

## CHƯƠNG 6

**DẠY HỌC PHẦN TĨNH ĐIỆN****I. MỞ ĐẦU*****1.1. Cấu tạo của chương trình điện học ở bậc trung học phổ thông***

Điện học là một phần của vật lý nghiên cứu tập hợp các hiện tượng và quá trình vật lý liên quan đến sự tồn tại, chuyển động và tương tác của các hạt (hoặc các vật) mang điện.

Trong chương trình vật lý phổ thông, Điện học thường được chia ra làm 6 phần: Tĩnh điện học (Điện tích và điện trường), Những định luật cơ bản của dòng điện không đổi (Dòng điện không đổi), Dòng điện trong các môi trường, Từ trường, Cảm ứng từ và Dòng điện xoay chiều.

Do tính chất tuần hoàn của dòng điện xoay chiều nên phần này sẽ được trình bày ở lớp 12 trong phần dao động và sóng điện từ.

***1.2. Đặc điểm phần tĩnh điện***

Tĩnh điện học là phần điện học nghiên cứu sự tương tác và điều kiện cân bằng của các hạt (hay vật) mang điện ở trạng thái đứng yên đối với hệ quy chiếu quán tính. Định luật Culông là cơ sở của Tĩnh điện học. Nội dung chủ yếu của Tĩnh điện học là định luật Culông, các khái niệm cơ bản như điện tích, điện trường và mối liên hệ giữa điện tích và điện trường, những đặc trưng cơ bản của trường tĩnh điện (cường độ điện trường và điện thế) và thuyết electron cổ điển.

Mục đích của phần này trong chương trình vật lý bậc trung học phổ thông là trình bày một cách có hệ thống và chính xác hóa một số kiến thức cơ bản của tĩnh điện học mà học sinh đã được học ở lớp 9.

**II. PHÂN TÍCH NỘI DUNG KIẾN THỨC VÀ PHƯƠNG PHÁP DẠY HỌC CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN*****2.1. Điện tích - Định luật Culông*****2.1.1. Nội dung kiến thức**

Điện tích là một khái niệm cơ bản mà học sinh tiếp xúc đầu tiên khi nghiên cứu các hiện tượng về điện. Điện tích là một đại lượng vô hướng, là một thuộc tính không thể tách rời hạt vật chất và tồn tại dưới dạng các hạt sơ cấp mang điện (có những hạt sơ cấp không mang điện) nhưng không thể có điện tích không gắn liền với hạt sơ cấp. Vì vậy nói điện tích ở ngoài hạt là không có nghĩa.

Người ta thấy rằng nếu một hạt sơ cấp mang điện thì không có cách nào làm cho nó mất điện tích. Khi một vật mang điện, thì điện tích  $q$  của nó bao giờ cũng là một số nguyên lần điện tích nguyên tố có độ lớn  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C. Như vậy  $q = ne$  ( $n = \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$ ). Trong những năm gần đây nhiều công trình nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm đã chứng tỏ khả năng tồn tại những hạt nhỏ hơn các hạt sơ cấp đã biết gọi là những hạt quác. Mặc dầu cho đến nay chưa hề phát hiện được quác tồn tại ở trạng thái tự do, nhưng có nhiều cơ sở vững chắc để tin rằng chúng quả thật tồn tại mang điện tích nhỏ hơn điện tích nguyên tố (bằng  $\pm 1/3$  hoặc  $\pm 2/3$  điện tích nguyên tố). Nếu như vậy thì khái niệm điện tích nguyên tố sẽ phải được xây dựng lại. Tuy nhiên, trong chương trình vật lý phổ thông hiện tại, chúng ta vẫn dựa vào quan niệm chung từ trước đến nay về hạt sơ cấp.

Sự có mặt của điện tích ở các hạt cơ bản làm cho các vật hay các hạt mang điện tương tác với nhau theo định luật Culông. Vì thế khi biết định luật này ta có thể chỉ ra phương pháp đo điện tích. Định luật Culông xác định tương tác của hai điện tích đứng yên. Đây là một định luật cơ bản được rút ra từ thực nghiệm. Tuy nhiên, khác với lực hấp dẫn, lực tương tác giữa các điện tích phụ thuộc vào môi trường mà tương tác xảy ra trong đó. Vì các điện tích có thể dương hoặc âm cho nên lực tương tác giữa các vật tích điện có thể là lực đẩy hay lực hút. Cơ chế tương tác giữa các điện tích chính là điện trường do nó gây ra tác dụng lên điện tích khác nằm trong điện trường đó.

### 2.1.2. Một số lưu ý cần thiết

Học sinh đã được học các khái niệm điện tích và sự tương tác giữa chúng ngay từ lớp 9 song chỉ mới sơ lược và định tính hơn nữa thời gian học quá xa nên các em hầu như đã quên hết. Việc đào sâu quan niệm về điện tích và mặt định lượng của tương tác là hết sức cần thiết.

Điện tích là một đại lượng vô hướng, đặc trưng cho tính chất của một vật hay một hạt về mặt tương tác điện và gắn liền với hạt hay vật đó. Nói “có một điện tích...” cũng vô nghĩa như khi nói “có một khối lượng...” chúng ta nên hiểu đó là cách nói tắt. Thực ra phải nói "một vật có điện tích..." cũng như "một vật có khối lượng..."

Khi nêu ra định luật Culông cần chú ý biểu thức đó chỉ xác định độ lớn của lực tương tác của các điện tích điểm và chỉ được áp dụng khi các điện tích điểm đó đứng yên trong môi trường chân không do đó chỉ cần chú ý tới độ lớn của điện tích điểm. Khi nói điện tích điểm thì phải hiểu đó là một vật tích điện có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách tương tác.

Khi nói tích điện cho một vật, phải hiểu là đã làm cho vật đó có một tính chất mới và vật đó thu được hay mất đi một số hạt điện tích, do đó khối lượng của vật tăng lên hay giảm đi.

## 2.2. Thuyết electron cổ điển và sự nhiễm điện

Thuyết electron, thường gọi là thuyết electron cổ điển, ra đời vào cuối thế kỷ XIX sau khi electron được phát hiện nhờ các công trình nghiên cứu của Stoney, Plucker, Crookes, Schuster và đặc biệt là của Thomson và Millican.

Cơ sở của thuyết là quan niệm về cấu tạo hạt vật chất được hình thành trong thuyết động học phân tử. Tiếp đến là các công trình nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm về điện và từ như định luật Culông, định luật Ôm, các khái niệm về dòng điện, hiệu điện thế, điện từ trường và hệ phương trình Maxwell về trường điện từ vĩ mô...

Nhưng cơ sở quan trọng nhất là việc phát hiện ra electron. Từ các công trình nghiên cứu về điện phân đã rút ra được kết luận là một "nguyên tử vật chất" bao giờ cũng ứng với một "nguyên tử điện". Maxwell nhận xét: "...Trong các hiện tượng điện thì hiện tượng điện phân tỏ ra có khả năng nhất giúp chúng ta đi sâu vào bản chất thực sự của dòng điện vì trong trường hợp này sự di chuyển của vật chất thông thường và sự dịch chuyển của điện là hai mặt của cùng một quá trình". Năm 1874, Stoney dựa vào hiện tượng điện phân đã xác định được độ lớn của điện tích nguyên tố  $e=1,602023 \cdot 10^{-19}$  C. Chính Stoney đề nghị đặt tên cho điện tích nguyên tố là electron. Mãi đến năm 1894, Thomson mới đo được tỉ số  $e/m$  và đến năm 1900 Millican mới đo được điện tích của electron. Cho đến năm 1923, khi Millican nhận được giải thưởng Nôben về vật lý, thuyết electron cổ điển mới được xem là hoàn thiện.

Tư tưởng cơ bản của thuyết là quan niệm về tính gián đoạn của điện. Định luật cơ bản là định luật Culông và rộng hơn nữa là hệ phương trình Maxwell.

Hằng số cơ bản của thuyết là điện tích của electron.

Thuyết electron dẫn đến nhiều hệ quả quan trọng, giải thích các hiện tượng điện và tính chất điện của các vật. Trên cơ sở thuyết electron cổ điển, nhiều thuyết vật lý mới được ra đời như thuyết electron về sự dẫn điện trong các môi trường, thuyết electron về tán sắc ánh sáng, thuyết electron về sự phát xạ...

Trên cơ sở của thuyết electron cổ điển, có thể giải thích được các hiện tượng nhiễm điện do cọ xát, do tiếp xúc hoặc do hưởng ứng. Tuy nhiên, cơ chế của nhiễm điện do cọ xát rất phức tạp.

Thực tế cho thấy thủy tinh khi cọ xát vào dạ sẽ bị nhiễm điện dương, tuy nhiên cũng có loại thủy tinh cọ xát vào dạ thì tích điện âm (phụ thuộc vào tạp chất pha vào thủy tinh). Hầu hết các loại nhựa cọ xát vào dạ nhiễm điện âm.

## 2.3. Điện trường

### 2.3.1. Nội dung kiến thức

Điện trường là một khái niệm cơ bản của điện động lực học. Cũng như chất và các dạng trường khác, điện trường hay điện từ trường là một dạng tồn tại của vật chất. Vậy giữa trường và chất có những điểm gì giống nhau và khác nhau? Tính chất của trường khác tính chất của chất ở chỗ: trường không định xứ trong không gian và ta không chỉ ra được chính xác giới hạn của trường. Lượng tử của điện từ trường không có khối lượng nghỉ và chúng chỉ tồn tại trong chuyển động, do đó chúng có vận tốc không đổi. Không có photon ở trạng thái nghỉ. Sự tương tác của trường với chất cũng như những điểm giống nhau của photon với các phần tử của chất chúng tỏ trường là vật chất. Chẳng hạn như lượng tử của điện từ trường và các phần tử vi mô của chất đều có lưỡng tính sóng hạt. Photon có năng lượng, xung lượng và khối lượng. Sự thống nhất của trường và chất được biểu hiện ở chỗ giữa chúng có sự biến đổi qua lại tuân theo các định luật bảo toàn: bảo toàn xung lượng, bảo toàn năng lượng.

Điện trường cũng như từ trường chỉ là trường hợp riêng của điện từ trường và chúng là những dạng tồn tại của vật chất. Điện trường không biến thiên theo thời gian thì gọi là trường tĩnh điện. Chỉ có trường này mới có thể áp dụng định luật Culông khi tính lực tác dụng lên các phần tử tích điện. Trường tĩnh điện là do các điện tích đứng yên sinh ra. Các đường sức của trường tĩnh điện xuất phát từ điện tích dương và tận cùng ở điện tích âm hay ở vô cực.

Khi đặt điện môi hoặc vật dẫn vào trường tĩnh điện thì bên trong điện môi hoặc vật dẫn sẽ xảy ra các quá trình phân phối lại các điện tích tùy thuộc vào cấu trúc vi mô của các vật đó. Khi đó, trong vật dẫn có sự phân bố lại các điện tích tự do còn trong điện môi thì sự phân cực xảy ra. Kết quả là cường độ bên trong và bên ngoài vật khác nhau. Cường độ bên trong vật dẫn bằng không, còn trong điện môi thì nhỏ hơn trong chân không.

### 2.3.2. Một số lưu ý cần thiết

Khái niệm điện trường là một khái niệm rất trừu tượng đối với học sinh vì thế cần dạy học một cách cụ thể. Trước hết cần đặt vấn đề vì sao các vật tích điện ở xa nhau lại có thể hút hoặc đẩy nhau, dù chúng nằm trong bất kỳ môi trường nào, ngay cả trong chân không. Sau đó dùng phương pháp so sánh tương tự như khi kéo hay đẩy một vật ở xa bằng sợi chỉ hay cây gậy. Từ đó có thể suy ra rằng một vật tích điện tác dụng lên một vật tích điện khác ở xa cũng phải thông qua một môi trường vật chất nào đó mà mắt ta không nhìn thấy và ta cũng không cảm giác được. Môi trường vật chất truyền lực tương tác điện đó gọi là điện trường.

Điện trường có hai đặc trưng: đặc trưng về mặt tác dụng lực là cường độ điện trường và đặc trưng về mặt dự trữ thế năng là điện thế.

Điện trường là có thực còn đường sức chỉ là mô hình của tư duy dùng để nhận thức về sự tồn tại của điện trường.

Một vật tích điện bao giờ cũng sinh ra xung quanh nó một điện trường, từ đó suy ra có bao nhiêu vật tích điện thì trong không gian bao quanh nó có bấy nhiêu điện trường.

## 2.4. Điện thế - Hiệu điện thế

### 2.4.1. Nội dung kiến thức

Công của điện trường làm dịch chuyển một điện tích điểm từ điểm này sang điểm khác không phụ thuộc vào hình dạng đường đi mà chỉ phụ thuộc vào điểm đầu và điểm cuối của của đoạn đường dịch chuyển. Tính chất quan trọng này của trường tĩnh điện được dùng để đưa ra một khái niệm mới đặc trưng cho trường về phương diện năng lượng - khái niệm điện thế.

Giả thiết rằng các điện tích sinh ra trường nằm trong một khoảng không gian giới hạn. Càng ra xa vùng này điện trường càng yếu dần và có thể xem ở vô cực không có điện trường. Vì thế, khi dịch chuyển một điện tích thử dương từ một điểm C của trường theo bất cứ đường nào đến vô cực thì độ lớn công  $A_{c\infty}$  đều như nhau.

Cho một điện tích dương  $q$  dịch chuyển từ C đến vô cực thì công  $A_{c\infty}$  mà điện trường thực hiện sẽ không phụ thuộc hình dạng đường đi của  $q$  mà chỉ phụ thuộc vào vị trí điểm C và độ lớn của  $q$ , nếu ta cho  $q'$  lớn gấp  $n$  lần  $q$  thì công  $A'_{c\infty}$  cũng lớn gấp  $n$  lần  $A_{c\infty}$ , vì lực điện trường tác dụng lên  $q'$  lớn gấp  $n$  lần lực điện trường tác dụng lên  $q$ . Từ đó suy ra rằng tỉ số  $A_{c\infty}/q$  sẽ không phụ thuộc vào độ lớn của điện tích chuyển dời mà chỉ phụ thuộc vào vị trí của điểm C trong điện trường, điểm mà từ đó điện tích  $q$  chạy đến vô cực. Ông với mỗi một điểm trong điện trường có một giá trị xác định của tỉ số  $A_{c\infty}/q$ . Vì vậy ta có thể dùng tỉ số này để đặc trưng cho tính chất của điện trường về mặt dự trữ thế năng gọi là điện thế.

$$V_C = A_{c\infty}/q$$

Điện thế ở một điểm của trường tĩnh điện có số trị bằng công mà lực điện trường thực hiện khi dịch chuyển một đơn vị điện tích dương từ điểm đó đến vô cực. Khi dịch điểm C ra xa vô cùng thì  $A_{\infty\infty}$  bằng không, từ đó suy ra điện thế của một điểm ở xa vô cùng bằng không. Trong kỹ thuật điện người ta qui ước điện thế ở mặt đất bằng không.

Với hai điểm bất kỳ B và C trong điện trường, đại lượng  $A_{BC}$  đặc trưng cho điện trường về khả năng sinh công giữa hai điểm và được gọi là hiệu điện thế giữa hai điểm B và C ký hiệu là  $U_{BC}$ .

$$U_{BC} = V_B - V_C$$

Về vấn đề điện thế và hiệu điện thế, ở một số sách giáo khoa nước ngoài trình bày ngay từ đầu khái niệm hiệu điện thế bằng cách so sánh với hiệu thế năng (sau khi xét công của lực điện trường), rồi sau đó mới nói đến điện thế, bởi vì trong thực tế chỉ có hiệu điện thế mới có giá trị xác định. Tuy nhiên về mặt sự phạm việc đó vấp phải khó khăn là: chưa nói đến điện thế mà đã đề cập hiệu điện thế. Hơn nữa, mỗi đại lượng xét riêng đều đặc trưng cho điện trường về mặt năng lượng (điện thế đặc trưng về mặt dự trữ thế năng còn hiệu điện thế đặc trưng cho khả năng thực hiện công của điện trường giữa hai điểm).

#### 2.4.2. Một số lưu ý về mặt phương pháp

Cần nhấn mạnh cho học sinh rằng, điện thế và hiệu điện thế là những đại lượng vô hướng, điện thế sẽ có giá trị dương trong điện trường của điện tích dương và có giá trị âm trong điện trường của điện tích âm. Nếu điện trường của điện tích dương thì lực điện trường làm cho điện tích  $q$  đi từ  $C$  đến vô cùng là công dương và điện thế có giá trị dương. Ngược lại nếu điện trường của điện tích âm thì muốn cho điện tích  $q$  di chuyển từ  $C$  đến vô cùng phải dùng ngoại lực để thắng lực điện trường. Công của điện trường trong trường hợp này là công cản và có giá trị âm, do đó điện thế có giá trị âm. Điện thế trong điện trường tổng hợp bằng tổng đại số các điện thế có trong điện trường.

Để hình thành khái niệm điện thế cho học sinh, giáo viên nên sử dụng phương pháp tương tự như khi hình thành khái niệm cường độ điện trường, nghĩa là chọn lấy hai điểm khác nhau trong điện trường  $B$  và  $B'$  và giả sử  $B$  gần điện tích sinh ra điện trường hơn  $B'$ . Giáo viên gợi ý để học sinh tìm được kết quả là: Khi cho  $q$  di chuyển từ  $B$  đến vô cùng và từ  $B'$  đến vô cùng thì thương số  $A_{B\infty}/q$  và  $A_{B'\infty}/q$  chỉ còn khác nhau vị trí của  $B$  và  $B'$  nghĩa là chỉ còn phụ thuộc vào vị trí của điểm đầu. Từ đó đi đến kết luận là tại mỗi điểm của điện trường có một thương số  $A_{B\infty}/q$  xác định và đại lượng đó có thể đặc trưng cho trường về mặt dự trữ năng lượng, được gọi là điện thế của trường tại điểm đó.

## CHƯƠNG 7

**DẠY HỌC PHẦN DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI****I. ĐẶC ĐIỂM**

Phần dòng điện không đổi, hay có khi gọi là dòng điện một chiều đề cập đến các khái niệm liên quan đến dòng điện, nguồn điện, điều kiện để có dòng điện. Định luật Ôm là nội dung rất quan trọng được xây dựng trên cơ sở thực nghiệm hoặc từ định luật bảo toàn năng lượng.

**II. PHÂN TÍCH NỘI DUNG KIẾN THỨC****2.1. Nguồn điện - Suất điện động - Định luật Ôm****2.1.1. Nội dung kiến thức**

Như đã biết, muốn có sự cân bằng điện tích trong vật dẫn thì hiệu điện thế giữa hai điểm bất kỳ của vật dẫn phải bằng không. Nếu điều kiện này bị vi phạm thì sự cân bằng điện tích không còn nữa và trong vật dẫn xảy ra sự dịch chuyển điện tích tạo ra dòng điện. Như vậy, muốn có dòng điện trong vật dẫn thì phải tạo ra ở hai đầu vật dẫn một hiệu điện thế. Tuy nhiên, trong một số ít trường hợp ở môi trường dẫn điện không đồng nhất (do phân bố mật độ hạt tải điện không đều, hoặc do nhiệt độ không đồng đều) sẽ có sự khuếch tán của các electron tự do tạo ra các dòng điện cục bộ. Cơ chế để tạo ra hiệu điện thế nhằm duy trì dòng điện đó là nguồn điện hay máy phát điện và nguyên nhân tác dụng trong nguồn gọi là suất điện động.

Nguồn điện bao giờ cũng có hai cực luôn luôn ở trạng thái nhiễm điện trái dấu và giữa hai cực đó có một hiệu điện thế. Để tạo ra các cực nhiễm điện như vậy cần thực hiện một công để tách các electron ra khỏi nguyên tử trung hòa, rồi chuyển các electron và ion dương được tạo thành như thế ra khỏi mỗi cực. Vì lực điện tác dụng giữa các electron và ion dương là lực hút nên để tách chúng ra xa nhau cần phải có những lực mà bản chất không phải là lực điện, nên ta gọi là lực lạ.

Thực vậy, nếu xét theo quan điểm năng lượng thì ta cũng thấy rằng cần phải có "lực lạ" để duy trì dòng điện. Ta đã biết điện trường tĩnh là trường thế, nên công của lực điện trường khi dịch chuyển điện tích theo một đường cong kín là bằng không, thế nhưng dòng điện chạy trong dây dẫn làm dây dẫn nóng lên tức là tỏa năng lượng. Vì vậy cần phải có nguồn điện, trong đó ngoài lực Coulomb ra còn có một lực khác mà công của lực này dọc theo đường cong kín là khác không, lực ấy ta gọi là lực lạ, nghĩa là lực này cung cấp năng lượng cho các hạt

mang điện để chúng nhường cho vật dẫn khi chuyển dời trong vật dẫn. Trong các loại nguồn điện khác nhau thì lực lạ có bản chất khác nhau và quá trình thực hiện công của lực lạ đó gắn liền với quá trình chuyển hóa từ một dạng năng lượng nào đó thành năng lượng điện. Năng lượng đó có thể là hóa năng như trong pin, acquy. Đó có thể là cơ năng như trong máy phát tĩnh điện hoặc nhiệt năng như trong pin nhiệt điện. Đó có thể là quang năng như trong pin quang điện (pin mặt trời). Trong máy phát điện, lực lạ là lực từ trường tác dụng lên các electron chuyển động trong dây dẫn. Bây giờ nếu nối hai cực của nguồn điện đó với nhau bằng vật dẫn để tạo thành mạch kín thì trong mạch sẽ có dòng điện. Để đặc trưng cho khả năng sinh công của lực lạ bên trong nguồn điện, người ta đưa ra khái niệm suất điện động của nguồn điện kí hiệu là:

$$\varepsilon = \frac{A}{q}$$

Vậy suất điện động của nguồn điện là đại lượng đo bằng thương số của công A của các lực lạ làm di chuyển điện tích dương q bên trong nguồn điện và độ lớn của điện tích dương q đó. Nguồn điện đầu tiên sinh ra dòng điện không đổi khá lớn và tồn tại cho đến ngày nay là pin và acquy, gọi chung là nguồn điện hóa học.

Phần nội dung của định luật Ôm cho đoạn mạch được xây dựng từ thực nghiệm, mặc dù vẫn có thể suy ra định luật này từ định luật bảo toàn năng lượng và định luật Joule (tìm được từ thực nghiệm).

### 2.1.2. Một số lưu ý trong dạy học

Khi dạy học về điều kiện để có dòng điện giáo viên nên sử dụng phép so sánh tương tự trong từng bước hình thành kiến thức. Bằng thí nghiệm hoặc mô tả thí nghiệm cho học sinh so sánh dòng điện và dòng nước chảy trong ống với hai bình đựng nước thông nhau từ đó suy ra rằng muốn duy trì dòng điện lâu dài trong dây dẫn thì phải duy trì hiệu điện thế lâu dài ở hai đầu dây.

Các vấn đề về định luật Ôm cho đoạn mạch học sinh đã được học kỹ ở lớp 9. Giáo viên chỉ cần giúp các em ôn tập và hệ thống hóa lại các kiến thức và yêu cầu phát biểu chính xác định luật Ôm.

Khi nói về nguồn điện không đổi (còn gọi là nguồn điện một chiều) là nguồn điện sinh ra dòng điện không đổi. Nhưng về nguyên tắc, các lập luận đó ứng dụng cho các nguồn điện khác. Vì vậy chỉ gọi chung là nguồn điện.

Nếu có điều kiện thì bố trí thí nghiệm như hình vẽ trong sách giáo khoa để chứng minh rằng điện trở dây dẫn kim loại tăng khi nhiệt độ tăng (E là nguồn điện một chiều 1,5v - 9v, G là điện kế chứng minh hoặc ampe kế một chiều (0 - 2A), R<sub>b</sub> là biến trở con chạy để điều chỉnh cường độ dòng điện, R là điện trở của dây tóc bóng đèn huỳnh quang).

Có thể nói rằng nhiều học sinh sau khi học xong phần này vẫn chưa phân biệt được các điện trở mắc song song và mắc nối tiếp. Vì thế trước hết cần đưa ra một số định nghĩa rồi vẽ một mạch điện phức tạp để học sinh làm quen với cách phân biệt. Hai điện trở mắc nối tiếp với nhau khi nào một đầu điện trở nọ nối với đầu điện trở kia và tại điểm nối chung đó không có thêm một mạch nào khác. Hai điện trở mắc song song khi nào hai đầu của chúng cứ đôi một nối trực tiếp với nhau tại từng điểm và từ các điểm đó nối với các mạch khác. Cũng cần lưu ý cho học sinh: đôi khi người ta dùng thuật ngữ điện trở tương đương cho cả mạch nối tiếp lẫn song song (không dùng khái niệm điện trở toàn phần đối với mạch nối tiếp). Đối với mạch gồm các điện trở mắc hỗn hợp (cả nối tiếp và song song) thì dùng khái niệm điện trở tương đương. Giáo viên dùng thuật ngữ điện trở tương đương cho cả mạch mắc nối tiếp, mạch mắc song song và mạch mắc hỗn hợp để tạo một sự thống nhất về thuật ngữ trong toàn bộ sách giáo khoa vật lý của bậc trung học cơ sở và trung học phổ thông. Cần chú ý nhắc lại cho học sinh phân biệt công thức tính điện trở của mạch mắc nối tiếp, mạch mắc song song và công thức bộ tụ ghép nối tiếp và ghép song song để khỏi lẫn lộn.

## **2.2. Định luật Ôm cho các loại mạch điện**

### **2.2.1 Nội dung kiến thức**

Ở trên ta đã xét định luật Ôm cho đoạn mạch chỉ có điện trở. Cũng như sách giáo khoa hiện hành, trên cơ sở quan điểm năng lượng và định luật Jun ta có thể tìm được định luật Ôm cho các loại mạch điện khác. Thứ tự xây dựng các định luật như sau:

Đầu tiên trình bày “Định luật Ôm cho toàn mạch”, sau đến “Định luật Ôm cho mạch điện có máy thu” và cuối cùng là “Định luật Ôm cho đoạn mạch có nguồn”. Chú ý rằng trong chương trình phân ban tác giả đã sử dụng thuật ngữ “thiết bị tiêu thụ điện” để thay cho các thuật ngữ “máy thu điện”, “máy thu chỉ tỏa nhiệt”, và “máy thu”. Tác giả sử dụng thuật ngữ “Thiết bị tiêu thụ điện” để chỉ hai loại là “thiết bị tỏa nhiệt” và “máy thu điện”.

Việc suy ra các định luật Ôm ở đây được trình bày một cách thống nhất: xuất phát từ định luật bảo toàn năng lượng và định luật Joule mà xây dựng các định luật. Ngoài ra để cho gọn tác giả đã bỏ các chỉ số A, B ở U và I.

Dĩ nhiên ngay khi bắt đầu học mạch nguồn điện thành bộ, cần chú ý hình thành cho học sinh kiến thức: dòng điện phát ra từ cực dương của nguồn điện và đi vào cực dương máy thu. Nghĩa là: khi dòng điện đi ra từ cực dương của nguồn điện, thì có nghĩa là nguồn điện lúc đó là nguồn phát điện còn nếu dòng điện đi vào cực vào cực dương của nguồn điện thì có nghĩa là nguồn điện lúc đó đang nạp điện và nó là máy thu điện. Chính vì vậy mà dựa vào công thức định nghĩa của suất điện động  $E$  và của suất phản điện  $E'$  và dựa vào định luật bảo toàn năng lượng, có thể suy ra rằng: với một nguồn điện (như acquy) thì  $E = E'$ . Tuy nhiên

với việc bỏ các chỉ số A, B ở U và I gây ra không ít khó khăn cho học sinh khi giải các bài toán về tính điện thế và hiệu điện thế trong các mạch điện phức tạp.

Mắc nguồn điện thành bộ được sắp ở cuối chương với lý do: đầu tiên ta nói đến nguồn điện thì học sinh hình dung đó là một pin hoặc một acquy. Nhưng trong thực tế nguồn điện có thể gồm nhiều pin hoặc nhiều acquy và vấn đề đặt ra là mắc chúng với nhau như thế nào để thành một bộ nguồn để sử dụng cho phù hợp với nhu cầu thực tế. Vì vậy cần phải tính được suất điện động và điện trở trong của cả bộ nguồn khi biết suất điện động và điện trở trong của mỗi nguồn. Ở đây chủ yếu xét ba cách mắc cơ bản: mắc nối tiếp, mắc song song, mắc hỗn hợp đối xứng và ở mỗi trường hợp chỉ đặt vấn đề tìm suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn, chứ không đặt vấn đề tìm biểu thức của định luật Ôm.

### 2.2.2. Một số lưu ý trong dạy học

Khi dạy học Định luật Ôm cho toàn mạch giáo viên có thể áp dụng phương pháp dạy học nêu vấn đề ở mức độ 2. Đầu tiên có thể mở đầu dựa vào thí nghiệm như hình vẽ 4.9 của sách giáo khoa ban B. Phân biệt cho học sinh thế nào là đoạn mạch và toàn mạch (mạch kín). Sau đó nêu vấn đề: Nếu giảm điện trở của biến trở R thì số chỉ của ampe kế và vôn kế sẽ thay đổi như thế nào? Học sinh nêu dự đoán (Dựa vào định luật Ôm cho đoạn mạch học sinh có thể dự đoán là khi R giảm thì I tăng còn  $U = RI$  có thể không đổi, hoặc khi R giảm thì I tăng do đó U tăng v.v...). Giáo viên làm thí nghiệm kiểm tra giả thuyết của học sinh và cùng học sinh rút ra nhận xét: R giảm thì I tăng và U giảm khác với trường hợp của đoạn mạch. Trong trường hợp này định luật Ôm cho đoạn mạch không còn đúng nữa vì mạch điện bây giờ là mạch kín. Cường độ dòng điện và hiệu điện thế trong mạch điện này sẽ tuân theo một định luật khác: Định luật Ôm cho toàn mạch.

Khi đoản mạch, điện trở mạch ngoài là rất nhỏ có thể xem như bằng không, lúc ấy cường độ dòng điện trong mạch chỉ do điện trở trong của nguồn quy định. Vì vậy với các nguồn điện có điện trở trong lớn như pin khô chẳng hạn thì hiện tượng đoản mạch chỉ gây ra lãng phí điện năng chứ không hại đến nguồn, còn đối với acquy thì vì điện trở trong rất nhỏ, sự đoản mạch có thể làm hỏng nguồn điện.

## CHƯƠNG 8

**DẠY HỌC  
PHẦN DÒNG ĐIỆN TRONG CÁC MÔI TRƯỜNG****I. MỞ ĐẦU*****1.1. Đặc điểm chung***

Phần dòng điện trong các môi trường đề cập đến dòng điện trong kim loại, dòng điện trong chất điện phân, dòng điện trong chất khí, dòng điện trong chân không và dòng điện trong bán dẫn. Việc nghiên cứu bắt đầu từ dòng điện trong kim loại là hợp lý vì những lý do sau:

- Cho phép liên hệ trực tiếp với chương trình vật lý bậc trung học cơ sở,
- Đường đặc trưng Vôn - ampe đối với kim loại là đơn giản nhất.

Việc nghiên cứu dòng điện trong các môi trường khác nhau dựa trên cơ sở thuyết electron cổ điển. Điều đó có tác dụng nâng cao mức độ khoa học của việc nghiên cứu các vấn đề đang xét cũng như toàn bộ phần điện động lực học.

Trên cơ sở nghiên cứu dòng điện trong các môi trường, xây dựng một quan niệm thống nhất của sự phụ thuộc của cường độ dòng điện vào hiệu điện thế và cơ chế dẫn điện của môi trường đó.

Việc nghiên cứu cơ chế dẫn điện của các môi trường khác nhau, bản chất của các phân tử mang điện và đặc điểm chuyển động của chúng trong các môi trường có tác dụng to lớn trong việc giáo dục thế giới quan cho học sinh. Việc nghiên cứu dòng điện trong các môi trường còn là cơ sở để hiểu biết cấu tạo và nguyên tắc hoạt động của các dụng cụ và thiết bị điện thông thường trong cuộc sống như ống Röntgen, ống phóng điện tử, đèn ống huỳnh quang... qua đó học sinh nắm được những cơ sở vật lý của điện tử học.

***1.2. Đặc điểm về phương pháp nghiên cứu***

Dòng điện trong các môi trường khác nhau được phân biệt thông qua bản chất các hạt mang điện (ion âm, ion dương, electron) và đặc điểm chuyển động của các loại hạt mang điện đó. Đặc điểm chung của dòng điện trong các môi trường là dòng chuyển dời có hướng của các điện tích tự do.

Có thể xây dựng một dàn bài thống nhất trong việc nghiên cứu dòng điện trong từng môi trường. Trước hết cần làm sáng tỏ bản chất của các hạt mang điện, sau đó là đặc điểm chuyển động của chúng. Tiếp theo là nghiên cứu sự phụ thuộc

của cường độ dòng điện vào hiệu điện thế và cuối cùng là nguyên tắc hoạt động của các dụng cụ, thiết bị điện và các quá trình công nghệ dựa trên định luật về dòng điện trong các môi trường đó.

Việc xây dựng các khái niệm và các định luật nói chung đều dựa trên cơ sở thực nghiệm. Tuy nhiên không thể dừng lại ở mức độ quan sát bên ngoài mà phải dựa vào cơ chế dẫn điện trong từng môi trường để làm sáng tỏ bản chất của các hiện tượng, ý nghĩa vật lý của các khái niệm và mối quan hệ sâu sắc giữa các đại lượng có mặt trong định luật. Điều đó sẽ giúp cho học sinh vận dụng một cách có ý thức các kiến thức vào thực tế, nhất là trong việc giải các bài tập định tính và định lượng.

- Các bài tập điện rất đa dạng nên sự phân loại còn gặp nhiều khó khăn. Do đó cũng gặp rất nhiều khó khăn khi xây dựng phương pháp giải chung cho các bài khác nhau. Tuy nhiên, với logic trình bày trong sách giáo khoa, các đại lượng trên xuất hiện dần dần thì hợp lý hơn cả là tăng cường các bài tập tự luận nhằm rèn luyện kỹ năng tính toán từng đại lượng, rồi trên cơ sở đó xây dựng các bài tập tính toán tổng hợp trong đó bao gồm nhiều bài tập nhỏ xuất phát từ một số dữ kiện xác định.

Gần đây, một số tác giả sách giáo khoa thí điểm phân ban cho rằng cần xem xét lại cơ chế dẫn điện trong các môi trường. Để giải thích chính xác và khoa học cơ chế dẫn điện đó, các tác giả đã dựa vào thuyết electron tự do Fermi, thuyết electron về tính dẫn điện của kim loại, khái niệm vận tốc trôi và độ linh động của hạt tải điện trong kim loại.

### **- Khí electron tự do Phéc-mi (Fermi) và thuyết electron về tính dẫn điện của kim loại**

Trước đây ta thường dùng thuyết electron tự do cổ điển để mô tả tính dẫn điện của kim loại. Ta cho rằng, chuyển động của electron tự do giống như chuyển động của các phân tử khí lý tưởng, nghĩa là trong lúc chuyển động chúng bị va chạm vào nhau và vào các lõi nguyên tử nên quỹ đạo của chúng là những đoạn thẳng gấp khúc, và vận tốc trung bình của chuyển động nhiệt tỉ lệ với căn bậc hai của nhiệt độ. Thuyết này đã giải thích được khá tốt nhiều tính chất điện của kim loại, nhưng cũng để lại một số điều không lý giải nổi. Trong các điều ấy có vấn đề nhiệt dung của khí electron và vấn đề tán xạ electron trong kim loại.

Xét một kim loại kiềm như natri (Na) chẳng hạn. Nguyên tử Na có một electron hóa trị duy nhất nằm ở quỹ đạo 3s. Trong tinh thể Na, electron 3s trở thành một electron tự do, các electron còn lại vẫn liên kết với hạt nhân nguyên tử tạo thành lõi nguyên tử  $\text{Na}^+$ . Một mol kim loại Na được xem như một mol tinh thể  $\text{Na}^+$  và một mol khí lý tưởng đơn nguyên tử (mỗi electron tự do xem như một nguyên tử).

Nhiệt dung phân tử của nó, theo thuyết động học phân tử, bằng  $3R + \frac{3}{2}R$  (trong đó  $3R$  là nhiệt dung của mạng tinh thể Na,  $\frac{3}{2}R$  là nhiệt dung của khí electron).

Nhưng thực nghiệm cho thấy nó chỉ xấp xỉ bằng  $3R$ , nghĩa là nhiệt dung của khí electron rất nhỏ. Nguyên nhân dẫn đến sai lệch ở đây không phải vì trong kim loại không có electron tự do, mà vì electron tự do trong kim loại có mật độ rất lớn, (cỡ  $10^{28}$  electron/m<sup>3</sup>) nên hàm phân bố của electron theo vận tốc của Maxwell không áp dụng được, mà phải dùng hàm phân bố Fermi-Dirac. Động năng trung bình của electron, tính theo hàm phân bố Fermi-Dirac, hầu như không phụ thuộc nhiệt độ, do đó nhiệt dung của khí electron là không đáng kể.

Thuyết electron tự do cổ điển cho rằng, trong khoảng không gian chật hẹp của tinh thể kim loại, electron sẽ thường xuyên va chạm với nhau và với các lõi nguyên tử. Với kim loại kiềm Na, bán kính của lõi nguyên tử là 0,98 Å, khoảng cách gần nhất giữa các ion Na<sup>+</sup> trong tinh thể là 1,83 Å, thì thể tích của các lõi nguyên tử chiếm 15% thể tích của kim loại. Do đó quãng đường tự do trung bình của electron chỉ vào cỡ khoảng cách giữa các nguyên tử mà thôi. Thực nghiệm trên những mẫu kim loại rất tinh khiết, ở nhiệt độ rất thấp, cho thấy quãng đường tự do trung bình của electron tự do có thể đạt đến cỡ 1 cm, nghĩa là gấp trăm triệu lần khoảng cách giữa các nguyên tử. Nguyên nhân dẫn đến sự sai khác này là:

- Electron cần phải được xem như một sóng tức là theo quan điểm của thuyết lượng tử. Sóng electron nào đã lan truyền được trong môi trường tuần hoàn của mạng tinh thể thì không bị mạng tinh thể làm lệch đường, vì thế electron tự do không bị va chạm với các lõi nguyên tử nằm một cách trật tự ở mạng tinh thể, và chỉ bị va chạm ở các điểm mất trật tự của mạng tinh thể mà thôi. Các lõi nguyên tử bị chuyển động nhiệt của mạng tinh thể đẩy ra khỏi vị trí cân bằng ban đầu, các nguyên tử lạ,...chính là những điểm mất trật tự đã nói ở trên.

- Electron là các hạt có spin bán nguyên nên tuân theo nguyên lý Pau-li, do đó khả năng va chạm của chúng với nhau rất nhỏ.

Tóm lại trong kim loại, các electron hóa trị đã tách khỏi lõi nguyên tử tạo thành một khí electron tự do tuân theo nguyên lý Pau-li, mà ta gọi là khí electron Phéc-mi tự do. Thuyết electron tự do về tính dẫn điện của kim loại, được xây dựng trên cơ sở các tính chất khí này.

#### **- Vận tốc trôi của electron và độ linh động của hạt tải điện trong kim loại**

Xét một electron tự do tùy ý trong kim loại có khối lượng  $m$ , vận tốc của chuyển động nhiệt của nó ở thời điểm  $t = 0$  theo các phương  $x, y, z$  lần lượt là  $u_{x0}$ ,  $u_{y0}$ ,  $u_{z0}$ . Khi có điện trường ngoài  $E_x$  hướng theo phương  $x$ , nó chịu tác dụng của lực tĩnh điện hướng theo phương  $x$ , có giá trị  $F_x = -eE_x$ . Vận tốc chuyển động của nó theo các phương tại thời điểm  $t$  ngay trước khi va chạm là:

$$v_x = u_{x0} - \frac{eE_x t}{m}, v_y = u_{y0}, v_z = u_{z0}$$

Với các electron khác nhau, vận tốc chuyển động theo phương tại thời điểm ngay trước khi va chạm cũng cho bởi các phương trình tương tự, nhưng với các vận tốc ban đầu  $u_{x0}$ ,  $u_{y0}$ ,  $u_{z0}$  khác cả về chiều lẫn độ lớn, và thời gian bay tự do  $t$  cũng khác nhau. Nếu tính vận tốc trung bình của tất cả các electron, ta thấy giá trị trung bình của  $u_{x0}$ ,  $u_{y0}$ ,  $u_{z0}$  là 0, nên chỉ có vận tốc trung bình theo phương x là khác không và giá trị bằng  $-\frac{eE_x \bar{t}}{m}$  trong đó  $\bar{t}$  là thời gian bay tự do trung bình của electron. Đó chính là vận tốc trôi  $v_{tr}$  của electron trong điện trường. Ta thấy nó tỉ lệ với cường độ điện trường  $E_x$ , và hệ số tỉ lệ giữa độ lớn của vận tốc trôi và độ lớn của cường độ điện trường gọi là linh động  $\mu_n$  của electron. Ta có  $\mu_n = \frac{e\bar{t}}{m}$ , trong đó  $e$  là độ lớn của điện tích nguyên tố.

Độ linh động của các hạt tải điện, dù mang điện dương hay âm, cũng đều là đại lượng dương. Ta định nghĩa như vậy cho phù hợp với quy ước về chiều của dòng điện (là chiều chuyển động có hướng của các hạt điện dương, và là chiều ngược với chiều chuyển động có hướng của các hạt điện âm).

## II. PHÂN TÍCH NỘI DUNG KIẾN THỨC

Dưới đây chỉ tập trung nghiên cứu dòng điện trong kim loại, dòng điện trong chất điện phân, dòng điện trong chất khí và dòng điện trong chất bán dẫn theo quan điểm đang được trình bày trong các giáo trình vật lý đại cương cũng như sách giáo khoa hiện hành.

### 2.1. Dòng điện trong kim loại

Trong phần này có một số vấn đề cần phải giải quyết như sau:

- Cấu trúc tinh thể của kim loại
- Bản chất dòng điện trong kim loại
- Dòng nhiệt điện và pin nhiệt điện

Sau khi khảo sát một cách đại cương về cấu trúc chung của kim loại. Người ta nhận thấy rằng bản chất dòng điện trong kim loại là dòng chuyển dời có hướng các electron tự do. Điều này đã được chứng minh bằng các thí nghiệm cổ điển của Ricke, Mandelstam, Tolman- Stewart

Thí nghiệm Tolman - Stewart xuất phát từ tư tưởng sau:

Nếu trong kim loại các điện tích tự do có khối lượng thì chúng phải tuân theo các định luật quán tính. Do đó nếu ta cho một thanh kim loại đang chuyển động rất nhanh đột ngột dừng lại thì các điện tích tự do sẽ tiếp tục chuyển động tạo thành dòng điện. Chiều của dòng điện này có thể phát hiện nhờ chiều quay của

kim điện kế. Chiều chuyển động của điện tích dương cùng chiều với dòng điện và chiều của điện tích âm ngược chiều dòng điện.

Thí nghiệm của Tolman- Stewart cho biết chiều của điện tích ngược với chiều dòng điện: điện tích chuyển động theo quán tính trong dây kim loại là điện tích âm-êlectron. Chúng ta cũng cần phân biệt vận tốc có hướng của các êlectron với vận tốc lan truyền của dòng điện. Đây là hai khái niệm hoàn toàn khác nhau. Vận tốc có hướng của êlectron do tác dụng của điện trường là rất nhỏ, thí dụ với dòng điện có cường độ là 10A thì vận tốc có hướng của các êlectron trong dây đồng khoảng 0,7mm/s. Vận tốc này nhỏ hơn vận tốc trung bình của chuyển động nhiệt hàng tỷ lần (cỡ 1000 km/s)

Vận tốc lan truyền của dòng điện phải hiểu là vận tốc lan truyền tác dụng của điện trường lên các êlectron. Điện trường làm cho các êlectron ở các điểm khác nhau của vật dẫn lần lượt thu được các chuyển động chậm có hướng hầu như tức thời. Sự lan truyền tác dụng đó của điện trường từ những êlectron này đến những êlectron khác xảy ra với vận tốc rất lớn, khoảng 300.000 km/s.

Khi nói về trạng thái của các êlectron tự do trong kim loại cần nhấn mạnh rằng các êlectron ở trong trạng thái tự do trong một khoảng thời gian ngắn. Trong khoảng thời gian đó các êlectron tự do tham gia vào chuyển động nhiệt, va chạm nhiều lần với nhau và với các ion. Khi các êlectron tự do gặp các ion dương có thể xảy sự liên kết. Nói cách khác trong kim loại xảy ra hai quá trình thuận nghịch: sự tạo ra các tự do mới và sự tái hợp. Kết quả là mật độ của các êlectron tự do trong kim loại là không đổi và hầu như không phụ thuộc vào điều kiện bên ngoài. Mật độ của các êlectron tự do gần bằng số nguyên tử trong 1 cm<sup>3</sup> kim loại, nghĩa là bằng 10<sup>22</sup> - 10<sup>23</sup> trong 1 cm<sup>3</sup>.

Một ứng dụng quan trọng của thuyết êlectron cổ điển đó là sự suy luận lý thuyết định luật Ôm cho dòng điện không đổi.

Để đi đến định luật này chỉ cần xét một đoạn mạch có chiều dài l và tiết diện xác suất nhiệt động lực học, giữa hai đầu đoạn mạch đặt một thế hiệu U. Cường độ điện trường trong đoạn mạch là:

$$E = \frac{U}{l}$$

Lực của điện trường tác dụng lên một êlectron tự do trong kim loại ở trạng thái chuyển động nhiệt là:

$$F = eE$$

e là điện tích của một êlectron.

Dưới tác dụng của lực điện trường đó êlectron sẽ chuyển động có hướng với gia tốc:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = \frac{eU}{ml}$$

$m$  là khối lượng của một electron.

È thời điểm cuối cùng của hai lần va chạm electron có vận tốc (vận tốc có hướng):

$$v = at = \frac{eUt}{m}$$

Thời gian  $t$  có thể xác định được khi biết chiều dài của quãng đường tự do trung bình  $\lambda$  của electron và vận tốc  $v$  của chuyển động nhiệt theo công thức:

$$t = \lambda/v$$

Trong công thức đó không kể đến vận tốc chuyển động có hướng của các electron vì giá trị của nó nhỏ hơn vận tốc của chuyển động nhiệt nhiều lần.

Chuyển động có gia tốc của electron giữa hai lần va chạm cũng có thể đặc trưng bởi vận tốc trung bình:

$$\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2}$$

Nếu coi rằng sự va chạm với các ion của mạng tinh thể làm các electron dừng lại trong khoảng khác, nghĩa là vận tốc của nó bằng không, thì vận tốc trung bình trên quãng đường tự do đó là:

$$\bar{v} = \frac{v}{2} = \frac{eUt}{2ml} = \frac{eU\lambda}{2mlv}$$

Cường độ dòng điện trong đoạn mạch này có thể biểu thị theo mật độ dẫn điện  $n$ , điện tích  $e$  của electron, vận tốc trung bình của chuyển động có hướng và tiết diện ngang  $S$  theo công thức:

$$I = n.e.S.\bar{v}.$$

Thay vào công thức tính  $\bar{v}$  ở trên ta có:

$$I = \frac{ne^2SU\lambda}{2mlv}$$

Đặt  $\rho = \frac{2mv}{e^2n\lambda}$  và gọi là điện trở suất của dây dẫn.

Đại lượng  $\rho \frac{l}{S}$  phụ thuộc vào cấu tạo của dây dẫn được gọi là điện trở  $R$  của dây dẫn.

Cuối cùng ta có thể trở về định luật Ôm viết dưới dạng quen thuộc:

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

## 2.2. Dòng điện trong chất điện phân

Trong phần này có những vấn đề chính như sau:

- Bản chất của dòng điện trong chất điện phân
- Sự phụ thuộc của dòng điện theo hiệu điện thế trong chất điện phân
- Các định luật về chất điện phân.
- Ứng dụng của hiện tượng điện phân.

Những vấn đề như hiện tượng điện ly, bản chất của các phân tử mang điện đã được nghiên cứu ở các giáo trình hóa học.

Tuy vậy ta cần nhắc lại rằng hiện tượng điện ly xảy ra là do hai nguyên nhân:

- chuyển động nhiệt hỗn độn của các phân tử, nguyên tử
- tương tác giữa các phân tử có cực của chất hòa tan với các phân tử tự phân cực của dung môi ( $H_2O$  chẳng hạn).

Cùng với quá trình điện ly, có quá trình ngược lại đó là quá trình tái hợp: các ion trái dấu của chất hòa tan bị phân ly, do chuyển động nhiệt và lực tương tác tĩnh điện khi chúng lại gần nhau, va chạm vào nhau và tạo thành phân tử trung hòa.

Hai quá trình này ngược nhau, đồng thời và tất nhiên đến một lúc nào đó sẽ tiến tới cân bằng động. Vậy khi nào thì hiện tượng cân bằng động xảy ra?

Quá trình cân bằng động phụ thuộc vào:

- số phân tử hòa tan trong một đơn vị thể tích  $n_0$
- hệ số phân ly  $\alpha$  là tỷ số phần trăm phân tử phân ly trong đơn vị thể tích  $n'_0$  và số phân tử chất hòa tan trong đơn vị thể tích  $n_0$ :

$$\alpha = n'_0 / n_0 \quad (\alpha < 1)$$

Số phân tử phân ly càng lớn khi số phân tử chất hòa tan chưa phân ly  $n_0 - n_0\alpha$  càng lớn, nghĩa số phân tử phân ly có thể viết:

$$n'_0 = A(n_0 - \alpha n_0) = A n_0(1 - \alpha)$$

Trong đó  $A$  là hệ số tỷ lệ phụ thuộc vào bản chất của chất điện ly (dung môi và chất hòa tan) và nhiệt độ.

Số phân tử tái hợp càng lớn, khi số phân tử phân ly càng lớn kể cả ion (+) và ion (-), vì vậy, số phân tử sẽ tỷ lệ với

$$n_0\alpha \cdot n_0\alpha = (n_0\alpha)^2$$

hay số phân tử tái hợp bằng

$$B(n_0\alpha)^2$$

trong đó B là hệ số tỷ lệ nào đó cũng phụ thuộc vào bản chất chất điện ly và nhiệt độ

$$A n_0(1-\alpha) = B(n_0\alpha)^2$$

Ta suy ra

$$\frac{\alpha^2}{1-\alpha} = \frac{A}{Bn_0}$$

Biểu thức này có tên là gọi là định luật Ostwald cho ta biết mối liên hệ giữa hệ số phân ly và nồng độ chất hòa tan với một chất cho trước, ở một nhiệt độ cho trước.

Sách giáo khoa đã dành thời gian cần thiết để làm sáng tỏ bản chất của các phân tử mang điện trong chất điện phân: dòng điện trong chất điện phân là dòng chuyển dời có hướng của các ion dương (+) theo chiều điện trường và ion âm (-) ngược chiều điện trường. Vậy dòng điện trong chất điện phân có gì khác với trong kim loại và chất khí?.

Dòng điện trong chất điện phân khác dòng điện trong kim loại (dòng electron tự do) ở chỗ nó là dòng của các ion dương (+) và ion âm (-) nên đồng thời với quá trình thu hoặc nhả electron ở các điện cực là quá trình giải phóng các chất ở điện cực. Chính vì lẽ đó, người ta gọi chất điện phân là chất dẫn điện loại hai

Dòng điện trong chất điện phân khác dòng điện trong chất khí (dòng electron tự do, ion dương và ion âm) là số ion dương và ion âm trong chất điện phân không phụ thuộc vào cường độ điện trường bên ngoài, nồng độ ion tại mỗi thể tích là bằng nhau, nên không có điện tích không gian.

Khi các ion dương và ion âm chạy về các điện cực chúng nhường và thu electron cho các điện cực còn chúng thì trở thành nguyên tử hay phân tử trung hòa. Các nguyên tử hay phân tử trung hòa này có thể bám vào điện cực hay bay lên khỏi dung dịch điện phân hoặc tác dụng với điện cực, dung môi, gây nên phản ứng hóa học khác. Các phản ứng này gọi là phản ứng phụ hay phản ứng thứ cấp. Các phản ứng phụ hay phản ứng thứ cấp này rất phức tạp, phụ thuộc vào bản chất của điện cực, vào dung môi và nhiều điều kiện khác nữa mà sách giáo khoa vật lý phổ thông không đề cập đến.

Chúng ta chỉ xét đến trường hợp một trường hợp đặc biệt cụ thể về phản ứng phụ đó hiện tượng cực dương tan. Ví dụ khi xét trường hợp điện phân dung dịch

muối kim loại mà điện cực anod làm bằng chính kim loại ấy như điện phân dung dịch sunfat đồng ( $\text{CuSO}_4$ ) với anod bằng đồng.

Sự phụ thuộc của cường độ dòng điện chạy qua dung dịch chất điện phân vào hiệu điện thế của hai cực bình được khảo sát theo biểu thức định luật Ôm cho đoạn mạch rút ra từ thuyết điện tử:

$$I = S e^2 n U \tau / 2ml$$

Sự tạo thành ion và mật độ  $n$  của chúng trong trường hợp cực dương tan không phụ thuộc vào điện trường và do đó không phụ thuộc vào hiệu điện thế  $U$ , ở nhiệt độ đang xét,  $\tau$  là thời gian chuyển động tự do của các ion dương và ion âm cũng không thay đổi.

Vậy số hạng  $S e^2 n \tau / 2ml$  là một đại lượng không đổi, do đó đường đặc trưng  $V-A$  trong dung dịch điện phân là một đường thẳng chỉ trong trường hợp cực dương tan.

Như vậy, dòng điện trong dung dịch điện phân tuân theo định luật Ôm khi có hiện tượng cực dương tan.

- Các định luật Faraday có thể xây dựng bằng hai cách:

a) Theo truyền thống, định luật Faraday được phân chia thành hai định luật:

- Định luật Faraday I được xây dựng từ thực nghiệm:

*Khối lượng của chất m thoát ra ở điện cực tỷ lệ với điện lượng q đã đi qua chất điện phân*

$$m = kq$$

hoặc

$$m = kIt$$

với  $k$  gọi là đương lượng điện hóa của chất thoát ra từ điện cực

- Định luật Faraday II được xây dựng trên cơ sở mối quan hệ giữa đương lượng điện hóa và đương lượng hóa học của một chất

*Đương lượng điện hóa của các chất thoát ra ở điện cực tỷ lệ thuận với đương lượng hóa học của chúng*

$$k = CA/n$$

Thống nhất hai định luật trên ta có định luật

$$m = CAIt/n$$

$$m = AIt/Fn$$

$1/C = F$  được gọi là số Faraday

b) Ngày nay, có thể xây dựng bằng cách phát biểu ngay thành một định luật chung:

*Khối lượng của chất được giải phóng ra ở điện cực tỉ lệ với đương lượng hóa học  $A/n$  của chất đó và điện lượng  $q$  đi qua dung dịch điện phân*

$$m = CAIt/n$$

$$m = AIt/Fn$$

với  $A$  là nguyên tử khối

$n$  là hóa trị của chất đó

$F$  là số Faraday và là hằng số đối với mọi chất  $F = 9,65 \cdot 10^7$  C/kg

c) Định luật này có thể suy ra từ thuyết electron

Mỗi ion chạy qua dung dịch điện phân tải qua đó một điện tích xác định đồng thời tại các điện cực các ion trở nên trung hòa điện và tách ra ở đó những nguyên tử trung hòa có khối lượng xác định. Vì vậy cả khối lượng chất thoát ra lẫn điện lượng đều tỷ lệ với số ion dịch chuyển tới các điện cực đang xét.

Khối lượng chất thoát ra bằng:

$$m = m_a N$$

$m_a$  là khối lượng của nguyên tử đang xét tính theo kg

$N$  là số ion trung hòa ở điện cực đang xét.

Như đã biết, khối lượng của một nguyên tử tính theo kg bằng khối lượng của một mol chất đang xét là  $A$  chia cho số nguyên tử trong một mol chất đang xét

$$m_a = A / N_a$$

$N_a = 6,023 \cdot 10^{26}$  là hằng số Avogadro

do đó

$$m = N \cdot A / N_a$$

Số ion chuyển qua dung dịch tới các điện cực có thể tìm theo cách sau:

Mỗi ion hóa trị một mang theo một điện tích  $e$  của electron hay nếu hóa trị của ion bằng  $n$  thì điện tích của nó mang là  $ne$ .

Vậy tất cả điện lượng được tải bởi  $N$  ion là:

$$q = neN$$

Từ đó

$$N = q / ne$$

thay vào trên ta có

$$m = Aq/N_a.n.e$$

A,  $N_a$ , n đều là hằng số nên có thể viết

$$m = kq = kIt$$

$$\text{với } k = A/n.e.N_a$$

$$\text{từ } k = A/n.e.N_a$$

Ta nhận thấy: e và  $N_a$  là hằng số vũ trụ nên ta đặt

$$F = e.N_a = 1,6.10^{-19}.6,02310^{26} = 9,65.10^7 \text{ C/kg}$$

Vậy:

$$m = (1/F).(A/n).q.$$

d) Những lưu ý về mặt phương pháp

- Khi các ion dương chạy về catod, các ion âm chạy về anod thì tại các điện cực này bao giờ ion dương cũng thu thêm electron và ion âm cũng nhường electron để trở thành phân tử trung hòa và chỉ sau đó các phân tử trung hòa này mới tham gia phản ứng hóa học gọi là phản ứng phụ hay phản ứng thứ cấp. Các phản ứng này diễn ra thế này hay thế khác là do bản chất của dung dịch và bản chất của điện cực.

- Chất thu ở điện cực là sản phẩm cuối cùng không hòa tan của phản ứng phụ chứ không phải là phân tử trung hòa tạo thành do các ion thu hay nhường electron, trừ trường hợp các phân tử này không tham gia phản ứng phụ.

- Các chất thu ở điện cực là các đơn chất chứ không bao giờ là hợp chất.

### 2.3. Dòng điện trong chất khí

Nội dung của phần này cho phép mở rộng và đào sâu những kiến thức về cơ sở của thuyết electron, cho phép làm quen với việc ứng dụng sự phóng điện trong chất khí vào kỹ thuật.

Có thể nói rằng kiến thức về phần gồm các vấn đề chính sau đây:

- Sự phóng điện không tự lực,
- Sự phóng điện tự lực,
- Các dạng phóng điện tự lực trong khí kém (áp suất thấp) và không khí ở điều kiện thường,
- Giải thích các hiện tượng sấm sét và ứng dụng của hồ quang điện.

### 2.3.1. Sự phóng điện không tự lực

Chất khí nói chung là những chất cách điện tốt. Với những điều kiện nhất định chất khí mới trở nên vật dẫn điện. Sự phóng điện qua chất khí thật đa dạng, nhưng chúng đều có một đặc điểm chung. Đặc điểm đó là: muốn có dòng điện trong chất khí thì phải làm xuất hiện các điện tích tự do và phải có điện trường. Điện trường có thể là điện trường biến thiên hoặc là điện trường không đổi. Còn các điện tích tự do có thể là electron và các ion. Chúng có thể tạo ra trong thể tích chất khí hoặc trên mặt ngăn cách giữa các điện cực và chất khí. Trong quá trình chuyển động định hướng dưới tác dụng của điện trường các điện tích tự do có thể được nhân lên, do xảy ra sự tăng nhanh cường độ dòng điện trong chất khí. Nếu nhờ sự nhân điện tích này để dòng điện có thể duy trì được mà không cần đến tác nhân ion hóa thì ta gọi là sự phóng điện tự lực. Trong trường hợp ngược lại, gọi là sự phóng điện không tự lực. Khi xét đến dòng điện trong chất khí, áp suất của chất khí là một thông số quan trọng có thể làm thay đổi đặc điểm của dạng phóng điện.

Sách giáo khoa mô tả thí nghiệm và kết quả thu được từ thí nghiệm cho thấy:

- Ồ hiệu điện thế rất nhỏ chất khí chỉ trở nên dẫn điện khi có tác nhân ion hóa.

- Khi có tác nhân ion hóa một số nguyên tử hay phân tử bị mất electron trở thành ion dương. Một số electron tự do, một số electron kết hợp với nguyên tử hay phân tử để trở thành ion âm, một số tái hợp trở lại để trở thành nguyên tử hay phân tử trung hòa.

- Khi chưa có điện trường các điện tích này chuyển động hỗn loạn như phân tử khí. Khi có điện trường chúng chuyển động theo một hướng và tạo thành dòng điện trong chất khí.

- Đường đặc trưng V-A cho biết cường độ dòng điện không phụ thuộc tuyến tính vào hiệu điện thế.

Đặc điểm này được giải thích như sau:

Với cùng một cường độ ion hóa xác định của tác nhân ion hóa trong mỗi giây tạo ra ở giữa khoảng không gian giữa hai điện cực một số ion và electron xác định, những ion và electron này lại kết hợp với nhau tạo thành phân tử hay nguyên tử trung hòa. Sự cân bằng động này còn tồn tại cho đến khi giữa các điện cực chưa xuất hiện điện trường. Chỉ khi điện trường xuất hiện thì lập tức chúng chuyển động có hướng và tạo thành dòng điện.

Khi tăng hiệu điện thế, cường độ điện trường tăng làm lực điện trường tác dụng lên các điện tích tăng vì thế mà số điện tích trong đi đến các điện cực trong mỗi giây tăng theo, làm cho cường độ dòng điện tăng (I tỷ lệ với U)

Dưới tác dụng của điện trường, khi phân lớn các điện tích được tạo thành sau mỗi giây đã tới được các cực thì dòng điện không tăng nữa, nó đạt tới mức bão hòa. Khi đó sự tái hợp giữa điện tích không còn nữa.

Cường độ dòng bão hòa phụ thuộc cường độ ion hóa của tác nhân.

### 2.3.2. Sự phóng điện tự lực trong chất khí

Trong thí nghiệm nêu trên, nếu tiếp tục tăng hiệu điện thế đến một giá trị nào đó thì cường độ dòng điện lại tăng và tăng rất nhanh.

Có thể giải thích sự tăng đột ngột này như sau:

Độ dài của quãng đường tự do trung bình của các electron trong chất khí ở áp suất khí quyển thì rất nhỏ. Vì thế khi cường độ điện trường không lớn lắm các electron do tác dụng tăng tốc của điện trường chưa thu được năng lượng đáng kể thì đã va chạm vào các nguyên tử. Như vậy là khi các electron chuyển động về phía anod, một phần đáng kể của năng lượng bị tiêu hao do biến thành năng lượng chuyển động hỗn loạn của các nguyên tử. Đó là một trong những nguyên nhân làm cho chất khí kém dẫn điện ở áp suất khí quyển.

Nhưng nếu tăng điện trường lên tới mức mà trong thời gian chuyển động tự do các electron thu được một năng lượng đủ để bứt các electron khác ra khỏi nguyên tử khi va chạm vào chúng thì lúc đó xuất hiện một hiện tượng mới về bản chất: đó là sự tăng vọt của cường độ dòng điện trong mạch và kèm theo sự phát sáng trong chất khí.

Điều kiện để có sự dẫn điện tự lực là hiệu điện thế đủ lớn tức là cường độ dòng điện đủ mạnh để các electron gây ra dòng thác điện tích và các ion gây ra sự phát xạ electron từ catod.

Một trong những ví dụ về sự phóng điện tự lực là hồ quang điện. Hồ quang điện là sự phóng điện giữa hai đầu thanh than đặt gần nhau dưới một hiệu điện thế thấp 40V -50V. Hồ quang điện có những tính chất sau:

- Mật độ dòng rất lớn,
- Hiệu điện thế chỉ vài chục vôn.

- Ở các vùng catod, mật độ dòng chủ yếu phải do dòng electron gây ra. Nói chung, sự phát xạ này là do sự phát xạ nhiệt electron hoặc là do sự phát xạ electron tự động.

Hồ quang có thể xảy ra trong một giới hạn áp suất rộng từ vài phần nghìn mmHg đến hàng trăm atm. Khoảng cách giữa hai điện cực cũng biến đổi trong một giới hạn khá lớn từ vài micrô mét đến vài mét.

Cuối cùng là hồ quang có thể hoạt động với dòng điện không đổi (một chiều) hoặc dòng điện xoay chiều.

### 2.3.3. Sự phóng điện tự lực trong khí kềm

Khí kềm được hiểu là chất khí ở áp suất thấp.

Dưới áp suất khí quyển cần tạo ra một điện trường đủ mạnh để trên quãng đường tự do trung bình electron thu đủ năng lượng làm ion hóa các nguyên tử. Còn ở áp suất thấp ta có thể giải thích rõ sự xuất hiện khoảng tối âm cực (catod) và cột sáng dương cực (anod) như sau:

Lúc đầu, do nhiều nguyên nhân khác nhau (do tác dụng của tia tử ngoại trong ánh nắng mặt trời, tia vũ trụ...) không khí luôn luôn bị ion hóa và bên trong ống đã có sẵn một số ion. Ở áp suất khí quyển, điện trường giữa các cực là điện trường đều, điện thế thay đổi theo khoảng cách từ anod đến catod theo một định luật tuyến tính, còn ở áp suất thấp độ giảm hiệu điện thế theo đơn vị chiều dài không giống nhau ở các phần trong ống, ở gần catod độ giảm thế lớn nhất và do đó ở đây cường độ điện trường lớn nhất. Nhờ có độ giảm thế mà các ion dương thu được một động năng lớn chuyển động đập vào catod làm cho các electron bên trong kim loại làm catod bật ra khỏi ngoài mặt catod. Hơn nữa khi các ion khi chuyển động gần tới catod tạo thành ở đây một điện tích không gian. Điện tích không gian này là nguyên nhân gây nên một điện thế dương cao và cường độ điện trường đủ mạnh ở vùng phóng điện này. Vì thế các electron vừa bay ra khỏi catod đã ở ngay trong một điện trường đủ mạnh. Điện trường này làm tăng năng lượng của các electron đó tới một giá trị đủ để ion hóa các nguyên tử khí va chạm. Còn các ion dương thì khi chuyển động tới gần catod thu được năng lượng cần thiết ở vùng này để bật các electron ra khỏi catod. Chính bằng cách đó đã tạo nên những điều kiện cho sự phóng điện tự lực với hiệu điện thế không lớn lắm và ở khoảng cách lớn giữa các điện cực.

Vì áp suất khí trong ống thấp nên các electron vượt qua được khoảng dài mà chưa va chạm với các phân tử khí. Các electron nhanh chóng thu được một năng lượng lớn nên ở vùng phóng điện này về cơ bản các va chạm xảy ra không dẫn tới sự kích thích nguyên tử mà làm cho chúng bị ion hóa. Do đó hình thành miền tối catod. Đây cũng là nguyên nhân chủ yếu làm cho vùng phóng điện phát sáng yếu, vì thế mà vùng này trông thấy rất tối bên cạnh cột sáng dương cực.

Sau khi vượt qua miền tối catod các electron lại thu được động năng lớn đủ để có thể làm ion hóa các phân tử khí khi va chạm. Từ đó bắt đầu hình thành cột sáng anod: các electron ion hóa và kích thích các phân tử khí, các quá trình kèm theo sự phát quang và tạo nên cột sáng anod.

Chính vì vậy mà người ta nói rằng bản chất của sự phóng điện trong khí kềm là ion hóa do va chạm và sự bắn electron từ catod khi catod bị ion dương đập vào. Sự phóng điện thành miền nói trên được ứng dụng để tạo nên các nguồn sáng gọi là đèn ống. Màu sắc ánh sáng do đèn ống phát ra phụ thuộc vào bản chất chất khí trong ống (như khí neon phát ra ánh sáng màu đỏ, hơi thủy ngân phát ra ánh sáng

xanh lam...) Còn những đèn ống phát ra ánh sáng ban ngày thì chất khí là hơi thủy ngân và mặt trong của ống có quét một lớp huỳnh quang, chất này sau khi hấp thụ các bức xạ do hơi thủy ngân phát ra, sẽ phát ra ánh sáng trông thấy, gần với ánh sáng ban ngày.

## **2.4. Dòng điện trong chất bán dẫn**

### **2.4.1. Lịch sử phát minh ra chất bán dẫn**

Năm 1833, Pha-ra-đây nhận thấy bạc sunfua có tính chất điện không giống cả kim loại lẫn điện môi. Nó có hệ số nhiệt điện trở âm.

Năm 1873, Smit quan sát được hiện tượng giảm điện trở của selen khi chiếu sáng bằng ánh sáng mặt trời.

Năm 1874, Brao nhận thấy galen (chì sunfua) và pirit (sắt sunfua) có tính chỉnh lưu.

Chẳng bao lâu sau người ta phát hiện ra cả một họ các chất có tính chất như vậy và gọi chúng là chất bán dẫn. Người ta cũng nhận thấy rằng tính chất của bán dẫn rất nhạy cảm với tạp chất. Cùng một chất, hệ số nhiệt điện trở âm với nhiều mẫu đo này có thể lớn, mẫu đo khác lại nhỏ. Người ta gọi mẫu bán dẫn có hệ số nhiệt điện trở âm lớn là bán dẫn riêng.

Năm 1879, phát hiện ra hiệu ứng Hôn. Lấy một mẫu đo dạng hình hộp chữ nhật, 3 cạnh trùng với các phương  $x, y, z$ . Khi cho điện chạy theo phương  $x$ , từ trường tác dụng theo phương  $y$  thì ở hai cực đối diện trên phương  $z$  xuất hiện hiệu điện thế gọi là hiệu điện thế Hôn. Nhờ hiệu điện thế này ta có thể đo được mật độ, độ linh động và dấu của điện tích của hạt tải điện.

Năm 1886, Frit làm ra chỉnh lưu selen.

Năm 1909, Ba-đê-ke dùng hiệu ứng Hôn nghiên cứu đồng iodia một cách có hệ thống.

Năm 1914, Kô-níc-béc-ghe dùng hiệu ứng Hôn để nghiên cứu hàng loạt chất bán dẫn và kim loại khác. Kết quả cho thấy mật độ hạt tải điện trong bán dẫn nhỏ hơn trong kim loại đáng kể, nhưng độ linh động lại lớn hơn. Nhiệt độ tăng, mật độ hạt tải điện tăng rất nhanh. Không những thế, dấu của điện tích của hạt tải điện trong bán dẫn có thể dương hoặc âm.

Năm 1927, Grôn-đan và Gây-ghe làm ra chỉnh lưu bằng đồng ôxit.

Từ đây người ta bắt đầu quan tâm mạnh đến nghiên cứu chất bán dẫn để áp dụng trong công nghiệp.

Năm 1928, Bloc-đê ra thuyết vùng năng lượng, và ý tưởng electron tự do trong mạng tinh thể không bị va chạm vào các ion dương tạo nên mạng tinh thể và chỉ va chạm vào các chỗ mất trật tự mà thôi.

Năm 1931, Vác-ne nghiên cứu liên kết hóa học trong chất bán dẫn và phát hiện ra bán dẫn "du" (nay gọi là bán dẫn n) và bán dẫn "khuyết" (nay gọi là bán dẫn p).

Năm 1949, Bác-din và Brát-ten phát minh ra tranzito.

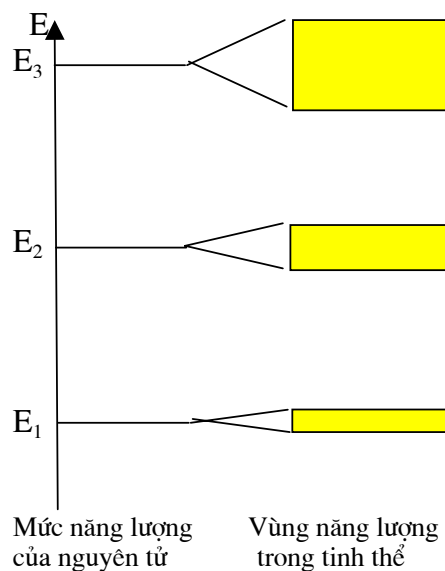
Cuối năm 1958, Kin-bai và đầu năm 1959 Nao-sơ đã độc lập với nhau chế tạo ra mạch tổ hợp đầu tiên.

Năm 1962, Hôn và tập thể tác giả làm ra laze (laser) bán dẫn đầu tiên.

### 2.4.2. Thuyết vùng năng lượng

Tinh thể chất rắn cấu tạo từ các nguyên tử sắp xếp một cách đều đặn thành mạng tinh thể. Trong mỗi nguyên tử, các electron lại xếp theo các quỹ đạo điện tử bên, từ trong (gần hạt nhân) ra ngoài (xa hạt nhân). Electron trên mỗi quỹ đạo có một năng lượng xác định, nên electron chỉ chiếm các mức năng lượng gián đoạn. Mỗi mức năng lượng chỉ chứa được tối đa là hai electron. Khoảng cách năng lượng giữa hai mức cạnh nhau là khá lớn.

Electron ở quỹ đạo càng xa hạt nhân có năng lượng càng lớn và dễ bị ảnh hưởng của các nguyên tử lân cận. Vì thế khi các nguyên tử kết hợp thành tinh thể, do tác động của các nguyên tử xung quanh, mà năng lượng tương ứng với cùng một quỹ đạo nhưng ở các nguyên tử khác nhau bây giờ khác nhau chút ít. Chúng có giá trị nằm trong một vùng nào đấy mà ta gọi là vùng năng lượng.



Nội dung của thuyết vùng năng lượng được tóm tắt như sau:

- Khi tạo thành tinh thể, mức năng lượng của electron trong nguyên tử bị rã thành vùng năng lượng.
- Mỗi vùng năng lượng có  $N$  mức năng lượng nằm rất gần nhau,  $N$  là số nguyên tử trong tinh thể.
- Mỗi mức năng lượng có khả năng chứa tối đa là hai electron có spin ngược nhau.
- Mức năng lượng của electron hóa trị rã thành vùng hóa trị, mức kích thích đầu tiên rã thành vùng kích thích.
- Giữa hai vùng năng lượng kề nhau có một khoảng năng lượng  $\Delta E$  hoặc  $E_g$  không có mức năng lượng, gọi là khe năng lượng hoặc vùng cấm.  $E_g$  có thể có

các giá trị khác nhau tùy theo loại vật liệu, thậm chí có thể có cả giá trị âm (khi ấy ta bảo là hai vùng đè lên nhau).

g) electron trong tinh thể xếp vào các mức năng lượng trong các vùng từ thấp đến cao, vì thế vùng kích thích thường là rỗng.

h) Dưới tác động của điện trường ngoài, electron chỉ có thể nhận năng lượng của điện trường để nhảy lên mức năng lượng cao hơn trong vùng nếu trong vùng còn có mức năng lượng trống.

### 2.4.3. Phân biệt kim loại, bán dẫn và điện môi

a) Kim loại là vật liệu mà vùng hóa trị chưa chứa đầy electron, hoặc do vùng hóa trị đè lên vùng kích thích.

b) Điện môi là vật liệu mà vùng hóa trị đã chứa đầy electron và khe năng lượng Eg khá rộng (khoảng vài electron-vôn)

c) Bán dẫn là vật liệu mà vùng hóa trị đã chứa đầy electron và khe năng lượng EG không quá rộng để một số electron ở vùng hóa trị có thể nhờ năng lượng của chuyển động nhiệt mà nhảy lên được vùng kích thích (lúc này gọi là vùng dẫn). Electron trên vùng dẫn là electron tự do và là hạt tải điện. Khi vùng hóa trị có một số mức trống thì chuyển động của tập thể các electron trong vùng hóa trị được gọi là chuyển động của lỗ trống. Lỗ trống cũng là hạt tải điện. Tái hợp của cặp electron -lỗ trống là quá trình electron trên vùng dẫn về vùng hóa trị.

### 2.4.3. Một số lưu ý

Khi dạy cho học sinh về chất bán dẫn cần lưu ý cho học sinh rằng bán dẫn không phải là vật liệu chỉ cho dòng điện chạy theo một chiều, bán dẫn không phải luôn luôn có hệ số nhiệt điện trở âm.

Khi nói về chuyển động của lỗ trống nên lấy hình ảnh của nước chảy trong một ống nghiêng. Nếu ít nước thì thấy nước chảy từ trên xuống, nhưng khi nhiều nước thì thấy bọt khí (chỗ trống) chảy từ dưới lên.

## CHƯƠNG 9

**DẠY HỌC PHẦN TỪ TRƯỜNG****I. MỞ ĐẦU****1.1. Cấu tạo**

Nội dung cơ bản của phần này có thể qui thành hai nhóm kiến thức.

- Nhóm thứ nhất là từ trường bao gồm: Khái niệm từ trường, vectơ cảm ứng từ, đường cảm ứng từ, khái niệm từ trường đều, từ trường của những dòng điện trong mạch có dạng khác nhau.

- Nhóm thứ hai là lực từ bao gồm: Lực từ tác dụng lên một dây dẫn mang dòng điện, lực từ tác dụng lên một khung dây mang dòng điện (moment ngẫu lực từ), lực từ tác dụng lên một hạt mang điện chuyển động (lực Lorentz) và ứng dụng của lực từ.

**1.2 Đặc điểm**

Có thể nói rằng những hiện tượng cơ bản đề cập tới trong phần này đã được nghiên cứu ở lớp 9. Tuy nhiên do trình độ nhận thức của học sinh còn thấp nên các hiện tượng đó chỉ khảo sát một cách định tính, sơ lược và có tính chất giới thiệu, chứ không đi sâu vào mặt định lượng. Hơn nữa việc dạy học các vấn đề này chưa được chú ý đúng mức nên học sinh hiểu các vấn đề rất nông cạn và hình thức. Chính vì vậy khi trình bày chương này giáo viên một mặt cần tận dụng những hiểu biết đã có của học sinh, mặt khác không vì thế mà xem nhẹ việc hình thành cho học sinh các khái niệm cơ bản cũng như coi nhẹ việc đào sâu bản chất vật lý và mặt định lượng của hiện tượng đó.

**II. PHÂN TÍCH NỘI DUNG KIẾN THỨC****2.1 Từ trường****2.1.1 Nội dung kiến thức**

Sau khi học sinh đã được học biểu hiện đặc thù thứ nhất của điện từ trường là điện trường, học sinh sẽ nghiên cứu một biểu hiện đặc thù thứ hai của điện từ trường là từ trường. So với tương tác tĩnh điện thì tương tác từ phức tạp hơn. Tương tác tĩnh điện là tương tác giữa hai hạt mang điện đứng yên còn tương tác từ là tương tác giữa hai hạt mang điện chuyển động. Lực tĩnh điện giữa hai hạt mang điện đứng yên có phương là đường thẳng nối hai hạt mang điện đó. Lực từ giữa hai hạt mang điện chuyển động được xác định không chỉ bằng điện tích của hạt

mà còn bằng cả trạng thái chuyển động của hai hạt đó. Vậy thông số để xác định lực từ là lớn hơn thông số xác định lực tĩnh điện và phức tạp hơn. Từ trường xuất hiện khi có sự dịch chuyển điện tích. Ví dụ: từ trường luôn bao quanh một dây dẫn có dòng chạy qua, từ trường cũng tồn tại khi dòng điện chạy trong dung dịch điện phân, khi có sự phóng điện trong chất khí, tia âm cực, tia dương cực... và kể cả khi có sự thay đổi hướng của lưỡng cực điện trong điện môi.

Từ trường cũng tồn tại khi có sự dịch chuyển của điện trường. Nếu điện trường dịch chuyển thì vùng có điện trường dịch chuyển bao giờ cũng xuất hiện một từ trường. Từ trường bao giờ cũng xuất hiện khi có sự biến thiên của cường độ điện trường. Cũng như điện trường - từ trường là một dạng vật chất. Nó sinh ra khi có sự dịch chuyển của điện trường và xuất hiện trong không gian (kể cả chân không) có thể nhận ra từ trường nhờ tác dụng của nó lên nam châm thử.

Mặc dù bản chất từ trường phức tạp hơn bản chất của điện trường nhưng về mặt lịch sử thì các lực từ được phát hiện và sử dụng sớm hơn các lực điện. Đó là do trong thiên nhiên có sẵn những nam châm tự nhiên, đã giúp con người phát hiện ra một cách dễ dàng từ trường trái đất ( $\text{FeO}, \text{FeO}_3$ )

Vào năm 1820 sự tồn tại của từ trường được phát hiện do nhà vật lý Đan Mạch Hans Christian Oersted, cùng lúc đó nhà vật lý người Pháp là Ampere đoán ra bản chất của từ trường là hiện tượng gắn liền với chuyển động của các điện tích. Đến năm 1883 Faraday và Lenz đã thiết lập các định luật về sự biến đổi qua lại của năng lượng điện và năng lượng từ. Giả thuyết của Ampere về nguồn gốc điện của từ tính các chất đã được chứng minh đầy đủ bằng thực nghiệm và phát triển thành một lý thuyết vào cuối thế kỷ 20.

Việc nghiên cứu mối quan hệ qua lại giữa dòng điện và từ trường do dòng điện sinh ra chứng tỏ từ trường không phải là một hiện tượng thứ yếu, hiện tượng phụ của dòng điện mà là một trong các thuộc tính cơ bản của dòng điện, của hạt mang điện chuyển động. Từ trường và dòng điện gắn liền nhau. Vì vậy ta xem cách nói từ trường gây ra bởi dòng điện (hạt mang điện chuyển động) chỉ là cách nói theo thói quen. Cường độ từ trường ở bất cứ điểm nào cũng tỉ lệ với cường độ dòng điện và sự xuất hiện của từ trường tất yếu phải đi kèm theo với mọi dòng điện dù dòng điện đó ở trong kim loại hay trong dung dịch điện phân. Do đó trong mọi trường hợp từ trường mà ta quan sát là điều kiện đủ để suy ra sự tồn tại một dòng điện có liên quan đến từ trường đó. Vậy ta không thể có một từ trường tách rời và độc lập với dòng điện. Từ trường của vật nhiễm từ cũng gắn với dòng điện nhưng chỉ với dòng điện nội nguyên tử và bởi sự quay các electron chung quanh trục của chúng. Như thế, từ trường của thanh nam châm là hiệu ứng tổng hợp của một số vô cùng lớn các dòng điện vi mô nội nguyên tử.

### 2.1.2 Lưu ý khi dạy học

- Không nên quá nhấn mạnh khía cạnh triết học của định nghĩa "Từ trường là một dạng của vật chất....." cũng không nên nói "Từ trường là một dạng vật chất đặc biệt.....", nên hướng học sinh vào ý: "xung quanh hạt mang điện" (sách giáo khoa hiện hành) hoặc "tồn tại trong không gian" (sách giáo khoa phân ban).

- Tránh cho học sinh có ý nghĩ rằng có hai loại từ trường: từ trường của thanh nam châm và từ trường của dòng điện. Giáo viên có thể khắc phục sự hiểu biết không đầy đủ đó bằng cách nhấn mạnh ý: trong thiên nhiên chỉ có một nguồn gốc gây ra từ trường đó là hạt mang điện chuyển động. Từ trường của thanh nam châm cũng là do dòng điện có sẵn ở trong lòng thanh nam châm gây ra.

- Có thể xem hai cách nói sau là tương đương: từ trường của hạt mang điện chuyển động và từ trường sinh ra bởi một hạt mang điện chuyển động.

- Nên dùng phương pháp so sánh tương tự: vai trò của nam châm thử trong từ trường giống như vai trò của điện tích thử trong điện trường.

- Nếu dạy theo chương trình sách giáo khoa hiện hành thì sau khi tiến hành 3 thí nghiệm (h 46.1, h 46.2, h 46.3 a sách giáo khoa) có thể dùng thí nghiệm (h 46.3 c) để khẳng định tương tác chỉ xảy ra giữa các hạt mang điện chuyển động. Từ đó rút ra kết luận rằng tương tác từ không cùng loại với tương tác điện. Ta có thể khai thác các thí nghiệm nói trên như là một tình huống có vấn đề để dẫn đến việc đưa ra khái niệm từ trường.

- Cần chú ý rằng từ trường cũng như điện trường đều là những dạng tồn tại của vật chất. Điện trường tồn tại chung quanh một điện tích đứng yên và truyền tác dụng từ điện tích đứng yên này đến điện tích yên khác. Từ trường tồn tại chung quanh một điện tích chuyển động và truyền tác dụng từ điện tích chuyển động đó đến điện tích chuyển động khác.

## 2.2 Đường cảm ứng từ - Cảm ứng từ

### 2.2.1 Nội dung kiến thức

Điểm khó khăn nhất của chương này là hình thành khái niệm cảm ứng từ. Cảm ứng từ là đại lượng đặc trưng cho từ trường về phương diện tác dụng lực của từ trường. Từ trường là cái có thực, tồn tại chung quanh dòng điện. Từ trường là nguyên nhân còn lực từ là kết quả. Thế nhưng về mặt sư phạm thì ta phải đưa vào lực từ để hình thành khái niệm cảm ứng từ. Sau đó mới quay trở lại xác định lực từ qua cảm ứng từ của từ trường. Vì vậy khi trình bày hai vấn đề đó sách giáo khoa phải đan xen vào nhau.

Nói đến đường cảm ứng từ thì cũng có nghĩa nói đến vectơ cảm ứng từ, nhưng từ khái niệm đường cảm ứng, cũng như cảm ứng từ để đi đến việc hình thành vectơ cảm ứng từ lại có những khó khăn riêng. Ta biết rằng việc hình thành khái niệm vectơ cường độ điện trường đơn giản hơn nhiều so với việc hình thành

khái niệm vectơ cảm ứng từ. Bởi vì phương của vectơ cường độ điện trường trùng với phương của lực tĩnh điện tác dụng lên hạt mang điện đặt trong điện trường. Do đó ta có thể kết luận một cách tự nhiên về phương của vectơ cường độ điện trường mà học sinh vẫn chấp nhận một cách dễ dàng. Còn vectơ cảm ứng từ thì thẳng góc với phương của lực từ. Đó là điều khó khăn nhất khi hình thành vectơ cảm ứng từ bởi vì để chứng tỏ vectơ cảm ứng từ thẳng góc với lực từ ta chỉ có thể dựa vào sự định hướng của các kim nam châm thử đặt trong từ trường. Vị trí của kim nam châm thử sẽ xác định hướng của vectơ cảm ứng từ. Nhưng lại khó có thể giải thích được vì sao kim nam châm thử lại nằm dọc theo vectơ cảm ứng từ, thành ra việc đưa ra hướng vectơ cảm ứng từ hầu như có vẻ áp đặt. Cũng có thể hình thành khái niệm vectơ cảm ứng từ mà không xuất phát từ lực từ mà bắt đầu xuất phát từ momen lực từ. Theo cách này cảm ứng từ được đưa ra một tự nhiên nhưng lại gặp khó khăn về mặt khác phức tạp hơn nhiều. Có nhiều phương án trình bày vấn đề này song nhìn chung phương án của sách giáo khoa hiện hành là hợp lý hơn cả về mặt nhận thức của học sinh.

#### **a. Phương án sách giáo khoa hiện hành**

Nội dung phương án này gồm các bước sau

Bước 1: Bước này bằng 4 thí nghiệm (xem sách giáo khoa hiện hành) để đi đến kết luận: Trong thiên nhiên ngoài điện trường còn có một loại trường khác gọi là từ trường.

Bước 2: Đưa ra đường cảm ứng từ của từ trường. Đây là một khó khăn của phương án này vì đúng ra khái niệm đường cảm ứng từ chỉ có thể đưa ra sau khi đã có khái niệm vectơ cảm ứng từ. Nhưng việc khảo sát lực từ (rút ra phương và chiều của lực từ) có liên quan chặt chẽ với các đường cảm ứng từ. Chính vì vậy mà sách giáo khoa buộc phải đưa khái niệm đường cảm ứng từ ra trước.

Bước 3: Để khảo sát lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện ta phải đặt đoạn dây dẫn mang dòng điện trong từ trường đều. Thế nhưng ta không thể đưa ra khái niệm từ trường đều vì học sinh chưa có khái niệm vectơ cảm ứng từ. Do đó khi có khái niệm đường cảm ứng từ rồi, sách giáo khoa tiếp tục đưa ra khái niệm từ phổ và dùng khái niệm này như là một khái niệm trung gian để nói đến từ trường đều. Chính từ quan niệm này thì học sinh có thể hiểu rằng từ trường trong khoảng không gian đủ nhỏ giữa hai nhánh của thanh nam châm hình móng ngựa là từ trường đều (qua nhận xét từ phổ).

Bước 4: Sách giáo khoa dùng thí nghiệm: Một khung dây có dòng điện chạy qua, được treo vào đầu một đòn cân và đặt một cạnh của khung dây vào trong từ trường đều của một thanh nam châm hình móng ngựa. Từ thí nghiệm này ta rút ra kết luận về phương và chiều của lực từ tác dụng lên một đoạn dây dẫn mang dòng điện và dĩ nhiên kết luận này chỉ đúng trong trường hợp riêng là từ trường đều.

Bước 5: Sau khi khảo sát xong phương và chiều của lực từ thì hợp lý hơn cả là ta khảo sát tiếp theo độ lớn của nó. Nhưng vì học sinh chưa có khái niệm cảm ứng từ nên đến đây ta phải tạm dừng việc khảo sát lực từ để chuyển sang định nghĩa cảm ứng từ của từ trường. Phương pháp đưa ra khái niệm cảm ứng từ ở đây là phương pháp thường được sử dụng ở trong sách giáo khoa. Chẳng hạn để đưa ra khái niệm điện trở của dây dẫn thì người ta làm thí nghiệm để chứng tỏ rằng đối với một dây dẫn thì thương số của U và I là một hằng số. Đối với các dây dẫn khác nhau thì hằng số đó có các giá trị khác nhau. Vì vậy hằng số đó được dùng để đặc trưng cho dây dẫn và gọi đó là điện trở.

Ở đây ta vẫn dùng thí nghiệm như đã nói ở bước 4 nhưng bây giờ chuyển sang khảo sát định lượng. Dùng các quả cân đặt trên đĩa, ta có thể "cân" được các lực từ tác dụng lên các cạnh của khung dây. Bằng cách đó, thí nghiệm chứng tỏ rằng thương số  $F/Il$  là hằng số, không phụ thuộc bản thân đoạn dây dẫn. Nhưng nếu thí nghiệm với các nam châm hình móng ngựa khác nhau, (nghĩa là các từ trường khác nhau) thì hằng số đó có các giá trị khác nhau. Hằng số đó đặc trưng cho từ trường và ta gọi là cảm ứng từ.

Bước 6: Bước 5 trên đây chỉ mới đưa ra khái niệm về độ lớn của vectơ cảm ứng từ. Vì vậy nội dung của bước 6 này là định nghĩa hoàn chỉnh vectơ cảm ứng từ B (phương: trục của thanh nam châm thử, chiều: theo chiều từ cực nam sang cực bắc của nam châm thử nằm cân bằng tại điểm khảo sát, độ lớn:  $B = F / Il$ ).

Đồng thời sau khi đã có vectơ B ta trở lại chính xác hóa những điều mà trước đây chưa thể nói đầy đủ.

Bước 7: Cho đến bước 4 thì ta mới chỉ xét được phương và chiều của của lực từ. Bây giờ ta quay lại nói đầy đủ về lực từ (phương, chiều và độ lớn).

Phương án này có những ưu điểm lớn như sau:

- Thí nghiệm "cân" lực từ dùng trong phương án này là thí nghiệm có tính chất "kinh điển". So với các thí nghiệm khác thì thí nghiệm này là dễ thực hiện hơn cả. Bởi vì trong thí nghiệm "cân" lực từ này không đòi hỏi các dụng cụ phức tạp. Với chiếc cân có độ nhạy khoảng 1g là có thể tiến hành thí nghiệm này.

- Việc hình thành khái niệm cảm ứng từ là xuất phát từ thí nghiệm về lực từ. cách hình thành một khái niệm vật lý bằng cách đó là theo đúng truyền thống của sách giáo khoa vật lý ở trường trung học phổ thông.

- Điều khó khăn của phương án này là không thể trình bày hoàn chỉnh ngay một lần khái niệm đường cảm ứng từ. Việc khảo sát lực từ và hình thành khái niệm cảm ứng từ phải trình bày đan xen nhau.

Ngoài phương án nêu trong sách giáo khoa, giáo viên có thể tham khảo một vài phương án sau đây:

**b. Phương án Momen** (phương án của sách giáo khoa trước cải cách giáo dục)

- Phương án này dùng momen lực từ tác dụng lên một khung dây mang dòng điện để hình thành khái niệm và định nghĩa cảm ứng từ. Nội dung của phương án này gồm 9 bước như sau:

1. Bước 1: Bước này cũng giống như bước 1 của phương án trong sách giáo khoa hiện hành, mục đích của bước này là đưa ra cho học sinh khái niệm từ trường.

2. Bước 2: Dùng thí nghiệm Đặt một khung dây mang dòng điện ABCD trong từ trường của một nam châm hình móng ngựa như hình 5-1 ta sẽ thấy khung dây quay chung quanh trục  $OO'$  của nó. Điều đó chứng tỏ khi đặt một khung dây mang dòng điện trong từ trường thì sẽ có momen lực tác dụng lên khung dây, ta gọi momen lực đó là momen lực từ.

3. Bước 3: Dùng một cơ cấu momen lực từ tác dụng lên khung ta sẽ thấy khi khung ở vị trí như hình 5-1 thì momen lực từ có giá trị lớn nhất. Nếu khung lệch khỏi vị trí đó thì momen lực từ giảm, khi khung ở vị trí như hình 5-1b thì momen lực từ bằng không, đó là giá trị nhỏ nhất của momen lực từ tác dụng lên khung. Vị trí như hình 5-1b là vị trí cân bằng của khung.

4. Bước 4: Bây giờ ta giữ khung ở vị trí để momen lực từ tác dụng lên khung có giá trị lớn nhất và thay đổi cường độ dòng điện  $I$  trong khung là  $M_0$ . Thí nghiệm cho biết  $M_0 \sim I$ . Sau đó thay khung dây nói trên bằng các khung dây có diện tích  $S$  khác nhau, đặt tại một điểm với khung nói trên và cũng khảo sát giá trị lớn nhất của momen lực từ. Thí nghiệm cho biết  $M_0 \sim S$ . Sau đó xét thương số  $M_0/IS$  ta thấy thương số đó không phụ thuộc vào bản thân khung dây nhưng phụ thuộc từ trường. Vì vậy, thương số  $M_0/IS$  được lấy làm đại lượng đặc trưng cho từ trường và gọi là cảm ứng từ  $B = M_0/IS$ .

5. Bước 5: Nội dung bước tiếp theo là định nghĩa vectơ cảm ứng từ. Muốn vậy trước hết ta đưa vectơ pháp tuyến ( $n$ ) đối với khung. Vectơ  $n$  có phương vuông góc với mặt phẳng giới hạn bởi khung, có chiều theo quy ước sau: đặt cái đinh ốc vuông góc với mặt khung và quay cái đinh ốc theo chiều dòng điện trong khung, chiều tiến của cái đinh ốc là chiều của vectơ  $n$ . Vectơ cảm ứng từ được định nghĩa qua vectơ  $n$ ,  $B=M_0/IS n$ , trong đó  $M_0$  là giá trị cực đại của momen lực từ tác dụng lên khung, còn  $n$  là pháp tuyến đối với khung khi ở vị trí cân bằng bên.

6. Bước 6: Sau khi định nghĩa vectơ cảm ứng từ ta mới đưa ra khái niệm đường cảm ứng từ. Bố cục này là hoàn toàn hợp lý và rất tự nhiên.

7. Bước 7: Đến đây ta có thể đưa ra khái niệm từ phổ và từ trường đều. Từ đó trở lại giải thích những điều đã nói nhưng chưa hoàn toàn chính xác ở các bước trước.

8. Bước 8: Theo phương án này thì việc khảo sát lực từ tác dụng lên một đoạn dây dẫn mang dòng điện được tiến hành sau khi khảo sát momen lực từ tác dụng lên khung dây dẫn mang dòng điện. Bằng thí nghiệm ta rút ra kết luận lực từ  $F$  tỉ lệ với cường độ dòng điện  $I$  và độ dài dây  $l$ . Từ đó ta có thể viết  $F = kIl$  trong đó  $k$  là hệ số tỉ lệ. Dùng biểu thức  $F = k I l$  để tính giá trị nhỏ nhất của momen lực từ tác dụng lên khung dây và so sánh với các biểu thức rút ra từ thực nghiệm  $M_0 = B I S$  ta thu được  $k = B$ . Do đó  $F = B I l$ .

9. Bước 9: Bước cuối cùng này là khảo sát lực từ tác dụng lên một hạt mang điện chuyển động (lực Lorentz). Nội dung của bước này có thể trình bày giống như sách giáo khoa.

Ưu điểm của phương án này là ở chỗ việc đưa ra khái niệm vectơ cảm ứng từ có tính chất tự nhiên. Học sinh dễ chấp nhận. Các phương án khác đều vấp phải khó khăn là phương của vectơ cảm ứng từ không trùng với phương của lực từ. Vì vậy khi khảo sát độ lớn của lực từ ta dùng một thí nghiệm (dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường đều hay hạt mang điện chuyển động trong từ trường) nhưng khi khảo sát phương và chiều của lực từ lại phải dùng một thí nghiệm khác (định hướng của nam châm thử trong từ trường) học sinh rất khó hiểu vì sao không thể chỉ cần một trong hai thí nghiệm đó.

Theo phương án này thì khung dây trong thí nghiệm vừa dùng để khảo sát định lượng momen lực từ vừa dùng để chỉ hướng của vectơ cảm ứng từ. Do đó cách đưa ra vectơ cảm ứng từ đơn giản hơn và tự nhiên hơn các phương án khác

Nhược điểm lớn nhất của phương án này là thí nghiệm với khung dây là một thí nghiệm rất khó thực hiện. Bởi vì không có những máy đo để đo trực tiếp momen lực, cơ cấu thường dùng để khảo sát momen lực là lò xo xoắn. Nhưng cơ cấu đó chỉ dùng để so sánh momen lực, nghĩa là dùng trong phép đo tỷ đối chứ không dùng để đo trị số tuyệt đối của momen lực. Vì vậy có thể nói thí nghiệm nêu trong phương án là một thí nghiệm tưởng tượng, không thực tế.

Ngoài ra phương án này còn một nhược điểm nữa là sau khi khảo sát momen lực từ chuyển sang khảo sát lực từ lại phải dùng một thí nghiệm khác, đó là điều không hợp lý.

### 2.2.2 Lưu ý khi dạy học

-Chú ý hai cách phát biểu sau có thể xem là tương đương: từ trường của một hạt mang điện chuyển động và từ trường sinh ra bởi một hạt mang điện chuyển động.



## CHƯƠNG 10

**DẠY HỌC PHẦN QUANG HÌNH HỌC****1. MỞ ĐẦU*****1.1. Cấu tạo chương trình***

Học thuyết về ánh sáng là một trong những học thuyết quan trọng của vật lý hiện đại. Học thuyết này dựa trên quan niệm về lưỡng tính sóng - hạt của ánh sáng. Quang học trong chương trình bậc trung học phổ thông hiện nay thường được chia thành hai phần: quang hình học và quang lý.

Chương trình vật lý của nước ta bắt đầu từ lớp 6 và được tổ chức theo cấu trúc bậc vì vậy quang học bắt đầu được nghiên cứu một cách sơ lược ở lớp 9 bậc trung học cơ sở, đến năm lớp 11 bậc trung học phổ thông phần quang hình học lại được nghiên cứu, đào sâu về mặt định lượng, sau đó các tính chất sóng và tính chất lượng tử của ánh sáng được nghiên cứu ở lớp 12 (quang lý). Làm như thế có nhiều khả năng phù hợp với nhận thức học sinh hơn và phù hợp với lịch sử phát triển của môn quang học. Cách làm này có nhược điểm cơ bản là tách rời phần quang hình học với bản chất sóng của ánh sáng, do đó qua phần quang hình học học sinh sẽ không thấy rõ bản chất vật chất của ánh sáng, cũng như nội dung vật lý của các khái niệm và các định luật cơ bản. Vì thế khi dạy học phần quang lý cần lưu ý bổ sung những thiếu sót đó.

Ngày nay, ở nhiều nước, phần quang hình học được trình bày theo thuyết sóng ánh sáng. Cách tiếp cận này có nhiều lợi điểm là giúp cho học sinh hiểu rõ bản chất ánh sáng. Ví dụ như làm sáng tỏ hơn khái niệm tia sáng, nêu rõ được ý nghĩa vật lý của chiết suất, tạo được sự thống nhất giữa các hiện tượng phản xạ, khúc xạ và các hiện tượng giao thoa, nhiễu xạ... Tuy nhiên, vì kiến thức về sóng không được đề cập đến ở cấp trung học cơ sở nên đến đây cả sách giáo khoa phân ban và hiện hành đều không còn sự lựa chọn nào khác.

Quang hình học là phần quan trọng được trình bày tương đối đầy đủ về mặt định tính cũng như mặt định lượng. Quang hình học có nhiều ứng dụng trong đời sống và kỹ thuật nên việc dạy học quang hình học có tác dụng rất lớn trong việc giáo dục kỹ thuật tổng hợp cho học sinh. Các bài tập về quang hình học cũng thường gặp trong thực tế đời thường của học sinh.

Khi dạy học quang hình học cần tận dụng kiến thức mà học sinh đã học ở lớp 9, cần khai thác tối đa các kinh nghiệm sống của học sinh đồng thời cần đi sâu vào bản chất vật lý của vấn đề, đề cao mặt định lượng theo như chương trình.

Quang hình học là cơ sở của quang kỹ thuật, được xây dựng dựa vào 4 định luật: định luật (nguyên lý) truyền thẳng ánh sáng trong môi trường đồng chất và đẳng hướng, định luật về tính độc lập của các chùm tia sáng, định luật phản xạ ánh sáng và định luật khúc xạ ánh sáng.

Quang hình học không giải thích bản chất của các hiện tượng quang học mà chỉ dựa trên các quan niệm thuần túy hình học để nghiên cứu. Vì vậy các vấn đề nêu ra chỉ có ý nghĩa về mặt hình học hơn ý nghĩa vật lý. Chỉ có định luật khúc xạ ánh sáng là có ý nghĩa vật lý. Trong khi dạy học cần có biện pháp giúp học sinh nắm vững các định luật cơ bản đó và ứng dụng chúng trong việc nghiên cứu sự truyền tia sáng và sự tạo ảnh qua các dụng cụ quang học. Mặt khác cũng cần nêu cho học sinh thấy rõ giới hạn ứng dụng của các định luật quang hình học. Việc sử dụng rộng rãi các thí nghiệm biểu diễn là một trong các biện pháp quan trọng để đảm bảo các yêu cầu nói trên.

## 1.2. Đặc điểm

Chuyển từ học nhiệt và cơ sang học quang hình, học sinh gặp một số khó khăn. Một trong số các khó khăn đó là học sinh không nắm được phương pháp đặc thù khi nghiên cứu các vấn đề quang hình học.

Để xét sự tạo thành ảnh do các dụng cụ quang học đối với học sinh lớp 11 người ta phải dựa vào giả thiết là các dụng cụ quang học đó cho ảnh điểm và ảnh phẳng mà sử dụng phương pháp cơ bản là nghiên cứu sự truyền của vài tia đặc biệt xuất phát từ vật đi qua dụng cụ quang học đó. Sau khi đối phương truyền bởi các dụng cụ này, nếu các tia cắt nhau thật thì tạo thành ảnh thật, nếu đường kéo dài của chúng cắt nhau thì tạo thành ảnh ảo. Phương pháp này được sử dụng khi nghiên cứu sự tạo ảnh bởi gương cầu, khúc xạ, bản mặt song song, lăng kính và thấu kính. Để nghiên cứu sự tạo thành ảnh bởi hệ ghép người ta theo phương pháp: ảnh của vật qua dụng cụ quang học thứ nhất được dùng làm vật đối với dụng cụ quang học thứ hai và cứ thế cho đến dụng cụ quang học cuối cùng (thông thường ta chỉ hạn chế ở hệ hai gồm hai dụng cụ quang học).

## II. PHÂN TÍCH NỘI DUNG KIẾN THỨC

### 2.1. Tia sáng - Điểm sáng - Nguồn sáng

Tia sáng, điểm sáng là các khái niệm mang tính mô hình. Có thể định nghĩa tia sáng là đường truyền (phương truyền) của năng lượng, tức là đường dọc theo đó năng lượng ánh sáng được tải đi hay là đường thẳng vuông góc với mặt đầu sóng ánh sáng, hay là một nửa đường thẳng kể từ một điểm của nguồn sáng. Cần chú ý rằng chỉ trong môi trường trong suốt và đồng tính về mặt quang học thì tia

sáng mới là đường thẳng. Khi truyền trong môi trường không đồng tính về mặt quang học, chẳng hạn khi ánh sáng truyền từ lớp không khí ở trên cao xuống lớp không khí ở dưới thấp thì nói chung nó truyền theo đường cong. Đây chính là trường hợp định luật truyền thẳng không nghiệm đúng.

Theo định nghĩa đó, tia sáng là một khái niệm thuần túy hình học và tất nhiên giữa các đường hình học chỉ có thể có những quan hệ toán học. Các định luật về quang hình học cũng đã nói lên mối quan hệ đó. Nếu ta xem tia sáng như là trục của một chùm sáng, chỉ phương truyền năng lượng ánh sáng. Nhưng không thể cho rằng trục của chùm sáng cũng là chùm sáng vô cùng mảnh. Điều này lại không thể có được vì nếu giảm kích thước của lỗ màn chắn mà ánh sáng đi qua đến khi gần bằng độ dài sóng của ánh sáng đó thì tính chất truyền thẳng của ánh sáng bị phá hủy và lúc đó hiện tượng nhiễu xạ xuất hiện. Pauli đã viết: "chỉ có thể quan sát được chùm sáng còn tia sáng chỉ có trên giấy trắng và bảng đen".

Hiện nay người ta vẫn thừa nhận cách giải thích về cơ chế sự truyền sáng theo Huyghen: mỗi điểm của môi trường mà mặt đầu sóng đạt tới sẽ thành một tâm phát sóng mới, phát ra những sóng cầu nguyên tố (môi trường đẳng hướng). Mặt sóng ở thời điểm sau là bao hình của các sóng cầu nguyên tố đó. Tia sáng là đường pháp tuyến với mặt sóng, tức là đi qua các tiếp điểm của các mặt sóng cầu nguyên tố với mặt bao hình. Người ta chỉ chính xác hóa thêm nguyên lý Huyghen như sau: "Các tâm phát sóng cầu nguyên tố là những nguyên tử cấu tạo nên môi trường. Sóng ở thời điểm sau là tổng hợp (giao thoa) của sóng tới (sóng sơ cấp) và các sóng cầu nguyên tố (sóng thứ cấp). Kết quả là theo phương truyền sóng, các sóng này đồng pha với nhau và tăng cường lẫn nhau, theo các phương khác với phương truyền sóng thì sẽ có từng cặp sóng thứ cấp ngược pha lẫn nhau và triệt tiêu lẫn nhau.

Tính thuận nghịch của chiều truyền tia sáng (nguyên lý về sự truyền lại ngược chiều của ánh sáng) thực chất là một nguyên lý chứ không phải chỉ là một hệ quả đơn giản của các định luật cơ bản khác của quang hình học (định luật truyền thẳng ánh sáng, định luật phản xạ ánh sáng và định luật khúc xạ ánh sáng). Nguyên lý này có tầm tổng quát rất lớn được xem như một tiên đề của quang hình học ví dụ khi ta xét trường hợp của ánh sáng tán xạ hay ánh sáng truyền theo đường cong từ điểm A đến điểm B.

Khái niệm điểm sáng cũng là một mô hình. Phải hiểu điểm sáng là một vật phát sáng có kích thước vô cùng nhỏ so với khoảng cách mà ta nghiên cứu. Định nghĩa này có một nội dung vật lý rõ rệt.

Môi trường trong suốt có thể không có màu (trong suốt đối với toàn bộ vùng ánh sáng nhìn thấy) hoặc có màu nhất định (trong suốt đối với một vùng ánh sáng nhất định).

## 2.2. Vật thật - vật ảo - ảnh thật - ảnh ảo

Các khái niệm vật thật, vật ảo, ảnh thật, ảnh ảo là những khái niệm rất quan trọng của quang hình học. Đó là những khái niệm cơ bản mà học sinh cần phải nắm vững thì mới hiểu được các vấn đề chủ yếu của quang hình học và giải được các bài toán thuộc về quang hình học.

Một vật thật, vật ảo, ảnh ảo đều có thể dùng làm **vật thật** đối với một dụng cụ quang học (có thể là gương, thấu kính, lăng kính) nếu thỏa mãn định nghĩa sau:

Điểm sáng có thể coi là vật thật đối với một dụng cụ quang học nếu nó đứng trước dụng cụ quang học đó theo chiều truyền tia sáng hay là mặt ngoài cùng của dụng cụ quang học nhận được chùm tia phân kỳ xuất phát từ vật hoặc hình như xuất phát từ vật

Điểm sáng có thể coi là vật ảo đối với một dụng cụ quang học khi nó đứng sau các dụng cụ quang học đó theo chiều truyền tia sáng hoặc mặt ngoài cùng của dụng cụ quang học nhận được một chùm tia có đường kéo dài hội tụ tại một điểm (chỉ có ảnh thật của dụng cụ quang học thứ nhất dùng làm vật ảo cho dụng cụ quang học thứ hai)

$S'$  được coi là ảnh thật của  $S$  cho bởi dụng cụ quang học nếu các tia sáng xuất phát từ  $S$  sau khi phản xạ hoặc khúc xạ qua dụng cụ quang học đó gặp nhau tại  $S'$ . Ảnh thật có thể hứng được trên màn.

$S'$  được coi là ảnh ảo của  $S$  cho bởi dụng cụ quang học nếu các tia sáng xuất phát từ  $S$  sau khi phản xạ hoặc khúc xạ qua các dụng cụ quang học có đường kéo dài gặp nhau tại  $S'$ . Ảnh ảo không hứng được trên màn, ảnh thật là có thật còn ảnh ảo chỉ là quy ước, ảnh ảo chỉ tồn tại khi có mắt tham gia. Khi chùm sáng phản xạ từ gương hoặc khúc xạ qua thấu kính là một chùm sáng phân kỳ thì có ảnh ảo. Chùm sáng phân kỳ thì có thật, còn đường kéo dài của chùm tia phân kỳ thì thực tế là không có. Nhờ hệ thống quang học của mắt mà chùm tia phân kỳ được hội tụ và tạo thành ảnh thật trên võng mạc. Vì vậy mà mắt nhìn được ảnh ảo của vật sau dụng cụ quang học. Mắt có thể hứng được trên võng mạc ảnh thật cho bởi quang hệ. Tóm lại nếu có sự tham gia của mắt thì trên võng mạc của mắt luôn luôn có ảnh thật. Chú ý: khi ảnh nằm ở vô cực thì trong trường hợp này ta không vẽ ảnh được, nhưng các tia sáng từ ảnh đập vào mắt là song song. Hệ thống quang học của mắt sẽ hội tụ các tia sáng song song đó và cho một ảnh thật trên võng mạc.

## 2.3 Định luật phản xạ - Gương phẳng

### 2.3.1 Nội dung kiến thức

Đối với sách giáo khoa thuộc chương trình phân ban thì nội dung phần này được biên soạn dựa trên các nguyên tắc sau:

-Trình bày một cách tổng thể các tổng thể các kiến thức về quang hình học với các nội dung, nâng cao sự chặt chẽ trong việc thiết lập công thức và triển khai ứng dụng thực tế... phù hợp với chương trình phân ban.

-Tính kế thừa được quan tâm đến nhưng khối lượng kiến thức trình bày vẫn đảm bảo sự trọn vẹn về nội dung dạy học để học sinh dễ hệ thống hóa và nắm kiến thức. Những nội dung đã nghiên cứu ở cấp hai có thể để cho học sinh tự ôn lại, giáo viên chỉ cần nhắc qua và tập trung vào các điểm mới.

Nội dung hai định luật không phức tạp nhưng là cơ sở để hiểu được sự phản xạ tia sáng trên gương và khúc xạ qua lăng kính, qua bản mặt song song và thấu kính. Giáo viên cần phải giải thích được sự tạo thành ảnh và cách dựng ảnh qua các dụng cụ này.

Khái niệm ảnh ảo được tạo thành khi dạy học phân gương phẳng. Không nên khẳng định gương phẳng chỉ cho ảnh ảo mà cần phân tích: đối với vật thật thì gương phẳng cho ảnh ảo, đối với vật ảo thì gương phẳng cho ảnh thật, ảnh thật hay ảnh ảo đều bằng nhau và đối xứng nhau qua gương phẳng, nhưng không chồng khít nhau ví dụ ảnh của bàn tay phải là bàn tay trái. Gương phẳng là dụng cụ quang học có tính tương điểm tuyệt đối, tức là không cần thêm một điều kiện nào khác (ảnh của một điểm là một điểm). Các dụng cụ quang học khác chỉ có tính tương điểm nếu các điều kiện tương điểm được thỏa mãn.

### 2.3.2 Lưu ý khi dạy học

-Ta có thể hình thành khái niệm vật thật, vật ảo, ảnh thật, ảnh ảo bằng hai bài tập đơn giản sau:

Bài tập 1: Cho một chùm tia sáng cắt nhau tại S đến đập vào gương phẳng. Hãy vẽ chùm tia phản xạ xác định vị trí của ảnh S'.

Bài tập 2: Hai gương phẳng  $G_1$  và  $G_2$  đặt vuông góc với nhau. Xác định số ảnh của vật S có thể quan sát được.

## 2.4. Định luật khúc xạ và phản xạ toàn phần

### 2.4.1. Nội dung kiến thức

Hiện tượng khúc xạ ánh sáng chưa được khảo sát đầy đủ ở cấp hai nên ở đây cần được khảo sát kỹ lưỡng. Định luật khúc xạ ánh sáng được Descartes tìm ra vào thế kỷ 17. Nhà vật lý Hà Lan Snell cũng tìm ra định luật này nhưng dưới dạng góc nhỏ. Chính vì vậy mà trong các sách giáo khoa của Pháp thì gọi là định luật Descartes còn các sách giáo khoa in ở Anh thì gọi đó là định luật Snell.

Chúng ta chỉ nghiên cứu hiện tượng khúc xạ ở mặt phân cách là phẳng và cũng cần lưu ý cho học sinh rằng bên cạnh hiện tượng khúc xạ vẫn có hiện tượng phản xạ nếu mặt phân cách là phẳng. Hai hiện tượng này thường xảy ra đồng thời khi một tia sáng đập vào mặt phân cách của hai môi trường. Cường độ sáng của

hai tia này là khác nhau và thay đổi theo góc tới, nhưng sự phân chia năng lượng của tia phản xạ và tia khúc xạ vẫn tuân theo định luật bảo toàn năng lượng.

Hiện tượng khúc xạ ánh sáng gây ra do vận tốc truyền sóng của ánh sáng khác nhau trong các môi trường khác nhau. Bằng nguyên lý Huyghen người ta giải thích khi đập vào mặt phân cách vì vận tốc truyền khác nhau nên mặt đầu sóng đối phương do đó phương truyền của tia sáng bị gãy khúc tại mặt phân cách. Hiểu được điều này thì học sinh sẽ hiểu sâu sắc hơn hiện tượng khúc xạ và bản chất của khái niệm chiết suất. Ta có thể chứng minh được là:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

Trong đó  $v_1, v_2$  là vận tốc truyền ánh sáng trong môi trường 1 và 2,  $n_{21}$  là chiết suất tỷ đối của môi trường 2 đối với môi trường 1,  $n_1$  và  $n_2$  là chiết suất tuyệt đối của môi trường 1 và 2.

Chiết suất tuyệt đối của các môi trường trong suốt tỷ lệ nghịch với vận tốc truyền ánh sáng trong các môi trường đó.

Định luật khúc xạ ánh sáng được trình bày trong sách giáo khoa dưới dạng:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{const} = n_{21}$$

Ta có thể giới thiệu cho học sinh cách viết công thức định luật khúc xạ dưới dạng đối xứng cho dễ nhớ:

$$n_1 \cdot \sin i = n_2 \sin r$$

trong đó  $n_1$  và  $n_2$  là chiết suất tuyệt đối của môi trường 1 và 2

Dạng này có nhiều ưu điểm hơn dạng trình bày của sách giáo khoa nhất là khi cần thiết lập mối liên hệ về góc trong các môi trường có chiết suất biến thiên (phương pháp vi phân).

Ta có:

$$n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin i_2 = \dots n_n \sin i_n$$

Do đó:

$$n_0 \cdot \sin i_0 = n' \sin i'$$

Nếu trong trường hợp ánh sáng đi từ không khí vào môi trường hay ngược lại thì công thức sẽ viết rất đơn giản:

$$1 \cdot \sin i_{kk} = n_{mt} \cdot \sin r_{mt}$$

Ta cũng cần chú ý rằng, có thể áp dụng nguyên lý Fermat cho hiện tượng khúc xạ.

Khi nghiên cứu hiện tượng phản xạ toàn phần ta cần nhấn mạnh cho học sinh một số điểm sau:

-Điều kiện để có hiện tượng phản xạ toàn phần là ánh sáng phải truyền từ môi trường chiết quang hơn sang môi trường chiết quang kém ( $n_1 > n_2$ ) và góc tới phải lớn hơn góc tới giới hạn  $\sin i_{gh} = n_2/n_1$ .

- Ý nghĩa chữ toàn phần: Khi nghiên cứu hiện tượng khúc xạ vẫn có sự phản xạ đi kèm: phản xạ một phần. Khi thỏa mãn điều kiện thích hợp, ánh sáng khúc xạ không còn nữa, toàn bộ ánh sáng sẽ phản xạ ở mặt phân cách: ta có hiện tượng phản xạ toàn phần

#### 2.4.2. Lưu ý về mặt phương pháp

-Thí nghiệm này có thể thực hiện được dễ dàng do đó giáo viên nên dành thời gian để bố trí tiến hành thí nghiệm biểu diễn (xem sách giáo khoa phân ban A,B). Từ thí nghiệm ta phải rút ra được kết quả:

$$\sin i / \sin r = \text{const}$$

-Có thể sử dụng bài tập sau để tạo tình huống có vấn đề cho học sinh khi dạy học hiện tượng phản xạ toàn phần:

Cho một tia sáng truyền từ thủy tinh ra không khí. Chiết suất của thủy tinh là  $n=1,5$ . Hãy xác định các góc khúc xạ ứng với các góc tới sau:

$$1/ i_1=30^\circ \quad 2/ i_2 =41^\circ,18 \quad 3/ i_3 =60^\circ$$

Trong trường hợp thứ hai ta có góc khúc xạ bằng  $90^\circ$ , còn trong trường hợp thứ ba thì học sinh không tính được vì  $\sin r > 1$ . Về mặt vật lý, hiện tượng này có ý nghĩa gì khi góc tới lớn hơn góc tới giới hạn  $i_{gh}$ . Tia sáng trong trường hợp này sẽ như thế nào?. Đây chỉ là tạo tình huống có vấn đề để nghiên cứu hiện tượng phản xạ toàn phần chứ không phải để rút ra kết luận vì  $\sin r > 1$  cho nên sẽ không có tia khúc xạ. Nếu giảng theo kiểu rút ra kết luận thì phạm sai lầm về mặt phương pháp luận: hiện tượng tự nhiên mâu thuẫn với công cụ toán học mà ta đang sử dụng.

Khi giảng về hiện tượng phản xạ toàn phần ta đặt biệt lưu ý học sinh về cường độ chùm tia khúc xạ và chùm tia phản xạ. Cần phải làm cho học sinh thấy rằng khi tăng dần góc tới lên thì cường độ chùm tia phản xạ mạnh dần lên còn chùm tia khúc xạ yếu dần đi và sự thay đổi này tuân theo định luật bảo toàn năng lượng.

Khi tính góc tới giới hạn  $i_{gh}$  ( $\sin i_{gh} = n_2/n_1, n_2 > n_1$ ) học sinh thường lúng túng về  $n_1$  và  $n_2$ . Giáo viên có thể chỉ rõ:  $\sin i_{gh} = n_{nhỏ} / n_{lớn}$ .

Riêng hiện tượng phản xạ toàn phần, ta có thể tham khảo để thực hiện thí nghiệm sau:

Trước đây ta chiếu một chùm tia sáng phân kỳ rộng đi từ môi trường chiết quang lớn ra ngoài không khí rồi quan sát các phần của tia phản xạ và khúc xạ. Làm như vậy, học sinh khó nhận thấy hiện tượng phản xạ toàn phần. Trong sách giáo khoa hiện hành, ta chiếu một dải sáng hẹp vuông góc với mặt nước. Chùm tia phản xạ trên gương G trở lại mặt phân cách, tại đó ta quan sát các tia phản xạ và khúc xạ. So với các sách giáo khoa trước đây thì cách chiếu này cho phép ta điều khiển chùm sáng dễ dàng hơn. Mặt khác, vì đường đi của chùm tia tới đầu tiên đơn giản nên ta dễ dàng tập trung sự chú ý của học sinh vào hiện tượng chính cần quan sát. Tùy theo bình nước rộng hay hẹp mà ta đổ vào bình lớp nước nông hay sâu để có thể thực hiện được hiện tượng phản xạ toàn phần

## 2.5 Thấu kính

Thấu kính được nghiên cứu tiếp theo định luật khúc xạ ánh sáng. Sự truyền ánh sáng qua thấu kính theo sách giáo khoa chính là sự khúc xạ ánh sáng qua môi trường trong suốt giới hạn bởi hai mặt cầu hoặc một mặt cầu và một mặt phẳng. Kiến thức về thấu kính và sự truyền ánh sáng qua thấu kính là đặc biệt cần thiết trong phần quang hình học. Trên cơ sở các kiến thức này học sinh mới hiểu được các vấn đề thuộc về quang hệ và đặc biệt là hiểu được nguyên tắc và hoạt động các quang cụ.

Người ta phân biệt các thấu kính có phần ở giữa dày hơn phần ở rìa gọi là thấu kính hội tụ hay thấu kính lồi. Những thấu kính có phần ở giữa mỏng hơn phần ở rìa gọi là thấu kính phân kỳ hay thấu kính lõm. Các thấu kính hội tụ có tính chất hội tụ các tia sáng: tia ló khỏi thấu kính bao giờ cũng lệch về phía trục chính nhiều hơn so với tia tới. Ngược lại các thấu kính phân kỳ có tính chất phân tán các tia sáng, tia ló khỏi thấu kính lệch xa trục chính hơn so với các tia tới. Cần lưu ý cho học sinh rằng tính chất này của thấu kính chỉ đúng khi chiết suất của chất làm thấu kính lớn hơn chiết suất của môi trường chung quanh. Nếu ngược lại thì thấu kính lồi sẽ phân tán các tia sáng còn thấu kính lõm sẽ hội tụ các tia sáng.

Trong khi giới thiệu các khái niệm quan trọng như quang tâm, trục chính, trục phụ... của thấu kính cần nhấn mạnh:

-Các chùm sáng có màu khác nhau thì sẽ hội tụ ở những điểm khác nhau, còn chùm sáng trắng song song gần trục sẽ hội tụ hầu như ở một điểm.

-Tia sáng đi qua quang tâm coi như truyền thẳng vì ta chỉ xét những thấu kính mỏng, ở giữa thấu kính coi như là bản mặt song song.

-Đối với thấu kính hội tụ, tia sáng song song với trục nào thì sau khi qua thấu kính tia ló sẽ qua tiêu điểm nằm trên trục ấy.

-Đối với thấu kính phân kỳ, tia sáng song song với trục nào thì sau khi qua thấu kính sẽ có phương đi qua tiêu điểm ảo nằm trên trục đó.

## CHƯƠNG 11

**DẠY HỌC PHÂN CÁC TÍNH CHẤT CỦA ÁNH SÁNG****1. MỞ ĐẦU*****1.1 Cấu tạo chương trình***

Theo quan niệm hiện đại ánh sáng không những có tính chất sóng mà còn có tính chất hạt. Các tính chất này thể hiện khi có sự tương tác của ánh sáng với chất.

Việc nghiên cứu các tính chất của ánh sáng đưa học sinh tới các kết luận quan trọng: ánh sáng truyền với vận tốc giới nội, ánh sáng có năng lượng xung lượng, khối lượng và gây nên áp suất tại các mặt hấp thụ và phản xạ. Các kết luận này có nghĩa giáo dục to lớn.

Các kiến thức về quang lý được vận dụng rộng rãi trong thực tế: phân tích quang phổ, kiểm tra phẩm chất các bề mặt mài nhẵn bằng phương pháp giao thoa: sử dụng hiệu ứng quang điện vào việc tự động hóa, ứng dụng phát quang để chế tạo các nguồn ánh sáng mới và phân tích huỳnh quang. Các ứng dụng này rõ ràng là có ý nghĩa giáo dục kỹ thuật tổng hợp.

Các tính chất của ánh sáng thường được chia thành những nhóm vấn đề gắn với bản chất của ánh sáng các hiện tượng giao thoa, nhiễu xạ, phân cực ánh sáng, tán sắc, tán xạ ánh sáng, hiệu ứng quang điện, tác dụng hóa học của ánh sáng phát quang, áp suất ánh sáng.

Giao thoa ánh sáng là hiện tượng chứng tỏ trực tiếp bản chất sóng của ánh sáng. Nó nêu ra giới hạn của định luật về tính độc lập của các chùm tia sáng. Khi nghiên cứu một bức xạ nào mà phát hiện được hiện tượng giao thoa của bức xạ có thể kết luận ngay bức xạ có bản chất sóng.

Hiện tượng nhiễu xạ cũng khẳng định bản chất sóng của ánh sáng, nó cũng nêu ra giới hạn áp dụng của định luật truyền thẳng ánh sáng.

Hiện tượng phân cực ánh sáng chứng tỏ bản chất ngang của ánh sáng. Cũng như sóng điện từ sóng ánh sáng là sóng ngang.

Vì lý do thời gian trong sách giáo khoa vật lý lớp 12 phổ thông hiện nay về nhóm hiện tượng này người ta chỉ nghiên cứu hiện tượng giao thoa ánh sáng bằng thí nghiệm khe Young.

Tiếp theo, giáo trình nghiên cứu phổ ánh sáng. Phổ của bức xạ là một trong những đặc trưng cơ bản của bức xạ. Người ta nghiên cứu quang phổ bằng máy quang phổ lăng kính hay cách tử nhiễu xạ.

Khái niệm quang phổ ngày nay được sử dụng rộng rãi không phải chỉ áp dụng cho ánh sáng khả kiến mà còn cho tất cả các dạng bức xạ điện từ sóng vô tuyến đến tia gamma.

Việc nghiên cứu hiện tượng tán sắc, phổ vào sự phân bố năng lượng trong phổ có một vị trí quan trọng trong phần quang lý. Ở đây cần cho học sinh làm quen với các dạng khác nhau của phổ liên tục, phổ vạch, phổ phát xạ và phổ hấp thụ. Hiểu biết về phổ vạch là cần thiết để nghiên cứu sự hấp thụ và bức xạ ánh sáng bởi nguyên tử.

Phần phổ của ánh sáng được kết thúc bằng bài kết luận về thang sóng điện từ

## II. PHÂN TÍCH NỘI DUNG KIẾN THỨC

### 2.1 *Giao thoa ánh sáng*

#### 2.1.1 Nội dung kiến thức

##### 2.1.1.1 Điều kiện để có giao thoa

Khi có hai sóng gặp nhau thì bao giờ cũng có hiện tượng tổng hợp sóng nhưng chỉ có hiện tượng giao thoa khi hai sóng đó là sóng kết hợp. Vậy hai sóng kết hợp là hai sóng thỏa điều kiện nào?

Ta đã biết tại mỗi thời điểm của môi trường khi có hai sóng có tần số bằng nhau đồng thời truyền đến thì dao động tại điểm đó là dao động tổng hợp của hai sóng có cường độ là:

$$I = I_1 + I_2 + 2 I_1 I_2 \cos \Delta \varphi$$

$I_1$  và  $I_2$  là cường độ của hai sóng thành phần,  $\Delta \varphi$  là hiệu số pha của hai sóng có giá trị khác nhau tại những điểm khác nhau. Tại một điểm nếu  $\Delta \varphi$  thay đổi theo thời gian thì cường độ sóng cũng thay đổi theo thời gian và do đó cường độ sóng trung bình  $I = I_1 + I_2$ . Nếu tại các điểm bất kỳ nào  $\Delta \varphi$  cũng thay đổi theo thời gian thì tại vùng hai sóng gặp nhau điểm nào cũng có cường độ sóng trung bình là

$$I = I_1 + I_2$$

Khi  $\Delta \varphi$ , hiệu số pha của hai sóng, tại mỗi điểm không thay đổi theo thời gian thì cường độ sáng ở đó cũng không thay đổi theo thời gian. Nhưng nếu  $\Delta \varphi = 2n\pi$  thì cường độ sóng của sóng tổng hợp  $I = 2I_1$ , và nếu  $\Delta \varphi = (2n+1)\pi$  thì cường độ của sóng tổng hợp  $I$  sẽ bằng không. Từ đó ta thấy rằng khi hai sóng gặp nhau không những chúng tăng cường cho nhau mà còn làm yếu nhau có khi làm triệt

tiêu lẫn nhau. Hiện tượng đó ta gọi là hiện tượng giao thoa ánh sáng. Hai nguồn phát sóng đó là hai nguồn kết hợp.

Vậy hai sóng kết hợp là hai sóng có cùng tần số và có hiệu số pha ban đầu của chúng không thay đổi theo thời gian (pha ban đầu của chúng có thể có giá trị tùy ý). Nếu hai sóng có độ kết hợp càng cao thì vân giao thoa càng rõ nét và càng dễ quan sát. Rõ ràng chỉ có những sóng ánh sáng đơn sắc mới thỏa mãn yêu cầu ở trên còn bất kỳ một nguồn sáng thông thường nào hay hai phần khác nhau của một nguồn sáng (trừ lade) đều là không phải là nguồn kết hợp cho nên sẽ không có hiện tượng giao thoa. Sở dĩ như vậy là vì do cơ chế phát xạ của các phân tử, phân tử cấu tạo nên nguồn sáng. Theo lý thuyết, thời gian phát sáng của phân tử hay nguyên tử là  $t_0 \cong 10^{-8}$  s, trong khoảng thời gian này nguyên tử ở trạng thái kích thích sẽ giải phóng năng lượng dưới dạng ánh sáng, rồi trở về trạng thái bình thường. Sau một khoảng thời gian nào đó nguyên tử này lại có thể bị kích thích và bắt đầu lại phát sáng. Vì vậy ánh sáng do các nguyên tử phát ra là những xung ngắn riêng rẽ và được gọi là những đoàn sóng. Với các nguồn sáng thông thường thì thời gian phát sáng vào khoảng  $t_0 \cong 10^{-8}$  s, vận tốc ánh sáng cỡ  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s do đó chiều dài đoàn sóng truyền trong chân không cỡ  $l = c \cdot t_0 = 3 \cdot 10^8 \cdot 10^{-8} = 3$  m. Độ dài đoàn sóng còn được gọi là độ dài kết hợp. Nếu các đoàn sóng như thế lại do cùng một nguyên tử phát ra ở các thời điểm khác nhau thì pha ban đầu của chúng thay đổi một cách hỗn loạn từ lần phát xạ này đến lần phát xạ khác. Chính vì vậy mà những đoàn sóng này là những sóng không kết hợp. Cũng như vậy hai đoàn sóng sẽ không phải là kết hợp nếu chúng được phát ra từ hai nguyên tử khác nhau của cùng một nguồn sáng. Tóm lại, các sóng ánh sáng do các nguồn sáng thông thường phát ra là không kết hợp. Muốn tạo ra được hai sóng kết hợp từ một nguồn sáng thông thường người ta phải tìm cách tách đoàn sóng phát ra cùng một nguyên tử thành hai đoàn sóng bằng cách cho chùm sáng ban đầu phản xạ trên hai gương phẳng (gương Fresnel), hay khúc xạ qua hai lăng kính (lưỡng lăng kính), hoặc đi qua hai khe hẹp nằm gần nhau (khe Young). Sau đó nếu ta cho hai sóng kết hợp này truyền theo hai con đường khác nhau, và cho chúng gặp nhau thì ta sẽ có hiện tượng giao thoa ánh sáng. Tuy nhiên khi đó hiện tượng giao thoa chỉ xảy ra khi hiệu quang trình  $\Delta$  (hiệu đường đi) của hai sóng kết hợp phải nhỏ hơn độ dài  $l$  kết hợp của đoàn sóng. Thực vậy, khi hiệu quang trình  $\Delta \ll l$ , nghĩa là hai đoàn sóng tách ra từ một đoàn sóng ban đầu (phát ra từ một nguyên tử hay một phân tử của một nguồn sáng) khi gặp lại nhau gần như chồng lên nhau thì hình ảnh giao thoa sẽ rõ nét, khi  $\Delta \approx l$  thì hai đoàn sóng chồng lên nhau một phần thì hình ảnh giao thoa sẽ mờ đi. Và cuối cùng, khi  $\Delta > l$  thì hai đoàn sóng nối đuôi nhau và hình ảnh giao thoa sẽ biến mất. Như vậy độ dài của đoàn sóng xác định giá trị cực đại của hiệu quang trình để còn có thể xảy ra hiện tượng giao thoa ánh sáng.

Ngày nay với các máy phát lade thì ánh sáng phát ra từ các máy phát này có độ kết hợp (và độ đơn sắc) rất cao (độ dài đoàn sóng rất lớn), cho nên chỉ cần hai

lade có cùng tần số là ta có thể quan sát hiện tượng giao thoa dù hiệu quang trình có giá trị lớn.

### 2.1.1.2 Độ đơn sắc của ánh sáng

Vì sự bức xạ của nguyên tử và phân tử trong nguồn sáng lại xảy ra trong một khoảng thời gian hữu hạn  $t_0$  nên bức xạ của nguồn sáng sẽ không phải là tuyệt đối đơn sắc (có một tần số hoàn toàn xác định) và bức xạ đó là một tập hợp các sóng hình sin có độ dài vô hạn với những tần số là một bội số của một tần số nào đó. Tính không đơn sắc của bức xạ còn do nhiều nguyên nhân khác. Trước hết là do nguồn sáng chứa một số lớn nguyên tử, phân tử ở trạng thái nhiệt hỗn độn, và ánh sáng do chúng phát ra có thể có tần số khác nhau, do đó bức xạ toàn phần của nguồn ánh sáng là không đơn sắc. Mặt khác, hiệu ứng Doppler, sự tương tác giữa các nguyên tử, phân tử trong nguồn sáng cũng là nguyên nhân làm cho bức xạ không đơn sắc. Mặc dù vậy, khái niệm về bức xạ đơn sắc vẫn là cần thiết. Ta hiểu bức xạ đơn sắc là bức xạ có một tần số hoàn toàn xác định và có biên độ không đổi. Màu sắc của bức xạ được xác định bởi tần số, chứ không phải là bước sóng. Độ đơn sắc của ánh sáng có ảnh hưởng đến hình giao thoa. Giả sử ánh sáng là không đơn sắc, nghĩa là ánh sáng có chứa một nhóm các sóng có bước sóng (hay tần số) với giá trị gần bằng nhau  $\lambda, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda + \Delta\lambda$ ;  $\Delta\lambda$  là bề rộng lớn nhất của quang phổ ánh sáng còn cho phép ta quan sát được hình giao thoa, còn gọi là độ đơn sắc của ánh sáng. Khi đó điều kiện để không còn quan sát được sự giao thoa ánh sáng sẽ là vân sáng bậc  $k$  của bước sóng  $\lambda + \Delta\lambda$  trùng với vân sáng bậc  $k+1$  của bước sóng  $\lambda$ :

$$x_k(\lambda + \Delta\lambda) = x_{k+1}(\lambda)$$

$$\text{suy ra } k(\lambda + \Delta\lambda) = (k+1)\lambda$$

$$\text{hay } k\Delta\lambda = \lambda$$

$$k = \lambda / \Delta\lambda$$

Như vậy bậc giao thoa  $k$  (hay số vân giao thoa quan sát được) phụ thuộc vào độ đơn sắc  $\Delta\lambda$  của ánh sáng. Nếu  $\Delta\lambda$  tăng dần lên tức là ánh sáng không được đơn sắc lắm, thì  $k$  giảm, nghĩa là số vân giao thoa quan sát được sẽ giảm đi. Nếu  $\Delta\lambda < \lambda / k$  thì hình ảnh giao thoa còn quan sát được; còn nếu  $\Delta\lambda > \lambda / k$  thì không quan sát được vân giao thoa nữa. Đối với ánh sáng đơn sắc  $\Delta\lambda = 0$  thì  $k = \infty$  nghĩa là số vân giao thoa quan sát được sẽ rất lớn. Như vậy, sự không đơn sắc của bức xạ làm cho hình giao thoa kém đi.

### 2.1.1.3 Ảnh hưởng của kích thước nguồn ánh sáng đến hình giao thoa

Nếu ta tăng dần kích thước của nguồn ánh sáng, mở rộng dần khe sáng  $S$  trong thí nghiệm Young chẳng hạn thì mỗi dải rất hẹp trên chiều rộng của khe sáng sẽ cho ta một hệ vân giao thoa riêng, và tổng hợp tất cả các hệ vân này sẽ cho một sự phân bố cường độ sáng tại các điểm khác nhau trên màn quan sát. Thí

thực nghiệm chứng tỏ rằng khi độ rộng  $b$  của khe sáng  $S$  vượt qua một giới hạn  $b_0$  nào đó thì không còn quan sát được vân giao thoa trên màn nữa. Để có thể ước tính giá trị của  $b_0$ , (giả sử hai khe  $S_1$  và  $S_2$  trong thí nghiệm Young là hẹp, còn khe  $S$  có độ rộng  $b$ ) ; ta chia  $S$  thành hai khe hẹp có hai tâm  $K_1$  và  $K_2$  cách nhau  $K_1K_2 = b/2$ . Mỗi khe cho trên màn quan sát  $E$  một hệ vân. Hai vân sáng chính giữa  $O_1$  và  $O_2$  của hai hệ vân này cách nhau một khoảng  $\Delta x$ . Từ hình vẽ ta có:

$$O_1O_2 = \Delta x = K_1K_2 \cdot D/l \quad \Delta x = b D / 2l$$

với  $l$  là khoảng cách từ nguồn  $S$  đến mặt phẳng chứa hai khe  $S_1, S_2$ , còn  $D$  là khoảng cách từ  $S_1, S_2$  đến màn  $E$ . Nếu  $\Delta x$  đúng bằng nửa khoảng vân  $i$  ( $i = \lambda D / a$ ) thì vân tối của hệ vân này sẽ trùng với vân sáng của hệ vân kia và hình giao thoa trên màn  $E$  sẽ hoàn toàn biến mất. Vì vậy muốn còn quan sát được hình ảnh giao thoa  $\Delta x$  phải nhỏ hơn  $i/2$ .  $\Delta x$  càng nhỏ tức là khe  $S$  càng hẹp thì càng dễ quan sát các vân giao thoa. Thực nghiệm cho thấy muốn quan sát được các vân giao thoa một cách dễ dàng thì phải có:

$$\Delta x \leq i/4$$

$$\text{hay } b D / 2l \leq \lambda D / 4a$$

$$b \leq \lambda l / 2a$$

$$\text{Suy ra } b_0 = \lambda l / 2a$$

### 2.1.2. Lưu ý trong dạy học

Cũng như sách giáo khoa hiện hành, sách giáo khoa vật lý lớp 12 ban (A,B) trình bày thí nghiệm Young về hiện tượng giao thoa ánh sáng bởi vì thí nghiệm này dễ tiến hành biểu diễn trên lớp cũng như thực hiện đồng loạt cho các em. Học sinh có thể chính mình trông thấy vân giao thoa chứ không phải nhờ vào trí tưởng tượng của bản thân họ. Chỉ có một điều hơi khó khăn là các em phải thừa nhận là ánh sáng chiếu lên các khe làm cho các khe trở thành các nguồn phát sóng ánh sáng lan truyền tiếp về phía sau.

Sau khi nêu lên cách giải thích đã trình bày trong sách giáo khoa giáo viên cần nhắc lại một kết luận quan trọng: Hiện tượng giao thoa là một bằng chứng thực nghiệm quan trọng khẳng định ánh sáng có tính chất sóng. Hiện tượng giao thoa có thể xảy ra với quá trình sóng có bản chất bất kỳ và khi khảo sát một quá trình bất kỳ, nếu ta phát hiện được sự giao thoa thì quá trình ấy là quá trình sóng.

Cần cho học sinh chú ý: vị trí của vân sáng là chỗ sáng nhất của vân (từ vị trí đó của vân độ sáng sẽ giảm dần cho đến bằng không tại vị trí vân tối).

### 2.2 Sự tán sắc ánh sáng

Theo nghĩa rộng, sự phân giải một chùm sáng nhiều thành phần thành một phổ gồm nhiều thành phần đơn sắc khác nhau gọi là sự tán sắc. Như vậy, có thể có sự tán sắc do khúc xạ, tán sắc do giao thoa và tán sắc do nhiễu xạ. Tuy nhiên,

nhiều tác giả, nhất là các tác giả sách vật lý đại cương, chỉ chấp nhận định nghĩa hẹp của hiện tượng tán sắc: sự tán sắc ánh sáng là hiện tượng phụ thuộc của chiết suất tuyệt đối  $n$  của môi trường trong suốt vào tần số ánh sáng. (hoặc vào bước sóng ánh sáng trong chân không).

$$n = f(\lambda) = \varphi(\omega) \text{ với } \lambda = c/n.$$

Vì vậy, trong sách giáo khoa, chúng ta không đưa ra một định nghĩa về hiện tượng tán sắc ánh sáng, mà chỉ đưa ra một khái niệm sơ lược về hiện tượng này thông qua tác dụng của một lăng kính đối với một chùm ánh sáng trắng "sự tán sắc ánh sáng là sự phân tích bằng một lăng kính chẳng hạn một chùm ánh sáng trắng (ánh sáng phức tạp) thành các chùm ánh sáng đơn sắc" sách giáo khoa phân ban A; đồng thời sách giáo khoa cũng có không ý định mở rộng khái niệm này đối với học sinh phổ thông bậc trung học.

Theo thuyết electron cổ điển về sự tán sắc ánh sáng, hiện tượng này xảy do sự tương tác của ánh sáng với các hạt mang điện cấu tạo nên môi trường. Trong trường điện từ xoay chiều của sóng ánh sáng, các điện tích này sẽ thực hiện các dao động cưỡng bức. Biên độ của dao động cưỡng bức phụ thuộc vào hiệu  $(v-v_0)$  giữa tần số ánh sáng kích thích  $v$  và tần số dao động riêng  $v_0$  của điện tích. Đối với ánh sáng nhìn thấy được ( $v \sim 10^{15}$  Hz) thì chỉ có electron vành ngoài, có liên kết yếu nhất với các nguyên tử, ion hay phân tử, mới có những dao động cưỡng bức đáng kể. Những electron này gọi là electron các electron quang học.

Dao động của các electron quang học kéo theo sự thay đổi momen lưỡng cực điện của phân tử và do đó, sự thay đổi của độ phân cực điện, độ điện thẩm hằng số điện môi. Mặt khác, chiết suất của môi trường lại có liên quan đến hằng số điện môi  $n = \sqrt{\epsilon\mu}$ . Như vậy, ta đã giải thích được một cách gián tiếp sự phụ thuộc của chiết suất của môi trường suốt vào tần số của ánh sáng kích thích.

Đi sâu hơn nữa vào cơ chế truyền sóng điện từ trong môi trường, ta thấy khi các electron quang học dao động cưỡng bức thì chúng phát ra các sóng điện từ thứ cấp. Vì khoảng cách trung bình giữa các phân tử của môi trường rất nhỏ, so với chiều dài của một đoàn sóng, nên những sóng thứ cấp do các electron quang học nằm trong một số rất lớn phân tử cạnh nhau là kết hợp với nhau và kết hợp với sóng sơ cấp. Do đó, khi gặp nhau, chúng sẽ giao thoa với nhau. Kết quả của sự giao thoa phụ thuộc vào sự tương quan biên độ và pha của các sóng thành phần. Trong môi trường đồng tính và đẳng hướng về quang học, theo các phương khác với phương truyền sóng sơ cấp thì các sóng thứ cấp triệt tiêu lẫn nhau, chỉ còn lại sóng truyền theo phương truyền của sóng sơ cấp.

Đồng thời, sóng tổng hợp cứ chậm pha dần, tức là vận tốc pha của sóng giảm đi so với trường hợp truyền trong chân không. Vận tốc pha này rõ ràng phụ thuộc vào tần số của ánh sáng kích thích.

Tóm lại trong hiện tượng tán sắc ta cần lưu ý học sinh những điểm sau:

- Ánh sáng có màu khác nhau đi qua lăng kính thì lệch đi những góc khác nhau, ánh sáng tím bị lệch nhiều nhất, ánh sáng đỏ bị lệch ít nhất, giữa hai màu này là tất cả các màu khác của quang phổ.

- Tuy cùng một chất nhưng chiết suất của nó không giống nhau đối với các ánh sáng thấy được. Chiết suất của một chất đối với ánh sáng đơn sắc bằng tỉ số giữa vận tốc ánh sáng truyền trong chân không  $c$  và vận tốc của ánh sáng truyền trong chất đó  $v$ .

$$n = c/v \text{ hay } n = \lambda_0 T / \lambda T = \lambda_0 / \lambda$$

Vậy ánh sáng đơn sắc khi truyền từ môi trường này sang môi trường khác tần số không thay đổi, còn bước sóng có thể thay đổi, màu sắc được xác định bằng tần số chứ không phải bằng bước sóng cho nên khi ánh sáng truyền qua những môi trường khác nhau thì nó vẫn không thay đổi màu

PHẦN PHỤ LỤC

## **TỔ CHỨC DẠY HỌC VẬT LÝ THEO TINH THẦN ĐỔI MỚI HIỆN NAY**

Để tổ chức dạy học những kiến thức cụ thể theo hướng tổ chức các hoạt động học tập cho học sinh, thì khâu quan trọng đầu tiên là soạn giáo án, tức là thiết kế bài dạy học.

### **1. Quan niệm về thiết kế bài dạy học**

Thiết kế bài dạy học là công việc quan trọng của giáo viên trước khi tổ chức hoạt động học tập của học sinh ở trên lớp, bao gồm việc nghiên cứu chương trình, sách giáo khoa và tài liệu tham khảo để xác định mục tiêu dạy học, lựa chọn kiến thức cơ bản, dự kiến các hoạt động học tập cụ thể, xác định các hình thức tổ chức dạy học và các phương pháp, phương tiện dạy học thích hợp, xác định hình thức củng cố, vận dụng tri thức đã học ở bài vào việc tiếp nhận kiến thức mới hoặc vận dụng vào trong thực tế cuộc sống.

Sản phẩm của việc thiết kế bài dạy học bao gồm giáo án và toàn bộ những suy nghĩ về quá trình dạy học sẽ diễn ra trong tiết học sắp đến. Một loại hình thiết kế được thể hiện ở ngay trên giấy.

Giáo án được xem như là bản kế hoạch dạy học của giáo viên. Về mặt hình thức, giáo án là một bài soạn cụ thể của giáo viên, được trình bày bằng những đề mục, câu chữ ngắn gọn, rõ ràng theo một trình tự hợp lý và hình thức đặc trưng của giáo án. Trong giáo án không thể hiện được cảm xúc, tư tưởng, tình cảm của người dạy và người học. Giáo án cũng không thể trình bày hết những dự kiến, cũng như cách ứng xử của người dạy. Chính đó là điểm phân biệt rõ rệt giữa giáo án và thiết kế bài dạy học. Về mặt khái niệm, giáo án là một bản kế hoạch cụ thể, còn thiết kế bài dạy học là một hoạt động đa diện, phức tạp, tốn nhiều công sức, trí tuệ của giáo viên, Tất cả những chuẩn bị, dự kiến, hình dung hoạt động thiết kế không được trình bày hết ở giáo án và ngược lại, giáo án chỉ thể hiện những sản phẩm cụ thể, rõ ràng của hoạt động thiết kế. Giáo án là một trong những sản phẩm của hoạt động thiết kế bài dạy học được thể hiện bằng vật chất trước khi bài dạy học được tiến hành.

## 2. Các bước thiết kế bài dạy học

Bất kỳ người giáo viên nào khi tiến hành thiết kế bài dạy học đều suy nghĩ, tính toán, cân nhắc kỹ lưỡng các câu trả lời cho bốn câu hỏi sau đây:

- a. Học xong bài này, học sinh cần biết hoặc biết làm cái gì? (xác định mục tiêu)
- b. Dạy cái gì? (xác định nội dung)
- c. Dạy như thế nào? (lựa chọn hình thức tổ chức và phương pháp dạy học)

d. Giúp học sinh củng cố và bước đầu vận dụng kiến thức vừa tiếp nhận được như thế nào? (củng cố và ra bài tập về nhà).

Tương ứng với các câu hỏi trên, có các nhiệm vụ cụ thể được thực hiện theo một qui trình thích hợp, bao gồm các bước sau:

1. Xác định mục tiêu bài dạy học
2. Lựa chọn kiến thức cơ bản, cấu trúc kiến thức cơ bản theo định hướng thích hợp
3. Phân chia các hoạt động học tập cụ thể
4. Xác định các hình thức tổ chức dạy học
5. Xác định các phương pháp dạy học
6. Xác định hình thức củng cố và tập vận dụng các kiến thức mà học sinh vừa tiếp nhận, giao nhiệm vụ về nhà.

Mỗi bước có các kỹ thuật thực hiện nhất định theo quan điểm dạy học đề cao vai trò chủ thể nhận thức của học sinh.

### 2.1. Xác định mục tiêu bài dạy học

*ý nghĩa của việc xác định mục tiêu bài dạy học*

Mục tiêu (objective) là cái đích cần phải đạt tới sau mỗi bài học, do chính giáo viên đề ra để định hướng hoạt động dạy học.

Mục tiêu giống mục đích ở chỗ đều là cái đề ra nhằm đạt tới, nhưng chúng khác nhau cơ bản:

- Mục đích (aim) là mục tiêu khái quát, dài hạn. Ví dụ: mục đích của chương trình trung học phổ thông

- Mục tiêu (objective) là mục đích ngắn hạn, cụ thể. Ví dụ: mục tiêu của một bài dạy học.

Như vậy mục đích quy định mục tiêu. Mục đích chung của chương trình quy định mục tiêu cụ thể của các chương, bài cụ thể ở lớp.

Bất kỳ một hoạt động nào cũng cần phải đề ra mục tiêu. Nhờ vậy, hoạt động mới có định hướng đúng, tổ chức phù hợp và kết quả mới được đánh giá rõ ràng. Hoạt động dạy học cũng phải đạt đến những mục tiêu nhất định trong từng bài, từng chương, trong suốt cả quá trình. Xác định mục tiêu đúng, cụ thể mới có căn cứ để tổ chức hoạt động dạy học khoa học và đánh giá khách quan, lượng hóa kết quả dạy học.

*Các nguyên tắc của việc xác định mục tiêu*

a. Mục tiêu phải phản ánh được mục đích giáo dục của nhà trường Việt Nam nói chung, mục đích của chương trình ở cấp học, lớp học.

b. Mục tiêu phải phù hợp với lý luận dạy học hiện đại, cụ thể hóa vào bài dạy nguyên lý, quan điểm, nguyên tắc, tư tưởng về phương pháp dạy học và giáo dục nói chung.

c. Mục tiêu phải xác định rõ, có thể đo được mức độ hoàn thành của học sinh, tránh viết chung chung, thiếu cụ thể.

Trong dạy học hướng tập trung vào học sinh, thông thường mục tiêu phải chỉ rõ học xong bài, học sinh đạt được cái gì. Ở đây là mục tiêu học tập (learning objectives) chứ không phải là mục tiêu dạy học (teaching objectives).

d. Mục tiêu là cái đích của bài học cần đạt tới một cách cụ thể, chứ không phải đơn thuần là chủ đề.

e. Mục tiêu không phải chỉ ra tiến trình bài học mà phải chỉ rõ sản phẩm của bài học.

g. Các mục tiêu cụ thể được ghi rõ phân cách nhau để tiện cho việc đánh giá kết quả bài học.

h. Mỗi mục tiêu cụ thể nên diễn đạt bằng một động từ để xác định rõ mức độ học sinh phải đạt bằng hành động. Phù hợp với viết mục tiêu chung là các động từ như “nắm được”, “hiểu được”. Để viết mục tiêu cụ thể, nên dùng các động từ như: phân tích, so sánh, liên hệ, tổng hợp, chứng minh, đo đạc, tính toán, quan sát, lập được, vẽ được, thu thập, áp dụng...

Mục tiêu được đề ra nhằm vào việc đảm bảo thực hiện nhiệm vụ. Liên quan với 3 nhiệm vụ cơ bản của lý luận dạy học, bài học thường có các mục tiêu về kiến thức, kỹ năng, thái độ.

Theo B.Bloom, nhóm mục tiêu nhận thức có 6 mức độ từ thấp đến cao:

- Biết: nhận biết, ghi nhớ, tái hiện, định nghĩa khái niệm.
- Hiểu: thông báo, thuyết minh, tóm tắt, thông tin, giải thích, suy rộng.
- ử dụng: vận dụng kiến thức vào tình huống mới.

- Phân tích: nhận biết các bộ phận của một tổng thể, so sánh, phân tích, đối chiếu, phân loại.
- Tổng hợp: tập trung các bộ phận thành một tổng thể thống nhất, lập kế hoạch, dự đoán.
- Đánh giá: khả năng đưa ra ý kiến về một vấn đề.

*Danh sách các động từ thường dùng để viết các mục tiêu nhận thức:*

- Biết: định nghĩa, mô tả, nhớ lại, gọi tên, kể ra, viết, kể lại, phát biểu
- Hiểu: giải thích, minh họa, phân biệt, so sánh, chỉ ra
- ử dụng: sử dụng, chứng minh, vận dụng, hoàn thiện
- Phân tích: phân tích, phân biệt, phân loại, tìm ra
- Tổng hợp: giảng giải, tạo nên, kết hợp, thiết kế, tổ chức
- Đánh giá: chọn, phê phán, quyết định, đánh giá, xác định, bảo vệ

*Cách xác định mục tiêu*

Đọc kỹ sách giáo khoa, kết hợp với các tài liệu tham khảo để tìm hiểu nội dung của mỗi mục trong bài và cái đích cần đạt tới của mỗi mục. Trên cơ sở đó xác định đích cần đạt tới của cả bài về kiến thức, kỹ năng, thái độ. Đó chính là mục tiêu của bài.

## **2.2. Lựa chọn kiến thức cơ bản của bài dạy học, xác định đúng những nội dung trọng tâm, trọng điểm của bài, cấu trúc các kiến thức cơ bản theo ý định dạy học**

2.2.1. Những nội dung đưa vào chương trình và sách giáo khoa phổ thông được chọn lọc từ khối lượng tri thức đồ sộ của khoa học bộ môn, sắp xếp theo logic khoa học và logic sư phạm, đảm bảo tính khoa học, tính thực tiễn, tính giáo dục, tính phổ thông của chương trình. Tuy nhiên trong thực tế quá trình dạy học, đã có nhiều mâu thuẫn xuất hiện giữa:

- Khối lượng tri thức phong phú và thời gian tiết lên lớp có hạn (45 phút) với nhiều nhiệm vụ đa dạng.
- Yêu cầu đảm bảo tính khoa học và đảm bảo tính vừa sức đối với học sinh.
- Yêu cầu đảm bảo sự linh hoạt kiến thức vững chắc với sự phát triển toàn diện những năng lực nhận thức của học sinh...

Nhiều giáo viên đã rơi vào hai cực của việc dạy học: một số tham lam, ôm đồm kiến thức, làm cho tiết học nặng nề đối với học sinh; ngược lại một số khác rơi vào cực kia - quá “tóm lược” sách giáo khoa, không bảo đảm truyền thụ đầy

đủ cho học sinh các kiến thức cần thiết. Kiến thức cơ bản là những kiến thức vạch ra được bản chất của sự vật hiện tượng.

2.2.2. Chọn đúng các kiến thức cơ bản của một bài dạy học là công việc khó, phức tạp. Để chọn đúng kiến thức cơ bản của một bài dạy học, cần phải quan tâm đến các điểm sau:

- Nắm vững đối tượng và nhiệm vụ nghiên cứu của bộ môn. Do tính tổng hợp cao của khoa học bộ môn mà nội dung tri thức liên quan đến hàng loạt ngành khoa học khác.

- Bám sát vào chương trình dạy học và sách giáo khoa bộ môn. Đây là điều bắt buộc tất yếu vì sách giáo khoa là tài liệu dạy học và học tập chủ yếu; chương trình là pháp lệnh cần phải tuân theo. Căn cứ vào đó để lựa chọn kiến thức cơ bản là nhằm đảm bảo tính thống nhất của nội dung dạy học trong toàn quốc. Mặt khác, các kiến thức trong sách giáo khoa đã được qui định để dạy cho học sinh. Do đó, chọn kiến thức cơ bản là chọn kiến thức ở trong đó chứ không phải là ở tài liệu nào khác.

Nắm vững chương trình và sách giáo khoa, ngoài nắm vững nội dung từng chương, từng bài, giáo viên phải có cái nhìn khái quát chung toàn bộ chương trình và mối liên hệ “móc xích” giữa chúng để thấy tất cả các mối liên quan và sự kế tiếp. Do đó mới xác định đúng đắn những vấn đề, khái niệm... cần giảng kỹ, cần đi sâu, cần bổ sung vào hoặc giảm bớt đi được mà không có hại đến toàn bộ hệ thống kiến thức, trên cơ sở đó chọn lọc các kiến thức cơ bản.

Tuy nhiên, để xác định được đúng kiến thức cơ bản mỗi bài thì cần phải đọc thêm tài liệu, sách báo tham khảo để mở rộng hiểu biết về vấn đề cần dạy học và tạo khả năng chọn đúng kiến thức cơ bản. Đồng thời “muốn chọn lọc cái không nhiều, cái quan trọng thường cần phải học tập rất nhiều (hầu như tất cả mọi thứ) và không phải chỉ học tập mà còn phải hiểu biết khá sâu sắc nữa”. Điều đáng chú ý là: khi nghiên cứu nội dung sách giáo khoa, giáo viên không chỉ dừng lại ở nội dung bài khóa mà phải nghiên cứu các bảng số liệu thống kê, tranh ảnh, câu hỏi và bài tập trong sách giáo khoa với tư cách là một thành phần của nội dung bài giảng.

- Phải hết sức quan tâm đến trình độ học sinh (tức là chú ý đến đối tượng dạy học). Cần phải biết học sinh đã nắm vững cái gì, dựa vào kiến thức của các em để cân nhắc lựa chọn kiến thức cơ bản của bài giảng, xem kiến thức nào cần bổ sung, cải tạo hoặc cần phát triển, đi sâu hơn.

2.2.3. Để lựa chọn kiến thức cơ bản của bài dạy học bộ môn phổ thông, có thể sử dụng một phương pháp theo qui trình các bước sau đây:

- a. Tìm mục đích, yêu cầu của bài dạy học và của từng phần trong bài

b. Xác định các nội dung chủ yếu của bài, của từng phần trong bài (hay còn gọi là “khoanh vùng” kiến thức cơ bản).

c. Chọn lọc trong các nội dung chủ yếu (trong phạm vi đã “khoanh vùng”) những khái niệm, hệ thống khái niệm, các mối liên hệ, hoặc các qui luật (nếu có), các sự vật, hiện tượng tiêu biểu.

Điểm cần chú ý là các kiến thức cơ bản tuy phân bố vào từng phần, từng mục cụ thể của bài, nhưng chúng có quan hệ với nhau trong một thể thống nhất của nội dung bài. Vì vậy, trong nhiều trường hợp đơn vị kiến thức cơ bản này là hệ quả, sự tiếp nối hay là tiền đề, cơ sở cho các đơn vị kiến thức cơ bản khác.

2.2.4. Trong kiến thức cơ bản của bài dạy học, có những nội dung then chốt, hiểu được nó thì có thể làm cơ sở để hiểu được các kiến thức khác liên quan, gần gũi. Đó là những kiến thức trọng tâm của bài cần phải xác định. Trọng tâm của bài có thể nằm trọn trong một, hai mục của bài, nhưng cũng có thể nằm xen kẽ ở tất cả các mục của bài.

2.2.5. Việc chọn lọc kiến thức cơ bản của bài dạy học có thể gắn với việc sắp xếp lại cấu trúc của bài để làm nổi bật các mối liên hệ giữa các hợp phần kiến thức của bài, từ đó rõ thêm các trọng tâm, trọng điểm của bài. Việc làm này thực sự cần thiết, tuy nhiên không phải ở bài nào cũng có thể tiến hành được. Cũng cần chú ý việc cấu trúc lại nội dung bài phải tuân thủ nguyên tắc không làm biến đổi tinh thần cơ bản của bài mà các tác giả sách giáo khoa đã dày công xây dựng.

Chọn lọc kiến thức cơ bản mới là bước đầu tiên của việc dạy học kiến thức cơ bản bài, nằm ở khâu chuẩn bị bài của giáo viên và chỉ mới giải quyết được câu hỏi: “dạy cái gì?”. Còn bước tiếp theo là việc vận dụng các phương pháp dạy học như thế nào để tổ chức, chỉ đạo cho học sinh nhận thức các kiến thức cơ bản, tức là phải trả lời được “dạy như thế nào?”.

### **3. Xác định các hình thức tổ chức dạy học thông qua các hoạt động học tập của học sinh**

Tùy thuộc vào mục tiêu, nội dung, phương pháp dạy học, điều kiện và phương tiện dạy học, đối tượng học sinh, giáo viên xác định hình thức tổ chức dạy học thông qua các hoạt động học tập thích hợp. Trong bài lên lớp tài liệu mới, có thể căn cứ trước hết vào nội dung dạy học để chọn hình thức học cá nhân, nhóm, lớp.

3.1. Đối với những nội dung thích hợp, vừa sức, giáo viên có thể tổ chức cho học sinh học cá nhân với sách giáo khoa, lược đồ, sơ đồ, bảng thống kê,... để nắm kiến thức bài học, làm các bài tập và trả lời các câu hỏi trong sách giáo khoa,...

3.2. Đối với những nội dung dễ gây ra nhiều ý kiến khác nhau, có thể tổ chức cho học sinh làm việc theo nhóm.

3.3. Đối với những nội dung mà học sinh không có khả năng tự học (những nội dung phức tạp, khó,...) và mất nhiều thời gian, nên tổ chức cho học sinh học theo lớp. Học theo lớp chỉ nên tổ chức trong một số thời gian ngắn, vào những lúc thích hợp, cần thiết của lớp học, vì đây là hình thức dạy học ít phát huy tính tích cực học tập của học sinh.

Các hình thức dạy học cần phải được phối hợp chặt chẽ với nhau trong một tiết lên lớp, làm cho hình thức hoạt động nhận thức của học sinh đa dạng và các em vừa được học thầy, vừa được học bạn, vừa có sự nỗ lực cá nhân.

3.4. Cuối cùng là phải phân chia bài học thành các hoạt động học tập cụ thể cho học sinh. Các hoạt động học tập cụ thể có thể là để kiểm tra bài cũ, đặt vấn đề mở bài, tiếp thu kiến thức mới, củng cố kiến thức, hướng dẫn công việc về nhà... Mỗi hoạt động đó lại có mục tiêu riêng để đạt được mục tiêu bài học. Trong từng hoạt động cụ thể phải chỉ ra được thầy phải làm gì, trò hoạt động ra sao.

#### **4. Xác định các phương pháp dạy học**

Việc xác định (hay lựa chọn) các phương pháp dạy học có một vị trí quan trọng trong thiết kế bài dạy học, vì nó có tính quyết định đến việc thực hiện mục tiêu dạy học và chất lượng dạy học.

4.1. *Cơ sở lựa chọn phương pháp dạy học.* Để xác định phương pháp dạy học cho một bài dạy học, thông thường có các căn cứ sau:

a) Mục tiêu dạy học: Để thực hiện mục tiêu dạy học, cần phải tiến hành bằng các phương pháp dạy học cụ thể. Tuy nhiên, mỗi mục tiêu cụ thể thông thường phải được thực hiện bằng một (hay một số phương pháp dạy học) thích hợp. Ví dụ: Muốn hình thành ở học sinh thái độ về dân số thì phương pháp dạy học thích hợp là thảo luận (hoặc xác định giá trị), vì các phương pháp dạy học này cho phép học sinh bộc lộ thái độ của mình ra bên ngoài.

Trong dạy học, mục tiêu về nhận thức thường có nhiều mức độ. Mỗi mức độ lĩnh hội kiến thức đạt được bằng mỗi phương pháp dạy học nhất định. Do vậy, khi lựa chọn phương pháp dạy học phải căn cứ vào mục tiêu dạy học.

b) Nội dung dạy học. Xét về phương diện triết học, phương pháp là hình thức tự vận động bên trong của nội dung. Do vậy, không có một phương pháp dạy học nào thích hợp với tất cả nội dung dạy học, mỗi phương pháp dạy học chỉ thích ứng với một số nội dung nhất định.

c) Các giai đoạn của quá trình nhận thức. Thông thường quá trình nhận thức trải qua 3 giai đoạn: tiếp nhận thông tin, xử lý thông tin, vận dụng thông tin. Mỗi giai đoạn học tập tương ứng với những phương pháp dạy học nhất định. Do vậy phương pháp dạy học trong khi dạy bài mới khác với bài ôn tập, củng cố, khác bài thực hành. Ngay trong bài lên lớp tài liệu mới, ở giai đoạn thông tin ban đầu sử dụng phương pháp dạy học khác với giai đoạn củng cố, hệ thống hóa kiến thức,...

d) Đối tượng học sinh. Cần biết học sinh đã đạt đến trình độ kiến thức, kỹ năng, kỹ xảo, đặc điểm tâm sinh lý, các thói quen học tập và vốn kiến thức thực tế tích lũy được qua cuộc sống. Từ đó dự kiến các phương pháp dạy học thích hợp, kêu gọi tích cực hoạt động của học sinh trên cơ sở phát huy năng lực và phẩm chất cá nhân của các em.

e) Những điều kiện vật chất của việc dạy học, như đặc điểm, số lượng học sinh, tài liệu và phương tiện dạy học, các điều kiện vật chất khác,... cũng có tác động, nhiều khi rất quan trọng với việc lựa chọn phương pháp dạy học.

g) Ngoài ra, năng lực, thói quen, kinh nghiệm của bản thân người giáo viên về dạy học cũng cần xem xét đến khi lựa chọn phương pháp dạy học. Bởi vì, phương pháp dạy học, ngoài tính chặt chẽ của hoạt động học đòi hỏi phải tuân thủ một số nguyên tắc, quy tắc, còn mang nặng tính trực giác của hoạt động dạy chi phối bởi tính chủ quan, kinh nghiệm của người sử dụng nó.

Để xác định các phương pháp dạy học hợp lý cho từng bài dạy học, khi thiết kế bài dạy học, có thể tự đặt cho mình một số câu hỏi, chẳng hạn như:

- Phương pháp dạy học này có phù hợp với mục tiêu không? có cho phép đạt tới mục tiêu một cách đơn giản, hứng thú không hay quá phức tạp, nặng nề?

- Phương pháp dạy học đó có thích hợp với nội dung dạy học không?

- Phương pháp dạy học đó có thích hợp cho việc hình thành kỹ năng, kỹ xảo và phẩm chất đạo đức ở học sinh hay không?

- Phương pháp dạy học này đòi hỏi ở học sinh vốn kiến thức gì? ở mức độ nào?

- Phương tiện dạy học và điều kiện vật chất có đáp ứng cho việc thực hiện phương pháp dạy học này không?

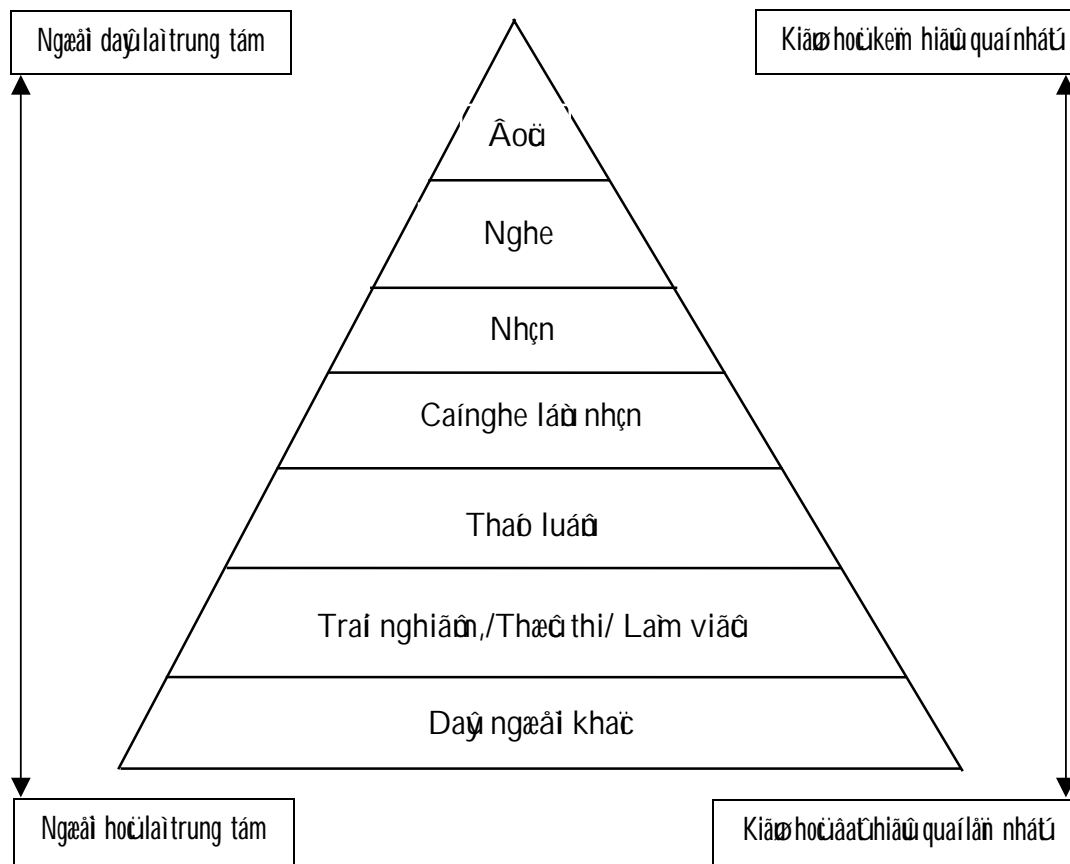
- Phương pháp dạy học này có thuận tiện cho giáo viên không? có phù hợp với năng lực, sở trường, kinh nghiệm dạy học của giáo viên không?

- Phương pháp dạy học này có đòi hỏi và tạo điều kiện cho học sinh tích cực hóa hoạt động không?

- Còn có phương pháp dạy học nào hay hơn phương pháp dạy học này không?

4.2. Mỗi phương pháp dạy học đều có tác dụng tích cực đối với một số mặt học tập của học sinh, giúp học sinh nắm vững kiến thức và phát triển một số khía cạnh nào đó của kỹ năng, thái độ. Không có phương pháp dạy học nào là vạn năng cả. Chính vì vậy trong một bài dạy học, cần phải có sự phối hợp hợp lý các phương pháp dạy học khác nhau.

Tuy nhiên, dù sử dụng phương pháp dạy học nào thì cũng nên nhớ rằng kiểu dạy học có hiệu quả nhất là kiểu trong đó đề cao hoạt động chủ động, tích cực, sáng tạo của học sinh.



## 5. Xác định hình thức củng cố và tập vận dụng các kiến thức mà học sinh vừa tiếp nhận

5.1. Thông thường ở bước này, giáo viên nêu tóm tắt những ý chính của bài, nhắc nhở học sinh cần học bài ở nhà và giao cho các em một (hay một số) bài tập về nhà. Hình thức này không mang lại hiệu quả như mong muốn, vì vào lúc cuối giờ, sự tập trung chú ý của học sinh không còn như giữa tiết học. Mặt khác, hình thức củng cố như vậy nặng về buộc học sinh ghi nhớ, thậm chí trong nhiều trường hợp là ghi nhớ máy móc những kiến thức đã học.

5.2. Nhiều giáo viên có kinh nghiệm cho rằng, hình thức củng cố giúp cho học sinh vẫn tiếp tục suy nghĩ về các tri thức vừa học ngay vào lúc tiết học sắp kết thúc và bước đầu có thể áp dụng những tri thức đó vào các tình huống quen thuộc có nhiều tác dụng tích cực đối với việc nắm và xử lý thông tin của học sinh. Trong hình thức củng cố này, giáo viên đặt ra cho học sinh các câu hỏi, bài tập nhỏ, đòi hỏi học sinh phải quay ngược trở lại với các kiến thức vừa học trong bài để hiểu sâu thêm, hoặc áp dụng nó vào việc giải thích các hiện tượng xảy ra trong thực tế.

5.3. Việc củng cố bài cũng nhằm vào những kiến thức cơ bản, trọng tâm, trọng điểm của bài. Vì vậy, các câu hỏi, bài tập cũng được xây dựng bám sát vào các nội dung đó, nhằm giúp cho học sinh nắm vững và vận dụng chúng trong các tình huống mới, hoặc quen thuộc.

### Mẫu giáo án theo thiết kế mới

Trường THPT.....  Người soạn:..... <b>I. Mục tiêu</b> 1. Kiến thức: 2. Kỹ năng: 3. Thái độ: ( <i>chỉ rõ sau khi học xong bài này, học sinh cần phải đạt cái gì về kiến thức, kỹ năng, thái độ</i> ) <b>II. Chuẩn bị</b> 1. Giáo viên: 2. Học sinh: ( <i>ghi rõ phần chuẩn bị của giáo viên, học sinh về các phương tiện, thiết bị, tài liệu dạy học...</i> ) <b>III. Hoạt động dạy học</b>	Tiết....Tên bài:..... ....ngày....tháng....năm..... Lớp.....  <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;"><i>Thời lượng (1)</i></th> <th style="width: 30%;"><i>Hoạt động của giáo viên (2)</i></th> <th style="width: 30%;"><i>Hoạt động của học sinh (3)</i></th> <th style="width: 25%;"><i>Kiến thức cơ bản (4)</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>- Hoạt động 1  - Hoạt động 2  -.....</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Các hoạt động kiểm tra bài cũ, mở bài, ôn tập củng cố, hướng dẫn công việc về nhà được xem là các hoạt động cụ thể trong giờ học.</p> <p><b>III. Phần rút kinh nghiệm</b></p> <p><b>Ghi chú:</b> Các phần 1, 2, 3 trong hoạt động dạy học có thể sắp xếp thành các hoạt động cụ thể 1,2,3... mà không cần đưa thành mục riêng.</p>	<i>Thời lượng (1)</i>	<i>Hoạt động của giáo viên (2)</i>	<i>Hoạt động của học sinh (3)</i>	<i>Kiến thức cơ bản (4)</i>		- Hoạt động 1  - Hoạt động 2  -.....		
<i>Thời lượng (1)</i>	<i>Hoạt động của giáo viên (2)</i>	<i>Hoạt động của học sinh (3)</i>	<i>Kiến thức cơ bản (4)</i>						
	- Hoạt động 1  - Hoạt động 2  -.....								

## MỤC LỤC

	Trang
Chương 1	1
Mở đầu	
I. Đối tượng và nhiệm vụ của bộ môn	1
II. Những vấn đề lý luận chung trong việc xây dựng chương trình vật lý phổ thông	1
III. Mục tiêu, định hướng và nguyên tắc đổi mới chương trình và sách giáo khoa của giáo dục phổ thông	8
IV. Một số vấn đề về sách giáo khoa trước yêu cầu đổi mới hiện nay	12
V. Tổng quát về chương trình vật lý phổ thông ở nước ta	17
Chương 2	21
Dạy học phần Động học chất điểm	
I. Mở đầu	21
II. Phân tích nội dung kiến thức và phương pháp hình thành các khái niệm cơ bản trong sách giáo khoa phổ thông	22
III. Bài tập và thí nghiệm cho phần động học	27
Chương 3	30
Dạy học phần Động lực học chất điểm và tĩnh học	
I. Đặc điểm của phần động lực học và tĩnh học	30
II. Khái niệm quán tính	30
III. Các định luật về chuyển động	32
IV. Khái niệm lực và khối lượng	35
V. Các lực cơ học	38
VI. Bài tập động lực học	40
VII. Thí nghiệm động lực học	41
VIII. Tĩnh học	41
Chương 4	45
Dạy học phần Các định luật bảo toàn	
I. Mở đầu	45
II. Định luật bảo toàn động lượng	46
III. Định luật bảo toàn năng lượng	47
Chương 5	51
Dạy học phần Vật lý phân tử và nhiệt học	

I. Đặc điểm của phân vật lý phân tử và nhiệt học	51
II. Thuyết động học phân tử	52
III. Các nguyên lý của nhiệt động lực học	54
IV. Tính chất của chất lỏng và chất rắn	59
Chương 6	61
Dạy học phần Tĩnh điện	
I. Mở đầu	61
II. Phân tích nội dung kiến thức và phương pháp dạy học các khái niệm cơ bản	61
Chương 7	67
Dạy học phần Dòng điện không đổi	
I. Đặc điểm	67
II. Phân tích nội dung kiến thức	67
Chương 8	71
Dạy học phần Dòng điện trong các môi trường	
I. Mở đầu	71
II. Phân tích nội dung kiến thức	74
Chương 9	88
Dạy học phần Từ trường	
I. Mở đầu	88
II. Phân tích nội dung kiến thức	88
Chương 10	96
Dạy học phần Quang hình học	
I. Mở đầu	96
II. Phân tích nội dung kiến thức	97
Chương 11	104
Dạy học phần Các tính chất của ánh sáng	
I. Mở đầu	104
II. Phân tích nội dung kiến thức	105
Phân phụ lục	111
Tổ chức dạy học vật lý theo tinh thần đổi mới hiện nay	