diện tích S



1. Một vòng dây dẫn phẳng có diện tích $0,10 \text{ m}^2$ được đặt vuông góc với từ trường có độ lớn cảm ứng từ là $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ T}$. Tính từ thông qua vòng dây này.

Trong công thức (3.1), nếu $\alpha = 0$, thì $\Phi = BS$. Từ đây, người ta quy ước vẽ các đường sức từ sao cho số đường sức từ xuyên qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với đường sức bằng độ lớn của cảm ứng từ B . Theo quy ước này, độ lớn của cảm ứng từ B còn được gọi là *mật độ từ thông*. Khi đó, từ thông bằng số đường sức từ xuyên qua diện tích S đặt vuông góc với đường sức. Vì vậy, người ta dùng khái niệm từ thông để mô tả số đường sức từ xuyên qua một diện tích nào đó.

2. Đơn vị đo từ thông

Trong hệ SI, đơn vị từ thông là weber, kí hiệu là Wb. Theo công thức (3.1) nếu $\cos\alpha = 1$, $S = 1 \text{ m}^2$, $B = 1 \text{ T}$ thì $\Phi = 1 \text{ Wb}$.

Một weber (1 Wb) là từ thông đi qua diện tích 1 m^2 vuông góc với cảm ứng từ B , khi cảm ứng từ có độ lớn là 1 T .

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

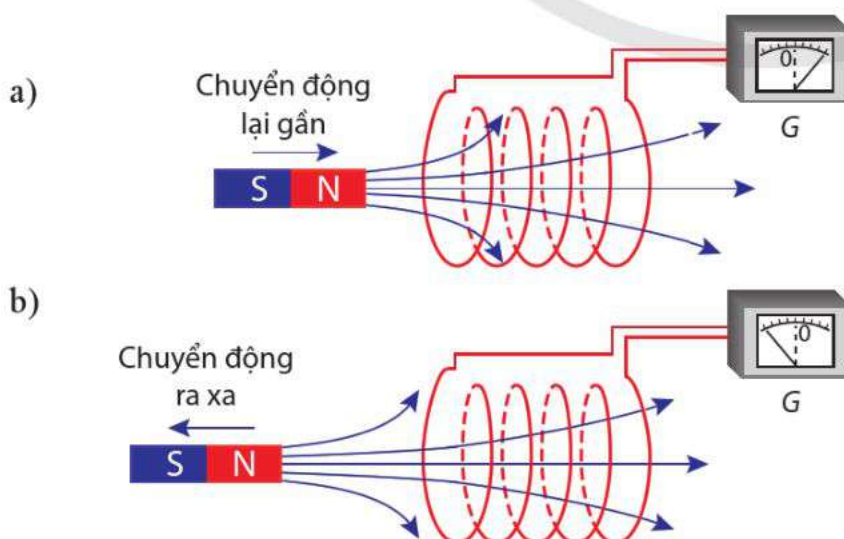
II. HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

1. Thí nghiệm về hiện tượng cảm ứng điện từ

Thí nghiệm 1

Một điện kế có vạch số 0 ở giữa được mắc vào hai đầu một ống dây tạo thành mạch kín (Hình 3.2).

– Đưa cực bắc của nam châm lại gần ống dây thì kim của điện kế bị lệch đi (Hình 3.3a). Điều này chứng tỏ trong mạch có dòng điện.



Hình 3.3. Nam châm và ống dây chuyển động đối với nhau

Tìm hiểu thêm

1. Xét một mạch kín (C), trong đó có dòng điện với cường độ i . Dòng điện này gây ra một từ trường và từ trường đó gây ra một từ thông Φ qua (C) được gọi là *từ thông riêng* của mạch. Từ thông này tỉ lệ với cảm ứng từ của từ trường do dòng điện sinh ra và cảm ứng từ đó lại tỉ lệ với cường độ dòng điện. Tức là: $\Phi = Li$.

L được gọi là độ tự cảm của (C) và có đơn vị trong hệ SI là henry (H).

Hãy tìm hiểu thông tin về độ tự cảm của một cuộn dây dẫn điện.



Hình 3.2. Bộ dụng cụ thí nghiệm về hiện tượng cảm ứng điện từ

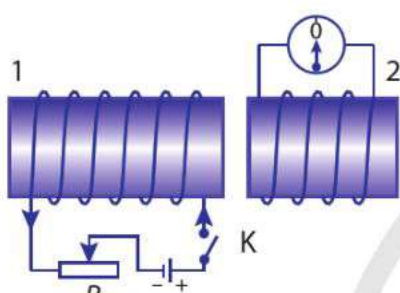


2. Lập phương án và thực hiện phương án thí nghiệm minh họa được hiện tượng cảm ứng điện từ với các dụng cụ thực hành ở trường.

?

3. Ở thí nghiệm Hình 3.3, từ thông qua ống dây biến thiên như thế nào trong hai trường hợp sau đây?

- Khi đưa cực bắc của nam châm lại gần ống dây.
- Khi đưa cực bắc của nam châm ra xa ống dây.



Hình 3.4. Hai ống dây được đặt đồng trục, gần nhau

?

4. Nêu điểm giống và khác nhau giữa thí nghiệm ở Hình 3.3 và thí nghiệm ở Hình 3.4.

– Khi nam châm đứng yên, kim điện kế quay lại vị trí vạch số 0. Điều này chứng tỏ trong mạch không có dòng điện.

– Đưa cực bắc của nam châm ra xa ống dây thì kim của điện kế bị lệch theo chiều ngược lại (Hình 3.3b). Điều này chứng tỏ dòng điện đổi chiều.

– Tương tự như vậy, nếu cho nam châm đứng yên và dịch chuyển ống dây lại gần hay ra xa nam châm thì trong ống dây cũng xuất hiện dòng điện.

Thí nghiệm 2

Hai ống dây được bố trí như Hình 3.4.

Ống dây (1) được mắc với nguồn điện, biến trở R và công tắc K . Có thể làm thay đổi cường độ dòng điện trong ống dây này bằng cách thay đổi giá trị của biến trở. Ống dây (2) được mắc với điện kế có vạch 0 ở giữa. Trong khoảng thời gian cường độ dòng điện trong ống dây (1) thay đổi, ta cũng quan sát thấy kim điện kế bị lệch khỏi vị trí ban đầu. Điều này chứng tỏ khi đó cũng xuất hiện dòng điện trong ống dây (2).

2. Kết luận

Điểm chung của các thí nghiệm trên là *từ thông qua mạch kín biến thiên*.

Kết quả của các thí nghiệm trên và nhiều thí nghiệm tương tự khác nữa chứng tỏ rằng:

Mỗi khi từ thông qua mặt giới hạn bởi mạch điện kín biến thiên theo thời gian thì trong mạch xuất hiện dòng điện.

Dòng điện xuất hiện khi có sự biến thiên từ thông qua mạch điện kín được gọi là *dòng điện cảm ứng*. Suất điện động sinh ra dòng điện cảm ứng trong mạch kín được gọi là *suất điện động cảm ứng*.

Như vậy, ta cũng có thể nói *khi có sự biến thiên của từ thông qua một mặt giới hạn bởi một mạch kín thì trong mạch xuất hiện suất điện động cảm ứng*.

Hiện tượng xuất hiện suất điện động cảm ứng là *hiện tượng cảm ứng điện từ* và hiện tượng này chỉ tồn tại trong khoảng thời gian từ thông qua mạch kín biến thiên.

Hiện tượng cảm ứng điện từ được Michael Faraday (Mai-con Fa-ra-đây), người Anh tìm ra năm 1831 (Hình 3.5).

3. Định luật Lenz

Ở thí nghiệm Hình 3.6a, khi cực bắc của nam châm được đưa lại gần đầu 1 của ống dây, dòng điện cảm ứng xuất hiện trong ống dây có chiều được chỉ bằng mũi tên ở ống dây. Khi đó, đầu 1 là cực bắc của ống dây.

Ở thí nghiệm Hình 3.6b, khi cực bắc của nam châm được đưa ra xa đầu 1 của ống dây, đầu 1 là cực nam của ống dây.

Như vậy, khi đưa nam châm lại gần ống dây, độ lớn của từ thông qua ống dây tăng và từ trường của dòng điện cảm ứng trong ống dây ngược chiều với từ trường của nam châm. Khi đó, từ trường của dòng điện cảm ứng ngăn cản nam châm lại gần nó. Vì vậy, muốn đưa được nam châm lại gần ống dây ta phải tốn một công để thắng sức cản này. Ngược lại, khi đưa nam châm ra xa ống dây, từ thông qua mạch kín giảm, từ trường của dòng điện cảm ứng cùng chiều với từ trường của nam châm. Khi đó, từ trường của dòng điện cảm ứng lại cản trở nam châm ra xa nó và ta cũng phải tốn một công để đưa được nam châm ra xa.

Từ đây, ta có định luật Lenz (Len-xơ) về chiều của dòng điện cảm ứng:

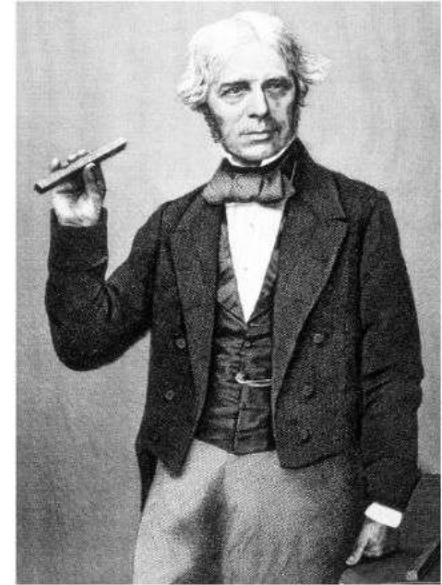
Dòng điện cảm ứng có chiều sao cho từ trường do nó sinh ra có tác dụng chống lại sự biến thiên của từ thông qua mạch kín.

4. Định luật Faraday

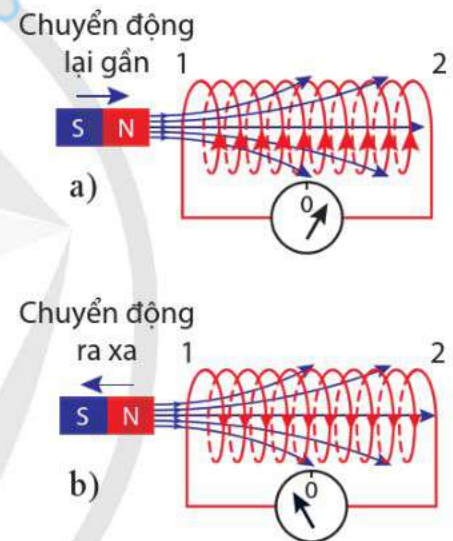
Thực nghiệm chứng tỏ rằng, *độ lớn của suất điện động cảm ứng trong mạch kín tỉ lệ với tốc độ biến thiên của từ thông qua mạch kín đó.*

Phát biểu trên là định luật Faraday về cảm ứng điện từ.

Nếu trong khoảng thời gian Δt , từ thông qua mạch biến thiên một lượng $\Delta\Phi$ thì $\left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$ là tốc độ biến thiên của từ thông.



Hình 3.5. Michael Faraday (1791 – 1867)



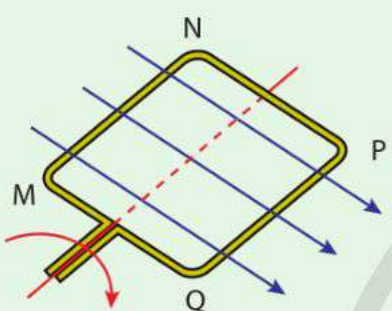
Hình 3.6. Thí nghiệm xác định chiều của dòng điện cảm ứng



5. Ở thí nghiệm Hình 3.6, nếu đưa cực nam của nam châm lại gần đầu 1 của ống dây thì đầu 1 là cực nào của ống dây?



1. Khung dây MN PQ quay trong từ trường đều. Tìm chiều của dòng điện cảm ứng trong khung dây tại thời điểm mặt phẳng khung dây song song với phương của đường sức từ (Hình 3.7).



Hình 3.7. Khung dây quay trong từ trường đều

Vì vậy, ta có thể viết:

$$|e_c| = k \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \quad (3.2)$$

Với e_c là suất điện động cảm ứng.

Trong hệ SI, hệ số tỉ lệ $k = 1$.

Kết hợp với định luật Lenz, công thức xác định suất điện động cảm ứng là:

$$e_c = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (3.3)$$

Dấu trừ (-) biểu thị suất điện động cảm ứng ngược dấu với độ biến thiên từ thông. Trong trường hợp mạch điện là một khung dây có N vòng dây thì

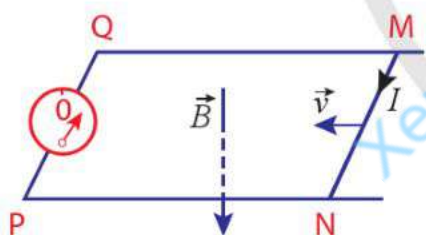
$$e_c = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (3.4)$$

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

III. VẬN DỤNG ĐỊNH LUẬT LENZ VÀ ĐỊNH LUẬT FARADAY

1. Suất điện động cảm ứng trong một đoạn dây dẫn chuyển động trong từ trường

Một đoạn dây dẫn MN được đặt trên hai thanh kim loại và tạo thành một mạch kín. Tất cả được đặt trong một từ trường đều có cảm ứng từ \vec{B} (Hình 3.8). Cho đoạn dây dẫn MN chuyển động và khi chuyển động luôn tiếp xúc với hai thanh kim loại, ta thấy kim điện kế lệch khỏi vạch số 0. Điều đó chứng tỏ, khi đó trong mạch xuất hiện suất điện động cảm ứng và có dòng điện chạy trong đoạn dây dẫn MN. Khi đoạn dây MN dừng lại thì kim điện kế lại trở về vạch số 0.



Hình 3.8. Đoạn dây dẫn chuyển động trong từ trường đều

Như vậy, suất điện động cảm ứng trong mạch đang xét chỉ xuất hiện khi đoạn dây MN chuyển động. Đoạn dây MN chuyển động đóng vai trò như một nguồn điện, còn hai thanh kim loại chỉ là các dây nối tạo thành mạch điện. Điều đó có nghĩa là, khi đoạn dây MN chuyển động cắt các đường sức từ nhưng không nối với hai thanh kim loại, thì trong đoạn dây đó vẫn xuất hiện suất điện động cảm ứng.

Suất điện động cảm ứng sinh ra dòng điện cảm ứng trong mạch điện MNPQ được tính theo công thức (3.3). Nhưng suất điện động cảm ứng đó cũng chính là suất điện động cảm ứng trong đoạn dây MN chuyển động.

Vậy, suất điện động cảm ứng trong một đoạn dây chuyển động có độ lớn là

$$|e_c| = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \quad (3.5)$$

+ Khi \vec{v} và \vec{B} cùng vuông góc với đoạn dây chuyển động, đồng thời \vec{v} vuông góc với \vec{B} thì

$$\Delta\Phi = B\Delta S = B(lv\Delta t)$$

Trong đó, l là chiều dài và v tốc độ của đoạn dây.

Từ đây, ta có:

$$|e_c| = Blv \quad (3.6)$$

+ Nếu \vec{v} và \vec{B} cùng vuông góc với đoạn dây chuyển động, nhưng \vec{v} tạo với \vec{B} một góc θ thì:

$$|e_c| = Blv\sin\theta \quad (3.7)$$

2. Ví dụ vận dụng các định luật Lenz và Faraday

Ví dụ 1

Một đoạn dây dẫn MN chuyển động trên hai thanh kim loại trong từ trường đều có cảm ứng từ \vec{B} (Hình 3.10). Trong đoạn dây MN có suất điện động cảm ứng nên nó có thể được coi là một nguồn điện. Tìm các cực của nguồn điện này.

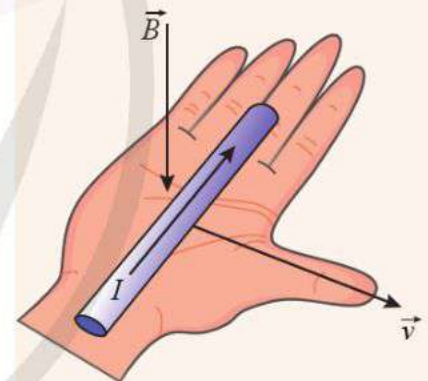
Giải

Khi đoạn dây MN chuyển động từ trái qua phải, dòng điện cảm ứng có chiều MNPQ. Do đó, nếu coi MN là nguồn điện thì M đóng vai trò cực âm, N đóng vai trò cực dương của nguồn điện này.

Tìm hiểu thêm

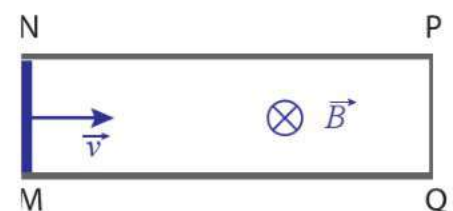
2. Ở Hình 3.8, ta phải tác dụng lực làm cho đoạn dây dẫn MN di chuyển cắt các đường sức của từ trường tạo ra dòng điện chạy qua nó. Đối với những trường hợp như vậy, có thể xác định chiều của dòng điện cảm ứng bằng quy tắc bàn tay phải (Hình 3.9).

Đặt bàn tay phải sao cho các đường sức từ đâm xuyên vào lòng bàn tay, ngón cái choãi ra 90° chỉ chiều chuyển động của dây dẫn thì chiều từ cổ tay đến các ngón tay chỉ chiều dòng điện cảm ứng.



Hình 3.9. Quy tắc bàn tay phải

Hãy nêu một ví dụ áp dụng quy tắc bàn tay phải.



Hình 3.10. Đoạn dây dẫn chuyển động trong từ trường đều

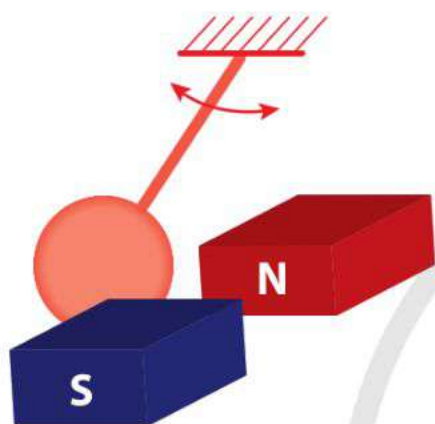
Ví dụ 2

Một đoạn dây dẫn thẳng dài 0,20 m chuyển động với tốc độ không đổi 3,0 m/s theo hướng vuông góc với cả đoạn dây và từ trường đều. Biết độ lớn cảm ứng từ của từ trường là 0,10 T. Tính độ lớn suất điện động cảm ứng ở hai đầu dây.

Giải

Do đoạn dây chuyển động theo hướng vuông góc với từ trường đều nên độ lớn của suất điện động cảm ứng là:

$$|e_c| = Blv = 0,10 \cdot 0,2 \cdot 3,0 = 6,0 \cdot 10^{-2} \text{ V}$$



Hình 3.11. Đĩa kim loại dao động trong từ trường

IV. GIẢI THÍCH MỘT SỐ ỨNG DỤNG HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

1. Hãm chuyển động bằng điện từ

Cho một đĩa kim loại dao động trong không khí, đĩa sẽ dao động trong một thời gian xác định. Khi cho đĩa dao động giữa hai cực từ của một nam châm (Hình 3.11) thì thời gian đĩa dao động sẽ ngắn hơn.

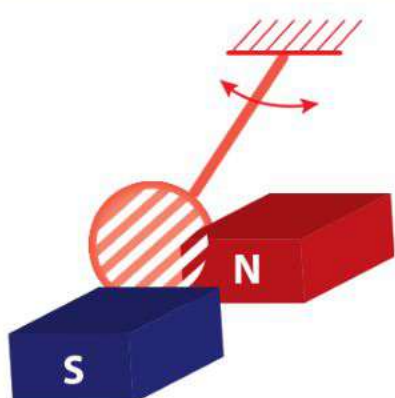
Điều này có thể được giải thích như sau: Khi đĩa đi vào từ trường, nó cắt các đường sức từ và do đó trong đĩa xuất hiện suất điện động cảm ứng. Vì đĩa là chất dẫn điện nên suất điện động cảm ứng tạo ra dòng điện trong đĩa. Những dòng điện này được gọi là dòng điện xoáy hay dòng điện Foucault (Fu-cô). Chúng có đặc điểm là chạy theo các đường cong kín trong khối vật dẫn.

Theo định luật Lenz, các dòng điện cảm ứng chạy trong đĩa sẽ tạo ra lực cản trở chuyển động, làm cho dao động bị tắt dần nhanh.

Tác dụng gây ra lực hãm của dòng điện xoáy được dùng để hãm chuyển động, nhất là chuyển động quay của một bộ phận nào đó trong một số thiết bị. Chẳng hạn khi ta cân một vật bằng cân có độ nhạy cao, kim của cân thường dao động khá lâu. Để tránh tình trạng đó, người ta cho kim dao động giữa hai cực của một nam châm, dao động của kim sẽ tắt dần nhanh hơn.



6. Nếu thay đĩa kim loại đặc trong Hình 3.11 bằng đĩa có xẻ rãnh (Hình 3.12) thì dao động sẽ diễn ra lâu hơn. Giải thích tại sao.



Hình 3.12. Đĩa kim loại xẻ rãnh dao động trong từ trường

Người ta cũng sử dụng tác dụng hãm của dòng điện xoáy trong phanh điện từ ở các xe có tải trọng lớn. Ưu điểm của loại phanh này so với phanh thông thường là không có tiếp xúc, hạn chế được sự mài mòn.

Ví dụ, nam châm điện mạnh trong bộ phanh của một đoàn tàu có thể gây ra dòng điện xoáy ở đường ray khi phanh và làm tàu chạy chậm lại.

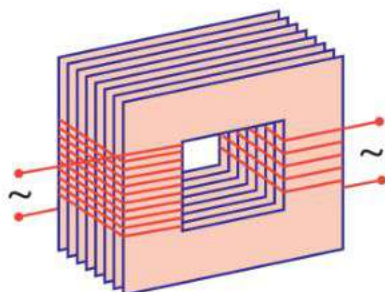
2. Làm giảm tác hại của dòng điện xoáy

Nhiều thiết bị điện có cấu tạo gồm một ống dây có lõi sắt, trong ống dây có dòng điện xoáy chiều chạy qua. Lõi sắt này có tác dụng tăng cường từ trường. Dòng điện trong ống dây biến đổi theo thời gian nên trong lõi sắt xuất hiện dòng điện xoáy. Sự xuất hiện dòng điện xoáy trong trường hợp này là có hại.

Thứ nhất, nhiệt lượng do dòng điện xoáy toả ra sẽ làm cho lõi sắt bị nóng có thể làm hỏng máy.

Thứ hai, dòng điện xoáy là dòng điện cảm ứng nên theo định luật Lenz, từ trường do nó sinh ra luôn có xu hướng chống lại nguyên nhân đã gây ra nó. Trong trường hợp động cơ điện, từ trường này chống lại sự quay của động cơ. Do đó, nó làm giảm công suất của động cơ.

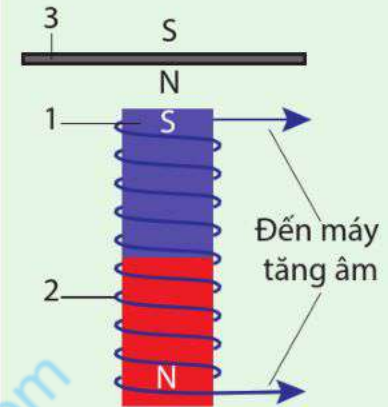
Để giảm tác hại của dòng điện xoáy, người ta không dùng lõi sắt dạng khối liền, mà dùng những lá thép silicon mỏng có phủ lớp sơn cách điện ghép sát với nhau (Hình 3.14). Ngoài ra, những lá mỏng này lại được đặt song song với đường sức từ. Bằng cách đó, tuy không loại bỏ được hoàn toàn dòng điện xoáy, nhưng làm giảm được cường độ của nó một cách đáng kể.



Hình 3.14. Lõi của máy biến áp gồm nhiều lá thép silicon được ghép cách điện với nhau



2. Hình 3.13 mô tả sơ lược sơ đồ nguyên lí hoạt động của một loại đàn ghita điện.



Hình 3.13. Dây đàn và cuộn dây cảm ứng trong ghita điện

1. Nam châm; 2. Cuộn dây; 3. Dây đàn bằng thép.

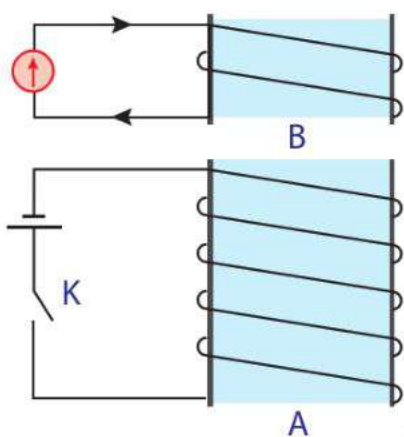
Phía dưới mỗi dây đàn có một nam châm được đặt bên trong một cuộn dây dẫn. Cuộn dây dẫn được nối với máy tăng âm.

Đoạn dây đàn ở sát bên trên nam châm bị từ hoá. Khi gảy đàn thì trong cuộn dây có dòng điện cảm ứng. Dòng điện cảm ứng này được biến đổi qua máy tăng âm và loa làm ta nghe được âm do dây đàn phát ra.

Giải thích vì sao khi gảy đàn thì trong cuộn dây có dòng điện cảm ứng.



7. Tại sao lõi biến áp như Hình 3.14 lại làm giảm được cường độ dòng điện xoáy trong nó?



Hình 3.15. Hai cuộn dây dẫn

3. Hiện tượng cảm ứng giữa hai cuộn dây

Xét hai cuộn dây dẫn (Hình 3.15). Khi đóng khoá K, cường độ dòng điện trong cuộn dây A tăng từ không đến một giá trị xác định. Trong thời gian đó, từ trường trong cuộn dây này tăng lên. Từ trường này làm thay đổi từ thông trong cuộn dây B và làm xuất hiện một suất điện động cảm ứng trong cuộn dây này. Nếu cuộn dây B tạo thành một mạch kín thì sẽ có dòng điện cảm ứng trong cuộn dây B. Chiều của dòng điện này có thể xác định bằng cách sử dụng định luật Lenz.

Cần chú ý rằng suất điện động cảm ứng trong cuộn dây B chỉ được tạo ra khi từ trường trong cuộn dây A thay đổi, nghĩa là khi dòng điện trong cuộn dây A thay đổi. Một suất điện động cảm ứng có thể xuất hiện liên tục trong cuộn dây B nếu cung cấp dòng điện xoay chiều (sẽ học ở bài 4) cho cuộn dây A. Người ta ứng dụng hiện tượng này để chế tạo máy biến áp, thiết bị được dùng rộng rãi trong sản xuất và đời sống.

V. MÔ HÌNH SÓNG ĐIỆN TỪ

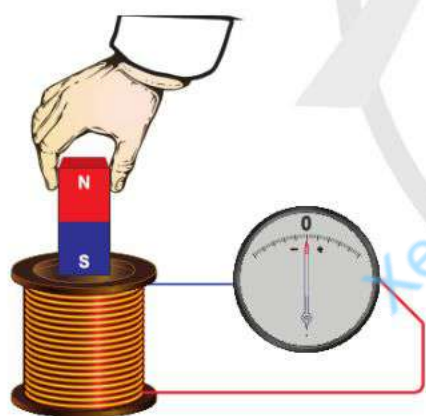
1. Điện trường biến thiên và từ trường biến thiên

Trong thí nghiệm về cảm ứng điện từ (Hình 3.16), khi nam châm rơi qua ống dây, từ thông qua các vòng dây dẫn biến thiên. Vì mạch kín, nên trong ống dây có dòng điện cảm ứng, tức là các electron trong dây dẫn đã chuyển dời có hướng. Điều đó chứng tỏ trong dây dẫn đã xuất hiện điện trường mà trước khi từ thông biến thiên thì chưa có điện trường này.

Các đường sức của điện trường này không có điểm khởi đầu và cũng không có điểm kết thúc như đường sức của điện trường do các điện tích đứng yên gây ra (đã học ở lớp 11) mà là đường cong kín. Điện trường này được gọi là *điện trường xoáy*.

Phân tích kết quả thực nghiệm này, Maxwell (Mắc-xoen) cho rằng: *Từ trường biến thiên theo thời gian làm xuất hiện điện trường xoáy.*

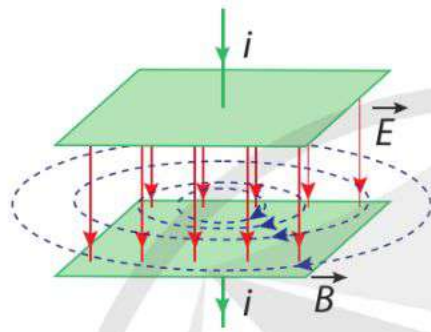
Liệu điện trường biến thiên theo thời gian có làm xuất hiện từ trường không?



Hình 3.16. Thả nam châm rơi qua ống dây (ống dây được nối với một điện kế)

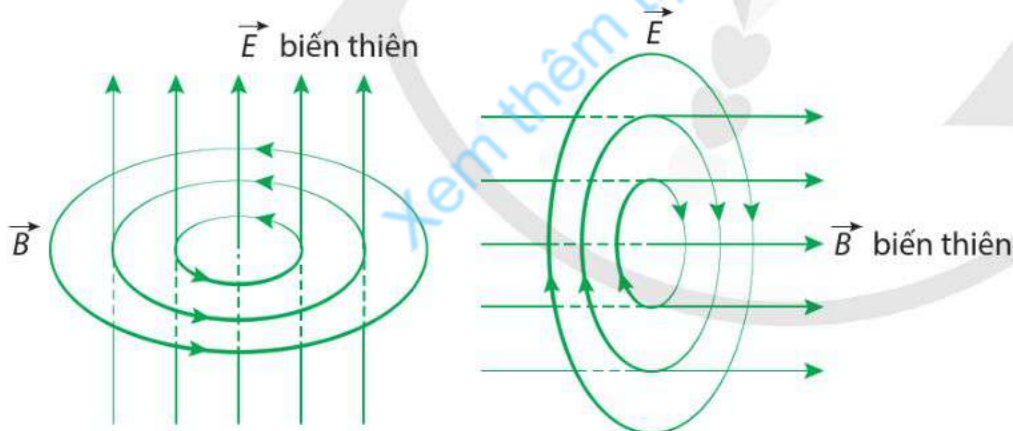
Maxwell cho rằng có quá trình như vậy xảy ra trong tự nhiên. Tức là: *Điện trường biến thiên theo thời gian sẽ làm xuất hiện từ trường*. Các đường sức của từ trường này bao quanh các đường sức của điện trường (vì từ trường là trường xoáy, các đường sức luôn khép kín).

Giả thuyết này của Maxwell đã được thực nghiệm khẳng định là đúng. Khi một tụ điện đang tích điện hay phóng điện, thì giữa hai bản của tụ điện có một điện trường biến thiên. Điện trường biến thiên này sinh ra một từ trường (Hình 3.17).



Hình 3.17. Điện trường biến thiên giữa hai bản tụ điện và từ trường do nó sinh ra (tụ điện đang tích điện, điện trường đang tăng)

Kết hợp hai nhận định trên, Maxwell đã cho rằng điện trường biến thiên và từ trường biến thiên có liên hệ chặt chẽ với nhau.



a) Điện trường biến thiên gây ra từ trường biến thiên

b) Từ trường biến thiên gây ra điện trường biến thiên

Hình 3.18

Khi một từ trường biến thiên theo thời gian sẽ sinh ra một điện trường xoáy trong không gian xung quanh và ngược lại, khi một điện trường biến thiên theo thời gian sẽ sinh ra một từ trường biến thiên theo thời gian trong không gian xung quanh (Hình 3.18).



8. Từ lớp 11, bạn đã biết, trong vùng không gian bao quanh một điện tích có điện trường. Liệu quanh điện tích đó có cả điện trường và từ trường không?



Hình 3.19.
James Clerk Maxwell
(1831 – 1879),
nhà vật lý người Anh

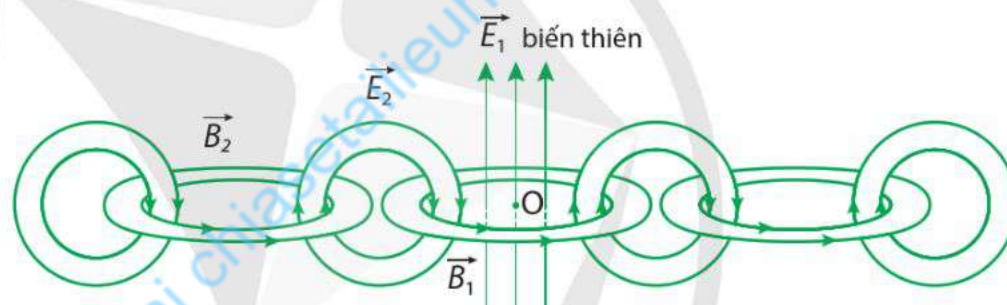
Bạn có biết

Theo Maxwell, điện trường biến thiên giữa hai bản của tụ điện khi tụ điện đang tích (hoặc phóng điện) tương đương với một dòng điện, được gọi là *dòng điện dịch*. Chính dòng điện này sinh ra từ trường.

Như vậy, điện trường biến thiên và từ trường biến thiên cùng tồn tại trong không gian, chúng chuyển hoá lẫn nhau trong một trường thống nhất là *trường điện từ*.

2. Mô hình sóng điện từ

Ta hãy hình dung, tại điểm O có một điện trường biến thiên \vec{E}_1 . Điện trường biến thiên đó làm phát sinh một từ trường biến thiên \vec{B}_1 tại vùng lân cận. 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, \dots như minh hoạ ở Hình 3.20.



Hình 3.20. Sự hình thành sóng điện từ

Quá trình đó cứ tiếp tục lặp đi lặp lại, điện trường sinh ra từ trường rồi từ trường lại sinh ra điện trường, ... Trường điện từ lan truyền trong không gian, xa dần điểm O.

Trường điện từ lan truyền trong không gian được gọi là *sóng điện từ*.

Trong quá trình truyền sóng điện từ, tại một điểm, cường độ điện trường và cảm ứng từ biến thiên cùng pha theo các phương vuông góc với nhau và cùng vuông góc với phương truyền sóng (Hình 3.21).

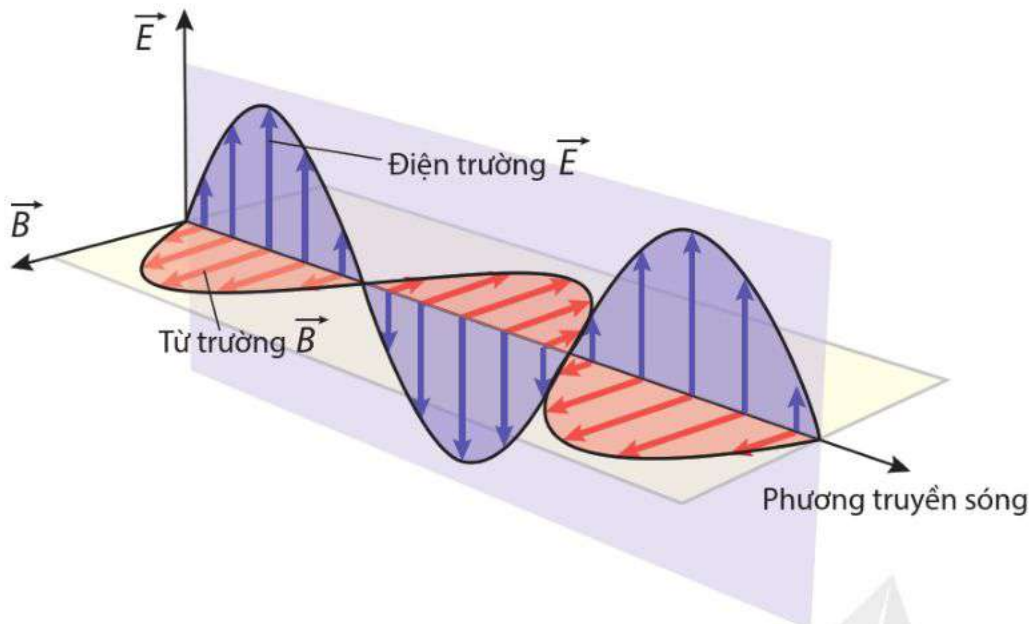


9. Sóng điện từ là gì?

Hãy lấy ví dụ về dụng cụ có thể thu và phát sóng điện từ thường được dùng trong cuộc sống.



10. Sử dụng mô hình sóng điện từ, chứng tỏ rằng sóng điện từ truyền được trong chân không.



3. Ở hai vị trí A và B cách nhau 1 km có hai nguồn phát sóng điện từ giống hệt nhau. Tín hiệu mà máy thu sóng nhận được có như nhau tại các vị trí khác nhau không? Tại sao?

Hình 3.21. Mô hình sóng điện từ lan truyền trong không gian



Giá trị cực đại của suất điện động cảm ứng trong một khung dây quay trong từ trường có mối liên hệ với độ lớn của cảm ứng từ B , diện tích tiết diện thẳng của cuộn dây S , số vòng dây N và tần số quay f của khung dây. Sử dụng định luật Faraday hãy giải thích tại sao suất điện động cảm ứng tỉ lệ thuận với các đại lượng này.



➤ Từ thông qua diện tích S

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

➤ Suất điện động cảm ứng trong mạch điện kín

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

➤ Độ lớn suất điện động cảm ứng trong một đoạn dây dẫn chuyển động trong từ trường

$$|e_c| = Blv \sin \theta$$

➤ Hiện tượng cảm ứng điện từ có nhiều ứng dụng như: hãm chuyển động bằng điện từ, chế tạo máy biến áp, ...

➤ Trường điện từ lan truyền trong không gian được gọi là sóng điện từ.

4

ĐẠI CƯƠNG VỀ DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

Học xong bài học này, bạn có thể

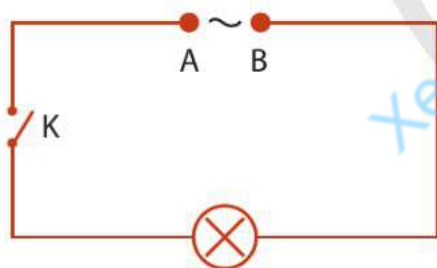
- Nêu được: chu kì, tần số, giá trị cực đại, giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện và điện áp xoay chiều.
- Thảo luận để thiết kế phương án (hoặc mô tả được phương pháp) tạo ra dòng điện xoay chiều.
- Thảo luận để nêu được một số ứng dụng của dòng điện xoay chiều trong cuộc sống, tầm quan trọng của việc tuân thủ quy tắc an toàn khi sử dụng dòng điện xoay chiều trong cuộc sống.



Ngày nay, dòng điện xoay chiều được dùng phổ biến trong nghiên cứu khoa học, sản xuất và đời sống. Dòng điện xoay chiều là gì? Làm thế nào để tạo ra dòng điện xoay chiều?

I. DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU VÀ ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

1. Khái niệm dòng điện xoay chiều và điện áp xoay chiều



Hình 4.1. Sơ đồ một đoạn mạch điện xoay chiều

Xét một đoạn mạch tiêu thụ điện như Hình 4.1, giữa hai đầu đoạn mạch có một hiệu điện thế biến thiên theo thời gian theo định luật dạng sin hay cosin, được gọi là *hiệu điện thế xoay chiều* hay *điện áp xoay chiều*. Trong đoạn mạch xuất hiện dòng điện có cường độ biến thiên theo thời gian theo định luật dạng sin hay cosin. Dòng điện này được gọi là *dòng điện xoay chiều hình sin*, gọi tắt là *dòng điện xoay chiều*.

2. Chu kì, tần số, giá trị cực đại của cường độ dòng điện và điện áp xoay chiều

Dạng tổng quát của điện áp xoay chiều giữa hai đầu một đoạn mạch và cường độ dòng điện xoay chiều qua nó là

$$u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u) \quad (4.1)$$

$$i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i) \quad (4.2)$$

Trong công thức (4.1) và (4.2):

+ u là điện áp tức thời giữa hai đầu đoạn mạch ở thời điểm t , đơn vị đo là vôn (V).

+ i là cường độ dòng điện tức thời chạy qua đoạn mạch ở thời điểm t , đơn vị đo là ampe (A).

+ U_0 và I_0 lần lượt là giá trị cực đại của điện áp và giá trị cực đại của cường độ dòng điện.

+ ω được gọi là *tần số góc*, $T = \frac{2\pi}{\omega}$ là *chu kỳ* và $f = \frac{\omega}{2\pi}$ là *tần số* của điện áp và cường độ dòng điện.

+ $(\omega t + \varphi_u)$ và $(\omega t + \varphi_i)$ lần lượt được gọi là pha của *điện áp* u và pha của cường độ dòng điện i , với φ_u và φ_i là *pha ban đầu* tương ứng.

Đại lượng

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i \quad (4.3)$$

được gọi là *độ lệch pha* của điện áp so với cường độ dòng điện.

- Nếu $\varphi > 0$ thì điện áp sớm pha so với cường độ dòng điện.
- Nếu $\varphi < 0$ thì điện áp muộn (trễ) pha so với cường độ dòng điện.
- Nếu $\varphi = 0$ thì điện áp đồng pha với cường độ dòng điện.

3. Giá trị hiệu dụng

Thực nghiệm chứng tỏ rằng dòng điện xoay chiều cũng có tác dụng nhiệt như dòng điện không đổi. Khi cho dòng điện xoay chiều chạy qua một dây dẫn có điện trở R thì dây dẫn nóng lên, tức là có nhiệt lượng toả ra ở dây dẫn. Nhiệt lượng này bằng năng lượng tiêu thụ ở điện trở R .

Nếu cho dòng điện không đổi có cường độ I và dòng điện xoay chiều có cường độ là $\frac{I_0}{\sqrt{2}}$ lần lượt đi qua cùng một điện trở R thì sau một khoảng thời gian bằng nhau đủ dài, nhiệt lượng toả ra trong hai trường hợp này là bằng nhau.

Giá trị

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \quad (4.4)$$

được gọi là *cường độ hiệu dụng* của dòng điện xoay chiều.



1. Hệ thống điện xoay chiều ở nước ta có tần số bằng bao nhiêu hertz?



2. Trên một bóng đèn sợi đốt có ghi 220 V – 100 W. 220 V là giá trị hiệu dụng hay giá trị cực đại?

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

Người ta cũng sử dụng giá trị hiệu dụng của điện áp xoay chiều là

$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} \quad (4.5)$$

và của suất điện động xoay chiều là

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{2}} \quad (4.6)$$

với E_0 là giá trị cực đại của suất điện động xoay chiều.

Các số liệu ghi trên các thiết bị điện đều là các giá trị hiệu dụng. Khi sử dụng giá trị hiệu dụng, nhiều công thức đối với dòng điện xoay chiều có cùng dạng như các công thức tương ứng của dòng điện không đổi. Ví dụ, nếu giữa hai đầu điện trở R có một điện áp hiệu dụng U thì cường độ dòng điện hiệu dụng I và công suất toả nhiệt \mathcal{P} ở R được tính bằng:

$$I = \frac{U}{R} \text{ và } \mathcal{P} = RI^2. \quad (4.7)$$

II. PHƯƠNG PHÁP TẠO RA DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

1. Nguyên tắc tạo ra dòng điện xoay chiều

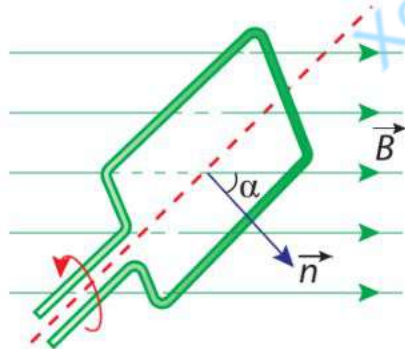
Nguyên tắc tạo ra dòng điện xoay chiều dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Khi từ thông qua một khung dây dẫn biến thiên điều hoà, trong khung dây xuất hiện một suất điện động cảm ứng cũng biến thiên điều hoà.

Cho một khung dây dẫn phẳng có diện tích S quay đều với tốc độ góc ω quanh một trục vuông góc với các đường sức của một từ trường đều có cảm ứng từ \vec{B} (Hình 4.2). Theo định luật cảm ứng điện từ, trong khung dây xuất hiện một suất điện động cảm ứng xoay chiều.

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

trong đó, $T = \frac{2\pi}{\omega}$ là chu kì, $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$ là tần số, φ_0 là pha ban đầu và E_0 là giá trị cực đại của suất điện động; nếu khung

dây dẫn có N vòng thì $E_0 = NBS\omega$.



Hình 4.2. Khung dây dẫn quay trong từ trường đều

Nếu khung dây kín thì trong khung dây có dòng điện xoay chiều. Dây cũng là nguyên lí hoạt động của máy phát điện xoay chiều. Trong thực tế, có hai cách tạo ra suất điện động xoay chiều thường dùng trong các máy phát điện.

+ Từ trường cố định, các cuộn dây của máy phát quay trong từ trường.

+ Từ trường quay, các cuộn dây của máy phát được đặt cố định.

2. Máy phát điện xoay chiều một pha

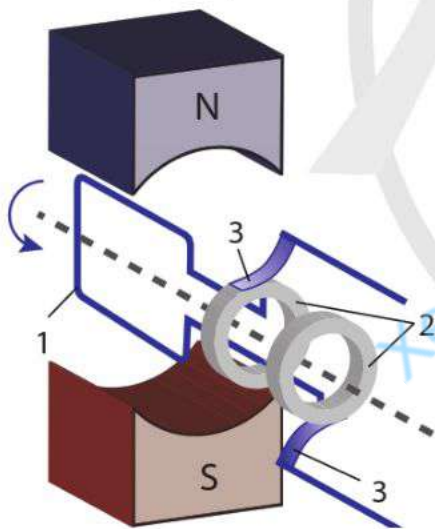
Cấu tạo

Mỗi máy phát điện xoay chiều đều có hai bộ phận chính là phần cảm và phần ứng.

+ Phần cảm là nam châm điện hoặc nam châm vĩnh cửu. Phần này tạo ra từ trường.

+ Phần ứng là những cuộn dây, trong đó xuất hiện suất điện động cảm ứng khi máy hoạt động.

Một trong hai phần được đặt cố định, phần còn lại quay quanh một trục. Phần cố định được gọi là stato, phần quay là rotato (rôto).



- 1) Khung dây
- 2) Vành khuyên
- 3) Thanh quét

Hình 4.3. Sơ đồ cấu tạo của máy phát điện xoay chiều một pha có phần ứng quay, phần cảm cố định

Hoạt động

Các máy phát điện xoay chiều một pha có thể hoạt động theo hai cách.

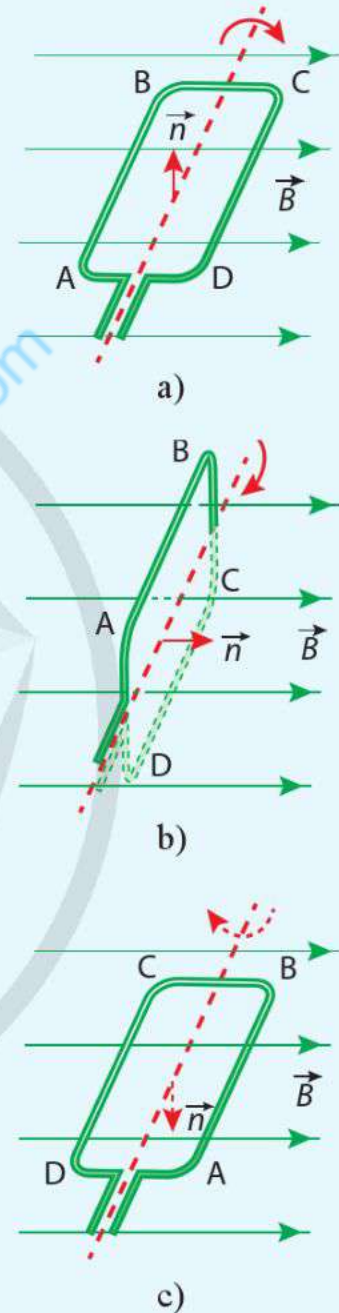
+ *Phần ứng quay, phần cảm cố định*

Các máy hoạt động theo cách này có stato là nam châm đặt cố định, rotato là khung dây quay quanh một trục trong từ trường tạo bởi stato.

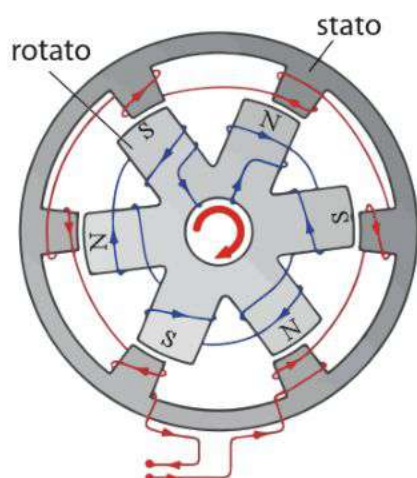
Để dẫn dòng điện ra mạch ngoài, người ta dùng hai vành khuyên đặt đồng trục và cùng quay với khung dây (Hình 4.3).



3. Trên Hình 4.4, khung dây ở vị trí nào thì từ thông qua khung dây có trị số nhỏ nhất, lớn nhất?



Hình 4.4. Ba vị trí khung dây quay trong từ trường đều



Hình 4.5. Sơ đồ cấu tạo của máy phát điện xoay chiều một pha có phần cảm quay, phản ứng cố định

Mỗi vành khuyên có một thanh quét ép sát. Khi khung dây quay, hai vành khuyên trượt trên hai thanh quét, dòng điện truyền từ khung dây qua hai thanh quét ra mạch ngoài.

+ *Phần cảm quay, phản ứng cố định*

Các máy hoạt động theo cách này có rotato là nam châm, thường là nam châm điện với từ trường được tạo bởi dòng điện một chiều. Các cuộn dây của rotato có lõi sắt và xếp thành vòng tròn, quay quanh trục qua tâm vòng tròn.

Stato của máy gồm nhiều cuộn dây có lõi sắt, được sắp xếp cách đều nhau thành một vòng tròn (Hình 4.5).

III. SỬ DỤNG DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

1. Tác dụng và ứng dụng của dòng điện xoay chiều

Cũng như dòng điện không đổi, dòng điện xoay chiều cũng có tác dụng phát sáng, tác dụng nhiệt, tác dụng từ, tác dụng hoá học, tác dụng sinh lí.

Ngoài tác dụng nhiệt và tác dụng phát sáng, tác dụng từ của dòng điện xoay chiều được ứng dụng rộng rãi trong khoa học, kĩ thuật và đời sống, là cơ sở để chế tạo các loại động cơ điện.

Cơ thể người và các động vật nói chung đều dẫn điện. Khi có dòng điện qua cơ thể thì gây ra tác dụng sinh lí ở các mức độ khác nhau. Dòng điện phù hợp được sử dụng trong cấp cứu và chữa bệnh. Tuy vậy, dòng điện xoay chiều cũng có thể gây nguy hiểm cho cơ thể, thậm chí có thể gây chết người khi bị điện giật.

Hệ thống lưới điện quốc gia của nước ta là hệ thống lưới điện xoay chiều. Dòng điện được dùng trong các gia đình, công sở, nhà máy, trường học, bệnh viện, ... chủ yếu là dòng điện xoay chiều.

Trong những ứng dụng cần dùng dòng điện một chiều, ta cũng dễ dàng chuyển đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều.

Một lí do quan trọng để dòng điện xoay chiều được dùng rộng rãi là điện áp xoay chiều có thể thay đổi được rất linh

?

4. Mô hình máy phát điện ở Hình 4.4 hay ở Hình 4.5 có ưu thế hơn khi phát công suất điện lớn? Phân tích một nguyên nhân để chứng minh đánh giá của bạn.

hoạt nhờ máy biến áp. Điều đó tạo thuận tiện cho việc sử dụng dòng điện xoay chiều ở các điện áp có trị số khác nhau, ví dụ như trong việc truyền tải điện đi xa.

Khi cần truyền tải điện đi xa thì việc làm giảm hao phí điện trên đường dây có lợi ích lớn. Công suất hao phí năng lượng điện khi truyền tải điện đi xa được tính theo công thức:

$$\mathcal{P}_{hp} = r I^2 = r \left(\frac{\mathcal{P}_{phát}}{U} \right)^2$$

Từ công thức trên ta thấy, khi điện trở r của dây dẫn và công suất $\mathcal{P}_{phát}$ của máy phát không đổi, chỉ cần tăng điện áp U của dòng điện khi truyền tải điện thì sẽ giảm đáng kể công suất hao phí \mathcal{P}_{hp} trên đường dây.

2. Tuân thủ quy tắc an toàn khi sử dụng dòng điện xoay chiều

Để đảm bảo an toàn khi sử dụng điện xoay chiều, cần tuân thủ những quy tắc an toàn điện dưới đây:

- + Lắp đặt thiết bị đóng ngắt điện (cầu dao hay aptomat) đúng cách để ngắt dòng điện khi có chập điện hay quá tải.
- + Lựa chọn thiết bị đóng/ngắt điện phù hợp với công suất sử dụng.
- + Nơi lắp đặt cầu dao, cầu chì, công tắc, ổ điện phải ở những vị trí cao, khô ráo, thuận tiện.
- + Giữ khoảng cách an toàn với những khu vực có điện áp cao.
- + Nối đất vỏ kim loại cho các thiết bị điện (máy giặt, tủ lạnh, bếp điện,...).
- + Thường xuyên kiểm tra các thiết bị, đường dây điện, thiết bị đóng ngắt bảo vệ điện trong nhà để phòng tránh các sự cố giật điện, cháy nổ,...
- + Khi nhà bị ngập hoặc bị mưa bão làm tốc mái, cần ngắt cầu dao điện để đảm bảo an toàn.



1. Lấy ví dụ về tác dụng phát sáng, tác dụng nhiệt, tác dụng từ, tác dụng hoá học, tác dụng sinh lí của dòng điện xoay chiều.



2. Tìm hiểu thông tin và thảo luận để nêu được một số ứng dụng của dòng điện xoay chiều trong cuộc sống.



5. Biển báo ở Hình 4.6 cảnh báo điều gì?



Hình 4.6



3. Thảo luận với bạn về tác dụng của những quy tắc an toàn điện và tác hại nếu không tuân thủ những quy tắc này.



Hiện nay, hệ thống lưới điện xoay chiều được dùng phổ biến trên khắp thế giới. Có ý kiến cho rằng, những phát triển mới trong công nghệ đang làm cho việc biến đổi hiệu điện thế một chiều ở hiệu điện thế thấp thành hiệu điện thế cao ngày càng trở nên dễ dàng hơn. Trong tương lai, việc lấy năng lượng từ Mặt Trời để phát điện sẽ trở thành thông dụng. Khi đó, hệ thống lưới điện một chiều sẽ phát triển và có thể thay thế lưới điện xoay chiều.

Hãy đánh giá ý kiến trên.



- Nguyên tắc hoạt động của các loại máy phát điện xoay chiều dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ: Khi từ thông qua một khung dây biến thiên điều hoà, trong khung dây xuất hiện một suất điện động cảm ứng xoay chiều.
- Các máy phát điện xoay chiều đều có hai bộ phận chính là phần ứng và phần cảm.
- Công thức tổng quát của điện áp xoay chiều giữa hai đầu một đoạn mạch là

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

Công thức tổng quát của cường độ dòng điện xoay chiều trong đoạn mạch là

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

Độ lệch pha của điện áp so với cường độ dòng điện là

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i$$

- Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều là

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

- Giá trị hiệu dụng của điện áp xoay chiều là

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

- Giá trị hiệu dụng của suất điện động xoay chiều là

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

- Cường độ dòng điện hiệu dụng I chạy qua điện trở R là

$$I = \frac{U}{R}$$

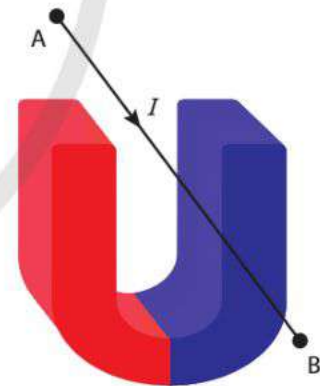
- Công suất toả nhiệt ở điện trở R là

$$\mathcal{P} = RI^2$$

- Để đảm bảo an toàn, cần tuân thủ những quy tắc an toàn điện.

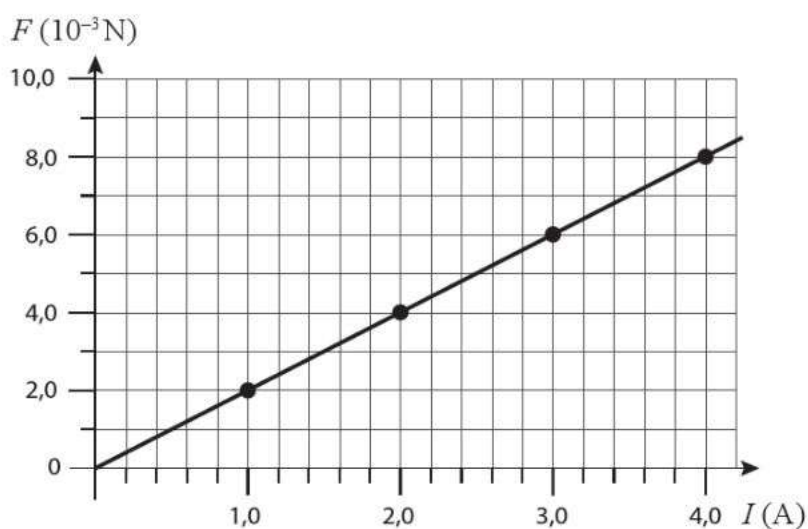
BÀI TẬP CHỦ ĐỀ 3

- Phát biểu nào sau đây là **sai**?
 - Tương tác giữa dòng điện với dòng điện là tương tác từ.
 - Cảm ứng từ đặc trưng cho từ trường về mặt gây ra lực từ.
 - Các đường sức của từ trường đều có thể là các đường cong cách đều nhau.
 - Các đường mật sắt của từ phổ cho biết hình dạng các đường sức từ.
- Lực từ tác dụng lên một đoạn dây có dòng điện đặt trong từ trường đều **không** tỉ lệ với đại lượng nào sau đây?
 - Cường độ dòng điện trong đoạn dây.
 - Chiều dài của đoạn dây.
 - Góc hợp bởi đoạn dây và đường sức từ.
 - Cảm ứng từ tại điểm đặt đoạn dây.
- Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều
 - được xác định dựa trên tác dụng nhiệt của dòng điện.
 - chỉ được đo bằng các ampe kế một chiều.
 - bằng giá trị trung bình của cường độ dòng điện chia cho $\sqrt{2}$.
 - bằng giá trị cực đại của cường độ dòng điện chia cho 2.
- Vẽ đường sức của từ trường được tạo ra bởi dòng điện thẳng dài có phương vuông góc với mặt phẳng trang giấy và có chiều đi từ trước ra sau trang giấy.
- Một đoạn dây dẫn AB có dòng điện chạy qua được đặt cố định trong từ trường đều như Hình 1. Tìm hướng của lực từ tác dụng lên dây dẫn.
- Một đoạn dây dẫn mang dòng điện có cường độ 5,2 A nằm trong một từ trường đều và vuông góc với cảm ứng từ \vec{B} . Biết \vec{B} có độ lớn là 19 mT và lực tác dụng lên dây có độ lớn $1,2 \cdot 10^{-2}$ N. Tìm chiều dài của đoạn dây dẫn nằm trong từ trường.
- Một dây dẫn có chiều dài 0,71 m mang dòng điện cường độ 4,1 A tạo với từ trường đều góc 32° . Từ trường tác dụng lên dây dẫn một lực có độ lớn 0,17 N. Tính độ lớn cảm ứng từ.



Hình 1

8. Một học sinh làm thí nghiệm đo cảm ứng từ B với bộ dụng cụ như ở Hình 2.6 trang 62 ($l = 10\text{ cm}$) và thu được kết quả như đồ thị ở Hình 2. Sử dụng đồ thị, ước tính giá trị của B .



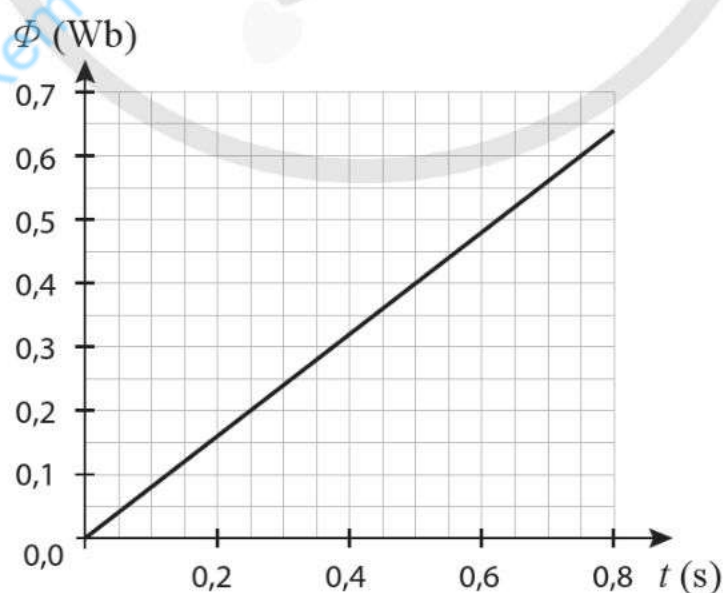
Hình 2

9. Một khung dây hình vuông có cạnh dài 4,5 cm được đặt trong một từ trường đều có độ lớn cảm ứng từ $B = 0,92\text{ T}$, mặt phẳng khung dây vuông góc với cảm ứng từ. Tìm từ thông qua khung dây.

10. Một khung dây có diện tích là $0,33\text{ m}^2$, mặt phẳng khung dây vuông góc với cảm ứng từ có độ lớn $B = 0,15\text{ T}$. Biết từ thông qua mặt khung dây là $4,0\text{ Wb}$. Tính số vòng của khung dây.

11. Một khung dây có 75 vòng và diện tích là 12 cm^2 được đặt trong từ trường của nam châm điện. Biết độ lớn cảm ứng từ tăng đều từ $0,15\text{ T}$ lên $1,5\text{ T}$ trong $0,20$ giây. Biết mặt phẳng khung dây vuông góc với các đường sức từ của từ trường. Tính suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung dây.

12. Một khung dây được đặt trong từ trường đều có độ lớn cảm ứng từ là B . Hình 3 biểu diễn từ thông qua khung dây theo thời gian. Tính độ lớn của suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung dây.



Hình 3

CHỦ ĐỀ
4

VẬT LÝ HẠT NHÂN

Nguyên tử được cấu tạo bởi các electron và hạt nhân. Trong chủ đề này, chúng ta tìm hiểu về cấu tạo và các đặc điểm của hạt nhân nguyên tử. Chúng ta cũng sẽ tìm hiểu về các phản ứng phân hạch, nhiệt hạch và phân rã phóng xạ. Các quá trình biến đổi hạt nhân này là cơ sở cho nhiều ứng dụng quan trọng của các ngành công nghiệp hạt nhân trong cuộc sống.

1. Cấu trúc hạt nhân

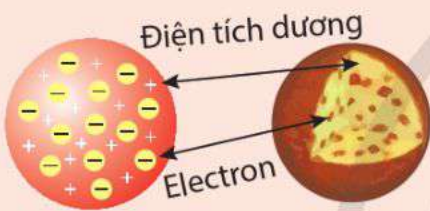
2. Năng lượng hạt nhân

3. Phóng xạ

1 CẤU TRÚC HẠT NHÂN

Học xong bài học này, bạn có thể

- Rút ra được sự tồn tại và đánh giá được kích thước của hạt nhân từ phân tích kết quả thí nghiệm tán xạ hạt α .
- Biểu diễn được kí hiệu hạt nhân của nguyên tử bằng số nucleon và số proton.
- Mô tả được mô hình đơn giản của nguyên tử gồm proton, neutron và electron.



Hình 1.1. Mô hình nguyên tử bánh mận của J. J. Thomson

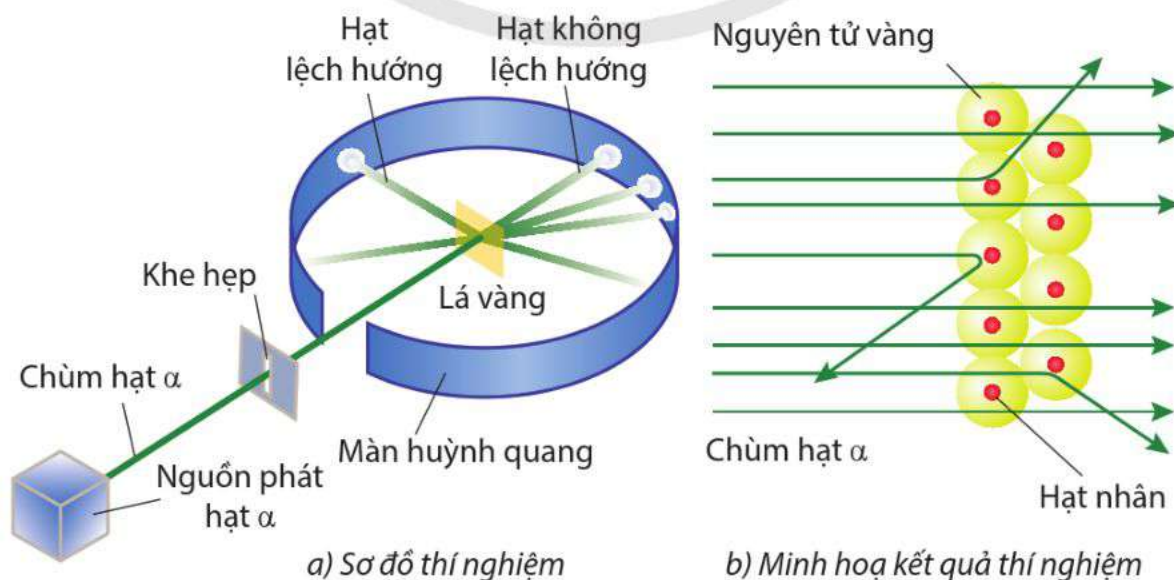
Vào đầu những năm 1900, các nhà khoa học đã khám phá ra rằng nguyên tử có dạng hình cầu và trung hoà về điện với điện tích âm là các hạt electron. Nhưng người ta chưa biết điện tích dương được phân bố thế nào trong hình cầu nguyên tử.

Năm 1904, Joseph John Thomson (Giô-dép Giôn Tôm-xơn) đã đề xuất một mô hình nguyên tử được gọi là *mô hình nguyên tử bánh mận* (Plum Pudding Atomic Model). Theo mô hình này các electron nằm rải rác trong một hình cầu tích điện dương giống như các quả mận nằm rải rác trong cái bánh (Hình 1.1).

Người ta đã kiểm chứng mô hình nguyên tử của Thomson như thế nào?

I. PHÁT HIỆN RA HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

1. Thí nghiệm tán xạ hạt α



Hình 1.2. Thí nghiệm tán xạ hạt α

Để kiểm chứng mô hình nguyên tử của Thomson, Ernest Rutherford (E-nốt Rơ-dơ-pho) đã đề xuất thí nghiệm bắn các hạt α vào một lá vàng mỏng (Hình 1.2a). Trong thí nghiệm này, Rutherford sử dụng các lá vàng có độ dày chỉ khoảng 10^{-6} m. Các hạt α có khối lượng bằng 7300 lần khối lượng hạt electron và mang điện tích $+2e$. Do đó, nếu theo mô hình nguyên tử của Thomson thì tất cả các hạt α sẽ xuyên qua lớp mỏng mang điện tích dương của nguyên tử.

Tuy nhiên, kết quả thí nghiệm thực tế cho thấy, sau khi được bắn vào lá vàng mỏng, hầu hết các hạt α đi thẳng nhưng có một số hạt bị lệch so với hướng truyền ban đầu (bị tán xạ) với các góc lệch khác nhau. Trong đó, có những hạt α bị lệch ở góc lớn hơn 90° (Hình 1.2b). Thí nghiệm này được gọi là thí nghiệm tán xạ hạt α .

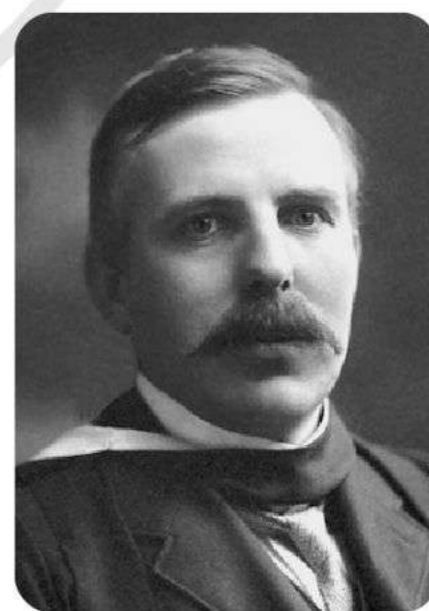
Từ đó, Rutherford kết luận rằng điện tích dương của nguyên tử tập trung trong một thể tích nhỏ ở tâm mà ông gọi là hạt nhân. Khối lượng của nguyên tử cũng tập trung chủ yếu ở hạt nhân và phần lớn thể tích nguyên tử là không gian trống rỗng. Phân tích các số liệu thí nghiệm, Rutherford rút ra được: đường kính của các hạt nhân nhỏ hơn đường kính của nguyên tử cỡ 10^4 lần, nghĩa là đường kính hạt nhân cỡ khoảng 10^{-14} m.

2. Mô hình đơn giản của nguyên tử

Sau khám phá của Rutherford, mô hình nguyên tử có hạt nhân nhanh chóng được chấp nhận rộng rãi. Ngay sau đó, hạt proton nằm trong hạt nhân cũng được phát hiện. Đó là hạt có điện tích $+e$ (cùng độ lớn nhưng trái dấu với điện tích hạt electron). Vì nguyên tử trung hoà về điện nên số proton trong hạt nhân bằng số electron của nguyên tử. Tuy vậy, tổng khối lượng của các hạt proton vẫn nhỏ hơn đáng kể so với khối lượng của hạt nhân. Sự chênh lệch khối lượng này đã được giải thích vào năm 1932, sau khi các nhà khoa học phát hiện ra sự tồn tại của một loại hạt khác trong hạt nhân, đó là hạt neutron. Neutron có khối lượng gần bằng khối lượng proton nhưng trung hoà về điện. Như vậy, ta có thể mô tả một mô hình đơn giản của nguyên tử như trong Hình 1.4.



1. Bằng chứng cụ thể nào trong thí nghiệm tán xạ hạt α của Rutherford chứng tỏ hạt nhân có kích thước rất nhỏ nhưng tập trung toàn bộ điện tích dương và phần lớn khối lượng của nguyên tử?



Hình 1.3. Ernest Rutherford (1871 – 1937)

Bạn có biết

Xét hạt α (có điện tích Q_α) chuyển động về phía hạt nhân vàng (có điện tích Q_n) theo đường thẳng nối tâm của hai hạt. Khi được phóng ra khỏi nguồn ở xa hạt nhân, hạt α có tốc độ v . Khi đến gần hạt nhân nhất, cách hạt nhân một khoảng cách b , rồi dừng lại, toàn bộ động năng $\frac{1}{2}mv^2$ của hạt α sẽ chuyển thành thế năng trong điện trường tại vị trí đó.

Rutherford sử dụng công

$$\text{thức } W_t = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_\alpha Q_n}{b}$$

để tính thế năng này.

Do đó:

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_\alpha Q_n}{b}$$

$$\rightarrow b = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2Q_\alpha Q_n}{mv^2}$$

Biết: khối lượng, điện tích và tốc độ của hạt α lần lượt là $m = 6,6 \cdot 10^{-27}$ kg, $Q_\alpha = 2,16 \cdot 10^{-19}$ C và $v = 2,0 \cdot 10^7$ m/s; điện tích hạt nhân vàng là $Q_n = 79,16 \cdot 10^{-19}$ C;

Ta có:

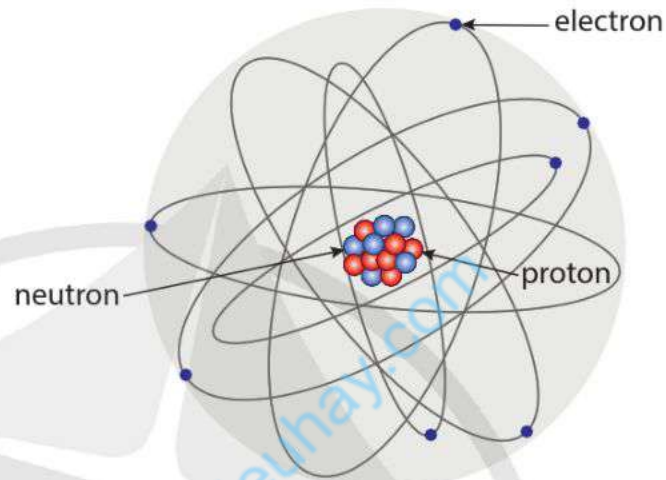
$$b = 2,8 \cdot 10^{-14} \text{ m}$$

Như vậy, bán kính hạt nhân cần nhỏ hơn giá trị b này. Các thí nghiệm và phép tính chính xác hơn sau đó xác nhận giá trị của bán kính hạt nhân cỡ $7,3 \cdot 10^{-15}$ m.

• Nguyên tử gồm hạt nhân ở giữa mang điện tích dương và các electron chuyển động quanh hạt nhân.

• Hạt nhân gồm các proton và neutron. Số proton trong hạt nhân bằng số electron của nguyên tử.

Trong tất cả các nguyên tố, chỉ có một loại nguyên tử của hydrogen (H) được tạo nên bởi electron và proton (không có neutron).



Hình 1.4. Mô hình đơn giản của nguyên tử (kích thước hạt nhân và kích thước nguyên tử vẽ không theo đúng tỉ lệ)

II. CẤU TRÚC HẠT NHÂN

1. Cấu tạo hạt nhân

Hạt nhân được tạo thành bởi hai loại hạt là proton và neutron, hai loại hạt này được gọi chung là nucleon.

Hạt	Điện tích	Khối lượng
Proton (p)	+e	$1,67262 \cdot 10^{-27}$ kg
Neutron (n)	0	$1,67493 \cdot 10^{-27}$ kg

Số proton trong hạt nhân nguyên tử bằng số điện tích nguyên tố của hạt nhân đó, kí hiệu là Z . Ví dụ, hạt nhân lithium có 3 proton nên điện tích của nó là $+3e$. Z cũng chính là số thứ tự của nguyên tố trong bảng tuần hoàn; Z được gọi là số hiệu nguyên tử.

Tổng số nucleon trong hạt nhân được gọi là số khối, kí hiệu là A . Như vậy, số neutron trong hạt nhân là:

$$N = A - Z$$

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

Ví dụ, ${}^7_3\text{Li}$ là kí hiệu của hạt nhân lithium gồm có 3 proton ($Z = 3$) và 4 neutron ($N = 4$).

Các hạt nhân đồng vị là những hạt nhân có cùng số proton Z nhưng khác số neutron N và do đó, khác số nucleon A .

Hình 1.5 biểu diễn ba hạt nhân đồng vị của nguyên tố hydrogen:

- Hydrogen thường ${}^1_1\text{H}$ chiếm khoảng 99,99% hydrogen trong tự nhiên.
- Hydrogen nặng ${}^2_1\text{H}$, còn được gọi là deuterium ${}^2_1\text{D}$, chiếm khoảng 0,01% hydrogen trong tự nhiên.
- Hydrogen siêu nặng ${}^3_1\text{H}$, còn được gọi là tritium ${}^3_1\text{T}$, là đồng vị không bền và chiếm tỉ lệ rất ít trong hydrogen tự nhiên.

2. Kích thước và khối lượng hạt nhân

Trong nguyên tử, hạt nhân có đường kính cỡ 10^{-14} m và là nơi tập trung phần lớn khối lượng của nguyên tử.

Để thuận tiện cho việc tính khối lượng hạt nhân và khối lượng nguyên tử, người ta sử dụng đơn vị khối lượng nguyên tử (atomic mass unit), kí hiệu là amu (viết tắt là u).

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

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

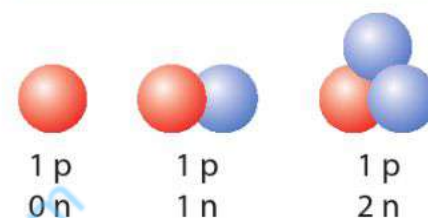
Bảng 1.1. Khối lượng của các nucleon và hạt nhân tính theo amu

Proton	Neutron	Helium (${}^4_2\text{He}$)	Uranium (${}^{235}_{92}\text{U}$)
1,00728	1,00866	4,00151	234,99346

Mỗi nucleon có khối lượng xấp xỉ 1 amu. Do đó hạt nhân có A nucleon sẽ có khối lượng xấp xỉ là A amu.



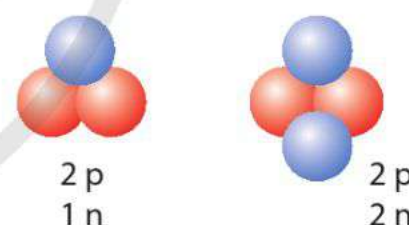
1. Hạt nhân ${}^{67}_{30}\text{Zn}$ có bao nhiêu nucleon, bao nhiêu proton và bao nhiêu neutron?
2. Xác định điện tích của hạt nhân ${}^{67}_{30}\text{Zn}$.



Hình 1.5. Ba hạt nhân đồng vị của nguyên tố hydrogen



3. Helium có hai đồng vị mà hạt nhân được biểu diễn như Hình 1.6. Viết kí hiệu hạt nhân của hai đồng vị helium đó.



Hình 1.6. Hai hạt nhân đồng vị của nguyên tố helium



Hầu hết các nguyên tố đều có nhiều đồng vị. Khối lượng nguyên tử của nguyên tố trong bảng tuần hoàn là khối lượng trung bình của các nguyên tử đồng vị có trong tự nhiên. Nguyên tố chlorine (Cl) có hai đồng vị bền là:

- $^{35}_{17}\text{Cl}$ có khối lượng nguyên tử $m = 34,96885$ u và chiếm 75,77% chlorine trong tự nhiên.
- $^{37}_{17}\text{Cl}$ có khối lượng nguyên tử $m = 36,96590$ u và chiếm 24,23% chlorine trong tự nhiên.

Tính khối lượng nguyên tử trung bình của nguyên tố chlorine.

Tìm hiểu thêm

Nhiều thí nghiệm chứng tỏ rằng hạt nhân (được giả thiết là hình cầu) có bán kính R được cho bởi công thức:

$$R = R_0 A^{1/3} \quad (1.1)$$

Với A là số khối của hạt nhân và $R_0 = 1,2 \cdot 10^{-15}$ m.

Do đó, thể tích của hạt nhân được tính theo công thức:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi R_0^3 A \quad (1.2)$$

Công thức (1.2) cho thấy, thể tích hạt nhân tỉ lệ thuận với số khối A .

Biết rằng, khối lượng của mỗi hạt nhân tính theo đơn vị amu xấp xỉ số khối A của nó.

Hãy tính khối lượng riêng của hạt nhân để chứng tỏ rằng hầu hết các hạt nhân đều có khối lượng riêng giống nhau.

So sánh khối lượng riêng của hạt nhân với khối lượng riêng của vàng ($1,93 \cdot 10^4$ kg/m³).



- ➔ Thí nghiệm tán xạ hạt α đã cung cấp bằng chứng cho sự tồn tại của hạt nhân. Hạt nhân mang điện tích dương, có đường kính cỡ 10^{-14} m, nằm tại tâm của nguyên tử và tập trung gần như toàn bộ khối lượng nguyên tử.
- ➔ Hạt nhân cấu tạo gồm A nucleon, trong đó có Z proton và $N = A - Z$ neutron.
- ➔ Kí hiệu hạt nhân: $^A_Z X$
- ➔ Đơn vị khối lượng nguyên tử được kí hiệu là amu (viết tắt là u):

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

2 NĂNG LƯỢNG HẠT NHÂN

Học xong bài học này, bạn có thể

- ⇒ Thảo luận hệ thức $E = mc^2$, nêu được liên hệ giữa khối lượng và năng lượng.
- ⇒ Nêu được mối liên hệ giữa năng lượng liên kết riêng và độ bền vững của hạt nhân.
- ⇒ Nêu được sự phân hạch và sự tổng hợp hạt nhân.
- ⇒ Thảo luận để đánh giá được vai trò của một số ngành công nghiệp hạt nhân trong đời sống.



Các proton mang điện tích dương nên đẩy nhau theo định luật Coulomb. Nguyên nhân nào khiến các proton và neutron vẫn có thể liên kết chặt chẽ với nhau trong hạt nhân?

I. NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT HẠT NHÂN

Các nucleon trong hạt nhân hút nhau bằng các lực rất mạnh gọi là *lực hạt nhân*. Các lực này chỉ phát huy tác dụng trong phạm vi kích thước hạt nhân (10^{-14} m). Ở ngoài phạm vi này, lực hạt nhân giảm nhanh xuống không.

Muốn tách nucleon ra khỏi hạt nhân, cần cung cấp năng lượng để thắng lực hạt nhân.

1. Độ hụt khối

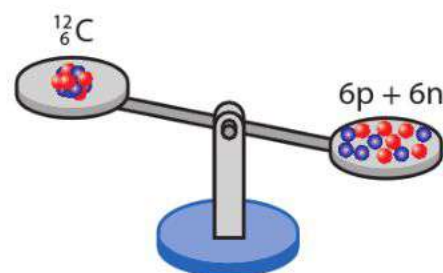
Các phép đo đã chứng tỏ rằng, *khối lượng của hạt nhân A_ZX bao giờ cũng nhỏ hơn tổng khối lượng của các nucleon tạo thành hạt nhân đó.*

Độ chênh lệch giữa hai khối lượng đó được gọi là *độ hụt khối* của hạt nhân, kí hiệu là Δm :

độ hụt khối = tổng khối lượng các nucleon – khối lượng hạt nhân

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_X \quad (2.1)$$

Trong đó: m_p là khối lượng hạt proton;
 m_n là khối lượng hạt neutron;
 m_X là khối lượng hạt nhân A_ZX .



Hình 2.1. Minh họa khối lượng hạt nhân luôn nhỏ hơn tổng khối lượng của các nucleon riêng lẻ



1. Cho biết khối lượng của hạt nhân $^{12}_6\text{C}$ là 11,99671 u. Sử dụng số liệu trong Bảng 1.1 trang 91, tính độ hụt khối của hạt nhân $^{12}_6\text{C}$.



1. Tính $1 \text{ MeV}/c^2$ ra đơn vị kilôgam.



2. Tính năng lượng liên kết của hạt nhân $^{12}_6\text{C}$ ra đơn vị MeV và đơn vị J.

Trong thuyết tương đối, Albert Einstein (An-be Anh-xtanh) đã chứng minh rằng, một vật có khối lượng m thì có năng lượng E và ngược lại, khi vật có năng lượng E thì nó có khối lượng tương ứng là m . Hai đại lượng này luôn tỉ lệ với nhau với hệ số tỉ lệ là c^2 (c là tốc độ ánh sáng trong chân không):

$$\text{Năng lượng} = \text{Khối lượng} \times c^2$$

$$\text{Hay} \quad E = mc^2 \quad (2.2)$$

$$c = 3.10^8 \text{ m/s}$$

Từ công thức (2.2) ta có: $m = \frac{E}{c^2}$. Từ đây ta thấy rằng khối

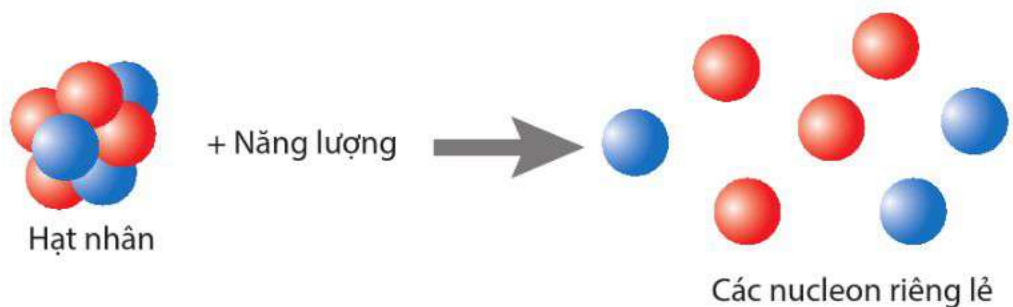
lượng còn có thể đo bằng đơn vị của năng lượng chia cho c^2 . Trong vật lý hạt nhân, năng lượng thường được đo bằng đơn vị MeV (mega electron vôn), do đó, khối lượng có thể đo bằng đơn vị MeV/c^2 . Ta có: $1 \text{ amu} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$.

2. Năng lượng liên kết hạt nhân

Xét hệ gồm Z proton và N neutron của hạt nhân ^A_ZX . Từ trạng thái 1 là A nucleon riêng lẻ để chuyển sang trạng thái 2 là hạt nhân ^A_ZX , khối lượng của hệ đã giảm đi một lượng là độ hụt khối Δm . Độ hụt khối này tương ứng với năng lượng Δmc^2 để liên kết các nucleon riêng lẻ thành hạt nhân. Năng lượng này được gọi là *năng lượng liên kết hạt nhân*:

$$E_{\text{lk}} = \Delta mc^2 = [Zm_p + (A - Z)m_n - m_X]c^2 \quad (2.3)$$

Ngược lại, muốn tách hạt nhân ^A_ZX thành các nucleon riêng lẻ, ta phải cung cấp cho hệ một năng lượng tối thiểu bằng năng lượng liên kết hạt nhân.

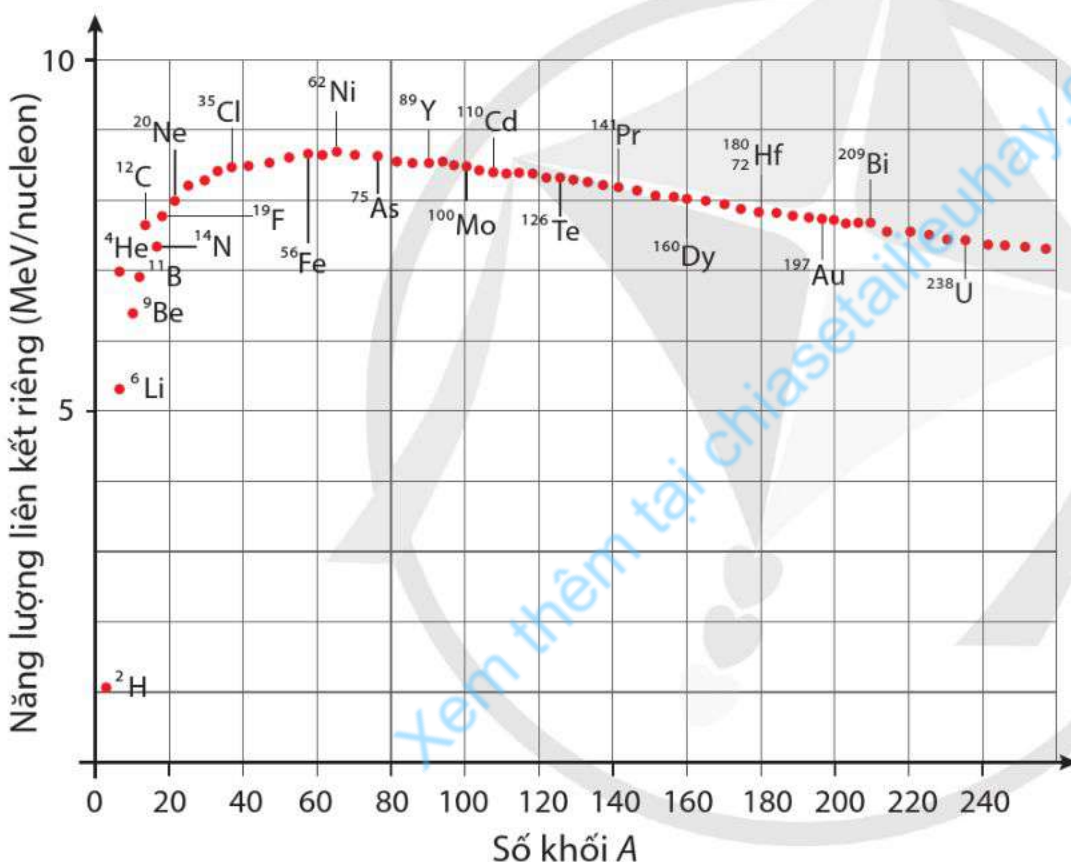


Hình 2.2. Cần cung cấp một năng lượng tối thiểu bằng năng lượng liên kết để tách hạt nhân thành các nucleon riêng lẻ

3. Năng lượng liên kết riêng

Năng lượng liên kết riêng, $E_{\text{lk}} = \frac{E_{\text{lk}}}{A}$, là năng lượng liên kết tính cho một nucleon. Năng lượng liên kết riêng đặc trưng cho độ bền vững của hạt nhân. Hạt nhân có năng lượng liên kết riêng càng lớn thì càng bền vững.

Đồ thị Hình 2.3 biểu diễn năng lượng liên kết riêng của các hạt nhân được sắp xếp theo số khối tăng dần. Đồ thị này cho thấy, các hạt nhân có số khối trung bình có năng lượng liên kết riêng lớn nhất vào cỡ 8,8 MeV/nucleon và bền vững nhất.



Hình 2.3. Đồ thị biểu diễn năng lượng liên kết riêng của các hạt nhân được sắp xếp theo số khối tăng dần

II. SỰ PHÂN HẠCH VÀ SỰ TỔNG HỢP HẠT NHÂN

Các hạt nhân “nhẹ” có số khối nhỏ và các hạt nhân “nặng” có số khối lớn thường kém bền vững. Bởi vậy, một số hạt nhân nặng có thể “vỡ” thành các hạt nhân có số khối trung bình. Trong khi đó, các hạt nhân nhẹ có thể tổng hợp lại thành các hạt nhân có số khối lớn hơn.



3. Tính năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{12}_6\text{C}$.



2. Dựa vào Hình 2.3, sắp xếp các hạt nhân sau theo thứ tự độ bền vững tăng dần:

^6_3Li , $^{12}_6\text{C}$, $^{14}_7\text{N}$, $^{20}_{10}\text{Ne}$.



4. Hạt nhân $^{56}_{26}\text{Fe}$ có năng lượng liên kết riêng bằng 8,8 MeV/nucleon là một trong những hạt nhân bền vững nhất trong tự nhiên. Tính độ hụt khối của hạt nhân này.

Tìm hiểu thêm

Ta có thể áp dụng hệ thức Einstein (2.2) để tính năng lượng toả ra của phản ứng phân hạch hạt nhân $^{235}_{92}\text{U}$ trong Hình 2.4. Trước phản ứng, tổng khối lượng các hạt là

$$m_{\text{trước}} = m_n + m_U$$

Sau phản ứng, tổng khối lượng các hạt là

$$m_{\text{sau}} = m_{\text{Kr}} + m_{\text{Ba}} + 3m_n$$

Thông qua phản ứng, khối lượng của hệ đã giảm đi một lượng là:

$$m_{\text{trước}} - m_{\text{sau}}$$

Như vậy, phản ứng đã toả ra một năng lượng là

$$E_{\text{toả}} = (m_{\text{trước}} - m_{\text{sau}})c^2$$

Cho biết khối lượng nguyên tử của các hạt trong phản ứng phân hạch Hình 2.4 như trong bảng dưới đây:

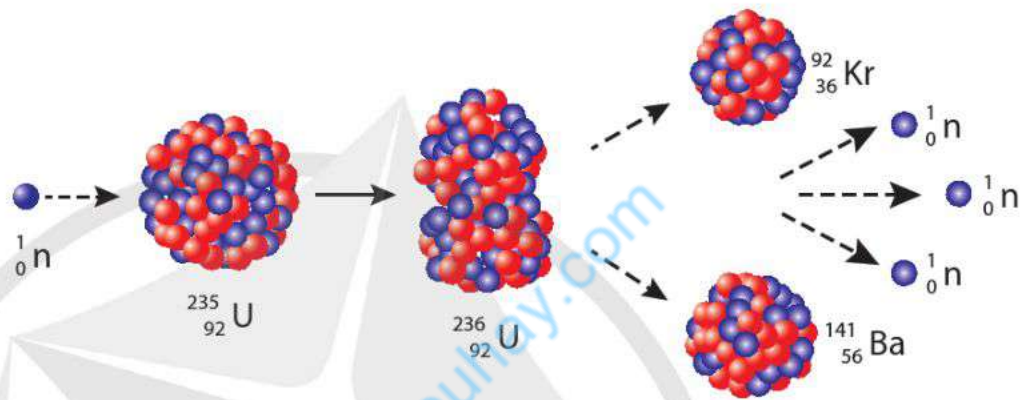
Uranium ($^{235}_{92}\text{U}$)	235,0439 u
Neutron	1,0087 u
Krypton ($^{92}_{36}\text{Kr}$)	91,9262 u
Barium ($^{141}_{56}\text{Ba}$)	140,9144 u

Tính năng lượng toả ra của phản ứng đó.

1. Sự phân hạch

Phân hạch là quá trình trong đó một hạt nhân nặng vỡ thành hai hay nhiều hạt nhẹ hơn. Các hạt này được gọi là sản phẩm phân hạch. Sự phân hạch còn được gọi là phản ứng phân hạch. Phản ứng phân hạch tự phát có thể xảy ra nhưng với xác suất rất nhỏ. Sau đây, ta xét các phản ứng phân hạch kích thích.

Hình 2.4 biểu diễn một phản ứng phân hạch kích thích của hạt nhân $^{235}_{92}\text{U}$.



Hình 2.4. Ví dụ về một phản ứng phân hạch của $^{235}_{92}\text{U}$

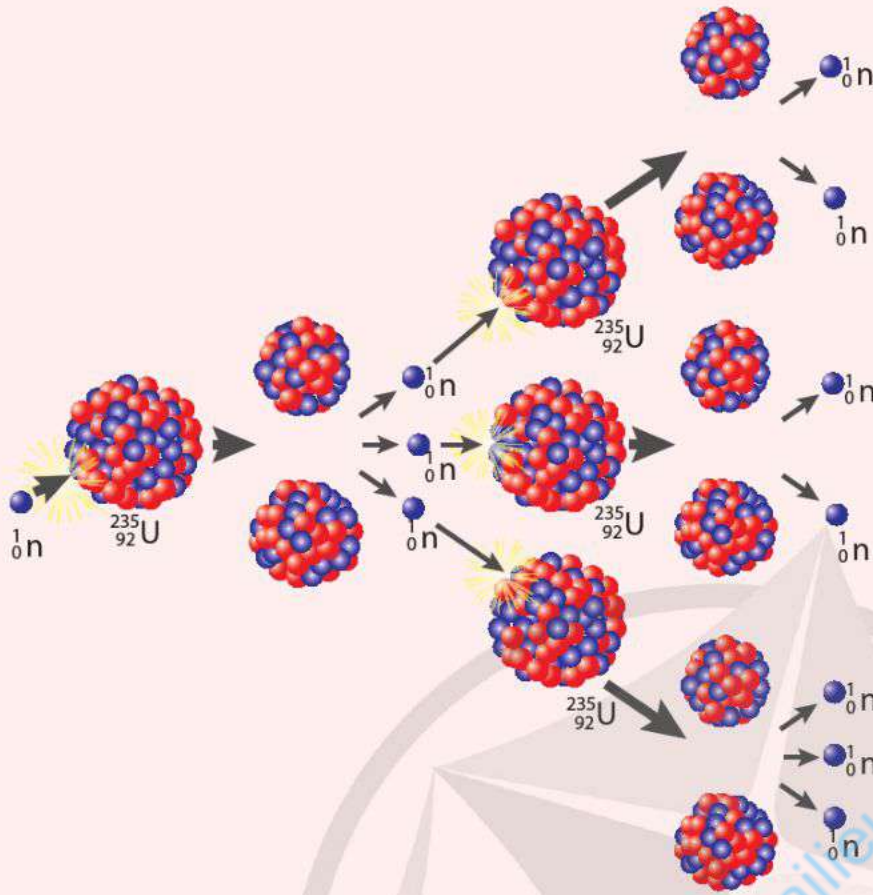
Dùng một neutron nhiệt (còn gọi là neutron chậm) có động năng cỡ 0,01 eV bắn vào hạt nhân $^{235}_{92}\text{U}$. Sau khi hấp thụ neutron nhiệt, $^{235}_{92}\text{U}$ chuyển sang trạng thái kích thích $^{236}_{92}\text{U}$. Trạng thái này không bền vững và kết quả là xảy ra quá trình phân hạch, $^{236}_{92}\text{U}$ vỡ ra thành hai hạt nhân có số khối nhỏ hơn là $^{92}_{36}\text{Kr}$ và $^{141}_{56}\text{Ba}$, kèm theo 3 neutron phát ra.

Phản ứng phân hạch của hạt nhân $^{235}_{92}\text{U}$ như trong Hình 2.4 toả ra năng lượng xấp xỉ bằng 173 MeV. Năng lượng này được gọi là năng lượng phân hạch.

5. Năng lượng toả ra khi 1,000 kg $^{235}_{92}\text{U}$ bị phân hạch hoàn toàn theo phản ứng trong Hình 2.4 tương đương với năng lượng toả ra khi đốt cháy bao nhiêu tấn than đá?

Cho biết: khối lượng mol nguyên tử của uranium là 235 g/mol; số Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ nguyên tử/mol.

Mỗi kilôgam than đá khi đốt cháy hoàn toàn toả ra $27 \cdot 10^6$ J năng lượng nhiệt.

Bạn có biết

Hình 2.5. Phản ứng phân hạch dây chuyền

1. Sự phân hạch của một hạt nhân uranium có kèm theo sự giải phóng khoảng 2 hoặc 3 neutron mới. Các neutron này lại có thể bị hấp thụ bởi các hạt nhân uranium khác ở gần đó, làm xảy ra các phân hạch tiếp theo và cứ thế, sự phân hạch tiếp diễn thành phản ứng dây chuyền. Số phân hạch tăng lên rất nhanh trong một thời gian rất ngắn và toả ra một lượng năng lượng khổng lồ. Ta gọi quá trình này là phản ứng phân hạch dây chuyền (Hình 2.5).

2. Sự tổng hợp hạt nhân

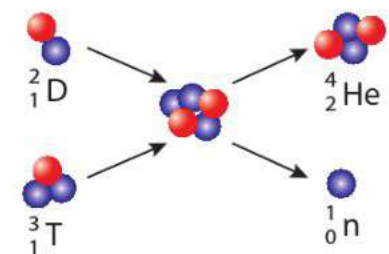
Tổng hợp hạt nhân là quá trình trong đó hai hay nhiều hạt nhân nhẹ kết hợp lại thành hạt nhân nặng hơn. Quá trình này còn được gọi là phản ứng tổng hợp hạt nhân.

Vì các hạt nhân đều mang điện tích dương, nên muốn cho hai hạt nhân nhẹ có thể kết hợp lại thành hạt nhân nặng hơn, ta phải cung cấp cho chúng một động năng đủ lớn để tiến lại gần nhau đến mức mà lực hạt nhân phát huy tác dụng, thắng lực điện và làm chúng kết hợp với nhau. Để làm được điều này, cần tạo ra hỗn hợp chất có mật độ hạt nhân đủ lớn, ở nhiệt độ rất cao (cỡ 10^8 đến 10^9 K) và duy trì trạng thái này đủ dài. 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.

Một phản ứng nhiệt hạch mô tả trong Hình 2.6 toả ra năng lượng xấp xỉ khoảng 17,6 MeV. Năng lượng này được gọi là năng lượng nhiệt hạch.

Bạn có biết

2. Phản ứng nhiệt hạch trong lòng Mặt Trời và các ngôi sao là nguồn gốc năng lượng của chúng. Hiện nay, Mặt Trời tiêu thụ khoảng 5 tỉ kilôgam hydrogen mỗi giây để tạo thành helium và toả ra lượng năng lượng khổng lồ.



Hình 2.6. Một phản ứng tổng hợp hạt nhân



6. Arktika là tàu phá băng chạy bằng năng lượng hạt nhân của Nga. Với chiều dài 173 m, cao 15 m, tàu được trang bị hai lò phản ứng hạt nhân, mỗi lò có công suất 175 MW, giúp tàu phá lớp băng dày đến 3 m.

Nếu lò phản ứng này sử dụng năng lượng từ sự phân hạch của $^{235}_{92}\text{U}$, mỗi phân hạch sinh ra trung bình 2,03 MeV; tính khối lượng $^{235}_{92}\text{U}$ mà lò phản ứng tiêu thụ trong 1 ngày. Cho số Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ nguyên tử/mol và khối lượng mol nguyên tử của $^{235}_{92}\text{U}$ là 235 g/mol.



Hình 2.8. Hình ảnh tàu phá băng hạt nhân Arktika được in trên con tem bưu chính của Nga

III. CÔNG NGHIỆP HẠT NHÂN

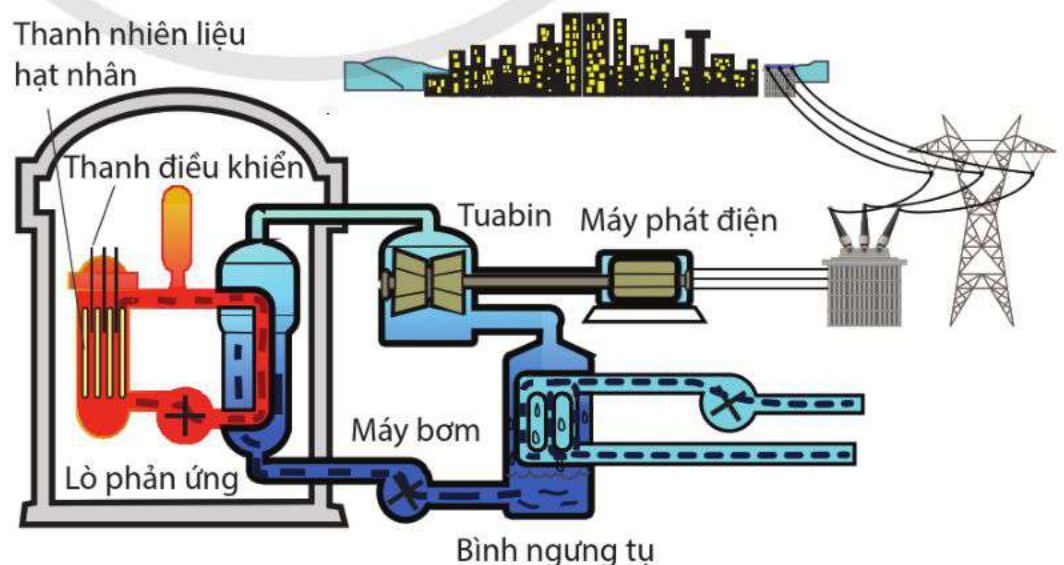
Các ngành công nghiệp hạt nhân như công nghiệp năng lượng hạt nhân, sản xuất vật liệu phóng xạ có nhiều ứng dụng trong nghiên cứu khoa học, y học, sản xuất và đời sống.

Ngành công nghiệp năng lượng hạt nhân khai thác và sử dụng năng lượng hạt nhân giải phóng thông qua các phản ứng phân hạch với nhiều mục đích khác nhau như sản xuất điện, tạo lực đẩy cho các phương tiện có công suất lớn (tên lửa, tàu ngầm, tàu phá băng,...) di chuyển.

Các nhà máy điện hạt nhân hiện nay đều khai thác năng lượng từ các phản ứng phân hạch dây chuyền được tạo ra và kiểm soát trong các lò phản ứng.

Hình 2.7 là sơ đồ đơn giản của một nhà máy điện hạt nhân. Nhiên liệu phân hạch trong phần lớn các lò phản ứng hiện nay là $^{235}_{92}\text{U}$ và $^{239}_{94}\text{Pu}$. Để kiểm soát năng lượng toả ra từ lò phản ứng, người ta dùng các thanh điều khiển có chứa boron hay cadmium. Các thanh này có vai trò hấp thụ neutron để đảm bảo duy trì được phản ứng phân hạch dây chuyền có kiểm soát. Năng lượng toả ra từ lò phản ứng hạt nhân dùng để biến nước thành hơi ở áp suất cao và làm quay tuabin của máy phát điện.

Năm 2021, trên thế giới có khoảng 445 lò phản ứng hạt nhân, tạo ra 10% sản lượng điện toàn cầu.



Hình 2.7. Sơ đồ đơn giản hoá của một nhà máy điện hạt nhân

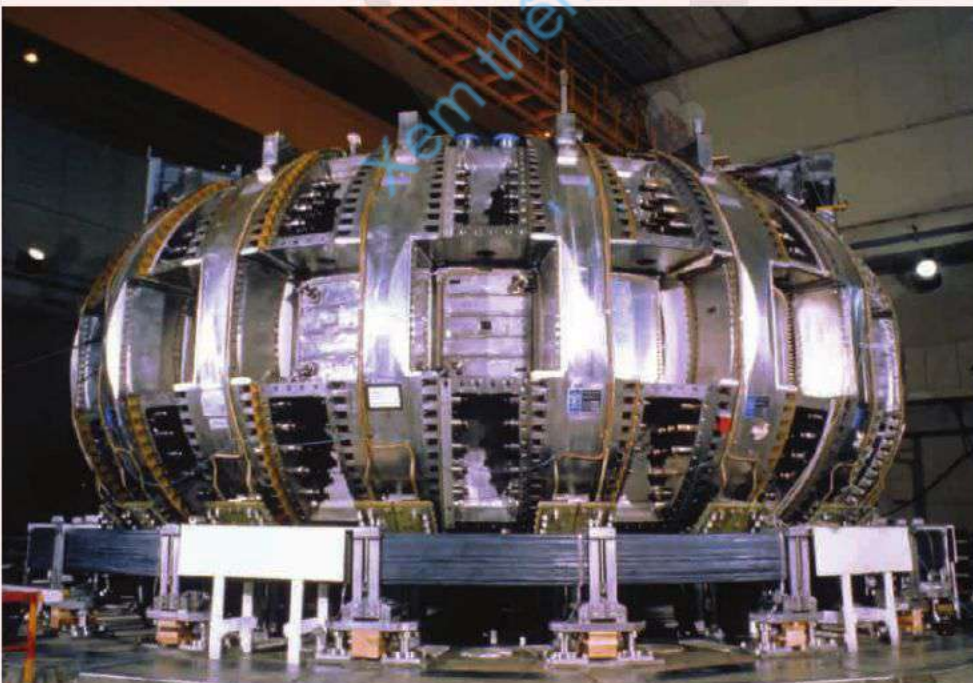
So sánh với năng lượng hoá thạch thì năng lượng hạt nhân tiết kiệm và hiệu quả hơn. Hơn nữa, trong quá trình vận hành, nhà máy điện hạt nhân không phát thải carbon và các khí nhà kính khác.

Hiện nay, trữ lượng uranium và plutonium được tìm thấy trên Trái Đất dự kiến sẽ đáp ứng được nhu cầu trong 100 năm nữa. Sử dụng năng lượng hạt nhân sẽ giúp nhiều quốc gia đảm bảo an ninh năng lượng do giảm sự phụ thuộc vào nhiên liệu hoá thạch.

Tuy có những ưu điểm, ngành công nghiệp năng lượng hạt nhân cũng đặt ra những thách thức về nguy cơ mất an toàn. Chất thải của lò phản ứng hạt nhân đòi hỏi phải có công nghệ xử lý tốt.

Bạn có biết

4. Tokamak (Tô-ca-mác) (Hình 2.9) là một thiết bị sử dụng từ trường cực mạnh để giữ plasma nóng (trạng thái chất gồm các hạt nhân và electron tự do) trong một vật hình xuyên. Tokamak là một trong số các thiết bị đang được nghiên cứu nhằm tạo ra các phản ứng nhiệt hạch có kiểm soát.



Hình 2.9. Thiết bị tokamak đặt tại phòng thí nghiệm năng lượng Plasma Princeton, Mỹ

Bạn có biết

3. Các phép tính cho thấy, năng lượng toả ra trong các phản ứng tổng hợp helium lớn gấp khoảng 10 lần năng lượng toả ra khi phân hạch uranium cùng khối lượng. Nhiên liệu nhiệt hạch là hydrogen, deuterium và tritium có sẵn trong thành phần của nước biển – có thể coi là vô tận trong thiên nhiên.

Vấn đề cơ bản cần giải quyết để khai thác năng lượng nhiệt hạch là phải thực hiện ở nhiệt độ cao, trong một thể tích giới hạn chứa đầy hydrogen, deuterium, tritium và duy trì được nhiệt độ đó trong khoảng thời gian cần thiết.

Trên Trái Đất, con người mới thực hiện được phản ứng nhiệt hạch dưới dạng không kiểm soát được. Đó là sự nổ của bom nhiệt hạch hay bom hydrogen.

Hiện nay, các nhà khoa học vẫn đang nghiên cứu và phát triển công nghệ để thực hiện các phản ứng nhiệt hạch có kiểm soát, đảm bảo cung cấp năng lượng lâu dài và an toàn cho nhân loại.



Tìm tài liệu như tranh ảnh, bài báo,... và dựa vào các tài liệu đó thảo luận với bạn về vai trò của một số ngành công nghiệp hạt nhân trong khoa học và đời sống.



- ➔ Hệ thức Einstein giữa khối lượng và năng lượng: $E = mc^2$
- ➔ Năng lượng liên kết hạt nhân bằng năng lượng tối thiểu cần cung cấp để tách hạt nhân đó thành các nucleon riêng lẻ, được tính bằng công thức:

$$E_{lk} = \Delta mc^2 = [Zm_p + (A - Z)m_n - m_x] c^2$$

- ➔ Năng lượng liên kết riêng là năng lượng liên kết tính cho một nucleon. Năng lượng liên kết riêng đặc trưng cho độ bền vững của hạt nhân.
- ➔ Phân hạch là quá trình trong đó một hạt nhân nặng vỡ thành các hạt nhân nhẹ hơn.
- ➔ Nhiệt hạch là quá trình trong đó hai hay nhiều hạt nhân nhẹ kết hợp lại thành hạt nhân nặng hơn.
- ➔ Các ngành công nghiệp hạt nhân như công nghiệp năng lượng hạt nhân, sản xuất vật liệu phóng xạ có nhiều ứng dụng trong nghiên cứu khoa học, y học, sản xuất và đời sống.

3

PHÓNG XẠ

Học xong bài học này, bạn có thể

- Nêu được bản chất tự phát và ngẫu nhiên của sự phân rã phóng xạ.
- Mô tả được sơ lược một số tính chất của các phóng xạ α , β và γ .
- Viết được đúng phương trình phân rã hạt nhân đơn giản.
- Định nghĩa được độ phóng xạ, hằng số phóng xạ và vận dụng được liên hệ $H = \lambda N$.
- Vận dụng được công thức $H = H_0 e^{-\lambda t}$, hoặc $N = N_0 e^{-\lambda t}$.
- Định nghĩa được chu kỳ bán rã.
- Nhận biết được dấu hiệu vị trí có phóng xạ thông qua các biển báo.
- Nêu được các nguyên tắc an toàn phóng xạ; tuân thủ quy tắc an toàn phóng xạ.



Carbon là nguyên tố phổ biến trong cơ thể sinh vật. Trong đó có lẫn cả đồng vị $^{12}_6\text{C}$, $^{13}_6\text{C}$ và $^{14}_6\text{C}$. Khi còn sống, hàm lượng $^{14}_6\text{C}$ trong cơ thể sinh vật không đổi (cứ 10^{12} nguyên tử carbon thì có 1 nguyên tử $^{14}_6\text{C}$). Khi sinh vật chết đi, lượng $^{14}_6\text{C}$ trong cơ thể chúng giảm dần theo thời gian trong khi lượng $^{13}_6\text{C}$ và $^{12}_6\text{C}$ không thay đổi. Do đó, tỉ lệ $^{14}_6\text{C}$ cũng giảm dần. Dựa vào tính chất này, các nhà khoa học có thể xác định niên đại của các mẫu vật cổ có nguồn gốc hữu cơ (gỗ, xương, giấy,...) (Hình 3.1).

Quá trình nào xảy ra khiến cho lượng $^{14}_6\text{C}$ trong xác sinh vật giảm dần theo thời gian?



Hình 3.1. Xác định niên đại của một mẫu xương bằng cách đo tỉ lệ $^{14}_6\text{C}$ trong đó

I. HIỆN TƯỢNG PHÓNG XẠ

Năm 1896, Becquerel (Béc-cơ-ren) đã tình cờ tìm ra hiện tượng muối uranium phát ra những tia có thể tác dụng lên kính ảnh. Những nghiên cứu sau đó của Marie Cuire (Ma-ri Quy-ri) cho thấy, ngoài uranium thì polonium và radium cũng có thể phát ra những tia có tính chất tương tự. Các tia này được gọi là *tia phóng xạ*. Uranium, polonium và radium được gọi là các chất phóng xạ.

Phóng xạ là quá trình phân rã tự phát của một hạt nhân không bền vững, phát ra các tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân khác.

Bạn có biết

1. Năm 1903, Marie Cuire và Pierre Cuire (Pi-e Quy-ri) cùng với Becquerel đã được trao giải Nobel Vật lí vì đã có những phát minh xuất sắc trong lĩnh vực phóng xạ.

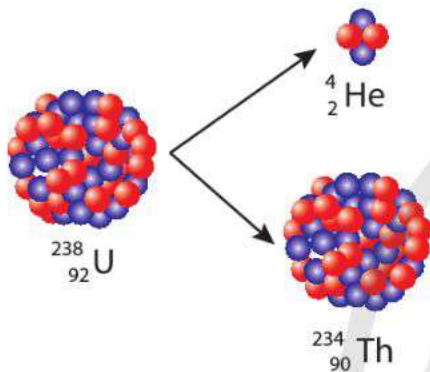
II. CÁC TIA PHÓNG XẠ

Khảo sát tia phóng xạ do các chất phóng xạ phát ra, người ta thấy có ba loại tia phóng xạ có bản chất khác nhau.

1. Tia α

Tia α là dòng các hạt nhân ${}^4_2\text{He}$ (hạt α), chuyển động với tốc độ khoảng $2 \cdot 10^7$ m/s. Tia α làm ion hoá mạnh các nguyên tử trên đường đi của nó và mất năng lượng rất nhanh. Vì vậy, tia α chỉ đi được vài centimet trong không khí và không xuyên qua được tờ bìa dày 1 mm.

Trong Hình 3.2, hạt nhân ${}^{238}_{92}\text{U}$ phóng xạ α và biến đổi thành hạt nhân ${}^{234}_{90}\text{Th}$.

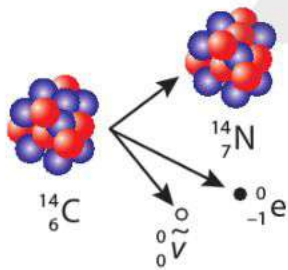


Hình 3.2. Quá trình phóng xạ α

2. Tia β

Có hai loại tia β :

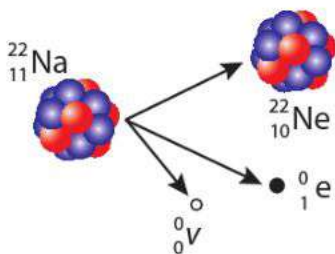
- Tia β^- là dòng các hạt electron (kí hiệu là ${}^0_{-1}\text{e}$). Đồng vị ${}^{14}_6\text{C}$ là chất phóng xạ β^- (Hình 3.3).
- Tia β^+ là dòng các hạt positron (kí hiệu là ${}^0_1\text{e}$). Positron có khối lượng bằng khối lượng hạt electron và có điện tích $+e$. Nó được gọi là phản hạt của electron. Đồng vị ${}^{22}_{11}\text{Na}$ là chất phóng xạ β^+ (Hình 3.4).



Hình 3.3. Quá trình phóng xạ β^-

Tia β chuyển động với tốc độ rất lớn, có thể đạt gần bằng tốc độ ánh sáng trong chân không. Tia β cũng làm ion hoá môi trường nhưng yếu hơn tia α . Vì vậy, tia β có thể đi vài mét trong không khí và có thể bị chặn lại bởi lá kim loại dày vài milimet.

Trong các quá trình phóng xạ β , các nhà khoa học đã tiên đoán và chứng minh được sự tồn tại của các hạt mới trong sản phẩm. Đó là hạt neutrino ${}^0_0\nu$ và phản neutrino ${}^0_0\bar{\nu}$. Các hạt này đều có khối lượng rất nhỏ, không mang điện và chuyển động với tốc độ xấp xỉ tốc độ ánh sáng trong chân không.



Hình 3.4. Quá trình phóng xạ β^+

3. Tia γ

Tia γ là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn (nhỏ hơn 10^{-11} m) hay chính là các hạt photon có năng lượng cao. Tia γ có khả năng đâm xuyên lớn. Nó có thể đi được khoảng một mét

trong bê tông hoặc vài centimet trong chì trước khi bị hấp thụ hoàn toàn.

Tia γ thường là tia phóng xạ đi kèm theo phóng xạ α hoặc β . Hạt nhân sinh ra trong các quá trình phóng xạ α hoặc β có thể ở trạng thái kích thích và phóng xạ tia γ để trở về trạng thái cơ bản.

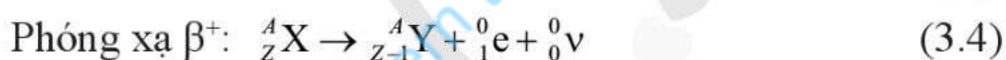
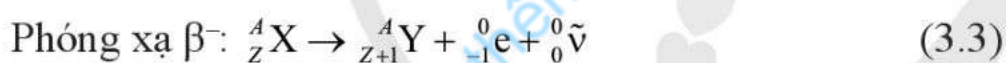
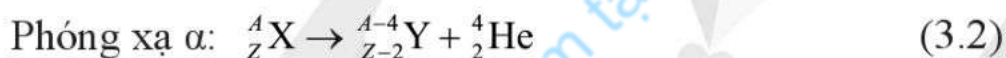
III. PHƯƠNG TRÌNH PHÓNG XẠ

Các quá trình phóng xạ và các quá trình biến đổi hạt nhân khác như phân hạch và nhiệt hạch được gọi chung là các phản ứng hạt nhân. Trong các phản ứng hạt nhân, số nucleon được bảo toàn, có nghĩa là: Tổng số nucleon của các hạt trước phản ứng bằng tổng số nucleon của các hạt sản phẩm. Đồng thời, tổng đại số điện tích của các hạt trước phản ứng bằng tổng đại số điện tích của các hạt sản phẩm.

Các phản ứng hạt nhân có thể biểu diễn bằng các phương trình phản ứng hạt nhân. Ví dụ: phương trình phản ứng của quá trình phóng xạ α trong Hình 3.2 có dạng:



Phương trình mô tả các quá trình phóng xạ có dạng tổng quát:

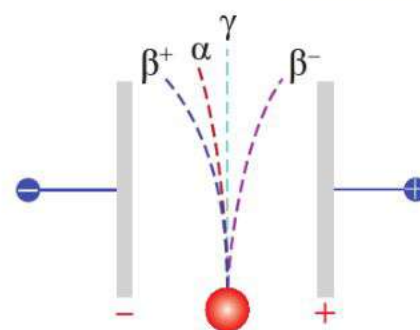


IV. QUY LUẬT PHÓNG XẠ

1. Đặc tính của quá trình phóng xạ

Quá trình phân rã của một khối chất phóng xạ có hai đặc tính quan trọng sau đây:

- Là quá trình tự phát và không điều khiển được: nó hoàn toàn không bị ảnh hưởng bởi các yếu tố thuộc môi trường ngoài như nhiệt độ, áp suất,...
- Là một quá trình ngẫu nhiên: thời điểm phân rã của một hạt nhân cho trước là không xác định. Do đó, ta không thể khảo sát sự biến đổi của một hạt nhân riêng lẻ, mà chỉ có thể tiến hành việc khảo sát có tính thống kê sự biến đổi của một số lớn hạt nhân phóng xạ.



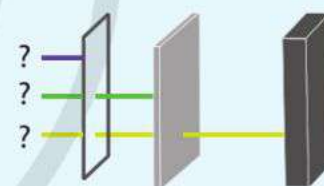
Hình 3.5. Sự lệch của các tia phóng xạ trong điện trường giữa hai bản kim loại song song tích điện trái dấu



1. Giải thích sự lệch khác nhau của các tia phóng xạ trong điện trường ở Hình 3.5.



2. Trong Hình 3.6, điền tên các tia phóng xạ theo khả năng đâm xuyên của chúng qua các chất.

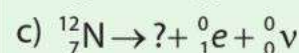
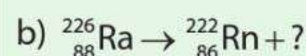
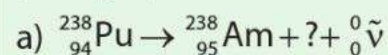


Tờ bìa dày 1mm Lá nhôm dày vài mm Tấm chì dày vài cm

Hình 3.6. Khả năng đâm xuyên của các tia phóng xạ qua các chất



1. Hoàn thành các phương trình phóng xạ sau đây và chỉ ra phương trình đó biểu diễn quá trình phóng xạ nào.





2. Sau khoảng thời gian là bao nhiêu chu kì bán rã thì số hạt nhân chất phóng xạ còn lại bằng $\frac{1}{16}$ số hạt nhân ban đầu?

Bạn có biết

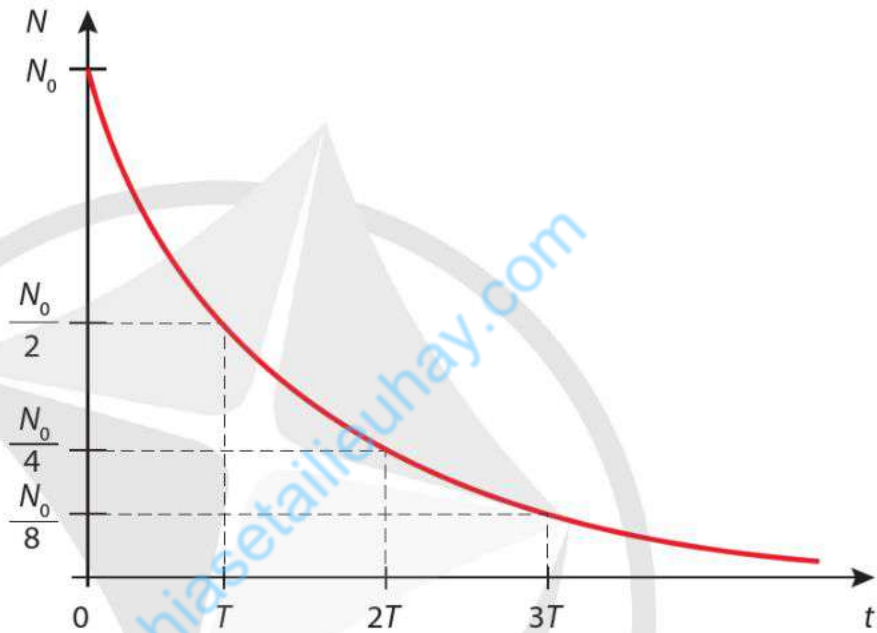
2. Các tia phóng xạ khi di chuyển qua môi trường chất tạo ra sự ion hoá môi trường. Sự ion hoá này là cơ sở để các nhà khoa học chế tạo máy dò phóng xạ hạt nhân như trong Hình 3.8. Khi khảo sát sự phân rã của một mẫu chất phóng xạ, người ta sử dụng các máy dò phóng xạ hạt nhân để đếm số hạt phóng xạ phát ra từ mẫu chất trong một khoảng thời gian nhất định. Con số này tỉ lệ thuận với số hạt nhân chất phóng xạ bị phân rã trong khoảng thời gian đó.



Hình 3.8. Máy dò bức xạ hạt nhân Geiger

2. Chu kì bán rã và hằng số phóng xạ

Giả sử, một mẫu có N_0 hạt nhân chất phóng xạ tại thời điểm ban đầu ($t = 0$). Thực nghiệm đã chứng tỏ, cứ sau một khoảng thời gian T xác định thì số hạt nhân chất phóng xạ giảm chỉ còn bằng một nửa giá trị ban đầu của chúng. T được gọi là *chu kì bán rã* của chất phóng xạ. Hình 3.7 biểu diễn sự thay đổi số hạt nhân chất phóng xạ N theo thời gian t .



Hình 3.7. Đồ thị biểu diễn số hạt nhân phóng xạ còn lại theo thời gian t

Theo đồ thị Hình 3.7, số hạt nhân chất phóng xạ còn lại N có trong mẫu giảm dần theo thời gian theo hàm số có dạng:

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}} \tag{3.5}$$

Công thức (3.5) còn có thể viết dưới dạng:

$$N = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} t} = N_0 e^{-\lambda t} \tag{3.6}$$

Với
$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} \tag{3.7}$$

được gọi là *hằng số phóng xạ*, đặc trưng cho từng loại chất phóng xạ. Hằng số phóng xạ càng lớn thì chất phóng xạ phân rã càng nhanh.

Nếu chu kì bán rã có đơn vị đo là giây (s) thì hằng số phóng xạ có đơn vị đo là s^{-1} .

3. Độ phóng xạ

Xét một mẫu chất phóng xạ có N hạt nhân tại thời điểm t . Trong khoảng thời gian Δt , có ΔN hạt nhân chất phóng xạ bị phân rã. Để đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của mẫu chất phóng xạ đó, người ta dùng đại lượng *độ phóng xạ*, kí hiệu là H , được xác định bằng số hạt nhân phân rã trong một giây:

$$H = \frac{\Delta N}{\Delta t} \quad (3.8)$$

Đơn vị đo của độ phóng xạ là becqueren (Bq),

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

Độ phóng xạ H của một mẫu chất phóng xạ liên hệ với hằng số phóng xạ λ và số hạt nhân chất phóng xạ N của mẫu đó theo công thức:

$$H = \lambda N \quad (3.9)$$

Có thể thấy, với một chất phóng xạ nhất định, số hạt nhân trong mẫu chất càng nhiều thì độ phóng xạ của mẫu đó càng lớn.

Độ phóng xạ của một mẫu chất phóng xạ cũng giảm theo thời gian với quy luật:

$$H = \lambda N = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = H_0 e^{-\lambda t} \quad (3.10)$$

Với $H_0 = \lambda N_0$ là độ phóng xạ của mẫu đó ở thời điểm ban đầu ($t = 0$).

Ví dụ

Đồng vị phóng xạ iodine $^{131}_{53}\text{I}$ được sử dụng trong điều trị ung thư tuyến giáp có chu kì bán rã là 8,02 ngày. Một mẫu $^{131}_{53}\text{I}$ nguyên chất mới sản xuất có khối lượng 125 g. Cho biết: khối lượng mol nguyên tử của iodine là 131 g/mol; số Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ nguyên tử/mol. Xác định:

- Hằng số phóng xạ của $^{131}_{53}\text{I}$.
- Độ phóng xạ của mẫu đó.
- Độ phóng xạ của mẫu đó sau 28,00 ngày.



3. Độ phóng xạ của một mẫu chất phóng xạ phụ thuộc vào yếu tố nào?



4. Vì sao độ phóng xạ của một mẫu chất phóng xạ giảm theo thời gian với cùng quy luật như số hạt nhân chất phóng xạ?



3. Một mẫu chất phóng xạ β^+ là $^{15}_8\text{O}$ có độ phóng xạ $2,80 \cdot 10^7$ Bq. Biết rằng hằng số phóng xạ của $^{15}_8\text{O}$ là $5,67 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$.

- Xác định số hạt nhân chất phóng xạ có trong mẫu khi đó.
- Xác định số hạt positron mẫu chất phát ra trong khoảng thời gian 1,00 ms. Coi gần đúng rằng độ phóng xạ của mẫu không thay đổi trong khoảng thời gian rất ngắn này.



1. Một mẫu chứa đồng vị ${}^{60}_{27}\text{Co}$ là chất phóng xạ với chu kỳ bán rã 5,27 năm, được sử dụng trong điều trị ung thư. Độ phóng xạ của mẫu khi mới sản xuất là H_0 . Mẫu đó sẽ hết hạn sử dụng khi độ phóng xạ của nó giảm còn $0,70H_0$. Xác định thời hạn sử dụng của mẫu đó.

Giải

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

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

b) Số hạt nhân ${}^{131}_{53}\text{I}$ trong mẫu ban đầu là:

$$N_0 = \frac{m_0}{A} N_A = 5,74 \cdot 10^{23} \text{ hạt}$$

Độ phóng xạ của mẫu lúc mới sản xuất:

$$H_0 = \lambda N_0 = 5,74 \cdot 10^{17} \text{ Bq}$$

c) Độ phóng xạ của mẫu sau 28,00 ngày:

$$H = H_0 e^{-\lambda t} = 5,11 \cdot 10^{16} \text{ Bq}$$

V. ỨNG DỤNG CỦA PHÓNG XẠ VÀ AN TOÀN PHÓNG XẠ

1. Ứng dụng của phóng xạ

Ngoài các đồng vị phóng xạ có sẵn trong tự nhiên, con người cũng chế tạo được nhiều đồng vị phóng xạ nhân tạo. Các đồng vị phóng xạ có nhiều ứng dụng trong khoa học và đời sống.

Người ta trộn lẫn đồng vị phóng xạ với đồng vị bền không phóng xạ của một nguyên tố X và đưa vào cơ thể để theo dõi sự thâm nhập và di chuyển của nguyên tố đó trong cơ thể người. Nhờ các thiết bị ghi phóng xạ, ta sẽ nhận diện được chúng và qua đó, có thể biết tình trạng bệnh lí ở các bộ phận khác nhau của cơ thể. Đó là phương pháp nguyên tử đánh dấu. Ngoài lĩnh vực y học, phương pháp nguyên tử đánh dấu còn được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác như dò tìm và phát hiện rò rỉ trong đường ống, theo dõi sự vận chuyển chất dinh dưỡng trong cây.

Trong điều trị bệnh, người ta sử dụng chùm tia phóng xạ để tiêu diệt tế bào ung thư, từ đó có thể điều trị khối u hoặc làm thu nhỏ khối u.

5. Tính chất nào của các tia phóng xạ là cơ sở cho phương pháp trị liệu bằng bức xạ?



Hình 3.9. Máy chiếu xạ chiếu chùm tia phóng xạ vào khối u trong cơ thể người bệnh

Phóng xạ được sử dụng trong việc lai tạo giống cây mới có thể cho sản lượng cao hơn, chống chịu tốt hơn với điều kiện thiên nhiên và sâu bệnh.

Các nông sản và thực phẩm có thể được chiếu xạ với liều lượng thích hợp để khử trùng, chống dịch hại và bảo quản được lâu dài hơn. Phương pháp này không làm thực phẩm bị nhiễm phóng xạ, không làm giảm chất lượng dinh dưỡng của nông sản, thực phẩm.

Các nhà khảo cổ học sử dụng phương pháp xác định tuổi bằng đồng vị carbon 14 để xác định niên đại của các cổ vật gốc sinh vật khai quật được.

2. An toàn phóng xạ

Các tia phóng xạ xuất hiện trong môi trường tự nhiên được gọi là phóng xạ nền. Phóng xạ nền có nguồn gốc từ các nguyên tố phóng xạ tự nhiên có trong không khí, đất, đá và từ sự tương tác của các tia vũ trụ với bầu khí quyển Trái Đất. Ngoài ra, phóng xạ cũng có nguồn gốc từ các hoạt động của con người như: chất thải phân hạch từ các nhà máy điện hạt nhân, thử nghiệm vũ khí hạt nhân, các phóng xạ hạt nhân trong chẩn đoán và điều trị y tế,...

Các tia phóng xạ mang năng lượng lớn, có khả năng ion hoá môi trường, gây tác hại đến con người và sinh vật khi liều lượng vượt quá ngưỡng nhất định.

Con người có thể bị phơi nhiễm chất phóng xạ qua da, hô hấp, ăn uống. Khi đi vào cơ thể, chất phóng xạ di chuyển đến các vị trí khác nhau và tiếp tục phát ra tia phóng xạ phá hủy mô, tế bào, cơ quan.

Tùy thuộc vào liều lượng, tỉ lệ phơi nhiễm, loại tia phóng xạ và phần cơ thể bị phơi nhiễm mà cơ thể người khi bị nhiễm phóng xạ có các biểu hiện khác nhau. Các biểu hiện cấp tính như bong tróc da, tự chảy máu, rụng tóc, mệt mỏi cực độ, ngứa rát cổ họng,... Người bị nhiễm phóng xạ với liều lượng lớn hoặc trong thời gian dài có thể bị bệnh máu trắng, ung thư thậm chí tử vong.



2. Hạt nhân ${}^{14}_6\text{C}$ là chất phóng xạ β^- có chu kì bán rã là 5 730 năm. Trong cây có chất phóng xạ ${}^{14}_6\text{C}$ do hấp thụ carbon dioxide từ không khí trong quá trình quang hợp. Độ phóng xạ của một mẫu gỗ tươi và một mẫu gỗ cổ đại đã chết cùng loài, cùng khối lượng lần lượt là 0,250 Bq và 0,215 Bq. Xác định xem mẫu gỗ cổ đại đã chết cách đây bao lâu.

Tìm hiểu thêm

Trong nghiên cứu địa chất, các nhà khoa học sử dụng đơn vị picocuri (pCi) để so sánh độ phóng xạ rất nhỏ của các mẫu đất đá tự nhiên.

$$1 \text{ pCi} = 10^{-12} \text{ Ci}$$

Trong đó, 1 Ci là độ phóng xạ của 1 gam ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ có chu kì bán rã là 1 600 năm.

Hãy đổi 1 Ci ra đơn vị Bq. Lấy khối lượng mol nguyên tử của ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ là 226 g/mol và số Avogadro là $6,02 \cdot 10^{23}$ nguyên tử/mol.



Hình 3.11. Máy đo liều lượng phóng xạ cá nhân



Hình 3.12. Công nhân xử lí rác thải phóng xạ



a) Biển báo nguy hiểm do phóng xạ



b) Biển báo nguy hiểm do phóng xạ với những nguồn có mức độ nguy hiểm cao như nguồn phóng xạ trong điều trị bệnh hay chiếu xạ công nghiệp

Hình 3.13. Biển cảnh báo phóng xạ

Các nguyên tắc an toàn phóng xạ được thiết lập để đảm bảo con người nhận được liều lượng phóng xạ thấp trong giới hạn an toàn. Trong đó, giảm thời gian tiếp xúc, tăng khoảng cách tới nguồn phát ra phóng xạ và sử dụng vật liệu che chắn giữa người và nguồn phóng xạ là các cách để giảm liều lượng phóng xạ chiếu tới cơ thể (Hình 3.10).



Hình 3.10. Ba nguyên tắc cơ bản trong an toàn phóng xạ

Những người làm việc trong môi trường có nguy cơ hấp thụ liều lượng phóng xạ cao như công nhân, kĩ thuật viên trong các ngành công nghiệp hạt nhân, nhà khoa học cần được trang bị máy đo liều lượng phóng xạ cá nhân và quần áo bảo hộ phù hợp (Hình 3.11 và Hình 3.12).

Bên cạnh đó, các biện pháp hành chính cần được thực hiện để đảm bảo an toàn cho người làm việc với phóng xạ cũng như những người không liên quan và môi trường như:

- Xây dựng nội quy an toàn phóng xạ.
- Gắn biển cảnh báo phóng xạ (Hình 3.13).
- Thiết lập vùng kiểm soát và vùng giám sát.

Ví dụ

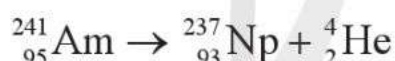
Cảm biến báo khói ion hoá (Hình 3.14) sử dụng đồng vị phóng xạ α americium $^{241}_{95}\text{Am}$ với chu kì bán rã 432,6 năm. Một lượng nhỏ $^{241}_{95}\text{Am}$ được đặt giữa hai bản kim loại kết nối với một pin. Các hạt α phóng ra làm ion hoá không khí giữa hai bản kim loại, cho phép một dòng điện nhỏ chạy giữa hai bản kim loại đó và chuông báo không kêu. Nếu có khói bay vào giữa hai bản kim loại, các ion ở đó sẽ kết hợp với những phân tử khói và dịch chuyển chậm hơn làm cường độ dòng điện chạy giữa hai bản kim loại giảm đi. Khi dòng điện giảm

đến một mức nhất định thì cảm biến báo khói sẽ gửi tín hiệu kích hoạt chuông báo.

- Viết phương trình mô tả quá trình phóng xạ.
- Xác định hằng số phóng xạ của americium $^{241}_{95}\text{Am}$.
- Để đảm bảo an toàn cho người sử dụng, độ phóng xạ tối đa của lượng americium $^{241}_{95}\text{Am}$ đặt trong cảm biến báo khói ion hoá ở Hình 3.14 là 29,6 kBq. Xác định khối lượng tối đa của lượng Americium $^{241}_{95}\text{Am}$ nguyên chất đặt trong cảm biến. Cho biết: số Avogadro là $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ nguyên tử/mol, khối lượng mol nguyên tử của americium là 241 g/mol.
- Cảm biến báo khói sẽ không hoạt động nữa nếu như độ phóng xạ của mẫu americium $^{241}_{95}\text{Am}$ trong đó giảm xuống còn bằng $\frac{1}{525}$ độ phóng xạ ban đầu. Xác định thời gian hoạt động tối đa của cảm biến báo khói này.

Giải

- Phương trình phóng xạ:



- Hằng số phóng xạ của $^{241}_{95}\text{Am}$ là:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = 5,081 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1}$$

- Số hạt nhân $^{241}_{95}\text{Am}$ tối đa có trong mẫu chất phóng xạ để đảm bảo an toàn là:

$$N_0 = \frac{H_0}{\lambda} = 5,83 \cdot 10^{14} \text{ hạt}$$

Khối lượng tối đa của mẫu $^{241}_{95}\text{Am}$ đặt trong cảm biến là:

$$m_0 = \frac{N_0}{N_A} A = 2,33 \cdot 10^{-7} \text{ g}$$

- Khi độ phóng xạ của mẫu $H = \frac{1}{525} H_0$ thì cảm biến khói không hoạt động nữa. Ta có:

$$H = \frac{1}{525} H_0 = H_0 2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow t = -T \log_2 \frac{1}{525} = 3,91 \cdot 10^3 \text{ năm}$$



4. Giải thích tác dụng của những việc làm:

- Nhắc các nguồn phóng xạ bằng kẹp dài.
- Cất giữ các nguồn phóng xạ trong các hộp có vỏ chì dày.
- Luôn mặc quần áo bảo hộ khi làm việc với các nguồn phóng xạ.



Hình 3.14. Cảm biến báo khói ion hoá



3. Bạn đã gặp các biển báo như trong Hình 3.13 ở đâu? Bạn nên làm gì khi nhìn thấy những biển báo đó?



- ➔ Phóng xạ là quá trình phân rã tự phát và ngẫu nhiên của một hạt nhân không bền vững.
- ➔ Các phương trình biểu diễn các quá trình phóng xạ là:
 - Phóng xạ α : ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\text{He}$
 - Phóng xạ β^- : ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e + {}^0_0\tilde{\nu}$
 - Phóng xạ β^+ : ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_1e + {}^0_0\nu$
- ➔ Hạt nhân sinh ra trong các quá trình phóng xạ α hoặc β có thể ở trạng thái kích thích và phóng ra tia γ để trở về trạng thái cơ bản.
- ➔ Chu kỳ bán rã T là khoảng thời gian để số hạt nhân chất phóng xạ giảm còn một nửa số hạt nhân ban đầu. Đơn vị của T là s.
- ➔ Hằng số phóng xạ λ đặc trưng cho chất phóng xạ và được xác định bằng công thức: $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$. Hằng số phóng xạ càng lớn thì chất phóng xạ phân rã càng nhanh. Đơn vị của λ là s^{-1} .
- ➔ Độ phóng xạ H được xác định bằng số hạt nhân chất phóng xạ phân rã trong một giây. Đơn vị đo là Bq.
- ➔ Độ phóng xạ liên hệ với hằng số phóng xạ và số hạt nhân chất phóng xạ trong mẫu theo công thức:

$$H = \lambda N$$
- ➔ Số hạt nhân chất phóng xạ và độ phóng xạ của một mẫu đều giảm theo quy luật hàm số mũ:

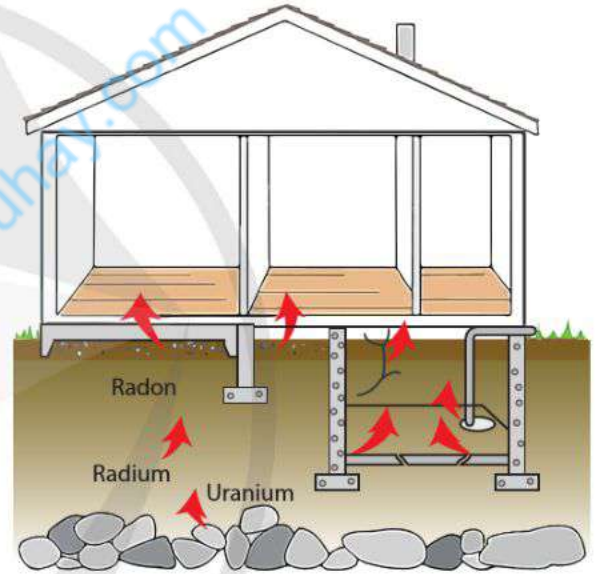
$$N = N_0 e^{-\lambda t} \text{ và } H = H_0 e^{-\lambda t}$$
- ➔ Các nguyên tắc an toàn phóng xạ được thiết lập để đảm bảo con người nhận được liều lượng phóng xạ thấp, trong giới hạn an toàn. Ba nguyên tắc cơ bản khi tiếp xúc với nguồn phóng xạ là: giảm thời gian tiếp xúc, tăng khoảng cách và sử dụng vật liệu che chắn phù hợp.

BÀI TẬP CHỦ ĐỀ 4

- Số proton có trong hạt nhân plutonium $^{239}_{94}\text{Pu}$ là
 - 145.
 - 239.
 - 333.
 - 94.
- Hai hạt nhân đồng vị là hai hạt nhân có
 - cùng số nucleon và khác số proton.
 - cùng số proton và khác số neutron.
 - cùng số neutron và khác số nucleon.
 - cùng số neutron và khác số proton.
- Khi nói về các tia phóng xạ, phát biểu nào sau đây là **sai**?
 - Tia β^+ là dòng các hạt positron.
 - Tia γ có bản chất là sóng điện từ.
 - Tia β^- là dòng các hạt nhân ^1_1H .
 - Tia α là dòng các hạt nhân ^4_2He .
- Hạt nhân của hai đồng vị oxygen $^{16}_8\text{O}$ và $^{18}_8\text{O}$ có khối lượng lần lượt là 15,9905 u và 17,9948 u. Cho biết khối lượng của các hạt proton và neutron lần lượt là 1,0073 u và 1,0087 u; $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$.
 - Tính độ hụt khối và năng lượng liên kết của mỗi hạt nhân đồng vị đó.
 - So sánh độ bền vững của hai hạt nhân đồng vị đó.
- Viết phương trình phản ứng hạt nhân của các quá trình sau:
 - Hạt nhân iodine $^{131}_{53}\text{I}$ phóng xạ β^- và biến thành hạt nhân xenon Xe.
 - Hạt nhân X phóng xạ α và biến đổi thành hạt nhân cerium $^{140}_{58}\text{Ce}$.
 - Một hạt nhân uranium $^{235}_{92}\text{U}$ hấp thụ một neutron chậm ^1_0n rồi phân hạch thành hạt nhân zirconium $^{95}_{40}\text{Zr}$ và tellurium $^{138}_{52}\text{Te}$ kèm theo giải phóng một số hạt neutron.
- Một phòng thí nghiệm sử dụng mẫu chất phóng xạ cesium $^{134}_{55}\text{Cs}$ nguyên chất có khối lượng 11 μg . Chu kỳ bán rã của $^{134}_{55}\text{Cs}$ là 2,1 năm và khối lượng mol nguyên tử của $^{134}_{55}\text{Cs}$ là 134 g/mol. Cho số Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ nguyên tử/mol.
 - Xác định hằng số phóng xạ của $^{134}_{55}\text{Cs}$.
 - Xác định độ phóng xạ của mẫu đó tại thời điểm sử dụng.
 - Nếu người ta không sử dụng mẫu ngay lúc đó mà lưu trữ trong phòng thí nghiệm, thì độ phóng xạ của mẫu sau 5,0 năm là bao nhiêu?

7. Một mẫu chất phóng xạ polonium $^{210}_{84}\text{Po}$ được cấp vào ngày 1 tháng 9. Lúc đó nó có độ phóng xạ là $2,0 \cdot 10^6$ Bq. Đến ngày 10 tháng 12 cùng năm, mẫu được sử dụng trong một thí nghiệm. Biết chu kỳ bán rã của $^{210}_{84}\text{Po}$ là 138 ngày.
- a) Độ phóng xạ của mẫu khi sử dụng là bao nhiêu?
- b) Số hạt nhân chất phóng xạ còn lại trong mẫu lúc đó là bao nhiêu?
8. Một lò phản ứng phân hạch có công suất 250 kW. Cho rằng toàn bộ năng lượng mà lò phản ứng này sinh ra đều do sự phân hạch của uranium $^{235}_{92}\text{U}$ và đồng vị này chỉ bị tiêu hao bởi quá trình phân hạch. Coi mỗi năm có 365 ngày; mỗi phân hạch sinh ra trung bình 175 MeV; số Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ nguyên tử/mol và khối lượng mol nguyên tử của $^{235}_{92}\text{U}$ là 235 g/mol. Tính khối lượng $^{235}_{92}\text{U}$ mà lò phản ứng tiêu thụ trong 1,5 năm.

9. Radon $^{222}_{86}\text{Rn}$ là một loại khí phóng xạ được giải phóng từ sự phân rã tự nhiên của các nguyên tố uranium, thorium và radium trong đá và đất. Khí radon không màu, không mùi, không vị, thấm qua mặt đất và khuếch tán vào không khí. Radon có thể xâm nhập và tích tụ trong các ngôi nhà theo các con đường như trong Hình 1. Nếu lượng radon tích tụ trong nhà với nồng độ cao trong một khoảng thời gian dài có thể tăng nguy cơ ung thư phổi cho những người sinh sống trong đó.



Hình 1. Khí radon phóng xạ có thể xâm nhập và tích tụ trong các ngôi nhà

Cơ quan bảo vệ môi trường Hoa Kỳ ước tính rằng, cứ 15 ngôi nhà ở Mỹ thì có 1 ngôi nhà có mức radon cao đạt hoặc vượt quá 4,00 pCi ($1 \text{ pCi} = 3,66 \cdot 10^{-2} \text{ Bq}$) trong mỗi lít không khí. Cho biết chu kỳ bán rã của radon là 3,82 ngày.

- a) Có bao nhiêu nguyên tử khí radon trong 1 m^3 không khí nếu độ phóng xạ của nó đạt mức 4,00 pCi trong mỗi lít?
- b) Cách đơn giản nào bạn có thể thực hiện ngay để giảm hàm lượng radon tích tụ trong nhà?

BẢNG GIẢI THÍCH THUẬT NGỮ

Thuật ngữ	Giải thích thuật ngữ	Trang
chuyển động tự do của phân tử	chuyển động của các phân tử khi bỏ qua tương tác giữa chúng	12
nhiệt lượng kế	dụng cụ được dùng trong thí nghiệm về nhiệt; gồm: bình có vỏ cách nhiệt, ở nắp bình có chốt để nối với nguồn điện và nối với dây điện trở ở trong bình, que khuấy	23
atmôtphe tiêu chuẩn	đơn vị áp suất, không thuộc hệ SI, kí hiệu atm, có giá trị bằng 101 325 Pa và cũng bằng áp suất gây ra bởi cột thủy ngân cao 760 mm trong những điều kiện xác định	40
khí thực	chất khí trong thực tế, có thể có các tính chất của khí lí tưởng ở điều kiện nhiệt độ và áp suất thông thường	41
mật độ từ thông	độ lớn của cảm ứng từ, có độ lớn bằng số đường sức từ xuyên qua một đơn vị diện tích S đặt vuông góc với đường sức từ	67
photon	hạt ánh sáng có năng lượng hf (h là hằng số Planck và f là tần số sóng ánh sáng)	102
ion hoá	quá trình biến các nguyên tử trung hoà điện thành ion	102
trạng thái cơ bản	trạng thái ứng với mức năng lượng thấp nhất (mức cơ bản)	103
tia vũ trụ	chùm các hạt năng lượng cao từ không gian	107
phơi nhiễm	việc tiếp xúc hoặc tác động trực tiếp của yếu tố độc hại có khả năng gây hại cho con người, động vật hoặc thực vật	107
liều lượng phóng xạ	các đại lượng dùng để đánh giá tác hại của các tia phóng xạ đối với cơ thể sinh vật sống	108

BẢNG NGUỒN TRÍCH DẪN TÀI LIỆU

Tên nội dung	Nguồn tài liệu	Trang
Tìm hiểu về nhiệt độ	https://khoa hoc.tv/mua-mau-va-nhung-hien-tuong-thoi-ti-et-do-khoc-do-cuoi-trong-lich-su-58088	19
Vụ cháy lớn trên mặt biển Mexico ngày 01/7/2021	https://thanhnien.vn/xem-mat-lua-khong-lo-rung-ruc-gi-ua-vinh-mexico-1851257878.htm	44
Nam châm siêu dẫn mạnh nhất thế giới	https://www.nature.com/articles/s41586-019-1293-1	62
Thiết bị tokamak đặt tại phòng thí nghiệm năng lượng Plasma Princeton, Mỹ	https://sciencephotogallery.com	99
Số lượng lò phản ứng hạt nhân trên thế giới	https://www.world-nuclear.org	98
Nồng độ radon trong các ngôi nhà ở Mỹ	https://extension.unr.edu	112
Số liệu về khối lượng nguyên tử, hạt nhân, chu kỳ bán rã của các đồng vị	Nuclear Data Center – Japan Atomic Energy Agency https://www.ndc.jaea.go.jp/NuC/index.html	

MỤC LỤC

Lời nói đầu..... 3

Hướng dẫn sử dụng sách..... 4

CHỦ ĐỀ

1

VẬT LÝ NHIỆT

1. Sự chuyển thể của các chất 6

2. Định luật 1 của nhiệt động lực học 13

3. Thang nhiệt độ 17

4. Nhiệt dung riêng, nhiệt nóng chảy riêng, nhiệt hoá hơi riêng 21

CHỦ ĐỀ

2

KHÍ LÝ TỬ

1. Mô hình động học phân tử chất khí 32

2. Phương trình trạng thái khí lý tưởng..... 36

3. Áp suất và động năng phân tử chất khí..... 44

CHỦ ĐỀ

3

TỪ TRƯỜNG

1. Từ trường 52

2. Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện
Cảm ứng từ..... 58

3. Cảm ứng điện từ..... 66

4. Đại cương về dòng điện xoay chiều..... 78

CHỦ ĐỀ

4

VẬT LÝ HẠT NHÂN

1. Cấu trúc hạt nhân 88

2. Năng lượng hạt nhân..... 93

3. Phóng xạ..... 101

Bảng giải thích thuật ngữ..... 113

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

Địa chỉ: Tầng 6, Tòa nhà số 128 đường Xuân Thủy, Cầu Giấy, Hà Nội

Điện thoại: 024.37547735

Email: nxb@hnue.edu.vn | **Website:** www.nxbdhsp.edu.vn

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Giám đốc – Tổng biên tập: NGUYỄN BÁ CƯỜNG

Chịu trách nhiệm tổ chức bản thảo và bản quyền nội dung:

CÔNG TY CỔ PHẦN ĐẦU TƯ XUẤT BẢN – THIẾT BỊ GIÁO DỤC VIỆT NAM

Chủ tịch Hội đồng Quản trị: NGUYỄN NGÔ TRẦN ÁI

Tổng Giám đốc: VŨ BÁ KHÁNH

Biên tập:

BÙI ĐỨC TĨNH – NGUYỄN THẾ CƯỜNG – ĐÀO ANH TIẾN

Minh họa và thiết kế sách:

NGUYỄN THỊ PHƯƠNG DUNG

Trình bày bìa:

NGUYỄN MẠNH HÙNG

Sửa bản in:

NGUYỄN THẾ CƯỜNG

VẬT LÝ 12

Mã số:

ISBN:

In cuốn, khổ 19 x 26,5cm, tại

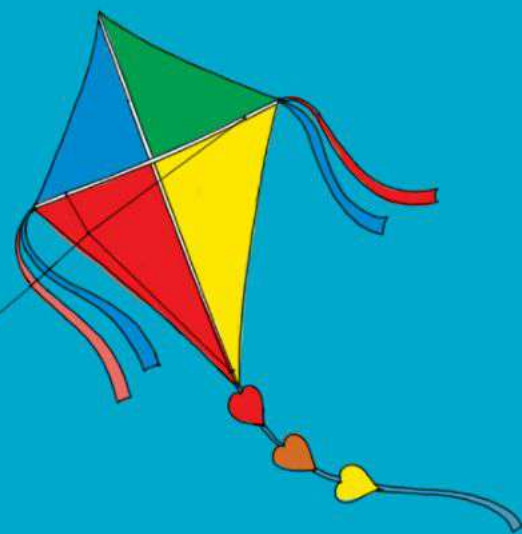
Địa chỉ:

Số xác nhận đăng kí xuất bản:

Quyết định xuất bản số: ngày

In xong và nộp lưu chiểu tháng năm

Mang cuộc sống vào bài học Đưa bài học vào cuộc sống



Sách Vật lí 12 được biên soạn theo Chương trình giáo dục phổ thông 2018. Thông qua những bài học hấp dẫn phù hợp với lứa tuổi, sách giúp bạn có được bức tranh toàn cảnh về vật lí và ứng dụng của nó trong các lĩnh vực ngành nghề khác nhau, góp phần giúp bạn phát triển toàn diện phẩm chất, năng lực của mình.

Sách được biên soạn bởi tập thể các nhà khoa học, nhà giáo giàu kinh nghiệm và tâm huyết về giáo dục. Cùng với sự hỗ trợ của thiết bị thực hành và hệ thống học liệu điện tử, sách sẽ giúp cho quá trình học tập của bạn thêm dễ dàng và hấp dẫn

SỬ DỤNG
TEM CHỐNG GIẢ

1. Quét mã QR hoặc dùng trình duyệt web để truy cập website bộ sách Cánh Diều: www.hoc10.com
2. Vào mục Hướng dẫn (www.hoc10.com/huong-dan) để kiểm tra sách giả và xem hướng dẫn kích hoạt sử dụng học liệu điện tử.

SÁCH KHÔNG BÁN