NGUYỄN VĂN KHÁNH (Tổng Chủ biên kiêm Chủ biên)
CAO TIẾN KHOA – TRƯƠNG ANH TUẤN – NGUYỄN ANH VINH

Cánh Diều

CHUYÊN ĐỀ HỌC TẬP

Vật lí

12

BẢN MẪU

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

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

Bản in thử

HỘI ĐỒNG QUỐC GIA THẨM ĐỊNH SÁCH GIÁO KHOA

Môn: Vật lí – Lớp 12

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

Chủ tịch: ĐỖ HƯƠNG TRÀ
Phó Chủ tịch: LỤC HUY HOÀNG
Uỷ viên, Thư kí: NGUYỄN HỮU TÌNH

Các uỷ viên: NGUYỄN VĂN HỢP – NGUYỄN VĂN THUẬN
LÊ ANH ĐỨC – ĐẶNG TIẾN SƠN
VŨ THỊ THU – NGUYỄN VĂN TÚ

Bản in thử

NGUYỄN VĂN KHÁNH (Tổng Chủ biên kiêm Chủ biên)
CAO TIẾN KHOA – TRƯƠNG ANH TUẤN – NGUYỄN ANH VINH

CHUYÊN ĐỀ HỌC TẬP

Vật lí 12

BẢN MẪU

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

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

Bản in thử

MỤC LỤC

Trang

Lời nói đầu 3

Hướng dẫn sử dụng sách 4

CHUYÊN ĐỀ 1 — DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

1. Các đặc trưng của dòng điện xoay chiều 6

2. Máy biến áp và chỉnh lưu dòng điện xoay chiều 14

CHUYÊN ĐỀ 2 — ỨNG DỤNG VẬT LÍ TRONG CHẨN ĐOÁN HÌNH ẢNH

1. Tia X và tạo ảnh bằng tia X 24

2. Siêu âm và cộng hưởng từ 37

CHUYÊN ĐỀ 3 — VẬT LÍ LƯỢNG TỬ

1. Năng lượng photon và hiệu ứng quang điện 48

2. Quang phổ vạch của nguyên tử 58

3. Lưỡng tính sóng hạt và vùng năng lượng 64

Bảng giải thích thuật ngữ 71

Bản in thử

LỜI NÓI ĐẦU

Bạn thân mến!

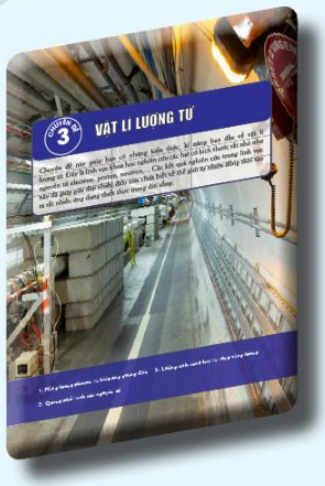
Quyển sách này giới thiệu ba chuyên đề học tập: Dòng điện xoay chiều, Ứng dụng vật lí trong chẩn đoán hình ảnh, Vật lí lượng tử. Đây là những chuyên đề tự chọn, nhằm đáp ứng nhu cầu phân hoá theo định hướng nghề nghiệp và sở thích cá nhân của bạn.

Bằng những bài học hấp dẫn phù hợp với lứa tuổi, sách mang đến cho bạn những kiến thức, kĩ năng mở đầu về dòng điện xoay chiều, vật lí lượng tử; đặc biệt là về ứng dụng tia X, siêu âm, từ trường và sóng vô tuyến trong các thiết bị y tế. Những thiết bị hiện đại này đang hằng ngày, hằng giờ trợ giúp các bác sĩ kịp thời chẩn đoán, cứu chữa cho hàng triệu người bệnh trên khắp thế giới.

Cùng với sách *Vật lí 12*, sách *Chuyên đề học tập vật lí 12* góp phần giúp bạn cảm nhận được vẻ đẹp của thiên nhiên qua hệ thống các quy luật vật lí, 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 cô giáo, thầy giáo và bạn bè.

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



Bản in thử

HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG SÁCH

MỘT BÀI HỌC THƯỜNG CÓ

Sau khi học xong bài học này, bạn có thể

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

CÁC HOẠT ĐỘNG

Mở đầu

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

Hình thành kiến thức, kĩ năng

Quan sát, trả lời câu hỏi, thảo luận

Hoạt động này sẽ giúp bạn hình thành các kiến thức, kĩ 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 lí và hình thành các kĩ năng khoa học.

Luyện tập

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

Vận dụng

Hoạt động này sẽ giúp bạn vận dụng kiến thức và kĩ năng đã học qua các câu hỏi, bài tập và các yêu cầu về xử lí 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 lí.

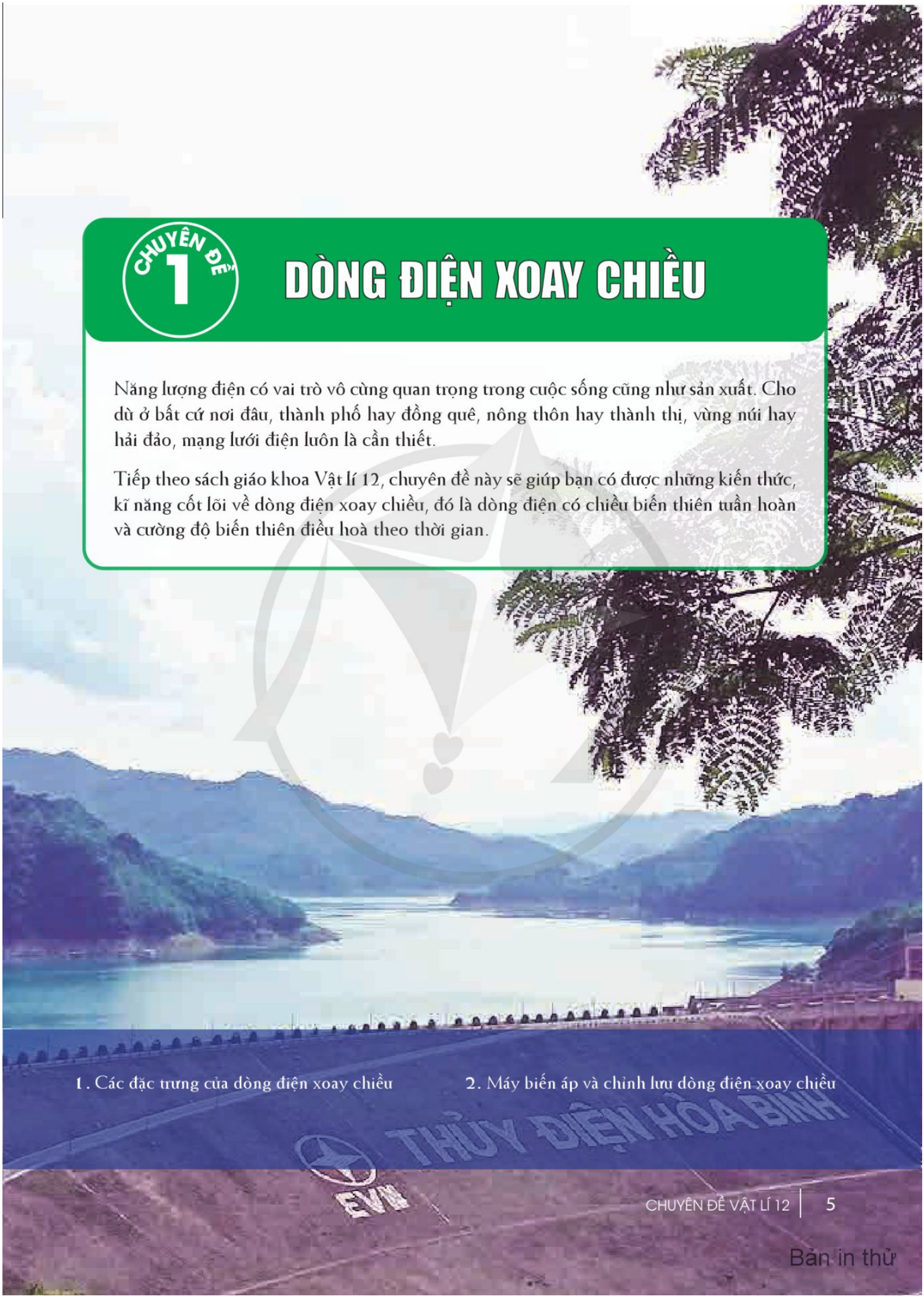
Tìm hiểu thêm

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

Kiến thức, kĩ năng cốt lõi

Đây là những kiến thức, kĩ năng cốt lõi mà bạn cần đạt được sau mỗi bài học.

Bản in thử



CHUYÊN ĐỀ 1

DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

Năng lượng điện có vai trò vô cùng quan trọng trong cuộc sống cũng như sản xuất. Cho dù ở bất cứ nơi đâu, thành phố hay đồng quê, nông thôn hay thành thị, vùng núi hay hải đảo, mạng lưới điện luôn là cần thiết.

Tiếp theo sách giáo khoa Vật lí 12, chuyên đề này sẽ giúp bạn có được những kiến thức, kĩ năng cốt lõi về dòng điện xoay chiều, đó là dòng điện có chiều biến thiên tuần hoàn và cường độ biến thiên điều hoà theo thời gian.

1. Các đặc trưng của dòng điện xoay chiều

2. Máy biến áp và chỉnh lưu dòng điện xoay chiều

Bản in thử

CÁC ĐẶC TRƯNG CỦA DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU 1

Học xong bài học này, bạn có thể

- Mô tả được bằng đồ thị: cường độ dòng điện, điện áp xoay chiều; so sánh được giá trị hiệu dụng và giá trị cực đại.
- Nêu được: công suất toả nhiệt trung bình trên điện trở thuần bằng một nửa công suất cực đại của dòng điện xoay chiều hình sin (chạy qua điện trở thuần này).
- Thảo luận để thiết kế phương án, chọn phương án, thực hiện phương án, đo được (hoặc mô tả được phương pháp đo): tần số, điện áp xoay chiều bằng dụng cụ thực hành.
- Thảo luận để thiết kế phương án hoặc lựa chọn phương án và thực hiện phương án, khảo sát được đoạn mạch xoay chiều RLC mắc nối tiếp bằng dụng cụ thực hành.

Hiện nay, dòng điện xoay chiều được dùng rộng rãi trong sản xuất và đời sống. Chúng ta đã biết mô tả cường độ dòng điện và điện áp xoay chiều bằng các công thức đại số. Ngoài cách này, còn có cách mô tả nào trực quan hơn không?

I. MÔ TẢ CƯỜNG ĐỘ DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU BẰNG ĐỒ THỊ

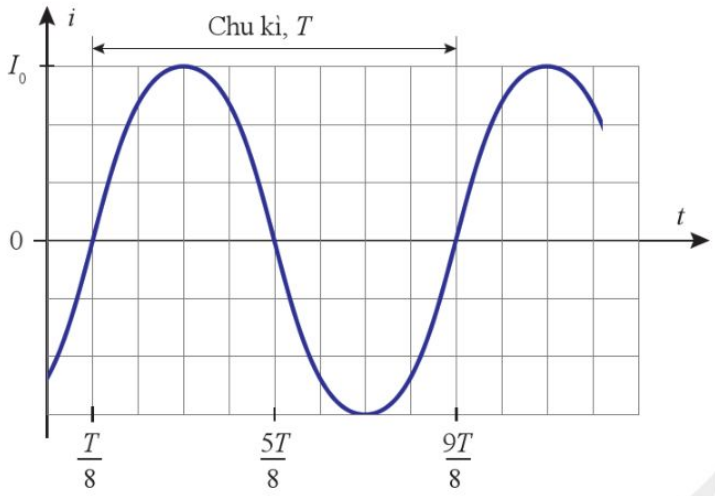
1. Cường độ dòng điện và điện áp xoay chiều được biểu diễn bằng đồ thị như thế nào?

Tương tự như biểu diễn sóng, ngoài cách biểu diễn bằng công thức, dòng điện xoay chiều và điện áp xoay chiều còn có thể được biểu diễn bằng đồ thị.

1. Biểu diễn cường độ dòng điện xoay chiều bằng đồ thị

Cường độ dòng điện xoay chiều có thể được biểu diễn bằng đồ thị như Hình 1.1. Từ đồ thị này ta thấy, dòng điện xoay chiều có cường độ biến đổi điều hoà theo thời gian. Trong một nửa chu kì, cường độ dòng điện mang giá trị dương, nửa chu kì còn lại cường độ dòng điện mang giá trị âm.

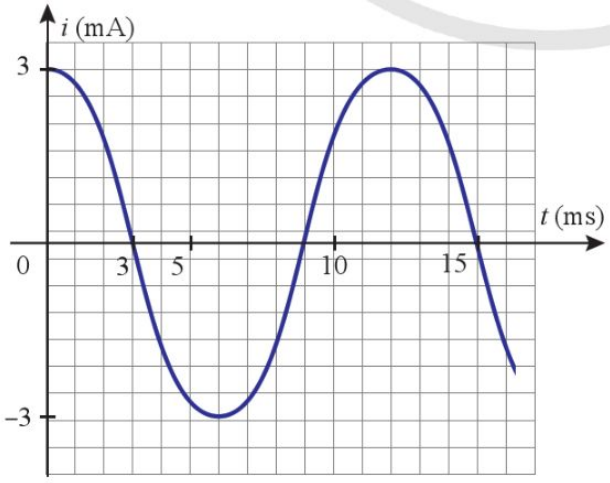
Bản in thử



Hình 1.1. Đồ thị biểu diễn sự biến đổi của cường độ dòng điện i theo thời gian t trong một mạch điện xoay chiều, với I_0 là cường độ dòng điện cực đại

Ở đồ thị Hình 1.1, tại các thời điểm $t_1 = T/8$, $t_2 = 5T/8$, $t_3 = 9T/8$, cường độ dòng điện bằng 0, đây là những thời điểm dòng điện trong mạch đổi chiều.

Xét trong một chu kì T, tính từ thời điểm t_1 đến t_3. Ở nửa đầu chu kì (từ t_1 đến t_2), cường độ dòng điện có giá trị dương nên dòng điện chạy trong mạch theo một chiều nào đó, độ lớn của i tăng từ 0 đến giá trị lớn nhất I_0 rồi giảm về 0 tại thời điểm t_2. Ở nửa sau chu kỳ (t_2 đến t_3), cường độ dòng điện có giá trị âm, dòng điện trong mạch đổi chiều, chạy theo chiều ngược lại, có độ lớn tăng từ 0 đến giá trị lớn nhất I_0 rồi giảm dần về 0. Quá trình được lặp lại ở các chu kì tiếp theo.



Hình 1.2. Cường độ dòng điện xoay chiều i biến đổi theo thời gian t

2. Một dòng điện xoay chiều có cường độ được mô tả bằng

$$i = 5\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ A}$$

với t được đo bằng s.

a) Tìm cường độ dòng điện cực đại I_0, tần số góc ω và chu kì T của dòng điện này.

b) Vẽ phác đồ thị mô tả cường độ dòng điện i theo thời gian t.

3. Dựa vào đồ thị Hình 1.2, hãy xác định:

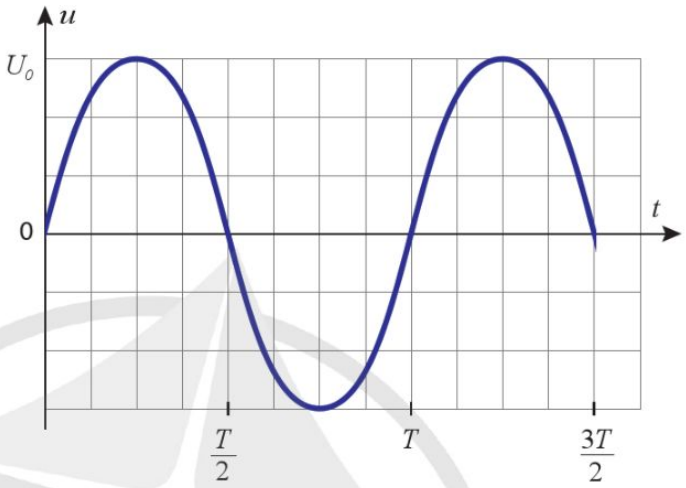
a) chu kì T và tần số f của dòng điện i.

b) công thức mô tả cường độ dòng điện i theo thời gian t.

Bản in thử

2. Biểu diễn điện áp xoay chiều bằng đồ thị

Tương tự như cường độ dòng điện xoay chiều, ta cũng có thể biểu diễn điện áp xoay chiều giữa hai đầu một đoạn mạch bằng đồ thị. Hình 1.3 là một ví dụ.



Hình 1.3. Đồ thị biểu diễn sự biến đổi của điện áp u giữa hai đầu một đoạn mạch xoay chiều theo thời gian t, với U_0 là điện áp cực đại

4. Ở Hình 1.3, điện áp giữa hai đầu đoạn mạch đổi dấu tại các thời điểm nào?

II. CƯỜNG ĐỘ HIỆU DỤNG VÀ ĐIỆN ÁP HIỆU DỤNG

1. Công suất toả nhiệt trung bình trên điện trở *R*

Thực nghiệm chứng tỏ rằng, dòng điện xoay chiều cũng có tác dụng nhiệt như dòng điện một chiều. Khi cho dòng điện xoay chiều chạy qua một đoạn dây dẫn có điện trở R thì đoạn dây dẫn đó nóng lên. Nhiệt lượng làm đoạn dây dẫn nóng lên bằng năng lượng điện tiêu thụ ở R.

5. Công suất toả nhiệt trung bình trên điện trở R liên hệ như thế nào với công suất cực đại của dòng điện xoay chiều hình sin chạy qua R?

Giả sử $i = I_0\cos\omega t$ là cường độ dòng điện tức thời chạy qua R. Công suất tức thời tiêu thụ ở R được tính bằng công thức:

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

Công thức này chứng tỏ rằng, công suất tức thời p biến thiên tuần hoàn theo t, do đó ta phải tính công suất trung bình.

Giá trị trung bình của p trong một chu kì là:

$$\overline{p} = RI_0^2\overline{\cos^2\omega t}$$

Bản in thử

Trong đó, $\overline{\cos^2\omega t}$ là kí hiệu giá trị trung bình của $\cos^2\omega t$. Sử dụng tính chất tuần hoàn của hàm số cosin, ta có $\overline{\cos^2\omega t} = \frac{1}{2}$.

Vậy, công suất toả nhiệt trung bình của dòng điện xoay chiều trong một chu kì, gọi tắt là công suất toả nhiệt trung bình, có giá trị là:

$$\mathcal{P} = \overline{p} = \frac{1}{2}RI_0^2 = \frac{\mathcal{P}_{max}}{2} \quad (1.1)$$

với $\mathcal{P}_{max} = RI_0^2$ là công suất cực đại.

Công thức (1.1) cho thấy, đối với dòng điện xoay chiều hình sin, công suất toả nhiệt trung bình trên điện trở R bằng một nửa công suất cực đại của dòng điện xoay chiều chạy qua R.

Tìm hiểu thêm

Dùng công thức lượng giác $\cos^2\alpha = \frac{1+\cos 2\alpha}{2}$, chứng minh rằng:

$$\overline{\cos^2\omega t} = \frac{1}{2}.$$

2. Các giá trị hiệu dụng

Công suất toả nhiệt trên điện trở R của dòng điện không đổi có cường độ I được xác định bằng:

$$\mathcal{P} = RI^2 \quad (1.2)$$

Theo định nghĩa (Chủ đề 3, sách giáo khoa Vật lí 12), cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều có giá trị bằng cường độ dòng điện không đổi I khi chúng lần lượt đi qua cùng một điện trở R thì công suất tiêu thụ ở R bằng nhau.

6. Phát biểu định nghĩa cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều.

Từ (1.1) và (1.2), ta có:

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

Từ đây, ta có công thức cho cường độ dòng điện hiệu dụng:

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \quad (1.3)$$

Người ta cũng đã tìm được giá trị hiệu dụng của điện áp xoay chiều:

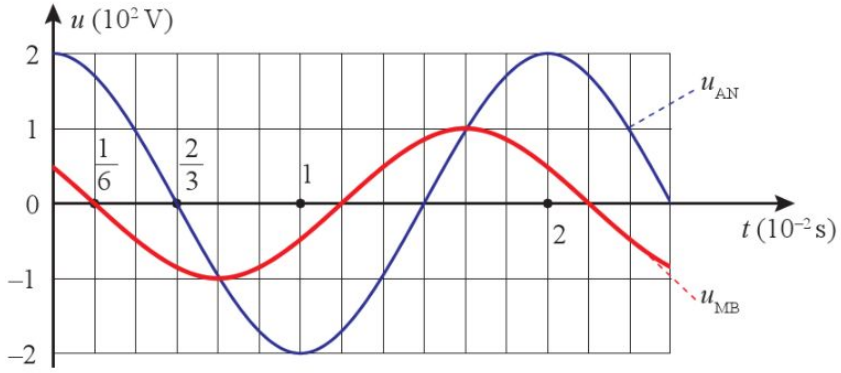
$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} \quad (1.4)$$

với U_0 là giá trị điện áp cực đại.

7. Mạng điện xoay chiều ở Việt Nam có điện áp hiệu dụng là 220 V. Hãy tìm giá trị điện áp cực đại.

Bản in thử

1. Hãy viết công thức điện áp u_{AN} và u_{MB} được biểu diễn ở Hình 1.4.

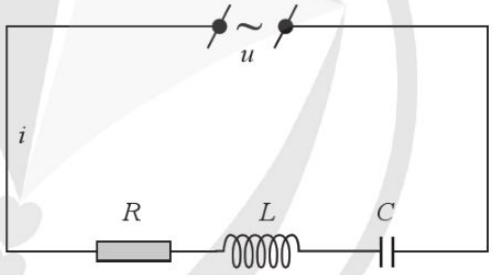


Hình 1.4. Đồ thị biểu diễn hai điện áp xoay chiều

III. KHẢO SÁT ĐOẠN MẠCH XOAY CHIỀU RLC MẮC NỐI TIẾP

1. Đoạn mạch xoay chiều RLC mắc nối tiếp

Hình 1.5 biểu diễn một đoạn mạch xoay chiều RLC mắc nối tiếp.



Hình 1.5. Đoạn mạch xoay chiều RLC mắc nối tiếp

Khi đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều, trong đoạn mạch sẽ xuất hiện một dòng điện xoay chiều chạy qua. Cường độ hiệu dụng của dòng điện chạy qua điện trở R, cuộn dây có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C có cùng giá trị là I.

Điện áp hiệu dụng giữa hai đầu điện trở, cuộn dây và tụ điện lần lượt được kí hiệu là U_R, U_L, U_C. Các giá trị hiệu dụng này đều có thể đo được bằng dụng cụ thực hành.

Người ta đã chứng minh được rằng, công suất tiêu thụ của đoạn mạch được tính bằng công suất tiêu thụ ở điện trở R theo công thức (1.1) hoặc (1.2).

2. Cường độ dòng điện cực đại chạy qua điện trở R là 2 A. Biết $R = 20\ \Omega$, hãy tính công suất tiêu thụ ở điện trở.

Bản in thử

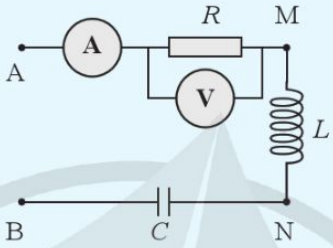
2. Thí nghiệm khảo sát đoạn mạch xoay chiều RLC mắc nối tiếp

Mục đích

Khảo sát được đoạn mạch xoay chiều RLC mắc nối tiếp bằng dụng cụ thực hành và rút ra mối liên hệ giữa *U* và *I*.

Dụng cụ

- Đồng hồ đo điện đa năng (1) và (2).
- Điện trở (3).
- Cuộn dây đồng có lõi thép (4).
- Tụ điện (5).
- Bảng lắp mạch điện và dây dẫn điện.
- Biến áp nguồn (không thể hiện ở Hình 1.7).



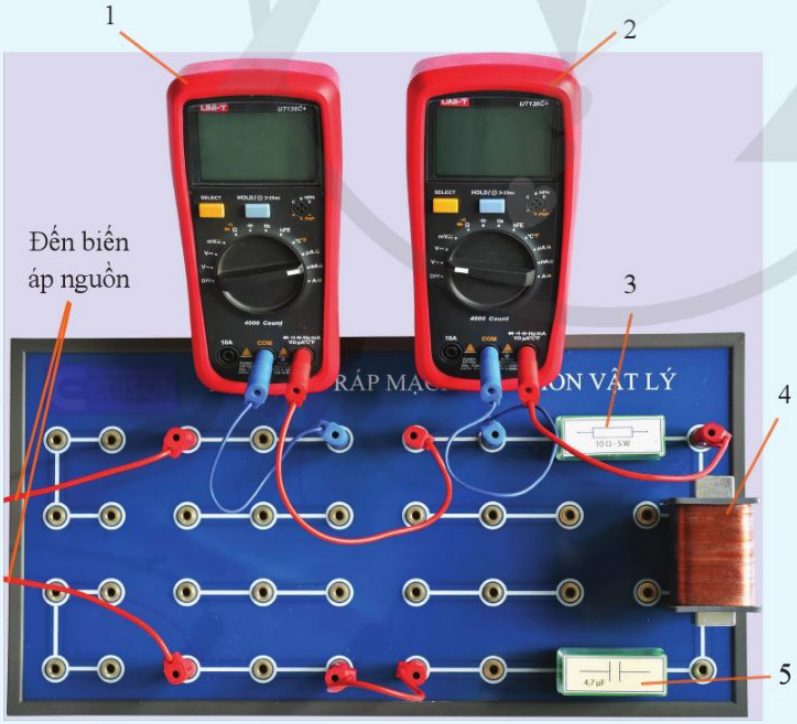
Hình 1.6. Mạch điện RLC mắc nối tiếp

Phương án thí nghiệm

- Tìm hiểu công dụng của từng dụng cụ đã cho.
- Thiết kế phương án thí nghiệm với các dụng cụ này.

Tiến hành

a) Đo tần số, cường độ dòng điện và điện áp



Hình 1.7. Bố trí dụng cụ thí nghiệm

8. Làm thế nào để đo được tần số, cường độ dòng điện hiệu dụng và điện áp hiệu dụng của đoạn mạch điện xoay chiều bằng đồng hồ đo điện đa năng?

9. Dựa trên các dụng cụ ở trường của mình, hãy thiết kế phương án thí nghiệm đo tần số, cường độ dòng điện hiệu dụng và điện áp hiệu dụng trong một đoạn mạch điện xoay chiều mắc nối tiếp như Hình 1.6.

Bản in thử

- Mắc mạch điện theo sơ đồ Hình 1.6 (đồng hồ đo điện đa năng 1 mắc nối tiếp với *R* là ampe kế, đồng hồ đo điện đa năng 2 mắc song song với *R* là vôn kế). Dùng dây dẫn điện nối hai điểm A và B với biến áp nguồn (Hình 1.7).
- Bật biến áp nguồn, vặn núm xoay của đồng hồ đo điện đa năng 2 sang thang đo điện áp xoay chiều. Đọc giá trị U_R và ghi kết quả vào vở theo Bảng 1.1.
- Lần lượt mắc đồng hồ đo điện đa năng 2 vào hai đầu cuộn dây, hai đầu tụ điện và hai đầu đoạn mạch để đo điện áp hiệu dụng U_L, U_C. Đọc các giá trị U_L, U_C và ghi kết quả vào vở theo Bảng 1.1.
- Vặn núm xoay của đồng hồ đo điện đa năng 2 sang thang đo tần số, đặt hai que đo của đồng hồ này vào hai đầu đoạn mạch. Đọc giá trị tần số và ghi kết quả vào vở theo Bảng 1.1.

Kết quả

Bảng 1.1 là kết quả đo được trong một lần làm thí nghiệm.

Bảng 1.1. Kết quả thí nghiệm

U_R (V)	U_L (V)	U_C (V)	f (Hz)
0,23	1,48	10,50	50,0

b) Mối liên hệ giữa *I* và *U*

- Tiếp tục mắc đồng đồ đo điện đa năng 2 vào hai đầu đoạn mạch RLC mắc nối tiếp. Đọc giá trị U_{AB} và ghi kết quả vào vở theo Bảng 1.2.
- Đọc giá trị I_{AB} trên đồng hồ đo điện đa năng 1 và ghi kết quả vào vở theo bảng 1.2.

Kết quả

Bảng 1.2 là kết quả đo được trong một lần làm thí nghiệm.

Bảng 1.2. Kết quả đo U_{AB} và I_{AB}

U_{AB} (V)	2	4	6	8	10
I_{AB} (mA)	2,32	4,64	6,96	9,28	11,60
$\frac{U_{AB}}{I_{AB}}$	?	?	?	?	?

Từ kết quả thí nghiệm ở Bảng 1.2, hãy rút ra mối liên hệ giữa U_{AB} và I_{AB}.

Từ kết quả của thí nghiệm này và nhiều thí nghiệm khác, ta thấy tỉ số điện áp hiệu dụng giữa hai đầu của đoạn mạch điện xoay chiều RLC (mắc nối tiếp) và cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch là một hằng số. Hằng số này được gọi là tổng trở của đoạn mạch RLC mắc nối tiếp, kí hiệu là Z.

Ta có thể viết $Z = \frac{U_{AB}}{I_{AB}}$

hay $$I_{AB} = \frac{U_{AB}}{Z} \qquad (1.5)$$

(1.5) là công thức của định luật Ôm cho đoạn mạch RLC mắc nối tiếp.

Bản in thử

Tìm hiểu thêm

Tìm hiểu các thang đo điện áp hiệu dụng, cường độ dòng điện hiệu dụng và tần số dòng điện xoay chiều của đồng hồ đo điện đa năng.

Khi dùng đồng hồ đo điện đa năng để đo cường độ dòng điện, điện áp và tần số của dòng điện xoay chiều, cần lưu ý gì về vị trí của núm xoay thay đổi thang đo và chốt cắm của hai que đo ở Hình 1.8.

Hình 1.8. Ba thang đo điện áp, cường độ dòng điện và tần số bằng đồng hồ đo điện đa năng

Thảo luận, đề xuất phương án và thực hiện phương án đã đề xuất để đo cường độ dòng điện hiệu dụng, điện áp hiệu dụng và tần số của đoạn mạch điện xoay chiều *RLC* mắc nối tiếp bằng các dụng cụ ở trường của bạn.

- Mối liên hệ giữa giá trị hiệu dụng và giá trị cực đại:

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

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

- Công suất toả nhiệt trung bình của dòng điện xoay chiều trên điện trở:

$$\mathcal{P} = RI^2 = R\frac{I_0^2}{2}$$

- Công suất trung bình bằng một nửa công suất cực đại.
- Cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch điện xoay chiều có *R*, *L*, *C* mắc nối tiếp:

$$I = \frac{U}{Z}$$

Bản in thử

MÁY BIẾN ÁP VÀ CHỈNH LƯU DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU 2

Học xong bài học này, bạn có thể

- Nêu được nguyên tắc hoạt động của máy biến áp.
- Nêu được ưu điểm của dòng điện và điện áp xoay chiều trong truyền tải năng lượng điện về phương diện khoa học và kinh tế.
- Thảo luận để đánh giá được vai trò của máy biến áp trong việc giảm hao phí năng lượng điện khi truyền dòng điện đi xa.
- Thực hiện thí nghiệm, vẽ được đồ thị biểu diễn mối liên hệ giữa dòng điện chạy qua diode bán dẫn và điện áp giữa hai cực của nó.
- Vẽ được mạch chỉnh lưu nửa chu kì sử dụng diode.
- Vẽ được mạch chỉnh lưu cả chu kì sử dụng cầu chỉnh lưu.
- So sánh được đồ thị chỉnh lưu nửa chu kì và chỉnh lưu cả chu kì.

Để truyền tải năng lượng điện đi xa, người ta phải tăng điện áp trước khi truyền. Đến nơi tiêu thụ, phải hạ điện áp để phù hợp với điện áp của các thiết bị trong sản xuất và đời sống. Vì sao phải làm như vậy, thiết bị nào có thể thực hiện được điều đó?

I. TRUYỀN TẢI NĂNG LƯỢNG ĐIỆN

Các nhà máy điện thường ở cách xa khu công nghiệp và khu dân cư để đảm bảo an toàn và tránh ô nhiễm. Từ các nhà máy này, năng lượng điện được truyền đến nơi sử dụng bằng các đường dây tải điện.

Khi truyền đi xa, năng lượng điện thường bị tiêu hao đáng kể, chủ yếu do toả nhiệt trên đường dây. Gọi r là điện trở đường dây, $\mathscr{P}_{\text{phát}}$ là công suất truyền đi, U_{d} là điện áp hiệu dụng đặt vào hai đầu đường dây truyền tải điện. Công suất hao phí do toả nhiệt trên đường dây là:

$$\mathscr{P}_{\text{hao phí}} = rI^2 = r\left(\frac{\mathscr{P}_{\text{phát}}}{U_{\text{d}}}\right)^2 = r\frac{\mathscr{P}_{\text{phát}}^2}{U_{\text{d}}^2} \qquad (2.1)$$

1. Vì sao muốn giảm điện trở r của dây dẫn điện, phải tăng tiết diện dây?

Bản in thử

Với công suất truyền tải $\mathscr{P}_{\text{phát}}$ xác định, có hai cách giảm công suất hao phí trên đường dây.

Cách thứ nhất: Giảm điện trở r của đường dây.

Giảm điện trở r của đường dây bằng một số biện pháp như:

• Dùng dây dẫn có điện trở suất nhỏ như bạc, vàng hay dây siêu dẫn.

• Tăng tiết diện dây dẫn, làm cho khối lượng dây dẫn tăng lên,...

Cách này vừa hạn chế vừa không hiệu quả kinh tế.

Cách thứ hai: Tăng điện áp U_d khi truyền đi và khi đến nơi tiêu thụ điện sẽ giảm điện áp về giá trị cần thiết. Đây là biện pháp mang lại hiệu quả rõ rệt. Ví dụ, tăng U_d lên 10 lần thì công suất hao phí trên dây giảm 100 lần.

Cách này có thể thực hiện được nhờ *máy biến áp*.

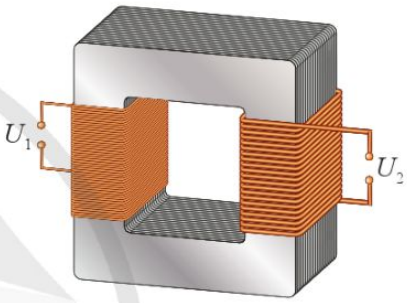
2. Nêu và phân tích một số biện pháp giảm hao phí năng lượng điện khi truyền điện đi xa.

II. MÁY BIẾN ÁP

1. Cấu tạo và nguyên lí hoạt động

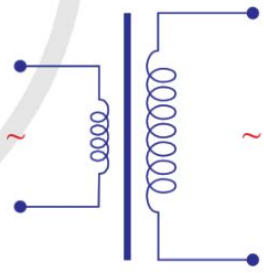
Máy biến áp là thiết bị hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ, dùng để biến đổi điện áp xoay chiều.

Máy biến áp gồm hai cuộn dây dẫn điện có số vòng khác nhau cùng quấn trên một lõi sắt kín (Hình 2.1). Lõi của máy thường được làm bằng các lá sắt hoặc thép pha silicon (silic), ghép cách điện với nhau. Các cuộn dây dẫn thường được làm bằng đồng, cách điện với nhau và cách điện với lõi sắt.



Hình 2.1. Sơ đồ nguyên lí cấu tạo máy biến áp

Một trong hai cuộn dây của máy biến áp được nối với nguồn điện xoay chiều, được gọi là cuộn sơ cấp. Cuộn còn lại được nối với một mạch tiêu thụ điện, được gọi là cuộn thứ cấp.



Hình 2.2. Kí hiệu máy biến áp trong mạch điện

Dòng điện xoay chiều chạy trong cuộn sơ cấp tạo ra từ thông biến thiên qua cuộn thứ cấp, làm xuất hiện ở hai đầu cuộn thứ cấp một điện áp xoay chiều.

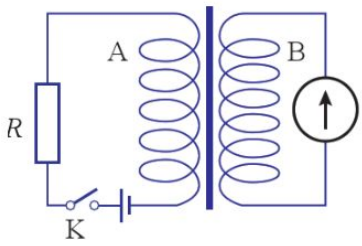
Gọi N_1, N_2 lần lượt là số vòng dây của cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp; U_1, U_2 lần lượt là điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn sơ cấp và hai đầu cuộn thứ cấp.

Đối với máy biến áp lí tưởng (máy hoạt động không có hao phí năng lượng điện), người ta đã chứng minh được rằng:

3. Tìm hiểu cấu tạo của một máy biến áp và giải thích vì sao lõi của máy biến áp thường làm bằng các lá sắt hoặc thép pha silicon, ghép cách điện với nhau.

Bản in thử

4. Vì sao từ thông ở cuộn dây B lại thay đổi khi đóng hoặc ngắt khoá K (Hình 2.3)?



Hình 2.3. Hai cuộn dây dẫn được quấn trên cùng một lõi sắt

1. Nêu cơ sở khoa học chứng tỏ ưu điểm của dòng điện xoay chiều và máy biến áp trong truyền tải năng lượng điện.

Bạn có biết

Điện áp đầu ra của các máy phát điện ở nhà máy điện thường khoảng 10 kV đến 25 kV. Trước khi truyền tải năng lượng điện đi xa, điện áp thường được tăng đến giá trị 110 kV – 500 kV bằng máy tăng áp. Đến nơi tiêu thụ, người ta dùng các máy hạ áp để giảm điện áp xuống các mức phù hợp với yêu cầu sử dụng, ví dụ giảm xuống 220 V cho các gia đình và công sở (Hình 2.4).

Tỉ số các điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp và hai đầu cuộn sơ cấp luôn bằng tỉ số các số vòng dây của hai cuộn đó.

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} \qquad (2.2)$$

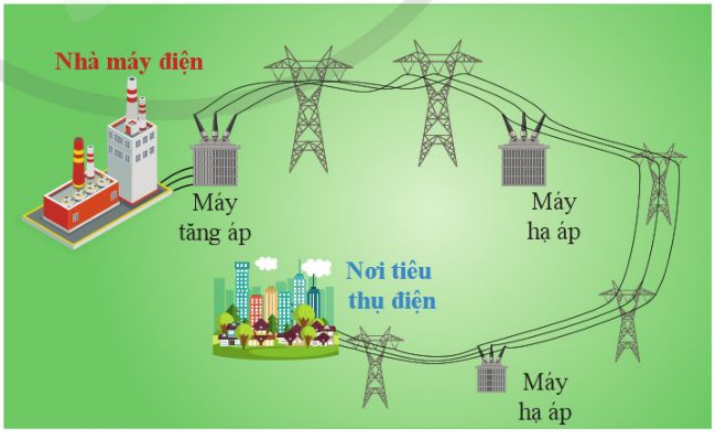
Nếu điện áp giữa hai đầu cuộn thứ cấp lớn hơn điện áp giữa hai đầu cuộn sơ cấp ($U_2 > U_1$), máy biến áp được gọi là máy tăng áp.

Nếu điện áp giữa hai đầu cuộn thứ cấp nhỏ hơn điện áp giữa hai đầu cuộn sơ cấp ($U_2 < U_1$), máy biến áp được gọi là máy hạ áp.

2. Ưu điểm của dòng điện xoay chiều và máy biến áp trong truyền tải năng lượng điện

Từ công thức (2.1) ta thấy, khi truyền tải điện, năng lượng hao phí do toả nhiệt trên đường dây phụ thuộc vào độ lớn của điện áp truyền đi. Nhờ máy biến áp, có thể dễ dàng làm tăng hoặc giảm điện áp trong quá trình truyền tải năng lượng điện, giúp giảm hao phí năng lượng điện khi truyền đi xa.

Cụ thể là dùng máy tăng áp ở đầu đường dây truyền tải và máy hạ áp ở nơi tiêu thụ điện (Hình 2.4).



Hình 2.4. Sơ đồ minh hoạ hệ thống truyền tải năng lượng điện từ nhà máy phát điện đến nơi tiêu thụ

Bản in thử

III. DIODE BÁN DẪN VÀ CHỈNH LƯU DÒNG XOAY CHIỀU

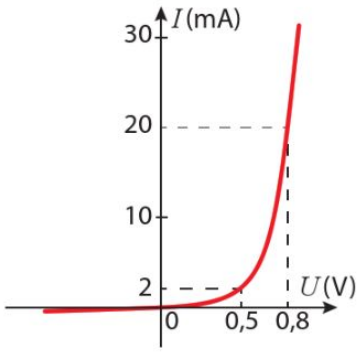
1. Mối liên hệ giữa cường độ dòng điện và điện áp giữa hai cực của diode

Chúng ta đã biết diode bán dẫn cho dòng điện chạy qua chủ yếu theo một chiều, gọi là chiều thuận. Cường độ dòng điện chạy qua diode phụ thuộc giá trị của hiệu điện thế (còn gọi là điện áp) giữa hai cực của diode. Khi diode cho dòng điện đi qua theo chiều thuận, ta nói diode phân cực thuận. Dòng điện khi đó được gọi là dòng điện thuận.

Cường độ dòng điện qua diode theo chiều ngược lại (cường độ dòng điện ngược) hầu như không đáng kể. Trong trường hợp này, ta nói diode phân cực ngược.

Hình 2.5 biểu diễn mối liên hệ của cường độ dòng điện với điện áp giữa hai cực của diode. Đồ thị này thường được gọi là đặc tuyến vôn-ampe của diode bán dẫn.

Có thể tìm hiểu mối liên hệ giữa dòng điện chạy qua diode và điện áp giữa hai cực của nó bằng thí nghiệm sau đây.



Hình 2.5. Đặc tuyến vôn-ampe của diode bán dẫn

5. Điện trở của diode có mối liên hệ như thế nào với sự phân cực của diode?

Mục đích

- Đo được hiệu điện thế và cường độ dòng điện qua diode bán dẫn.
- Vẽ được đường đặc tuyến vôn-ampe của một diode bán dẫn.

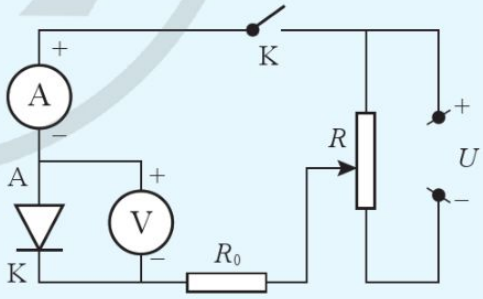
Dụng cụ thí nghiệm

- Diode (1).
- Biến áp nguồn (có thể thay bằng bộ pin 6 V).
- Điện trở R_0 (2).
- Đồng hồ đo điện áp (3).
- Đồng hồ đo cường độ dòng điện (4).
- Biến trở R (5).

Hình 2.7 là ảnh chụp bộ dụng cụ.

Phương án thí nghiệm

- Tìm hiểu công dụng của từng dụng cụ đã cho.
- Thiết kế phương án thí nghiệm với các dụng cụ này.



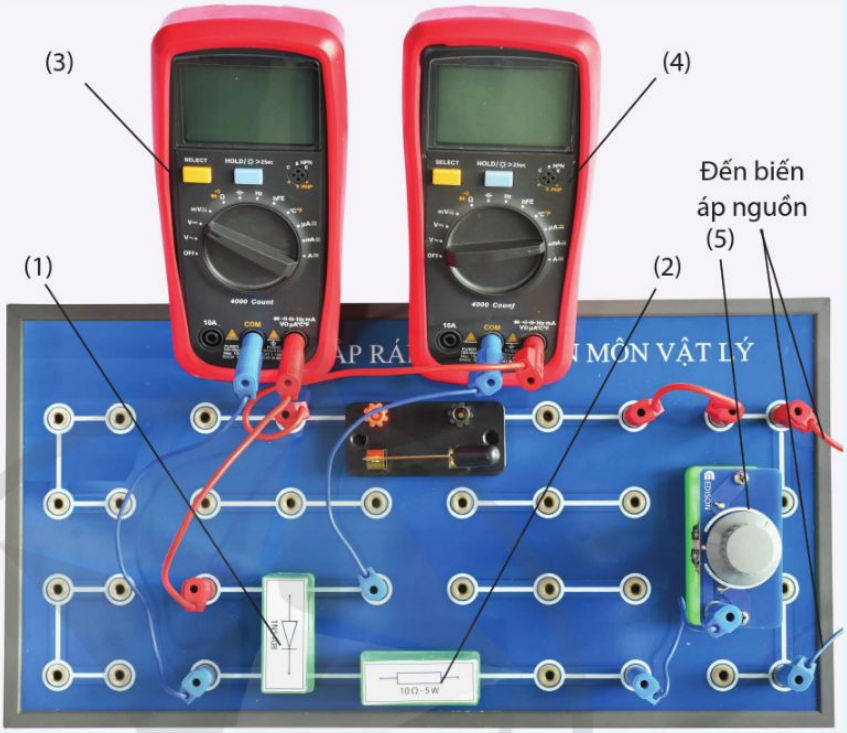
Hình 2.6. Sơ đồ mạch điện đo cường độ dòng điện và điện áp giữa hai cực của diode (phân cực thuận)

Bản in thử

6. Dựa trên các dụng cụ ở trường của mình, hãy thiết kế phương án thí nghiệm và thực hiện phương án đo được hiệu điện thế và cường độ dòng điện qua diode bán dẫn. Từ kết quả thí nghiệm, hãy vẽ đặc tuyến vôn-ampe của diode bán dẫn.

Tiến hành

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



Hình 2.7. Bộ dụng cụ thí nghiệm

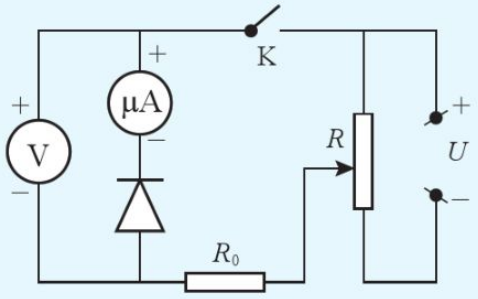
a) Diode phân cực thuận

• Lắp đặt dụng cụ thí nghiệm theo sơ đồ mạch điện ở Hình 2.6, đặt đầu ra của biến áp nguồn ở điện áp một chiều.

• Điều chỉnh giá trị của biến trở *R*, ghi số chỉ của vôn kế và ampe kế vào vở như Bảng 2.1.

b) Diode phân cực ngược

• Tắt nguồn. Đảo đầu diode và mắc mạch điện theo sơ đồ Hình 2.8.



Hình 2.8. Sơ đồ mạch điện đo cường độ dòng điện và điện áp giữa hai cực của diode (phân cực ngược)

7. Nêu điểm khác nhau cơ bản giữa sơ đồ Hình 2.6 và Hình 2.8.

Bản in thử

• Điều chỉnh giá trị của biến trở *R*, ghi số chỉ của vôn kế và ampe kế vào vở như ở Bảng 2.1.

• Vẽ đồ thị biểu diễn mối liên hệ giữa cường độ dòng điện và điện áp giữa hai cực của diode.

• Nhận xét hình dạng đồ thị (so với đồ thị ở Hình 2.5).

Kết quả

Bảng 2.1 là kết quả thí nghiệm với phương án đo trên.

Bảng 2.1. Kết quả thí nghiệm

Diode phân cực thuận	**Lần**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	U (V)	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
	I (mA)	0,00	0,11	0,36	1,10	2,80
Diode phân cực ngược	**Lần**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	U (V)	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
	I (μA)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Tìm hiểu thêm

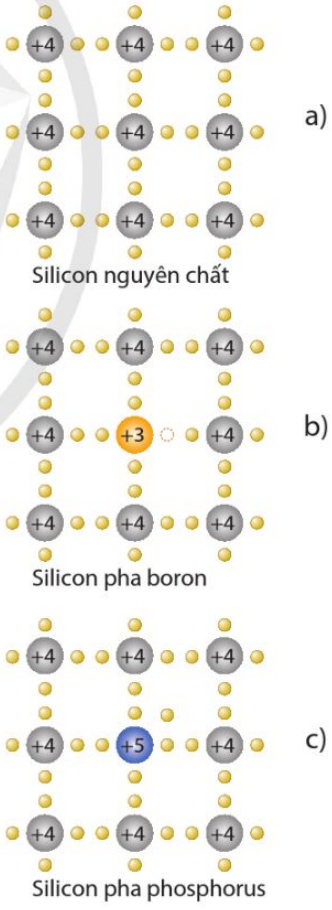
Bán dẫn loại n và bán dẫn loại p

Hiện nay, hầu hết các dụng cụ bán dẫn được dùng trong thực tế sử dụng chất bán dẫn có thêm một lượng nhỏ các nguyên tố khác. Chất bán dẫn như vậy được gọi là chất bán dẫn pha tạp, chúng được tạo ra bằng cách pha thêm các chất thích hợp với tỉ lệ rất nhỏ vào chất bán dẫn nguyên chất.

Silicon là một chất bán dẫn thường dùng và có bốn electron hoá trị. Trong silicon nguyên chất, mỗi nguyên tử liên kết với bốn nguyên tử lân cận bằng các electron góp chung (Hình 2.9a).

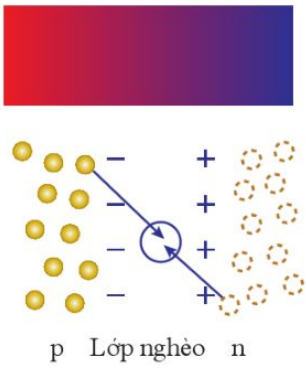
Thêm một nguyên tố có ba electron hoá trị, chẳng hạn như boron, vào silicon (Hình 2.9b). Khi đó, một trong bốn liên kết của nguyên tử boron với silicon sẽ thiếu một electron. Nếu một electron từ nguyên tử silicon gần đấy di chuyển vào chỗ thiếu này thì để lại một "lỗ trống". Chất bán dẫn được pha tạp như vậy là *bán dẫn loại p* và hạt tải điện chủ yếu trong bán dẫn loại này là lỗ trống.

Thêm một nguyên tố có năm electron hoá trị, chẳng hạn như phosphorus, vào silicon (Hình 2.9c). Vì chỉ có bốn electron của nguyên tử phosphorus được góp chung với bốn nguyên tử silicon lân cận nên có một electron tự do. Chất bán dẫn pha tạp như vậy được gọi là *bán dẫn loại n* và hạt tải điện chủ yếu trong bán dẫn loại này là electron.



Hình 2.9. Minh hoạ bán dẫn pha tạp

Bản in thử



Hình 2.10. Electron gặp lỗ trống trong lớp chuyển tiếp p-n

Tìm hiểu thêm

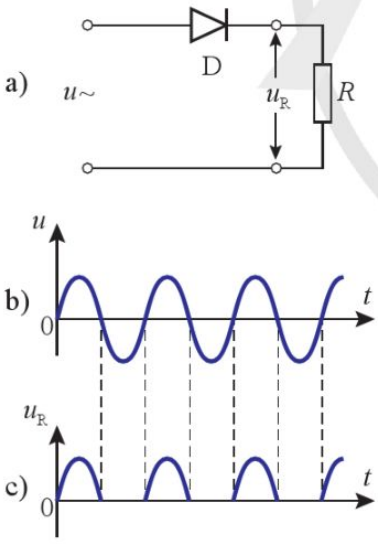
Lớp chuyển tiếp p-n

Lớp chuyển tiếp p-n được hình thành khi cho mẫu bán dẫn loại p và mẫu bán dẫn loại n tiếp xúc với nhau (Hình 2.8).

Tại lớp chuyển tiếp p-n, khi electron gặp lỗ trống thì một cặp electron – lỗ trống sẽ biến mất và dẫn đến hình thành một lớp không có hạt tải điện gọi là *lớp nghèo*. Ở lớp nghèo, về phía bán dẫn n có các ion tích điện dương và về phía bán dẫn p có các ion tích điện âm.

Nếu mắc hai đầu của mẫu bán dẫn có lớp chuyển tiếp p-n vào một nguồn điện một chiều, với cực dương của nguồn nối với phía bán dẫn p, cực âm nối với phía bán dẫn n thì lỗ trống trong bán dẫn p sẽ chạy vào lớp nghèo (theo chiều từ cực dương đến cực âm); electron trong bán dẫn n sẽ chạy vào lớp đó (theo chiều ngược lại). Lúc này, lớp nghèo trở nên dẫn điện. Vì vậy sẽ có dòng điện chạy qua lớp nghèo từ miền p sang miền n. Khi đảo cực nguồn điện, dòng điện chạy từ miền n sang miền p hầu như không đáng kể. Chiều dòng điện qua lớp nghèo (từ p sang n) được gọi là *chiều thuận*, chiều kia (từ n sang p) là *chiều ngược*.

Diode bán dẫn thực chất là một lớp chuyển tiếp p-n. Vì sao khi nối cực âm của nguồn điện với phía bán dẫn p, còn cực dương nối với phía bán dẫn n thì cường độ dòng điện qua diode hầu như không đáng kể?



Hình 2.11. a) Sơ đồ nguyên lí chỉnh lưu một nửa chu kì; b) Điện áp u biến thiên theo thời gian t; c) Điện áp u_R biến thiên theo thời gian t

2. Chỉnh lưu dòng điện xoay chiều

Vì dòng điện chỉ chạy qua diode chủ yếu theo một chiều nên khi nối diode vào mạch điện xoay chiều, dòng điện qua diode cũng chỉ theo một chiều. Do đó, người ta thường dùng diode trong các thiết bị biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều (*chỉnh lưu* dòng điện xoay chiều).

Trong thực tiễn, thường dùng hai kiểu chỉnh lưu.

Chỉnh lưu một nửa chu kì

Đặt điện áp xoay chiều hình sin vào mạch gồm diode mắc nối tiếp điện trở R (Hình 2.11a).

- Ở nửa chu kì điện áp xoay chiều có giá trị dương, diode phân cực thuận, nên dòng điện chạy qua điện trở R.

Bản in thử

- Ở nửa chu kì điện áp xoay chiều có giá trị âm, diode phân cực ngược, diode cho dòng điện chạy qua với cường độ rất nhỏ, gần như bằng 0.

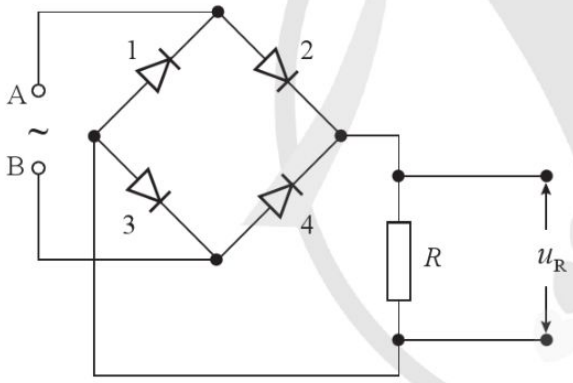
Các chu kì tiếp theo, quy luật diễn ra tương tự.

Như vậy tuỳ thuộc vào giá trị (dương hay âm) của điện áp đặt vào hai cực của diode, chỉ một nửa chu kì điện áp xoay chiều có giá trị dương, diode mới cho dòng điện chạy qua nó. Do đó, dòng điện gần như chỉ chạy qua điện trở R theo một chiều trong một nửa chu kì.

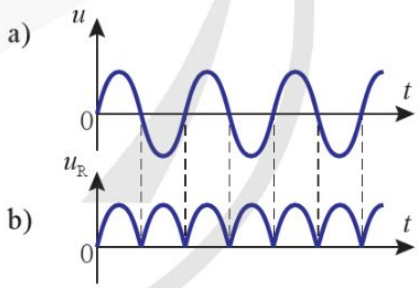
Chỉnh lưu cả chu kì

Để có dòng điện một chiều chạy qua điện trở trong cả chu kì có thể dùng mạch chỉnh lưu gồm bốn diode được mắc như Hình 2.12. Mạch chỉnh lưu như vậy được gọi là *mạch cầu chỉnh lưu.*

2. So sánh đồ thị ($u_R - t$) ở Hình 2.11c và Hình 2.13b, rút ra đặc điểm của điện áp u_R.



Hình 2.12. Sơ đồ nguyên lí chỉnh lưu cả chu kì



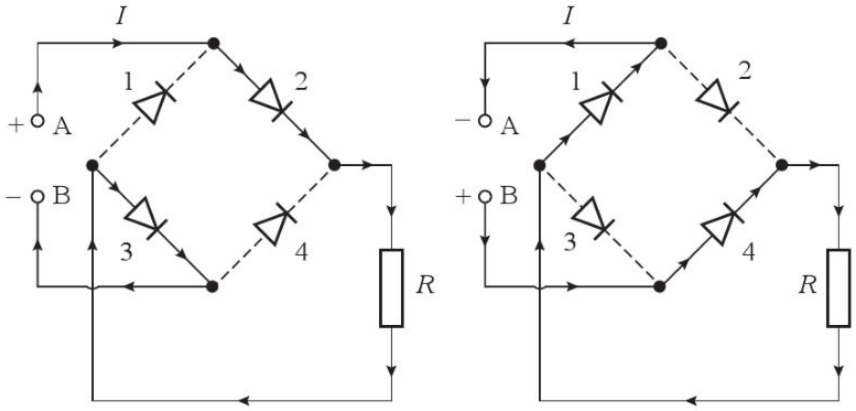
Hình 2.13. a) Điện áp u biến thiên theo thời gian t; b) Điện áp u_R biến thiên theo thời gian t

Xét một chu kì của điện áp xoay chiều.

• Ở Hình 2.14a, trong nửa đầu của chu kì, giả sử điểm A có điện thế dương và điểm B có điện thế âm, khi đó diode 2 và diode 3 được phân cực thuận, nên dòng điện trong mạch sẽ đi từ điểm A chạy qua diode 2, qua R và qua diode 3 để đến điểm B (dòng điện không thể chạy qua diode 1 và diode 4 vì chúng bị phân cực ngược).

3. Thảo luận để nêu được dòng điện chạy qua điện trở R chỉ theo một chiều trong cả chu kì của nguồn xoay chiều khi sử dụng mạch cầu gồm bốn diode làm mạch chỉnh lưu.

Bản in thử



Hình 2.14. Sơ đồ nguyên lí mạch chỉnh lưu cả chu kì

8. Ở Hình 2.14b, khi điểm B có điện thế dương, tại sao dòng điện chỉ chạy qua diode 4 và diode 1, nhưng không qua diode 2 và diode 3?

• Ở Hình 2.14b, trong nửa sau của chu kì, điểm B có điện thế dương, dòng điện chạy qua diode 4, R và diode 1 đến điểm A có điện thế âm.

Trong cả hai nửa chu kì của điện áp xoay chiều, luôn có dòng điện một chiều chạy qua R. Mạch chỉnh lưu cả chu kì cho dòng điện một chiều qua R có cường độ ổn định hơn so với mạch chỉnh lưu một nửa chu kì.

• Nêu hai điểm khác nhau chủ yếu giữa dòng điện một chiều và dòng điện xoay chiều.

• Tìm thông tin và thảo luận với bạn để nêu hai ưu điểm của chỉnh lưu cả chu kì.

- Máy biến áp hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.
- Khi truyền năng lượng điện đi xa, để giảm hao phí, người ta dùng máy tăng áp; đến nơi tiêu thụ điện, người ta dùng máy hạ áp để tạo điện áp phù hợp với nhu cầu sử dụng.
- Diode cho dòng điện chủ yếu chạy qua khi được phân cực thuận; khi bị phân cực ngược, cường độ dòng điện qua diode rất nhỏ.
- Diode được sử dụng để biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều.
- Một diode chỉ chỉnh lưu được nửa chu kì, một mạch cầu gồm bốn diode cho phép chỉnh lưu được cả chu kì.

Bản in thử

CHUYÊN ĐỀ 2

ỨNG DỤNG VẬT LÍ TRONG CHẨN ĐOÁN HÌNH ẢNH

Chẩn đoán hình ảnh là một ngành ứng dụng khoa học kĩ thuật để thể hiện cấu trúc cơ thể người bằng hình ảnh, giúp bác sĩ qua các hình ảnh đó có thể đưa ra những chẩn đoán bệnh chính xác.

Chuyên đề này giúp bạn có những khái niệm bước đầu về ứng dụng vật lí trong tạo ảnh bằng tia X, siêu âm, cộng hưởng từ – những kĩ thuật được dùng phổ biến trong chẩn đoán hình ảnh.

1. Tia X và tạo ảnh bằng tia X

2. Siêu âm và cộng hưởng từ

Bản in thử

1 TIA X VÀ TẠO ẢNH BẰNG TIA X

Học xong bài học này, bạn có thể

- Nêu được cách tạo ra tia X, cách điều khiển tia X, sự suy giảm tia X.
- Mô tả được sơ lược cách chụp ảnh bằng tia X.
- Từ tranh ảnh (tài liệu đa phương tiện) thảo luận để rút ra được một số cách cải thiện ảnh chụp bằng tia X: giảm liều chiếu, cải thiện độ sắc nét, cải thiện độ tương phản.
- Mô tả được sơ lược cách chụp ảnh cắt lớp.
- Thực hiện dự án hay đề tài nghiên cứu, thiết kế được một mô hình chụp cắt lớp đơn giản.
- Thảo luận để đánh giá được vai trò của tia X trong đời sống và trong khoa học.

Chụp ảnh bằng tia X được dùng phổ biến trong chẩn đoán bệnh (Hình 1.1). Đây là phương pháp chẩn đoán hình ảnh cho kết quả trong thời gian ngắn, giúp bác sĩ phát hiện được các bệnh liên quan đến xương khớp, khoang ngực, ổ bụng,... để kịp thời có phác đồ điều trị cho người bệnh.

Tia X là gì? Nó giúp tạo ra hình ảnh thể hiện cấu trúc cơ thể như thế nào?

Hình 1.1. Chụp ảnh bằng tia X

I. TIA X

1. Khái niệm về tia X

Năm 1895, Wilhelm Conrad Röntgen (Vin-hen Con-rat Rơn-ghen) (Hình 1.2), một nhà vật lí người Đức, công bố kết quả thí nghiệm tạo ra tia X. Khi phát hiện tia này, ông gọi nó là tia X với ngụ ý là tia chưa biết. Tên gọi đó ngày nay vẫn được dùng cùng với tên gọi là tia Röntgen.

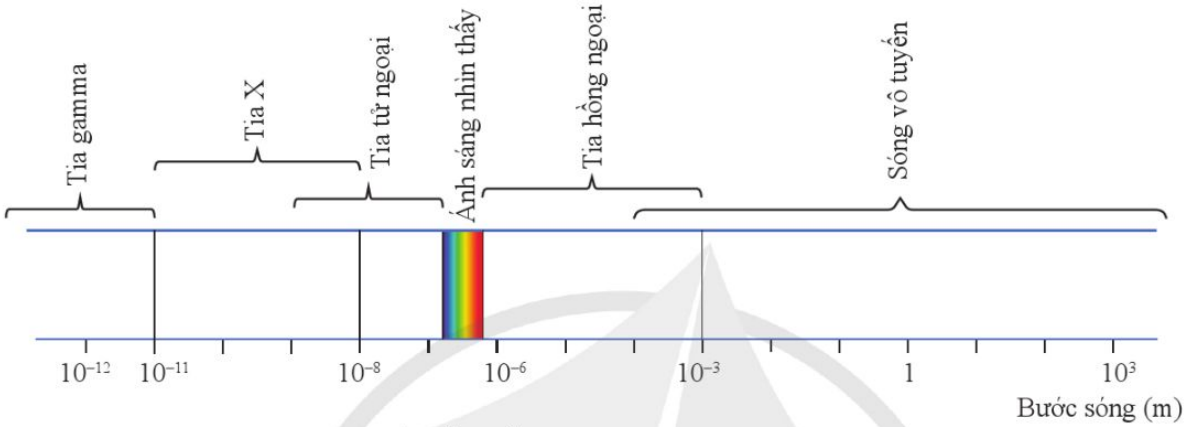
Hình 1.2. Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923, giải Nobel vật lí 1901)

Bản in thử

Các nghiên cứu về sau đã chứng minh rằng khi các electron đang chuyển động với tốc độ cao mà bị giảm tốc đột ngột thì sẽ tạo ra tia X.

Tia X là những bức xạ điện từ có bước sóng trong khoảng 10^{-11} m đến 10^{-8} m.

Vùng tia X trong thang sóng điện từ được biểu diễn ở Hình 1.3.

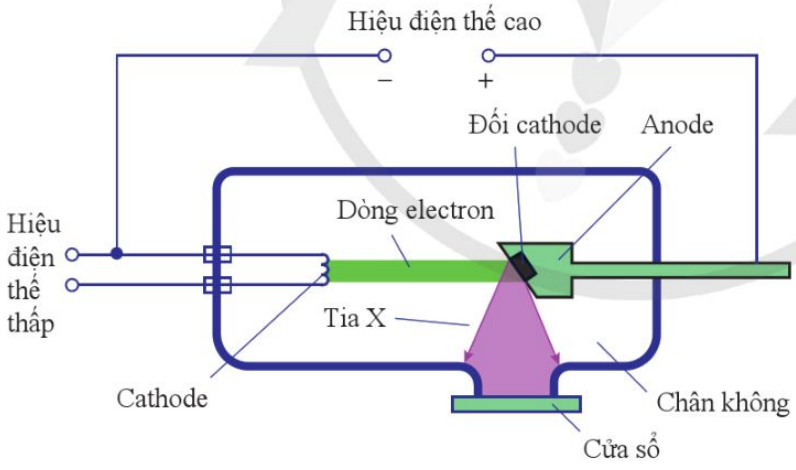


Hình 1.3. Sơ đồ biểu diễn vùng tia X trong thang sóng điện từ

2. Cách tạo ra tia X

Tia X được tạo ra bằng một thiết bị được gọi là *ống tia X*. Có nhiều loại ống tia X, Hình 1.4 là sơ đồ cấu tạo và nguyên lí hoạt động của một ống tia X đơn giản.

1. Tia X được tạo ra như thế nào?



Hình 1.4. Sơ đồ cấu tạo và nguyên lí hoạt động của ống tia X

Ống tia X có cấu tạo gồm một ống chân không, trong ống có hai điện cực. Cực âm (cathode) là dây điện trở được đốt nóng để phát các electron. Đối diện với cực âm là cực dương (anode), ở cực dương có đối cathode được làm bằng kim loại có nguyên tử lượng lớn và nhiệt độ nóng chảy cao như tungsten.

2. Mô tả cấu tạo của ống tia X đơn giản.

Bản in thử

Bạn có biết

Vào ngày 8 tháng 11 năm 1895, tại phòng thí nghiệm của mình, Röntgen đã tình cờ nhận thấy ánh sáng phát ra từ một màn được phủ hoá chất gần một thí nghiệm đang được thực hiện. Ông đặt tên cho các tia gây ra sự phát sáng này là tia X. 49 ngày sau, ông liên tục ở trong phòng thí nghiệm. Mỗi ngày chỉ ngừng công việc nghiên cứu ít phút để ăn uống, vệ sinh, chợp mắt vài giờ. Kết quả, ông đã tìm ra tính chất của tia bí mật này.

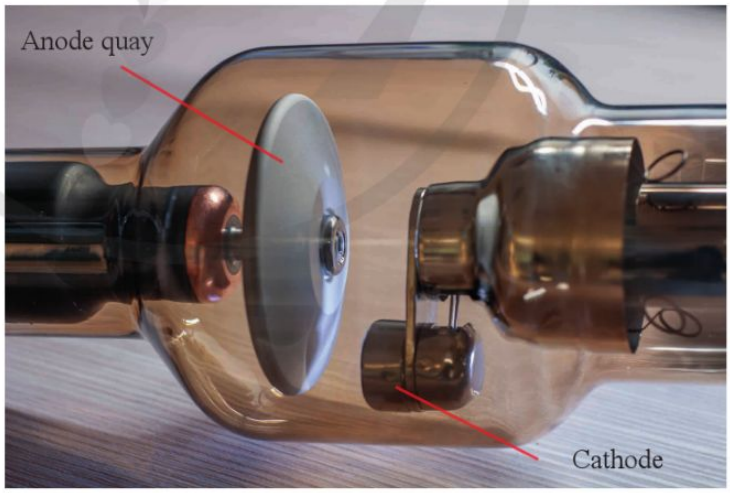
Wilhelm Röntgen đã nhận được nhiều giải thưởng, bao gồm cả giải Nobel vật lí đầu tiên vào năm 1901. Với đức tính khiêm tốn, ông chưa bao giờ cố gắng lấy bằng sáng chế cho các khám phá của mình.

Ngày nay, tia X được sử dụng rộng rãi trong y học, phân tích vật liệu và các thiết bị như máy quét an ninh sân bay.

Hiệu điện thế giữa anode và cathode có thể lên đến hàng trăm kilôvôn. Dưới tác dụng của hiệu điện thế này, chùm electron phát ra từ cathode được tăng tốc và có động năng rất lớn. Khi đập vào đối cathode, các electron có tốc độ cao này bị giảm tốc đột ngột sẽ làm phát ra các tia X theo mọi hướng. Một phần tia X đi qua cửa sổ của ống tia X ra không gian bên ngoài ống.

Độ rộng của chùm tia X có thể được kiểm soát bằng cách sử dụng các ống kim loại bên ngoài cửa sổ để hấp thụ tia X. Sự phối hợp các ống kim loại này có thể tạo ra chùm tia có hai mặt song song được gọi là *chùm chuẩn trực* (xem mục II, Hình 1.11 trang 31).

Khi đập vào đối cathode, chỉ có một số ít electron (chưa đến 1%) có tác dụng tạo ra tia X, số electron còn lại làm nóng đối cathode. Tức là, phần lớn năng lượng còn lại của chùm electron được chuyển thành năng lượng nhiệt ở anode, làm anode bị nóng lên. Vì vậy, người ta làm anode quay để vùng bị đốt nóng được thay đổi liên tục và do đó có thể hạ bớt nhiệt độ (Hình 1.5). Một số ống tia X có nước lưu thông qua anode để làm mát.



Hình 1.5. Ống tia X có anode quay

3. Điều khiển cường độ và độ cứng của tia X

Để có thể thu được hình ảnh tia X rõ nét, cần kiểm soát cả cường độ và độ cứng của chùm tia X.

Bản in thử

Điều khiển cường độ tia X

Ở lớp 11, chúng ta đã biết cường độ sóng là công suất sóng truyền qua một đơn vị diện tích vuông góc với phương truyền sóng. Cường độ I được xác định bằng biểu thức:

$$I = \frac{\mathscr{P}}{S}$$

Trong đó, $\mathscr{P}$ là công suất bức xạ và S diện tích mặt cắt vuông góc với phương truyền. Đơn vị cường độ I là W/m^2.

Cường độ chùm tia X ảnh hưởng đến mức độ tương phản của hình ảnh tạo bởi chùm tia X.

Hình 1.6. Ảnh xương bàn tay chụp bằng tia X

Như có thể thấy ở Hình 1.6, xương có màu sáng hơn các mô khác ở xung quanh. Sở dĩ như vậy là do xương hấp thụ tia X tốt hơn, làm giảm cường độ tia X đến phim nên ảnh sáng hơn. Các mô mềm (da, mỡ, cơ,...) hấp thụ tia X kém hơn nên ảnh sẫm hơn.

Cường độ của chùm tia X là số đo năng lượng tia X phát ra trong một đơn vị thời gian qua một đơn vị diện tích, tức là phụ thuộc vào số lượng electron đập vào đối cathode trong một đơn vị thời gian. Vì các electron được tạo ra bởi sự phát xạ nhiệt nên nếu tăng cường độ dòng điện nung nóng cực âm sẽ làm tăng số lượng electron phát ra. Do đó, cường độ của chùm tia X tăng lên.

Tìm hiểu thêm

Các tính chất đặc trưng của tia X

- Tia X có khả năng đâm xuyên mạnh, xuyên qua hầu hết các vật chắn sáng thông thường.
- Tia X có tác dụng mạnh lên phim ảnh.
- Tia X có tác dụng làm phát quang nhiều chất.
- Tia X có tác dụng sinh lí mạnh: huỷ diệt tế bào, diệt khuẩn.

Hãy tìm hiểu và nêu thêm một số tính chất của tia X.

1. Trong mỗi giây, một chùm tia X truyền năng lượng 400 J qua tiết diện thẳng 5,0 cm^2. Tính cường độ của nó theo đơn vị W/m^2.

3. Đề xuất cách làm tăng số lượng electron được tạo ra từ cathode của ống tia X.

Bản in thử

Tìm hiểu thêm

Khi một electron được tăng tốc giữa hai điểm có hiệu điện thế U, nó sẽ thu được động năng $W_đ$. Các electron tăng tốc từ cực âm đến cực dương của ống tia X sẽ thu được động năng

$$W_đ = eU \qquad (1.1)$$

Năng lượng của một photon có bước sóng λ (sẽ được học ở chuyên đề 3) là

$$\varepsilon = \frac{hc}{\lambda} \qquad (1.2)$$

Trong đó, h là hằng số Planck, c là tốc độ ánh sáng trong chân không.

Áp dụng bảo toàn năng lượng, ta có bước sóng giới hạn (nhỏ nhất) của photon tia X là

$$\lambda_0 = \frac{hc}{eU} \qquad (1.3)$$

Hãy tìm hiểu cỡ độ lớn của hiệu điện thế giữa anode và cathode của ống tia X.

Điều khiển độ cứng của tia X

Độ cứng được định nghĩa là độ đâm xuyên của chùm tia X qua vật được chiếu. Độ cứng quyết định phần cường độ chùm tia tới có thể xuyên qua bộ phận cơ thể được chiếu tia X. Tuỳ vào năng lượng hay bước sóng mà tia X có thể được coi là "cứng" hoặc "mềm". Tia X mềm có năng lượng thấp hơn và có bước sóng dài hơn tia X cứng nên có khả năng đâm xuyên kém hơn (dễ bị hấp thụ hơn) tia X cứng.

Nói chung, bước sóng của tia X càng ngắn thì khả năng đâm xuyên của chúng càng lớn (tia X càng cứng).

Người ta đã chứng minh rằng, hiệu điện thế giữa anode và cathode của một ống tia X càng lớn thì bước sóng của tia X do ống phát ra càng ngắn. Do đó, có thể điều khiển độ cứng của chùm tia X phát ra nhờ thay đổi hiệu điện thế giữa anode và cathode của ống tia X.

Trong chùm tia X, có những tia X mềm không xuyên qua được bộ phận đang được chiếu nên sẽ không tham gia tạo thành hình ảnh tia X. Do đó, khi dùng tia X để chụp ảnh các bộ phận cơ thể, các tia X mềm sẽ làm tăng liều lượng bức xạ mà người bệnh nhận được, nghĩa là người bệnh tiếp xúc nhiều hơn với bức xạ nguy hiểm (bị phơi nhiễm bức xạ).

Vì vậy, chùm tia X phát ra từ ống tia X phải đi qua các bộ lọc có tác dụng hấp thụ các tia X mềm này.

4. Sự suy giảm tia X

Tia X là một dạng bức xạ ion hoá, nghĩa là chúng ion hoá các nguyên tử và phân tử của môi trường mà chúng đi qua. Trong quá trình này, các tia X truyền một phần hoặc toàn bộ năng lượng của chúng cho môi trường. Do đó, chùm tia X đi càng sâu vào môi trường thì cường độ của nó càng giảm.

Sự giảm dần cường độ của chùm tia X khi nó đi qua một môi trường được gọi là *sự suy giảm tia X*.

Các kết quả nghiên cứu đã chứng minh rằng, khi một chùm tia X song song đi qua một môi trường, cường độ của chùm tia giảm đi theo cùng một tỉ lệ khi đi qua các độ dày bằng nhau của môi trường đó.

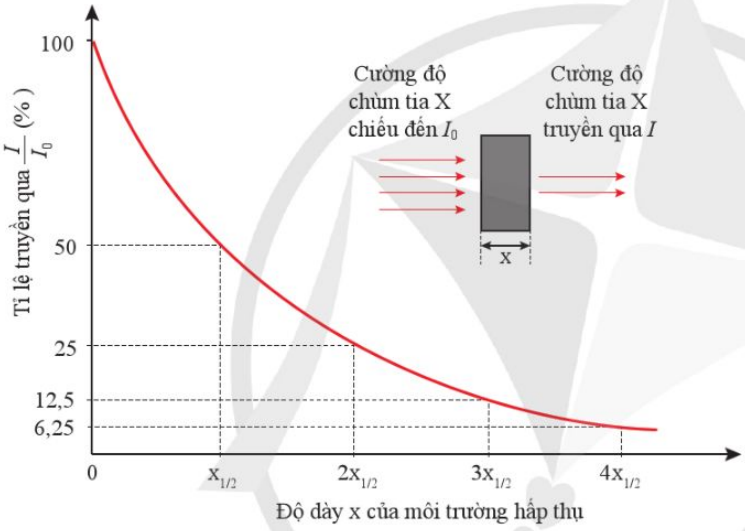
Bản in thử

Cường độ chùm tia X truyền qua được xác định bởi:

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad (1.4)$$

Trong đó, x là độ dày của môi trường mà tia X truyền qua, I_0 là cường độ ban đầu (trước khi hấp thụ), μ là hằng số phụ thuộc vào môi trường và năng lượng của tia X, được gọi là hệ số suy giảm tuyến tính hoặc hệ số hấp thụ tuyến tính của môi trường. Đơn vị của μ là mm^{-1}.

Hình 1.7 biểu diễn sự thay đổi độ cường độ chùm tia X (tính theo phần trăm) truyền qua độ dày của môi trường hấp thụ.



Hình 1.7. Sự suy giảm cường độ tia X theo bề dày môi trường, với $x_{1/2}$ là độ dày để cường độ $I = \frac{I_0}{2}$

Lưu ý rằng biểu thức (1.4) dùng cho chùm tia song song. Nếu chùm tia không song song thì cường độ sẽ thay đổi ngay cả khi không có bất kì sự hấp thụ nào.

4. Biểu thức (1.4) có được dùng cho chùm tia X phân kì không? Vì sao?

2. Hệ số hấp thụ tuyến tính của đồng là μ = 0,693 mm^{-1}. Hãy xác định:

a) Độ dày của tấm đồng cần có để cường độ chùm tia X song song truyền qua nó giảm 50%.

b) Phần trăm cường độ của chùm tia song song truyền qua một tấm đồng dày 1,2 cm.

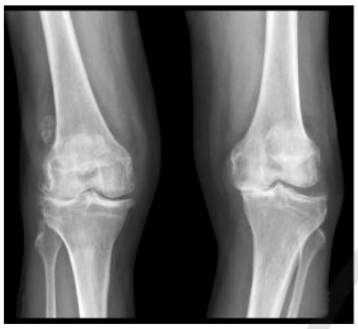
II. CHỤP ẢNH BẰNG TIA X

1. Quá trình tạo ảnh bằng tia X

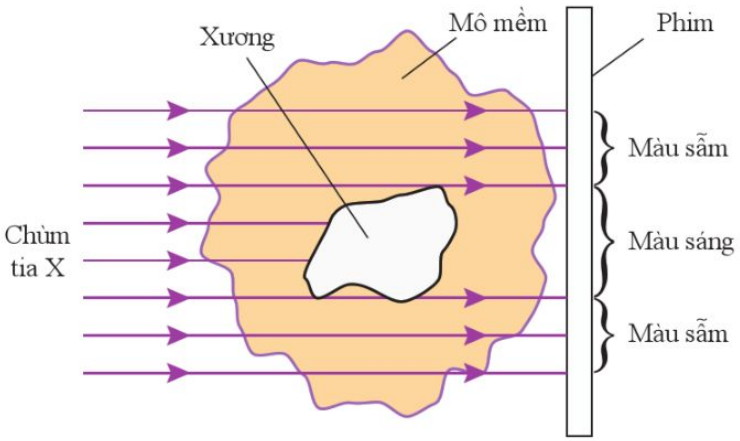
Để tạo ảnh bằng tia X (gọi tắt là ảnh tia X), người ta chiếu chùm tia X vào bộ phận cơ thể của người. Chùm tia xuyên qua được cho tác dụng lên phim ảnh hoặc màn hình. Quá trình này được minh hoạ trên Hình 1.8a.

Bản in thử

3. Giải thích vì sao có vùng màu sẫm, vùng màu sáng ở ảnh chụp khớp gối bằng tia X trong Hình 1.8b.



Hình 1.8b. Ảnh khớp gối được chụp bằng bằng tia X



Hình 1.8a. Sơ đồ minh hoạ quá trình tạo ảnh bằng tia X

Khi xuyên qua các mô mềm, chùm tia X ít bị giảm cường độ nên trên phim sau khi tráng, vùng tương ứng với các mô mềm có màu sẫm. Vì xương làm giảm cường độ chùm tia X nhiều hơn so với các mô mềm nên trên phim sau khi tráng vùng tương ứng với vị trí của xương có màu sáng hơn (Hình 1.8b).

2. Cải thiện chất lượng ảnh tia X

Khi chụp ảnh bằng tia X, cần tạo được ảnh có chất lượng cao, đồng thời để đảm bảo an toàn, phải giảm thời gian tiếp xúc của người bệnh với tia X.

a) Cải thiện độ sắc nét

Độ sắc nét của hình ảnh chịu ảnh hưởng bởi độ rộng của chùm tia X. Bạn đã biết rằng, khi chiếu sáng bằng nguồn sáng nhỏ, bóng của một vật sẽ sắc nét hơn so với khi chiếu bằng một nguồn sáng lớn. Vì vậy, một nguồn tia X tốt phải tạo ra một chùm tia X hẹp song song.

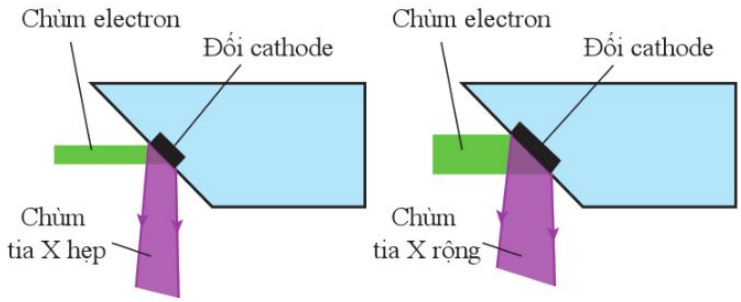
5. Vẽ hình để chứng tỏ rằng, bóng của một vật được chiếu sáng bằng một nguồn sáng có kích thước nhỏ thì sắc nét hơn so với chiếu sáng bằng một nguồn sáng có kích thước lớn.

Các yếu tố ảnh hưởng đến độ rộng của chùm tia X là: độ rộng của chùm electron và của đối cathode, kích thước cửa sổ của ống tia X, độ song song của chùm tia X.

Độ rộng của chùm electron và đối cathode

Độ rộng của chùm electron và đối cathode có ảnh hưởng đến chất lượng ảnh tia X. Đối cathode càng rộng thì chùm tia X càng rộng (Hình 1.9).

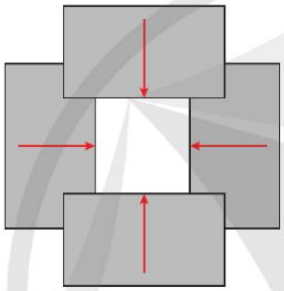
Bản in thử



Hình 1.9. Minh hoạ độ rộng chùm tia X do chùm electron và đối cathode có kích thước khác nhau tạo ra

Kích thước cửa sổ

Có thể tăng giảm kích thước cửa sổ của ống tia X bằng điều chỉnh các tấm chắn (Hình 1.10).

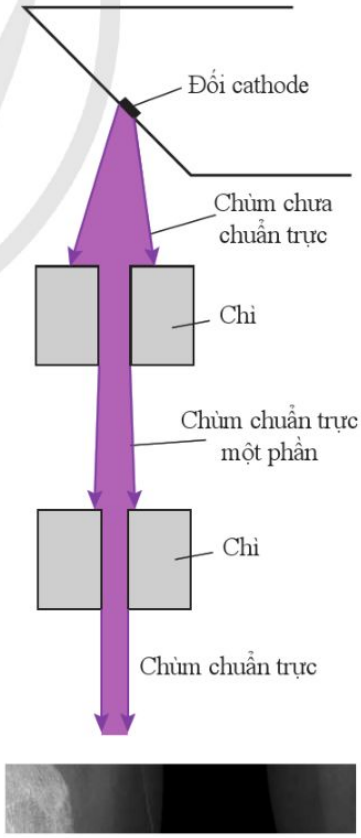


Hình 1.10. Điều chỉnh kích thước cửa sổ nhờ các tấm chắn

Tạo chùm tia X song song

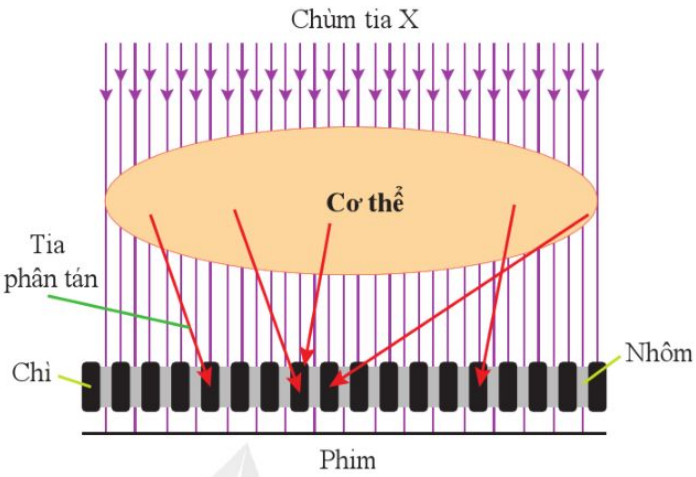
Chùm tia X có các cạnh gần như song song được gọi là chùm chuẩn trực.

Quá trình chuẩn trực chùm tia X được mô tả bằng sơ đồ ở Hình 1.11. Tập hợp các khe đầu tiên tạo ra chùm chuẩn trực một phần, nhưng do kích thước hữu hạn của đối cathode nên vẫn có một số tia lan rộng. Tập hợp các khe thứ hai làm giảm sự lan rộng này hơn nữa,... cho đến khi thu được chùm chuẩn trực. Tuy nhiên, có những tia X bị phân tán khi chúng đi qua cơ thể. Khi đến phim, chúng sẽ làm giảm độ sắc nét của hình ảnh. Người ta khắc phục điều này bằng cách đặt trước phim một hệ thống bao gồm các tấm làm bằng vật liệu ngăn cản tia X (như chì) xen kẽ bởi các tấm làm bằng vật liệu cho tia X đi qua (như nhôm). Hệ thống này cho chùm tia X chuẩn trực đi qua nhưng hấp thụ các tia X phân tán (Hình 1.12).



Bản in thử

4. Dựa vào Hình 1.12, giải thích hoạt động của hệ thống làm tăng độ sắc nét của ảnh chụp bằng tia X.



Hình 1.12. Minh hoạ hệ thống hấp thụ các tia X truyền xiên góc với chùm tia chính

Hình 1.13. Ảnh chụp dạ dày có barium sulfate bằng tia X

b) Cải thiện độ tương phản

Như chúng ta đã thấy, các loại mô khác nhau hiển thị khác nhau trên ảnh tia X. Có thể phân biệt một cách dễ dàng xương với mô mềm vì xương hấp thụ tia X tốt hơn mô mềm.

Một ảnh tia X có độ tương phản tốt sẽ có độ khác biệt rõ ràng về độ sáng, tối của ảnh khi tia X đi qua các loại mô khác nhau.

Để có ảnh với độ tương phản tốt hơn cho các loại mô mềm, khi chụp ảnh tia X, người ta dùng các chất hấp thụ tốt tia X như iodine hoặc barium.

Ví dụ, để chụp ảnh tia X dạ dày, người bệnh được yêu cầu uống dung dịch barium sulfate. Kết quả là khi dung dịch barium sulfate bao phủ bên trong dạ dày, đường viền của dạ dày sẽ hiển thị rõ ràng trên hình ảnh (Hình 1.13). Người ta cũng làm tương tự cho các mạch máu và các mô mềm khác.

c) Giảm liều lượng bức xạ

Tia X có thể làm hỏng mô sống, gây ra các đột biến có thể dẫn đến sự phát triển của mô ung thư. Do đó, để giảm hấp thụ bức xạ có hại cho người, khi chiếu tia X phải giữ liều lượng bức xạ chiếu vào cơ thể ở mức tối thiểu.

Bản in thử

Vì phim ảnh hấp thụ kém tia X nên khi dùng phim ảnh thì người phải tiếp xúc tia X trong thời gian dài nên bị hấp thụ nhiều bức xạ. Ngày nay, để khắc phục nhược điểm này, người ta dùng màn hình kĩ thuật số thay cho phim ảnh. Công nghệ này có thể làm giảm mức phơi nhiễm từ 100 đến 500 lần.

Hình 1.14. Ảnh phổi người được chụp bằng tia X

III. CHỤP CẮT LỚP

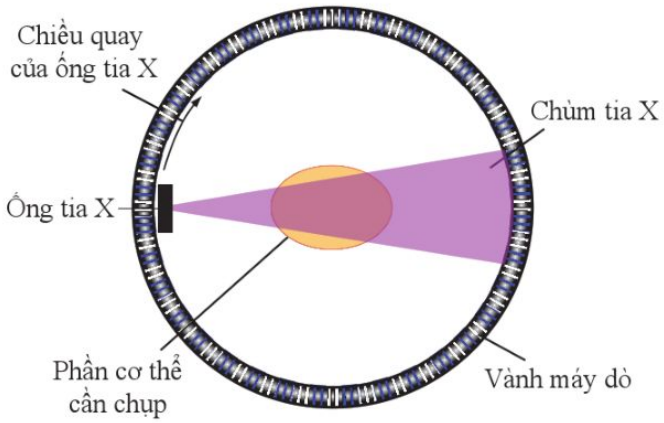
Như đã nói trên, hình ảnh của bộ phận cơ thể được chụp bằng tia X là hình ảnh phẳng, có rất ít dấu hiệu của độ sâu. Sở dĩ như vậy là do sự che khuất lẫn nhau của các bộ phận trong cơ thể.

Ví dụ, trong Hình 1.14, rất khó phân biệt các xương ở mặt trước và mặt sau của lồng ngực. Hơn nữa, các hình ảnh chụp bằng tia X không cho phép phát hiện được các mô mềm nằm sau các cấu trúc dày đặc.

Có thể khắc phục hạn chế đó bằng kĩ thuật chụp cắt lớp điện toán theo trục (Computerised axial tomography, gọi tắt là CT). Đây là kĩ thuật dùng tia X chụp ảnh một khu vực của cơ thể ở các góc khác nhau, theo lát cắt ngang. Máy tính xử lí các hình ảnh này tạo ra hình ảnh hai hoặc ba chiều của khu vực cần chụp.

Hình 1.15 minh hoạ hoạt động của máy chụp cắt lớp.

• Ống tia X phát ra chùm tia X hình quạt và di chuyển theo một quỹ đạo hình tròn, trong mặt phẳng thẳng đứng xung quanh phần cơ thể của người được chụp. Bao quanh hình tròn này là một hình tròn gồm nhiều đầu dò tia X được ghép liên tiếp và cách đều nhau.



Hình 1.15. Minh hoạ nguyên lí hoạt động của một máy CT

6. Khi chụp CT, bác sĩ có thể yêu cầu người bệnh nín thở. Vì sao lại làm như vậy?

7. Với một người bị chấn thương sọ não do tai nạn giao thông, chụp CT thích hợp hơn chụp tia X. Giải thích tại sao.

Bản in thử

5. So sánh hình ảnh được tạo bằng tia X và hình ảnh được tạo bằng chụp CT.

• Trong quá trình chụp CT, chùm tia X hình quạt do ống tia X phát ra lần lượt được chiếu vào khu vực cần chụp theo các góc khác nhau. Các chùm tia X sau khi xuyên qua khu vực cần chụp sẽ được các đầu dò đối diện với ống tia X ghi lại và gửi dữ liệu đến máy tính.

• Máy tính phân tích dữ liệu ảnh tia X của các góc chụp để tạo ra hình ảnh có độ phân giải cao của khu vực được chụp.

Dự án học tập: THIẾT KẾ MÔ HÌNH ĐƠN GIẢN MÔ PHỎNG NGUYÊN LÍ CHỤP CẮT LỚP

1 Lập kế hoạch dự án

Thảo luận để trả lời câu hỏi

- Trên cơ sở tạo ảnh bằng tia X, làm thế nào thu được hình ảnh của cấu trúc bên trong để nhìn rõ được các chi tiết mà không bị che khuất?
- Nguyên lí của chụp cắt lớp sử dụng tia X là gì?
- Mô tả cấu tạo của máy chụp cắt lớp.

Lập kế hoạch dự án của nhóm

- Xác định các nhiệm vụ cần thực hiện.
- Phân chia nhiệm vụ cho các thành viên trong nhóm.
- Thời hạn hoàn thành và dụng cụ (đề xuất dụng cụ làm nguồn chiếu thay cho ống tia X, dụng cụ quay nguồn chiếu, dụng cụ dịch chuyển người bệnh, bộ thu hình ảnh,...)

2 Thực hiện dự án, báo cáo và thảo luận

- Tiến hành tìm hiểu, thu thập, xử lí thông tin theo kế hoạch và xây dựng sản phẩm của nhóm trình bày trên lớp: 01 báo cáo kết quả tìm hiểu nguyên lí của chụp cắt lớp; 01 mô hình máy chụp cắt lớp đơn giản để chỉ rõ sự vận dụng nguyên lí chụp cắt lớp trong thiết kế máy chụp cắt lớp.
- Thống nhất tiêu chí đánh giá nội dung báo cáo nguyên lí chụp cắt lớp; Đánh giá sản phẩm mô hình máy chụp cắt lớp.
- Báo cáo về quá trình thực hiện và kết quả dự án: Kết quả tìm hiểu nguyên lí chụp cắt lớp; giải pháp thiết kế máy chụp cắt lớp; mô hình mô phỏng nguyên lí máy chụp cắt lớp.

Bản in thử

IV. ỨNG DỤNG CỦA TIA X

Ngày nay, tia X được ứng dụng rất rộng rãi trong nhiều lĩnh vực. Sau đây là một số ứng dụng phổ biến của tia X.

Ứng dụng tia X trong y học

Như đã trình bày ở trên, tia X được dùng nhiều nhất là để tạo ảnh trong y học (còn gọi là chiếu điện, chụp điện hay chụp X quang), góp phần quan trọng vào việc chẩn đoán bệnh. Tia X cũng được dùng trong việc điều trị một số khối u ung thư nằm nông ở da, các tế bào ung thư có thể bị huỷ diệt bởi chùm tia X năng lượng cao.

Ứng dụng tia X trong khoa học và kĩ thuật

Tia X được dùng trong nghiên cứu cấu trúc vật rắn, các ngôi sao, lỗ đen,... Ví dụ, kính thiên văn tia X là một trong những thiết bị quan sát các đối tượng thiên văn.

Tia X có vai trò quan trọng trong nhiều ngành công nghiệp. Ví dụ, tia X được dùng để kiểm tra chất lượng các vật đúc, tìm các vết nứt, các bọt khí bên trong các vật bằng kim loại,...

Tia X còn được dùng để xác định tính nguyên bản hoặc tính xác thực của một tác phẩm nghệ thuật. Ví dụ, một bức tranh được chiếu bằng tia X để kiểm tra xem nó có được vẽ chồng lên bức tranh khác hay không. Điều này giúp loại bỏ việc vi phạm bản quyền các bức tranh và tác phẩm nghệ thuật.

Ứng dụng tia X trong đời sống

Tia X được dùng trong kiểm tra an ninh như kiểm tra hành lí của hành khách đi máy bay, phát hiện các chất bất hợp pháp như thuốc nổ,... xác định vị trí các kim loại như bạc, vàng,... khi cần thiết (ví dụ mang vàng trái phép trong hành lí khi di chuyển,...).

Tìm tài liệu như tranh ảnh, bài báo,... và dựa vào các tài liệu đó viết bài mô tả một số ứng dụng của tia X trong khoa học kĩ thuật và đời sống.

Bản in thử

Tia X

- Tia X là những bức xạ điện từ có bước sóng trong khoảng từ 10^{-11} m đến 10^{-8} m.
- Tia X được tạo ra bằng ống tia X.
- Có thể tăng cường độ tia X phát ra từ ống tia X bằng cách tăng cường độ dòng điện nung nóng cathode.
- Có thể điều khiển độ cứng của chùm tia X phát ra nhờ thay đổi hiệu điện thế giữa anode và cathode của ống tia X.
- Cường độ của chùm tia X song song giảm đi theo cùng một tỉ lệ mỗi khi chùm đi qua các độ dày bằng nhau của một chất:

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

- Tia X có nhiều ứng dụng trong khoa học kĩ thuật và đời sống.

Tạo ảnh bằng tia X

- Để chụp ảnh bằng tia X, người ta chiếu chùm tia X vào phần cơ thể cần chụp, chùm tia xuyên qua được cho tác dụng lên phim ảnh, màn hình hoặc máy dò tia X.
- Để tạo được ảnh tia X có chất lượng cao và an toàn cho người, cần cải thiện độ sắc nét và độ tương phản của ảnh đồng thời cần giảm liều chiếu.
- Để tăng độ sắc nét của hình ảnh tia X, người ta điều chỉnh độ rộng của đối cathode, kích thước cửa sổ, độ song song của chùm tia X và dùng thiết bị hấp thụ những tia X phân tán.
- Để tăng độ tương phản ảnh các mô mềm chụp bằng tia X, người ta dùng các chất tương phản.

Chụp cắt lớp

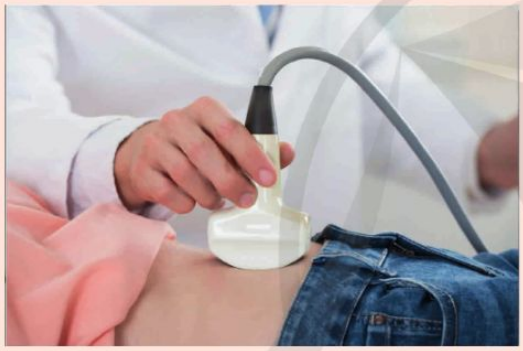
- Người ta khắc phục hạn chế của ảnh chụp bằng tia X – là một loại ảnh hai chiều, bằng máy chụp cắt lớp tạo ra ảnh ba chiều.
- Nguyên lí chụp cắt lớp: chùm tia X quay xung quanh phần cơ thể cần chụp, máy dò thu nhận thông tin và máy tính dùng thông tin này tạo thành ảnh ba chiều của đối tượng được chụp.

Bản in thử

2 SIÊU ÂM VÀ CỘNG HƯỞNG TỪ

Học xong bài học này, bạn có thể

- Nêu được sơ lược cách tạo siêu âm.
- Nêu được sơ lược cách tạo ra hình ảnh siêu âm các cấu trúc bên trong cơ thể.
- Từ tranh ảnh (tài liệu đa phương tiện) thảo luận để đánh giá được vai trò của siêu âm trong đời sống và trong khoa học.
- Nêu được sơ lược nguyên lí chụp cộng hưởng từ.



Hình 2.1. Bác sĩ đang siêu âm

Kĩ thuật siêu âm để thu được hình ảnh về các bộ phận cơ thể là một trong những kĩ thuật được dùng rộng rãi trong y học. Nó là một phương tiện chẩn đoán nhanh chóng, an toàn, không gây đau, không gây hại cho người và có chi phí thấp trong các chẩn đoán bằng hình ảnh. Do đó, siêu âm gần như là phương tiện chẩn đoán được bác sĩ nghĩ đến đầu tiên.

Siêu âm giúp tạo ra hình ảnh thể hiện cấu trúc bên trong cơ thể như thế nào?

I. SIÊU ÂM

1. Cách tạo siêu âm

Bạn đã biết, tai người chỉ có thể cảm nhận được (nghe được) những âm có tần số trong khoảng từ 16 Hz đến 20 000 Hz. Những âm có tần số lớn hơn 20 000 Hz thường được gọi tắt là siêu âm.

Cũng như âm thanh, siêu âm được tạo ra bởi một nguồn dao động và có tần số bằng tần số của nguồn âm.

Ta đã biết, một số chất ở thể rắn có cấu trúc tinh thể.

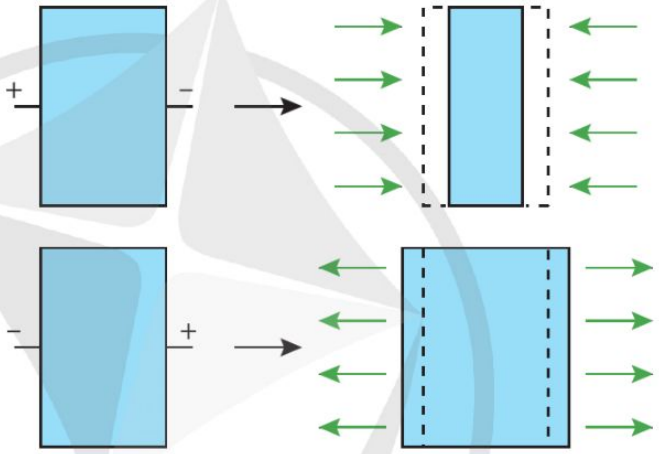
1. Hãy trình bày một ví dụ tạo ra âm thanh.

Bản in thử

Hình 2.2. Một khối thạch anh

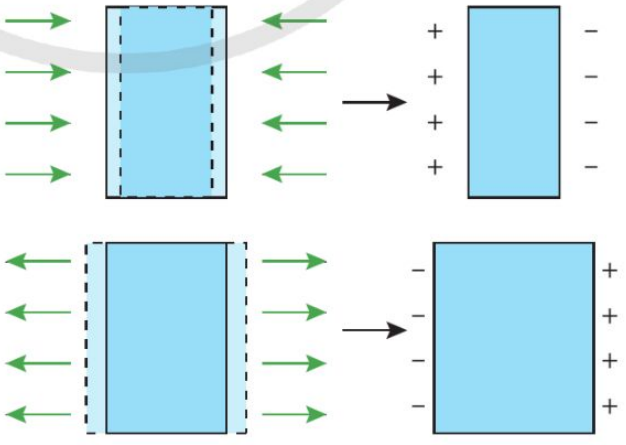
Một số tinh thể như tourmaline, thạch anh, topaz,... có đặc tính là sẽ tạo ra điện áp khi có lực tác dụng làm hình dạng của tinh thể thay đổi và ngược lại, khi đặt một điện áp vào các tinh thể này thì hình dạng của chúng bị biến đổi. Hiệu ứng này được gọi là hiệu ứng áp điện. Chất có đặc tính như vậy được gọi là chất áp điện.

Thạch anh (Hình 2.2) là một chất áp điện. Khi đặt vào tinh thể thạch anh một điện áp, nó có thể co lại và khi đảo ngược điện áp, nó sẽ dãn ra (Hình 2.3).



Hình 2.3. Mô hình minh hoạ tinh thể thạch anh bị co dãn khi điện áp đặt vào

Ngược lại, khi có áp suất làm tinh thể này co lại hoặc dãn ra, nó sẽ tạo ra điện áp (Hình 2.4).



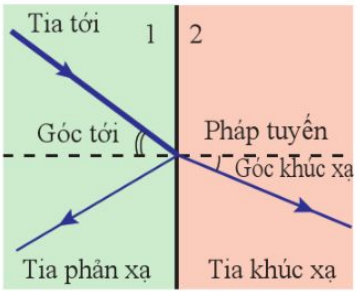
Hình 2.4. Mô hình minh hoạ tinh thể thạch anh tạo điện áp khi bị làm thay đổi hình dạng

Bản in thử

Khi đặt vào tinh thể áp điện một điện áp xoay chiều có tần số f nó sẽ co lại, dãn ra với cùng tần số f. Ngược lại, khi tinh thể co dãn với tần số f, nó tạo ra một điện áp xoay chiều có cùng tần số f.

Hiệu ứng áp điện được dùng trong các thiết bị tạo siêu âm, sự dao động của tinh thể chất áp điện ở tần số thích hợp đóng vai trò là nguồn thu, phát sóng siêu âm.

Cũng như âm thanh, sóng siêu âm truyền được trong chất rắn, chất lỏng, chất khí và không truyền được trong chân không. Khi gặp mặt phân cách giữa hai môi trường truyền âm, sóng siêu âm có thể bị phản xạ và khúc xạ (Hình 2.5).



Hình 2.5. Sự phản xạ và khúc xạ của siêu âm ở mặt phân cách giữa môi trường 1 và môi trường 2

2. Cách tạo ảnh các bộ phận bên trong cơ thể bằng siêu âm

Ở máy siêu âm được dùng để chẩn đoán bệnh, thiết bị phát và thu siêu âm được gọi tắt là đầu dò (Hình 2.6).

Hình 2.6. Đầu dò siêu âm

Trong đầu dò có những tinh thể áp điện dùng để tạo và thu sóng siêu âm trong dải tần số megahertz (MHz). Khi máy siêu âm hoạt động, đầu dò phát các xung sóng siêu âm truyền vào cơ thể.

Trên đường đi vào cơ thể, sóng siêu âm sẽ phản xạ một phần tại ranh giới giữa các loại mô khác nhau (như giữa mô mềm và xương) và trở lại đầu dò.

Khi những sóng phản xạ này trở lại đầu dò, chúng sẽ làm cho đầu dò tạo ra các tín hiệu điện truyền vào máy tính. Máy tính xử lí các tín hiệu này để tạo thành hình ảnh siêu âm trên màn hình.

3. Hai kiểu cơ bản hình thành ảnh bằng siêu âm

Có một số cách hình thành ảnh bằng siêu âm được sử dụng trong thực tế như: hình ảnh xung siêu âm (kiểu A); hình ảnh

2. Ở Hình 2.5, tốc độ truyền của sóng siêu âm trong môi trường 1 và môi trường 2 bằng nhau hay khác nhau?

1. Tốc độ truyền sóng siêu âm trong thạch anh là 5 700 m/s.

a) Tính bước sóng của sóng siêu âm có tần số 2,1 MHz trong thạch anh.

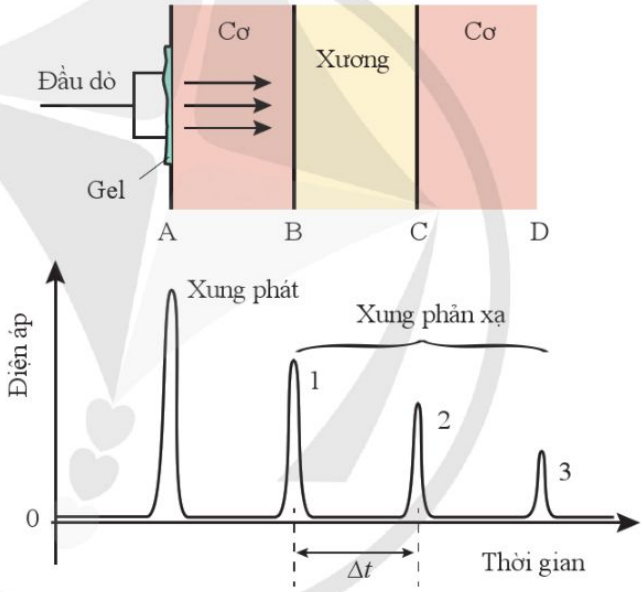
b) Nếu thạch anh được sử dụng trong đầu dò siêu âm thì độ dày của nó phải bằng một nửa bước sóng. Tính độ dày của thạch anh.

Bản in thử

(của bộ phận cơ thể được siêu âm) đậm nhạt theo cường độ của sóng siêu âm phản xạ (kiểu B); hình ảnh kiểu B kết hợp hiển thị chuyển động theo thời gian siêu âm (kiểu TM);... Để minh họa, chúng ta sẽ xem xét siêu âm kiểu A.

Siêu âm kiểu A (Amplitude Mode)

Đầu dò phát sóng siêu âm gián đoạn (mỗi gián đoạn được gọi là một xung), xung siêu âm truyền vào cơ thể, phần phản xạ trở lại tác dụng lên đầu dò siêu âm, làm cho đầu dò tạo ra tín hiệu điện. Máy tính sẽ xử lí các tín hiệu này và hiện trên màn hình dưới dạng những xung nhọn như đồ thị Hình 2.7.



Hình 2.7. Các xung siêu âm trong siêu âm kiểu A

Trong Hình 2.7, các xung 1, 2 và 3 là các xung được phản xạ ở các ranh giới khác nhau. Xung 1 là xung phản xạ tại ranh giới B giữa cơ và xương. Xung 2 là xung phản xạ tại ranh giới C giữa xương và cơ. Xung 3 là xung phản xạ tại ranh giới D giữa cơ và không khí. Xác định được thời gian Δt để sóng siêu âm đi qua hai lần độ dày của xương, ta tính được độ dày của xương.

Siêu âm A ít được sử dụng đơn lẻ mà thường kết hợp với siêu âm kiểu B.

3. Vì sao khi trở lại đầu dò, sóng siêu âm lại làm cho đầu dò tạo ra được tín hiệu điện?

Bạn có biết

Để thu được hình ảnh siêu âm rõ nét khi siêu âm, người ta bôi vào đầu dò siêu âm một dung dịch trung tính (gel) (không gây ảnh hưởng đến da người). Gel này có tác dụng giúp loại bỏ các khoảng không khí (giữa đầu dò và da) có thể ảnh hưởng đến truyền sóng siêu âm và làm sai lệch hình ảnh thu được. Đối với sóng siêu âm, gel này có chiết suất gần giống với da người.

4. Vì sao điện áp lại giảm dần ở các xung trong Hình 2.7?

2. Ở Hình 2.7, khoảng thời gian giữa xung 1 và xung 2 là 12 µs. Lấy tốc độ sóng siêu âm trong xương là $4{,}0.10^3$ m/s. Xác định độ dày của xương.

2. Ở Hình 2.7, khoảng thời gian giữa xung 1 và xung 2 là 12 µs. Lấy tốc độ sóng siêu âm trong xương là $4{,}0.10^3$ m/s. Xác định độ dày của xương.

Bản in thử

Siêu âm kiểu B (Brightness Mode)

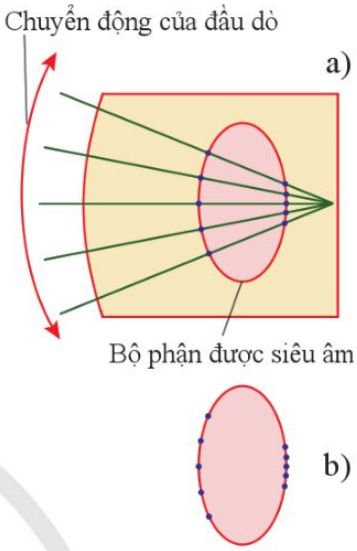
Trong kiểu siêu âm này, hình ảnh chi tiết của phần cơ thể cần siêu âm được xây dựng từ nhiều lần siêu âm kiểu A. Khi thực hiện siêu âm kiểu B, đầu dò siêu âm được di chuyển trên phần cơ thể cần siêu âm như minh hoạ ở Hình 2.8a.

Mỗi xung phản xạ được phân tích để xác định độ sâu và bản chất của bề mặt trong phần cơ thể được siêu âm. Sau đó, máy tính sẽ tạo nên một hình ảnh hai chiều trên màn hình bằng các chấm biểu thị vị trí của các bề mặt phản xạ có độ sáng tương ứng với cường độ phản xạ.

Khác với siêu âm kiểu A, hình ảnh siêu âm kiểu B không có các xung nhọn mà là tập hợp các chấm trên màn hình. Bằng cách di chuyển đầu dò, một loạt các chấm trên màn hình tạo ra hình dạng của bộ phận đang được kiểm tra trong cơ thể (Hình 2.8b). Điều này giúp bác sĩ "nhìn" được các cấu trúc bên trong cơ thể.

Trên màn hình có nền đen, các chấm biểu thị các tín hiệu phản xạ có cường độ mạnh hiện lên với màu sáng, các tín hiệu với cường độ trung gian thể hiện qua độ xám đậm hay nhạt. Hình 2.9 là một hình ảnh siêu âm thai nhi.

Hình 2.9. Hình ảnh siêu âm thai nhi



Hình 2.8. Siêu âm kiểu B
a) Nguyên lí, b) Ảnh bộ phận cơ thể

5. Nêu sự giống nhau và khác nhau cơ bản giữa siêu âm kiểu A và siêu âm kiểu B.

II. ỨNG DỤNG CỦA SIÊU ÂM

Ngày nay, siêu âm được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Sau đây là một số ứng dụng phổ biến của siêu âm.

Bản in thử

1. Trong y học

Như đã trình bày ở trên, siêu âm có những đóng góp quan trọng trong chẩn đoán bệnh. Không chỉ vậy, sóng siêu âm còn được dùng để điều trị bệnh. Ví dụ, người ta dùng siêu âm phá vỡ các viên sỏi trong thận, các cục máu đông mà không phải phẫu thuật; siêu âm được dùng để phá huỷ các tế bào của khối u mà ít ảnh hưởng đến các tế bào lành ở xung quanh,...

Tìm hiểu thêm

Tìm hiểu và mô tả sơ lược cách dùng siêu âm để lấy cao răng.

2. Trong nghiên cứu khoa học

Người ta dùng máy phát siêu âm để phát hiện tàu ngầm, các vật trôi dạt, các đàn cá; thăm dò và lập bản đồ độ sâu của đáy biển. Người ta cũng đã phát hiện rất nhiều điều thú vị ở đáy các đại dương như những dải núi ngầm ở đáy Đại Tây Dương; những khe máng sâu, rộng ở đáy Thái Bình Dương, Ấn Độ Dương, Bắc Băng Dương. Phương pháp này cũng giúp xác định được kết cấu địa tầng đáy biển, phát hiện các mỏ quặng, các mỏ nhiên liệu và nhiều tài nguyên có giá trị kinh tế cao dưới đáy biển.

Siêu âm còn được dùng trong nhiều lĩnh vực nghiên cứu khoa học khác. Ví dụ như trong tổng hợp vật liệu vô cơ có cấu trúc nano, tổng hợp vật liệu sinh học,...

3. Tìm tài liệu như tranh ảnh, bài báo,... và dựa vào các tài liệu đó thảo luận với bạn để đánh giá vai trò của siêu âm trong khoa học và đời sống.

3. Trong sản xuất và đời sống

Siêu âm có thể được dùng để phát hiện các khuyết tật trong một vật đúc, trong một kết cấu bê tông, phát hiện các tổ mối trong đê,...

Siêu âm giúp gia công những vật được làm bằng vật liệu cứng, giòn với hình dạng phức tạp và đòi hỏi độ chính xác cao. Ví dụ, mũi khoan siêu âm có thể khoan những vật liệu cứng và giòn theo những hình dạng bất kì với độ chính xác cao.

Sấy khô bằng siêu âm được lựa chọn để thay thế cho sấy nóng những vật không thể sấy khô bằng nhiệt vì nhiệt độ cao sẽ làm thay đổi các tính chất của chúng.

Siêu âm cũng được dùng để tiệt trùng làm kéo dài thêm thời gian bảo quản thực phẩm.

Bạn có biết

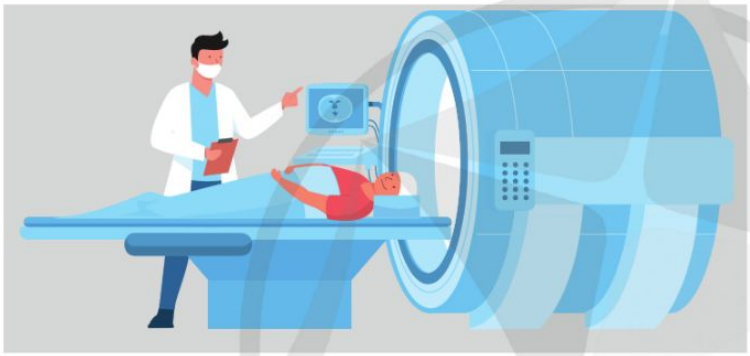
Sóng siêu âm có cường độ mạnh làm các hạt của môi trường dao động với biên độ lớn. Các hạt dao động này tác động lên bề mặt vật làm cho các phân tử ở đây dao động theo. Kết quả, các liên kết yếu bị vỡ làm cho hơi nước dễ dàng thoát ra ngoài và do chỉ tác động ở bề mặt nên không làm ảnh hưởng đến chất lượng vật được sấy.

Bản in thử

III. CHỤP CỘNG HƯỞNG TỪ

Chụp cộng hưởng từ, hay MRI (viết tắt của Magnetic Resonance Imaging), là một kĩ thuật chẩn đoán bệnh, được các bác sĩ sử dụng để tạo ra những hình ảnh chi tiết hơn về cấu trúc bên trong cơ thể người so với chụp bằng tia X. Kĩ thuật này có thể cung cấp hình ảnh (bao gồm cả hình ảnh chuyển động) bên trong cơ thể.

Chụp cộng hưởng từ tạo ra những hình ảnh chi tiết đến mức không chỉ hỗ trợ đắc lực trong chẩn đoán bệnh mà còn được các nhà nghiên cứu sử dụng để nghiên cứu cách thức hoạt động của bộ não, một cơ quan vô cùng phức tạp của cơ thể.



Hình 2.10. Mô hình máy chụp cộng hưởng từ

1. Nguyên lí chụp cộng hưởng từ

Chụp cộng hưởng từ dựa trên hiện tượng cộng hưởng từ hạt nhân.

Trong chụp cộng hưởng từ, người ta quan tâm đến hạt nhân của nguyên tử hydrogen (proton), vì phân tử nước có mặt trong tất cả các mô của cơ thể và mỗi phân tử nước chứa hai nguyên tử hydrogen như minh hoạ ở Hình 2.11.

Hình 2.11. Minh hoạ phân tử nước gồm hai quả cầu tượng trưng cho hai nguyên tử hydrogen và quả cầu lớn tượng trưng cho nguyên tử oxygen

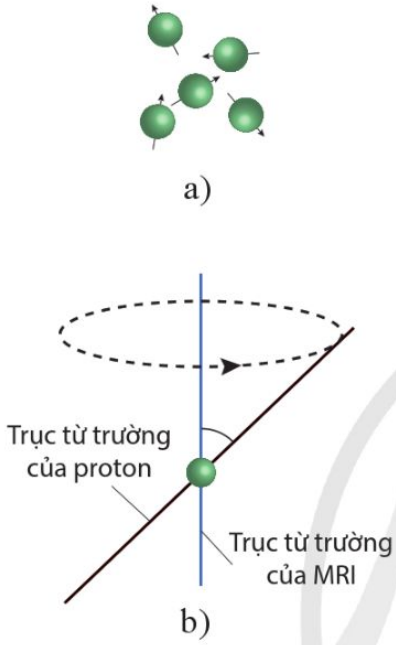
Bạn có biết

Trước đây, MRI được gọi là NMRI (chụp cộng hưởng từ hạt nhân). Do nỗi ám ảnh của công chúng về những gì gắn với "hạt nhân" nên hiện nay nó được gọi là MRI.

Sau khi học các môn về khoa học tự nhiên, bạn đã biết rằng mọi nguyên tử trong cơ thể chúng ta đều chứa hạt nhân.

Khi ít hiểu biết, con người có nhiều nỗi sợ trước tự nhiên. Sự hiểu biết về khoa học giúp chúng ta thoát khỏi nỗi sợ trước nhiều điều vô hình!

Bản in thử



Hình 2.12. Mô hình đơn giản thể hiện hạt nhân hydrogen trong máy MRI

Mặt khác, hạt nhân nguyên tử hydrogen có cấu tạo đơn giản hơn so với hạt nhân của nguyên tử oxygen.

Có thể minh hoạ một cách đơn giản nguyên lí chụp cộng hưởng từ bằng quá trình được thể hiện ở Hình 2.12. Trong đó, mỗi proton, giống như một nam châm rất nhỏ, có trục từ trường được kí hiệu bằng mũi tên.

• Khi chưa chịu tác dụng của từ trường ngoài, trục từ trường của mỗi nam châm này có hướng ngẫu nhiên (Hình 2.12a).

• Khi ở trong từ trường mạnh, không đổi của máy MRI (gọi là từ trường ngoài), trục từ trường của các proton có xu hướng hợp với trục từ trường ngoài một góc sao cho năng lượng của hệ là thấp. Đồng thời, trục từ trường của các proton luôn quay quanh trục song song với phương từ trường ngoài theo một tần số xác định (Hình 2.12b).

• Khi chiếu vào hệ các proton đang được định hướng như vậy một xung sóng vô tuyến có tần số trùng với tần số trên thì xuất hiện hiện tượng cộng hưởng, các proton sẽ chuyển sang trạng thái năng lượng cao hơn (trục từ trường của các proton sẽ quay đảo cực). Hiện tượng cộng hưởng này được gọi là cộng hưởng từ hạt nhân.

• Khi tắt xung sóng vô tuyến, trục từ trường của các proton sẽ dần hồi phục về trạng thái khi chưa chiếu sóng vô tuyến, đồng thời phát ra xung sóng vô tuyến. Sóng vô tuyến do quá trình hồi phục của proton phát ra sẽ được thu lại và xử lí để cho thông tin về thời gian hồi phục của proton. Thời gian hồi phục của proton phụ thuộc vào môi trường của proton cư trú, nó cho biết thông tin về mật độ khác nhau của các nguyên tử hydrogen trong cơ thể và tương tác của chúng với các mô xung quanh. Các thông tin này được máy tính xử lí để tạo ra hình ảnh.

2. Máy chụp cộng hưởng từ

Khi chụp cộng hưởng từ, người được chụp nằm trong từ trường mạnh của máy MRI, sóng điện từ có tần số vô tuyến được truyền vào cơ thể và máy tính sẽ thu nhận sóng vô tuyến phát ra để tạo ra hình ảnh bộ phận cần chẩn đoán.

Bản in thử

Hình 2.13 là sơ đồ nguyên lí cấu tạo một loại máy chụp cộng hưởng từ.

Các bộ phận chính trong sơ đồ:

1) Nam châm chính.

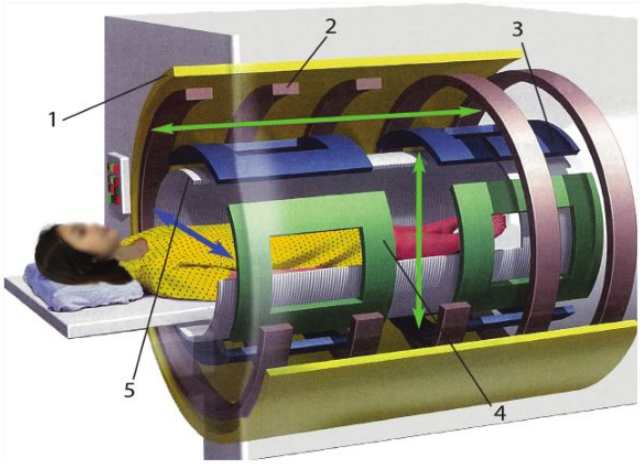
2) Nam châm tạo từ trường dọc.

3) Nam châm tạo từ trường thẳng đứng.

4) Nam châm tạo từ trường ngang.

5) Bộ phận phát và thu sóng vô tuyến.

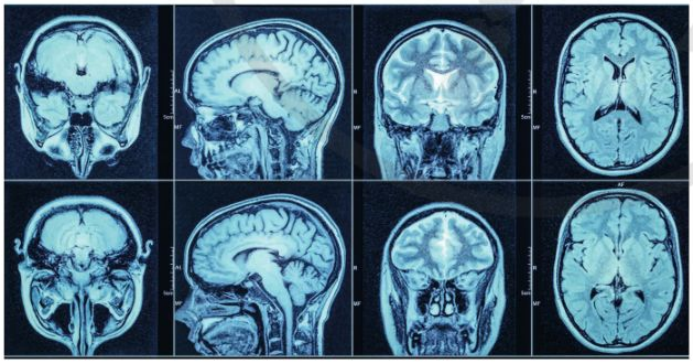
Nam châm chính tạo từ trường có cường độ lớn gấp hàng chục nghìn lần cường độ từ trường của Trái Đất.



Hình 2.13. Sơ đồ nguyên lí cấu tạo của máy chụp cộng hưởng từ

Các nam châm nhỏ hơn (2, 3, 4) được bật để thay đổi từ trường theo các trục khi cần thiết. Các nam châm này được sắp xếp để làm thay đổi độ lớn của cảm ứng từ dọc theo chiều dài, chiều ngang và chiều dày của cơ thể. Điều này đảm bảo rằng tần số quay quanh trục từ trường của các proton sẽ khác nhau đối với từng bộ phận của cơ thể. Tức là chỉ một phần nhỏ cơ thể có giá trị từ trường cộng hưởng chính xác và do đó máy tính có thể xác định chính xác nguồn tín hiệu sóng vô tuyến trong cơ thể để tạo ra hình ảnh.

Các mô trong cơ thể khác nhau về nồng độ nguyên tử hydrogen. Ví dụ, chất béo cũng như các mô mềm khác có nồng độ hydrogen cao hơn xương. Trong ảnh MRI, những khác biệt này được thể hiện rất chi tiết với chất béo và chất lỏng ở vùng sáng còn xương ở vùng sẫm. Hình 2.14 là một ảnh MRI.



Hình 2.14. Ảnh chụp cộng hưởng từ của não người

7. Vì sao trong phòng máy MRI không được để các vật bằng sắt, thép có thể di chuyển dễ dàng?

3. Một số ưu điểm và nhược điểm của chụp cộng hưởng từ

Ưu điểm

- Không sử dụng bức xạ ion hoá gây nguy hiểm cho người được chụp và nhân viên.
- Chỉ thay đổi dòng điện và từ trường, không có các bộ phận chuyển động (so với chụp CT).
- Gần như không gây tác dụng phụ.

Bản in thử

8. Vì sao phòng máy MRI phải được che chắn tránh ảnh hưởng của sóng vô tuyến bên ngoài?

• Máy tính có thể tạo ra hình ảnh hiển thị bất kì lát cắt ngang nào của bộ phận được quét hoặc tạo ra hình ảnh ba chiều.

Nhược điểm

• So với chụp CT, chụp cộng hưởng từ cho hình ảnh chụp xương không rõ bằng.

• Chụp cộng hưởng từ có thể làm nóng một vật kim loại trên cơ thể và có ảnh hưởng đến máy điều hoà nhịp tim. Vì thế, không chụp cộng hưởng từ cho người mà trong cơ thể có những vật dụng này.

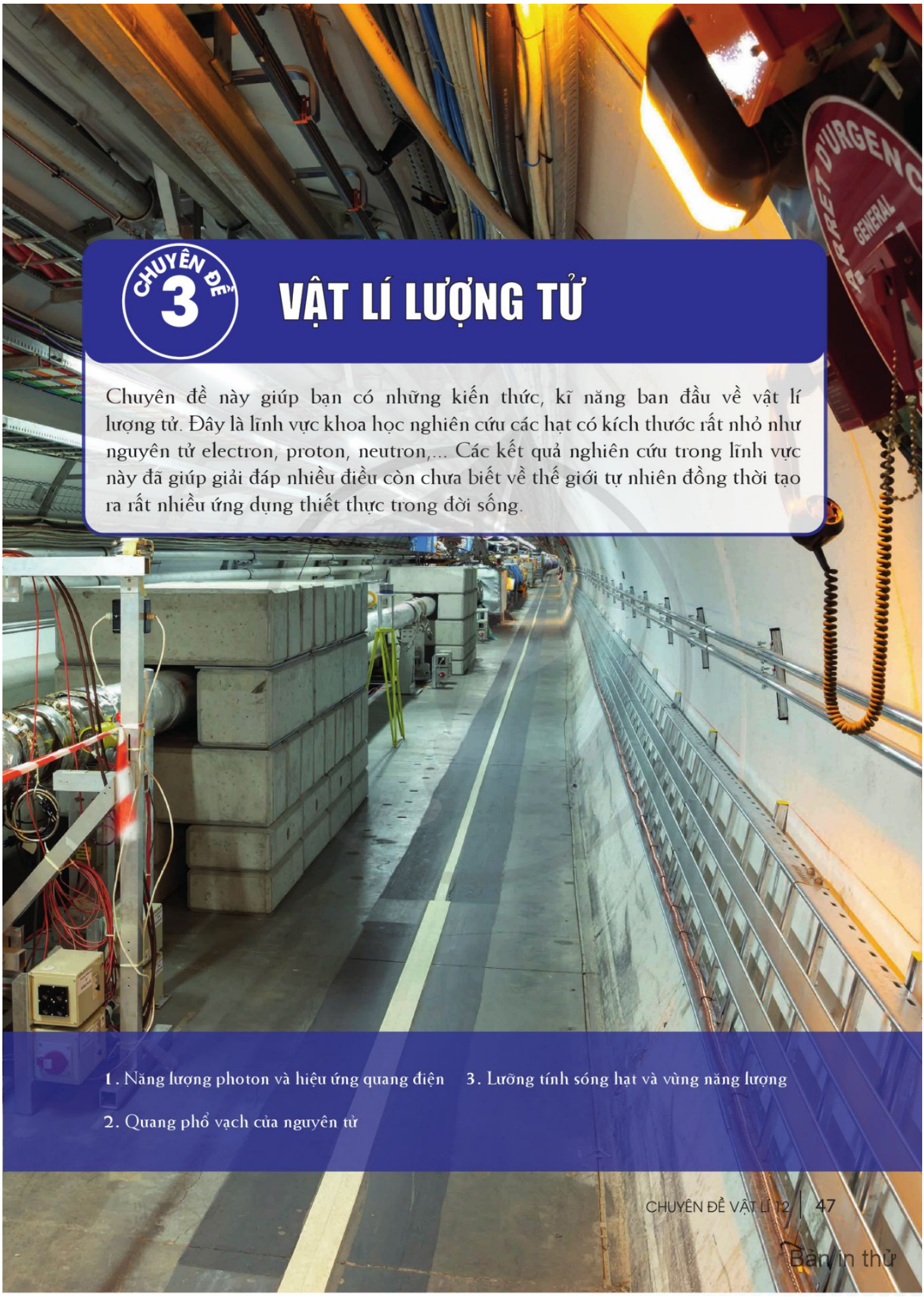
Tìm thông tin, thảo luận với bạn và so sánh những kĩ thuật chẩn đoán hình ảnh đã học theo các nội dung sau:

• Cơ sở vật lí.

• Tính an toàn với người bệnh mỗi lần thực hiện.

- Đặc tính của chất áp điện là khi bị biến đổi hình dạng tinh thể sẽ tạo ra điện áp; ngược lại, khi đặt một điện áp vào tinh thể thì hình dạng của tinh thể bị biến đổi.
- Người ta sử dụng chất áp điện trong thiết bị tạo siêu âm.
- **Sơ lược cách tạo hình ảnh siêu âm các cấu trúc bên trong cơ thể**
  - + Đầu dò siêu âm tạo ra và truyền vào cơ thể chùm tia siêu âm có tần số của dòng điện xoay chiều.
  - + Chùm tia siêu âm phản xạ một phần tại ranh giới giữa các loại mô khác nhau và trở lại đầu dò.
  - + Khi nhận chùm tia siêu âm phản xạ, đầu dò tạo ra các tín hiệu điện truyền vào máy tính.
  - + Máy tính dùng các tín hiệu này tạo thành hình ảnh siêu âm trên màn hình.
- Siêu âm có nhiều ứng dụng trong đời sống và trong khoa học.
- **Sơ lược nguyên lí chụp cộng hưởng từ**
  - + Proton có tính chất từ.
  - + Khi ở trong từ trường của máy MRI, trục từ trường của các proton có xu hướng hợp với trục từ trường của máy MRI ở một góc và quay theo một tần số xác định quanh trục song song với phương của từ trường này.
  - + Khi chiếu vào hệ các proton đang quay như vậy một xung sóng vô tuyến có tần số trùng với tần số nói trên thì xuất hiện hiện tượng cộng hưởng từ hạt nhân.
  - + Khi tắt sóng vô tuyến, trục từ trường của các proton sẽ dần hồi phục về trạng thái khi chưa chiếu sóng vô tuyến, đồng thời phát ra xung sóng vô tuyến.
  - + Sóng vô tuyến phát ra sẽ được thu và xử lí để cho thông tin về thời gian hồi phục của proton. Từ đó tạo ra hình ảnh của bộ phận cần chụp.

Bản in thử



CHUYÊN ĐỀ 3

VẬT LÍ LƯỢNG TỬ

Chuyên đề này giúp bạn có những kiến thức, kĩ năng ban đầu về vật lí lượng tử. Đây là lĩnh vực khoa học nghiên cứu các hạt có kích thước rất nhỏ như nguyên tử electron, proton, neutron,... Các kết quả nghiên cứu trong lĩnh vực này đã giúp giải đáp nhiều điều còn chưa biết về thế giới tự nhiên đồng thời tạo ra rất nhiều ứng dụng thiết thực trong đời sống.

1. Năng lượng photon và hiệu ứng quang điện
2. Quang phổ vạch của nguyên tử
3. Lưỡng tính sóng hạt và vùng năng lượng

Bản in thử

1 NĂNG LƯỢNG PHOTON VÀ HIỆU ỨNG QUANG ĐIỆN

Học xong bài học này, bạn có thể

- Thảo luận để thiết kế phương án hoặc lựa chọn phương án và thực hiện phương án, khảo sát được dòng quang điện bằng dụng cụ thực hành.
- Nêu được tính lượng tử của bức xạ điện từ, năng lượng photon.
- Vận dụng được công thức tính năng lượng photon, $\varepsilon = hf$.
- Mô tả được khái niệm giới hạn quang điện, công thoát.
- Giải thích được hiệu ứng quang điện dựa trên năng lượng photon và công thoát.
- Giải thích được: động năng ban đầu cực đại của electron quang điện không phụ thuộc cường độ chùm sáng, cường độ dòng quang điện bão hoà tỉ lệ với cường độ chùm sáng chiếu vào.
- Vận dụng được phương trình Einstein để giải thích các định luật quang điện.
- Ước lượng được năng lượng của các bức xạ điện từ cơ bản trong thang sóng điện từ.

Chúng ta đã biết nhiều hiện tượng chứng tỏ ánh sáng là sóng điện từ, ví dụ như sự giao thoa ánh sáng. Ngoài tính chất sóng, ánh sáng còn có tính chất nào khác? Hiện tượng nào chứng tỏ ánh sáng có tính chất đó?

Hình 1.1.
Heinrich Rudolf Hertz (1857 – 1894), nhà vật lí người Đức

I. HIỆU ỨNG QUANG ĐIỆN

1. Thí nghiệm của Hertz

Năm 1887, Heinrich Rudolf Hertz (Hanh-rích Ru-đóp Héc) (Hình 1.1) là người đầu tiên thử nghiệm sóng điện từ trong phòng thí nghiệm của mình.

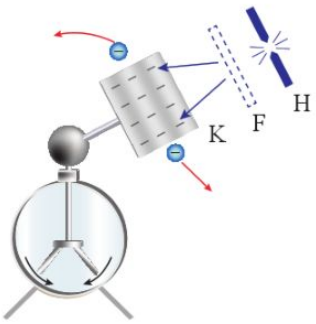
Cùng năm đó, ông đã làm thí nghiệm về hiệu ứng quang điện với sơ đồ thí nghiệm tương tự như mô tả ở Hình 1.2.

Có thể tóm tắt trình tự thí nghiệm này như sau:

- Gắn tấm kẽm K vào điện nghiệm.

Bản in thử

- Tích điện âm cho tấm kẽm, khi đó quan sát thấy hai lá của điện nghiệm xoè ra một góc xác định.
- Chiếu ánh sáng tử ngoại từ nguồn H vào tấm kẽm, góc lệch giữa hai lá của điện nghiệm giảm đi. Điều này chứng tỏ tấm kẽm bị mất điện tích âm.
- Chắn chùm tia tử ngoại bằng tấm thuỷ tinh F (có tác dụng hấp thụ tia tử ngoại) thì góc lệch giữa hai lá của điện nghiệm không bị giảm đi, chứng tỏ tấm kẽm không bị mất điện tích âm.



Hình 1.2. Sơ đồ thí nghiệm về hiệu ứng quang điện

Để giải thích kết quả thu được, Hertz cho rằng, tia tử ngoại (có bước sóng ngắn) khi chiếu vào tấm kẽm, đã làm bật các electron ra khỏi tấm kẽm đó.

Làm thí nghiệm với các tấm kim loại khác (như đồng, nhôm, bạc,...), người ta cũng thấy hiện tượng tương tự xảy ra.

Người ta gọi hiện tượng ánh sáng làm bật các electron ra khỏi bề mặt kim loại là *hiệu ứng quang điện.*

Các electron bị bật ra khỏi bề mặt kim loại khi tấm kim loại bị chiếu sáng được gọi là *electron quang điện.*

Dùng kính lọc màu để có một ánh sáng đơn sắc nhất định trước khi chiếu vào bề mặt tấm kim loại thì thấy hiệu ứng quang điện chỉ xảy ra khi ánh sáng chiếu vào tấm kim loại (gọi là ánh sáng kích thích) có bước sóng λ ngắn hơn hoặc bằng một giá trị λ_0 nào đó.

$$\lambda \leq \lambda_0$$

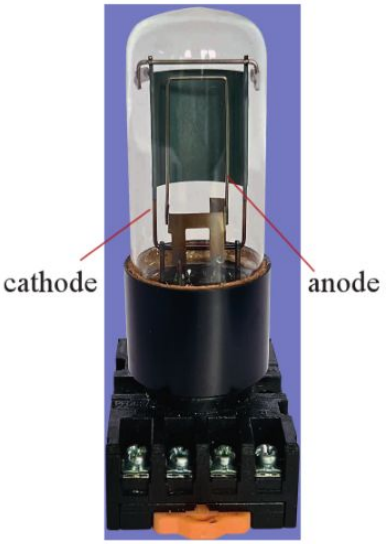
Bước sóng λ_0 được gọi là *giới hạn quang điện* của kim loại đã cho. Các kim loại khác nhau có giới hạn quang điện khác nhau. *Giới hạn quang điện của mỗi kim loại là đặc trưng riêng của kim loại đó.*

1. Vì sao trong thí nghiệm ở Hình 1.2, hai lá của điện nghiệm lại xoè ra khi tích điện âm cho tấm kẽm?

2. Thí nghiệm khảo sát dòng quang điện

Ngày nay, người ta thường dùng tế bào quang điện (Hình 1.3) để thực hiện thí nghiệm nghiên cứu dòng quang điện.

Bản in thử



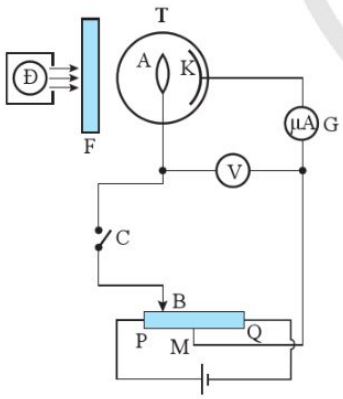
Hình 1.3. Ảnh chụp một tế bào quang điện

Tế bào quang điện là một bình bằng thạch anh đã hút hết không khí (tế bào quang điện chân không), bên trong có hai điện cực: điện cực dương (anode) là một vòng dây kim loại, điện cực âm (cathode) có dạng một chỏm cầu bằng kim loại hoặc một lá kim loại mỏng uốn thành nửa hình trụ.

Hình 1.4 là sơ đồ thí nghiệm dùng tế bào quang điện để khảo sát dòng quang điện.

Cathode K nối vào điểm giữa M của biến trở PQ. Anode A mắc với con chạy của biến trở PQ. G là một microampe kế để đo cường độ dòng điện I (gọi là *dòng quang điện*) chạy qua tế bào quang điện T. Hiệu điện thế U_{AK} giữa anode và cathode được đo bằng vôn kế V.

Nguồn sáng Đ (chiếu qua kính lọc sắc F) vào cathode K một chùm sáng đơn sắc có bước sóng nhất định (trong thí nghiệm ở Hình 1.5 là các LED đỏ, lục, lam).



Hình 1.4. Sơ đồ mạch điện của thí nghiệm với tế bào quang điện

Mục đích

Vẽ được đồ thị biểu diễn mối liên hệ giữa cường độ dòng điện I và hiệu điện thế U giữa anode và cathode của tế bào quang điện.

Dụng cụ

- Tế bào quang điện chân không, cathode phủ chất nhạy quang Sb-Ce, có hộp bảo vệ (1).
- Hộp gồm ba LED đỏ, lục, lam, công suất mỗi LED 3 W và điều chỉnh được cường độ sáng (2).
- Bộ phận chọn và điều chỉnh LED (3).
- Chuyển mạch đo thuận hoặc nghịch (4).
- Hộp chân đế có tích hợp: biến trở; nguồn vào 220 V – 50 Hz, đầu ra một chiều, điều chỉnh liên tục (5).
- Đồng hồ đo U_{AK} (V) (6).
- Đồng hồ đo cường độ dòng quang điện I (μA) (7).

Phương án thí nghiệm

- Tìm hiểu công dụng của từng dụng cụ đã cho.
- Thiết kế phương án thí nghiệm khảo sát dòng quang điện bằng các dụng cụ này.

Bản in thử

Tiến hành

Lắp đặt các dụng cụ như Hình 1.5.

a) Tiến hành thí nghiệm với các ánh sáng đơn sắc khác nhau

•Vặn núm xoay (3) đến vị trí LED màu lam.

• Điều chỉnh biến trở để thay đổi U_{AK}.

• Đọc và ghi số chỉ của vôn kế và ampe kế vào vở theo mẫu ở Bảng 1.1.

• Thực hiện lại các bước thí nghiệm trên với LED màu lục và LED màu đỏ.

Hình 1.5. Ảnh chụp bộ dụng cụ

b) Tiến hành thí nghiệm khảo sát mối liên hệ giữa cường độ dòng quang điện và hiệu điện thế U_{AK}.

Vặn núm xoay (3) đến vị trí LED màu lam.

*** Với $U_{AK} > 0$**

• Điều chỉnh biến trở để thay đổi U_{AK}.

• Đọc và ghi số chỉ của vôn kế và ampe kế vào vở theo mẫu Bảng 1.2. (Đo ít nhất 10 giá trị khác nhau của U_{AK} và I; có thể chọn giá trị U_{AK} ở mỗi lần đo cách nhau 2 V hoặc 4 V).

*** Với $U_{AK} < 0$**

• Làm tương tự các bước thí nghiệm trên (Đo ít nhất 8 giá trị; có thể chọn giá trị U_{AK} ở mỗi lần đo cách nhau khoảng 0,1 V).

Bảng 1.1. Kết quả đo

Lần đo		1	2	3	...
LED lam	U_{AK}(V)	?	?	?	?
	I (μA)	?	?	?	?
LED lục	U_{AK}(V)	?	?	?	?
	I (μA)	?	?	?	?
LED đỏ	U_{AK}(V)	?	?	?	?
	I (μA)	?	?	?	?

Kết quả

Bảng 1.2 là kết quả của một lần đo với bộ dụng cụ ở Hình 1.5.

Bảng 1.2. Kết quả đo với LED màu lam

U_{AK} (V)	0,0	2,0	4,0	6,0	10,0	14,0	18,0	22,0	26,0	30,0
I (μA)	2,3	9,9	14,7	18,0	20,9	22,7	24,1	25,0	25,0	25,0

U_{AK} (V)	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7	-0,8
I (μA)	1,9	1,5	1,0	0,7	0,4	0,3	0,1	0,0

Vẽ đồ thị biểu diễn mối liên hệ giữa cường độ dòng điện I và hiệu điện thế U_{AK}.

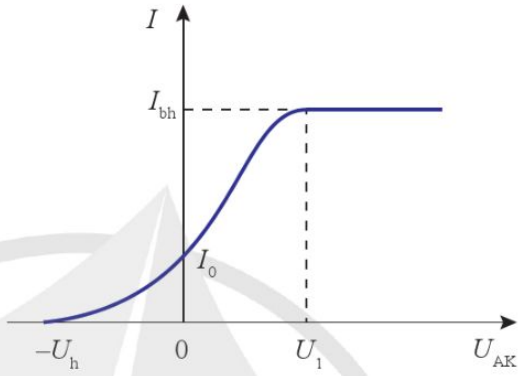
2. Từ kết quả thu được, hãy dự đoán hình dạng của đồ thị khi tăng U_{AK}. Giải thích dự đoán này.

Bản in thử

3. Với một chùm sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda \le \lambda_0$ và cường độ sáng nhất định, vì sao khi tăng hiệu điện thế U_{AK} đến một giá trị xác định nào đấy thì cường độ dòng quang điện lại không tăng nữa?

3. Các định luật quang điện

Với một chùm sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda \le \lambda_0$ và có cường độ sáng nhất định, người ta đã tìm được mối liên hệ của cường độ dòng quang điện I với hiệu điện thế U_{AK} như đồ thị Hình 1.6.



Hình 1.6. Cường độ dòng quang điện I biến thiên theo hiệu điện thế U_{AK} của một tế bào quang điện

1. Cường độ dòng quang điện bão hoà là $4{,}0.10^{-5}$ A. Trong mỗi giây có bao nhiêu electron bị bứt ra khỏi cathode của tế bào quang điện?

Đồ thị ở Hình 1.6 cho thấy:

• Khi $U_{AK} \le -U_h$ thì dòng quang điện bị triệt tiêu hoàn toàn ($I = 0$). Giá trị U_h được gọi là *hiệu điện thế hãm*.

• Khi $U_{AK} \ge U_1$ thì cường độ dòng quang điện luôn giữ giá trị không đổi $I = I_{bh}$. Giá trị I_{bh} được gọi là *cường độ dòng quang điện bão hoà*.

Kết quả nghiên cứu của Hertz và nhiều nhà khoa học khác về hiệu ứng này được thể hiện trong ba định luật, được gọi là các định luật quang điện như trình bày sau đây.

Định luật về giới hạn quang điện

Hiệu ứng quang điện chỉ xảy ra khi ánh sáng kích thích chiếu vào kim loại có bước sóng ngắn hơn hoặc bằng giới hạn quang điện của kim loại đó.

$$\lambda \le \lambda_0 \qquad (1.1)$$

Định luật về cường độ dòng quang điện bão hoà

Đối với mỗi ánh sáng thích hợp (có $\lambda \le \lambda_0$), cường độ dòng quang điện bão hoà tỉ lệ thuận với cường độ của chùm sáng kích thích.

Bản in thử

Định luật về động năng cực đại của electron quang điện

Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện không phụ thuộc cường độ của chùm sáng kích thích, chỉ phụ thuộc bước sóng ánh sáng kích thích và bản chất của kim loại.

II. TÍNH LƯỢNG TỬ CỦA BỨC XẠ ĐIỆN TỪ

Ta đã biết rằng ánh sáng là sóng điện từ. Nhưng dùng tính chất sóng của ánh sáng thì không giải thích được các định luật quang điện.

Theo lí thuyết về sóng, khi ánh sáng chiếu vào bề mặt kim loại, điện trường biến thiên trong sóng ánh sáng sẽ làm cho các electron trong kim loại dao động. Cường độ của chùm sáng kích thích càng lớn thì điện trường đó càng mạnh và nó làm cho electron dao động càng mạnh. Đến một mức nào đó thì electron sẽ bị bật ra, tạo thành dòng quang điện. Vì vậy, bất kì chùm sáng nào có cường độ đủ lớn cũng có thể gây ra hiện tượng quang điện và động năng ban đầu cực đại của electron phải phụ thuộc vào cường độ của chùm sáng kích thích. Điều này mâu thuẫn với kết quả thực nghiệm.

Ta chỉ có thể giải thích được các định luật quang điện và nhiều hiện tượng khác nữa bằng tính lượng tử của ánh sáng nói riêng và của bức xạ điện từ nói chung.

1. Lượng tử năng lượng – photon

Năm 1900, Max Planck (Mắc-phờ-lăng) cho rằng:

Lượng năng lượng mà mỗi lần một nguyên tử hay phân tử hấp thụ hoặc phát xạ có giá trị hoàn toàn xác định, gọi là một lượng tử năng lượng, kí hiệu là ε.

Như vậy, theo Planck thì một lượng năng lượng xác định nào đó thật ra là bao gồm một số rất lớn những lượng năng lượng rất nhỏ có giá trị xác định.

Năm 1905, Einstein (Anh-xtanh) đã phát triển giả thuyết của Planck và đề xuất rằng năng lượng mà sóng điện từ truyền đi chỉ có thể là một tập hợp các lượng rời rạc và gọi chúng là các *photon*. Một photon là một *lượng tử năng lượng* của bức xạ điện từ.

Hình 1.7. Max Planck 1858 – 1947, nhà vật lí người Đức (giải Nobel năm 1918)

Bản in thử

Vì ánh sáng là bức xạ điện từ nên *chùm ánh sáng là một chùm các photon*. Năng lượng của mỗi photon tương ứng với ánh sáng đơn sắc có tần số f là:

$$\varepsilon = hf \qquad (1.2)$$

Với h là *hằng số Planck* ($h = 6{,}626.10^{-34}$ J.s) và f là tần số của ánh sáng tương ứng, đơn vị là Hz.

Tần số f, bước sóng λ và tốc độ ánh sáng trong chân không c liên hệ với nhau theo công thức

$$f = \frac{c}{\lambda} \qquad (1.3)$$

Thay công thức (1.3) vào (1.2) ta có năng lượng của mỗi photon là

$$\varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda} \qquad (1.4)$$

Từ công thức (1.4), suy ra rằng:

- Bức xạ điện từ có tần số càng cao (bước sóng càng nhỏ) thì năng lượng photon của nó càng lớn.
- Có thể tính được năng lượng photon của các bức xạ điện từ khi biết tần số của chúng.

Năng lượng của photon nhỏ hơn rất nhiều so với một joule (1 J). Vì vậy, người ta dùng đơn vị electronvolt (eV) thay vì dùng đơn vị joule (J).

Khi một electron được tăng tốc giữa hai vị trí có hiệu điện thế nào đó, năng lượng điện sẽ được chuyển thành động năng của electron. Nếu electron (có độ lớn điện tích $1{,}60.10^{-19}$ C) được tăng tốc bởi hiệu điện thế 1 V thì

$$W_đ = qU = 1{,}60.10^{-19}.1 = 1{,}60.10^{-19} \text{ J}$$

Electronvolt là năng lượng bằng động năng mà một electron thu được khi nó được gia tốc bởi hiệu điện thế 1 V.

$$1 \text{ eV} = 1{,}60.10^{-19} \text{ J}$$

2. Tính bước sóng của bức xạ ứng với photon có năng lượng là $8{,}2.10^{-20}$ J.

4. Chùm sáng là chùm photon nhưng vì sao ta nhìn thấy chùm sáng là liên tục?

Bản in thử

2. Ví dụ áp dụng

Ví dụ 1

Tính năng lượng của photon có bước sóng là $3{,}9.10^{-9}$ m. Biết tốc độ ánh sáng trong chân không là $c = 3{,}0.10^{8}$ m/s.

Giải

Thay các giá trị của λ và c vào công thức (1.3) ta được năng lượng của photon:

$$\varepsilon = \frac{hc}{\lambda} = \frac{\left(6{,}626.10^{-34}\right)\left(3{,}0.10^{8}\right)}{3{,}9.10^{-9}} = 5{,}1.10^{-17}\ \text{J}$$

Ví dụ 2

Một photon trong chùm bức xạ có tần số 100 MHz. Tính năng lượng của photon này theo đơn vị eV.

Giải

Ta có:

$$100\ \text{MHz} = 1{,}0.10^{8}\ \text{Hz}$$

$$\varepsilon = hf = 6{,}626.10^{-34}.1{,}0.10^{8} = 6{,}626.10^{-26}\ \text{J}$$

Đổi ra đơn vị eV, ta có năng lượng của photon là:

$$\varepsilon = \frac{6{,}626.10^{-26}}{1{,}60.10^{-19}}$$

$$= 4{,}1.10^{-7}\ \text{eV}$$

3. Một proton được gia tốc từ trạng thái nghỉ bằng một hiệu điện thế 1 500 V. Biết proton có điện tích là $1{,}60.10^{-19}$ C và khối lượng là $1{,}67.10^{-27}$ kg. Tính

a) Động năng của proton sau khi được tăng tốc.

b) Tốc độ của proton.

III. GIẢI THÍCH CÁC ĐỊNH LUẬT QUANG ĐIỆN

1. Phương trình Einstein về hiện tượng quang điện

Theo Einstein, hiện tượng quang điện xảy ra là do electron của kim loại hấp thụ photon của ánh sáng kích thích có bước sóng thích hợp. Photon bị hấp thụ truyền toàn bộ năng lượng ε của nó cho electron. Năng lượng ε được dùng để:

- Truyền một phần năng lượng cho kim loại.
- Cung cấp cho electron đó một công A để nó thắng được các lực liên kết trong kim loại và thoát ra ngoài. Công này được gọi là *công thoát*.
- Truyền cho electron đó một động năng ban đầu.

Hình 1.8. Albert Einstein (1879 – 1955, nhà vật lí người Đức, giải Nobel năm 1921)

Bản in thử

5. Vì sao các electron ở trong khối kim loại, khi bị bứt ra, lại có động năng ban đầu nhỏ hơn $\frac{mv_{omax}^2}{2}$?

Đối với các electron nằm sâu bên trong kim loại, trước khi đến bề mặt kim loại, chúng đã va chạm với các ion dương của kim loại và mất một phần năng lượng.

Nếu electron nằm ở bề mặt kim loại thì nó có thể thoát ra ngay mà không mất năng lượng truyền cho kim loại. So với động năng ban đầu mà các electron nằm ở sâu bên trong kim loại thu được khi bị bứt ra thì động năng ban đầu của electron nằm ở bề mặt là cực đại.

Theo định luật bảo toàn năng lượng, ta có:

năng lượng của photon = công thoát + động năng ban đầu cực đại của electron

hay

$$hf = A + \frac{mv_{omax}^2}{2} \quad (1.5)$$

Trong đó: A là công thoát, v_{omax} là tốc độ ban đầu cực đại của electron.

Đây là phương trình Einstein về hiện tượng quang điện.

4. Giới hạn quang điện của natri là 0,50 µm. Chiếu vào natri tia tử ngoại có bước sóng 0,25 µm. Tính động năng ban đầu cực đại của các electron quang điện.

2. Giải thích các định luật quang điện

Định luật về giới hạn quang điện

Công thức (1.5) cho thấy, để electron bật ra khỏi bề mặt kim loại thì photon của chùm sáng kích thích phải có năng lượng lớn hơn hay ít nhất phải bằng công thoát A. Tức là phải có $hf \geq A$ hay $\frac{hc}{\lambda} \geq A$. Từ đây, suy ra $\lambda \leq \frac{hc}{A} = \lambda_0$. Đây chính là công thức biểu diễn định luật về giới hạn quang điện. Mối liên hệ giữa giới hạn quang điện và công thoát của một kim loại là

$$\lambda_0 = \frac{hc}{A} \quad (1.6)$$

Định luật về cường độ dòng quang điện bão hoà

Với các chùm sáng có khả năng gây ra hiện tượng quang điện, số electron quang điện bị bật ra khỏi kim loại trong một đơn vị thời gian tỉ lệ thuận với số photon đến đập vào bề mặt kim

Bản in thử

loại trong thời gian đó. Mặt khác, chùm sáng là chùm các photon, tức là số photon càng nhiều thì cường độ chùm sáng càng lớn, do vậy, số photon này tỉ lệ thuận với cường độ của chùm sáng. Cường độ dòng quang điện bão hoà thì tỉ lệ thuận với số electron quang điện bị bật ra khỏi kim loại trong một đơn vị thời gian. Vì vậy, cường độ của dòng quang điện bão hoà sẽ tỉ lệ thuận với cường độ của chùm sáng kích thích.

5. Vận dụng công thức (1.5), hãy giải thích định luật về động năng ban đầu cực đại của electron quang điện.

Thảo luận với bạn để mô tả sự truyền năng lượng của photon cho kim loại khi photon có bước sóng ngắn hơn giới hạn quang điện của kim loại.

- Bức xạ điện từ có tính lượng tử, chúng được tạo thành bởi các hạt là photon.
- Mỗi photon có năng lượng $\varepsilon = hf$, với ε là lượng tử năng lượng.
- Giới hạn quang điện của mỗi kim loại là đặc trưng riêng của kim loại đó.
- Mối liên hệ giữa giới hạn quang điện và công thoát:

$$\lambda_0 = \frac{hc}{A}$$

- Hiện tượng quang điện chỉ xảy ra khi ánh sáng kích thích chiếu vào kim loại có bước sóng ngắn hơn hoặc bằng giới hạn quang điện của kim loại đó.

$$\lambda \leq \lambda_0$$

- Đối với mỗi ánh sáng thích hợp (có $\lambda \leq \lambda_0$), cường độ dòng quang điện bão hoà tỉ lệ thuận với cường độ của chùm sáng kích thích.
- Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện không phụ thuộc cường độ của chùm sáng kích thích, mà chỉ phụ thuộc bước sóng ánh sáng kích thích và bản chất của kim loại.
- Phương trình Einstein về hiện tượng quang điện:

$$hf = A + \frac{mv_{0max}^2}{2}$$

Bản in thử

QUANG PHỔ VẠCH CỦA NGUYÊN TỬ 2

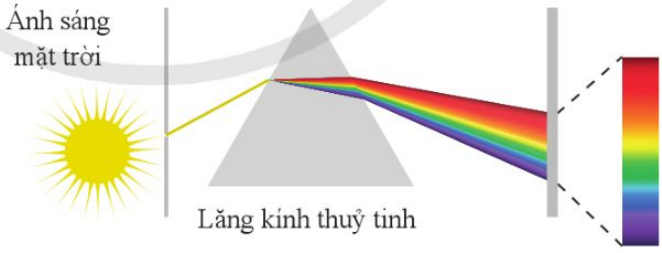
Học xong bài học này, bạn có thể

- Mô tả được sự tồn tại của các mức năng lượng của nguyên tử.
- Giải thích được sự tạo thành vạch quang phổ.
- So sánh được quang phổ phát xạ và quang phổ vạch hấp thụ.
- Vận dụng được công thức chuyển mức năng lượng $hf = E_1 - E_2$.

Mặt Trời là một quả cầu lửa khổng lồ nóng sáng với nhiệt độ bề mặt khoảng 6 000 °C và ở cách chúng ta khoảng 150 triệu kilômét. Tuy Mặt Trời ở xa như vậy, nhưng nhờ nghiên cứu quang phổ của Mặt Trời mà người ta biết thành phần cấu tạo của nó. Quang phổ là gì? Có những loại quang phổ nào?

I. QUANG PHỔ PHÁT XẠ

Khi ánh sáng trắng (từ Mặt Trời hoặc từ đèn sợi đốt phát ra) tán sắc qua lăng kính, ta có thể quan sát được một vùng sáng gồm nhiều dải màu từ đỏ đến tím, nối liền nhau một cách liên tục, như nhìn thấy trong cầu vồng. Ta gọi vùng sáng đó là quang phổ của ánh sáng trắng, như minh hoạ ở Hình 2.1.



Hình 2.1. Minh hoạ ánh sáng trắng tán sắc qua lăng kính

Các chất rắn, lỏng, khí được nung nóng đến nhiệt độ cao, đều phát ánh sáng. Quang phổ của ánh sáng do các chất đó phát ra được gọi là *quang phổ phát xạ* của chúng.

Quang phổ phát xạ của các chất khác nhau bao gồm quang phổ liên tục và quang phổ vạch phát xạ.

Bạn có biết

Một dụng cụ có thể làm tán sắc chùm sáng tốt hơn lăng kính là *cách tử nhiễu xạ*. Đó là một hệ thống nhiều khe rất hẹp giống nhau, song song cách đều và nằm trong cùng một mặt phẳng.

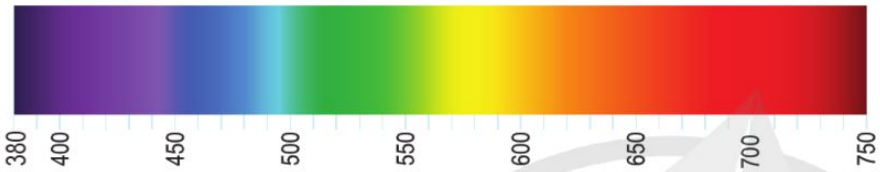
Bản in thử

1. Quang phổ liên tục

Quang phổ gồm nhiều dải màu từ đỏ đến tím, nối liền nhau một cách liên tục, được gọi là *quang phổ liên tục*.

Các chất rắn, chất lỏng và những chất khí ở áp suất lớn khi bị nung nóng đều phát ra quang phổ liên tục.

Quang phổ của ánh sáng trong vùng nhìn thấy (Hình 2.2) là một ví dụ về quang phổ liên tục.



Hình 2.2. Quang phổ liên tục của ánh sáng nhìn thấy (bước sóng tính bằng nm)

Quang phổ liên tục không phụ thuộc bản chất của vật phát sáng mà chỉ phụ thuộc nhiệt độ của vật.

1. Dựa vào đặc điểm nào của quang phổ liên tục có thể xác định nhiệt độ của vật nóng ở rất xa.

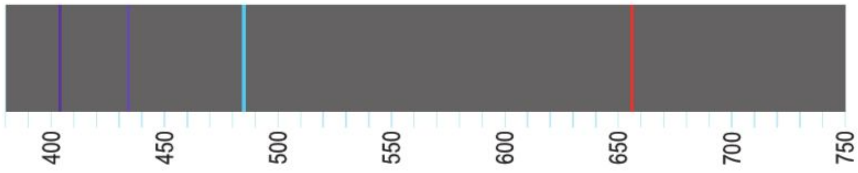
2. Quang phổ vạch phát xạ

Quang phổ gồm các vạch màu riêng lẻ, ngăn cách nhau bằng những khoảng tối, được gọi là *quang phổ vạch phát xạ*.

Quang phổ vạch phát xạ do chất khí hoặc hơi kim loại ở áp suất thấp phát ra, khi bị kích thích bằng nhiệt hay bằng điện.

Mỗi nguyên tố hoá học khi bị kích thích, phát ra các bức xạ có bước sóng xác định và cho một quang phổ vạch phát xạ riêng, đặc trưng cho nguyên tố ấy.

Ví dụ, trong quang phổ vạch phát xạ của hydrogen, ở vùng ánh sáng nhìn thấy có bốn vạch đặc trưng là vạch đỏ, vạch lam, vạch chàm và vạch tím (Hình 2.3).



Hình 2.3. Quang phổ vạch phát xạ của hydrogen (bước sóng tính bằng nm)

2. Hãy ước lượng bước sóng của vạch đỏ, vạch lam, vạch chàm và vạch tím trong quang phổ vạch phát xạ của hydrogen.

Bản in thử

Bạn có biết

Máy quang phổ là dụng cụ dùng để phân tích chùm sáng phức tạp thành những thành phần đơn sắc khác nhau. Có nhiều loại máy quang phổ. Hình 2.5 là sơ đồ cấu tạo một máy quang phổ lăng kính.

Chùm sáng từ nguồn S được chiếu vào khe F và trở thành chùm sáng song song khi ra khỏi thấu kính L_1. Chùm này qua hệ lăng kính P sẽ bị phân tách thành nhiều chùm đơn sắc song song và lệch theo các phương khác nhau. Mỗi chùm sáng đơn sắc ấy truyền qua thấu kính L_2 sẽ hội tụ thành một vạch màu ở mặt phẳng tiêu của thấu kính. Mỗi vạch màu ứng với một bước sóng xác định, gọi là vạch quang phổ.

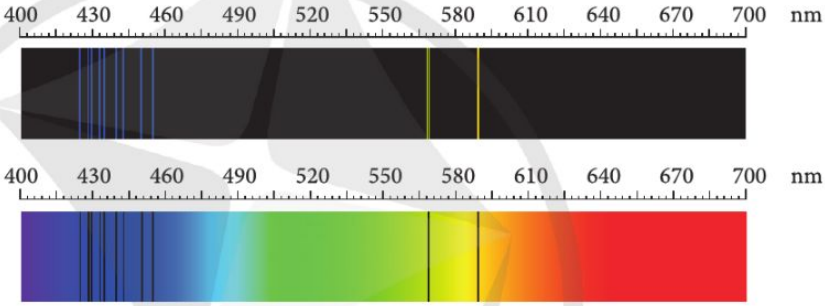
Trong nhiều máy quang phổ hiện đại, người ta dùng cách tử nhiễu xạ thay cho lăng kính.

3. Tại sao có thể nói quang phổ của ánh sáng mặt trời mà ta thu được trên Trái Đất là quang phổ hấp thụ?

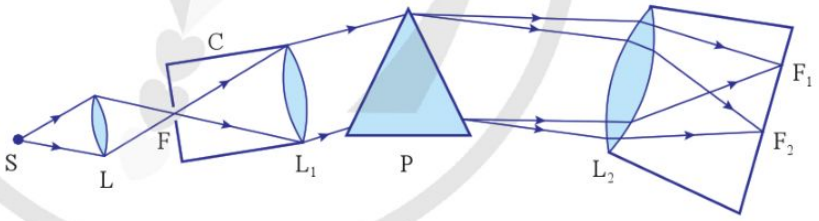
II. QUANG PHỔ VẠCH HẤP THỤ

Khi ánh sáng trắng truyền qua chất khí có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ của nguồn sáng, một số bức xạ (ứng với bước sóng xác định) sẽ bị hấp thụ. Kết quả là trong quang phổ liên tục của ánh sáng trắng có các vạch tối xen kẽ.

Ví dụ: Chiếu một chùm sáng trắng vào một máy quang phổ sao cho ở bộ phận hiển thị của máy có một quang phổ liên tục. Nếu trên đường đi của chùm sáng đó ta đặt một ống thuỷ tinh đựng hơi natri thì thấy trong quang phổ liên tục nói trên xuất hiện vạch tối ở đúng vị trí của vạch vàng trong quang phổ phát xạ của natri (Hình 2.4).



Hình 2.4. Quang phổ vạch phát xạ và quang phổ vạch hấp thụ của natri



Hình 2.5. Sơ đồ cấu tạo một loại máy quang phổ lăng kính

Quang phổ liên tục thiếu một số vạch màu do bị chất khí (hay hơi kim loại) hấp thụ được gọi là *quang phổ vạch hấp thụ* của khí (hay hơi) đó.

Cần lưu ý rằng, điều kiện để thu được quang phổ vạch hấp thụ là nhiệt độ của đám khí hay hơi hấp thụ phải thấp hơn nhiệt độ của nguồn sáng phát ra quang phổ liên tục.

Phần bên trong của ngôi sao rất nóng và phát ra ánh sáng trắng ở tất cả các bước sóng trong phạm vi ánh sáng nhìn thấy được. Tuy nhiên, ánh sáng này phải đi qua các lớp bên

Bản in thử

ngoài lạnh hơn của ngôi sao. Kết quả, một số bức xạ có bước sóng nhất định bị hấp thụ. Quang phổ của ánh sáng mà ta thu được từ các ngôi sao là quang phổ vạch hấp thụ.

Quang phổ vạch hấp thụ của mỗi nguyên tố đặc trưng cho nguyên tố đó. Vì vậy, cũng có thể căn cứ vào quang phổ vạch hấp thụ của một nguyên tố để nhận biết sự có mặt của nguyên tố đó trong các hỗn hợp hay hợp chất.

1. Lập bảng so sánh tính chất của quang phổ vạch phát xạ và quang phổ vạch hấp thụ.

III. GIẢI THÍCH SỰ TẠO THÀNH VẠCH QUANG PHỔ

1. Các mức năng lượng của nguyên tử

Chúng ta đã biết rằng mỗi photon ứng với ánh sáng có bước sóng λ và tần số f có năng lượng: $\varepsilon = hf$ hoặc $\varepsilon = \dfrac{hc}{\lambda}$.

Sự xuất hiện của quang phổ vạch chứng tỏ rằng electron trong nguyên tử chỉ có thể hấp thụ hoặc phát ra các photon có năng lượng xác định. Vào năm 1913, Niels Bohr (Nin-Bo) đã đề xuất về trạng thái dừng của nguyên tử.

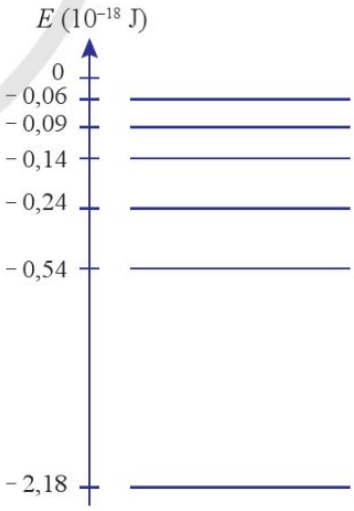
Nguyên tử chỉ tồn tại ở một số trạng thái có năng lượng xác định E_n, gọi là các trạng thái dừng. Khi ở trạng thái dừng, nguyên tử không bức xạ.

Như vậy, bằng đề xuất này của mình, Bohr đã lượng tử hoá năng lượng của electron trong nguyên tử, năng lượng của electron cũng chỉ nhận những lượng rời rạc (giống như năng lượng ánh sáng gồm những lượng rời rạc là những photon). Đây là một trong những ý tưởng táo bạo của vật lí lượng tử vào thời đó.

Hình 2.6 là sơ đồ biểu diễn các mức năng lượng được phép của electron trong nguyên tử hydrogen. Một electron trong nguyên tử hydrogen chỉ có thể có một trong các giá trị năng lượng này. Nó không thể có năng lượng nằm giữa các mức năng lượng được phép. Năng lượng có giá trị âm cho thấy electron bị giữ lại bên trong nguyên tử bởi lực hút của hạt nhân nguyên tử. Khi có năng lượng bằng không, electron trở thành electron tự do.

4. Các nguyên tử của một nguyên tố nhất định chỉ có thể phát ra hoặc hấp thụ ánh sáng có bước sóng nhất định. Các nguyên tố khác nhau phát ra và hấp thụ các bức xạ có bước sóng khác nhau.

Vì sao lại như vậy?



Hình 2.6. Sơ đồ một số mức năng lượng được phép của electron trong nguyên tử hydrogen

Bản in thử

Bohr đã đưa ra các đề xuất về sự bức xạ và hấp thụ năng lượng của nguyên tử như sau:

Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_n sang trạng thái dừng có năng lượng E_m thấp hơn thì nguyên tử phát ra một photon có năng lượng đúng bằng $E_n - E_m$.

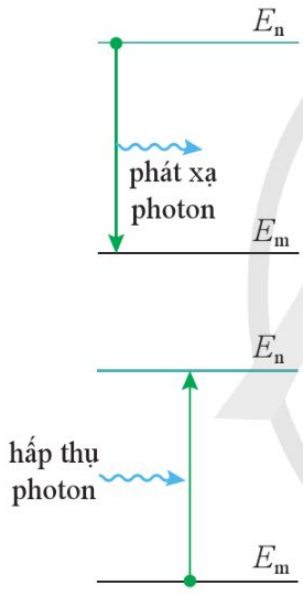
$$E_n - E_m = hf$$

Ngược lại, nếu nguyên tử đang ở trạng thái dừng có năng lượng E_m mà hấp thụ được một photon có năng lượng đúng bằng $E_n - E_m$ thì nó chuyển sang trạng thái dừng có năng lượng E_n cao hơn.

5. Vì sao nguyên tử có thể phát xạ quang phổ vạch?

2. Giải thích sự tạo thành vạch quang phổ

Người ta coi rằng khi nguyên tử chuyển trạng thái dừng, tức là electron của nguyên tử chuyển mức năng lượng. Khi một electron của nguyên tử chuyển từ mức năng lượng cao xuống mức năng lượng thấp hơn (Hình 2.7), nó phát ra một photon với năng lượng bằng hiệu năng lượng giữa hai mức năng lượng. Hiệu năng lượng này có giá trị càng lớn thì photon phát ra có năng lượng càng cao.



Hình 2.7. Sự chuyển mức năng lượng khi nguyên tử phát xạ và hấp thụ photon

Ta đã biết mỗi photon có năng lượng xác định (tức là tần số xác định) ứng với một ánh sáng có bước sóng xác định, do đó, nguyên tử có thể phát xạ quang phổ vạch.

Tương tự, chúng ta có thể giải thích sự tạo thành quang phổ vạch hấp thụ. Với ánh sáng trắng bao gồm các photon có năng lượng khác nhau, nguyên tử sẽ hấp thụ photon có năng lượng bằng hiệu năng lượng giữa mức cao và mức thấp để chuyển lên mức năng lượng cao. Do đó, trên nền quang phổ liên tục xuất hiện một vạch tối ứng với bức xạ có photon bị hấp thụ.

IV. VÍ DỤ VẬN DỤNG CÔNG THỨC CHUYỂN MỨC NĂNG LƯỢNG

Ví dụ 1

Sử dụng số liệu ở Hình 2.6, tính năng lượng photon của bức xạ điện từ phát ra khi một electron chuyển từ mức có năng lượng là $-0{,}54.10^{-18}$ J xuống mức năng lượng thấp nhất. Bức xạ điện từ này thuộc vùng nào của thang sóng điện từ?

Bản in thử

Giải

Năng lượng của photon phát ra bằng hiệu năng lượng giữa hai mức:

$$\varepsilon = hf = E_n - E_m$$

Với

$E_n = -0{,}54.10^{-18}$ J; $E_m = -2{,}18.10^{-18}$ J; $h = 6{,}626.10^{-34}$ J.s;

$c = 3{,}00.10^8$ m/s

Năng lượng photon:

$$\varepsilon = E_n - E_m = [(-0{,}54) - (-2{,}18)].10^{-18}$$

$$\varepsilon = 1{,}64.10^{-18}\ \text{J}$$

Bước sóng của bức xạ điện từ phát ra:

$$\lambda = \frac{hc}{\varepsilon} = \frac{6{,}626.10^{-34}.3{,}00.10^8}{1{,}64.10^{-18}\ \text{J}} = 1{,}21.10^{-7}\ \text{m}$$

Bước sóng này thuộc vùng tử ngoại của thang sóng điện từ.

Ví dụ 2

Electron trong nguyên tử hydrogen chuyển từ mức năng lượng –13,58 eV lên mức –0,38 eV khi hấp thụ một photon. Tính tần số của bức xạ bị hấp thụ.

Giải

Dùng công thức

$$hf = E_n - E_m$$

Tần số của bức xạ bị hấp thụ:

$$f = \frac{E_n - E_m}{h}$$

$$f = \frac{\left[(-0{,}38) - (-13{,}58)\right].1{,}60.10^{-19}}{6{,}626.10^{-34}} = 3{,}19.10^{15}\ \text{Hz}$$

2. Năng lượng cần thiết để bứt electron ở trạng thái ứng với mức năng lượng thấp nhất khỏi nguyên tử được gọi là năng lượng ion hoá. Năng lượng này có thể được cung cấp bởi năng lượng của photon ánh sáng thích hợp, đó là sự ion hoá bằng ánh sáng. Dùng thông tin từ Hình 2.6, trang 61 tính bước sóng của bức xạ cần thiết để ion hoá nguyên tử hydrogen.

Giải thích cấu trúc quang phổ vạch của nguyên tử hydrogen bằng các đề xuất của Bohr.

Bản in thử

- Quang phổ liên tục là một dải có màu từ đỏ đến tím nối liền nhau một cách liên tục.
- Quang phổ vạch là một hệ thống những vạch sáng riêng lẻ, ngăn cách nhau bởi những khoảng tối.
- Quang phổ liên tục thiếu một số vạch màu do bị chất khí (hay hơi kim loại) hấp thụ được gọi là *quang phổ vạch hấp thụ* của khí (hay hơi) đó.
- Nguyên tử chỉ tồn tại trong một số trạng thái có năng lượng xác định P, gọi là các trạng thái dừng. Khi ở trạng thái dừng, nguyên tử không bức xạ.
- Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_n sang trạng thái dừng có năng lượng E_m thấp hơn thì nguyên tử phát ra một photon có năng lượng đúng bằng hiệu $E_n - E_m$.

$$E_n - E_m = hf$$

- Ngược lại, nếu nguyên tử đang ở trạng thái dừng có năng lượng E_m mà hấp thụ một photon có năng lượng đúng bằng hiệu $E_n - E_m$ thì nó chuyển sang trạng thái dừng có năng lượng E_n cao hơn.

Bản in thử

LƯỠNG TÍNH SÓNG HẠT VÙNG NĂNG LƯỢNG 3

Học xong bài học này, bạn có thể

- Nêu được hiện tượng quang điện là bằng chứng cho tính chất hạt của bức xạ điện từ, giao thoa và nhiễu xạ là bằng chứng cho tính chất sóng của bức xạ điện từ.
- Mô tả (hoặc giải thích) được tính chất sóng của electron bằng hiện tượng nhiễu xạ electron.
- Vận dụng được công thức bước sóng De Broglie: $\lambda = \frac{h}{p}$ với p là động lượng của hạt.
- Nêu được các vùng năng lượng trong chất rắn theo mô hình vùng năng lượng đơn giản.
- Sử dụng lí thuyết vùng năng lượng đơn giản để giải thích được: Sự phụ thuộc vào nhiệt độ của điện trở kim loại và bán dẫn không pha tạp; Sự phụ thuộc điện trở của các điện trở phụ thuộc ánh sáng (LDR) vào cường độ sáng.

Hiện tượng giao thoa ánh sáng chứng tỏ ánh sáng có tính chất của sóng, nhưng hiện tượng quang điện lại chứng tỏ ánh sáng có tính chất của hạt. Vậy ánh sáng là sóng hay là hạt?

I. LƯỠNG TÍNH SÓNG – HẠT

1. Lưỡng tính sóng – hạt của ánh sáng

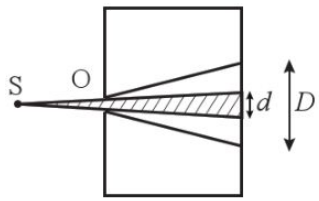
Hiệu ứng quang điện cho thấy ánh sáng thể hiện tính chất hạt. Có những hiện tượng cho thấy ánh sáng cũng thể hiện tính chất sóng. Sau đây là một ví dụ đơn giản cho thấy ánh sáng thể hiện tính chất sóng.

Ví dụ

Cho một chùm sáng truyền qua một lỗ tròn O có đường kính đủ nhỏ ở thành của một hộp hình hộp chữ nhật. Sau khi qua lỗ nhỏ, chùm sáng sẽ tạo ra một vết sáng ở thành đối diện của hộp (là một tấm kính mờ) (Hình 3.1).

Kết quả thực nghiệm cho thấy, thay vì tạo ra trên thành hộp đối diện một vết sáng hình tròn với đường kính d, ánh sáng tạo ra trên thành hộp đối diện một vết sáng hình tròn với đường kính D lớn hơn d. Lỗ O càng nhỏ, D càng lớn so với d.

1. Ánh sáng sẽ truyền thế nào nếu lỗ tròn O ở thành hộp trong Hình 3.1 có kích thước lớn?



Hình 3.1. Chùm sáng loe ra khi truyền qua lỗ nhỏ

2. Nếu ánh sáng chỉ có tính chất hạt thì chùm sáng có bị loe ra ở thành hộp trong Hình 3.1 không? Vì sao?

Bản in thử

Như vậy, khi một chùm ánh sáng đi qua một lỗ nhỏ (hay khe hẹp), nó sẽ loe ra, tức là không truyền thẳng. Ta nói lỗ O đã nhiễu xạ ánh sáng.

Vậy:

Nhiễu xạ ánh sáng là hiện tượng ánh sáng không truyền thẳng, quan sát được khi ánh sáng truyền qua lỗ nhỏ hoặc gần mép những vật trong suốt hoặc không trong suốt.

Hình 3.2 là hình ảnh nhiễu xạ ánh sáng qua một lỗ tròn nhỏ.

Chỉ có thể giải thích được hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng (và các hiện tượng khác như giao thoa ánh sáng,...) khi coi ánh sáng là sóng.

Các nhà khoa học đã chứng tỏ được rằng ánh sáng vừa có tính chất sóng, vừa có tính chất hạt. Tính chất kép này được gọi là lưỡng tính sóng – hạt của ánh sáng. Người ta cũng đã chứng tỏ được lưỡng tính sóng – hạt có ở cả những bức xạ điện từ khác.

Sóng điện từ có bước sóng càng ngắn, photon ứng với nó có năng lượng càng lớn thì tính chất hạt thể hiện càng rõ (ở hiện tượng quang điện, ở khả năng đâm xuyên, ở tác dụng phát quang,...), còn tính chất sóng càng mờ nhạt. Trái lại, sóng điện từ có bước sóng càng dài, photon ứng với nó có năng lượng càng nhỏ, thì tính chất sóng lại thể hiện rõ hơn (ở hiện tượng giao thoa, nhiễu xạ, tán sắc,...), còn tính chất hạt thì mờ nhạt.

3. Ánh sáng có tính chất sóng hay có tính chất hạt?

Hình 3.2. Hình ảnh nhiễu xạ ánh sáng qua lỗ tròn

4. Bức xạ điện từ có lưỡng tính sóng – hạt. Vậy hạt electron có tính chất này không?

2. Sóng de Broglie

Năm 1924, Louis de Broglie (Lu-it đơ Brơi) đã đưa ra giả thuyết cho rằng các hạt (như electron, proton, neutron) cũng có tính chất sóng. Theo de Broglie, một hạt có khối lượng m và động lượng p có thể được biểu diễn bằng một sóng với bước sóng λ. Bước sóng này liên quan đến động lượng p của hạt theo phương trình:

$$\lambda = \frac{h}{p} \qquad (3.1)$$

với h là hằng số Planck, bước sóng λ được gọi là *bước sóng de Broglie*.

Hình 3.3. Louis de Broglie (1892 – 1987, giải Nobel năm 1929)

Bản in thử

Thay $p = mv$ vào (3.1), ta được

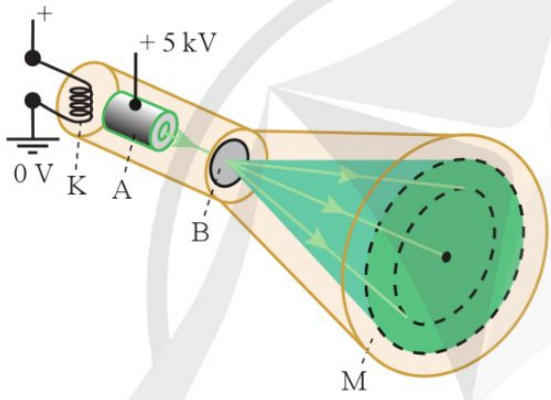
$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} \quad (3.2)$$

Sóng có bước sóng được biểu diễn bởi (3.1) với electron được gọi là *sóng electron*.

Tính chất sóng của electron đã được các nhà nghiên cứu ở Mỹ và Anh xác nhận vào năm 1927. Sự nhiễu xạ của các electron đã khẳng định tính chất sóng của chúng.

3. Nhiễu xạ electron

Trong phòng thí nghiệm, có thể tạo được nhiễu xạ electron bằng một thiết bị được gọi là *ống nhiễu xạ electron* (Hình 3.4).



Hình 3.4. Sơ đồ cấu tạo của ống nhiễu xạ electron

Dòng electron từ cathode K được tăng tốc bởi hiệu điện thế cỡ 3 500 V đến 5 000 V giữa anode A và cathode K, đi qua màng than chì B, sau đó đến đập vào màn M tạo ra hình ảnh nhiễu xạ là các vòng tròn đồng tâm.

Không thể giải thích được hình ảnh nhiễu xạ này nếu các electron chỉ thể hiện tính chất hạt. Hình ảnh các vòng nhiễu xạ chỉ có thể được giải thích nếu các electron đi qua màng than chì có tính chất sóng. Khi đó, các electron bị nhiễu xạ do truyền qua các khe được tạo nên bởi các nút mạng tinh thể cacbon của than chì.

Hình 3.5 cho thấy sự giống nhau giữa hình ảnh nhiễu xạ của ánh sáng (tia X) và hình ảnh nhiễu xạ của electron.

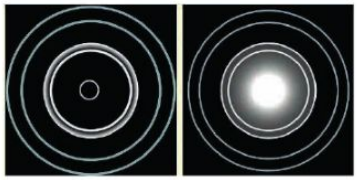
Như vậy, giống như sóng điện từ, electron vừa có tính chất sóng, vừa có tính chất hạt. Tính chất kép này được gọi là lưỡng tính sóng – hạt của electron.

Tìm hiểu thêm

Vào năm 1927, Clinton Davisson (Clin-tơn Da-vi-sơn) và Edmund Germer (Et-mơn Rơ-mờ) người Mỹ đã chứng minh bằng thực nghiệm rằng các electron bị nhiễu xạ bởi các tinh thể niken đơn lẻ. Ở Anh, Thomson (Thom-sơn) đã bắn các electron vào các tấm kim loại mỏng trong một ống chân không. Ông cũng cung cấp bằng chứng cho thấy các electron bị nhiễu xạ bởi các nguyên tử kim loại.

Hãy tìm thông tin về ứng dụng tính chất sóng của các hạt có kích thước rất nhỏ (được gọi là hạt vi mô).

1. Tìm bước sóng de Broglie của một electron có động năng 120 eV.



a) b)

Hình 3.5. Hình ảnh nhiễu xạ của tia X (a) và của các electron (b) sau khi đi qua một lá nhôm mỏng

Bản in thử

Ngày nay, tính chất sóng của các hạt đã được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khoa học và kĩ thuật. Ví dụ, nhiễu xạ electron và nhiễu xạ neutron được sử dụng để nghiên cứu cấu trúc nguyên tử.

II. VÙNG NĂNG LƯỢNG

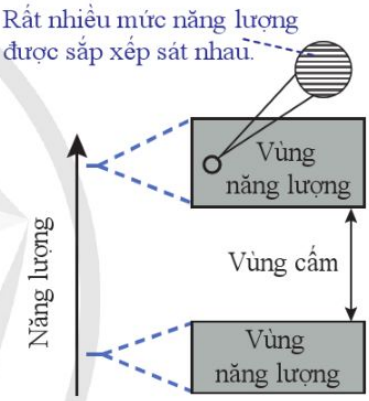
1. Mô hình vùng năng lượng trong chất rắn

Sơ đồ mức năng lượng của electron trong nguyên tử hydrogen cô lập có dạng giống như biểu diễn ở Hình 2.6 (trang 61).

Khi các nguyên tử ở rất gần nhau (ví dụ như trong chất rắn), các electron ở một nguyên tử có thể tương tác với các electron ở các nguyên tử lân cận. Kết quả là sơ đồ mức năng lượng bị thay đổi, như được minh hoạ trên Hình 3.6. Thay cho các mức năng lượng riêng lẻ của nguyên tử cô lập, là các vùng chứa rất nhiều mức năng lượng sát nhau. Các vùng đó được gọi là các *vùng năng lượng*. Mỗi vùng bị ngăn cách với nhau bằng một khoảng trống không chứa mức năng lượng nào. Các khoảng trống này được gọi là *vùng cấm*.

Một số thành công tiêu biểu của mô hình vùng năng lượng là giúp phân loại kim loại, chất bán dẫn, chất cách điện và giải thích thành công tính chất dẫn điện của các chất.

2. Một electron và một neutron chuyển động với tốc độ sao cho chúng có bước sóng bằng nhau. Khối lượng của một electron là $9{,}11.10^{-31}$ kg và khối lượng của một neutron là $1{,}675.10^{-27}$ kg. Biết tốc độ của electron là $5{,}00.10^{6}$ m/s. Tính tốc độ của neutron.



Hình 3.6. Sơ đồ biểu diễn đơn giản vùng năng lượng trong chất rắn

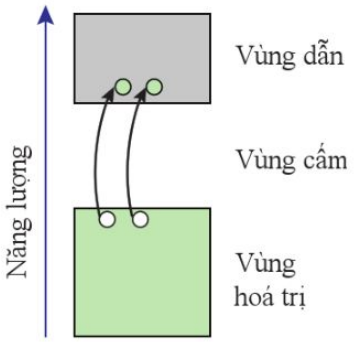
2. Mô hình vùng năng lượng và điện trở của chất bán dẫn

Mô hình vùng năng lượng

Chất bán dẫn là chất có điện trở suất nằm giữa chất dẫn điện và chất cách điện. Chất bán dẫn tiêu biểu là silicon và germani.

Ở chất bán dẫn, như Hình 3.7 cho thấy, các vùng năng lượng thấp đều đã bị chiếm đầy. Vùng trên cùng là vùng trống. Độ rộng vùng cấm nằm giữa đỉnh của vùng được lấp đầy cao nhất (được gọi là vùng hoá trị) và đáy của vùng trống ngay phía trên nó (được gọi là vùng dẫn) rất nhỏ, cỡ từ 1 eV đến 3 eV.

Ở nhiệt độ phòng, một số electron có đủ năng lượng để vượt qua vùng cấm, chuyển lên vùng dẫn trở thành electron dẫn và để lại ở vùng hoá trị số lỗ trống (mang điện tích dương) tương ứng. Các lỗ trống ở vùng hoá trị và electron dẫn đều là hạt tải điện và cùng tham gia vào quá trình dẫn điện.



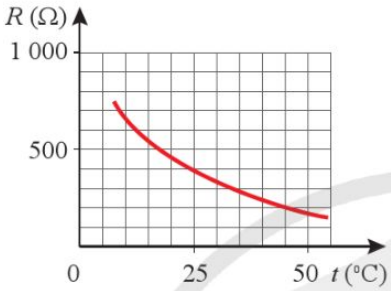
Hình 3.7. Sơ đồ biểu diễn vùng năng lượng trong chất bán dẫn

Bản in thử

Điện trở của bán dẫn

Khi nhiệt độ của mẫu chất bán dẫn tăng, nhiều electron sẽ thu được năng lượng đủ để chuyển lên vùng dẫn và để lại số lỗ trống tương ứng. Kết quả là mật độ hạt tải điện tăng nên mẫu sẽ dẫn điện tốt hơn.

Như vậy, điện trở của chất bán dẫn giảm khi nhiệt độ tăng. Hình 3.8 minh hoạ điều này.



Hình 3.8. Sự thay đổi điện trở của một mẫu chất bán dẫn theo nhiệt độ

Có thể cung cấp cho các electron trong chất bán dẫn năng lượng cần thiết để vượt qua vùng cấm bằng chiếu sáng.

Trong điện trở phụ thuộc ánh sáng (LDR), khi được chiếu ánh sáng phù hợp, các electron ở vùng hoá trị có thể hấp thụ được đủ năng lượng để vượt qua vùng cấm (ở giữa vùng hoá trị và vùng dẫn) và chuyển vào vùng dẫn. Vì thế, LDR có điện trở cao trong bóng tối nhưng điện trở của LDR giảm khi cường độ ánh sáng chiếu vào nó tăng lên. Điện trở của LDR, đúng như tên gọi của nó, phụ thuộc vào ánh sáng.

3. Mô hình vùng năng lượng và điện trở của kim loại

Mô hình vùng năng lượng

Hình 3.9 là sơ đồ biểu diễn đơn giản mô hình vùng năng lượng của kim loại. Ở mô hình này, các vùng năng lượng thấp đều đã bị chiếm đầy, trên cùng là vùng năng lượng chỉ bị chiếm một phần với rất nhiều mức chưa bị chiếm và mức năng lượng bị chiếm cao nhất nằm đâu đó gần giữa vùng. Đây là vùng dẫn của kim loại. Các electron có mức năng lượng nằm ở vùng này đều có thể chuyển động có hướng dưới tác dụng của điện trường. Như đã biết ở lớp 11, các electron đó là các electron tự do tạo nên dòng điện trong kim loại.

5. Nêu ví dụ chứng tỏ:

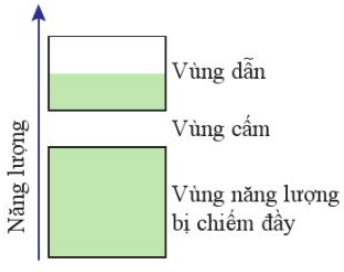
a) electron thể hiện tính sóng.

b) electron thể hiện tính hạt.

6. Nêu một điểm giống nhau và một điểm khác nhau trong sơ đồ các mức năng lượng của nguyên tử cô lập và nguyên tử trong chất rắn.

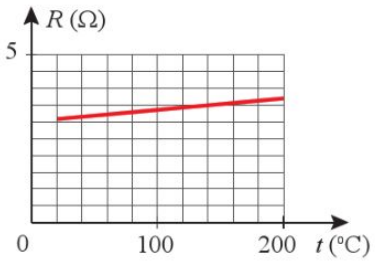
3. Biết rằng ở chất cách điện, vùng cấm (giữa vùng hoá trị và vùng dẫn) lớn hơn khá nhiều so với vùng cấm của chất bán dẫn.

Hãy sử dụng mô hình vùng năng lượng, giải thích vì sao chất cách điện gần như không dẫn điện.



Hình 3.9. Sơ đồ biểu diễn vùng năng lượng trong kim loại

Bản in thử



Hình 3.10. Sự thay đổi điện trở của một mẫu kim loại theo nhiệt độ

Sự thay đổi nhiệt độ không quá lớn sẽ không làm tăng mật độ số lượng electron tự do. Thay vào đó, các ion dương trong kim loại dao động mạnh hơn và các electron va chạm với chúng thường xuyên hơn. Vì thế, điện trở của kim loại tăng khi nhiệt độ tăng, nhưng độ thay đổi điện trở này tương đối nhỏ ở phạm vi nhiệt độ thay đổi không quá lớn. Hình 3.10 là đồ thị điện trở của một mẫu kim loại thay đổi theo nhiệt độ.

Một người có khối lượng 65 kg chuyển động với tốc độ 3 m/s. Tính bước sóng de Broglie của người này. Rút ra nhận xét về khả năng cảm nhận được bước sóng có độ lớn như vậy.

Tìm hiểu thêm

Sóng và hạt

Hãy tìm thông tin để trình bày một mô hình hạt và một mô hình sóng.

- Hiệu ứng quang điện là bằng chứng cho tính chất hạt của bức xạ điện từ; giao thoa và nhiễu xạ là bằng chứng cho tính chất sóng của bức xạ điện từ.
- Nhiễu xạ electron là một bằng chứng thể hiện tính chất sóng của electron.
- Công thức liên hệ bước sóng de Broglie với động lượng của một hạt là

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

- Cả bức xạ điện từ, hạt vi mô và các vật đều có lưỡng tính sóng – hạt; nghĩa là, có trường hợp chúng thể hiện tính chất sóng và có trường hợp chúng thể hiện tính chất hạt.
- Trong chất rắn, các electron có thể tồn tại ở mức năng lượng trong các vùng được ngăn cách bởi các vùng cấm.
- Mô hình vùng năng lượng có thể giải thích tính chất dẫn điện khác nhau của kim loại, chất cách điện và chất bán dẫn.

Bản in thử

BẢNG GIẢI THÍCH THUẬT NGỮ

Thuật ngữ	Giải thích thuật ngữ	Trang
điện nghiệm	dụng cụ dùng để phát hiện và ước lượng mức độ nhiễm điện	48, 49
diode (bán dẫn)	một loại dụng cụ bán dẫn cho dòng điện đi qua nó chủ yếu theo một chiều và đi qua không đáng kể theo chiều ngược lại	14, 17, 18, 20, 21, 22
nhiễu xạ ánh sáng	hiện tượng ánh sáng không truyền thẳng khi truyền gần mép các vật chắn sáng, hay khi truyền qua những lỗ nhỏ, khe hẹp	67
phát xạ nhiệt	quá trình bề mặt kim loại bị nung nóng phát ra các hạt như photon, electron,...	65
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	28, 33
xung sóng điện từ	sóng điện từ phát ra trong thời gian rất ngắn	44, 46
mặt phẳng tiêu	mặt phẳng đi qua tiêu điểm và vuông góc với trục chính của thấu kính	60
lỗ trống	phần tử tải điện dương trong chất bán dẫn (không có thực, mà là giả định)	19, 20, 68, 71
giao thoa	sự tổng hợp các dao động của hai nguồn (thể hiện trong một khoảng không gian xác định) thành những điểm có dao động cực đại và những điểm có dao động cực tiểu	48, 64, 65, 70

Bản in thử

Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm bản quyền nội dung:

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

Chủ tịch Hội đồng Quản trị: NGƯT NGÔ TRẦN ÁI

Tổng Giám đốc: VŨ BÁ KHÁNH

Địa chỉ: Tầng A, toà nhà hỗn hợp AZ Lâm Viên, 107 đường Nguyễn Phong Sắc
P. Dịch Vọng Hậu, Q. Cầu Giấy, TP. Hà Nội

Biên tập:

BÙI ĐỨC TĨNH – ĐÀO ANH TIẾN – NGUỴ THẾ CƯỜNG

Minh hoạ và thiết kế sách:

NGUYỄN THỊ PHƯƠNG DUNG

Trình bày bìa:

NGUYỄN MẠNH HÙNG

Sửa bản in:

NGUYỄN THỊ VƯỢNG

CHUYÊN ĐỀ HỌC TẬP VẬT LÍ 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 .....

Bản in thử