

TÀI LIỆU ÔN TẬP

PHÂN TÍCH CHƯƠNG TRÌNH VẬT LÝ PHỔ THÔNG

Hội đồng biên soạn:

Phó chủ nhân: Hà Nam Thanh (Hiệu đính)

Phó chủ nhân: Phạm Văn Kiên



Huế, tháng 12 năm 2009

LỜI NÓI ĐẦU

Kì thi sắp đến, thấu hiểu nỗi nhọc nhằn cho mỗi kì thi, Hội đồng biên soạn Tài liệu ôn tập lớp Lý 4A đã được thành lập nhanh chóng. Chúng tôi tập trung đến môn *Phân tích chương trình* là chủ yếu, vì đây là một môn phức tạp, đòi hỏi sự vận dụng khả năng tư phạm tối đa mà trong khoảng thời gian giới hạn của đề thi ít bạn có thể diễn đạt hết được ý tưởng và suy nghĩ của mình. Hội đồng biên soạn gồm **Hà Nam Thanh**, chịu trách nhiệm về phối bản in, biên tập và hiệu đính; **Phạm Văn Kiên**, chịu trách nhiệm về nội dung và nguồn tài liệu. Bản biên tập được trình bày ngắn gọn, cỡ chữ nhỏ tối đa, cắt bỏ mọi hình ảnh để chứa một số ít trang giấy nhất, cũng là mong muốn các bạn in tốn ít tiền hơn mà thôi. Đây là lần đầu biên tập và publishlize, chắc không tránh khỏi những thiếu sót và lỗi chính tả, mong các bạn lượng tình thông cảm và cố gắng khắc phục...

Huế, những ngày gần thi...

Tập thể tác giả.

3.1. Định luật bảo toàn động lượng

3.1.1 Khái niệm hệ kín

Hệ kín là một khái niệm rất quan trọng gắn liền với các ĐLBТ. Nó là điều kiện cần để áp dụng một vài ĐLBТ cho các hệ cơ học (ví dụ: ĐLBТ động lượng, ĐLBТ cơ năng, tất nhiên là để áp dụng ĐLBТ cơ năng thì cần có thêm điều kiện là hệ không chịu tác dụng của lực ma sát nữa).

Theo SGK vật lý lớp 10 THPT thì một hệ được gọi là kín chỉ khi các vật bên trong hệ chỉ tương tác với nhau mà không hề tương tác với một vật nào khác ngoài hệ.

GV cần cho HS thấy rằng, thực tế, không có hệ nào là kín tuyệt đối cả, ngay cả hệ “vật – Trái đất”. Tuy nhiên, trong một số trường hợp sau đây thì ta có thể xem hệ là hệ kín được. Các trường hợp đó là:

+Hệ có ngoại lực tác dụng nhưng ngoại lực rất nhỏ, có thể bỏ qua được,

+Hệ có ngoại lực tác dụng nhưng các ngoại lực đó cân bằng với nhau,

+Hệ có ngoại lực tác dụng nhưng ngoại lực rất nhỏ so với nội lực (xét trong một khoảng thời gian rất ngắn) (chẳng hạn như trong các hiện tượng nổ, hay va chạm)

Đối với SGKNC, khái niệm “hệ kín” được trình bày đầu tiên, trước khi học khái niệm động lượng; còn đối với SGK chuẩn thì khái niệm này được trình bày sau khi học xong khái niệm động lượng.

3.1.2 Khái niệm động lượng và định luật bảo toàn động lượng

Theo SGK phổ thông hiện nay thì động lượng của vật chuyển động là đại lượng vật lý được đo bằng tích của khối lượng và vận tốc của vật và có biểu thức là: $\vec{p} = m\vec{v}$ (với m , \vec{v} lần lượt là khối lượng và véc tơ vận tốc của vật). Động lượng đặc trưng cho sự truyền chuyển động của các vật thông qua tương tác, và luôn cùng hướng với véc tơ vận tốc của vật.

Động lượng được coi là khái niệm cơ bản thứ hai của vật lý học, sau khối lượng. Newton là người đầu tiên đưa ra định nghĩa về khái niệm này. Theo ông, *động lượng* là số đo chuyển động, nó tỉ lệ với khối lượng và vận tốc. Đêcac cũng định nghĩa động lượng tương tự như vậy, nhưng không hiểu rằng vận tốc là một đại lượng véc tơ. Vì vậy ông đã mắc sai lầm khi vận dụng khái niệm đó vào lý thuyết va chạm. Đêcac đo chuyển động bằng động lượng và coi ĐLBТ động lượng là định luật bảo toàn chuyển động. Năm 1686, một năm trước khi tác phẩm của Niuton ra đời, Lepnich đã công bố một bài báo công kích quan điểm của Đêcac và đề nghị một số đo khác của chuyển động. Đại lượng đó tỉ lệ với tích của khối lượng với bình phương vận tốc của vật mv^2 và được ông gọi là “hoạt lực”

(lực sống). “Hoạt lực” của Lepnich ngày nay được gọi là động năng, có giá trị bằng $\frac{1}{2}mv^2$ và là dạng năng lượng đặc trưng cho chuyển động của vật. Niuton coi động lượng là đại lượng đặc cho chuyển động về phương diện động lực và đo bằng tích $m\vec{v}$, ông đã biết rằng tốc độ biến thiên động lượng giữ một vai trò quan trọng trong việc xác định các đặc trưng của tương tác.

Khái niệm động lượng và ĐLBТ động lượng được hình thành trong các SGK vật lý 10 theo trình tự như sau:

Đối với SGKNC

Xuất phát từ việc nghiên cứu tương tác của hai vật m_1, m_2 bất kì trong một hệ kín và sử dụng các định luật II và III của Newton để đưa đến biểu thức $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_1' + m_2\vec{v}_2'$. Sau đó đặt tên cho tích $m\vec{v}$ là động lượng.

Sau khi có được khái niệm động lượng mới biến đổi kết quả thu được ở trên thành đẳng thức $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'$ và mở rộng biểu thức véc tơ đó ra cho một hệ gồm nhiều vật. Cuối cùng mới phát biểu nội dung tổng quát của định luật này.

Bên cạnh việc xây dựng ĐLBТ động lượng như đã nói ở trên, SGKNC còn xuất phát từ biểu thức của định luật II của Newton và sử dụng khái niệm độ biến thiên động lượng để hình thành cho HS khái niệm xung lượng của lực. Biểu thức thể hiện mối

quan hệ giữa độ biến thiên động lượng và xung lượng của lực $\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta \vec{p} \Leftrightarrow \vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$ cho thấy tương tác giữa các vật được thể

hiện và đo bằng độ biến thiên của động lượng theo thời gian. Như vậy, động lượng có ý nghĩa như một đại lượng vật lý đặc trưng cho sự truyền chuyển động giữa các vật thông qua lực tương tác. Biểu thức của động lượng còn cho thấy sự gắn kết chặt chẽ giữa khối

lượng và vận tốc của một vật. Đây là một điểm khác biệt quan trọng giữa hệ thức $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$ (1) và hệ thức $\vec{F} = m\vec{a}$ (2) mà học sinh

đã được học ở chương II, bởi lẽ, đối với một vật chuyển động thì không thể tách rời khối lượng và vận tốc của nó. Mặc dù, từ hệ thức $\vec{F} = m\vec{a}$ ta đã tìm thấy ý nghĩa của khối lượng là đại lượng đặc trưng cho mức quán tính của vật song hệ thức ấy lại tách riêng hai khái niệm khối lượng và vận tốc của vật.

Một điểm khác biệt nữa giữa hai hệ thức nói trên, đó là: Nếu $F=0$ thì từ (2) suy ra $\vec{a}=0$, tức là véc tơ vận tốc không đổi cả về phương, chiều và độ lớn. Trong khi đó, từ (1) ta suy ra $\Delta \vec{p} = 0 \Leftrightarrow \vec{p} = \text{const}$, tức là ta đã suy ra được một hệ quả tổng quát hơn: Khi không có tương tác thì động lượng của vật không thay đổi. Suy rộng ra, đối với một hệ kín, động lượng của hệ được bảo toàn. Đó chính là nội dung của ĐLBТ động lượng mà học sinh đã được học.

Cuối cùng, SGK NC đã đưa ra TN để kiểm chứng ĐLBТ động lượng: Từ các kết quả của thí nghiệm, đã hình thành được một đại lượng mới đặc trưng cho chuyển động, đó là động lượng. Đồng thời nghiệm lại ĐLBТ động lượng cho hệ kín đã được suy ra từ các định luật Newton.

Đối với SGK chuẩn

Thông qua việc phân tích các ví dụ cụ thể để giới thiệu cho HS khái niệm xung lượng của lực trong một khoảng thời gian qua một số ví dụ thực tế, ngắn gọn. Sau đó, bằng cách sử dụng định luật II của Newton và kết hợp khái niệm xung lượng của lực để khảo sát chuyển động của một vật m và đưa đến biểu thức liên hệ giữa xung lượng của lực và độ biến thiên của một đại lượng mà người ta gọi là động lượng. Đây chính là biểu thức của định lý xung lượng - động lượng, tuy nhiên, trong SGK chuẩn không nêu tên của định lý này (mà chỉ nói đó là một cách diễn đạt khác của định luật II Newton). Điều này có nghĩa là ta có thể bỏ qua định lý này để trực tiếp đi ngay tới ĐLBТ động lượng. Thiết nghĩ rằng, định lý xung lượng - động lượng là một định lý cơ bản của cơ học. Việc suy ra định lý này rất đơn giản vì nó là một dạng phát biểu khác của định luật II Newton và từ đó cũng dễ dàng để suy ra ĐLBТ động lượng. Vì vậy, theo tôi, cần đưa định lý xung lượng - động lượng vào bài học vì việc đưa ra định lý này chỉ làm cho bài học hoàn chỉnh, logic hơn chứ không hề làm cho bài học phức tạp hơn.

Sau khi định nghĩa động lượng, SGK đưa đến biểu thức dạng khác của định luật II của Newton: $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$. Ý nghĩa của biểu

thức này là: Lực đủ mạnh tác dụng lên một vật trong một khoảng thời gian hữu hạn thì có thể gây ra biến thiên động lượng của vật. Biểu thức này cho thấy tương tác giữa các vật được thể hiện và đo bằng độ biến thiên động lượng theo thời gian. Như vậy, động lượng có ý nghĩa vật lý đặc trưng cho sự truyền chuyển động giữa các vật thông qua lực tương tác, nó cũng cho thấy sự gắn kết chặt chẽ giữa khối lượng và vận tốc của vật.

Một số lưu ý:

Về mặt thuật ngữ, đại lượng $\vec{p} = m\vec{v}$ được gọi là động lượng (chứ không phải là xung lượng), còn đại lượng $\vec{F} \cdot \Delta t$ gọi là xung lượng của lực. Xung lượng của lực đặc trưng cho tác dụng của lực lên vật trong một khoảng thời gian xác định.

Cần lưu ý cho học sinh rằng, động lượng là một đại lượng vector và ĐLBТ động lượng là ĐLBТ vector động lượng của hệ. Tuy nhiên, ở trình độ THPT thường chỉ xét trường hợp các vector động lượng có cùng phương, tức là chỉ vận dụng ĐLBТ động lượng dưới dạng đại số (dạng vector được xếp vào bài tập khó đối với các học sinh học theo SGK chuẩn và chủ yếu là dành cho học sinh học SGKNC).

Trong chương trình THPT, cơ học hoàn toàn dựa trên các định luật Newton được trình bày như một tiên đề và đương nhiên, ĐLBТ động lượng sẽ là một hệ quả của định luật Newton. Tuy nhiên, phạm vi của ĐLBТ động lượng không chỉ bó hẹp trong cơ học Newton. Cùng với các ĐLBТ khác, nó vẫn luôn đúng trong trường hợp mà các định luật Newton không thể vận dụng được nữa (VD: đối với các vật hay hệ gồm các vật chuyển động với vận tốc rất lớn, xấp xỉ bằng vận tốc ánh sáng ta phải thay thế cơ học Newton bằng cơ học tương đối tính của Einstein, tức là ta không thể áp dụng các định luật Newton nữa, song nếu hệ khảo sát đó là hệ kín thì ĐLBТ động lượng vẫn đúng và vẫn áp dụng được)

Ngoài việc áp dụng được cho các hệ vĩ mô, ĐLBТ động lượng còn áp dụng được cho hệ các hạt vi mô tương tác với nhau như trong quá trình va chạm, phân rã hoặc trong các phản ứng hạt nhân (chương trình lớp 12).

3.1.3 Ứng dụng của ĐLBТ động lượng - Chuyển động bằng phản lực

Trong một hệ kín đứng yên, nếu có một phần của hệ chuyển động theo một hướng, thì theo định luật bảo toàn động lượng, phần còn lại của hệ phải chuyển động theo hướng ngược lại. Chuyển động theo nguyên tắc như thế gọi là chuyển động bằng phản lực.

Đối với SGKNC

Nội dung này được trình bày riêng thành một bài.

Trình bày hai ứng dụng của ĐLBТ động lượng: súng giạt khi bắn và chuyển động bằng phản lực của động cơ phản lực và của tên lửa.

Ở đây, chuyển động bằng phản lực chủ yếu đề cập đến chuyển động của vật tự tạo ra phản lực bằng cách phóng về một hướng một phần của chính nó, phần còn lại sẽ chuyển động ngược chiều do tác dụng của phản lực và tuân theo ĐLBТ động lượng.

Súng giạt lùi khi bắn là chuyển động bằng phản lực không liên tục. Tên lửa, pháo thăng thiên là chuyển động bằng phản lực liên tục nhờ có nhiên liệu được đốt cháy và phóng ra liên tục.

Nguyên tắc chung của động cơ phản lực là có một bộ phận đốt nhiên liệu để tạo ra một luồng khí phóng ra phía sau với vận tốc lớn, phần còn lại của động cơ sẽ chuyển động ngược chiều theo ĐLBТ động lượng. Vận tốc chuyển động của động cơ sẽ phụ thuộc vào vận tốc và khối lượng khí phụt ra.

Máy bay cánh quạt có nguyên tắc chuyển động hoàn toàn khác với máy bay phản lực. Khi cánh quạt quay, do cấu tạo xoắn của nó mà một luồng không khí bị đẩy về phía sau với vận tốc lớn. Theo định luật III Newton, phản lực do luồng không khí tác dụng lên cánh quạt sẽ đẩy máy bay chuyển động về phía trước.

Đối với SGK chuẩn

Đây chỉ là một phần nhỏ, được trình bày ngay sau khi học xong ĐLBТ động lượng.

Chỉ đề cập đến chuyển động bằng phản lực của cái điều và tên lửa. Tuy nhiên, chưa nêu bật được nguyên tắc của chuyển động bằng phản lực đối với các vật tự tạo ra phản lực. Đây có lẽ là chỗ thiếu hụt của SGK chuẩn. Riêng đối với trường hợp chuyển động của tên lửa thì có trình bày rõ và sâu hơn trong phần “Em có biết?”

3.2 Định luật bảo toàn cơ năng

3.2.1 Khái niệm công

Thuật ngữ “công” xuất hiện lần đầu tiên vào năm 1886 do nhà bác học người Pháp Poncelet đưa ra. Theo ông, công bằng tích của lực tác dụng lên chất điểm theo phương chuyển dời và độ chuyển dời của điểm đặt lực. Theo định nghĩa đó, tích $F.s$ là dấu hiệu cho phép ta phân biệt một cách nhanh chóng các trường hợp có công thực hiện và tính được công đó, song tích đó chưa thể hiện được bản chất của công.

Bản chất vật lý của công chỉ được thể hiện rõ khi gắn khái niệm này với ĐLBТ năng lượng. Công xuất hiện khi có sự chuyển hoá năng lượng từ dạng này sang dạng khác hay truyền từ vật này sang vật khác. Công không phải là một dạng năng lượng mà chính h là một hình thức vĩ mô của sự truyền năng lượng. Từ đó suy ra độ lớn của công xác định độ lớn của phần năng lượng được truyền từ vật này sang vật khác hay chuyển từ dạng này sang dạng khác trong quá trình đó.

Trong SGK cũ, công được định nghĩa trực tiếp bằng công thức $A = F.s.\cos \alpha$, sau đó mới trở lại trường hợp riêng $A = F.s$. Để học sinh dễ tiếp cận với công thức, SGKNC đã dùng các hình ảnh trực quan như người đẩy xe, cần cẩu nâng vật,... để làm ví dụ nhằm nói lên rằng công tỉ lệ với lực tác dụng và với độ dời theo phương của lực, từ đó dẫn đến công thức tính công một cách tự nhiên hơn. Sau đó, từ trường hợp riêng $A = F.s$ suy ra trường hợp tổng quát $A = F.s.\cos \alpha$. Mặc dù thời gian này học sinh chưa được học về tích vô hướng nhưng với cách phân tích lực thành hai thành phần ta đã loại bỏ được thành phần vuông góc với độ dời, từ đó xây dựng được công thức dạng tổng quát $A = F.s.\cos \alpha$ mà học sinh vẫn có thể hiểu được.

Nói chung, cách tiếp cận khái niệm công ở SGK chuẩn và SGKNC tương đối hợp lý và giống nhau. Chỉ khác ở chỗ, ngoài việc trình bày về công của lực không đổi, trong SGKNC còn trình bày thêm về công của lực biến đổi ở phần dành cho HS tự nghiên cứu.

Giáo viên cũng cần chú ý phân biệt để học sinh hiểu rõ sự khác nhau giữa khái niệm công trong cuộc sống và khái niệm công cơ học trong vật lý. Trong cuộc sống, để thực hiện một công việc nào đó, con người thường phải tốn hao cả sức lực thể chất lẫn tinh thần nhưng lại khó định lượng chính xác. Còn công cơ học trong vật lý thì phụ thuộc vào các yếu tố lực, độ dời và góc hợp bởi hai vectơ này, do đó có thể xác định hoàn toàn chính xác.

Một điều nữa mà giáo viên cần quan tâm khi dạy khái niệm này, đó là phải chú ý phân biệt ý nghĩa vật lý của công dương, công âm và lưu ý cho học sinh về một vài trường hợp công bằng 0 hay gặp: công của trọng lực tác dụng lên vật chuyển động trên mặt phẳng nằm ngang, hay công của lực hướng tâm gây ra chuyển động tròn cho các vật.

3.2.2 Khái niệm công suất

Công suất là đại lượng có ý nghĩa rất quan trọng trong thực tiễn đời sống, công nghệ và kỹ thuật. Khi trình bày về khái niệm này, giáo viên nên lưu ý với học sinh rằng: điều quan trọng không chỉ là giá trị công thực hiện mà là tốc độ thực hiện công. Vì vậy, công suất dùng để so sánh, đánh giá khả năng thực hiện công của hai lực hoặc hai máy khác nhau. Từ đó, giáo viên dùng bảng 1 (trang 156 SGKNC) hoặc bảng 24.1 (trang 132S chuẩn) để gợi ý cho học sinh thấy ý nghĩa của việc nâng cao công suất.

Khác với SGK chuẩn, ở SGKNC khi trình bày về khái niệm này đã chú ý đến công thức $P = F.v$ để giải thích nguyên lý hoạt động của hộp số. Thông thường một động cơ được chế tạo để đạt một công suất tối đa cho trước. Như vậy, khi thay đổi vận tốc thì có thể điều chỉnh được lực tác dụng (lực kéo) theo hướng tỉ lệ ngược nhau. Hộp số được sử dụng với mục đích phối hợp giữa vận tốc và lực kéo xe để thích ứng với những địa hình khác nhau trên đường đi.

Trong phần “Em có biết” của SGK chuẩn, có đưa ra công thức $P = \frac{\Delta A}{\Delta t}$, trong đó ΔA là công thực hiện bởi lực tác dụng

lên vật trong khoảng thời gian Δt . Nếu Δt là một khoảng thời gian hữu hạn thì P phải được hiểu là công suất trung bình trong khoảng thời gian Δt ; còn nếu Δt là một khoảng thời gian rất nhỏ thì P được hiểu là công suất tức thời tại thời điểm đang xét. Sự phân biệt này theo tôi là cần thiết vì trong thực tế ta vẫn dùng cả hai khái niệm công suất này.

3.2.3 Định luật bảo toàn công

Quá trình thực hiện công chỉ là một quá trình truyền hoặc biến đổi năng lượng. Bởi vậy, ĐLBТ công thực chất chỉ là một hình thức đơn giản của ĐLBТ năng lượng.

Vì định luật bảo toàn công HS đã được học ở cấp THCS nên ở đây, SGKNC chỉ nhắc lại một cách ngắn gọn ĐLBТ này. Trong thực tế công không được bảo toàn và còn có công cản do ma sát. Từ đó dẫn đến khái niệm hiệu suất, phần công có ích chỉ chiếm một tỉ lệ phần trăm nhất định so với công toàn phần do máy sinh ra.

Ở SGK chuẩn không trình bày phần này.

3.2.4 Khái niệm năng lượng

Xuất phát từ khái niệm công và nói công của một vật là công của lực do vật ấy tác dụng lên một vật khác. Mỗi vật, tùy theo trạng thái của nó mà có thể thực hiện công nhiều hay ít. Trên cơ sở đó người ta đã đưa ra khái niệm năng lượng để đặc trưng cho khả năng sinh công của vật.

Năng lượng là một trong những khái niệm phức tạp nhất của vật lý học. Nó là thước đo thống nhất của các dạng chuyển động khác nhau của vật chất. Mỗi dạng chuyển động của vật lý học được đặc trưng bằng một dạng năng lượng riêng, có công thức định lượng tương ứng: Cơ năng, nội năng, quang năng,...

Theo sách Cơ sở vật lý của David Halliday thì “năng lượng là số đo gắn với một trạng thái (hay điều kiện) của một hay nhiều vật”.

Theo bách khoa toàn thư Việt Nam: năng lượng là độ đo định lượng chung cho mọi dạng vận động khác nhau của vật chất.

Theo SGK lớp 10 hiện hành: *Một vật có khả năng sinh công, ta nói, vật đó có mang năng lượng*. Cách định nghĩa này rõ ràng là dễ hiểu hơn các cách định nghĩa nói trên. Nó cũng cho thấy mối quan hệ giữa năng lượng và công.

Tuy khái niệm năng lượng quan trọng như vậy, nhưng ở SGK chuẩn, khái niệm này chỉ được đề cập ở mức độ giới thiệu về khái niệm và các dạng khác nhau của quá trình trao đổi năng lượng. Ở SGKNC, thì chỉ dựa vào những kiến thức về năng lượng mà học sinh đã được học ở THCS để trình bày về các khái niệm động năng, thế năng,...

Một số lưu ý cần thiết

Khái niệm công và bản chất của nó chỉ được hiểu trong mối quan hệ với khái niệm năng lượng và ĐLBTT năng lượng. Như vậy có nghĩa là phải nghiên cứu khái niệm năng lượng trước và độc lập với khái niệm công. Tuy nhiên, việc xây dựng khái niệm năng lượng một cách tổng quát lại gặp khó khăn vì học sinh chưa có những hiểu biết nhất thiết về các dạng chuyển động khác (ngoài chuyển động cơ học)

Để giải quyết mâu thuẫn đó, đã có nhiều ý kiến khác nhau về cách hình thành khái niệm công trong chương trình vật lý phổ thông:

+Xelenghinski đề nghị đưa khái niệm năng lượng xem như là số đo của chuyển động ra trước, độc lập với khái niệm công. Phương án này logic về mặt khoa học nhưng để hiểu được năng lượng là số đo chuyển động trong nghiên cứu khoa học thì quả thật là rất khó.

+Landau và Xitaigorotski lại cho rằng: Khi khảo sát quá trình cơ học ta thấy tổng

hai số hạng $\frac{mv^2}{2}$ và mgh là một đại lượng bảo toàn. Đại lượng đó đặc trưng cho mỗi trạng thái của cơ hệ gọi là năng lượng, gồm hai

thành phần: $\frac{mv^2}{2}$ gọi là động năng và mgh gọi là thế năng. Trong quá trình biến đổi gia số $\frac{mv^2}{2}$ luôn luôn bằng tích $F.s$. Tích đó gọi

là công cơ học. Rõ ràng cách này làm rõ được bản chất của khái niệm công nhưng còn bản chất của khái niệm năng lượng thì chưa rõ. Học sinh phải thừa nhận khái niệm năng lượng mà mãi về sau này mới rõ ý nghĩa vật lý của nó.

+Các tài liệu giáo khoa phổ thông thì lại trình bày vấn đề này theo một hướng khác. Đó là: Xuất phát từ khái niệm công $A = F.s \cdot \cos \alpha$ mà chưa cần đưa ra bản chất là gì. Tiếp theo là nghiên cứu khái niệm năng lượng với tư cách là đại lượng đặc trưng cho khả năng thực hiện công của một vật hay hệ vật, rồi từ định nghĩa đó đưa ra khái niệm động năng và thế năng - là hai dạng đặc biệt của năng lượng trong cơ học. Sau đó là khảo sát sự biến đổi của động năng và thế năng và xác lập ĐLBTT và chuyển hoá cơ năng rồi làm rõ tư tưởng năng lượng là một hàm đơn giá của trạng thái. Tới đây mới vạch rõ khái niệm công qua mối liên hệ $A = F.s = W_2 - W_1$, từ đó suy ra rằng công là một quá trình chuyển hoá năng lượng từ dạng này sang dạng khác hoặc truyền từ vật này sang vật khác và là số đo độ biến thiên (tăng hoặc giảm) của năng lượng. Tuy cách trình bày này không được chặt chẽ lắm về mặt logic nhưng nó lại dễ hiểu đối với học sinh và nó xuất phát từ thực tiễn cần phải đưa ra khái niệm công và năng lượng. Ban đầu là chấp nhận khái niệm, sau đó mới đi sâu vào bản chất.

3.2.5 Khái niệm động năng

Động năng là một trường hợp đặc biệt của năng lượng, được định nghĩa là “dạng năng lượng mà vật có do chuyển động”. Bởi vậy có rất nhiều phương án khác nhau để hình thành khái niệm này:

Tham khảo SGK của nhiều nước cho thấy đa số đều trình bày khái niệm động năng

theo cách định nghĩa bằng công thức: $W_d = \frac{mv^2}{2}$ và sau đó, từ định lý động năng, học sinh sẽ hiểu được định nghĩa về động năng

mà ta đã thừa nhận. Vì thế, động năng có thứ nguyên của năng lượng.

Đối với SGKNC

Khác với cách xây dựng đó, SGKNC đã đưa vào định nghĩa động năng từ một ví dụ thực tế trong đời sống và kỹ thuật. Công do quả tạ thực hiện khi văng mạnh phụ thuộc cả hai yếu tố, đó là khối lượng của quả tạ và vận tốc của nó. Phải công nhận rằng, cách xây dựng này khá dễ hiểu và dễ chấp nhận hơn đối với học sinh. Một ưu điểm nữa của cách xây dựng này là bên cạnh ví dụ mà SGK nêu ra, giáo viên còn có thể gợi ý cho học sinh tự tìm những ví dụ tương tự: chẳng hạn phương pháp phá công thành trong các trận chiến thời cổ bằng cách lao những khúc gỗ lớn vào cánh cổng,... Qua đó, giáo viên cũng có thể giáo dục ý thức an toàn giao thông cho HS khi nói về các tai nạn do phóng nhanh vượt ẩu, về va chạm do các xe có khối lượng càng lớn gây ra thì hậu quả càng nghiêm trọng,... Rõ ràng, cách hình thành khái niệm động năng này của SGKNC rất dễ hiểu, dễ tiếp thu đối với HS.

Xuất phát từ việc tính công của một lực \vec{F} không đổi tác dụng lên một vật có khối lượng m và làm nó dịch chuyển một đoạn s theo phương của lực và kết hợp với công thức định nghĩa của động năng để đưa đến định lý động năng. Động năng là một dạng năng lượng cơ học có quan hệ chặt chẽ với công. Khi ngoại lực tác dụng lên vật và sinh công thì động năng của vật tăng: công đó được tích lũy trong vật dưới dạng động năng. Ngược lại, nếu chính vật sinh công để thắng lực cản (ví dụ lực ma sát) thì năng lượng của vật dưới dạng động năng phải giảm. Đó là nội dung và ý nghĩa quan trọng nhất của định lý động năng mà giáo viên cần phải giúp học sinh nắm được.

Đối với SGK chuẩn

Khác với cách trình bày về động năng và định lý động năng của SGKNC như đã đề cập ở trên, ở SGK chuẩn, sau khi giới thiệu về khái niệm năng lượng và các dạng năng lượng, SGK chuẩn đã giới thiệu về động năng và mối quan hệ giữa động năng của

một vật và công cơ học (nhưng chưa đưa ra biểu thức tính động năng). Sau đó, cũng xuất phát từ việc tính công của một lực \vec{F} không đổi tác dụng lên một vật có khối lượng m và làm nó dịch chuyển một đoạn s theo phương của lực (giống như SGKNC) để đưa

đến biểu thức $\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = A$. Đến đây, SGK chuẩn mới đưa ra biểu thức tính động năng và định nghĩa động năng một cách

đầy đủ rồi phát biểu biểu thức $\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = A$ này dưới dạng một hệ quả: “Khi lực tác dụng lên vật sinh công dương thì động

năng của vật tăng (tức là vật thu thêm công hay vật sinh công âm). Ngược lại, khi lực tác dụng lên vật sinh công âm thì động năng của vật giảm (tức vật sinh công dương)” chứ không nêu lên thành một định lý như ở SGKNC.

Một số lưu ý cần thiết

Cần giúp học sinh phân biệt hai khái niệm động năng và động lượng: Động lượng là một đại lượng vector, gắn với lực tác dụng (chính xác là gắn với xung lượng của lực tác dụng); còn động năng là đại lượng vô hướng, gắn với công của lực tác dụng (nhưng lại không liên quan đến tính chất của lực tác dụng), do đó mang ý nghĩa là năng lượng. Động năng có giá trị luôn luôn dương và có tính tương đối, tức là, phụ thuộc vào hệ quy chiếu (vì vận tốc có tính tương đối).

Đối với các học sinh học theo SGKNC, giáo viên cũng cần nhấn mạnh vai trò tổng quát của định lý động năng: định lý này đúng cho mọi trường hợp lực tác dụng bất kì và đường đi bất kì. Vì thế, định lý được áp dụng thuận lợi trong nhiều bài toán cơ học khi không thể vận dụng được các định luật Newton.

3.2.6 Khái niệm thế năng

Thế năng là năng lượng mà một hệ vật (hay một vật) có được do có sự tương tác giữa các vật trong hệ (hay giữa các phần của vật) thông qua lực thế. Chú ý rằng chỉ trong trường thế, tức là thông qua tác dụng của lực thế, vật mới có thế năng. Khái niệm thế năng luôn gắn với lực thế. Khi tính thế năng của một vật (nói chính xác là của hệ vật), ta phải chọn một vị trí nào đó và quy ước thế năng ở đó bằng 0. Sau đó, thế năng của vật ở những vị trí khác được tính so với mức thế năng bằng 0 đó.

Có hai loại thế năng: thế năng hấp dẫn (hay còn gọi là thế năng trọng trường) và thế năng đàn hồi.

3.2.6.1 Thế năng trọng trường

Thế năng hấp dẫn (thế năng trọng trường) là năng lượng mà một vật (nói chính xác là của hệ “vật - Trái đất”) có được do có sự tương tác giữa các vật trong hệ (giữa vật và Trái đất) thông qua lực hấp dẫn.

Thế năng trọng trường của một vật phụ thuộc vào vị trí tương đối giữa vật và Trái đất và được xác định sai khác nhau một hằng số cộng. Tuy nhiên, công của trọng lực thực hiện khi vật di chuyển từ vị trí 1 đến vị trí 2 bất kì trong trọng trường thì hoàn toàn xác định, không phụ thuộc vào hằng số này. Đây là nội dung quan trọng nhất mà giáo viên cần nhấn mạnh để học sinh nắm vững.

Đối với SGKNC

Thông qua hai ví dụ về hoạt động của búa máy trên công trường xây dựng và một người khi giương cung làm cánh cung bị uốn cong để giới thiệu chung về khái niệm thế năng. Tiếp đó, SGKNC đã trình bày việc tính công của trọng lực trong trường hợp tổng quát (tức là đường đi của vật chuyển dời trong trọng trường có dạng bất kì) để đưa đến kết luận rằng công của trọng lực không phụ thuộc vào hình dạng đường đi của vật mà chỉ phụ thuộc vào các vị trí đầu và cuối, rồi giới thiệu về khái niệm lực thế. Cũng từ công thức tính công của trọng lực đó, SGK này đã định nghĩa thế năng của một vật trong trọng trường (gọi tắt là thế năng trọng trường, và cũng chính là thế năng của hệ “vật - Trái đất”) và kết luận rằng công của trọng lực bằng độ giảm thế năng của vật trong trọng trường. Cách trình bày này công của trọng lực trực tiếp dẫn đến công thức của thế năng trọng trường đó thể hiện sự thống nhất trong lập luận, vì bản chất của khái niệm thế năng trọng trường gắn liền với công do trọng lực thực hiện. Vì thế, việc dạy thế năng thành một bài riêng sau khi học động năng là hợp lý hơn.

Đối với SGK chuẩn

Cách trình bày khái niệm này hơi ngược với cách trình bày của SGKNC. Thông qua ví dụ về một búa máy được thả không vận tốc đầu từ độ cao z xuống đập vào một cái cọc, làm cọc đi sâu vào mặt đất một đoạn s . Như vậy, khi rơi xuống đất, trọng lực của búa máy đã sinh công $A = Pz = mgz$. Công này được định nghĩa là thế năng của búa máy (vật). Từ đó, SGK chuẩn đưa ra định nghĩa và biểu thức của thế năng trọng trường $W_t = mgz$. Sau khi trình bày hoàn chỉnh về khái niệm này, và từ biểu thức $A = Pz = mgz$, SGK chuẩn mới công nhận biểu thức liên hệ giữa công của trọng lực trong trường hợp tổng quát (khi vật chuyển động trong trọng trường từ vị trí N đến vị trí M theo 1 quỹ đạo cong bất kì) và hiệu thế năng trọng trường tại hai điểm đó mà không chứng minh và rút ra các hệ quả từ biểu thức liên hệ đó.

3.2.6.2 Thế năng đàn hồi

Thế năng đàn hồi là năng lượng mà một vật (ở đây chủ yếu đề cập đến lò xo) có được do có sự tương tác giữa các phần của vật (các vòng của lò xo) thông qua lực đàn hồi.

Trong SGK cũ, thế năng đàn hồi chỉ được nhắc đến trong khái niệm chung về thế năng mà không được trình bày chi tiết.

Đối với SGKNC

Bài này được bố trí dạy trong một tiết. Đây là một nét mới, thể hiện sự chú ý của SGK về khái niệm này đồng thời, cũng nói lên tầm quan trọng của khái niệm thế năng đàn hồi. Tương tự như việc xây dựng khái niệm thế năng trọng trường, ở SGKNC, việc xây dựng khái niệm thế năng đàn hồi cũng được bắt đầu từ việc tính công của lực đàn hồi. Vì độ lớn của lực này thay đổi theo độ biến dạng, cho nên không thể tính thẳng công toàn phần mà phải tính công nguyên tố theo ý nghĩa: với độ biến dạng vô cùng nhỏ Δx , lực đàn hồi coi như không đổi. Mặt khác, vì lực đàn hồi luôn hướng ngược chiều với độ biến dạng nên công nguyên tố có dấu âm. Do đó, khi tính công toàn phần bằng phương pháp đồ thị (đây là nội dung khó nhất của bài!), giá trị của công toàn phần bằng diện tích hình

thang BCDE (hình 36.2 SGKNC), nhưng vẫn phải giữ nguyên dấu âm. Từ đó, thu được kết quả: $A_{12} = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2}$. Từ hệ thức này,

SGKNC đã định nghĩa thế năng đàn hồi bằng biểu thức $W_{dh} = \frac{kx^2}{2}$ và rút ra kết luận: Công của lực đàn hồi bằng độ giảm thế năng

đàn hồi. Giáo viên cần lưu ý học sinh nắm vững công thức này: Khi giảm biến dạng, vật biến dạng (lò xo) sinh công hay công của lực đàn hồi là dương, thế năng đàn hồi giảm. Ngược lại, nếu muốn tăng độ biến dạng, phải có công của ngoại lực tác dụng để thắng công âm của lực đàn hồi làm thế năng đàn hồi tăng.

Giá trị của thế năng đàn hồi phụ thuộc vào vị trí cân bằng ban đầu. Ví dụ: Nếu lò xo nằm ngang thì vị trí cân bằng ứng với vị trí lò xo không biến dạng. Nhưng nếu lò xo đặt thẳng đứng, thì vị trí cân bằng của vật treo ở đầu lò xo sẽ ứng với một độ biến dạng ban đầu. Tại đó, lực đàn hồi xuất hiện do biến dạng được cân bằng với trọng lực tác dụng lên vật nặng. Do đó, khi xác định thế năng đàn hồi tại một vị trí nào đó thì độ biến dạng phải được tính theo vị trí cân bằng mới.

Đối với SGK chuẩn

Người ta chỉ chấp nhận khái niệm và biểu thức tính thế năng đàn hồi mà không chứng minh vì việc tính công của lực đàn hồi bằng phương pháp đồ thị là khá khó đối với đa số học sinh học theo SGK chuẩn.

3.2.7 Cơ năng và ĐLBT cơ năng

Đối với SGKNC

Thông qua việc quan sát chuyển động của con lắc đơn để đề cập đến sự biến đổi qua lại giữa động năng và thế năng của vật trong quá trình chuyển động và sự cần thiết phải tìm xem có mối quan hệ gì giữa độ biến thiên của hai dạng năng lượng này. Sau đó, thông qua việc khảo sát một vật có khối lượng m rơi tự do, lần lượt qua hai vị trí A và B tương ứng với các độ cao z_1 và z_2 , với vận tốc tương ứng là \vec{v}_1 và \vec{v}_2 , đồng thời áp dụng định lý động năng và biểu thức liên hệ giữa công của trọng lực và độ giảm của thế năng

để đưa đến biểu thức: $\frac{mv_1^2}{2} + mgz_1 = \frac{mv_2^2}{2} + mgz_2$. Từ đó, nêu lên định nghĩa của khái niệm cơ năng và phát biểu ĐLBT cơ năng

đối với trường hợp vật chỉ chịu tác dụng của trọng lực. Đối với trường hợp lực đàn hồi, SGKNC chấp nhận nội dung của ĐLBT cơ năng trong trường hợp này (mà không thiết lập) và nhận xét về động năng của vật và thế năng đàn hồi tại một số vị trí đặc biệt (biên trái, biên phải và vị trí cân bằng). Cuối cùng, là sự tổng quát hoá nội dung ĐLBT này đối với trường hợp vật chịu tác dụng của lực thế. Ngoài ra, từ việc sử dụng định lý động năng, SGKNC còn chứng minh được biểu thức của định lý biến thiên cơ năng đối với các vật có chịu tác dụng của các lực không thế (như lực ma sát)

Ở SGK chuẩn

Khái niệm và biểu thức của cơ năng của một vật trong trọng trường được trình bày trước, sau đó mới thiết lập ĐLBT cơ năng đối với trường hợp vật chỉ chịu tác dụng của trọng lực. Đối với trường hợp lực đàn hồi, SGK chuẩn cũng chấp nhận nội dung của ĐLBT cơ năng trong trường hợp này (mà không thiết lập). Tuy không tổng quát hoá nội dung ĐLBT cơ năng đối với trường hợp vật chỉ chịu tác dụng của lực thế như ở SGKNC nhưng SGK chuẩn cũng đã đề cập đến trường hợp nếu vật chịu thêm tác dụng của lực cản, lực ma sát thì cơ năng của vật sẽ biến đổi và công của các lực cản, lực ma sát,... đó sẽ bằng độ biến thiên của cơ năng. Đây cũng là một cách để phát biểu nội dung của định lý biến thiên cơ năng (tuy không phát biểu chính thức như ở SGKNC).

3.3 Va chạm đàn hồi và va chạm không đàn hồi

Đây là một bài mới, coi va chạm như một hiện tượng thống nhất được khảo sát nhờ áp dụng các định luật bảo toàn. Trong SGK cũ, va chạm được nói đến trong hai bài khác nhau (va chạm đàn hồi chỉ được nhắc tới trong một ví dụ của định luật bảo toàn động lượng, còn va chạm mềm được xét trong bài ứng dụng của ĐLBT cơ năng) nên chưa thấy rõ tính hệ thống. Nội dung này chỉ được trình bày đầy đủ trong SGKNC. Khi trình bày nội dung này, cần chỉ rõ cho hs là đối với va chạm đàn hồi, thường ta chỉ xét va chạm đàn hồi xuyên tâm (trực diện). Đối với loại va chạm này, ta cần phải áp dụng cả ĐLBT động lượng lẫn ĐLBT động năng (chính là ĐLBT cơ năng) để khảo sát. Khi giải, cần chú ý đến dấu của các vận tốc theo chiều dương quy ước đã chọn trước.

Va chạm nói chung là phức tạp vì sau va chạm vận tốc của hai vật có thể thay đổi cả phương, chiều lẫn độ lớn. Trong phạm vi kiến thức THPT, ta chỉ xét trường hợp va chạm xuyên tâm, do đó khi áp dụng ĐLBT động lượng ta không cần phải dùng công thức vectơ. Điều này khiến cho việc khảo sát được đơn giản hơn nhiều.

3.4 Các định luật của Kê-ple

Đây là một bài hoàn toàn mới được đưa thêm vào chương trình nhằm cung cấp cho học sinh một số kiến thức cơ bản về các định luật mô tả chuyển động của các hành tinh trong hệ Mặt Trời, góp phần nâng cao hiểu biết thực tế của học sinh đối với các hiện tượng xảy ra trong tự nhiên và vũ trụ.

Mục tiêu của bài này là nhằm giúp học sinh có khái niệm đúng về hệ nhật tâm: Mặt trời là trung tâm với các hành tinh quay xung quanh.; đồng thời nắm được nội dung của ba định luật Ke-ple và hệ quả suy ra từ chúng.

Về nội dung của ba định luật Ke-ple, khi trình bày, giáo viên cần lưu ý các điểm sau:

❖ **Đối với định luật I:** Quỹ đạo của các hành tinh trong hệ Mặt Trời nói chung là quỹ đạo elip, nhưng có thể xem gần đúng là đường tròn (trừ Thủy tinh)

❖ **Đối với định luật II :** Định luật này còn được gọi là định luật về tốc độ diện tích vì nội dung của định luật cho biết đối với mỗi hành tinh, diện tích mà vector tia quét được trong một đơn vị thời gian là không đổi. Từ định luật này có thể suy ra một hệ quả quan trọng là: Khi đi gần Mặt Trời, hành tinh có vận tốc lớn và khi đi xa Mặt Trời, hành tinh có vận tốc nhỏ.

❖ **Đối với định luật III:** Nội dung của định luật này cho phép ta xác định mối liên hệ giữa chu kì quay của mỗi hành tinh với khoảng cách trung bình từ hành tinh đến Mặt Trời.

Giáo viên cũng cần lưu ý với học sinh rằng: Các định luật Ke-ple được tìm ra là nhờ các quá trình đúc kết các số liệu thiên văn về chuyển động của các hành tinh trong hệ Mặt Trời, mà các nhà thiên văn học đã quan sát trong hàng chục năm trời. Chỉ sau khi các định luật Newton ra đời, các định luật Ke-ple mới được chứng minh bằng lí thuyết và người ta thấy rằng các định luật này chính là hệ quả suy ra từ các định luật cơ bản của cơ học.

Một ứng dụng có thể được coi là quan trọng nhất được rút ra sau khi học xong ba định luật Ke-ple, đó là cách tìm ra khối lượng của

một thiên thể khi biết bán kính quỹ đạo và chu kì quay của một vệ tinh quanh thiên thể đó theo công thức: $M_{TT} = \frac{4\pi^2 R_{VT}^3}{GT_{VT}^2}$, trong

đó R_{VT}, T_{VT} lần lượt là bán kính quỹ đạo và chu kì quay của vệ tinh quanh thiên thể cần tính khối lượng.

C. KẾT LUẬN

Qua việc tìm hiểu về các kiến thức cơ bản và cách hình thành các kiến thức này trong các SGKNC và SGK chuẩn tôi nhận thấy, nhìn chung các tác giả viết SGK chuẩn và SGKNC đều đã cố gắng cung cấp cho HS những kiến thức cần thiết phù hợp với trình độ và khả năng nhận thức của các em. Đối với HS học theo chương trình NC thì yêu cầu đối với các em dĩ nhiên phải cao hơn so với HS học theo SGK chuẩn, vì thế mà có những phần, ở SGSNC các tác giả đã mạnh dạn đưa vào, chẳng hạn như: công của lực biến đổi, va chạm đàn hồi, thế năng đàn hồi, định lý biến thiên cơ năng, các định luật của Ke-ple,... Đây là những nét mới, thể hiện sự khác nhau “về đẳng cấp” (©) giữa hai bộ SGK này.

Quá trình tìm hiểu này phần nào giúp tôi hiểu rõ sâu sắc hơn và có được cái nhìn toàn diện hơn về nội dung chương trình vật lý lớp 10 phần “Các định luật bảo toàn”. Đây sẽ là những tiền đề hữu ích góp phần giúp tôi “tạo ra” được những giờ dạy ngày càng có hiệu quả tốt hơn trong tương lai.

I. HỆ THỐNG KIẾN THỨC PHẦN “ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM”

Hệ thống kiến thức của chương này rất rõ ràng và chặt chẽ: [6]

- Cơ sở lý luận của cả chương là 3 định luật Niuton. Được rút ra từ những quan sát và tư duy khái quát hoá, ba định luật này đặt nền móng cho sự phát triển của cơ học. Vì vậy đây là kiến thức cơ bản quan trọng nhất của chương này.

- Một trong những đại lượng vật lý quan trọng được đề cập đến trong các định luật này là lực. Muốn dùng các định luật này để nghiên cứu các hiện tượng vật lý, cần có những hiểu biết về các đặc trưng của các lực tham gia vào các hiện tượng đó. Vì vậy một phần tất yếu của chương này là phần nghiên cứu về các lực trong cơ học (lực hấp dẫn, lực đàn hồi, lực ma sát.)

- Tiếp theo đó là một số bài vận dụng các kiến thức về các định luật Niuton và các lực cơ học để nghiên cứu một số hiện tượng vật lý quan trọng.

II. NHỮNG KIẾN THỨC CƠ BẢN VÀ KĨ NĂNG [6]

2.1. Kiến thức cơ bản

- Để tiếp thu được các định luật Niuton, học sinh phải có được khái niệm về các đại lượng lực và khối lượng. Ngược lại, qua việc học các định luật Niuton mà học sinh mới hiểu được sâu sắc hơn về lực và khối lượng. Như vậy, ba định luật Niuton cùng với các khái niệm lực và khối lượng là kiến thức cơ bản, quan trọng nhất trong chương này.

- Những thông tin về các đặc điểm của các lực cơ học là kiến thức quan trọng tiếp theo mà học sinh phải hiểu rõ.

2.2. Các kĩ năng cần thiết

Trong quá trình dạy – học chương này, cần hình thành và củng cố các kĩ năng quan trọng sau:

- Kĩ năng quan trọng nhất là vận dụng các định luật Niuton và đặc điểm của các lực cơ học để giải các bài toán Động lực học. Biết cách “chiếu” một phương trình vector xuống các trục tọa độ thích hợp để giải bài toán. Gắn liền với kĩ năng đó, học sinh cũng cần được rèn luyện kĩ năng tổng hợp và phân tích các đại lượng vector bằng quy tắc hình bình hành.

- Kĩ năng vận dụng các định luật để giải thích các hiện tượng thực tế

- Kĩ năng diễn đạt các hiện tượng vật lí bằng hình vẽ (đặc biệt là cách biểu diễn các vector \vec{F} , \vec{a} , \vec{v} liên quan đến mỗi hiện tượng).

- Kỹ năng vận dụng kiến thức để giải các bài tập trắc nghiệm. Khi làm kiểu bài lựa chọn phương án, cần biết cách vận dụng kiến thức đã học để nhanh chóng loại trừ các phương án sai và chọn được phương án đúng.

III. PHÂN TÍCH CÁCH THỂ HIỆN CÁC NỘI DUNG CƠ BẢN PHẦN “CÁC LỰC CƠ HỌC” TRONG HAI BỘ SGK VẬT LÝ THPT

3.1. LỰC ĐÀN HỒI

3.1.1. SGKNC

Xuất phát từ những ví dụ thường gặp trong thực tế như cánh cung bị uốn cong, lò xo bị kéo dãn, thanh cao su bị cong; bằng lập luận SGKNC đã đưa ra khái niệm về lực đàn hồi nói chung. Sau đó đi tìm hiểu một số trường hợp thường gặp như lực đàn hồi của lò xo, lực căng dây.

Trong mỗi ví dụ trên, tác giả đều có kí hiệu vật A (vật chịu tác dụng lực) và vật B (vật gây ra tác dụng lực), từ đó đưa ra khái niệm giới hạn đàn hồi chung của các vật đàn hồi. SGKNC cũng viết rằng những biến dạng của vật trong các ví dụ trên thuộc loại biến dạng đàn hồi. Tuy nhiên tác giả chưa đưa ra định nghĩa cụ thể về loại biến dạng này. Theo tôi, để giúp HS có thể hiểu sâu hơn về khái niệm lực đàn hồi, tác giả nên đưa vào định nghĩa về biến dạng đàn hồi trước, sau đó đưa ra các ví dụ, và từ đó phân tích hình thành khái niệm giới hạn đàn hồi và lực đàn hồi.

Khái niệm lực đàn hồi được trình bày trước làm cơ sở cho việc xét các đặc điểm của lực đàn hồi của lò xo và lực căng của dây.

* Với lực đàn hồi của lò xo

Bảng hình vẽ 19.3 trang 85 có chú thích ở dưới, SGKNC đã giúp HS hiểu được các đặc điểm của lực đàn hồi về phương và chiều.

SGKNC cho rằng chiều của lực đàn hồi của lò xo ngược với chiều biến dạng của lò xo. Tuy nhiên do khái niệm chiều biến dạng của lò xo là một khái niệm phức tạp nên SGKNC chỉ đề cập đến lực đàn hồi do lò xo đặt lên những vật mà nó tiếp xúc ở hai đầu, và quan niệm chiều biến dạng là chiều dịch chuyển tương đối của mỗi đầu lò xo so với đầu kia.

Về độ lớn của lực đàn hồi: SGKNC giới thiệu thí nghiệm định lượng như hình 19.4 trang 86, giúp HS rút ra được hệ thức giữa lực đàn hồi và độ biến dạng. Tác giả SGKNC đã đưa ra biểu thức của lực đàn hồi của lò xo dưới dạng đại số: $F_{dh} = -k.\Delta l$, sau đó giải thích về dấu (-) trong biểu thức trên.

Vi định luật Húc là một định luật thực nghiệm nên thông qua những nội dung trên, SGKNC đã giới thiệu nội dung của định luật Húc. SGKNC hình thành định luật Húc từ đặc điểm về độ lớn của lực đàn hồi của lò xo thu được từ thí nghiệm ở hình 19.4 - trang 86 và phát biểu nội dung định luật.

Sau đó bằng thí nghiệm định tính như hình 19.5 và câu hỏi C2 trang 86, HS có thể hiểu rõ được ý nghĩa của đại lượng k.

* Với lực căng của dây

Bảng hình vẽ 19.6 trang 86, kết hợp với phân tích tác giả đã nêu rõ các đặc điểm của lực căng dây. Đồng thời ở đặc điểm về chiều của lực căng dây, SGKNC đã chỉ rõ được sự khác biệt cơ bản của lực đàn hồi của lò xo và lực căng dây. Đó là lực căng dây chỉ là lực kéo tác dụng lên vật.

Bên cạnh đó, SGKNC còn chú thích thêm trường hợp lực căng dây xuất hiện ở những dây có khối lượng không đáng kể và trường hợp dây vắt qua ròng rọc. Bảng lập luận cùng với hình vẽ 19.7 giúp HS nắm kỹ được cách xác định lực căng dây làm tiền đề cho việc giải các bài toán hệ vật sau này.

3.1.2. SGKCB

Trái với SGKNC, SGKCB không giới thiệu lực đàn hồi chung, mà ngay từ phần mở bài, xuất phát từ những hiểu biết đã học của HS về lò xo ở lớp 6, tác giả đã đưa ra câu hỏi C1 giúp HS tìm hiểu về các đặc điểm hướng và điểm đặt của lò xo.

Việc giải quyết các yêu cầu ở câu hỏi C1 (trang 71) ở SGKCB, tác giả đã đưa ra các thông tin:

- Có lực xuất hiện tác dụng vào tay khi lò xo bị biến dạng. Lực này có điểm đặt trên tay, ngược hướng với hướng biến dạng của lò xo;

- Khi thôi kéo lò xo sẽ dần trở về chiều dài ban đầu.

Từ đó có thể nêu ra các đặc điểm về điểm đặt và hướng của lực đàn hồi như ở SGK trình bày.

Tiếp theo SGKCB trình bày về độ lớn của lực đàn hồi của lò xo và đưa ra định luật Húc.

Để xây dựng nội dung định luật Húc, SGKCB xét thí nghiệm ở hình 12.2 trang 72 để rút ra mối liên hệ giữa độ lớn của lực đàn hồi F và độ biến dạng của lò xo Δl . Việc đưa khái niệm giới hạn đàn hồi vào cùng với mối liên hệ giữa F và Δl được rút ra ở trên nhằm hoàn chỉnh cho phát biểu về định luật Húc.

Sau đó SGKCB viết hệ thức của định luật $F_{dh} = k.\Delta l$, giải thích các đại lượng trong hệ thức và nêu đơn vị của k trong hệ đơn vị SI.

SGKCB chỉ viết công thức định luật Húc dưới dạng độ lớn, chứ không viết dạng đại số $F = -k.x$ hay $F = -k.\Delta l$ như SGKNC bởi hai lí do: [4]

- Trong các biểu thức trên, dấu (-) chỉ hướng của lực đàn hồi ngược với hướng của biến dạng. Nhưng hướng của biến dạng chỉ có tính tương đối và lực đàn hồi không chỉ xuất hiện ở đầu tự do của lò xo. Nó xuất hiện từng cặp trực đối dọc theo lò xo trừ hai vòng ngoài cùng của lò xo. Mặt khác do khái niệm chiều biến dạng là vấn đề phức tạp đối với HS.
- Tránh hiểu lầm cho HS khi học phần dao động điều hòa của con lắc lò xo treo thẳng đứng thuộc chương trình Vật lý 12 sau này.

Qua phân tích trên cho chúng ta thấy, cách trình bày ở SGKNC thể hiện được đầy đủ các đặc điểm của lực đàn hồi nhưng không tách riêng nội dung của định luật Húc. Còn cách trình bày ở SGKCB chưa thể hiện rõ các đặc điểm của lực đàn hồi nói chung. Định luật Húc và các đặc điểm của lực đàn hồi là những kiến thức cơ bản của bài được hình thành từ thực nghiệm nên các SGK cần trình bày đầy đủ, rõ ràng để dễ tiếp thu.

Về bài tập, SGKCB đưa ra 2 câu hỏi và 4 bài tập chủ yếu để vận dụng các đặc điểm của lực đàn hồi và hệ thức của định luật Húc vào tính toán đơn giản. SGKNC đưa ra 4 câu hỏi và 4 bài tập chủ trọng đi sâu vào bản chất của lực đàn hồi và các tính toán phức tạp hơn dựa vào hệ thức của định luật Húc và các công thức về phân động học, động lực học đã biết. Như vậy, bài tập ở SGKCB, cụ thể và đơn giản hơn so với SGKNC. Đây là điều hợp lý của hai bộ SGK trên.

3.2. LỰC MA SÁT

Cơ chế tạo thành ma sát là rất phức tạp, do đó khi trình bày kiến thức về lực ma sát cả hai bộ SGK chỉ dừng lại ở những biểu hiện vĩ mô của lực ma sát như hướng, độ lớn, chứ không đề cập đến cơ chế tạo thành ma sát. Sau đó hai SGK đều có giới thiệu đến ba lực ma sát thường gặp đó là lực ma sát nghỉ, ma sát trượt và ma sát lăn.

Với SGKNC, mở đầu bài học bằng hình vẽ về băng chuyền trên bến than Cửa Ông nhằm tạo ra tình huống có vấn đề cho HS, đó là băng chuyền đó hoạt động được nhờ vào lực nào, có phải do lực kéo của động cơ hay không?

Trái lại, SGKCB không đưa ra hình vẽ mà đưa ra các câu hỏi dẫn dắt làm xuất hiện các vấn đề và bắt đầu vào tìm hiểu các lực ma sát.

Thứ tự trình bày các kiến thức trong hai bộ sách có phần trái ngược nhau. Ở SGKNC, việc trình bày có vẻ logic hơn. Đó là hình thành lực ma sát nghỉ trước, sau đó mới khảo sát đến lực ma sát trượt, còn lực ma sát lăn ít được chú trọng tìm hiểu sâu nên chỉ trình bày sơ lược ở mục 3 trang 91.

Ở SGKCB lại tìm hiểu về lực ma sát dựa trên những kiến thức HS đã học ở THPT trước, sau đó mới tìm hiểu về lực ma sát lăn và lực ma sát nghỉ.

3.2.1. Lực ma sát nghỉ

Để khảo sát sự xuất hiện của lực ma sát nghỉ, SGKNC đã dùng thí nghiệm đơn giản như hình 20.1- trang 89. Sau đó dùng câu hỏi C1 để gợi ý cho HS và xác định phương, chiều của lực đó.

Ở hình vẽ 20.1- trang 89, ngoài việc thể hiện các lực trên hình vẽ, tác giả viết sách còn đưa vào giải thích các kí hiệu lực đó bằng chữ nhỏ giúp HS dễ dàng rút ra các đặc điểm của lực ma sát nghỉ. Ngoài ra, tác giả còn đưa ra thêm trường hợp ngoại lực không song song với mặt tiếp xúc giúp hạn chế sai lầm của HS khi cho rằng “lực ma sát nghỉ cân bằng với ngoại lực”.

SGK cơ bản trở lại thí nghiệm ở hình 13.1 trang 75 để đưa ra khái niệm về lực ma sát nghỉ và trình bày các đặc điểm của lực ma sát nghỉ.

Cả hai SGK đều dùng các thí nghiệm để rút ra các đặc điểm của lực ma sát nghỉ. Đây là điều hợp lý vì những thí nghiệm được trình bày ở các SGK đều là những thí nghiệm dễ làm, dễ quan sát, dễ thành công.

Theo tôi, việc trình bày kiến thức về lực ma sát nghỉ trong SGKNC như trên là hoàn toàn phù hợp, giúp HS dễ dàng tiếp thu nội dung kiến thức. Trong quá trình dạy học GV nên nhấn mạnh phân tích cho HS thấy “lực ma sát nghỉ cân bằng với thành phần của ngoại lực song song với mặt tiếp xúc”.

3.2.2. Lực ma sát trượt

Để xác định đặc điểm về độ lớn của lực ma sát trượt, SGKCB dùng thí nghiệm ở hình 13.1 và câu hỏi C1 ở trang 75. Sau đó,

SGK cơ bản nêu ra công thức xác định hệ số ma sát trượt: $\mu_t = \frac{F_{mst}}{N}$ và suy ra công thức tính lực ma sát trượt: $F_{mst} = \mu_t N$ (N là

áp lực của vật lên mặt tiếp xúc).

SGKNC dùng thí nghiệm ở hình 20.2 - trang 90 để xác định các đặc điểm về phương chiều và độ lớn của lực ma sát trượt. Thí nghiệm này khác với thí nghiệm về lực ma sát nghỉ ở chỗ ta không kéo lực kế, mà kéo tấm ván B cho nó trượt trên mặt bàn. Khi B đã trượt so với A và A đứng yên so với mặt bàn, thì lực đàn hồi của lực kế cân bằng với lực ma sát trượt do B tác dụng lên A. Vậy lúc này số chỉ của lực kế là số đo độ lớn lực ma sát trượt. Cách tiến hành thí nghiệm này có ưu điểm rõ rệt so với cách kéo vật A vì lực kế đứng yên nên ta dễ dàng đọc số chỉ của lực kế. Ngay cả khi ta kéo lực kế không đều thì số chỉ của lực kế vẫn ổn định [3]

Việc đưa ra thí nghiệm hình 20.2 - trang 90 và câu hỏi C2, kết hợp với phân tích GV dễ dàng giúp HS nắm bắt được các đặc điểm về phương, chiều của lực ma sát trượt. Qua đây, HS có thể thấy rõ định luật III Newton hoàn toàn nghiệm đúng (lực ma sát trượt luôn xuất hiện thành một cặp lực – phản lực). Thông qua thí nghiệm trên, sau khi tiến hành nhiều lần HS có thể rút ra nhận xét về độ lớn của lực ma sát trượt.

Như vậy, cả hai SGK đều không trình bày khái niệm lực ma sát trượt vì đây là phần kiến thức đã học ở Trung học cơ sở. SGKCB đưa vào thí nghiệm ở hình 13.1 trang 75 nhằm đưa ra cách xác định độ lớn của lực ma sát trượt và câu hỏi C1 ở trang 75 dùng để làm xuất hiện các yếu tố ảnh hưởng đến độ lớn của lực ma sát trượt, từ đó viết được công thức tính hệ số ma sát trượt và suy ra được công thức tính lực ma sát trượt. SGKNC khai thác khá kĩ các thông tin rút ra từ thí nghiệm ở hình 20.2 trang 90 về phương, chiều, độ lớn của lực ma sát trượt nhưng không đi sâu nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến độ lớn của lực ma sát trượt. Đây là loại lực ma sát hay gặp nên có thể phối hợp hai cách trình bày để làm rõ hơn các đặc điểm của lực ma sát trượt. Cuối cùng, cả hai SGK đều đưa vào các bảng số liệu (bảng 13.1 trang 76 SGKCB và bảng 1 trang 91 SGKNC) để giới thiệu hệ số ma sát của một số cặp vật liệu thông dụng.

3.2.3. Lực ma sát lăn

Cả hai SGK đều chỉ nêu khái niệm lực ma sát lăn và trình bày sơ đặc điểm về độ lớn của lực ma sát lăn: tỉ lệ với áp lực N và rất nhỏ so với ma sát trượt. Đây là khái niệm khó đối với học sinh phổ thông nên cách trình bày ở cả hai SGK là vừa phải.

Phần câu hỏi và bài tập về lực ma sát, SGKCB tập trung vào khai thác đặc điểm của lực ma sát trượt và công thức tính lực ma sát trượt (câu hỏi 1,2,4 trang 78 và bài tập 7,8 trang 79) còn SGKNC thì chú trọng vận dụng các đặc điểm của cả ba loại lực ma sát và công thức tính lực ma sát trượt, ma sát lăn và cả các công thức đã học để giải thích các hiện tượng thực tế và tính toán (8 câu hỏi và 5 bài tập trang 92, 93). Nhìn chung hệ thống câu hỏi và bài tập phần này giúp học sinh vận dụng và khắc sâu được các kiến thức cơ bản của bài học.

3.3. HỆ QUY CHIỀU CÓ GIA TỐC, LỰC QUÁN TÍNH

SGKNC có đề cập đến hệ quy chiếu phi quán tính và lực quán tính và dùng nó để khảo sát hiện tượng tăng, giảm, mất trọng lượng.

[6] Đây là lần đầu tiên vấn đề này được đưa vào SGK THPT của ta. Để hiểu được ý nghĩa của phần này, trước hết cần hiểu rõ về hệ quy chiếu quán tính (HQCQT) và hệ quy chiếu phi quán tính (HQCPT).

HQCQT là HQC mà trong đó vật cô lập không có gia tốc. Các định luật Newton đều được nghiệm đúng trong HQCQT. (Trong đời sống hàng ngày, ta thường coi HQC gắn với mặt đất là HQCQT, dĩ nhiên là với một mức độ chính xác không cao lắm).

Việc đưa hiện tượng thực tế ở hình 21.1 trang 94 vào làm nảy sinh vấn đề: vì sao người ngồi trên xe không chịu tác dụng của lực nào mà vẫn "thu gia tốc" ngã về trước? Phải chăng các định luật Newton không còn đúng nữa đối với trường hợp này? Sau đó SGKNC xét tiếp thí dụ ở hình 21.2 trang 94 để khẳng định là đã có "vấn đề" như với hiện tượng: hòn bi đặt trên xe chuyển động với gia tốc \vec{a} không chịu bất kì lực nào tác dụng nhưng vẫn thu gia tốc chuyển động ngược chiều với chuyển động của xe. Điều này khẳng định trong hệ quy chiếu gắn với các xe đang xét ở trên các định luật Newton không còn nghiệm đúng nữa. Từ đó xuất hiện khái niệm hệ quy chiếu mới, hệ quy chiếu chuyển động có gia tốc hay còn gọi là hệ quy chiếu phi quán tính. Trong hệ quy chiếu phi quán tính, các định luật Newton không còn nghiệm đúng nữa.

Nhưng khi quan sát các hiện tượng xảy ra trong một HQC chuyển động có gia tốc so với mặt đất, thì ta thấy có những hiện tượng không tuân theo các định luật Newton.

Chẳng hạn: Một hòn bi đặt trên mặt bàn nằm ngang trong một toa tàu hoả. Nếu tàu tăng tốc so với mặt đất thì những người quan sát trên tàu sẽ nhìn thấy hòn bi chuyển động có gia tốc về phía cuối toa tàu. Rõ ràng điều này không phù hợp với định luật I của Newton. Trong các HQC chuyển động có gia tốc, những quan niệm thông thường của chúng ta về quán tính dường như không còn đúng nữa. Ta gọi chúng là HQCPT.

Mặc dù các định luật Newton không được nghiệm đúng trong HQCPT, nhưng vì đã quá quen với việc dùng các định luật Newton để giải bài toán cơ học, nên người ta mới tìm cách làm thế nào để vẫn dùng được các định luật này trong HQCPT. Muốn vậy, ta thừa nhận rằng trong một HQC chuyển động với gia tốc \vec{a} so với HQCQT, các hiện tượng cơ học xảy ra giống như là mỗi vật có khối lượng m chịu thêm một lực bằng $-m\vec{a}$. Lực này gọi là lực quán tính.

Việc đưa ra khái niệm lực quán tính có thể coi như một phương pháp lập luận nhằm giúp ta tiếp tục sử dụng các định luật Newton để giải bài toán cơ học trong HQCPT. Để thấy rõ tiện ích của việc đó, nên phân tích kĩ các bài tập vận dụng 1 và 2 trong SGK. Đặc biệt, ở bài tập 5 trong phần bài tập cuối bài giảng, giải trong HQCPT gắn với khối nên sẽ đơn giản, dễ dàng hơn hẳn giải trong HQCQT gắn với mặt đất.

Thí nghiệm cần chú ý:

Thí nghiệm ở đầu Đ21 SGK là một thí nghiệm giả định nhằm dẫn đến khái niệm về HQCPT.

Lúc đầu, ta giữ cho xe lăn AB đứng yên, hòn bi đứng yên tại đầu A. Sau đó, ta thả cho xe lăn chuyển động với một gia tốc \vec{a} hướng về bên phải.

Nếu có thể loại bỏ được ma sát do xe lăn tác dụng vào hòn bi, thì sẽ quan sát được hòn bi đứng yên tại điểm M so với mặt bàn. Như vậy đối với HQC gắn với xe lăn, nó sẽ chuyển động từ A về phía B với gia tốc $\vec{a}' = -\vec{a}$.

Ý nghĩa lí luận của thí nghiệm này là, đối với HQCQT gắn với mặt bàn, thì định luật I Newton vẫn đúng. Nhưng đối với HQC gắn với xe lăn (chuyển động có gia tốc) thì mặc dù không có lực nào tác dụng lên hòn bi theo chiều từ A đến B nhưng nó vẫn có một gia tốc hướng theo chiều đó. HS sẽ được đặt trước một tình huống có vấn đề là vì sao ta lại quan sát thấy một hiện tượng trái ngược với định luật Newton. Từ đó dẫn đến khái niệm về HQCPT và lực quán tính.

Nhưng trong thực tế, làm thí nghiệm này có khó khăn ở chỗ, là do có lực ma sát của xe tác dụng lên hòn bi, nên hòn bi có bị kéo đi một đoạn so với mặt bàn. Ta có thể điều chỉnh thiết bị để hạn chế bớt hiện tượng đó, đồng thời cũng giải thích cho HS rõ: nếu loại trừ được lực ma sát thì hòn bi sẽ đứng yên so với mặt bàn.

Dù sao thì qua thí nghiệm này ta vẫn đưa ra cho HS một tình huống mới: trong HQC gắn với xe, hòn bi có gia tốc hướng từ A đến B mà ta chưa rõ là lực nào gây ra gia tốc ấy. Đó là điểm mấu chốt của thí nghiệm này.

Đối với khái niệm **lực quán tính**: SGKNC hình thành từ "vấn đề" khắc phục việc các định luật Niu-ton không còn được nghiệm đúng trong hệ quy chiếu phi quán tính. Từ đó hình thành khái niệm mới: **lực quán tính**. Công thức của lực quán tính thì được suy ra từ kết quả rút ra từ thí dụ ở hình 21.2 trang 94. Sau đó SGK nâng cao dùng câu hỏi C2 trang 95 để hình thành các đặc điểm của lực quán tính.

Thực ra khái niệm lực quán tính đã xuất hiện trong các ví dụ đã xét khi hình thành khái niệm hệ quy chiếu phi quán tính. Người và bi thu gia tốc chuyển động chứng tỏ đã có một lực tác dụng vào, lực đó ngược hướng với hướng gia tốc của các xe, vì thế biểu thức

phải có dạng $\vec{F} = -m\vec{a}$ (\vec{a} là gia tốc của hệ) và lực đó chính là lực quán tính tác dụng vào vật đặt trên hệ. Khi đưa vào khái niệm lực quán tính thì các định luật Niu-ton sẽ được nghiệm đúng trong hệ qui chiếu phi quán tính. SGK "thừa nhận" sự xuất hiện của lực quán tính rồi mới trở lại lý giải các thí dụ đã xét ở trên để chứng minh sự thừa nhận này là đúng. Việc đưa câu hỏi C2 trang 95 vào để hình thành và làm rõ các đặc điểm của lực quán tính. Các bài tập áp dụng ở trang 95, 96 giúp hiểu và vận dụng được các kiến thức về hệ qui chiếu phi quán tính và lực quán tính vào việc giải các bài tập và giải thích các hiện tượng trong thực tế.

3.4. LỰC HƯỚNG TÂM

SGKCB dùng các kiến thức về chuyển động tròn đều và định luật II Newton để đưa ra khái niệm lực hướng tâm và viết công thức của lực hướng tâm. Sau đó, SGK cơ bản lấy ví dụ về một số trường hợp các lực cơ học đóng vai trò là lực hướng tâm (hình 14.1, 14.2, 14.3 trang 80, 81). SGKNC hình thành khái niệm lực hướng tâm từ thí dụ ở hình 22.1 trang 98 và các kiến thức về chuyển động tròn đều, định luật II Niu-ton sau đó viết công thức của lực hướng tâm và xét một số ví dụ về lực hướng tâm trong thực tế (hình 22.3, 22.4 trang 99).

Cách hình thành kiến thức về lực hướng tâm ở cả hai sách là khá chặt chẽ. Khi vật chuyển động tròn đều thì vật có gia tốc hướng tâm, như vậy phải có lực để gây ra gia tốc hướng tâm đó. Lực đó gọi là lực hướng tâm. Dùng công thức của gia tốc hướng tâm

và hệ thức của định luật II Niu-ton để xây dựng công thức của lực hướng tâm: $F_{ht} = ma_{ht} = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r$. Việc đưa các ví dụ cụ

thể về lực hướng tâm giúp học sinh hiểu rằng lực hướng tâm không phải là một loại lực mới mà là một lực hoặc hợp của các lực đã biết (hình 14.1, 14.2, 14.3 trang 80, 81 SGK cơ bản và các hình 22.3, 22.4 trang 99 SGK nâng cao).

Vì kiến thức cơ bản của phần này là lực hướng tâm nên câu hỏi và bài tập của phần này ở cả hai sách chủ yếu là vận dụng đặc điểm và hệ thức của lực hướng tâm vào trả lời các câu hỏi và bài tập nhưng với độ khó khác nhau. Tính đơn giản và cụ thể vẫn là đặc điểm của các câu hỏi và bài tập ở SGK cơ bản, còn ở SGK nâng cao thì câu hỏi và bài tập phức tạp và "khó" hơn.

3.5. LỰC QUÁN TÍNH LI TÂM

Ngoài lực hướng tâm SGKNC cao còn đưa vào các câu hỏi và bài tập liên quan đến lực quán tính li tâm. Khái niệm về lực quán tính li tâm là một khái niệm mới và khó đối với nhiều học sinh. Do đó để hình thành kiến thức này cho HS, tác giả đã đưa ra thí nghiệm trên bàn xoay (Hình 22.4 SGKNC) đã được đưa ra ở phần lực hướng tâm. Kết hợp với câu hỏi C2 để giúp học sinh thấy được tác dụng của lực quán tính li tâm, làm cơ sở cho việc trả lời câu hỏi 4 – trang 102 SGK để giải thích “hiệu ứng li tâm”.

Ở một số sách của các tác giả nước ngoài người ta thường gọi tất lực quán tính li tâm là lực hướng tâm. Và khái niệm “lực li tâm” trong một số trường hợp còn được hiểu như là phản lực của lực hướng tâm. Do đó, để tránh nhầm lẫn, SGKNC vẫn gọi lực quán tính xuất hiện do sự quay của hệ quy chiếu là lực quán tính li tâm, và không đề cập đến khái niệm lực li tâm [3]. Theo tôi việc ý đồ của tác giả trong việc hình thành kiến thức này cho học sinh hoàn toàn hợp lý.

Trái với SGKNC, vì kiến thức về lực quán tính li tâm là một kiến thức phức tạp nên SGKCB không đưa vào mà chỉ giới thiệu khái niệm chuyển động li tâm và ứng dụng của nó. Tác giả đã trình bày “Chuyển động li tâm” coi như ứng dụng của lực hướng tâm, bởi các lý do:

- Các máy li tâm thuộc chương trình của môn kỹ thuật.
- Chuyển động li tâm thường gặp trong đời sống và kỹ thuật chứ không chỉ trong các máy li tâm.

Thông qua việc phân tích ví dụ hình 14.4 SGK trang 81, HS có thể hiểu được khái niệm chuyển động li tâm và cách giải thích chuyển động li tâm. Tuy nhiên để giúp HS hiểu chính xác về chuyển động này khi giải thích tác giả nên nói rõ đây là cách giải thích của người quan sát đứng trên mặt đất (tức là trong hệ quy chiếu quán tính) chứ không phải người quan sát đứng trên bàn quay (tức là trong hệ quy chiếu quay). Theo ý kiến của bản thân, có lẽ đây là một trong những hạn chế của SGKCB vì trong thực tế vẫn còn một số HS hiểu sai rằng bất kỳ vật nào chuyển động tròn cũng chịu lực quán tính li tâm. Do đó khi dạy phần này GV nên làm rõ cho HS rằng chỉ trong hệ quy chiếu quay thì vật mới chịu lực quán tính li tâm, hay chuyển động li tâm gắn liền với hệ quy chiếu quay.

3.6. TRỌNG LỰC VÀ TRỌNG LƯỢNG

Có nhiều quan niệm khác nhau về hai khái niệm trọng lực và trọng lượng ở SGK của các nước khác nhau. [4]

* Theo một số tác giả Pháp, Anh... thì khái niệm trọng lực và trọng lượng được hiểu theo quan điểm truyền thống:

Trọng lực là lực hút của Trái đất lên bất kỳ vật nào đặt ở gần Trái đất.

Trọng lượng là trọng lực tác dụng lên một vật. Và trọng lượng đặt vào trọng tâm của vật: $\vec{P} = \vec{W} = m \cdot \vec{g}$

Theo quan điểm này thì trọng lực là một loại lực, còn trọng lượng là lực tác dụng lên một vật cụ thể.

* Theo quan điểm của một số tác giả Mỹ thì:

Trọng lực tác dụng lên một vật là lực mà Trái đất tác dụng lên vật đó, kí hiệu là \vec{F}_G . Trọng lực là một đại lượng véctor, hướng vào tâm Trái đất. Độ lớn của lực này, kí hiệu là F , là một đại lượng vô hướng, gọi là trọng lượng của vật: $F = mg$

Theo quan niệm này thì trọng lực là lực mà Trái đất tác dụng lên một vật cụ thể và trọng lượng là độ lớn của trọng lực.

* Theo một số tác giả Nga, Đức, ... thì có quan niệm:

Trọng lực tác dụng lên một vật là lực hút của Trái đất lên vật. Nếu chỉ chịu tác dụng của trọng lực thì nó sẽ rơi tự do với gia tốc

\vec{g} : $\vec{F} = m \cdot \vec{g}$

Trọng lượng là lực mà vật tác dụng lên giá đỡ hay dây treo do hệ quả của lực hút của Trái đất. Trọng lượng phụ thuộc vào gia tốc của vật: $P = m.(g \pm a)$

Hoặc trọng lượng là lực mà một vật chỉ chịu tác dụng của trọng lực, tác dụng lên giá đỡ nằm ngang, đứng yên trọng hệ quy chiếu đã chọn.

Ngoài ra, trọng lượng còn được hiểu là một đại lượng vật lý, nó cho biết một vật kéo dây treo hay ép lên giá đỡ mạnh như thế nào. Nguyên nhân của trọng lượng là sự hấp dẫn. Trọng lượng của vật tỉ lệ với khối lượng vật. Hệ số tỉ lệ là gia tốc rơi tự do:

$$\vec{F}_G = m.\vec{g}.$$

Theo quan niệm này thì ngay trong đời sống hằng ngày ta phải phân biệt trọng lượng với trọng lực. Trọng lực là loại lực hấp dẫn tác dụng thông qua trọng trường, có điểm đặt tại trọng tâm của vật. Còn trọng lượng là loại lực đàn hồi, lực tiếp xúc, có điểm đặt ở giá đỡ hoặc dây treo.

Việc vận dụng quan điểm này vào thực tiễn đã gây không ít khó khăn nên chính các tác giả này cũng chưa hoàn toàn thống nhất với nhau. Chẳng hạn như:

- Một giá đỡ hay có thể nhiều giá đỡ? Giá đỡ phải nằm ngang hay có thể nghiêng?
- Chỉ treo vật bằng một dây hay có thể bằng hai, ba dây không theo phương thẳng đứng?
- Giá đỡ phải đứng yên hay có thể chuyển động với gia tốc \vec{a} trong hệ quy chiếu gắn với mặt đất?

Như vậy, trong những tình huống phức tạp quan niệm về trọng lượng trở nên mơ hồ, không rõ ràng, thậm chí không xác định được.

Do đó trong SGKCB, chỉ dừng lại ở định nghĩa: Lực hấp dẫn do Trái đất đặt lên một vật gọi là trọng lực của vật đó. Đây là cách hiểu đơn giản, gần đúng, phù hợp với yêu cầu của chương trình đó.

Trong SGKNC, trọng lực được định nghĩa đầy đủ hơn trong SGKCB, có kể đến lực quán tính do sự quay của trái đất quanh trục của nó. Khái niệm trọng lực và trọng lượng được trình bày như sau:[6]

- Đầu tiên, trong bài về lực hấp dẫn, ta đưa ra phát biểu: *Trọng lực là lực hấp dẫn do Trái đất đặt lên vật*, với chú thích rằng đây là phát biểu gần đúng, chưa tính đến thành phần khác của trọng lực, và đến những mục sau sẽ xét chi tiết hơn. (Trang 77 – SGKNC)

- Sau khi học về lực quán tính li tâm (LQTLT), ta thấy rằng đối với những vật ở trong một hệ gắn với mặt đất, ta còn phải kể đến LQTLT do sự tự quay của Trái đất quanh trục. Do đó, tác giả đưa ra định nghĩa: *Trọng lực là hợp lực của lực hấp dẫn của Trái đất tác dụng lên vật và LQTLT mà vật phải chịu do sự tự quay của trái đất.*

$$\vec{P} = \vec{F}_{hd} + \vec{F}_q \quad (1)$$

Trọng lượng được hiểu là số đo độ lớn của trọng lực của vật.

Tuy nhiên theo những tính toán cụ thể, thì ngay ở xích đạo tức là nơi F_q có giá trị lớn nhất thì F_q cũng chỉ vào khoảng $\frac{1}{289} F_{hd}$. Do đó, với những bài toán trong hệ gắn với mặt đất, nếu không đòi hỏi độ chính xác cao lắm thì có thể bỏ qua F_q , và ta trở lại định nghĩa gần đúng ở trên về trọng lực.

Qua phân tích trên cho thấy, quan niệm về trọng lực và trọng lượng ở cả hai bộ SGK THPT hiện nay có nhiều ưu điểm, cụ thể là:

- Nó làm cho hai khái niệm này trở nên rõ ràng, chính xác và không mâu thuẫn. Trọng lực là một đại lượng véctơ có điểm đặt tại trọng tâm của vật, có phương thẳng đứng (phương của dây dọi) chiều từ trên xuống và có biểu thức là $\vec{P} = m.\vec{g}$. Còn trọng lượng là độ lớn của trọng lực, là đại lượng vô hướng như khối lượng và tỉ lệ với khối lượng của vật.
- Nó phù hợp với thói quen ngôn ngữ hằng ngày của HS. Trong đời sống hằng ngày chúng ta thường quan niệm: một vật có khối lượng chẳng hạn 1 kg thì có trọng lượng 10N. Khi ấy, trọng lượng có thể xem là một thuộc tính của mọi vật ở gần trái đất gây ra bởi lực tác dụng của Trái đất và làm cho ta cảm nhận được vật này nặng hay nhẹ hơn vật kia.
- Với SGKNC, việc quan niệm về trọng lượng và trọng lực như vậy là hoàn toàn hợp lý bởi nó được mở rộng khi xét vật trong hệ quy chiếu chuyển động có gia tốc \vec{a} so với hệ quy chiếu đứng yên (gắn với mặt đất) mà không gặp trở ngại hay mâu thuẫn nào về mặt nhận thức. Khi đó $\vec{P} = m.(g \pm \vec{a})$ gọi là trọng lực biểu kiến của vật trong hệ quy chiếu phi quán tính. Độ lớn của trọng lực biểu kiến là trọng lượng biểu kiến của vật.

Trong thực tế có nhiều trường hợp một vật đặt trong một hệ chuyển động có gia tốc (ví dụ: thang máy, toa tàu chuyển động biến đổi đều...). Khi đó, vật chịu thêm tác dụng của LQT do chuyển động của hệ gây ra.

$$\vec{F}_{qt} = -m\vec{a}$$

Như vậy, vật sẽ chịu tác dụng của hợp lực:

$$\vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}_{qt} \quad (2)$$

Trong đó \vec{P}' gọi là trọng lực biểu kiến, độ lớn P' gọi là trọng lượng biểu kiến của vật. Số hạng \vec{P} trong vế phải của (2) là trọng lực đã được định nghĩa theo (1). (ở một số tài liệu khác, người ta còn gọi P là trọng lượng thực để phân biệt với P' là trọng lượng biểu kiến).

Trong một hệ chuyển động có gia tốc, nếu vật được treo vào đầu một sợi dây và vật đứng yên trong hệ đó, thì vật sẽ tác dụng vào dây một lực bằng \vec{P}' và dây tác dụng trở lại vật lực căng $\vec{T} = -\vec{P}'$. Nếu vật đặt trên một mặt phẳng thì vật đó sẽ tác dụng lên mặt phẳng một lực bằng \vec{P}' và mặt phẳng tác dụng trở lại vật một phản lực $\vec{N} = -\vec{P}'$.

Bên cạnh những ưu điểm trên, việc trình bày kiến thức về trọng lực và trọng lượng trong SGK vẫn còn một số điều khó hiểu cho HS. Ở trang 100, SGKNC có viết: “*Trọng lượng của một vật là độ lớn của trọng lực vật đó*” và qua thí dụ về người đứng trên sàn thang máy không đề lên nó hay đề lên nó một lực lớn hay nhỏ tùy theo trạng thái chuyển động của thang máy theo phương thẳng đứng để đi đến kết luận: “*Những hiện tượng đó là sự tăng, giảm hay mất trọng lượng*”.

Qua các kiến thức trên, học sinh hiểu được rằng, khi trọng lượng tăng, giảm hay mất đi thì trọng lực tác dụng lên vật hay số đo của nó cũng tăng, giảm hoặc bằng không trong khi trọng lực coi như không đổi theo độ dịch chuyển quá nhỏ của thang máy so với bán kính trái đất.

Học sinh cũng hiểu được rằng, một vật rơi tự do không có trọng lượng cũng có nghĩa là không có trọng lực tác dụng lên nó hay không có trường trọng lực tác dụng lên nó và vật rơi là do tự bản thân nó gây nên, trong khi vật rơi là do tác dụng của trọng lực. Điều này không những gây khó hiểu đối với học sinh mà cả giáo viên nữa.

Không phải không có lý khi các sách Vật lý nước ngoài đã đưa định nghĩa trọng lượng như sau: “*Trọng lượng của một vật là lực mà do tác dụng của trọng lực vật đó đè lên giá đỡ hay tác dụng lên dây treo*”. Mặc dù trong SGKNC, người ta cũng đã thừa nhận, một vật nằm trên giá đỡ (sàn thang máy) có đè lên giá đỡ một lực nhưng không muốn dùng thuật ngữ “trọng lượng” để gọi nó mà thôi.

Cũng vậy, trong SGKNC còn thể hiện trọng lượng của một vật được đo bằng lực kế. Cụ thể, khi móc vật vào lực kế thẳng đứng, số chỉ của lực kế cho biết trọng lượng của vật. Nhưng lực kế lại chỉ lực tác dụng lên móc treo, lại chính là trọng lượng vật. Có thể làm sáng tỏ định nghĩa trên như sau:

Khi vật nằm trên mặt phẳng ngang, trọng lực ép vật xuống giá đỡ, mặt tiếp xúc giữa chúng đều bị biến dạng. Sự biến dạng của mặt giá đỡ làm xuất hiện lực đàn hồi tác dụng lên vật mà ta quen gọi là phản lực của giá đỡ, sự biến dạng của mặt vật làm xuất hiện lực đàn hồi tác dụng lên giá đỡ được gọi là “lực đè” mà các sách Vật lý gọi là trọng lượng. Gốc vectơ phản lực đặt tại vật, gốc vectơ trọng lượng đặt tại giá đỡ, chúng là hai lực trực đối và có cùng bản chất là lực đàn hồi.

Khi vật nằm trên mặt phẳng nghiêng một góc α , thành phần $P\cos\alpha$ ($< P$) của trọng lực cũng ép vật xuống giá đỡ và cũng làm xuất hiện sự biến dạng ở mặt hai vật và các lực đàn hồi xuất hiện tác dụng lên vật (phản lực) và lên giá đỡ (trọng lượng) như trên. Tất nhiên trọng lượng của vật trong trường hợp này nhỏ hơn khi nó nằm trên mặt phẳng ngang (giảm trọng lượng).

Khi tăng góc nghiêng đến 90 độ, mặt phẳng nằm thẳng đứng, vật không đè lên giá đỡ và rơi tự do. Khi đó, vật ở trạng thái không trọng lượng.

Theo tôi, chỉ định nghĩa trọng lượng như trên mới giải thích được hiện tượng tăng, giảm và không trọng lượng.

3.7. HIỆN TƯỢNG TĂNG, GIẢM VÀ MẤT TRỌNG LƯỢNG

Xuất phát từ những hiểu biết đã có của học sinh về trọng lực ở THCS (Trọng lực là lực hút của Trái đất vào vật). SGKNC bổ sung thêm một thành phần khác tạo nên trọng lực, đó là lực quán tính li tâm do sự quay của Trái đất. Thông qua hình 22.6 – trang 100 SGK kết hợp với câu C3, SGK đã lập luận giúp học sinh thấy được: lực quán tính li tâm không những làm thay đổi độ lớn của trọng lực so với độ lớn lực hấp dẫn, mà còn làm thay đổi cả hướng của trọng lực so với hướng của lực hấp dẫn. Tuy nhiên, những thay đổi đó là rất nhỏ. Do đó HS hiểu được định nghĩa mới về trọng lực là tổng quát và bao hàm định nghĩa cũ.

Vì SGKCB không đề cập đến lực quán tính và lực quán tính li tâm nên nội dung này không được trình bày.

Với cách đưa ra định nghĩa trọng lượng như trên, việc trình bày về sự tăng, giảm và mất trọng lượng khá thuận lợi. Thật ra phải nói là hiện tượng tăng, giảm và mất trọng lượng biểu kiến, nhưng người ta thường nói tắt là tăng, giảm và mất trọng lượng.

Chẳng hạn ta xét một vật đặt trong một hệ chuyển động với gia tốc \vec{a} so với mặt đất. Trọng lực \vec{P} trong biểu thức (2) gây ra gia tốc rơi tự do:

$$\vec{P} = m\vec{g}$$

Còn lực quán tính xuất hiện do vật ở trong hệ chuyển động với gia tốc \vec{a} so với mặt đất:

$$\vec{F}_{qt} = -m\vec{a}$$

$$\vec{P}' = m(\vec{g} - \vec{a}) \quad (3)$$

Như vậy, dường như vật đang xét sẽ chuyển động trong một “trọng trường” có gia tốc trọng trường biểu kiến là:

$$\vec{g}' = \vec{g} - \vec{a}$$

Chẳng hạn, khi một người đứng trong một buồng thang máy chuyển động với gia tốc \vec{a} hướng lên trên (gia tốc \vec{a} của hệ ngược chiều với \vec{g}) thì:

$$P' = mg' = m(g + a) > mg$$

Người sẽ đè lên sàn thang máy một lực bằng P' , lớn hơn trọng lượng của mình. Đó là sự tăng trọng lượng biểu kiến, thường gọi tắt là tăng trọng lượng.

Nếu \vec{a} cùng chiều với \vec{g} (thang máy đi xuống nhanh dần hoặc đi lên chậm dần) thì:

$$P' = m(g - a) < mg$$

Người sẽ đè lên sàn thang máy một lực nhỏ hơn trọng lượng của mình. Đó là sự giảm trọng lượng biểu kiến, gọi tắt là giảm trọng lượng.

Đặc biệt, nếu $\vec{a} = \vec{g}$ thì $P' = 0$, đó là sự mất trọng lượng biểu kiến, gọi tắt là mất trọng lượng. Trong trường hợp một con tàu vũ trụ chuyển động tròn đều quanh Trái đất (động cơ của tàu không hoạt động), cần tránh lập luận sai lầm cho rằng lực quán tính gây nên trạng thái mất trọng lượng trong con tàu là do sự tự quay của Trái đất. Thật ra, lúc này con tàu không gắn với mặt đất, nên sự tự quay của Trái đất không ảnh hưởng đến các vật trong con tàu. Và lại, LQTLT do sự tự quay của Trái đất cũng chỉ có giá trị rất nhỏ.

LQTLT gây nên trạng thái mất trọng lượng ở đây chính là do sự quay của con tàu quanh Trái đất. Trong chuyển động này, lực hấp dẫn của Trái đất đóng vai trò lực hướng tâm, nó gây ra gia tốc hướng tâm:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{hd}}{m} = \vec{g}$$

Thay kết quả trên vào (3), ta được $\vec{P}' = 0$

Với cách lập luận như thế ta có thể đi tới một kết luận tổng quát hơn: Trong một con tàu vũ trụ chuyển động chỉ dưới tác dụng của lực hấp dẫn của các thiên thể thì các vật trong tàu sẽ ở trạng thái mất trọng lượng. (Không nhất thiết con tàu phải chuyển động tròn đều quanh Trái đất, mà có thể là con tàu đang đi trong vũ trụ dưới tác dụng của lực hấp dẫn của nhiều thiên thể).

3.8. PHƯƠNG PHÁP ĐỘNG LỰC HỌC

Phương pháp động lực học là một phương pháp cơ bản để giải các bài toán cơ học. 1. Với SGKNC, phương pháp động lực học được đưa ra ở bài 23 (Bài tập về động lực học). Mở đầu bài SGKNC trình bày về phương pháp động lực học dùng cho bài toán thuận (biết các lực tác dụng lên vật, xác định chuyển động) và bài toán ngược (biết rõ chuyển động, xác định lực tác dụng lên vật). Sau đó, tác giả đưa ra hai bài toán làm ví dụ.

Bài 1 nói về chuyển động thẳng của vật trên mặt phẳng nghiêng. Dựa vào phép phân tích lực, HS cần chỉ ra được những lực song song với mặt phẳng nghiêng để tính được gia tốc của vật. Lời giải cuối bài, tác giả có chú thích thêm về kết quả câu a) của bài là cơ sở của một cách đo hệ số ma sát. Theo tôi, câu a) của bài tập này đã tạo được cơ hội để HS thiết kế phương án đo hệ số ma sát nghỉ. Nó đã góp phần phát huy được tính tích cực tư duy của HS.

Bài 2, ngược lại bài 1, bài này yêu cầu HS phải tổng hợp trọng lực của quả cầu và lực căng dây treo để xác định lực hướng tâm.

Nhìn chung, việc giải hai bài tập trong SGK là hoàn toàn phù hợp với trình độ của đa số HS theo chương trình Ban Tự nhiên.

Cuối bài, tác giả còn đưa ra 4 bài tập nhằm khắc sâu thêm phương pháp động lực học cho HS. Mỗi bài tập đều có kết hợp hình vẽ phía bên trái giúp HS dễ hình dung được đề bài.

Bên cạnh việc đưa ra phương pháp động lực học, SGKNC còn đưa ra khái niệm về hệ vật và một số ví dụ về bài toán hệ vật nhằm mục đích:

- Giúp HS biết cách tính gia tốc của các vật trong hệ.
- Chuẩn bị cho việc học các định luật bảo toàn ở chương IV.

Từ những phân tích trên cho thấy những kiến thức Vật lý được trình bày trong SGKNC đã có tính chất liên thông và kế thừa. Việc trình bày các kiến thức này hoàn toàn hợp lý.

2. Với SGKCB

Trái với SGKNC, về nội dung này SGKCB không được trình bày cụ thể thành các bài riêng như SGKNC. Thông qua các bài tập riêng lẻ ở các bài về lực đàn hồi, lực ma sát hay lực hướng tâm mà tác giả muốn lồng ghép vào đó phương pháp động lực học. Đây là một điểm lưu ý đối với GV khi dạy học phần này, GV nên nhấn mạnh giới thiệu phương pháp động lực học cho HS khi giải các bài tập, giúp HS khắc sâu phương pháp nhằm có cái nhìn tổng quát về các phương pháp giải bài toán cơ học có bao gồm phương pháp sử dụng các định luật bảo toàn sẽ được học ở các chương sau.

Qua việc so sánh cách thể hiện phương pháp động lực học ở hai bộ SGKCB và SGKNC ở trên, cho thấy ở SGKNC các kiến thức được trình bày rõ ràng hơn. Nó không những phù hợp với trình độ của HS học ở Ban này mà việc thể hiện nội dung đó còn giúp

HS dễ tiếp thu bài hơn. Thiết nghĩ, để HS dễ lĩnh hội kiến thức và khắc sâu nó, ở nội dung này SGKCB cũng nên đưa ra phần Bài tập về phương pháp động học lực riêng (giống như SGKNC).

tổng quan về sách giáo khoa Vật lý 10 cơ bản và Vật lý 10 nâng cao

Nhìn chung, cả hai loại sách giáo khoa đều chú ý đưa kênh hình vào bài học để tăng tính trực quan và tạo hứng thú cho học sinh. Các hình chụp từ thực tế cuộc sống được khai thác khá nhiều. Điều này làm cho môn vật lý gần gũi với đời sống hơn, gần gũi với học sinh hơn.

Để hình thành kiến thức, cả hai loại sách giáo khoa đều đưa các câu hỏi mang tính chất định hướng tư duy cho học sinh (C_1, C_2, \dots). Các câu hỏi này vừa tạo hứng thú học tập cho học sinh vừa mang tính chất định hướng, gợi ý cho giáo viên thiết kế bài dạy học tổ, chức hoạt động nhận thức cho học sinh.

Ở sách giáo khoa cơ bản, cuối mỗi bài học đều có phần tóm tắt kiến thức giúp học sinh nắm được nội dung chính của bài. Còn sách giáo khoa nâng cao không có mục này. Đây chính là điểm khác nhau trong ý đồ sư phạm của hai nhóm tác giả. Nhóm tác giả sách giáo khoa cơ bản cho rằng sau khi nghiên cứu xong một đơn vị kiến thức thì cần khẳng định lại cho học sinh các kiến thức quan trọng của phần đó là gì. Điều này hỗ trợ tích cực cho học sinh trong quá trình ôn tập. Còn các tác giả của sách giáo khoa nâng cao thì yêu cầu học sinh sau khi nghiên cứu một đơn vị kiến thức thì phải tự mình rút ra các nội dung quan trọng có trong phần đó. Điều này góp phần bồi dưỡng năng lực tự học cho học sinh.

Ở đầu chương Động học chất điểm, cả hai sách giáo khoa đều dùng các hình ảnh thực trong cuộc sống để giới thiệu chương. Hình ảnh mở đầu được sách giáo khoa cơ bản đưa vào với ý đồ thể hiện rõ quỹ đạo chuyển động của các vật, tạo thuận lợi cho học sinh tiếp nhận khái niệm quỹ đạo, chất điểm... Còn sách giáo khoa nâng cao đưa ra hình ảnh với ý đồ giới thiệu một cách kín đáo khái niệm vận tốc và gia tốc (thể hiện ở dòng chú giải: các vận động viên cố gắng hết sức để về đích nhanh nhất) tạo hứng thú cho học sinh khi nghiên cứu các khái niệm này.

2. Phân tích cách hình thành các kiến thức cơ bản của phần động học chất điểm

2.1 Khái niệm chuyển động cơ, chất điểm, độ dời và hệ quy chiếu

2.1.1. Khái niệm chuyển động cơ

Để đưa ra khái niệm chuyển động cơ, sách giáo khoa cơ bản chỉ nói rằng “*Chuyển động cơ của một vật (gọi tắt là chuyển động) là sự thay đổi vị trí của vật đó so với các vật khác theo thời gian*” [2]. Ý đồ của tác giả ở đây là không cần phải phân tích nhiều một nội dung đơn giản mà học sinh đã quá quen thuộc mà chỉ cần chính xác hóa khái niệm chuyển động cơ. Thật vậy, không em học sinh nào khi học đến phần này lại không nhận biết được các chuyển động cơ đơn giản, nhưng để phát biểu một cách khoa học khái niệm chuyển động cơ thì các em khó làm được. Sách giáo khoa cơ bản đã dựa vào đặc điểm này để hình thành khái niệm trên.

Trong khi đó, sách giáo khoa nâng cao, ngoài việc đưa ra khá nhiều hình minh họa (3 hình) còn phân tích kỹ khái niệm chuyển động cơ. Ý đồ của các tác giả ở đây là từ khái niệm chuyển động cơ, chỉ cho học sinh thấy tính tương đối của chuyển động, một tính chất quan trọng của chuyển động.

2.1.2. Khái niệm chất điểm, quỹ đạo của chất điểm

2.1.2.1. Chất điểm

Đây là một mô hình hoàn toàn không có thực trong thực tế nhưng lại rất có ích khi nghiên cứu về chuyển động. SGK cơ bản và nâng cao đều hình thành khái niệm chất điểm thông qua một ví dụ về kích thước trái đất và quãng đường của nó quanh mặt trời. SGK nâng cao đưa câu hỏi mang tính trừu tượng với mục đích rèn luyện khả năng tư duy tích cực của học sinh. Trả lời được câu hỏi C_1 có nghĩa là các em đã nắm vững thế nào là chất điểm. Mặc dù không có hình ảnh minh họa nhưng SGK nâng cao có đưa ra một số ví dụ để học sinh hiểu rõ hơn khái niệm trừu tượng này. SGK cơ bản thì đưa câu hỏi dẫn dắt trực tiếp, cụ thể, học sinh dễ hình dung hơn. Ý đồ của các tác giả ở đây là muốn học sinh có một cái nhìn trực quan, cụ thể về chất điểm và hiểu rõ vì sao ta có thể coi vật là một điểm. Cũng với ý đồ như vậy nên ví dụ minh họa được các tác giả đưa ra một cách định lượng, cụ thể. Học sinh có thể so sánh kích thước xe và quãng đường mà nó chuyển động một cách định lượng.

2.1.2.2. Quỹ đạo

Khái niệm này được trình bày dưới dạng thông báo một cách ngắn gọn. Tuy nhiên ở SGK nâng cao có trình bày một số hình ảnh minh họa cho quỹ đạo của một số chuyển động còn SGK cơ bản thì không. Ý đồ của các tác giả ở đây là gì? Ở đầu chương, SGK cơ bản có các hình minh họa mà học sinh có thể coi đó là các ví dụ về quỹ đạo nên ở đây không cần đưa thêm hình ảnh nữa. Còn SGK nâng cao đưa thêm hình ảnh minh họa cho quỹ đạo của chất điểm rất hay. Hình ảnh minh họa cho quỹ đạo ở trong ví dụ này rất chính xác, thường gặp mà lại có ý đồ sư phạm cụ thể. Qua hai hình vẽ, sách nâng cao yêu cầu học sinh nắm được quỹ đạo của chất điểm có hình dạng xác định tùy thuộc vào hệ quy chiếu được chọn. Trong các hệ quy chiếu khác nhau thì quỹ đạo của cùng một chất điểm là khác nhau. Hình 1.3a và 1.3b cho thấy, cùng chuyển động rơi của giọt mưa, nhưng quỹ đạo trong hai hệ quy chiếu là khác nhau. Điều này sẽ được nhắc lại ở bài 10 của sách nâng cao. [6]

2.1.3. Độ dời

Khái niệm này chỉ được trình bày trong SGK nâng cao. Vectơ độ dời được trình bày tổng quát trong chuyển động cong, sau đó xét trong trường hợp cụ thể là chuyển động thẳng và xét mối quan hệ giữa độ dời và quãng đường đi của chất điểm. Ý đồ của tác giả của SGK cơ bản là xây dựng các khái niệm vật lý một cách đơn giản nhất. Cho nên khái niệm độ dời không được sử

dụng để hình thành các khái niệm vận tốc, phương trình chuyển động. Do đó không cần thiết phải đưa khái niệm độ dời vào giảng dạy. Các tác giả SGK nâng cao thì muốn học sinh hiểu sâu sắc các khái niệm vật lý do đó không thể không giới thiệu khái niệm độ dời trong khảo sát chuyển động của chất điểm. Tuy nhiên, vì yêu cầu của chương trình không đòi hỏi phải khảo sát các chuyển động cong phức tạp nên các tác giả chỉ giới thiệu độ dời trong chuyển động thẳng. Ở đây các tác giả đồng nhất khái niệm vectơ độ dời và giá trị đại số của độ dời.

Để giúp học sinh dễ hình dung độ dời của chất điểm trên quỹ đạo thẳng, các tác giả SGK đưa thêm hình 2.2 mmo tả độ dời của con kiến trên trục Ox. Các tác giả gắn một đồng hồ trên trục để học sinh ghi nhớ hệ quy chiếu.

2.1.4. Hệ quy chiếu

Hệ quy chiếu là một khái niệm không thể thiếu khi khảo sát chuyển động cơ học. Hệ quy chiếu được trình bày ngay ở bài đầu tiên và được tách thành một mục riêng bởi vì: việc chọn hệ quy chiếu là công việc quan trọng đầu tiên để giải một bài toán cơ học. Chọn hệ quy chiếu thích hợp có thể làm cho việc giải bài toán trở nên đơn giản rất nhiều. Khái niệm hệ quy chiếu không chỉ nói về một hệ toạ độ gắn với một vật chọn làm mốc mà còn bao gồm cả việc chọn một gốc thời gian.

Hệ quy chiếu = Hệ toạ độ gắn với vật mốc + đồng hồ và gốc thời gian

Điều này có hai ý nghĩa: nhấn mạnh đến việc chọn gốc thời gian đồng thời với hệ toạ độ trong các bài tập. Mặt khác, khái niệm không thời gian là một khái niệm rất quan trọng trong Vật lý: không gian gắn với thời gian. Sách giáo khoa không đề cập đến hệ quy chiếu quán tính và phi quán tính vì những kiến thức này khá khó đối với học sinh. Để hình thành khái niệm hệ quy chiếu, SGK cơ bản lần lượt giới thiệu cách xác định vị trí của vật trong không gian rồi đến cách xác định thời gian trong chuyển động. Việc làm này có tác dụng giúp cho học sinh hình dung một cách cụ thể về hệ quy chiếu. SGK nâng cao cũng tìm hiểu cách xác định vị trí của chất điểm rồi đến xác định thời gian, trên cơ sở đó hình thành khái niệm hệ quy chiếu. Tuy nhiên, việc hình thành các khái niệm trên của hai bộ sách là khác nhau.

Từ hình vẽ 1.1 về cột số bên đường, sách cơ bản trình bày khái niệm vật mốc. Cách trình bày tuy dễ hiểu nhưng việc tách khái niệm hệ toạ độ riêng biệt sẽ khiến học sinh gặp khó khăn khi học hệ quy chiếu. Sách nâng cao trình bày khái niệm vật mốc gắn liền với hệ toạ độ trong phần xác định vị trí của một chất điểm. Việc gắn liền khái niệm vật mốc với hệ toạ độ sẽ thuận tiện cho học sinh khi làm bài tập và hình thành khái niệm hệ quy chiếu sau này.

Hình 1.1 trong sách cơ bản chưa đem lại hiệu quả cao như hình 1.5 sách nâng cao bởi vì: Hà Nội là một địa danh bất cứ ai cũng biết, trong khi đó Phủ Lý thì khá xa lạ với học sinh phổ thông, nhất là ở khu vực phía Nam.

Để hình thành khái niệm mốc thời gian, cả hai bộ sách đều đưa ra Bảng giờ tàu. Tuy nhiên, bảng giờ tàu 1.1 trong sách cơ bản không đề cập đến thời gian tàu dừng ở ga. Mục đích của việc làm này nhằm đơn giản hóa vấn đề hết sức có thể giúp học sinh tiếp nhận và xử lý thông tin được thuận tiện hơn. Còn SGK nâng cao đưa ra bảng giờ tàu trong thực tế, nghĩa là giờ tàu đến ga và tàu rời ga. Các tác giả của bộ sách này đòi hỏi học sinh phải phân tích, xử lý các số liệu thực tế. Trong thực tế bảng giờ tàu thể hiện giờ đến, giờ đi của tàu, thời gian đó đối với mỗi tàu là khác nhau và thường thay đổi nên phải ghi rõ là bảng giờ của tàu nào và thời điểm thu thập số liệu. Bảng giờ tàu trong sách nâng cao mang tính thực tiễn nhưng số liệu lại thu thập vào năm 2003. Giáo viên khi dạy phần này nên cập nhật số liệu mới để cung cấp cho học sinh.

Bảng 1.1 (sách cơ bản)

Sách cơ bản phân biệt thời điểm và thời gian rất rõ ràng. Bởi vì học sinh rất dễ nhầm lẫn hai khái niệm này khi làm toán. Để phân biệt hai khái niệm này, sách cơ bản trình bày thông qua bài tập 1, 2: Xác định khoảng thời gian tàu chạy dựa vào Bảng giờ tàu Thống Nhất Bắc Nam S1. Trong khi đó SGK nâng cao chỉ phân biệt hai khái niệm này bằng cách đưa ra bảng giờ tàu (chỉ thời điểm) và bảng vài kỷ lục thể giới (chỉ khoảng thời gian).

2.2. Vận tốc

Khái niệm vận tốc là một khái niệm cơ bản rất quan trọng trong nghiên cứu động học chất điểm. Do đó mỗi quyển SGK đều chú trọng cách xây dựng khái niệm này. Tùy vào ý đồ sư phạm của tác giả mà vận tốc có cách hình thành khác nhau.

SGK cơ bản hình thành khái niệm vận tốc qua nhiều giai đoạn.

Trước tiên là khảo sát chuyển động thẳng đều và tốc độ trong chuyển động thẳng đều. Khái niệm tốc độ chỉ đơn thuần là một đại lượng đặc trưng cho độ nhanh chậm của chuyển động, hoàn toàn không thể hiện chiều chuyển động. Đây là một khái niệm có ý nghĩa thực tế. Các tác giả SGK cơ bản muốn giới thiệu với học sinh những khái niệm vật lý có trong đời sống.

Sau đó khảo sát đến chuyển động thẳng biến đổi đều, các tác giả xây dựng khái niệm độ lớn của vận tốc tức thời trong chuyển động thẳng biến đổi đều. Khái niệm vận tốc tức thời ở đây được xây dựng bằng thương số giữa quãng đường đi rất ngắn qua điểm ta xét và khoảng thời gian rất ngắn để đi hết quãng đường đó. Cách xây dựng như thế này vừa không chặt chẽ về mặt toán học vừa không thể hiện được hướng của vận tốc trong chuyển động. Hướng của vectơ vận tốc tức thời được đưa ra như một thông báo. Và thông báo này cũng mang tính cụ thể cho trường hợp chuyển động thẳng. Đến khi xét chuyển động tròn đều thì các tác giả mở rộng thêm phương của vectơ vận tốc tức thời nằm theo tiếp tuyến của quỹ đạo tại điểm mà ta xét.[1]

Từ khái niệm về độ lớn và hướng của vận tốc tức thời, các tác giả khảo sát chuyển động thẳng nhanh dần đều một cách cụ thể. Và công thức xác định vận tốc tức thời được xây dựng sau khái niệm gia tốc. Cách xây dựng này vừa cụ thể vừa dễ hiểu đối với học sinh. Các tác giả cho rằng trình độ của học sinh lớp 10 chưa đủ để khảo sát các khái niệm trừu tượng như vận tốc, gia tốc một cách tổng quát. Và cũng chưa đủ để khảo sát chuyển động thẳng biến đổi đều một cách tổng quát rồi sau đó khảo sát chuyển động thẳng nhanh dần đều và chậm dần đều như các trường hợp riêng.

Ý đồ của tác giả ở đây là xem như có một chuyển động giả định có quỹ đạo thẳng và vận tốc tăng đều theo thời gian. Nghiên cứu loại chuyển động này rồi đối chiếu với một chuyển động thực xem nó có diễn ra như vậy hay không? Và cuối cùng là vận dụng những điều đã biết cho một chuyển động mới, chuyển động chậm dần đều.[3]

SGK nâng cao xây dựng khái niệm vận tốc một cách chặt chẽ hơn. Trước tiên, các tác giả đề cập đến vận tốc trung bình. Tuy nhiên, vận tốc trung bình không có ý nghĩa quan trọng trong khảo sát chuyển động vì nó không có ý nghĩa thực tế. Khắc phục điều này, các tác giả đưa vào khái niệm tốc độ trung bình. Khái niệm vận tốc trung bình được đưa ra như một khái niệm trung gian để xây dựng khái niệm vận tốc tức thời. Vì học sinh chưa học khái niệm giới hạn và đạo hàm trong toán học nên khái niệm vận tốc tức thời cũng được SGK nâng cao xây dựng bằng cách chọn Δt rất nhỏ để vận tốc trung bình trở thành vận tốc tức thời. SGK nâng cao còn phân tích và chứng minh **độ lớn của vận tốc tức thời luôn bằng tốc độ tức thời**. Phần chữ nhỏ trong SGK nâng cao nhắc nhở học sinh lưu ý các gọi tên khái niệm vận tốc và vectơ vận tốc. Cách hình thành của SGK nâng cao vừa phù hợp với kiến thức toán học của học sinh, vừa đảm bảo tính khoa học và tính khái quát đối với yêu cầu của ban khoa học tự nhiên.

Để minh họa cho tốc độ tức thời cả hai SGK đều đưa ra hình ảnh tốc kế trên xe máy. Đây là một nét mới của SGK hiện hành so với SGK cũ. Điều này là cho các kiến thức vật lý gần gũi và có tính thực tiễn hơn, tạo hứng thú học tập cho học sinh.[1]

2.3. Gia tốc

Do ý đồ khác nhau nên các tác giả của hai bộ sách có cách xây dựng khái niệm gia tốc khác nhau.

SGK cơ bản xây dựng khái niệm gia tốc trong trường hợp riêng là chuyển động thẳng nhanh dần đều. Sau đó tương tự khảo sát cho chuyển động chậm dần đều rồi cuối cùng khi đến chuyển động tròn đều, học sinh lại được khảo sát gia tốc trong chuyển động tròn đều.

Khái niệm gia tốc trong chuyển động thẳng nhanh dần đều được xây dựng dựa trên đặc điểm vận tốc tăng đều đặn theo thời gian, nghĩa là độ biến thiên vận tốc tỷ lệ thuận với thời gian, và gia tốc chính là hệ số tỷ lệ. Ý đồ của các tác giả là tìm cách đơn giản và thuận tiện nhất để hình thành khái niệm gia tốc cho học sinh vì học sinh chưa đủ các công cụ toán học và chưa đủ khả năng để tiếp nhận các vấn đề phức tạp như khái niệm gia tốc tổng quát. Cách xây dựng này là hợp lý đối với đối tượng là học sinh ban cơ bản.

Gia tốc trong chuyển động tròn đều là một khái niệm rất khó hình dung đối với học sinh, nhất là do đòi hỏi phải đơn giản hóa hết mức các kiến thức khoa học. Vì vậy, các tác giả khá lúng túng khi trình bày khái niệm gia tốc trong chuyển động tròn đều. Các lập luận trong trình bày chỉ mang tính minh họa và giải thích chứ không chặt chẽ về mặt chứng minh. Độ lớn của gia tốc trong chuyển động tròn đều được giới thiệu như một thông báo.

SGK nâng cao hình thành khái niệm gia tốc sau khi học sinh đã nắm được khái niệm vận tốc và đã khảo sát thực nghiệm chuyển động thẳng. Khái niệm gia tốc được hình thành một cách tổng quát trước khi khảo sát chuyển động thẳng biến đổi đều. logic hình thành khái niệm gia tốc giống như khái niệm vận tốc nên khá dễ tiếp cận đối với học sinh. Cách hình thành kiến thức này ở SGK nâng cao tổng quát và chặt chẽ hơn so với sách giáo khoa cơ bản. Điều đó chứng tỏ các tác giả SGK nâng cao yêu cầu học sinh cao hơn.

Tương tự như vậy, khái niệm gia tốc trong chuyển động tròn đều cũng được xây dựng một cách chính xác hơn, SGK chứng minh rằng nếu thời gian được xét là đủ nhỏ thì vectơ gia tốc trong chuyển động tròn đều hướng vào tâm quỹ đạo. Độ lớn của gia tốc chuyển động tròn đều cũng được chứng minh một cách cụ thể.

2.4. Các chuyển động cơ đơn giản

Trong chương trình vật lý phổ thông, học sinh được khảo sát các chuyển động đơn giản như chuyển động thẳng đều, chuyển động thẳng biến đổi đều, chuyển động rơi tự do và chuyển động tròn đều. Cả hai loại SGK đều khảo sát các loại chuyển động này, nhưng cách tiếp cận và mức độ thì có nhiều điểm khác nhau.

2.4.1. Chuyển động thẳng đều

Để đặt vấn đề cho chuyển động thẳng đều SGK cơ bản giới thiệu thí nghiệm chuyển động của giọt nước trong bình chia độ chứa dầu. SGK cơ bản định nghĩa chuyển động thẳng đều trước khi hình thành khái niệm vận tốc. Do đó SGK cơ bản định nghĩa chuyển động thẳng đều theo tốc độ chuyển động. Khi khảo sát chuyển động thẳng đều, các tác giả cũng không đề cập đến khái niệm vận tốc mà chỉ đề cập đến tốc độ của chuyển động. Vì vậy, phương trình chuyển động thẳng đều được thiết lập từ công thức tính quãng đường chuyển động chứ không phải từ công thức tính độ dời. Cách thành lập như vậy là khá đơn giản, dễ tiếp thu đối với học sinh. Đồ thị tọa độ thời gian của chuyển động thẳng đều được xây dựng bằng một ví dụ cụ thể là một bài toán. Sau đó khái quát lên cho trường hợp mọi vật chuyển động thẳng đều. Cách xây dựng như thế này giúp học sinh dễ tiếp thu và có tính trực quan, phù hợp với trình độ của học sinh ban cơ bản.

Sách giáo khoa nâng cao khảo sát chuyển động thẳng đều sau khi hình thành khái niệm vận tốc. Do đó định nghĩa chuyển động thẳng đều được phát biểu như sau: “Chuyển động thẳng đều là chuyển động thẳng, trong đó chất điểm có vận tốc tức thời không đổi”. Phương trình của chuyển động thẳng đều được đưa ra dựa trên khái niệm độ dời và vận tốc tức thời. Đồ thị tọa độ thời gian cũng được xây dựng một cách tổng quát cho cả trường hợp vật chuyển động cùng chiều dương và chuyển động ngược chiều dương. Ngoài ra, SGK nâng cao cũng giới thiệu hệ số góc của đường biểu diễn tọa độ theo thời gian có giá trị bằng vận tốc. Về tính thực tiễn thì SGK nâng cao có hướng dẫn học sinh làm thí nghiệm khảo sát chuyển động của bọt không khí để làm ví dụ về chuyển động thẳng đều.

Trong hai loại SGK thì sách cơ bản trình bày đơn giản dễ hiểu hơn, ít yêu cầu học sinh phải có các kiến thức toán học sâu sắc còn sách nâng cao trình bày chặt chẽ về mặt toán học hơn. Tuy khó tiếp thu nhưng lại tạo nền tảng vững chắc để học sinh tiếp tục khảo sát các chuyển động khác trong chương trình. So với sách cơ bản, sách nâng cao có thêm phần đồ thị vận tốc thời

gian của chuyển động thẳng đều và giới thiệu cách tính độ dời trên đồ thị vận tốc_ thời gian. Điều này sẽ tạo cơ sở để khảo sát chuyển động thẳng biến đổi đều sau này.

2.4.2. Chuyển động thẳng biến đổi đều

Loại chuyển động thẳng biến đổi đều tương đối khó hiểu và phức tạp đối với học sinh ban cơ bản. Do đó ý đồ của các tác giả SGK là khảo sát một chuyển động cụ thể, đơn giản là chuyển động thẳng nhanh dần đều. Sau khi đưa ra khái niệm chuyển động thẳng nhanh dần đều là chuyển động biến đổi đều, các tác giả xây dựng khái niệm gia tốc trong chuyển động thẳng nhanh dần đều, vận tốc tức thời trong chuyển động thẳng nhanh dần đều được hình thành một cách tự nhiên nhờ công thức gia tốc. Công thức tính quãng đường đi được trong chuyển động thẳng nhanh dần đều được thiết lập nhờ lập luận “Vì độ lớn của vận tốc tăng

đều theo thời gian nên người ta đã chứng minh được công thức tính vận tốc trung bình sau đây: $v_{tb} = \frac{s}{t}$.” Sau đó dùng công thức

tốc độ trung bình đi thiết lập công thức đường đi. Cách thành lập như vậy là khá đơn giản và dễ tiếp thu với học sinh. Tuy nhiên các em sẽ gặp khó khăn khi khảo sát các chuyển động phức tạp hơn và cũng gây cho học sinh dễ nhầm lẫn khi áp dụng vào chuyển động chậm dần đều.

Về đồ thị thì SGK cơ bản chỉ giới thiệu đồ thị vận tốc_ thời gian của chuyển động thẳng biến đổi đều mà không giới thiệu đồ thị tọa độ_ thời gian của chuyển động thẳng biến đổi đều.

SGK nâng cao khảo sát chuyển động thẳng biến đổi đều thành hai bài. Bài thứ nhất khảo sát gia tốc và vận tốc còn bài thứ hai khảo sát phương trình chuyển động của chuyển động thẳng biến đổi đều.

Cách tiếp cận kiến thức của SGK nâng cao cũng khác so với SGK cơ bản. Ý đồ của các tác giả ở đây là đi từ tổng quát đến cụ thể nên toàn bộ các công thức đều được xây dựng một cách tổng quát rồi xét cụ thể cho chuyển động nhanh dần đều và chuyển động chậm dần đều.

Về đồ thị, SHK nâng cao chú trọng hơn nhiều so với SGK cơ bản. Ở đây đồ thị vận tốc_ thời gian của chuyển động thẳng biến đổi đều được khảo sát khá kỹ cho cả trường hợp vật chuyển động cùng chiều dương và chuyển động ngược chiều dương. Đồ thị tọa độ_ thời gian cũng được khảo sát cho cả chuyển động nhanh dần đều và chậm dần đều.

Hai cách tiếp cận như vậy phù hợp với hai đối tượng học sinh và chiến lược của mỗi nhóm tác giả là khác nhau. Các tác giả SGK nâng cao có ý đồ giúp cho học sinh có cái nhìn tổng quan và có phương pháp tiếp cận môn học một cách khoa học, chặt chẽ hết mức có thể. Trong khi các tác giả SGK cơ bản đặt ý tưởng trình bày đơn giản và dễ tiếp cận, không đòi hỏi phải vận dụng nhiều kiến thức toán học.

2.4.3. Sự rơi tự do

Đây là một đơn vị kiến thức nhỏ nhưng rất quan trọng và có nhiều ý nghĩa nên được hai SGK trình bày thành một bài riêng. Thậm chí chương trình cơ bản còn dành hẳn hai tiết để nghiên cứu bài này.

Sách cơ bản giới thiệu về Ga-li-lê vì ông là người đầu tiên làm thí nghiệm về sự rơi tự do ở tháp nghiêng thành Pi-da, một thí nghiệm có tính lịch sử.

Bài này tuy ngắn, nhưng được dạy trong hai tiết đối với sách cơ bản. Đó là vì mục đích sư phạm là tạo cơ hội cho học sinh làm thí nghiệm, thảo luận nhóm để rút ra kết luận cần thiết. Do đó giáo viên phải tổ chức cho học sinh hoạt động để tự lực chiếm lĩnh kiến thức.

Tiết thứ nhất dành cho việc hình thành khái niệm sự rơi tự do. Sách cơ bản trình bày 4 thí nghiệm qua đó học sinh sẽ quan sát hiện tượng, rút ra nhận xét, thảo luận về kết quả và tìm hiểu các thí nghiệm mà Niu-ton đã làm.

Thí nghiệm 1: Thả một tờ giấy và một hòn sỏi nặng hơn tờ giấy. Thí nghiệm 2: Thả một tờ giấy vo tròn được nén chặt và hòn sỏi nặng hơn tờ giấy. Mục đích của hai thí nghiệm trên là khảo sát sự rơi của hai vật nặng nhẹ khác nhau, xem vật nào rơi đến đất trước.

Thí nghiệm 3: Thả hai tờ giấy cùng kích thước, nhưng một tờ giấy để phẳng còn tờ kia thì vo tròn và nén chặt lại.

Thí nghiệm 4: Thả một vật nhỏ và một tấm bìa phẳng đặt nằm ngang. Mục đích của hai thí nghiệm này là khắc phục quan niệm sai lầm vật nặng rơi nhanh hơn vật nhẹ của học sinh và qua đó bước đầu hình thành kiến thức về nguyên nhân gây ra sự rơi nhanh chậm của các vật. Từ đó giới thiệu thí nghiệm đối với ống Niu-ton trong hai trường hợp: Ống chứa không khí và ống đã hút hết không khí. Từ đó hình thành khái niệm về sự rơi tự do.

Tiếp theo, sách cơ bản trình bày thí nghiệm của Ga-li-lê ở tháp nghiêng thành Pi-da trong phần in chữ nhỏ. Mặc dù trong lịch sử thí nghiệm của Ga-li-lê được thực hiện trước thí nghiệm của Niu-ton rất lâu, nhưng sách giáo khoa lại trình bày thí nghiệm của Niu-ton trước, còn thí nghiệm của Ga-li-lê chỉ mang tính chất tham khảo. Nguyên nhân ở đây là do: Thí nghiệm của Ga-li-lê là một thí nghiệm gần đúng, trong đó ta chỉ bỏ qua ảnh hưởng của không khí còn thí nghiệm của Niu-ton thì chính xác hơn vì đã loại hẳn tác dụng của không khí.

Sách nâng cao tạo tình huống có vấn đề bằng các câu hỏi nêu ra ở đầu bài, trong bài học sách giáo khoa chỉ nêu ngắn gọn về thí nghiệm về hòn đá với lông chim trong ống thủy tinh từ đó rút ra định nghĩa về sự rơi tự do. Mục đích của sách nâng cao là tập trung vào các thí nghiệm để rút ra các đặc điểm của sự rơi tự do, còn các thí nghiệm nêu ở đầu bài khá đơn giản, giáo viên có thể tự trình bày được. Nhằm giúp học sinh có cái nhìn trực quan hơn về sự rơi tự do, sách nâng cao đưa thêm câu hỏi C1 về chuyển động của người nhảy dù.

Để nghiên cứu sự rơi tự do của các vật, sách cơ bản trình bày phương pháp chụp ảnh hoạt nghiệm. Qua đó học sinh có thể tự rút ra các đặc điểm của chuyển động rơi tự do, hình 4.3 trong sách giáo khoa giúp học sinh rút ra kết luận: Rơi tự do là chuyển động thẳng nhanh dần đều.

Với những kiến thức về chuyển động thẳng nhanh dần đều đã học, học sinh có thể tự rút ra các công thức của sự rơi tự do. Phương án này rất khoa học, học sinh tự rút ra kết luận từ thực nghiệm. Về gia tốc rơi tự do, sách cơ bản không trình bày thí nghiệm mà chỉ nêu kết luận bởi vì khi làm các bài tập đơn giản thì gia tốc rơi tự do được xem là hằng số.

Để tìm ra những đặc điểm của chuyển động rơi tự do, sách nâng cao trình bày 3 thí nghiệm:

Để xác định phương và chiều của chuyển động rơi tự do, sách nâng cao trình bày thí nghiệm thả rơi một vật bên cạnh dây dọi. Thí nghiệm này rất cần thiết để khẳng định vật rơi tự do theo phương thẳng đứng bởi vì khi khảo sát một chuyển động, điều trước tiên cần biết là vật chuyển động theo quỹ đạo nào.

Để nghiên cứu tính chất của chuyển động rơi, sách nâng cao trình bày thí nghiệm thả rơi một vật có dính một băng giấy luôn qua bộ rung. Thí nghiệm này nhằm xác định các vị trí của vật tại các thời điểm khác nhau. Khi thả vật nặng cho rơi tự do, đồng thời cho bộ rung hoạt động. Khi vật rơi, bút ở đầu cần rung ghi trên băng giấy những khoảng nhỏ tại các thời điểm cách nhau liên tiếp bằng nhau. Khoảng cách liên tiếp của các vết càng lớn chứng tỏ chuyển động rơi nhanh dần. Để xác định tính chất chuyển động là nhanh dần đều, sách nâng cao trình bày phương án đo khoảng cách giữa các vết tại các thời điểm liên tiếp cách đều nhau thì thấy khoảng cách tăng dần trong những khoảng thời gian bằng nhau.

Cuối cùng là đo gia tốc của chuyển động rơi tự do bằng cách sử dụng công thức liên hệ giữa độ cao và thời gian rơi. Mục đích của thí nghiệm này là: dựa vào tính chất nhanh dần đều của chuyển động rơi tự do, đo quãng đường và thời gian rơi để tính gia tốc. Tiến hành đo nhiều lần để đi đến kết luận, gia tốc rơi tự do là một hằng số. Phương án này tuy mất nhiều thời gian nhưng sẽ phát huy kỹ năng thực hành của học sinh, giúp các em tự tìm hiểu và đi đến kết luận.

Sách nâng cao trình bày thí nghiệm lịch sử của Ga-li-lê trong mục em có biết, bởi vì đây chỉ là một định luật gần đúng và có tính chất lịch sử nên học sinh có thể tự đọc ở nhà.

2.4.4. Chuyển động tròn đều

Khi khảo sát chuyển động tròn đều, cả hai bộ SGK đều tìm hiểu về các đại lượng: vận tốc dài, vận tốc góc, vector vận tốc, gia tốc, chu kỳ và tần số.

Đây là một kiến thức khó đối với học sinh nên cả hai SGK đều trình bày bằng cách đơn giản hóa các kiến thức sao cho học sinh dễ tiếp thu.

Với tinh thần như vậy, SGK cơ bản chủ yếu xây dựng các kiến thức theo kiểu thông báo. Không yêu cầu học sinh phải biết cách chứng minh các công thức mà chỉ cần học sinh hiểu và biết cách vận dụng các công thức vào các trường hợp đơn giản.

SGK nâng cao trình bày các kiến thức chắc chẽ hơn, có nhiều ví dụ thực tế để tăng tính trực quan và các công thức được chứng minh cụ thể hơn. Ở đây học sinh không những hiểu ý nghĩa các công thức mà còn có thể nắm được cách hình thành công thức.

2.5. Tính tương đối của chuyển động. Công thức cộng vận tốc

2.5.1. Tính tương đối của chuyển động

Sách cơ bản trình bày tính tương đối của quỹ đạo và vận tốc riêng biệt qua hai ví dụ thực tế. Tuy nhiên, giáo viên cũng nên phân tích về tính tương đối của vận tốc trong ví dụ hình 6.1.

Sách nâng cao trình bày hai thí nghiệm chỉ để cho học sinh dễ dàng liên hệ với thực tế và làm cho nội dung sinh động thêm.

Ngay từ bài thứ nhất sách nâng cao đã nói đến tính tương đối của chuyển động. Trong bài học này, tính tương đối của chuyển động gắn với phép cộng vận tốc. Tính tương đối của chuyển động thể hiện ở quỹ đạo, vận tốc của một chất điểm trong các hệ quy chiếu khác nhau là khác nhau. Sách nâng cao chỉ trình bày một ví dụ và yêu cầu học sinh phân tích. Điều này sẽ làm học sinh khắc sâu kiến thức và có sự so sánh giữa các đại lượng.

2.5.2. Công thức cộng vận tốc

Vấn đề cộng vận tốc có ý nghĩa quan trọng trong các bài toán về thay đổi hệ quy chiếu. Cần tránh một quan niệm sai lầm rất phổ biến là: Công thức cộng vận tốc cho phép cộng vận tốc của vật này với vận tốc của vật khác. Phải hiểu là: Công thức cộng vận tốc cho phép ta tìm được vận tốc của vật trong hệ quy chiếu này, nếu biết vận tốc của vật trong hệ quy chiếu khác. Bài toán thường gặp là chuyển động của thuyền chạy trên mặt nước. Do đó, sách cơ bản trình bày các khái niệm về hệ quy chiếu đứng yên và hệ quy chiếu chuyển động.

Cách tiếp cận vấn đề trong bài này như sau: Xuất phát từ những trường hợp đơn giản quen thuộc của các chuyển động cùng phương, cùng chiều và ngược chiều để xây dựng công thức cộng vận tốc đại số, sau đó mở rộng cho công thức cộng vận tốc vector. Sách cơ bản không trình bày phương pháp cộng các vector khác phương vì đây là những kiến thức khá khó. Phạm vi áp dụng của công thức cộng vận tốc được đề cập trong phần mở rộng “*Em có biết*” để học sinh tự đọc và hình thành những kiến thức đầu tiên về thuyết tương đối của Anh-xanh.

Để xây dựng công thức cộng vận tốc, sách nâng cao trình bày mối quan hệ giữa các vận tốc của cùng một vật đối với các hệ quy chiếu khác nhau. Sách nâng cao phân biệt rõ vận tốc tuyệt đối, vận tốc tương đối, vận tốc kéo theo. Từ đó xét hai trường hợp đặc biệt: một là khi vận tốc của hệ cùng phương với vận tốc của chất điểm trong trường hợp người đi dọc theo một chiếc bè

đang trôi trên sông, hai là khi vận tốc của vật có phương vuông góc với vận tốc của hệ trong trường hợp người di chuyển trên bè từ mạn này sang mạn kia vuông góc với chiều dài của bè. Sau đó phát biểu phép cộng vận tốc trong trường hợp tổng quát. Ở đây, sách nâng cao đã trình bày thêm trường hợp cộng vận tốc khác phương vì đây là bài toán thường gặp trong thực tế.

Phần dòng điện trong các môi trường trong chương trình vật lý PTTH là một phần rất hay nhưng chưa được giáo viên chú trọng đúng mức. Có thể giải thích điều này bởi các lí do :

- Tính thuần lý thuyết
- Tính phức tạp của kiến thức
- Tính trừu tượng của cơ chế bởi đối tượng nghiên cứu là dòng các hạt vi mô.

Việc nghiên cứu đề tài này không chỉ giúp cho học sinh tìm hiểu về cơ chế và điều kiện của sự dẫn điện trong các môi trường mà còn giúp ích cho việc đào sâu mở rộng hiểu biết về cấu tạo chất, thuyết electron.... Bên cạnh đó đề tài dòng điện trong các môi trường góp phần không nhỏ vào việc củng cố thế giới quan khoa học cho các em, đồng thời tạo điều kiện cho việc tìm hiểu những ứng dụng kỹ thuật phong phú của dòng điện trong các môi trường.

Tôi chọn đề tài này với tham vọng đào sâu thêm kiến thức dòng điện trong các môi trường làm cơ sở cho việc giảng dạy sau này.

NỘI DUNG

Dòng điện là dòng chuyển dời có hướng của các hạt tải điện.

Hạt tải điện là các hạt mang điện (electron, ion dương, ion âm...) chuyển dời có hướng để tạo thành dòng điện.

Dòng điện được tạo nên bởi nhiều nguyên nhân. Trong giới hạn của đề tài chỉ tìm hiểu dòng điện tạo nên bởi tác dụng của điện trường lên các hạt mang điện (dòng điện dẫn).

Bản chất của dòng điện trong các môi trường khác nhau là khác nhau.

DÒNG ĐIỆN TRONG CHẤT RẮN

Trạng thái thường gặp nhất của kim loại là tồn tại dưới dạng chất rắn (trong điều kiện thường) trừ thủy ngân (tồn tại dưới dạng chất lỏng). Ở đây ta xét tính dẫn điện của kim loại trong trạng thái thường gặp của nó. Dĩ nhiên điều này không làm mất đi tính tổng quát của việc nghiên cứu.

I. Dòng điện trong kim loại

1. Bản chất của các phần tử tải điện trong kim loại và tính dẫn điện của kim loại

A. Quan điểm cổ điển

a) Thuyết electron cổ điển

Nội dung thuyết như sau:

Trong kim loại có các electron tự do - Mật độ electron tự do xấp xỉ bằng mật độ nguyên tử kim loại.

Chuyển động của các electron tự do trong kim loại tuân theo các định luật cơ học cổ điển

Tập hợp các electron tự do trong kim loại được coi như mật độ khí electron giống như khí lí tưởng. Các electron tự do tuân theo các định luật của khí lí tưởng. Vận tốc trung bình của chuyển động nhiệt của electron

EMBED Equation.3

(k là hằng số Boltzman, $k = 1.38 \times 10^{-28} \text{J/K}$; T là nhiệt độ tuyệt đối; m là khối lượng của electron).

b) Bản chất của các phần tử tải và tính dẫn điện của kim loại

Kim loại có cấu trúc tinh thể, ở nút mạng là các ion dương trong khoảng không gian giữa các nút mạng là các electron tự do chuyển động hỗn loạn dưới tác dụng nhiệt.

Như vậy trong kim loại đã tồn tại sẵn các electron tự do. Khi có điện trường ngoài chính các hạt tải điện này sẽ chuyển dời có hướng tạo thành dòng điện.

Mật độ các electron tự do này rất lớn. Nếu tính mỗi nguyên tử kim loại giải phóng một electron tự do thì mật độ các electron (n_0) tự do này bằng với mật độ nguyên tử. Như vậy mật độ này tùy thuộc vào từng kim loại. Vào cỡ $n_0 = 10^{28}$ đến 10^{29}m^{-3}

Để giải thích tính dẫn điện và nguyên nhân gây ra điện trở của kim loại ta sử dụng thuyết electron cổ điển

Khi chưa có điện trường ngoài các electron chuyển động nhiệt hỗn loạn (không có phương ưu tiên). Điều này làm cho tổng đại số điện tích chuyển động qua một mặt bất kì theo một phương bất kì là bằng 0: trong vật dẫn chưa có dòng điện.

Khi có điện trường ngoài, các electron tự do có thêm chuyển động phụ dưới tác dụng của điện trường ngoài chuyển động nhiệt. Số các electron chuyển động ngược chiều điện trường lớn hơn số các electron chuyển động cùng chiều điện trường. Dòng electron chuyển động có hướng (cho dù vẫn rất hỗn loạn): trong kim loại xuất hiện dòng điện.

Nguyên nhân gây ra điện trở

Các ion kim loại dao động quanh vị trí cân bằng ở các nút mạng. Chính các ion này đã cản trở dòng chuyển dời có hướng của các electron. Khi các electron va chạm với các ion dương một phần năng lượng nó dưới dạng động năng (các electron chuyển động có gia tốc dưới tác dụng của điện trường) truyền cho các ion này chuyển hóa thành nội năng của kim loại. Đây chính là nguyên nhân gây ra điện trở.

Các kim loại khác nhau có cấu tạo mạng tinh thể khác nhau làm cho khả năng cản trở dòng điện cũng khác nhau. Như vậy điện trở của các kim loại khác nhau là không giống nhau.

Nhiệt độ của kim loại càng cao các ion dương dao động xung quanh vị trí cân bằng với biên độ càng lớn làm cho khả năng cản trở dòng điện tăng: điện trở tăng.

* Lưu ý sự phạm:

Thuyết electron cổ điển đã có những đóng góp nhất định song vẫn còn những hạn chế, những hạn chế đó là do các nguyên nhân:

- Chuyển động của các electron tự do không tuân theo các định luật cơ học cổ điển mà tuân theo các quy luật phức tạp hơn của cơ học lượng tử.

- Ở nhiệt độ thấp tương tác electron – electron đóng vai trò quyết định. Tương tác electron ion không chỉ dừng lại ở va chạm. Electron chuyển động trong điện trường tuần hoàn của mạng tinh thể.

- Các electron không tuân theo các định luật Maxwell – Boltzman như khí lí tưởng mà tuân theo các định luật thống kê lượng tử.

Thuyết lượng tử về chất rắn thay thế thuyết electron cổ điển cho kết quả phù hợp hơn với thực nghiệm.

Khi mật độ electron dẫn nhỏ thì hai thuyết trên cho kết quả không sai khác nhau là bao. Điều này chứng tỏ ta vẫn có thể sử dụng thuyết electron cổ điển để giải thích các hiện tượng dẫn điện một cách đúng đắn trong chừng mực nào đó (dòng điện trong chất khí chẳng hạn).

B. Quan điểm hiện đại (thuyết vùng năng lượng - thuyết lượng tử về chất rắn)

a) Thuyết vùng năng lượng

Khi N nguyên tử kết hợp với nhau tạo thành chất rắn (tinh thể), các mức năng lượng của các electron trong chất rắn có giá trị nằm trên một số khoảng nhất định gọi là miền năng lượng.

Mỗi vùng chứa N mức năng lượng có khả năng chứa tối đa là $2N$ electron (mỗi mức chứa 2 electron có spin trái chiều).

Độ rộng năng lượng của vùng năng lượng (khoảng cách năng lượng giữa mức cao nhất và mức thấp nhất trong một vùng) ở miền năng lượng thấp thì nhỏ và tăng đáng kể ở miền năng lượng cao.

Các vùng năng lượng cách nhau một khoảng không có mức năng lượng. Càng lên các vùng năng lượng cao, khoảng cách này càng hẹp và thậm chí các vùng này có thể đè lên nhau. Các electron trong chất rắn được xếp vào các vùng ấy từ thấp lên cao, nên các vùng năng lượng nhỏ thường đầy electron.

Vùng năng lượng cao nhất còn chứa đầy electron khi nhiệt độ bằng 0K gọi là vùng hóa trị.

Vùng nằm ngay trên vùng hóa trị gọi là vùng kích thích.

Giữa vùng kích thích và vùng hóa trị là vùng cấm.

Electron ở một mức năng lượng cho trước chỉ có thể nhận năng lượng của điện trường ngoài (thường rất nhỏ so với điện trường của các hạt nhân nguyên tử trong chất rắn tạo ra) để nhảy lên mức năng lượng cao hơn ở ngay trên nó nếu mức năng lượng đó còn trống. Vì thế các electron ở vùng đã chứa đầy không thể nhận đủ năng lượng để vượt qua vùng cấm thì các electron vẫn nằm ở mức năng lượng cũ (trạng thái của electron không đổi) được xem như electron liên kết. Electron ở vùng chưa chứa đầy (còn nhiều năng lượng trống) có thể nhận năng lượng từ điện trường ngoài và được xem như electron tự do. Bản chất của các phân tử tải điện trong kim loại và tính dẫn điện của kim loại

Theo quan điểm của vùng năng lượng vật rắn thì các vật rắn khác nhau có tính chất điện khác nhau là do hai nguyên nhân: một là, do chiều rộng của vùng cấm (khe năng lượng) khác nhau; hai là, do các electron lấp đầy các vùng được phép một cách khác nhau.

Điều kiện cần để vật rắn dẫn điện là phải xuất hiện các mức năng lượng tự do mà điện trường ngoài (của nguồn điện) có thể chuyển các electron tới đó (nói chặt chẽ thì chỉ cần các mức năng lượng đó không bị chiếm hoàn toàn bởi electron nghĩa là trên mức đó vẫn còn chỗ trống để các electron di chuyển tới).

Các điện trường thông thường không quá mạnh chỉ có thể gây nên sự dịch chuyển electron bên trong các vùng năng lượng được phép

c) d) Hình a: Vùng hóa trị và vùng kích thích cách nhau chỉ bởi vùng cấm nhưng vùng hóa trị chưa chứa đầy electron: Kim loại.

Hình b: Vùng hóa trị chứa đầy electron đè lên vùng kích thích tạo ra một vùng hỗn hợp chưa chứa đầy electron, không có vùng cấm: Kim loại.

Hình c: Vùng hóa trị chứa đầy electron và vùng kích thích (rỗng) cách nhau bằng vùng cấm có độ rộng ($E < 2.4\text{eV}$): Bán dẫn.

Hình d: Vùng hóa trị chứa đầy electron và vùng kích thích (rỗng) cách nhau bằng vùng cấm có độ rộng ($E > 2.4\text{eV}$): Điện môi.

Trong các vật dẫn (như đồng chẳng hạn), các electron hóa trị chỉ lấp đầy một nửa các mức năng lượng bên trong vùng được phép, một nửa bị chiếm bởi hai electron còn một nửa số mức electron hoàn toàn bỏ trống. (Sở dĩ ta nói là “lấp đầy một nửa” bởi vì theo nguyên lí Pauli trên mỗi mức có thể có tối đa hai electron có spin đối xứng). Vùng năng lượng như vậy thường được gọi là vùng hóa trị, các electron trong vùng này có thể tham gia dẫn điện. Trên vùng hóa trị là vùng dẫn gồm các mức hoàn toàn bỏ trống. Dưới tác dụng của điện trường (do nguồn điện tạo ra) bên trong kim loại các electron hóa trị sẽ chuyển lên mức năng lượng tự do cao hơn trong vùng hóa trị. Như vậy nếu vùng hóa trị không bị chiếm hoàn toàn bởi các electron hóa trị thì vật rắn sẽ luôn là vật dẫn điện.

Trong các điện môi rắn (như NaCl) ở nhiệt độ $T = 0\text{K}$ các vùng dưới kể cả vùng hóa trị bị lấp đầy hoàn toàn bởi các electron (gọi là vùng đầy) còn các vùng cao hơn hoàn toàn bị bỏ trống (vùng dẫn) đồng thời bề rộng vùng cấm khá lớn (trên 3eV). Do đó dù điện trường mạnh (tất nhiên ta không xét trường hợp điện trường quá mạnh làm chất điện môi bị đánh thủng) nó cũng không cung cấp đủ năng lượng để electron vượt ra khỏi vùng cấm lên vùng dẫn ở trên. Kết quả là các electron không thu thêm năng lượng tức không chuyển động định hướng để tạo thành dòng điện. Những vật rắn như vậy không dẫn điện

c) Nguyên nhân gây ra điện trở

Electron cần được xem như một sóng tức là theo quan điểm 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 lạc đường, vì thế electron tự do không bị va chạm với các lõi nguyên tử nằm một cách trật tự ở các nút mạng 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, kim loại bị uốn, bị nén làm cho mạng tinh thể kim loại biến dạng... chính là các điểm mất trật tự nói trên. Đây chính là nguyên nhân gây ra điện trở.

* Phần dòng điện trong kim loại được trình bày trong SGK Vật lí 11 ở cả hai bộ cơ bản và nâng cao đều chú trọng giải quyết các vấn đề:

- Cấu trúc tinh thể của kim loại.

- Bản chất dòng điện trong kim loại.

Chủ yếu sử dụng thuyết electron cổ điển làm công cụ để giải quyết vấn đề.

Hạn chế của thuyết electron cổ điển cũng chính là hạn chế của hai bộ SGK trong phần này. Bộ SGK phân ban trình bày rõ ràng mạch lạc hơn và có những cố gắng nhất định trong việc cập nhật kiến thức cho học sinh thể hiện ở chỗ nhóm 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.

Song việc chuẩn hóa kiến thức vẫn phải chờ đợi những năm tháng đại cương ở bậc đại học khi học sinh được tiếp cận với cơ học lượng tử, vật lí chất rắn, cụ thể là với thuyết miền năng lượng một cách tường minh.

2. Sự phụ thuộc của cường độ dòng điện vào hiệu điện thế của dòng điện trong kim loại

Xét một đoạn mạch có chiều dài l , đặt vào hiệu điện thế U . Cường độ điện trường trong mạch

EMBED Equation.3

Lực từ tác dụng lên một hạt tải điện là :

$$F = eE$$

làm hạt chuyển động với gia tốc

EMBED Equation.3

m là khối lượng của electron

Vận tốc của hạt tải điện trước va chạm (vận tốc chuyển động có hướng)

$$v = at$$

Thời gian t có thể xác định được khi biết quãng đường tự do trung bình của chuyển động nhiệt

EMBED Equation.3

u' Là vận tốc chuyển động nhiệt ($u \ll u'$)

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

EMBED Equation.3

Nếu xem hạt dừng lại trong khoảng khoảng ($u_0 = 0$) giữa hai lần va chạm thì EMBED Equation.3

Như vậy :

EMBED Equation.3

Cường độ dòng điện trong mạch :

EMBED Equation.3

Với: S là tiết diện ngang

e là điện tích electron

Như vậy :

EMBED Equation.3

Mật độ dòng điện:

EMBED Equation.3 (*)

Với : EMBED Equation.3 gọi là điện dẫn xuất

(*) Là dạng vi phân của định luật Ôm. Trong kim loại cường độ dòng điện tỉ lệ với cường độ điện trường.

Ta thay $E = U/l$ vào (1) thu được biểu thức quen thuộc của định luật Ôm

EMBED Equation.3

Với EMBED Equation.3 và EMBED Equation.3 phụ thuộc vào bản chất dây dẫn. R gọi là điện trở của dây dẫn, S gọi là diện tích tiết diện.

Cường độ dòng điện trong kim loại phụ thuộc tuyến tính vào hiệu điện thế, đường đặc trưng Vôn-Ampe có dạng là đường thẳng

Yếu tố trung bình của electron theo phương tác dụng của lực điện từ là rất nhỏ, ngay cả điện trường mạnh với vận tốc đó cũng chỉ vào khoảng 10^{-3} - 10^{-4} m/s, lớn hơn vận tốc chuyển động của electron rất nhiều lần.

- Việc nghiên cứu bắt đầu từ dòng điện trong kim loại là hợp lí:

+ Điều này cho phép ta kế thừa giáo trình trung học cơ sở xong cũng phải chú ý là không phải vì kế thừa mà qua loa đại khái. Lượng kiến thức các em còn lại không nhiều. Cần chú trọng củng cố trước khi đào sâu, làm sâu sắc thêm kiến thức.

+ Đường đặc trưng Vôn-Ampe của kim loại là đơn giản nhất.

+ Chỉ có một loại hạt tải điện là electron và nồng độ hạt tải điện là không đổi.

- Trong cả hai bộ sách đều né tránh việc giải thích sự xuất hiện của các electron tự do trong kim loại. Để giải thích tính dẫn điện của kim loại thực chất cả hai bộ sách vẫn sử dụng thuyết electron cổ điển. Điều này có thể giải thích theo logic dạy học “logic bậc thang”. Bản chất thực sự của dòng điện trong kim loại chỉ có thể giải thích được bằng thuyết lượng tử vật rắn, cơ lượng tử ... mà các em sẽ được học ở chương trình đại học.

II. Dòng điện trong chất bán dẫn

Giữa các kim loại có điện trở suất $10^{-8} - 10^{-6}$ $\Omega \cdot m$ và các điện môi, có nhiều vật liệu thuộc loại bán dẫn có điện trở suất biến thiên trong một khoảng rộng từ 10^{-5} đến 10^8 .

Hầu như toàn bộ thiên nhiên quanh ta là các chất bán dẫn. Các oxit kim loại, sunfua, telurua, selenua của nhiều kim loại có tính bán dẫn.

Bán dẫn tinh khiết - Bản chất của các hạt tải điện và tính dẫn điện của Bán dẫn tinh khiết

a) Quan điểm cổ điển

Ta xét cấu trúc bên trong của bán dẫn tinh khiết. Để cụ thể, ta xét tinh thể Germanium. Germanium thuộc nhóm 4 chu kì 4, có 4 electron ở lớp ngoài cùng. Khi hợp thành tinh thể mỗi nguyên tử Germanium kết hợp với 4 nguyên tử khác gần nó bằng liên kết cộng hóa trị (chung nhau từng cặp electron hóa trị). Như vậy trong tinh thể Germanium không tồn tại sẵn các hạt mang điện tự do.

b) Quan điểm hiện đại

Tính dẫn điện của bán dẫn có thể giải thích theo thuyết vùng năng lượng.

Theo thuyết vùng năng lượng, bán dẫn tinh khiết có vùng hóa trị được lấp đầy hoàn toàn, vùng dẫn trống hoàn toàn. Muốn dẫn điện ta phải chuyển các electron từ vùng hóa trị sang vùng dẫn. May thay khoảng cách giữa hai vùng này tương đối hẹp (có thể vượt qua được). Cụ thể với Ge nó bằng 0.72eV , với Si nó bằng 1.2eV .

Như vậy các electron trong vùng hóa trị có thể thu năng lượng để chuyển từ vùng hóa trị sang vùng dẫn. Khi đã chuyển sang vùng dẫn (vẫn trống hoàn toàn) nó dễ dàng nhận thêm năng lượng để chuyển lên các mức năng lượng cao hơn và chuyển động có hướng để tạo thành dòng điện. Sự dẫn điện bằng các electron ở vùng dẫn gọi là sự dẫn điện bằng electron, các electron ở vùng dẫn gọi là electron dẫn.

Khác với bán dẫn, với điện môi khoảng cách giữa vùng hóa trị và vùng dẫn tương đối lớn $> 3\text{eV}$. Các electron từ vùng hóa trị (đã được lấp đầy hoàn toàn) không cách gì thu được năng lượng để chuyển sang vùng dẫn. Tất nhiên ta không đề cập tới trường hợp đặt vào một điện trường quá mạnh, khi đó điện môi bị đánh thủng. Đó chính là lí do khi ta đặt điện trường ngoài (vừa phải) vào các electron vẫn “trơ như phỗng” không thu năng lượng.

Khi một electron chuyển từ vùng hóa trị sang vùng dẫn, trong vùng hóa trị có một mức năng lượng bị bỏ trống ngay vị trí electron vừa dời đi, electron khác trong vùng hóa trị có năng lượng thấp hơn khi nhận được một năng lượng kích thích sẽ nhảy vào thế chỗ n hưng như vậy trạng thái electron này vừa rời khỏi lại bị bỏ trống... Cứ như vậy các electron trong vùng hóa trị thay đổi mức năng lượng của mình và chuyển động có hướng dưới tác dụng của điện trường ngoài tạo nên dòng điện.

Dòng các electron trong vùng hóa trị dịch chuyển ngược chiều với từ trường ngoài tương đương với dòng hạt mang điện dương nằm tại vị trí bị bỏ trống và mang điện tích $+e$ chuyển động cùng chiều điện trường. Vì lí do đó trạng thái bị bỏ trống “mang điện tích dương $+e$ ” được gọi là lỗ trống. Sự dẫn điện bằng các electron trong vùng hóa trị gọi là sự dẫn điện bằng lỗ trống.

Tóm lại bán dẫn tinh khiết có hai loại hạt tải điện: electron dẫn và lỗ trống. Dòng điện trong bán dẫn tinh khiết là dòng chuyển dời có hướng của electron dẫn ngược chiều điện trường và lỗ trống thuận chiều điện trường. Cứ một electron chuyển từ vùng hóa trị lên vùng dẫn thì tạo ra đồng thời một cặp hạt tải điện đã kể trên, điều này làm cho nồng độ electron dẫn và lỗ trống trong bán dẫn tinh khiết là bằng nhau.

Khác với kim loại, khi nhiệt độ tăng thì điện trở trong bán dẫn giảm. Điều này được giải thích: nồng độ hạt tải điện trong bán dẫn tăng theo nhiệt độ.

* Sách giáo khoa Vật lí phổ thông chỉ mới giới thiệu cho học sinh về sự dẫn điện của bán dẫn tinh khiết, bản chất của các hạt tải điện trong loại bán dẫn này chứ chưa giới thiệu cho học sinh nguyên nhân tạo thành các hạt tải điện này. Từ đó về bản chất học sinh cũng chưa thể phân biệt được bán dẫn và điện môi. Tại sao electron trong bán dẫn có thể nhận năng lượng để chuyển từ miền hóa trị sang miền dẫn còn trong điện môi thì không? Về cơ chế này chắc lại phải đợi lên lớp trên! Theo ý kiến cá nhân em về mức độ kiến thức truyền tải cho học sinh như vậy là phù hợp (theo quy tắc bậc thang). Lượng kiến thức trong sách nâng cao được chuyển tải nhiều hơn sách cơ bản đôi chút. Phần bán dẫn tinh khiết được sách nâng cao trình bày tách biệt ra khỏi hai loại bán dẫn còn lại (sách cơ bản thì không) điều này có lẽ giúp học sinh dễ theo dõi bài hơn.

2. Bán dẫn pha tạp

Tính chất của bán dẫn có những thay đổi lớn khi pha vào một lượng nhỏ tạp chất phù hợp.

A. Bán dẫn loại n - Bản chất của các hạt tải điện và tính dẫn điện của bán dẫn loại

a) Quan điểm cổ điển

Giả sử ta pha Asen (As) vào khối bán dẫn Germanium (Ge) tinh khiết.

As có 5 electron ở lớp ngoài cùng trong khi Ge chỉ có 4. Trong mạng tinh thể, một nguyên tử As liên kết với 4 nguyên tử Ge bằng liên kết cộng hóa trị vẫn còn dư một electron lớp ngoài cùng. Do tương tác với các nguyên tử Ge electron này trở nên linh động (năng lượng liên kết giảm 256 lần, chỉ còn khoảng 0.015eV). Ở nhiệt độ thường electron này có thể thu được năng lượng, bứt ra khỏi liên kết tạo thành electron dẫn.

Như vậy trong bán dẫn loại n ở nhiệt độ thường đã tồn tại sẵn các hạt tải điện.

Quan điểm hiện đại

Theo lý thuyết vùng năng lượng khi pha As vào Ge thì xuất hiện thêm một vùng năng lượng hẹp chứa đầy các electron hóa trị của As (gọi là vùng tạp chất) nằm trong vùng cấm, cách vùng dẫn chỉ có 0.015eV.

Vùng tạp chất nằm quá gần vùng dẫn nên ngay ở nhiệt độ thường các electron trong vùng này đã có thể thu năng lượng để nhảy sang vùng dẫn tạo thành các electron dẫn mà không tạo nên lỗ trống trong vùng hóa trị (bên cạnh đó còn có sự dẫn điện riêng nhưng rất nhỏ). Điều này làm cho nồng độ electron dẫn lớn hơn rất nhiều so với nồng độ lỗ trống.

Trong trường hợp này hạt tải điện cơ bản là các electron dẫn, bán dẫn được gọi là bán dẫn loại n. Dưới tác dụng của điện trường các electron dịch chuyển ngược chiều điện trường tạo thành dòng điện

- Bản chất của các phần tử tải điện và tính dẫn điện của bán dẫn loại

a) Quan điểm cổ điển

Ta pha một lượng nhỏ Indi (In) hoặc một nguyên tố có hóa trị 3 (như Be, nhôm) vào Ge.

In có 3 electron hóa trị. Khi liên kết với Ge trong mạng tinh thể, một nguyên tử In liên kết với 4 nguyên tử Ge bằng liên kết cộng hóa trị. Như vậy còn thiếu một electron mới đủ 4 liên kết. In có thể nhận thêm từ các nguyên tử Ge gần đó một electron. Do tương tác giữa các nguyên tử Ge và In ta chỉ cần tiêu tốn một năng lượng nhỏ (cỡ 0.015eV) để electron đó tham gia vào liên kết mà In còn thiếu. Rõ ràng khi nhận đủ năng lượng và dời đi electron đã bỏ lại vị trí cũ một lỗ trống.

Năng lượng này không lớn lắm, electron có thể nhận đủ ngay ở nhiệt độ thường bên trong bán dẫn Ge có pha tạp chất In đã tồn tại hạt tải điện (hạt mang điện tự do). Dưới tác dụng của điện trường các lỗ trống dịch chuyển cùng chiều với điện trường tạo thành dòng điện.

Quan điểm hiện đại

Theo lý thuyết miền năng lượng thì khi ta pha thêm một lượng nhỏ In (hoặc các nguyên tố hóa trị 3) vào Ge thì làm xuất hiện thêm một vùng năng lượng hẹp, trùng hoàn toàn trong vùng cấm chỉ cách vùng hóa trị 0.015eV. Vùng này được gọi là vùng tạp.

Vì khoảng cách giữa vùng hóa trị và vùng tạp quá nhỏ nên ngay ở nhiệt độ thường các electron ở vùng hóa trị đã có thể thu năng lượng để chuyển sang vùng tạp. Sự chuyển mức năng lượng này không làm xuất hiện electron dẫn mà xuất hiện lỗ trống trong vùng hóa trị.

Với lý do trên, trong bán dẫn Ge có pha tạp In nồng độ lỗ trống lớn hơn nồng độ electron dẫn rất nhiều. Bán dẫn Ge có pha tạp In dẫn điện chủ yếu bằng lỗ trống nên được gọi là bán dẫn loại p. (Bên cạnh đó còn có sự dẫn điện riêng nhưng rất nhỏ).

Nồng độ hạt mang điện trong bán dẫn nhỏ. Trái ngược với kim loại, khi nhiệt độ tăng nồng độ hạt tải điện trong bán dẫn tăng nên điện trở giảm.

3. Hiện tượng tiếp xúc giữa hai bán dẫn

Bằng cách pha tạp chất thích hợp ta tạo được một thanh bán dẫn: một đầu là bán dẫn n, một đầu là bán dẫn p.

Do chênh lệch về nồng độ của các hạt tải điện giữa hai phần có sự khuếch tán hạt tải điện: electron đi từ phần n sang phần p, lỗ trống đi từ phần p sang phần n. Phần p thừa electron mang điện tích âm, phần n thừa lỗ trống mang điện tích dương.

Kết quả là hình thành một điện trường có hướng từ n sang p giữa hai lớp

tiếp xúc mỏng. Điện trường này ngăn cản sự dịch chuyển khuếch tán giữa các hạt tải điện cơ bản. EMBED Equation.3 lớn dần khi sự khuếch tán này dừng lại hẳn.

Ở sát hai bên của lớp tiếp xúc số hạt tải điện cơ bản dần giảm đi rất nhiều. Kết quả làm cho điện trở của lớp tiếp xúc tăng lên rất lớn so với toàn bộ thanh bán dẫn.

- Đặt vào thanh bán dẫn trên một hiệu điện thế: phần p nối với cực dương, phần n nối với cực âm. Điện trường EMBED Equation.3 do nguồn điện gây ra có chiều từ p sang n ngược chiều với EMBED Equation.3. Như vậy điện trường ở lớp tiếp xúc giảm đi, tác dụng ngăn cản sự dịch chuyển của các hạt tải điện cơ bản giảm đi. Kết quả là hạt tải điện cơ bản dịch chuyển qua lớp tiếp xúc: electron dịch chuyển từ n sang p, lỗ trống dịch chuyển từ p sang n. Dòng điện chạy qua thanh bán dẫn là dòng dịch chuyển có hướng của các hạt dẫn điện cơ bản, do đó có cường độ lớn. Ta gọi là dòng điện thuận I_{th}. Hiệu điện thế đặt vào gọi là hiệu điện thế thuận.

- Đặt vào thanh bán dẫn trên một hiệu điện thế: phần p nối với cực âm, phần n nối với cực dương. Điện trường EMBED Equation.3 do nguồn điện tạo ra có chiều từ n sang p cùng chiều với EMBED Equation.3. Điện trường ở lớp tiếp xúc tăng lên, tác dụng ngăn cản sự dịch chuyển của các hạt tải điện cơ bản tăng lên làm cho sự chuyển động này bị ngăn cản hoàn toàn. Lúc này, các hạt tải điện không cơ bản ở hai thanh: lỗ trống trong n và electron trong p được điện trường tổng hợp EMBED Equation.3 + EMBED Equation.3 gia tốc chuyển động có hướng qua thanh bán dẫn. Dòng chuyển dời có hướng của các hạt dẫn điện không cơ bản tạo nên dòng điện gọi là dòng điện nghịch, cường độ dòng điện này rất nhỏ và hầu như không phụ thuộc hiệu điện thế đặt vào.

Lớp tiếp xúc p – n có tính chất chỉnh lưu, dẫn điện chủ yếu theo một chiều từ phía p sang phía n.

Sự phụ thuộc của cường độ dòng điện I vào hiệu điện thế U được biểu diễn trên đồ thị (đường đặc trưng Vôn – Ampe)

Khi dòng điện đi từ p qua n thì cường độ dòng điện tăng nhanh với hiệu điện thế. Nói khác đi lớp tiếp xúc có điện trở nhỏ I_{lbh}.

Trái lại khi dòng điện đi từ n đến p thì cường độ dòng điện rất nhỏ (I_{ng}) và hầu như không phụ thuộc vào hiệu điện thế. Nói khác đi lớp tiếp xúc p-n có tính chất chỉnh lưu, nghĩa là dẫn điện theo một chiều phía p sang phía n. Cần lưu ý sự tiếp xúc giữa kim loại và bán dẫn cũng có tính chất một chiều như vậy.

Tính chất lớp tiếp xúc p-n đã được dùng để tạo nên điốt bán dẫn, transistor.

HYPERLINK "%3D2%26ndsp%3D20%26hl%3Dvi%26sa%3DN"

INCLUDEPICTURE

"http://tbn0.google.com/images?q=tbn:bel7uPzrTWvm2M:http://media.digikey.com/photos/Clare%2520Photos/CPC5602C.jpg"

/*

MERGEFORMATINET

III. Các hiện tượng nhiệt điện

Suất điện động nhiệt điện trong cặp nhiệt điện bằng vật rắn có nguồn gốc từ:

Sự phụ thuộc của electron của vật liệu theo nhiệt độ.

Sự dịch chuyển của các hạt tải điện từ đầu nóng đến đầu lạnh.

Sự thay đổi mật độ hạt tải điện theo nhiệt độ.

Các electron bị giữ trong chất rắn là do năng lượng liên kết. Muốn thoát ra ngoài cần cung cấp cho electron một công thoát. Công thoát của electron phụ thuộc vào nhiệt độ. Hai chất rắn A và B khác nhau có hai công thoát khác nhau. EMBED Equation.3. Khi cho chúng tiếp xúc với nhau sẽ hình thành hiệu điện thế tiếp xúc EMBED Equation.3. Nếu giữ nhiệt độ hai đầu một cặp nhiệt điện bằng vật rắn khác nhau, sự khác nhau về hiệu điện thế tiếp xúc giữa hai đầu sẽ tạo ra trong mạch một suất điện động nhiệt điện.

EMBED Equation.3

Sự dịch chuyển của hạt tải điện trạng thái vật liệu từ đầu nóng qua đầu lạnh diễn ra theo hai cơ chế:

Chuyển động nhiệt của mạng tinh thể và của hạt tải điện ở đầu nóng mạnh hơn ở đầu lạnh nên có xu hướng đẩy hạt tải điện từ đầu u nóng sang đầu lạnh. Dao động mạng tinh thể được xem như những phonon nên hiện tượng này gọi là hạt tải điện bị phonon cuốn đi.

Trong một số chất rắn mật độ hạt tải điện tăng dần theo nhiệt độ (bán dẫn chẳng hạn). Khi đó hạt tải điện sẽ khuếch tán từ đầu u nóng sang đầu lạnh làm hai đầu tích điện trái dấu (hiệu ứng Seebeck). Chênh lệch hiệu điện thế giữa hai đầu do hiệu ứng này gây ra là $u_S = S(T_1 - T_2)$. Hiệu ứng Seebeck không giống nhau với hai chất A và B tạo ra suất điện động

$$E_S = (S_A - S_B)(T_1 - T_2)$$

Trong cặp nhiệt điện.

Vậy suất điện động của cặp nhiệt điện là:

$$E = E_S + E_{tx} = (S_A - S_B)(T_1 - T_2) + \text{EMBED Equation.3}$$

1. Hiện tượng nhiệt điện trong kim loại

Với kim loại hạt tải điện là electron, có mật độ rất cao và không phụ thuộc vào nhiệt độ. Hiệu điện thế tiếp xúc xuất hiện giữa hai lớp tiếp xúc rất mỏng, ở sát chỗ tiếp xúc các electron có thể qua lại lớp tiếp xúc này thông qua hiệu ứng đường ngầm nên nồng độ hạt tải điện ở hai bên lớp tiếp xúc được xem là như nhau. Như vậy $E_{tx} \sim 0$. Trong E chỉ còn lại thành phần do sự cuốn phonon gây ra nên suất điện động nhiệt điện của cặp kim loại nhiệt điện thường rất nhỏ.

2. Hiện tượng nhiệt điện trong bán dẫn

Ta biết rằng trong bán dẫn khi nhiệt độ tăng lên thì nồng độ và năng lượng của các hạt tải điện tăng lên. Đó là sự khác nhau cơ bản giữa kim loại và bán dẫn. Do đó pin nhiệt điện bán dẫn (mạch kín gồm các mẫu bán dẫn tiếp xúc nhau) khi nhiệt độ ở chỗ tiếp xúc của các mối hàn được giữ khác nhau có suất điện động lớn hơn trường hợp pin nhiệt điện kim loại tương ứng gấp hàng chục hàng trăm lần, có thể đạt tới trị số 10-8V ứng với lệch 1 độ. Hiệu suất pin nhiệt điện bán dẫn đạt tới 10%

Với ưu điểm: cấu tạo đơn giản, kích thước nhỏ, tính bền vững cao pin nhiệt điện được dùng ở những nơi có không nguồn điện khác.

IV. Hiện tượng siêu dẫn

1. Hiện tượng siêu dẫn

Năm 1913 khi làm khảo sát sự phụ thuộc của điện trở vào nhiệt độ của một cột thủy ngân có độ tinh khiết cao ở các nhiệt độ rất thấp, Heike Kamerlingh Onnes (nhà vật lý người Hà Lan, 1858 – 1926) phát hiện ra rằng điện trở của thủy ngân đột ngột giảm xuống bằng không tại nhiệt độ tới hạn. Hiện tượng đó gọi là hiện tượng siêu dẫn. Nờ phát hiện này ông đạt giải Nôben 1913.

Sau ông người ta phát hiện ra một loạt các chất hay hợp chất, thậm chí cả hợp chất hữu cơ có tính chất siêu dẫn. Xong cho đến nay hiện tượng siêu dẫn cũng chỉ mới xảy ra ở nhiệt độ rất thấp điều này gây khó khăn cho việc ứng dụng hiện tượng siêu dẫn vào đời sống. Đây vẫn là một thách thức cho ngành vật lý trong thời gian tới.

2. Giải thích hiện tượng siêu dẫn

Hiện tượng siêu dẫn trên cơ sở cơ học lượng tử. Năm 1972 các nhà bác học Barden, Cooper và Schriffer đã giải thích một cách tương đối chính xác về hiện tượng siêu dẫn bằng thuyết BCS.

Theo thuyết này: do tương tác đặc biệt (electron – phonon) hai electron có spin ngược chiều nhau trong những điều kiện nhất định có thể hút nhau thông qua các ion của mạng tinh thể và tạo thành các cặp gọi là cặp Cooper. Do đó trong các chất siêu dẫn hình thành các cặp Cooper (cỡ 10⁸ trong 1 cm³) tạo thành một chất siêu lỏng chảy qua một số kim loại và hợp kim mà không bị ma sát. Như vậy các hạt tải điện có thể chảy trong chất siêu dẫn mà không bị cản trở. Như vậy lý thuyết BCS đã giải thích được hiện tượng điện trở giảm về không. Cũng theo thuyết này hiện tượng siêu dẫn chỉ xảy ra dưới nhiệt độ 30K vậy mà người ta đã tạo được vật liệu siêu dẫn ở 157K. Như vậy vấn đề nữa đặt ra cho các nhà khoa học Vật lý là xây dựng một thuyết hoàn chỉnh giải thích đầy đủ các đặc tính của siêu dẫn.

3. Ứng dụng của chất siêu dẫn

Với những hạn chế trên chất siêu dẫn với những thuộc tính của mình là vật liệu trong mơ của các nhà kỹ thuật

Năm 1985 – 1986 Liên Xô đã thử nghiệm đường cáp tải điện bằng vật liệu siêu dẫn (110kV, dài 50m, công suất 900 nghìn kW)

Mĩ làm điều tương tự với chiều dài 300m, công suất dự kiến 5 triệu kW.

Năm 1971 Liên Xô thử nghiệm máy phát điện siêu dẫn với công suất 1200kW: có kích thước bằng một nửa, khối lượng giảm ba lần, khối lượng Roto giảm 4-5 lần.

Nhật Bản đã cho chế tạo và vận hành thử tàu hỏa có bánh xe mang từ tính, đường ray là các nam châm điện có quần dây siêu dẫn. Khi chạy bánh tàu trượt trên đệm không khí, có vận tốc đạt 500km/h. (Thử nghiệm tành công trên trục lộ cao tốc từ Tokyo đến Osaka dài 500km).

Và nhiều những ứng dụng khác nữa nếu nhiệt độ tới hạn được nâng lên tương đương với nhiệt độ thường.

Chương II: DÒNG ĐIỆN TRONG CHẤT ĐIỆN PHÂN

I. Thuyết điện li

1. Sự điện li của các phân tử trong dung dịch

Ta đã biết dòng điện là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện (hạt tải điện). Như vậy một vật sẽ dẫn điện nếu bên trong vật tồn tại các hạt dẫn điện tự do.

Nhiều thí nghiệm chứng tỏ nước tinh khiết là một điện môi. Hòa tan một ít đường vào nước tinh khiết thì dung dịch cũng không dẫn điện (chúng là các phân tử trung hòa). Nhưng nếu hòa tan một ít muối ăn vào nước ta thấy có dòng điện chạy qua dung dịch. Dung dịch muối ăn dẫn điện tốt như vậy chứng tỏ trong dung dịch tồn tại các hạt tải điện, các hạt tải điện này chuyển động có hướng tạo thành dòng điện. Không chỉ muối ăn mà axit, bazơ cũng cho kết quả tương tự. Vậy khi hòa tan trong dung môi các phân tử của chất hòa tan đã bị phân li thành các ion âm và dương. Sự phân li này gọi là sự điện li. Dung dịch nói trên gọi là dung dịch chất điện phân (chất điện phân). Khi đun nóng chảy các muối cũng phân li thành các ion, chúng cũng là chất điện phân.

2. Thuyết điện li

Thuyết về sự phân li các phân tử chất hòa tan trong dung dịch gọi là thuyết điện li, có nội dung cơ bản sau:

Mọi phân tử đều bao gồm các electron (tích điện âm) và hạt nhân (tích điện dương). Ta có thể phân ra 3 loại:

Nếu tâm của điện tích dương trùng với tâm của điện tích âm thì sự phân bố điện tích của phân tử về toàn bộ là đều, phân tử thuộc loại không phân cực.

Nếu tâm của điện tích dương và điện tích âm không trùng nhau thì ta có phân tử có cực.

Nếu tâm của điện tích xa nhau rất rõ, phân tử thuộc loại ion.

Trong phân tử hay trong tinh thể các hợp chất có mối liên kết ion có chứa ion của chúng.

Với các hợp chất ion quá trình tạo thành ion trong dung dịch được giải thích thông qua sự tương tác của chúng với các phân tử dung môi. Cụ thể như với muối ăn hòa tan trong nước chẳng hạn, phân tử NaCl có moment lưỡng cực lớn. Xung quanh phân tử NaCl các phân tử nước sắp xếp như sau: các đầu dương của chúng hướng vào cực âm của phân tử NaCl (ion Cl⁻) và hút lấy ion ấy đồng thời đẩy ion Na⁺ của phân tử NaCl. Còn các đầu âm của chúng lại hướng vào đầu dương của phân tử NaCl (ion Na⁺) và hút lấy ion ấy trong khi đẩy ion Cl⁻ ra. Các phân tử dung môi bao quanh các phân tử hòa tan tạo thành một tập hợp gọi là "solvat". Khi ion chuyển động toàn bộ solvat cũng chuyển động. Hiện tượng đó gọi là solvat hóa. Rõ ràng sự solvat làm yếu liên kết giữa các ion Na⁺ và Cl⁻ trong phân tử NaCl.

Do chuyển động nhiệt và va chạm của các phân tử, phân tử NaCl có thể lại bị phân li thành các ion Na⁺ và Cl⁻. Sau khi bị phân li các ion vẫn bị bao bọc bởi các phân tử dung môi, do đó chúng chuyển động chậm lại.

Các ion Na⁺ và Cl⁻ có thể va chạm với nhau và kết hợp lại tạo thành phân tử NaCl, quá trình này gọi là quá trình tái hợp. Quá trình phân li và quá trình tái hợp diễn ra đồng thời trong dung dịch điện phân. Tồn tại một sự cân bằng động giữa hai quá trình này khi số phân tử phân li và số phân tử tái hợp trong cùng một đơn vị thời gian là bằng nhau.

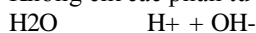


Khả năng của chất hòa tan trong các dung môi khác nhau là khác nhau. Để đặc trưng định lượng độ phân li của một chất hòa tan trong dung dịch người ta đưa vào hệ số phân li (EMBED Equation.3). Nếu trong một đơn vị thể tích dung dịch có n₀ phân tử chất hòa tan mà chỉ có n_{0'} phân tử phân li thành ion thì:

EMBED Equation.3

Ta có EMBED Equation.3 . Hệ số EMBED Equation.3 phụ thuộc vào bản chất của chất hòa tan và dung môi, nhiệt độ và nồng độ dung dịch.

Không chỉ các phân tử chất hòa tan phân li mà các phân tử dung môi cũng phân li song sự phân li này không đáng kể.



Ở nhiệt độ phòng, 1 tấn nước chỉ khoảng 1.4mg nước bị phân li thành ion.

Như vậy theo thuyết điện li dòng điện chạy qua dung dịch các chất điện li là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện là các ion dương và các ion âm của chất điện li tạo ra bởi hiện tượng điện li.

II. Sự điện phân

1. Sự điện phân

Nối hai cực A và K nhúng trong dung dịch điện phân vào nguồn điện, A nối với cực dương của nguồn, K nối với cực âm của nguồn.

Dưới tác dụng của điện trường tạo bởi nguồn điện các ion dương chạy về cực âm K (Cathode), các ion âm chạy về cực dương A (anode). Dòng dịch chuyển có hướng này tạo thành dòng điện. Tại K và A các ion trao đổi kết hợp với các điện tích có sẵn ở điện cực tạo thành các phân tử trung hòa hoặc tham gia phản ứng với chất làm điện cực hay dung môi để tạo thành những phẩm vật mới (phản ứng hóa học thứ cấp). Cả hai trường hợp đều tạo ra các chất mới không có trong dung dịch điện phân. Đó là bản chất của điện phân.

Như vậy sản phẩm của sự điện phân phụ thuộc vào bản chất dung môi và chất được chọn làm các cực.

Thực nghiệm cho thấy kim loại và hydro tạo thành các ion dương (Cation), phần còn lại của các phân tử tạo thành ion âm (Anion).

2. Hiện tượng dương cực tan

Xét trường hợp cụ thể khi chất điện phân là dung dịch CuSO_4 , cực dương là thanh Cu còn cực âm là thanh kim loại bất kì.

Như đã nói ở trên: ion Cu^{2+} chuyển động về cực âm cathode, ion S EMBED Equation.3 chuyển động về cực dương Anode dưới tác dụng của điện trường tạo bởi nguồn.

Tại cực âm Cathode ion Cu^{2+} nhận 2 electron từ cực K trở thành nguyên tử đồng bám vào Cathode. Tại cực dương ion EMBED Equation.3 kết hợp với nguyên tử Cu của cực đồng vẫn nghèo electron, nhường 2 electron cho Anode tạo ra phân tử muối CuSO_4 . Nhưng phân tử muối mới tạo thành tan ngay vào dung dịch điện phân. Nồng độ Cu^{2+} trong dung dịch điện phân không đổi, cực dương mất một nguyên tử Cu, cực âm thêm một nguyên tử Cu. Như vậy dòng điện có tác dụng chuyển dời đồng từ cực dương sang cực âm. Vì đồng ở cực dương tan dần vào dung dịch nên hiện tượng này gọi là hiện tượng dương cực tan. Hiện tượng dương cực tan xảy ra trong tất cả các trường hợp điện phân dung dịch muối của kim loại dùng làm cực dương.

3. Sự phân cực khi điện phân – Acquy

Sự phân cực khi điện phân xảy ra nếu phẩm vật được tạo thành ở cực điện khác với chất làm điện cực.

Xét trường hợp cụ thể điện phân dung dịch H_2SO_4 với hai điện cực platin. Sản vật hydro xuất hiện ở cực âm và sản vật oxi xuất hiện ở cực dương tạo các hạt khí bám trên hai cực với áp suất riêng phần tăng dần cho đến một lúc áp suất riêng phần bằng áp suất khí quyển thì các hạt khí bắt đầu thoát ra. Nếu ngắt dòng điện thì hai cực bấy giờ vẫn được bao bọc bởi các hạt khí, một cực là hydro cực kia là oxi hay nói cách khác ta được một chiếc pin. Giữa hai cực tồn tại một suất điện động xác định. Nếu nối hai cực tạo thành một mạch kín thì trong mạch có dòng điện ngược chiều với dòng điện khi điện phân. Khi đó oxi và hydro chuyển trở lại vào dung dịch dưới dạng ion cho đến khi lượng khí dự trữ ở hai điện cực không còn nữa. Lúc này suất điện động giữa hai cực bằng 0 và tất nhiên dòng điện cũng không còn nữa.

Suất điện động phân cực phụ thuộc vào dung dịch điện phân và chất làm điện cực vì phẩm vật của quá trình phụ thuộc hai yếu tố trên. Trường hợp đặc biệt suất điện động phân cực có thể bằng 0. Chẳng hạn khi điện phân dung dịch CuSO_4 với hai cực bằng đồng vì lúc này giữa sản vật là đồng và hai cực cũng là đồng không có sự khác nhau.

Người ta ứng dụng sự phân cực trong quá trình điện phân để chế tạo một dụng cụ có thể duy trì điện năng gọi là acquy. Muốn có acquy thực tế phải đảm bảo hai điều kiện:

Sự phân cực giữa hai cực là vững bền (acquy không tự phóng điện khi không dùng).

Quá trình xảy ra trong acquy là thuận nghịch (không có sự biến đổi làm hỏng acquy).

III. Sự phụ thuộc của cường độ dòng điện vào hiệu điện thế của dòng điện trong chất điện phân

Khi chưa đặt điện trường ngoài vào các ion trong dung dịch chuyển động nhiệt hỗn loạn. Khi đặt điện trường ngoài vào các ion tham gia đồng thời hai chuyển động: chuyển động nhiệt hỗn loạn và chuyển động có hướng dưới tác dụng của điện trường E tạo bởi nguồn. Trong điện trường E ion dương q^+ chịu tác dụng của lực điện trường Eq^+ (q^+ là điện tích của ion dương) và dịch chuyển với vận tốc định hướng u^+ . Ion dương mang trên mình nó các phân tử nước do hiện tượng solvat hóa. Khi ion chuyển động toàn bộ solvat cũng chuyển động và ion chịu tác dụng của lực cản của môi trường. Lực cản này chỉ tỷ lệ với vận tốc của ion và bằng $-k^+u^+$ với k^+ là hệ số ma sát, lực cản có dấu $-$ vì nó ngược chiều chuyển động. Như vậy ion chuyển động với gia tốc a^+ xác định bởi $m^+a^+ = q^+E - k^+u^+$.

Ion chuyển động nhanh dần. u^+ tăng dần, nhưng u^+ tăng thì trị số lực ma sát cũng tăng dần cho đến lúc $q^+E - k^+u^+ = 0$, ion chuyển động thẳng đều với vận tốc $u^+ = \text{EMBED Equation.3 } E$.

Nếu đặt $\text{EMBED Equation.3} = \text{EMBED Equation.3}$ thì $u^+ = \text{EMBED Equation.3}$. Đại lượng EMBED Equation.3 được coi là độ linh động của ion dương.

Lập luận tương tự, các ion âm chuyển động với vận tốc $u^- = \text{EMBED Equation.3 } E$ và độ linh động của ion âm $\text{EMBED Equation.3} = \text{EMBED Equation.3}$ nên $u^- = \text{EMBED Equation.3 } E$.

Khi nhiệt độ phòng tăng hệ số ma sát nhớt của dung dịch giảm và các solvat bị phân li thành các ion khi va chạm trong quá trình chuyển động nhiệt làm cho độ linh động của các ion cũng tăng lên theo. Khi nồng độ của dung dịch tăng thì độ linh động của các ion có giảm chút ít.

Dòng điện trong chất điện phân là dòng dịch chuyển có hướng của các ion dương (cùng chiều điện trường) và các ion âm (ngược chiều điện trường). Mật độ dòng điện trong chất điện phân bằng tổng số các mật độ dòng điện tạo bởi hai sự dịch chuyển này.

Gọi n^+ và n^- tương ứng là mật độ các ion dương và mật độ các ion âm, $q = q^+ = q^-$ và điện tích của mỗi ion.

Mật độ dòng toàn phần là:

$$i = i^+ + i^- = n^+qu^+ + n^-qu^-$$

Với chất điện phân nhị phân, mỗi phân tử phân li thành một ion dương và một ion âm trong chất điện phân ở trường hợp này không tuân theo định luật Ohm.

Trường hợp cực dương tan n_0 không thay đổi, với dung dịch cho trước thì EMBED Equation.3 là không đổi. i phụ thuộc tuyến tính vào E . Dòng điện trong chất điện phân ở trường hợp này tuân theo định luật Ohm.

Vậy: Định luật Ohm cũng đúng với chất điện phân.

Từ dạng vi phân của định luật Ohm $i = aE$ (2)

(1) và (2) suy ra $a = \text{EMBED Equation.3}$.

Khi nhiệt độ tăng độ linh động của các ion tăng nên điện dẫn xuất của chất điện phân cũng tăng lên. Hay nói cách khác, trái ngược với kim loại khi nhiệt độ tăng thì điện trở của chất điện phân giảm.

Khi E vào cỡ 106 V/m trở lên, vận tốc của các ion lớn, sự tương tác giữa các ion và môi trường có sự thay đổi. Độ linh động của ion là hàm số của vận tốc di chuyển của ion và do đó là hàm số của E , i và E không còn phụ thuộc tuyến tính vào nhau. Định luật Ohm lúc này không còn đúng nữa.

IV. Định luật Faraday

1. Định luật I

Khối lượng M của chất được giải phóng ra ở điện cực tỉ lệ với điện lượng Q đã đi qua chất điện phân.

$$M = kQ \quad (3)$$

Hệ số k gọi là đương lượng điện hóa, phụ thuộc vào bản chất hóa học của chất giải phóng ra ở điện cực. Trong hệ SI hệ số của đương lượng điện hóa là kg/C.

2. Định luật Faraday II

Faraday nhận định k tỉ lệ với nguyên tử lượng của chất và hóa trị n của nó.

Trong hóa học Q gọi là đương lượng hóa học của chất. Do đó định luật II Faraday được phát biểu như sau:

Đương lượng điện hóa của một chất tỉ lệ thuận với đương lượng hóa học của nó:

$$k = C \quad (4)$$

C cùng trị số với các chất $F = 96500$ C/kmol gọi là hằng số Faraday.

Từ (3) và (4) ta có: $M = CQ$ là công thức chung của hai định luật Faraday.

* Lưu ý sự phạm:

Những vấn đề như hiện tượng điện li, bản chất của các hạt mang điện, ứng dụng của hiện tượng điện phân... đã được nghiên cứu trong giáo trình hoá học. Vì vậy trong khi giảng dạy phần này cần chú ý tính kế thừa. Trên cơ sở đó làm rõ về mặt cơ chế các quá trình biến đổi chất ở các điện cực và đương lượng cũng như tính vật lý của quá trình điện phân. Việc nghiên cứu phần này giúp ta hiểu sâu sắc hơn và có thể giải quyết một số vấn đề ở môn hoá học, và ứng dụng vào cuộc sống.

- Cần lưu ý cho học sinh:

+ Tại các điện cực: ion dương sẽ nhận electron, ion âm sẽ nhường electron để trở thành các phân tử trung hoà. Sau đó các phân tử trung hoà này tham gia phản ứng hoá học với các dung môi hay các điện cực. Vì vậy phẩm vật cuối cùng là các chất không tan sau phản ứng phụ chứ không phải là các phân tử trung hoà tạo nên do quá trình cho nhận electron ở các điện cực.

+ Chất thu được ở điện cực là đơn chất chứ không bao giờ là hợp chất.

+ Dòng điện trong chất điện phân có thể tuân theo định luật Ôm tùy thuộc điện cực tan hay không tan.

- Việc trình bày định luật Faraday có hai lựa chọn: trình bày thành một định luật hoặc tách thành hai. Tất nhiên trình bày kiểu nào thì kiến thức cũng vậy. Nhưng nếu trình bày thành một định luật thì học sinh dễ học hơn, ít nhất là về mặt tâm lý. Hai thì bao giờ chả nhiều hơn một! Thực tế sách giáo khoa trước đây lựa chọn cách trình bày này. Trong cả hai bộ cơ bản và nâng cao đều lựa chọn cách tách thành hai định luật: định luật I Pha-ra-đây, định luật II Pha-ra-đây với sách giáo khoa nâng cao và định luật Pha-ra-đây thứ nhất, định luật pha-ra-đây thứ hai với sách giáo khoa cơ bản. Như vậy cả hai bộ sách đều lựa chọn phương án tôn trọng lịch sử vì vốn hai định luật Pha-ra-đây được Pha-ra-đây tìm ra không cùng lúc, không thống nhất với nhau về mặt thời gian. Phần nào cũng giúp học sinh hiểu được lịch sử tìm ra kiến thức, con đường nghiên cứu khoa học và cả những khó khăn mà các nhà khoa học đã trải qua.

- Sự phụ thuộc của cường độ dòng điện trong chất điện phân vào hiệu điện thế là phức tạp. Muốn trình bày rõ trong sách giáo khoa là điều không thể. Bên cạnh đó cũng thấy rằng cả hai bộ sách giáo khoa đã lựa chọn cách trình bày kiến thức chương dòng điện trong các môi trường theo lô gic:

+ Làm sáng tỏ bản chất hạt tải điện

+ Đặc điểm chuyển động của chúng.

+ Sự phụ thuộc của cường độ dòng điện vào hiệu điện thế.

+ Ứng dụng - nguyên tắc hoạt động của các dụng cụ, thiết bị công nghệ dựa trên định luật về dòng điện trong các môi trường đó.

Nếu logic này được tôn trọng sẽ giúp học sinh nắm bắt kiến thức một cách hệ thống. Trên cơ sở đó so sánh sự giống và khác nhau của các dòng điện trong môi trường với dòng điện trong môi trường khác làm sâu sắc thêm kiến thức. Đó cũng là một cách ghi nhớ kiến thức rất hiệu quả.

Với các lý do trên thiết nghĩ ta không thể trình bày cho học trò một cách tường minh thì cũng nên giới thiệu cho học trò trường hợp nào I phụ thuộc tuyến tính vào U (định luật Ôm) trường hợp nào không. Riêng về điểm này theo em sách giáo khoa 11 nâng cao đã làm tốt hơn sách cơ bản.

Chương III: DÒNG ĐIỆN TRONG CHÂN KHÔNG

I. Các phân tử tải điện trong chân không

1. Bản chất các phân tử tải điện trong chân không

Chân không là môi trường cách điện tốt vì trong chân không không có hạt mang điện tự do và cũng không có cách nào tạo ra hạt mang điện tự do từ bản thân môi trường đó.

Muốn cho dòng điện chạy trong chân không ta phải đưa vào môi trường đó các hạt mang điện từ một nguồn nào đó. Nguồn điện tích tự do này thường được tạo ra do hiện tượng thoát electron ra khỏi điện cực (bằng kim loại hay bán dẫn). Electron thoát ra khỏi điện cực có động năng lớn hơn công thoát, nghĩa là: $W_{thoát} < E_{electron}$.

Như vậy bản chất dòng điện trong chân không là dòng chuyển dời có hướng của các hạt tải điện mà ta đưa vào (thường là electron) môi trường đó, tự bản thân chân không không có hạt tải điện cũng không thể tạo ra hạt tải điện từ bản thân môi trường này.

2. Các loại phát xạ electron trong chân không

a) Sự phát xạ nhiệt electron

Khi nhiệt độ tăng, electron thu năng lượng từ chuyển động nhiệt, đến một lúc nào đó năng lượng này lớn hơn công thoát và electron đi ra khỏi mặt kim loại. Quá trình phát xạ electron nhờ nung nóng như vậy gọi là phát xạ nhiệt. Theo thuyết electron cổ điển, năng lượng chuyển động nhiệt của electron vào cỡ $W_{thoát}$.

Từ điều kiện $W_{thoát} \approx kT$

Ta được: $T \approx \frac{W_{thoát}}{k}$.

$W_{thoát}$ phụ thuộc vào bản chất của kim loại, $W_{thoát}$ vào cỡ 2V ta có: $T \approx \frac{W_{thoát}}{k}$

Đây là nhiệt độ tương ứng với các electron có động năng trung bình. Thực tế ở nhiệt độ phòng một số electron đã có thể thoát khỏi bề mặt kim loại do một số electron có động năng lớn hơn động năng trung bình.

Phát xạ nhiệt electron có vai trò đặc biệt quan trọng trong kỹ thuật điện và điện tử.

b) Sự phát xạ quang electron

Dựa vào hiện tượng quang điện. Theo lý thuyết về hiện tượng quang điện thì ánh sáng là dòng photon. Mỗi photon mang một năng lượng $E_{photon} = hf$ với f và $E_{photon} = \frac{hc}{\lambda}$ là tần số và bước sóng tương ứng của ánh sáng đó.

Khi chiếu ánh sáng vào bề mặt kim loại, các photon tới gặp và truyền toàn bộ năng lượng cho các electron kim loại. Nếu $E_{photon} > W_{thoát}$ thì electron thoát ra khỏi bề mặt kim loại.

Từ đó $E_{photon} > W_{thoát}$.

Các bức xạ có thể gây ra hiện tượng quang điện thường là các bức xạ có bước sóng ngắn như bức xạ tử ngoại, tia Ronghen, tia Gamma.

c) Sự phát xạ thứ cấp

Sự phát xạ thứ cấp xảy ra khi bắn phá bề mặt các chất rắn hay lỏng bằng chùm hạt electron hay ion.

Tỉ số $\eta = \frac{N_2}{N_1}$ với N_2 là số electron thứ cấp phát ra từ vật, N_1 là số electron bắn phá vật.

η phụ thuộc bản chất mặt cũng như các hạt bắn phá nó, năng lượng bắn phá các hạt đó.

Một phần dòng hạt bắn phá bật ngược trở lại với các electron thứ cấp phát ra từ vật nên $N_2 > N_1$. η đạt cực đại khi năng lượng ban đầu vào cỡ vài trăm eV (200 – 300eV). Với kim loại $\eta_{max} < 2$, với bán dẫn thì $\eta_{max} > 2$, có thể tới 10 hoặc hơn. Thông thường muốn có chùm electron phát xạ lớn người ta dùng cực bằng kim loại có phủ một lớp bán dẫn.

d) Sự tự phát xạ

Sự phát xạ electron diễn ra dưới sự tác dụng của điện trường rất mạnh, ở nhiệt độ phòng khi các electron bề mặt bị gia tốc mạnh bởi điện trường này. Điện trường mạnh đó sẽ hút các electron làm cho chúng vượt ra khỏi bề mặt kim loại.

Các electron bức ra khỏi cực kim loại ngay cả khi có nhiệt độ thấp, hiện tượng này gọi là sự phát xạ electron cathode lạnh hay sự tự phát xạ electron.

II. Dòng điện trong chân không

1. Giải thích sự dẫn điện trong chân không

Ta xét với bức xạ nhiệt electron, với các nguồn bức xạ khác cũng hoàn toàn tương tự.

Khi cathode chưa được đốt nóng nghĩa là nó chưa thành nguồn phát xạ electron thì trong mạch không có dòng điện cho dù đặt vào hai cực một hiệu điện thế khá lớn. Khi đốt nóng cathode đồng thời cực âm nối với cathode, cực dương nối với anode của nguồn thì trong mạch mới có dòng điện. Nghĩa là dòng điện chỉ chạy theo một chiều (trong diode chân không là chiều từ anode sang cathode), giống diode bán dẫn. Điều đó chứng tỏ cathode phát xạ ra những hạt mang điện âm (electron), các ion dương hầu như không thể bức ra khỏi cathode. Cathode bị nung nóng bởi một nguồn phụ gây ra sự phát xạ nhiệt các electron, các electron này lại chuyển động có hướng dưới tác dụng của điện trường ngoài mà ta đặt vào giữa hai cực anode và cathode tạo thành dòng điện.

Như vậy bản chất dòng điện trong chân không là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện (electron) mà ta đưa thêm vào bằng nhiều cách, trong chân không vốn không có cũng không thể tạo ra các hạt mang điện từ bản thân chân không.

2. Mối liên hệ giữa hiệu điện thế và cường độ dòng trong chân không

Cường độ dòng điện qua diode chân không phụ thuộc vào hiệu điện thế u giữa anode và cathode. Đường cong biểu diễn I theo u (đường đặc trưng Volt - Ampe)

Khi nhiệt độ cathode không thay đổi thì I phụ thuộc hoàn toàn vào u . Khi u tăng thì I tăng, u giảm thì I giảm, song I không tăng mãi, khi u đạt đến một giá trị nhất định thì I không tăng được nữa. Cường độ dòng điện đạt giá trị bão hòa I_{bh} . Điều này được giải thích, dòng điện trong chân không là dòng chuyển dời có hướng của các electron bức xạ ra từ cathode. Ở một nhiệt độ xác định của cathode số electron bức xạ nhiệt trên một đơn vị thời gian là hữu hạn.

Khi hiệu điện thế đặt vào hai cực anode và cathode tăng thì số electron bức xạ nhiệt về được anode trong một đơn vị thời gian tăng nên cường độ dòng điện tăng. Song khi hiệu điện thế đạt đến giá trị khiến toàn bộ các electron bức xạ ra từ cathode đều về đến được anode thì dòng điện không tăng được nữa. Khi hiệu điện thế giảm thì cường độ dòng điện cũng giảm theo nhưng khi $u = 0$ thì I vẫn

khác 0. Dòng điện chỉ bằng 0 khi ta đặt vào hai cực một hiệu điện thế hãm u_h . Điều này được giải thích: Khi $u = 0$ các electron vẫn bức xạ ra khỏi cathode và do chuyển động nhiệt nó vẫn có thể về được anode tạo thành dòng điện. Dòng điện này chỉ bị triệt tiêu khi ta đặt vào đó một hiệu điện thế hãm u_h chống lại chuyển động của electron sao cho ngay cả các electron có động năng ban đầu cực đại cũng không về được anode.

Dòng điện trong chân không phụ thuộc vào số electron bức xạ ra khỏi cathode trong một đơn vị thời gian. Như vậy dòng điện trong chân không phụ thuộc vào tác nhân bức xạ electron (ở đây là nhiệt độ). Khi nhiệt độ thay đổi thì đường đặc trưng Volt – Ampe cũng thay đổi. Các đường 0124, 0125, 01236... biểu diễn sự phụ thuộc của I vào u ở các nhiệt độ T_1, T_2, T_3 tương ứng ($T_1 < T_2 < T_3$). Cường độ dòng điện bão hòa tăng khi nhiệt độ tăng. Mật độ dòng điện bão hòa i_{bh} đặc trưng cho khả năng phát xạ electron. i_{bh} phụ thuộc vào chất làm cathode và nhiệt độ. Hình vẽ dưới đây cho thấy sự phụ thuộc của dòng điện bão hòa vào nhiệt độ.

Dựa vào thuyết lượng tử năm 1923 Dushman đã tìm ra được công thức thể hiện sự phụ thuộc của mật độ dòng điện bão hòa vào nhiệt độ tuyệt đối T .

EMBED Equation.3

Trong đó EMBED Equation.3 là công thoát của kim loại, k là hằng số Boltzman, B là hệ số phụ thuộc kim loại. Công thức trên là công thức Rochardsan – Dushman. Bởi vì EMBED Equation.3 có mặt trên chỉ số mũ nên khi EMBED Equation.3 nhỏ dòng bão hòa sẽ có giá trị lớn. Vì vậy mặt Vonfram có phủ lớp Ba hay Th có khả năng phát xạ electron rất tốt.

3. Tia cathode và ứng dụng

Như ta đã biết bản chất dòng điện trong chân không là dòng các electron do cathode phát ra và bay trong chân không. Trong trường hợp anode có một lỗ nhỏ O như hình, phía sau lỗ cũng có dòng các electron do cathode phát ra bay trong chân không, người ta gọi dòng này là dòng cathode hay tia cathode. Tia cathode có một số tính chất đặc biệt như: có khả năng đâm xuyên mạnh, tác dụng lên kính ảnh. Người ta ứng dụng tính chất này để chiếu điện, chụp điện, dò tìm các vết rạn nứt...

Tia cathode mang năng lượng khi đập vào một vật năng lượng này chuyển hóa thành nhiệt năng làm vật nóng lên. Người ta vận dụng tính chất này để hàn chân không hay nấu kim loại tinh khiết.

Tia cathode bị lệch trong từ trường, điện trường (do bản chất nó là dòng các electron). Tia cathode làm phát quang một số chất khi đập vào (thủy tinh, huỳnh quang...). Người ta vận dụng hai tính chất này để chế tạo ra ống phóng điện tử (ống cathode). Đó chính là bộ phận thiết yếu của đèn hình của máy thu hình, dao động kí, máy tính điện tử,... Ống phóng điện tử là một diode chân không, trên anode có lỗ để tạo tia cathode, phía sau là màn huỳnh quang có phủ một lớp bạc huỳnh quang (ZnS chẳng hạn). Trước màn huỳnh quang người ta đặt một cặp bản cực (1 cặp thẳng đứng và 1 cặp nằm ngang) có đặt vào một hiệu điện thế phù hợp để lái tia điện tử đập vào vị trí xác định trên màn huỳnh quang. Trong các máy thu hình tia cathode trong đèn hình được làm lệch nhờ từ trường.

* Lưu ý sự phạm:

Có thể so sánh dòng điện trong chân không và dòng điện trong kim loại ở một số điểm như sau:

Dòng điện trong chân không Dòng điện trong kim loại

Dòng điện trong kim loại tồn tại đồng thời với chuyển động nhiệt của electron. Vận tốc này chỉ vào cỡ 10^{-3} đến 10^{-4} m/s.

Dòng điện trong kim loại tuân theo định luật Ôm

Sự dẫn điện không phụ thuộc vào chiều điện trường

Điều kiện để có dòng điện là có điện trường đặt vào

Trong diốt chân không, các electron được tăng tốc mạnh dưới tác dụng của điện trường bay từ catôt sang anôt không va chạm và o đầu nên thu được vận tốc lớn, vận tốc này gấp hàng tỉ lần vận tốc của electron trong kim loại

Không tuân theo định luật Ôm (chỉ tuân theo định luật Ôm khi hiệu điện thế đặt vào đủ nhỏ)

Diốt chân không chỉ cho dòng điện chạy theo một chiều nhất định

Điều kiện để có dòng điện là phải có điện trường đặt vào và các electron được đưa vào môi trường đó bằng nhiều cách phát xạ electron.

Chương IV: DÒNG ĐIỆN TRONG CHẤT KHÍ

I. Bản chất dòng điện trong chất khí

1. Bản chất của các phân tử tải điện trong chất khí

Chất khí bao gồm các phân tử trung hòa về điện. Bản thân chất khí ở điều kiện bình thường không tồn tại sẵn các hạt tải điện nên chất khí là chất điện môi lí tưởng trong trường hợp này. Nhưng vì một lí do nào đó các phân tử khí bị ion hóa làm xuất hiện các điện tích tự do thì chất khí trở nên dẫn điện. Sự dịch chuyển của các điện tích tự do trong chất khí tạo thành dòng điện gọi là sự phóng điện trong chất khí. Cùng với sự phóng điện đó các phân tử khí bị ion hóa cũng như tái hợp không ngừng.

Sự ion hóa chất khí có thể là kết quả của tác động bên ngoài không liên quan đến sự có mặt của điện trường trong chất khí. Trong trường hợp này người ta nói đến tính dẫn điện không tự lực của chất khí. Để ion hóa chất khí người ta có thể tác dụng nhiệt (nung nóng), chiếu bức xạ (tia Ronghen, tia tử ngoại) nghĩa là dùng các tác nhân ion hóa.

Sự ion hóa cũng có thể diễn ra dưới tác dụng bên trong của điện trường, người ta nói đó là sự dẫn điện tự lực của chất khí.

2. Quỹ đạo tự do trung bình của electron trong chất khí

Ta đã biết quỹ đạo tự do trung bình của các phân tử khí. Electron chuyển động trong chất khí va chạm với các phân tử, nguyên tử chất khí. Lí luận tương tự ta cũng có quỹ đạo tự do trung bình của electron trong chất khí EMBED Equation.3, r là bán kính phân tử, n là mật độ phân tử khí trong chất khí.

Tại nhiệt độ r có thể coi như không đổi.

EMBED Equation.3

Mà nó tỷ lệ thuận với áp suất p của chất khí, do đó:

EMBED Equation.3

Như vậy ở nhiệt độ nhất định khi áp suất tăng thì quãng đường tự do trung bình của electron chuyển động trong chất khí giảm và ngược lại.

Quãng đường tự do trung bình của hạt tải điện càng lớn thì năng lượng mà nó thu được dưới dạng động năng càng lớn. Đây chính là năng lượng chủ yếu để electron ion hóa các phân tử chất khí.

Để ion hóa các phân tử chất khí thì phải truyền cho electron bức xạ năng lượng đủ lớn để thắng năng lượng liên kết của electron đó với phần còn lại của phân tử (ion dương). Năng lượng đó được gọi là năng lượng ion hóa $W_i = eU_i$, U_i là hiệu điện thế điện hóa.

Khi va chạm với các phân tử chất khí, electron truyền một phần hay hầu hết năng lượng của nó cho phân tử tùy thuộc vào va chạm đó là va chạm đàn hồi hay va chạm mềm. Nếu động năng của electron lớn thì đó là va chạm mềm. Khi đó phân tử chất khí hoặc bị ion hóa hoặc chuyển sang trạng thái kích thích. Tất nhiên nếu các ion thu được động năng đủ lớn va chạm với các phân tử chất khí cũng có thể gây ion hóa phân tử chất khí đó. Song ở áp suất thấp sự ion hóa chất khí do va chạm vẫn chủ yếu quyết định bởi các electron. Với các lý do:

Quãng đường tự do trung bình của electron lớn hơn quãng đường tự do trung bình của các ion. Động năng mà nó thu được lớn hơn.

Khối lượng của electron nhỏ hơn nhiều so với khối lượng của ion, điều này có nghĩa là ion cần phải tiêu tốn rất nhiều năng lượng so với W_i thì mới ion hóa được phân tử chất khí. Trong khi electron chỉ cần EMBED Equation.3 là đủ. Điều này có thể giải thích bằng hai định luật bảo toàn động lượng và năng lượng.

Song song với quá trình ion hóa là quá trình tái hợp các hạt mang điện trái dấu để tạo thành các phân tử trung hòa. Khi ion hóa ta đã cung cấp cho phân tử một năng lượng thì khi tái hợp năng lượng dư này sẽ được giải phóng ra trở lại dưới dạng ánh sáng. Vậy sự tái hợp ion thường đi kèm theo sự phát sáng.

II. Các hình thức phóng điện trong chất khí

1. Sự phóng điện không tự lực

Ở áp suất khí quyển hay áp suất cao quãng đường tự do trung bình của các electron ngắn, hầu hết các electron đều bị phân tử chất khí hấp thụ để tạo thành các ion âm. Trong chất khí bây giờ các hạt tải điện tồn tại dưới dạng ion (âm hay dương) như trong chất điện phân (nếu có do tác nhân ion hóa chất khí). Vì vậy dòng điện không tự lực trong chất khí là dòng chuyển dời có hướng của các ion.

Giả sử ta có một chất khí nằm giữa hai bản điện cực phẳng đặt song song chịu tác dụng không ngừng của tác nhân ion hóa (hình vẽ).

Gọi n_0 là số ion hóa mỗi loại do tác nhân ion hóa tạo ra trong một đơn vị thể tích. Song song với quá trình ion hóa là quá trình tái hợp.

Số ion tái hợp trong một đơn vị thể tích trong một đơn vị thời gian là EMBED Equation.3.

Như vậy khi chưa có dòng điện số electron mỗi loại trong một đơn vị thể tích sẽ có giá trị xác định EMBED Equation.3.

Nếu nối hai điện cực vào nguồn điện. Trong chất khí có dòng điện chạy qua, các ion âm chạy về cực dương và ngược lại các ion dương lại chạy về cực âm. Ngoài sự tái hợp của các phân tử chất khí các ion còn mất đi ở các cực do sự trao đổi điện tích của các ion với các cực. Nếu I là cường độ dòng điện chạy trong chất khí giữa hai bản của điện cực thì số ion trong một đơn vị thể tích giảm đi sau một đơn vị thời gian do sự dịch chuyển của các ion này về các bản cực sẽ là EMBED Equation.3 với S là diện tích mỗi bản cực, d là khoảng cách hai cực, q là điện tích mỗi ion. Như vậy EMBED Equation.3 trong đó EMBED Equation.3 là mật độ dòng điện.

Số ion trong một đơn vị thể tích mất đi sau một đơn vị thời gian là tổng EMBED Equation.3. Điều kiện cân bằng lúc này EMBED Equation.3

hay EMBED Equation.3

- Trường hợp mật độ dòng điện quá nhỏ, đến nỗi EMBED Equation.3 thì EMBED Equation.3

Từ đó EMBED Equation.3

Như vậy số ion trong một đơn vị thể tích là không đổi. Lí luận hoàn toàn tương tự như dòng điện trong chất điện phân khi dương cực tan. Gọi u^+ , u^- lần lượt là vận tốc của ion dương và ion âm. Cứ một ion âm đến với cực dương thì cũng có một ion dương rời khỏi không gian gần cực dương. Như vậy tổng số ion âm xuất hiện ở cực dương trong một đơn vị thời gian bằng $n_0(u^+ + u^-)S$, tương tự với số ion dương ở cực âm. Do đó ta có mật độ dòng điện

EMBED Equation.3

Tương tự như trong chất điện phân, ta xem vận tốc chuyển động của các ion tỷ lệ với cường độ điện trường E .

EMBED Equation.3

Với EMBED Equation.3 và EMBED Equation.3 là độ linh động của ion dương và ion âm của chất khí. Vậy EMBED Equation.3

Trong đó q , EMBED Equation.3 và EMBED Equation.3 không đổi do điều kiện cho trước với n_0 không đổi trong điều kiện i bé.

Ta đặt EMBED Equation.3, EMBED Equation.3 không đổi. Mật độ dòng điện lúc này $i = \text{EMBED Equation.3} E$.

Với định nghĩa trên EMBED Equation.3 là điện dẫn xuất của chất khí. Mật độ dòng điện tỷ lệ với cường độ dòng điện.

Vậy dòng điện không tự lực trong chất khí với điều kiện mật độ dòng nhỏ thì tuân theo định luật Ohm.

Trường hợp mật độ dòng điện quá lớn, đến nỗi hầu hết sự mất các ion có thể coi là do sự trung hòa của chúng trên các điện cực. EMBED Equation.3. Khi đó EMBED Equation.3

Gọi i_{bh} là mật độ dòng điện bão hòa. Khi đó EMBED Equation.3

Ta thấy mật độ dòng điện bão hòa không phụ thuộc vào cường độ điện trường E do hiệu điện thế $V_1 - V_2$ giữa hai bản cực tạo ra.

Vậy dòng điện trong chất khí khi mật độ dòng lớn, hiệu điện thế đặt vào hai bản cực lớn dòng điện không còn tuân theo định luật Ohm. Khi hiệu điện thế đạt đến một giá trị nhất định thì cường độ dòng điện không tăng theo hiệu điện thế nữa ta nói cường độ dòng điện đạt giá trị bão hòa.

Đường đặc trưng Volt – Ampe biểu thị sự phụ thuộc của cường độ dòng điện trong chất khí vào hiệu điện thế đặt vào.

Sự phóng điện không tự lực tương ứng với đường Oabcd. Ở đoạn đầu Oa, mật độ dòng điện nhỏ, I phụ thuộc tuyến tính vào u. Dòng điện trong chất khí lúc này tuân theo định luật Ohm.

Đoạn bc tương ứng với khi hiệu điện thế giữa hai bản cực đủ lớn để tất cả các ion do tác nhân ion hóa tạo ra đều đã về được các bản cực. Dòng điện đạt giá trị bão hòa, khi U tăng thì I không tăng được nữa vì trong các chất khí lúc này lượng điện tích tự do do tác nhân ion hóa tạo ra không tăng lên. Đoạn ab là trung gian của hai đoạn oa và bc. Trên đoạn này khi U tăng thì I tăng, số ion về được hai bản cực trên một đơn vị thời gian tăng lên. Trên ab, I không phụ thuộc tuyến tính vào u, định luật Ohm không còn đúng nữa.

Khi dòng điện đã đạt giá trị bão hòa nếu ta vẫn tiếp tục tăng hiệu điện thế đến giá trị uC dòng điện đột ngột tăng trở lại và dòng điện tăng rất nhanh. Đoạn cd trên đồ thị thể hiện điều này. Điều đó chứng tỏ trong chất khí lúc này ngoài các ion âm, ion dương do tác nhân ion hóa tạo ra đã có thêm những điện tích tự do mới. Các điện tích tự do này xuất hiện khi điện trường đã đủ mạnh. Quảng đường tự do của các electron tăng theo cường độ điện trường. Khi động năng của electron đủ mạnh thì bản thân electron do va chạm với các phân tử chất khí cũng có thể ion hóa chúng để tạo ra các điện tích tự do mới. Song sự phóng điện trên đoạn cd vẫn là sự phóng điện không tự duy trì. Nếu ta ngắt tác nhân ion hóa thì dòng điện không còn nữa.

Khi tiếp tục tăng hiệu điện thế, đến một giá trị vượt quá giá trị Ud (hiệu điện thế nổ) sự phóng điện không tự lực trở thành sự phóng điện tự lực. Dòng điện trong chất khí vẫn tiếp tục được duy trì nếu ta ngắt đi tác nhân ion hóa. Sự phóng điện không tự lực là giai đoạn đầu của sự phóng điện tự lực.

Dựa vào đặc tuyến Volt – Ampe ta thấy về cơ bản sự phụ thuộc của cường độ dòng điện vào hiệu điện thế ở hai trường hợp dòng điện trong chân không và dòng điện trong chất khí giống nhau ở các đoạn đầu của đặc tuyến. Khác nhau căn bản là sự phóng điện trong chất khí có thêm các đoạn cd và df. Sự khác nhau này là hoàn toàn có thể giải thích được:

Các tác nhân ion hóa chất khí (tia Ronghen, tia tử ngoại...) ngoài tác dụng ion hóa chất khí còn gây ra sự phát xạ electron ở các điện cực. Giả sử dưới các tác dụng của tác nhân này từ Cathode phát xạ ra một electron. Dưới tác dụng của điện trường mạnh, electron được gia tốc trên suốt quãng đường tự do của mình. Electron này thu được động năng đủ mạnh trước khi va chạm với phân tử chất khí. Khi va chạm electron truyền một phần năng lượng của nó cho phân tử làm phân tử bị ion hóa. Sau lần va chạm thứ nhất có hai electron được tạo thành tiếp tục chuyển động về phía sau dưới tác dụng của điện trường. Hai electron này va chạm với hai phân tử chất khí... cứ như vậy số electron tăng lên theo cấp số nhân tạo thành thác electron. Hiện tượng này làm cho các phân tử tải điện trong chất khí tăng lên nhanh chóng. Điều này giải thích cho việc tại C (khi điện trường đủ mạnh) dòng điện trong chất khí tăng lên nhanh chóng trong suốt đoạn cd. Trong chân không, ngoài các hạt tải điện (electron) mà ta đưa vào không tồn tại phân tử nào khác nên không thể tạo thành thác electron. Đó là lý do khi dòng điện trong chân không đã đạt giá trị bão hòa thì dòng điện không thể tăng lên được nữa dù ta có đặt vào đó điện trường lớn cỡ nào.

Trong điện trường mạnh, thác electron dịch chuyển nhanh chóng từ cực âm về cực dương bỏ lại sau đó các ion dương (có khối lượng lớn hơn electron nhiều nên mức quán tính lớn hơn, quãng đường trung bình bé hơn). Điều này tạo nên một lớp điện tích không gian gồm các ion dương ở gần cực âm và do đó tạo nên sự thay đổi điện trường giữa hai bản của điện cực. (Vận tốc electron khoảng 2.105m/s trong khi vận tốc các ion khoảng 2.103m/s, nghĩa là vận tốc của các electron lớn hơn vận tốc của các ion dương 100 lần).

Bây giờ ta xét sự tạo thành thác electron một cách định lượng.

Ta gọi EMBED Equation.3 là số cặp electron – ion mà một electron tạo ra trên một đơn vị đường đi. EMBED Equation.3 phụ thuộc vào quãng đường tự do trung bình của electron và như vậy EMBED Equation.3 phụ thuộc vào cường độ điện trường E và áp suất p của chất khí (theo Townsend).

Xét cột khí dx giữa hai bản điện cực. Trên đoạn dx mỗi electron tạo ra EMBED Equation.3 dx cặp electron. Nếu có n electron đến lớp dx thì số cặp electron – ion tăng lên trên đoạn này là EMBED Equation.3

Ví phân EMBED Equation.3. Với x = 0 thì n = n₀ là số electron phát xạ ra khỏi cathode nhờ tác nhân ion hóa. Từ đó EMBED Equation.3

Với x = d (d là khoảng cách giữa hai bản của điện cực) thì số electron đến được anode sẽ là EMBED Equation.3 (*). Để thấy n₀ lớn hơn n₀ rất nhiều lần. Giả sử một electron sinh ra 300 cặp electron – ion trên một mét đường đi của mình (EMBED Equation.3 = 300m⁻¹) và khoảng cách giữa hai điện cực là 3cm bằng 2.10⁻²m thì mật độ electron phát xạ từ cathode sẽ tạo ra e300.3.10⁻² = e9 ~ 104 electron nghĩa là số electron tăng lên một vạn lần nhờ thác electron.

Từ EMBED Equation.3 ta thấy nếu ngắt tác nhân ion hóa n₀ = 0 thì n_a = 0. Như vậy bấy nhiêu đó cũng chưa thể tạo ra dòng điện tự duy trì. Trên đoạn cd của đặc tuyến Volt – Ampe cho dòng điện trong chất khí dòng điện vẫn là dòng điện không tự duy trì. Bản chất của dòng điện này là dòng dịch chuyển có hướng của các ion dương, ion âm và các electron.

2. Sự phóng điện tự lực - Điều kiện phát sinh sự phóng điện tự lực

Như đã nói ở trên, ngay cả khi điện trường mạnh và đã có sự tạo thành thác electron nếu ta ngắt đi các tác nhân ion hóa thì dòng điện cũng không tự duy trì. Nhưng nếu ta tiếp tục tăng hiệu điện thế trước khi ngắt đi tác nhân ion hóa thì sao?

Ta đã biết các ion dương cũng có khả năng gây ra sự phát xạ electron thứ cấp ở bề mặt kim loại với điều kiện năng lượng của ion phải rất lớn, lớn hơn nhiều so với công thoát W_i = eφ của electron.

Trong ví dụ kể trên, các ion dương bắn phá không ngừng cathode. Khi điện trường đủ mạnh, các ion dương này thu đủ năng lượng để thắng năng lượng liên kết của electron thì gây ra hiện tượng phát xạ thứ cấp làm bức electron ra khỏi bề mặt cathode. Gọi EMBED Equation.3 là hệ số ion hóa bề mặt (l là số electron thứ cấp bức ra khỏi cathode khi một ion dương đập vào). Đây là hệ số đặc trưng cho quá trình phát xạ thứ cấp.

Gọi n_1 là số electron tổng cộng bay ra từ cathode trong 1s (do hai nguyên nhân, một là do tác dụng của các tác nhân ion hóa, hai là do phát xạ thứ cấp). Từ (*) ta thấy số electron về được cực dương anode là EMBED Equation.3

Lượng electron phát sinh trạng thái EMBED Equation.3 mà electron và ion dương phát sinh thành từng cặp nên cũng có chừng đó ion dương được tạo thành. Số ion dương này đập lên bề mặt cathode sẽ làm phát xạ ra EMBED Equation.3 electron. Rõ ràng số electron này cùng với số electron n_0 bức ra khỏi bề mặt cathode nhờ tác nhân ion hóa sẽ bằng tổng cộng electron n_1 :

EMBED Equation.3

Hay

EMBED Equation.3

Như vậy số electron về được anode:

EMBED Equation.3

Khi ta tăng cường độ điện trường các hệ số EMBED >>1.

Do đó ta có thể viết lại EMBED Equation.3 (**)

Điều kiện (**) chính là điều kiện để xảy ra sự phóng điện tự lực (điều kiện Townsend). Thật vậy khi n_0 nhỏ tùy ý với điều kiện (**) thỏa mãn thì n_1 sẽ vô cùng lớn. Ta có ngắt tác nhân ion hóa thì dòng điện vẫn được duy trì.

Như vậy điều kiện phát sinh phóng điện tự lực đó là tồn tại sự phát xạ thứ cấp ở bề mặt cathode dưới tác dụng của các ion dương. “Lý thuyết Townsend cho phép ta giải thích được sự phóng điện trong chất khí đặc biệt là nó giúp ta giải thích khá rõ ràng quá trình chuyển từ sự phóng điện không tự lực qua sự phóng điện tự lực. Tuy nhiên lý thuyết đầy đủ về sự phóng điện trong chất khí cho đến nay vẫn chưa hoàn chỉnh.”

* Chú ý sự phạm:

- Sgk cơ bản lựa chọn cách trình bày rất kỹ về sự phóng điện tự lực, sự phóng điện không tự lực trước khi đi vào các trường hợp cụ thể. Theo tôi điều này phù hợp với đặc điểm nhận thức của học sinh. Điều này lại buộc sách giáo khoa cơ bản lại phải trình bày kỹ hơn. Rõ ràng tính sự phạm sgk cơ bản có phần nhiều hơn sgk nâng cao ở điểm này. Bù lại sgk cơ bản lại hơi kinh viện chứ không thực tế bằng sgk nâng cao. Sgk nâng cao đi từ các trường hợp riêng, giải thích các hiện tượng tự nhiên và cơ chế của các thiết bị kỹ thuật trong cuộc sống. Phần nào góp phần giáo dục thể giới quan khoa học. Phần khái quát hoá kiến thức dành cho học sinh, chỉ e là quá sức.

3. Các dạng chính của sự phóng điện tự lực

A. Sự phóng điện thành miền

a) Sự phóng điện thành miền quan sát thấy trong những chất khí ở áp suất thấp

Lấy một ống thủy tinh dài 0.3 đến 0.5m trong đó có đựng một chất khí ở áp suất khoảng 0.1 – 0.01mmHg. Thí nghiệm khi hiệu điện thế đặt vào hai cực A, K đạt giá trị khoảng vài trăm Volt thì ta quan sát thấy hiện tượng phóng điện thành miền. Dòng điện đi qua ống làm chất khí phát sáng ta phân biệt được những miền sáng chủ yếu trên hình vẽ. Ngay cathode có một lớp sáng yếu (1), tiếp đến là miền tối (2) (miền tối Crookes), miền sáng cathode (3), miền tối Faraday (4), miền sáng (5) kéo dài đến anode A gọi là cột sáng anode. Khi ta dịch chuyển anode về phía cathode ban đầu cột sáng anode ngắn lại, sau đó miền tối Faraday biến mất. Nếu vẫn tiếp tục dịch chuyển thì sẽ đến giới hạn của miền sáng cathode và miền tối Crookes lúc này sự phóng điện trong ống đột ngột tắt.

b) Giải thích sự phóng điện thành miền

Nhờ điện trường đủ mạnh giữa hai bản cực, các ion và electron có sẵn trong chất khí (nhờ các tác nhân ion hóa) được tăng tốc trên quãng đường tự do trung bình đủ lớn. Electron thu đủ năng lượng để khi va chạm với các phân tử khí khác sẽ ion hóa chúng tạo thành các ion và electron mới. Thác electron dịch chuyển nhanh chóng về phía cực dương bỏ lại sau nó một lớp ion dương ở gần cực âm, điều này tạo nên độ giảm thế trong miền tối Crookes. Các ion dương dịch chuyển về cực âm khi đi qua miền có độ giảm thế chúng thu năng lượng đủ lớn rồi đập vào cực âm gây ra sự phát xạ electron thứ cấp (ngoài ra còn có các quang electron sinh ra do hiệu ứng quang điện). Đến phiên các electron thứ cấp này được gia tốc trong điện trường mạnh và va chạm vào các phân tử khí tạo ra các electron và ion dương mới. Quá trình tiếp diễn duy trì dòng điện trong ống.

Các electron va chạm và ion hóa các phân tử chất khí, quá trình này làm cho chất khí phát quang. Khi bật ra từ cathode không phải các electron va chạm ngay với các phân tử chất khí mà chỉ bắt đầu va chạm ở một khoảng cách nào đó với cực âm. Do đó miền tối Crookes được tạo thành. Bề rộng miền tối xấp xỉ quãng đường tự do trung bình của các electron. Như vậy áp suất tăng thì bề rộng miền tối giảm.

Ngay sau miền tối các electron va chạm mãnh liệt với các phân tử chất khí, ion hóa chúng tạo thành các ion dương và electron thứ cấp. Quá trình ion hóa hay kích thích các phân tử khí làm cho miền này phát sáng mạnh gọi là miền sáng cathode.

Ngay sau miền sáng cathode, các electron phát xạ từ cực âm bị giảm vận tốc do va chạm với các phân tử khí trong miền sáng cathode, còn các electron thứ cấp thì chưa kịp thu năng lượng (dưới dạng động năng) đủ lớn nên không thể ion hóa các phân tử chất khí. Vì vậy ngay sau miền sáng cathode là miền tối (miền tối Faraday).

Qua khỏi miền tối Faraday, thác electron đã tạo ra mật độ dòng điện tương đối lớn trong chất khí. Trong miền này mật độ electron và ion là gần bằng nhau, không có điện tích không gian, độ giảm thế nhỏ. Với các lý do trên miền này dẫn điện rất tốt. Trong miền có sự kết hợp mạnh mẽ giữa các electron và ion dương giải phóng năng lượng thừa bằng cách phát sáng. Miền sáng này kéo dài về đến anode nên được gọi là cột sáng anode.

Trong sự phóng điện thành miền kể trên hai miền quan trọng nhất là miền tối Crookes và miền sáng cathode. Nhờ miền tối Crookes mà các electron thu được năng lượng đủ mạnh để ion hóa chất khí trong miền sáng cathode tạo ra các electron mới và ion dương bổ sung. Đến phiên các ion dương này được gia tốc mạnh, thu được năng lượng đủ lớn do độ giảm thế trong miền Crookes va chạm với cathode tạo ra các electron phát xạ. Quá trình này lặp đi lặp lại làm cho dòng điện được duy trì. Nếu ta dịch chuyển anode về phía

cathode đến điểm giới hạn của hai miền thì dòng điện bị tắt đột ngột do các electron phát xạ chưa thu đủ năng lượng để ion hóa chất khí.

c) Tia cathode

Trong sự phóng điện thành miền cực âm bị bắn phá dữ dội bởi các ion dương làm các electron bay ra khỏi cực âm. Trong miền tối Crookes các electron chuyển động tự do không bị va chạm với các phân tử chất khí coi như các dòng electron chuyển động trong chân không.

Dòng electron trong chân không được Crookes khám phá ra khi nghiên cứu sự phóng điện thành miền vào cuối thế kỉ XIX được gọi là tia cathode (hay tia âm cực). Về bản chất đó là dòng các electron trong chân không. Ta có thể tạo ra dòng này bằng nhiều cách chẳng hạn phát xạ nhiệt electron hay nhiều cách khác. “Nhưng cho đến nay thuật ngữ này chỉ được dùng trong trường hợp electron phát xạ cathode lạnh trong sự phóng điện thành miền”.

Ứng dụng quan trọng của tia cathode (tia âm cực) là tạo ra tia Ronghen. Người ta đặt thêm vào miền tối Crookes một điện cực nối với cực dương. Cực âm bản có tác dụng hướng chùm electron hội tụ trên bản cực dương mới đặt thêm vào. Vì cực dương này đặt đối với cực âm nên gọi là đối âm cực. Các electron bị hãm lại ở đối âm cực, xuyên sâu vào lớp vỏ bên trong nguyên tử tương tác với hạt nhân và electron và hạt nhân của nguyên tử kim loại dùng làm đối âm cực làm phát ra bức xạ dưới dạng sóng điện từ (tia Ronghen). Tia Ronghen truyền đi mọi phương và có thể xuyên qua thành ống đi ra ngoài.

d) Tia anode

Trong sự phóng điện thành miền cực âm bị oanh tạc dữ dội bởi các ion dương. Nếu cực âm có những lỗ hổng thì các ion dương sẽ theo các lỗ hổng này ra phía sau cực âm. Những ion dương đó tạo thành tia sáng mờ mờ gọi là tia anode hay tia dương cực.

Tia anode làm thủy tinh và một số chất phát sáng huỳnh quang.

e) Ứng dụng của sự phóng điện thành miền

Sự phóng điện thành miền được ứng dụng để tạo nên nguồn sáng. Người ta thường sử dụng hơi thủy ngân trong loại đèn phát ánh sáng ban ngày. Trên thành ống có quét thêm lớp bột huỳnh quang ở mặt trong. Khi có sự phóng điện trong ống, lớp bột này hấp thụ bức xạ từ hơi thủy ngân phát ra ánh sáng nhìn thấy như ánh sáng ban ngày.

B. Sự phóng điện hình tia. Sét

a) Sự phóng điện hình tia

Trong sự phóng điện thành miền, ta đã thấy với hiệu điện thế không cao lắm với điều kiện áp suất của chất khí thì sẽ xảy ra sự phóng điện tự lực. Bây giờ với áp suất giữa hai điện cực bằng áp suất khí quyển, ta tăng dần hiệu điện thế giữa hai điện cực. Đến một hiệu điện thế nhất định ta thấy xuất hiện tia lửa điện. Tia lửa điện ngoằn ngoèo xuyên qua chất khí rồi biến mất, ngay sau đó lại xuất hiện tia lửa điện khác. Hiệu điện thế đó ta gọi là hiệu điện thế nổ. Khi giữa hai bản cực có tác nhân ion hóa thì hiệu điện thế nổ giảm xuống đáng kể.

b) Giải thích sự phóng điện hình tia

Sự phóng điện hình tia là một dạng phóng điện tự lực nên nó cũng thỏa mãn các điều kiện để xuất hiện dòng điện tự lực như sự xuất hiện của thác electron, sự ion hóa chất khí, sự phát xạ electron thứ cấp của cathode dưới tác dụng của các ion dương.... Song sự phóng điện hình tia còn có những đặc điểm riêng của nó. Ví dụ như tốc độ lan truyền của các tia lửa điện chẳng hạn. Nếu chỉ tính tới sự phát xạ electron của cathode do va chạm với ion dương thì tốc độ lan truyền của các tia lửa điện cùng bậc với tốc độ chuyển động của các ion dương. Thực nghiệm chứng minh vận tốc chuyển động của các ion nhỏ hơn tốc độ lan truyền tia lửa điện tới 3 bậc.

Điều này được thuyết Xtrime giải thích một cách thỏa đáng và đã được kiểm chứng bằng thực nghiệm. Theo thuyết này sự ion hóa do bức xạ đóng vai trò quan trọng trong việc tạo thành các tia lửa điện. Sự ion hóa do va chạm cùng với sự ion hóa do bức xạ tạo thành tập hợp các hạt mang điện gọi là Xtrime. Thác electron xuất phát từ cathode do electron phát xạ tạo ra lan truyền về anode. Tốc độ lan truyền này được đẩy lên rất cao nhờ hiện tượng ion hóa do bức xạ. Các bức xạ này được tạo ra ngay trong chính bản thân thác electron từ quá trình ion hóa chất khí. Các bức xạ này truyền đi trong chất khí với vận tốc bằng vận tốc ánh sáng 3.108m/s . Tới phiên bức xạ đóng vai trò là tác nhân ion hóa tạo ra thác electron mới có thể cách thác electron cũ rất xa. Trong quá trình phát triển các thác electron đuổi kịp nhau hòa vào nhau tạo thành một mạch dẫn điện rất tốt. Sau khi Xtrime đã nối liền hai cực với nhau thì một luồng electron mạnh chạy qua “cây cầu” Xtrime đã được thác electron trộn lẫn vào nhau bắt từ cathode sang anode. Mạch điện hẹp này có dạng hình tia, dòng điện trong mạch ion hóa các phân tử chất khí làm chúng phát sáng. Hình dạng tia lửa điện chính là hình dạng cây cầu Xtrime vừa bắt xong. Dòng điện này tạo ra một nhiệt lượng lớn. Nhiệt độ cao này chính là nguyên nhân chính gây ion hóa các phân tử chất khí ở các giai đoạn sau của sự phóng điện. Độ ion hóa các phân tử chất khí trong mạch có thể đạt tới 100%.

c) Sét

Sét là tia lửa điện khổng lồ. Điều này đã được Franklin, Lomonosov và Richman kiểm chứng bằng thực nghiệm. Sét là sự phóng điện giữa các đám mây với đám mây, giữa đám mây với mặt đất khi điện trường giữa chúng đủ mạnh. Luồng không khí mang theo các phân tử nước bốc lên cao với vận tốc lớn. Các phân tử nước này bị “xé tan”, những hạt nhỏ nhất tích điện âm được mang đến phân bố trên các đám mây còn những hạt to hơn mang điện tích dương so chuyển động đối lưu tiếp tục đi lên cao. Đám mây tích điện âm, các vật dưới mặt đất nhiễm điện do hưởng ứng. Giữa chúng tồn tại một điện trường, giữa đám mây và mặt đất có thể đạt tới 108 – 109V. Cường độ dòng điện trong tia sét có thể đạt tới 104 – 5.104A, bề rộng tia lửa có thể lên đến 20 – 30cm. Trong dải hẹp đó áp suất cao được tạo thành, chính áp suất đó gây ra tiếng nổ sau khi sét đánh.

Sét là tia lửa điện song vẫn có những đặc điểm riêng. Thông thường tia lửa điện chỉ xuất hiện khi $E_b = 3.106\text{V/m}$, còn trong cơn giông sét xuất hiện khi E thấp hơn rất nhiều, nói chung không quá 2 – 4. 105V/m.

Sét và những tác hại kinh người của nó có thể hạn chế được bằng một cột thu lôi.

C. Sự phóng điện hồ quang**a) Sự phóng điện hồ quang**

Hai điện cực được nối với nguồn. Ta cho hai điện cực tiếp xúc nhau cho đến khi hai điện cực nóng lên (do hiệu ứng Joule) ta tách hai điện cực ra xa nhau một chút, hiện tượng hồ quang điện sẽ xảy ra. Đó là sự phóng điện tự lực trong chất khí ở áp suất khí quyển và hiệu điện thế cũng không cần phải cao lắm. Năm 1802 Petrov đã làm thí nghiệm tạo ra hiện tượng hồ quang điện đầu tiên với một bộ pin và hai điện cực bằng than. Ánh sáng chói lòa phát ra từ hai điện cực, giữa hai cực có một luồng sáng yếu hình lưỡi liềm hướng lên.

b) Giải thích hiện tượng hồ quang điện

Khi hai điện cực nóng lên dưới tác dụng nhiệt của dòng điện (hiệu ứng Joule), nhiệt độ cao ở hai điện cực gây ra hiện tượng phát xạ nhiệt và ion hóa chất khí xung quanh hai điện cực. Điều này làm phát sinh sự phóng điện tự lực. Dòng ion dương bắn phá cực âm làm nó nóng lên, bên cực dương thì lại bị dòng electron bắn phá làm cho cực dương có thể lên tới 40000C ở nhiệt độ thường, 10 0000C ở áp suất cao. Cực âm có nhiệt độ thấp hơn song cũng lên đến 3 5000C. Ở nhiệt độ cao như thế này làm cho hầu hết các phân tử khí giữa hai bản điện cực đều bị ion hóa, chất khí giữa hai điện cực trở nên dẫn điện rất tốt.

Thực nghiệm chứng tỏ hồ quang điện trong mọi trường hợp khi do đốt nóng cathode, sự phát xạ nhiệt electron trở thành nguyên nhân chính của sự ion hóa chất khí. Trong sự phóng điện thành miền nếu tăng cường độ dòng điện lên thì sự phóng điện thành miền sẽ chuyển sang hồ quang điện. Thực vậy dòng ion không chỉ gây phát xạ thứ cấp ở cathode mà còn làm cathode nóng lên tiếp đến gây bức xạ nhiệt. Sự phát xạ nhiệt này làm cho miền gần cathode giàu electron, làm giảm độ giảm thế ở cathode, làm giảm đi các điện tích dương không gian và do đó tăng thêm độ dẫn điện tổng cộng. Như vậy hồ quang điện cũng có thể xảy ra ở áp suất thấp.

Các loại hồ quang điện kể trên là hồ quang cathode nóng, cathode bị nung nóng do nhiều nguyên nhân cho đến khi xảy ra phát xạ nhiệt electron. Ngoài ra còn có hiện tượng hồ quang cathode lạnh. Nếu điện trường đủ mạnh để gây ra sự tự phát xạ.

*** Lưu ý sự phạm:**

Trong khi giảng dạy cần giúp cho học sinh phân biệt được hai hiện tượng “hồ quang điện” và “tia lửa điện” thông qua một số yếu tố sau:

Tia lửa điện Hồ quang điện

- Điều kiện phát sinh tia lửa điện là trong không khí phải có sẵn một số ion và electron do các tác nhân ion hoá ngẫu nhiên và điện trường mạnh

- Nguyên nhân gây ra hiện tượng phóng điện tự lực ở tia lửa điện là do sự ion hoá do va chạm và phát xạ electron

- Sự phát sáng là do ngoài các phân tử bị ion hoá còn có các phân tử bị kích thích - Điều kiện để phát sinh hiện tượng hồ quang điện là chỗ tiếp xúc của hai cực than phải đủ nóng để phát xạ nhiệt electron và ion hoá các phân tử khí xung quanh chỗ tiếp xúc.

- Nguyên nhân gây ra hiện tượng phóng điện tự lực của hồ quang điện là sự bắn phá ion dương vào catốt gây ra hiện tượng phát xạ thứ cấp.

- Sự phát sáng là do hơi cacbon hay kim loại bốc cháy ở nhiệt độ cao

c) Ứng dụng

Ứng dụng thấp sáng: đèn hồ quang áp suất siêu cao (100 atm), đèn khí tro dưới áp suất lớn (vài chục atmosphere).

Ứng dụng trong công nghiệp: hàn cắt kim loại, lò điện hồ quang trong luyện kim nhờ có nhiệt độ cao.

Ứng dụng trong y học và nghiên cứu khoa học (hồ quang thủy ngân là một tia tử ngoại mạnh) trong trường hợp này ống đèn phải làm bằng vật liệu bức xạ từ ngoại dễ dàng như thạch anh, thủy tinh đặc biệt...

*** Lưu ý sự phạm:**

- Phần dòng điện trong chất khí và trong chân không được trình bày theo hai cách hoàn toàn khác nhau trong hai bộ sách giáo khoa cơ bản và nâng cao.

- Phần dòng điện trong chân không được đưa lên trước phần dòng điện trong chất khí ở sách giáo khoa nâng cao (sgk cơ bản làm ngược lại). Theo tôi nghĩ điều này hợp lý hơn. Logic sgk trình bày từ dễ đến khó, từ đơn giản đến phức tạp. Dòng điện trong chân không với những đặc điểm của mình rõ ràng đơn giản hơn dòng điện trong chất khí nhiều.

Về hạt tải điện trong chân không là dòng các electron phát xạ, trong chất khí là dòng các ion âm, ion dương và các electron.

Về đường đặc trưng von ampe (thể hiện sự phụ thuộc của cường độ dòng điện vào hiệu điện thế) ở dòng điện trong chất khí phức tạp hơn dòng điện trong chân không rất nhiều. Thực ra đường đặc trưng von ampe trường hợp dòng điện trong chân không chỉ là một phần của đường đặc trưng von ampe của dòng điện trong chất khí. Nếu trình bày phần dòng điện trong chất khí sau ta có thể kế thừa từ phần trước, rõ ràng như vậy tính sự phạm sẽ cao hơn. Học sinh học bài sau lại có thể cũng có bài trước qua sự so sánh dòng điện trong hai môi trường.

Dòng điện trong chân không đơn thuần là sự phóng điện không tự lực, trong chất khí thì không đơn giản như vậy.

Các hiện tượng phát sinh do dòng điện trong chất khí cũng phong phú đa dạng hơn rất nhiều

- Phần dòng điện trong khí kém được lồng vào phần dòng điện trong chân không (sgk cơ bản) theo tôi điều này là hoàn toàn không hợp lý. Dù sao khí kém vẫn chưa phải là chân không. Dòng điện trong khí kém khác hẳn về bản chất với dòng điện trong chân không. Điều này sẽ gây khó khăn không nhỏ cho hoạt động nhận thức của học sinh.

Chương V: DÒNG ĐIỆN TRONG PLASMA**I. Trạng thái Plasma**

Trạng thái Plasma là trạng thái môi trường bị ion hoá cao độ, mật độ electron xấp xỉ bằng mật độ ion dương. Về phương diện vĩ mô Plasma trung hoà về điện.

Plasma xuất hiện trong cột ánh sáng anốt trong hiện tượng phóng điện thành miền. Plasma xuất hiện trong đường dẫn chính của tia lửa điện và cả trong hồ quang điện. Tùy theo tác nhân ion hoá môi trường người ta phân ra hai loại Plasma. Plasma phóng điện qua chất khí hình thành dưới tác dụng của điện trường mạnh. Plasma nhiệt độ cao phát sinh do chất khí bị nung nóng. Như vậy Plasma trong cột sáng anốt là Plasma phóng điện trong chất khí (Plasma bất đẳng nhiệt) còn Plasma trong đường dẫn của tia lửa điện là Plasma nhiệt độ cao (Plasma đẳng nhiệt).

II. Các tính chất điện của trạng thái Plasma

Ở nhiệt độ đủ thấp thì chất khí bất kỳ có thể ở thể rắn. Nếu nhiệt độ tăng lên nó chuyển sang thể lỏng, tiếp tục tăng nhiệt độ thì nó chuyển sang thể khí. Bây giờ nếu tiếp tục tăng nhiệt độ lên thì khí sẽ chuyển sang trạng thái Plasma. Như vậy ta có thể xem Plasma là trạng thái thứ tư của vật chất.

Trạng thái Plasma mật độ hạt tải điện rất lớn nên nó là môi trường dẫn điện rất tốt. Độ linh động của electron lớn hơn độ linh động của ion nên dòng điện trong Plasma chủ yếu là dòng electron. Như vậy về phương diện dẫn điện Plasma gần giống như kim loại. Khi đặt Plasma trong điện trường thì trong Plasma xuất hiện dòng điện và có sự toả nhiệt.

Trong kim loại mật độ hạt tải điện là không đổi. Cường độ dòng điện trong kim loại phụ thuộc tuyến tính vào hiệu điện thế. Trong khi với trạng thái Plasma chất khí bị ion hoá mạnh xong vẫn chưa đạt được tỉ lệ 100%. Khi đặt Plasma trong điện trường thì các phân tử khí còn lại bị ion hoá kết quả là tạo thêm các cặp electron và ion tự do làm cho mật độ hạt tải điện tăng lên. Như vậy dòng điện trong Plasma không phụ thuộc tuyến tính theo hiệu điện thế hay nói cách khác dòng điện trong Plasma không tuân theo định luật Ôm. Plasma là chất khí bị ion hoá mạnh nên Plasma cũng tuân theo một số định luật của chất khí. Ngoài ra do cấu tạo bởi hầu hết là các hạt mang điện nên khác với chất khí thông thường Plasma còn chịu tác dụng của lực Lorentz.

1. Điện tích

Điện tích là một khái niệm cơ bản mà học sinh tiếp xúc lần đầu tiên khi nghiên cứu các hiện tượng điện. Vì vậy hai bộ SGK CB và NC đều đưa vào bài học đầu tiên phần Tĩnh điện học.

SGK CB hình thành khái niệm điện tích từ những kiến thức đã học ở lớp 7 THCS (điện tích có hai loại, các điện tích cùng loại thì đẩy nhau, các điện tích khác loại thì hút nhau và hiện tượng nhiễm điện do cọ xát). Bằng lập luận đơn giản và dễ hiểu, tác giả SGK CB hình thành khái niệm điện tích: “Điện là một thuộc tính của vật nhiễm điện và điện tích là số đo độ lớn thuộc tính đó”. Sau đó SGK CB trình bày khái niệm điện tích điểu dưới dạng như một thông báo: “Điện tích điểu là một vật tích điện có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách tới điểu mà ta đang xét”. Tiếp theo tác giả dùng câu hỏi C_1 (hình 1.2 trang 6) nhằm củng cố sự tương tác giữa hai vật tích điện qua ví dụ thực tế.

Ngoài ra, SGK CB còn cung cấp thông tin để HS phân biệt khái niệm điện tích âm và điện tích dương trong Vật lý với khái niệm số âm và số dương trong Toán học ở phần chữ nhỏ (trang 7) giúp học sinh tránh khỏi nhầm lẫn khi làm giải bài tập. Điều này trong SGK cải cách giáo dục và SGK NC không đề cập đến.

Ví dụ: Cho hai điện tích $q_1 = 3.10^{-9}C$, $q_2 = -9.10^{-9}C$ đặt cố định tại hai điểu A và B. Đặt $q_0 = q_1$ ở vị trí nào để q_0 nằm cân bằng?

Nếu không xác định được độ lớn của q_2 lớn hơn q_1 thì HS dễ nhầm lẫn khi xác định điểu đặt của q_0 nằm về phía q_1 hay q_2 .

SGK NC không trình bày khái niệm cụ thể về điện tích ở phần này mà chỉ nhắc lại những ý chính: Hai loại điện tích, tương tác giữa hai loại điện tích, đơn vị điện tích vì kiến thức này HS đã được học ở lớp 7 THCS (khái niệm điện tích được nêu ở phần chữ nhỏ trang 10 trong bài thuyết electron).

Hiện nay đã có nhiều nhiều công trình nghiên cứu chứng tỏ khả năng tồn tại những hạt nhỏ hơn các hạt sơ cấp đã biết gọi là những hạt *quác*. Mặc dù cho đến nay chưa hề phát hiện được hạt quá tồn tại ở trạng thái tự do, nhưng có nhiều cơ sở vững chắc để tin rằng chúng tồn tại mang điện tích nhỏ hơn điện tích nguyên tố. Vì lẽ đó ở bộ sách này, điện tích electron được giới thiệu nhưng không gọi chính xác là *điện tích nguyên tố*. Thông qua hình 1.1 trang 6, tác giả giới thiệu cấu tạo của điện nghiệm nhằm giúp HS có thêm thông tin về các dụng cụ thí nghiệm.

Cả hai bộ SGK chỉ thông báo đơn vị điện tích trong hệ SI là Culong (C) mà không giải thích gì thêm, vì đây chỉ là đơn vị dẫn xuất được định nghĩa thông qua đơn vị Ampe.

Câu hỏi và bài tập trong SGK CB rất đơn giản nhưng vẫn có tác dụng khắc sâu kiến thức. Trong khi đó, bài tập ở SGK NC chú trọng rèn kĩ năng suy luận logic bằng việc đưa vào câu hỏi 2 và bài tập 3.

2. Vật dẫn, vật cách điện, điện môi

Trước khi trình bày phần vận dụng của thuyết electron để giải thích tính dẫn điện, tính cách điện và ba hiện tượng nhiễm điện, cả hai SGK đều nêu khái niệm về vật dẫn điện và vật cách điện dưới dạng thông báo và cho ví dụ về các chất dẫn điện và chất cách điện thường gặp. Điều này hợp lý vì phần này thích hợp với việc đọc hiểu. Sau đó tác giả SGK BC dùng câu hỏi C_2 và C_3 trang 12 để kiểm tra sự hiểu biết của HS về vật dẫn điện và vật cách điện.

Cả hai bộ sách đều phân loại các chất theo tính dẫn điện của môi trường là: chất dẫn điện, chất cách điện, chất bán dẫn, chất siêu dẫn. Trong chương này, hai bộ SGK đều chỉ đề cập đến chất dẫn điện, chất cách điện, còn chất siêu dẫn và chất bán dẫn được trình bày lần lượt ở mục III bài 13, mục I bài 17 chương III SGK CB. Ở SGK NC trình bày siêu dẫn và chất bán dẫn lần lượt trong mục 2 bài 18, mục 1 bài 23 chương III. Ở phần này, tác giả SGK CB thông báo cho HS sự phân biệt này chỉ có tính tương đối, còn ở SGK NC thì không đề cập đến. Cách trình bày ở SGK CB hợp lý và logic hơn SGK NC.

3. Định luật Cu-lông

Định luật Cu-lông được thiết lập từ thực nghiệm nên cả hai bộ SGK CB và NC đều nêu xuất xứ của định luật: Giới thiệu về nhà bác học Cu-lông, thí nghiệm với cân xoắn của Cu-lông trước khi nêu nội dung định luật Cu-lông. Hình ảnh ở hai bộ SGK là hình vẽ lại và hơi mờ nên có thể dùng ảnh chụp của cân xoắn để tăng tính trực quan của kênh hình.

Trong cả hai bộ SGK CB và NC, định luật Cu-lông được đưa ra như một thông báo vì trong thực tế khó thiết kế được một thí nghiệm để rút ra định luật.

SGK CB đã cố gắng trình bày để học sinh nắm được nguyên tắc và kết quả thí nghiệm bằng việc nêu cách tiến hành thí nghiệm ở phần in chữ nhỏ kèm câu hỏi C2 trang 8 để làm xuất hiện thông tin về mối liên hệ giữa độ lớn lực tương tác giữa hai điện tích và khoảng cách giữa chúng. Nguyên tắc của thí nghiệm được chia thành hai vế: Vế nghiên cứu thực nghiệm về sự phụ thuộc của lực tương tác giữa các điện tích điểm vào khoảng cách giữa chúng và vế suy diễn lý thuyết về sự phụ thuộc của lực tương tác vào tích độ lớn của hai điện tích. Học sinh có thể tự đọc để thấy được quá trình lập luận để đi đến kết luận là lực điện giữa hai điện tích điểm tỷ lệ thuận với tích độ lớn của hai điện tích đó. Nội dung định luật được phát biểu thành một ý bao gồm cả độ lớn lẫn phương chiều của lực tương tác.

Trước khi hình thành định luật Cu-lông, tác giả SGK NC đưa ra khái niệm điện tích điểm; là điều kiện áp dụng của định luật. Khác với sách SGK NC, SGK CB trình bày phần này ở khái niệm điện tích. Điều này cũng hợp lý vì khối lượng kiến thức ở từng bài của hai ban là khác nhau. Ở SGK NC, nội dung định luật được tách thành hai ý riêng biệt, rõ ràng hơn so với SGK CB. Cả hai bộ sách đều dùng hình vẽ để mô tả phương, chiều của lực tương tác; qua đó có thể củng cố cho học sinh kiến thức về vectơ lực. Hơn nữa, từ hình vẽ này giúp cho học sinh thấy được sự phụ thuộc chiều của lực Cu-lông vào dấu của các điện tích.

Tuy nhiên, điều này có thể làm cho học sinh chỉ nghĩ đến phương nằm ngang. Vì vậy GV cần đưa ra nhiều tình huống để HS làm quen với nhiều phương khác nhau của lực Cu-lông.

Cả hai SGK đều viết biểu thức của định luật Cu-lông dưới dạng độ lớn chứ không viết dưới dạng vectơ như sách Vật lý đại cương, thông báo đơn vị và ý nghĩa vật lý của các đại lượng có trong biểu thức định luật nhằm giúp học sinh hiểu và nhớ biểu thức này dễ dàng hơn. Bài tập 7 trong SGK CB và câu hỏi C2 ở SGK NC giúp HS so sánh, phân biệt lực hấp dẫn và lực Cu-lông; đây là một ý nghĩa đặc biệt của định luật Cu-lông.

Tác giả SGK NC và SGK CB đều phân định luật Cu-lông ra hai trường hợp và trình bày lần lượt: Định luật Cu-lông về lực tương tác giữa các điện tích đặt trong chân không và định luật Cu-lông về lực tương tác giữa các điện tích đặt trong điện môi. Lực tương tác giữa các điện tích điểm đặt trong điện môi đều được trình bày dưới dạng thông báo với nội dung chính: khi đặt điện tích trong điện môi thì lực tương tác giữa chúng sẽ yếu đi, hằng số điện môi của chất đó cho ta biết lực bị yếu đi bao nhiêu lần.[3]

Sau đó, SGK CB trình bày thêm hằng số điện môi là đặc trưng quan trọng cho tính chất điện của một chất cách điện và dùng câu hỏi C3 trang 9 để nhấn mạnh: không có khái niệm hằng số điện môi của môi trường dẫn điện. Trong khi đó SGK NC trình bày phần này dưới dạng chữ nhỏ; điều này cũng hợp lý bởi vì trình độ HS ở các ban là khác nhau và ở chương trình nâng cao yêu cầu HS tự học cao hơn.

Bên cạnh đó, hai bộ sách còn đưa vào phạm vi áp dụng biểu thức của định luật Cu-lông trong điện môi giúp HS hiểu được phạm vi áp dụng của định luật; làm cơ sở hiểu và vận dụng định luật vào việc giải các bài tập về lực tương tác điện. Tuy nhiên các tác giả đã không giới thiệu về lực tương tác giữa *hai quả cầu tích điện đều*. Điều này sẽ gây lúng túng cho học sinh khi làm bài tập ở một số sách tham khảo.

Bảng 1.1 trang 8 SGK NC và bảng 1.1 trang 9 SGK CB giới thiệu hằng số điện môi một số chất để học sinh tra cứu trong khi làm bài tập đồng thời so sánh được tính chất điện của một số điện môi.

Mục “Em có biết” đã cung cấp cho HS một số ứng dụng thiết thực của lực tương tác giữa các vật tích điện trái dấu. Trong SGK CB chỉ nêu ứng dụng sơn tĩnh điện nhưng phân tích kỹ hơn sách NC. Ngược lại, trong sách NC phần này được trình bày rộng hơn và tập trung phân tích máy hút bụi. Nếu có điều kiện giáo viên và học sinh nên tham khảo phần đọc thêm của cả hai sách.

Các câu hỏi và bài tập ở phần này chủ yếu là vận dụng biểu thức của định luật Cu-lông để tính toán và trả lời. So với SGK CB, hệ thống câu hỏi và bài tập ở SGK nâng cao có “độ khó” hơn. Điều này hoàn toàn phù hợp với trình độ học sinh ở các ban khác nhau.

Ví dụ: Ở bài tập 4 trang 9 SGK NC, HS muốn giải được phải biết cách tra trong phụ lục số liệu về điện tích của prôtôn.

4. Thuyết electron

Hai bộ SGK CB và NC trình bày giống như sách cải cách giáo dục là chỉ ra rằng *thuyết electron là thuyết dựa vào sự có mặt của electron và chuyển động của chúng để giải thích các hiện tượng điện và các tính chất điện của các vật* nhằm giúp học sinh hình dung được cơ sở và ứng dụng của thuyết trước khi học nội dung.

Tuy nhiên, đối với SGK CB, trong khái niệm có thay “sự có mặt” và “sự chuyển động” bằng “sự cư trú và di chuyển”.

Tác giả SGK NC thì nhấn mạnh thêm phạm vi sử dụng của thuyết viết trong SGK chỉ vừa đủ để giải thích tính dẫn điện, tính cách điện và ba hiện tượng nhiễm điện. Điều này giúp cho HS không lúng túng khi đọc thêm các sách tham khảo bởi vì các hệ quả của thuyết electron là rất rộng lớn. Khi áp dụng vào các hệ thống vật chất cụ thể và có thêm những bổ sung cần thiết, nó đã cho ra đời một số hệ quả quan trọng: thuyết electron về tính dẫn điện của kim loại, thuyết electron về tán sắc ánh sáng, thuyết electron về sự phát xạ...

Cơ sở của thuyết electron là quan niệm về cấu tạo hạt của vật chất đã được hình thành trong thuyết động học phân tử. Vì vậy cả hai bộ sách đều đưa ra cấu tạo nguyên tử về phương diện điện trước khi nêu nội dung của thuyết electron.

Về cấu tạo của nguyên tử, SGK CB nêu ra dưới dạng thông báo chi tiết; dùng hình 2.1 trang 11 dưới dạng mô hình hoá làm ví dụ về cấu tạo của nguyên tử cụ thể và ở phần chữ nhỏ đã làm rõ cho HS cách hiểu sự trung hoà về điện của nguyên tử.

Trong khi đó SGK NC chỉ trình bày vắn tắt là nguyên tử gồm có hạt nhân và electron dưới dạng mô hình đơn giản của nguyên tử liti thông qua hình 2.1 trang 10 và dùng hình 2.2 trang 10 dưới dạng mô hình hoá về cấu tạo của ion dương và ion âm.

Thuyết electron được hai bộ SGK trình bày dưới dạng như một thông báo bởi nó là một thuyết chứ không phải là một định luật vật lý thông thường. Sau đó, SGK CB yêu cầu HS vận dụng thuyết giải thích hiện tượng nhiễm điện do cọ xát đã học ở THCS thông qua câu hỏi C1. Đối với SGK NC thì thông qua câu hỏi C1 trang 10 nhằm giúp học sinh biết được electron trong nguyên tử có thể tách khỏi nguyên tử, nhưng tách proton ra khỏi nguyên tử, tức là tách ra khỏi hạt nhân là vấn đề rất khó (điều này chỉ xảy ra trong phản ứng hạt nhân hay trong phản xạ phóng xạ) và câu hỏi C2 trang 10 để nhấn mạnh khái niệm về vật nhiễm điện.

Khác với SGK NC, tác giả SGK CB có hình thành thêm khái niệm về điện tích nguyên tố. Điều này là do quan niệm riêng của hai bộ sách.

Cách trình bày kiến thức ở phần này của SGK NC chú trọng đi sâu vào bản chất của thuyết electron và có "độ sâu" hơn SGK CB. Đây là điều phù hợp với chương trình của các ban.

Hệ thống câu hỏi và bài tập ở cả hai bộ SGK đều xoay quanh trọng tâm của bài là thuyết electron. Số lượng câu hỏi và bài tập của hai sách là gần bằng nhau; 3 câu hỏi và ba bài tập ở SGK CB; 5 câu hỏi và hai bài tập ở SGK NC. Tuy nhiên so với SGK cơ bản, hệ thống câu hỏi và bài tập ở SGK nâng cao đi sâu vào việc vận dụng kiến thức để giải quyết vấn đề hơn.

5. Sự nhiễm điện

Ở phần "Điện tích, điện trường", cả hai bộ sách đều vận dụng thuyết electron để giải thích các hiện tượng nhiễm điện. Tính dẫn điện của kim loại và nguyên nhân gây ra điện trở được giải thích ở chương dòng điện trong các môi trường.

5.1 Ba cách làm nhiễm điện

Bằng cách đưa ra một số thí nghiệm đơn giản về hiện tượng nhiễm điện do cọ xát cọ xát, cách nhận biết một vật nhiễm điện, SGK CB giúp HS hiểu thế nào là một vật bị nhiễm điện.

Ví dụ: Sau khi cọ xát thước nhựa vào dạ, thước nhựa hút được mẩu xốp (hoặc nước).

Cách hình thành kiến thức khái niệm điện tích trong SGK CB là thông qua các ví dụ thực tế và các thí nghiệm đơn giản nhằm giúp HS dễ hiểu, dễ tiếp cận.

SGK NC trình bày sự nhiễm điện và các cách làm cho một vật nhiễm điện thông qua ví dụ và hình ảnh minh hoạ giúp HS dễ hình dung các hiện tượng; đồng thời có thể tự tiến hành các thí nghiệm này.

Nhiễm điện do cọ xát HS đã biết nên SGK NC chỉ nêu ví dụ (hình 1.2 trang 6) (ví dụ này đơn giản hơn so với SGK CB) để HS có thể tự làm thí nghiệm.

Hiện tượng nhiễm điện do tiếp xúc và do hưởng ứng được bộ sách này trình bày khá rõ ràng qua ví dụ ở hình 2.2 và 2.3 trang 13.

SGK NC trình bày kỹ hơn về hai hiện tượng nhiễm điện do tiếp xúc và do hưởng ứng (vì học sinh chưa được học ở THCS) thông qua các ví dụ cụ thể và câu hỏi C1 trang 7 để làm rõ đặc điểm của nhiễm điện do hưởng ứng. Điều này sẽ giúp cho học sinh dễ dàng hiểu bài khi học về vật dẫn và điện môi trong điện trường.

Tuy nhiên hai hình 1.3 và 1.4 chỉ là hình vẽ để mô tả hai hiện tượng nhiễm điện do tiếp xúc và hưởng ứng. Nếu không có sự giải thích của giáo viên thì học sinh khó có thể tự quan sát hai hình này để rút ra kiến thức. Có lẽ theo tác giả ở phần này GV nên dùng thí nghiệm, từ thí nghiệm hướng dẫn HS tự rút ra kết luận (có thể dùng câu hỏi C₁ trang 7) thế nào là hiện tượng nhiễm điện do tiếp xúc, do hưởng ứng. Vì nếu thời tiết khô, các thí nghiệm này rất dễ thực hiện. Ngoài cách dựa vào hiện tượng hút các vật nhẹ, tác giả SGK NC còn giới thiệu dùng điện nghiệm để phát hiện ra điện tích. Điều này phù hợp với mục tiêu của chương trình nâng cao giúp học sinh... rèn luyện vững chắc kỹ năng thực hành...

5.2. Giải thích ba hiện tượng nhiễm điện

Vì nhiễm điện do cọ xát HS đã học ở THCS nên SGK CB chỉ giải thích hiện tượng nhiễm điện do tiếp xúc và do hưởng ứng; còn hiện tượng nhiễm điện do cọ xát được đề cập đến thông qua câu hỏi C1 (trang 12) sau khi học thuyết electron. Sau khi thông báo khái niệm về hiện tượng nhiễm điện do tiếp xúc và do cọ xát, bộ sách này dùng câu hỏi C4 và C5 để làm rõ nguyên nhân của hai cách nhiễm điện này.

Tác giả SGK NC giải thích khá rõ ràng, chi tiết ba cách nhiễm điện và dùng hình vẽ 2.3, 2.4, 2.5 trang 11 dưới dạng mô hình hoá làm ví dụ về nguyên nhân nhiễm điện do cọ xát, do tiếp xúc và do hưởng ứng; sau đó dùng câu C3 để nhấn mạnh bản chất của nhiễm điện do tiếp xúc (electron từ thanh kim loại di chuyển sang quả cầu).

Vì cơ chế của hiện tượng nhiễm điện do cọ xát rất phức tạp và có nhiều điểm cho đến nay vẫn chưa rõ ràng nên ở trình độ trung học cơ sở SGK NC thừa nhận cách giải thích hiện tượng nhiễm điện do cọ xát là kết quả của sự di chuyển electron từ vật này qua vật kia.

6. Định luật bảo toàn điện tích

Cả hai tác giả SGK đều đưa định luật bảo toàn điện tích ra sau định luật Cu-lông, coi định luật bảo toàn này như là cơ sở của phép đo điện tích.

Định luật bảo toàn điện tích được cả hai sách trình bày như một thông báo nên giáo viên cần đưa thêm những tình huống áp dụng cụ thể để học sinh phân tích, áp dụng.

SGK NC chú ý với học sinh sự bảo toàn điện tích ở đây nghĩa là bảo toàn riêng các điện tích dương và các điện tích âm (khi một vật nào trong hệ được nhiễm điện không có nghĩa là điện tích được sinh ra mà là các điện tích âm và dương được tách ra và được phân bố lại trong nội bộ hệ vật). Đồng thời khẳng định tính đúng đắn của định luật, nhấn mạnh rằng cho đến nay chưa có trường hợp nào chứng tỏ định luật bảo toàn điện tích bị vi phạm nhằm tăng niềm tin của học sinh vào định luật này.

SGK CB dùng câu hỏi 4 trang 14 nhằm giúp HS củng cố kiến thức về định luật bảo toàn điện tích.

7. Điện trường

Cả hai sách giáo khoa đều chọn cách đặt vấn đề: Tại sao hai điện tích ở cách xa nhau trong chân không lại tác dụng được lực lên nhau nhằm kích thích hứng thú học tập của HS.

Điện trường là môi trường vật chất liên tục. Tuy không có thể cảm nhận được điện trường trực tiếp bằng tay hoặc bằng mắt..., nhưng ta lại có rất nhiều phương tiện khách quan để phát hiện và kiểm chứng sự tồn tại của điện trường. [4]

Có hai cách quan niệm về vai trò của điện trường trong sự tương tác giữa hai điện tích.

Quan niệm thứ nhất cho rằng điện trường là môi trường truyền tương tác điện giữa hai điện tích. Tác giả SGK CB đã dựa vào quan niệm này để đưa ra định nghĩa điện trường: “*điện trường là môi trường truyền tương tác điện*”. Vì vậy, trước khi đưa ra khái niệm điện trường, SGK CB trình bày khá rõ ràng về môi trường truyền tương tác điện và dùng hình 3.1 trang 15 minh họa cho ví dụ về môi trường này và nhấn mạnh một đặc điểm đặc biệt của điện trường là nó tồn tại cả trong chân không. Sau khi trình bày khái niệm điện trường, bộ sách này dùng hình ảnh 3.2 trang 15 mô tả lực điện của điện trường tác dụng lên điện tích khác đặt tại vị trí bất kỳ trong nó. Câu hỏi 1 trang 20 nhằm củng cố cho HS khái niệm về điện trường.

Quan niệm thứ hai cho rằng điện trường tác dụng trực tiếp lực điện lên điện tích khác đặt trong nó. Tác giả SGK NC trình bày khái niệm điện trường dựa vào quan điểm thứ hai này: *nơi nào có lực điện tác dụng thì nơi đó có điện trường*. Vì vậy cách đưa ra khái niệm điện trường của SGK NC là dựa vào điều mà HS đã biết là trường hấp dẫn để đưa ra khái niệm điện trường.

Cách định nghĩa ở hai SGK hoàn toàn hợp lý. Bởi vì hai quan niệm trên không mâu thuẫn với nhau mà thống nhất với nhau làm một. (nếu phân tích ví dụ một người đang múc một gàu nước ở dưới giếng lên thì sẽ thấy rõ điều đó).

SGK NC xem tính gây ra lực điện tác dụng lên điện tích là tính chất cơ bản của điện trường. Vì vậy, sau khi trình bày khái niệm điện trường, bộ sách này giới thiệu tính chất cơ bản của điện trường ở mục 1b trang 13. Ngoài tính chất trên, điện trường có những tính chất khác cũng rất cơ bản (ví dụ như năng lượng được trình bày ở bài 8). Nhưng vì đây là bài ở đầu chương, tác giả không thể đưa ra nhiều tính chất, tránh những rắc rối không đáng cho HS. Ngoài ra, SGK NC còn đưa ra khái niệm điện tích thử; đó là điện tích dùng để phát hiện ra lực điện và là công cụ quan trọng khi ta hình thành các khái niệm sau này như cường độ điện trường... Ở phần ch ữ nhỏ, tác giả đã chú ý giới hạn phạm vi nghiên cứu điện trường của chương này là điện trường tĩnh. Bởi vì, ngoài điện trường tĩnh còn có điện trường xoáy mà ta không xét đến ở đây. Câu hỏi 2 trang 17 nhằm để nhấn mạnh lực điện là dấu hiệu để nhận ra điện trường.

Với cách trình bày khái niệm điện trường như trên, cả hai bộ sách đã nhấn mạnh được rằng điện trường luôn gắn liền với điện tích nhưng điện tích thì không chịu tác dụng do chính nó tạo ra mà chỉ chịu tác dụng của điện trường do các điện tích khác gây ra.

Nghĩa là: Giả sử có hai điện tích q_1, q_2 tương tác với nhau, thì không gian xung quanh hai điện tích tồn tại hai điện trường của q_1 và q_2 . Điện trường của q_1 tác dụng lên q_2 và ngược lại. Một điện tích thử ba nằm trong vùng không gian trên sẽ chịu tác dụng đồng thời của cả hai điện trường của q_1 và q_2 .

8. Cường độ điện trường, đường sức điện

8.1. Cường độ điện trường

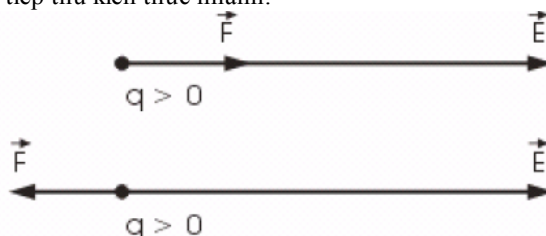
Sách giáo khoa cải cách giáo dục hình thành khái niệm cường độ điện trường dựa vào luận cứ cơ bản: Thực nghiệm cho thấy tại một điểm trong điện trường thì F phụ thuộc vào q , nhưng tỉ số F/q là một đại lượng không đổi, không phụ thuộc vào q mà chỉ phụ thuộc vào điện trường tại đó; nên lấy thương số đó để định nghĩa cường độ điện trường. [10]. Cách trình bày như vậy khá trừu tượng đối với HS THPT.

Vì vậy SGK CB chọn cách để đưa ra định nghĩa cường độ điện trường là: Trước tiên xây dựng khái niệm cường độ điện trường là đại lượng đặc trưng cho sự mạnh, yếu của điện trường tại một điểm. Vì cường độ điện trường đặc trưng cho tác dụng lực của điện trường, nên có thể lấy cường độ của lực điện tác dụng lên điện tích thử $q = 1C$ làm số đo của cường độ điện trường tại điểm mà ta đang xét. Mặt khác, cường độ của lực điện tỷ lệ thuận với độ lớn q của điện tích thử. Vì vậy tỉ số F/q đúng bằng độ lớn của lực điện tác dụng lên điện tích thử $1C$. Vì vậy, ta lấy thương số này để định nghĩa cường độ điện trường.

Sau đó tác giả trình bày về vector cường độ điện trường, đơn vị cường độ điện trường dưới dạng như một thông báo; dùng câu hỏi C1 và hình 3.3 trang 17 làm xuất hiện thông tin về phương và chiều của vector cường độ điện trường (mà không cần dựa vào phương và chiều của lực điện).

Công thức tính cường độ điện trường tại một điểm được suy ra từ hai công thức đã học là: 1.3 trang 9 và 3.1 trang 16. Như vậy, biểu thức cường độ điện trường được viết dưới dạng độ lớn, rồi dạng vector, sau cùng viết cho trường hợp điện tích điểm như một hệ quả của định luật Cu-lông. Để tránh làm HS lúng túng nên sau khi trình bày công thức tính cường độ điện trường tại một điểm, tác giả SGK nhấn mạnh E phụ thuộc vào độ lớn của q . Cách trình bày như vậy giúp học sinh tiếp thu và hoàn thiện kiến thức từng bước, phù hợp với HS ban cơ bản.

Ở SGK NC, tác giả lấy thương $\frac{\vec{F}}{q}$ làm đại lượng đặc trưng cho điện trường về phương diện tác dụng lực và gọi là cường độ điện trường và nhấn mạnh cường độ điện trường là đại lượng vector. Từ hệ thức 3.1 suy ra công thức xác định lực điện tác dụng lên điện tích q . Hình 3.1 trang 14 giúp học sinh hiểu rõ hơn sự phụ thuộc chiều của \vec{F} vào \vec{E} . Cách hình thành kiến thức này ngắn gọn nhưng chỉ phù hợp với HS có khả năng khái quát và tiếp thu kiến thức nhanh.



Công thức $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ là công thức định nghĩa cường độ điện trường, còn công thức $\vec{F} = q\vec{E}$ biểu diễn sự phụ thuộc của vector \vec{F}

vào q và vector \vec{E} . Tại một điểm nhất định trong điện trường đại lượng ở vế trái của biểu thức là không đổi, không phụ thuộc vào độ lớn và dấu của q . Khi q thay đổi thì \vec{F} cũng thay đổi, nhưng thương số $\frac{\vec{F}}{q}$, tức vector \vec{E} thì không đổi. Còn đại lượng \vec{F} ở vế trái trong

công thức $\vec{F} = q\vec{E}$ thì thay đổi theo q và \vec{E} . Để giúp HS hiểu được vấn đề này, SGK NC có thể nêu câu hỏi gợi ý để học sinh suy nghĩ và hiểu sâu hơn.

Cả hai bộ SGK đều trình bày hai loại đơn vị của cường độ điện trường. Từ biểu thức định nghĩa $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ ta có đơn vị của cường

độ điện trường là N/C. Nhưng đơn vị thường dùng là V/m thì lại được rút ra từ công thức $E = U/d$ (sẽ được học ở bài sau). Cách đưa ra đơn vị thứ hai có phần áp đặt HS. Nhưng đây là một khó khăn trong việc sắp xếp trình tự kiến thức. Tác giả SGK có thể đưa ra đơn vị thứ hai của cường độ điện trường khi học sinh học công thức $E = U/d$.

8.2. Đường sức điện

Với quan niệm đường sức điện như một cấu trúc thực của điện trường, tồn tại khách quan và các đường sức trong điện phổ mà ta chụp ảnh hoặc vẽ được chỉ là hình ảnh ghi lại của những đường có thật đó, SGK CB hình thành khái niệm đường sức điện bắt đầu bằng việc cho học sinh quan sát ảnh chụp của các đường sức điện của hai quả cầu kim loại ở hình 3.5 trang 18. Sau đó, xuất phát từ việc phân tích cách hình thành các đường sức trong ảnh thông báo định nghĩa và các đặc điểm của đường sức.

SGK CB dùng câu hỏi C2 trang 19 để nhấn mạnh số đường sức đi qua một điện tích nhất định đặt vuông góc với đường sức tại điểm mà ta xét thì tỷ lệ với cường độ điện trường tại điểm đó. Cách hình thành kiến thức từ trực quan đến khái quát giúp HS dễ tiếp thu hơn. Tuy nhiên, tác giả không nhấn mạnh đường sức điện chỉ là mô hình khiến học sinh dễ nhầm đây là hình ảnh thực của điện trường.

Ở lớp 9 HS đã học về các đường sức từ, HS đã có một số hiểu biết ban đầu là có thể dùng cách vẽ các đường sức từ để mô tả từ trường; đã biết cách dựa vào từ phổ để vẽ các đường sức từ. Vì vậy SGK NC trình bày khái niệm đường sức điện, tính chất của đường sức điện, điện phổ và vẽ các đường sức điện dưới dạng thông báo; sau đó dùng câu hỏi C2 để nhấn mạnh về sự khác nhau giữa các “đường hạt bột” của điện phổ với các đường sức.

ở SGK CB và hình 3.2, 3.3, 3.4 ở SGK NC trực quan cao giúp HS dễ dàng tiếp thu kiến thức.

SGK NC dùng các ảnh chụp của điện phổ ở hình 3.5, 3.6 giúp hình dung hình ảnh các đường sức điện. Tuy nhiên, hình ảnh trong SGK NC không đi liền với kiến thức; hình vẽ đường sức của điện trường và hình ảnh điện phổ cũng không đi liền với nhau để HS dễ so sánh, liên hệ. Còn SGK CB thì lại không đưa ra đầy đủ điện phổ của các dạng điện trường mà chỉ đưa ra hình ảnh điện phổ của hai quả cầu tích điện trái dấu làm ví dụ. Đây có thể là hạn chế khách quan do diện tích trang sách dành cho trình bày hình ảnh có hạn.

Cả hai SGK đều trình bày khái niệm điện trường đều, điện trường của một điện tích điểm, nguyên lý chồng chất điện trường dưới dạng như một thông báo. SGK CB trình bày cường độ điện trường của một điện tích điểm, nguyên lý chồng chất điện trường ở mức

cường độ điện trường, còn SGK NC nêu ra sau khi học phần đường sức điện. Điều này phù hợp vì quan điểm hình thành khái niệm cường độ điện trường ở các ban khác nhau.

Khi phát biểu nguyên lý chồng chất điện trường, SGK NC phát biểu cho trường hợp tổng quát, còn SGK CB phát biểu cho trường hợp đơn giản là trường hợp có hai điện trường thành phần. Cả hai sách đều lưu ý cho HS là các vector cường độ điện trường tại một điểm được tổng hợp theo quy tắc hình bình hành. Theo tôi nên kết hợp giữa hai cách phát biểu này để học sinh có thể dễ dàng hiểu và vận dụng để giải bài tập.

Ở THCS HS đã biết điện trường đều trong một trường hợp duy nhất là điện trường bên trong hai tấm kim loại phẳng song song tích điện trái dấu và đường sức của điện trường đều là những đường thẳng song song cách đều nhau. Vì vậy khi trình bày về điện trường đều, cả hai SGK đều nhận xét điện phổ của hai tấm kim loại song song tích điện trái dấu. Ở SGK NC còn giới thiệu cho học sinh điện phổ của điện trường ở giữa hai tấm kim loại phẳng rộng, song song mang tích điện trái dấu và có độ lớn bằng nhau.

Mục em có biết, SGK CB mở rộng kiến thức về điện trường ở gần mặt đất, còn SGK NC giới thiệu cho HS hai quan điểm khi xây dựng khái niệm điện trường.

Các câu hỏi và bài tập ở phần này chủ yếu xoay quanh kiến thức tâm của bài là: Cường độ điện trường. So với SGK CB, bài tập ở SGK NC đa dạng và “khó” hơn. Cụ thể là ở SGK CB, các bài tập chủ yếu là xác định cường độ điện trường tổng hợp tại một điểm do hai điện tích gây ra (bài 12, 13 trang 21); ở SGK NC các bài tập có thể là xác định cường độ điện trường tổng hợp tại một điểm do hai điện tích (hoặc ba điện tích) gây ra (bài 5, 6, 7 trang 18).

9. Công của lực điện, hiệu điện thế

9.1. Công của lực điện

Khi thành lập công thức tính công của lực điện, SGK CB và SGK NC đều có cách tiếp cận tương tự như công của trọng lực. Vì ở lớp 10 HS chỉ học cách tính công của một lực không đổi nên cả hai SGK đều chứng minh công thức tính công trong điện trường đều ($A = qEd$); sau đó suy rộng cho các trường hợp khác mà không chứng minh chặt chẽ vì điều này cũng khá phức tạp đối với trình độ PT.

Cách hình thành công thức tính công của lực điện ở hai bộ SGK là khác nhau.

SGK CB chứng minh trong điện trường đều lực điện là một lực không đổi; tiếp theo thiết lập công thức tính công trong hai trường hợp đơn giản là tính công lực điện tác dụng lên điện tích $q > 0$ trên một đoạn đường thẳng và trên một đường gấp khúc và sau đó khái quát hoá công thức tính công cho các trường hợp điện tích di chuyển theo một đường cong bất kỳ (hoặc điện tích âm).

$$A_{MN} = qEd \quad (9.1)$$

trong đó $d = \overline{MN}$ là độ dài đại số, với M là hình chiếu của điểm đầu đường đi, H là hình chiếu của điểm cuối đường đi

Quy ước dấu: $d > 0$ nếu M'N' cùng chiều đường sức,

: $d < 0$ nếu M'N' ngược chiều đường sức,

: $q > 0$ nếu q điện tích dương,

: $q < 0$ nếu q là điện tích âm.

Thông qua câu C1 và C2 trang 23 tác giả có mục đích khắc sâu thêm về công của lực thế không phụ thuộc vào dạng đường đi mà chỉ phụ thuộc vào điểm đầu và điểm cuối.

Tác giả SGK NC tính công của lực điện tác dụng lên điện tích $q > 0$ chuyển động trên đoạn đường cong từ M đến N trong điện trường đều, sau đó khái quát hoá cho trường hợp khác ($q < 0$, điện trường không đều...)

$$A_{MN} = qE \cdot \overline{M'N'} \quad (9.2)$$

M', N' là hình chiếu của hai điểm M, N lên trục Ox; là độ dài đại số của M'N'; còn q có dấu tùy ý.

Tuy vậy, hai bộ SGK đều nhấn mạnh đặc điểm công của lực điện trường trong điện trường tĩnh là không phụ thuộc dạng đường đi của điện tích mà chỉ phụ thuộc vào điểm đầu và điểm cuối của quỹ đạo; những trường như vậy gọi là trường thế và dấu của công. (công của lực điện có thể nhận giá trị âm hoặc dương).

Cả hai cách trình bày ở hai SGK đều hợp lý, phù hợp với trình độ của mỗi ban.

9.2. Điện thế, hiệu điện thế

Thế năng của điện tích trong điện trường và điện thế đều đặc trưng cho khả năng sinh công. Tuy nhiên, thế năng đặc trưng cho khả năng sinh công của tương tác tĩnh điện trong hệ gồm điện tích và điện trường; còn điện thế chỉ đặc trưng cho khả năng sinh công của điện trường trong tương tác đó [4]. Với quan điểm như vậy, SGK CB chọn con đường đi từ công của lực điện qua thế năng của điện tích đến điện thế và hiệu điện thế.

SGK CB trình bày thế năng của một điện tích trong điện trường dưới dạng như một thông báo khá chi tiết: khái niệm về thế năng của một điện tích trong điện trường, sự phụ thuộc của thế năng vào điện tích q và liên hệ công của lực điện và độ giảm thế năng của điện tích. Bộ sách này xem khái niệm thế năng của điện tích trong điện trường như một khái niệm trung gian để đi đến khái niệm điện thế. Thế năng của điện tích q trong điện trường tỉ lệ thuận với q: $W_M = V_M q$.

Luận điểm của SGK CB để đưa ra khái niệm điện thế: công tỉ lệ thuận với q . Hệ số tỉ lệ V_M không phụ thuộc q mà chỉ phụ thuộc vị trí điểm M . Nó đặc trưng cho điện trường trong việc tạo ra thế năng của q , ta gọi nó là điện thế tại M : $V_M = \frac{A_{M\infty}}{q}$ và coi hiệu

điện thế đặc trưng cho khả năng thực hiện công của điện trường giữa hai điểm M và N và được đo bằng thương số $\frac{A_{MN}}{q}$

$$U = V_M - V_N = \frac{A_{MN}}{q} \quad (9.3)$$

Trong thực tế chỉ có hiệu điện thế mới có giá trị xác định nên SGK NC xem khái niệm hiệu thế năng như một khái niệm trung gian để đưa ra khái niệm hiệu điện thế:

$$A_{MN} = W_M - W_N = q(V_M - V_N) \quad (9.4)$$

Ở SGK NC 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 hiệu điện thế. Thoạt tiên ta có cảm giác đây là cách làm ngược. Tuy nhiên, nếu chú ý đến sự tương tự của trường hấp dẫn và điện trường thì thấy rằng đây cũng là một cách tìm hiểu kiến thức có sự liên hệ, kế thừa kiến thức cũ.

Ví dụ: Công của lực hấp dẫn làm cho vật dịch chuyển từ điểm này đến điểm khác bằng hiệu thế năng của vật tại hai điểm đó. Ta cũng nói công của lực điện trường làm cho điện tích dịch chuyển từ điểm này đến điểm khác chính bằng hiệu thế năng của hai điểm đó.

Thế năng của một vật trong trường hấp dẫn tỉ lệ với khối lượng của vật. Từ đó suy ra giả thiết thế năng của điện tích đặt trong điện trường tỉ lệ với điện tích tại điểm đó.

Cả hai SGK đều trình bày đơn vị của điện thế, hiệu điện thế dưới dạng thông báo; giới thiệu tính điện kế dùng để đo hiệu điện thế, điện thế bằng mô hình tính điện kế (hình 4.2 trang 21 SGK NC và hình 5.2 trang 27 SGK CB).

Khi trình bày về liên hệ giữa cường độ điện trường và hiệu điện thế, hai bộ sách đều xuất phát từ các công thức tính công của lực điện di chuyển điện tích q trên một đoạn đường MN và công thức định nghĩa của hiệu điện thế giữa hai điểm M và N . Bên cạnh đó, tác giả SGK CB còn HS giúp hiểu được phạm vi áp dụng của định luật làm cơ sở hiểu và vận dụng định luật vào việc giải các bài tập trong phần này.

Khác với SGK NC chỉ trình bày phần này ở một bài (bài 6 công của lực điện, hiệu điện thế), SGK CB trình bày ở hai bài riêng biệt (bài 4 công của lực điện, bài 5 điện thế, hiệu điện thế). Điều này cũng hợp lý vì cấu trúc chương trình và thời lượng dành cho từng đơn vị kiến thức ở hai ban là khác nhau.

Phần đọc thêm ở trang 29 SGK CB cung cấp thông tin ứng dụng của Vật lý trong đời sống góp phần xây dựng niềm yêu thích tìm tòi khoa học của HS.

Về hệ thống câu hỏi và bài tập, SGK CB đã đưa ra 17 câu hỏi và bài tập. Đó là lượng câu hỏi và bài tập vừa đủ nhằm đi sâu vào trọng tâm của bài là công của lực điện, điện thế. SGK NC đưa ra 13 câu hỏi và bài tập bao quát được kiến thức trọng tâm của bài là công của lực điện và hiệu điện thế và có "độ sâu" hơn SGK CB (bài 7,8 trang 23). Đây là điều phù hợp với chương trình của các ban.

10. Vật dẫn và điện môi trong điện trường

SGK NC khảo sát những tính chất của vật dẫn và điện môi khi chúng đặt trong điện trường về cơ bản giống SGK cải cách giáo dục. SGK CB không đề cập đến vấn đề này.[10]

10.1. Vật dẫn trong điện trường

Trước khi khảo sát các tính chất của vật dẫn khi đặt nó trong điện trường, SGK NC trình bày khái niệm vật dẫn cân bằng điện dưới dạng như một thông báo. Đồng thời cũng là sự giới hạn phạm vi khảo sát đối với trường hợp vật dẫn không có dòng điện.

♦ Điện trường trong vật dẫn tích điện

Để rút ra kết luận điện trường bên trong vật dẫn bằng không, SGK NC dùng phương pháp suy luận; dùng hình vẽ 6.1 trang 23 nhằm giúp HS khắc sâu đặc điểm của vectơ cường độ điện trường trên mặt vật dẫn. Điều này rất hợp lý. Tuy nhiên SGK cần nhắc lại cho HS điều đó chỉ đúng đối với vật dẫn không có dòng điện.

Đối với vật dẫn rỗng, bộ sách này chỉ thông báo kết luận là điện trường ở phần rỗng cũng bằng không. Thông qua câu hỏi C1 nhằm cung cấp thông tin thêm cho HS là kết luận trên chỉ đúng khi ở bên trong vật dẫn rỗng không có điện tích. Ngoài ra tác giả còn giới thiệu ứng dụng quan trọng là *màn chắn điện* góp phần tạo hứng thú học vật lý của HS.

♦ Điện thế của vật dẫn

Tác giả SGK NC rút ra kết luận điện thế tại mọi điểm trên mặt ngoài vật dẫn có giá trị bằng nhau từ thí nghiệm được mô tả ở hình 6.2 trang 29 và dùng phương pháp suy luận đi đến kết luận: điện thế bên trong vật dẫn có giá trị như nhau tại mọi điểm.

♦ Sự phân bố điện tích ở vật dẫn tích điện

SGK NC đều dùng các thí nghiệm trên các hình 6.3 trang 29, 6.4 trang 30 để rút ra kết luận:

- Điện tích chỉ phân bố ở mặt ngoài của vật mà không ở bên trong của vật

- Điện tích phân bố ở mặt ngoài của vật không đều nhau; ở những chỗ lồi điện tích tập trung nhiều hơn; ở những chỗ nhọn điện tích tập trung nhiều nhất; ở chỗ lõm hầu như không có điện tích.

Sau đó bộ sách này dùng câu hỏi C2 để giải thích thông tin cần lưu ý khi tiến hành thí nghiệm ở các hình 6.2, 6.3 ở SGK và thông báo một ứng dụng quan trọng của sự phân bố điện tích ở mặt ngoài vật dẫn là cột chống sét.

10.2. Điện môi trong điện trường

Phần này không thể dùng thí nghiệm nên SGK NC dùng phương pháp thông báo là chủ yếu. SGK chỉ trình bày hiện tượng phân cực rất đơn giản là điện môi đồng tính đặt trong điện trường đều

Trong phần này SGK chỉ giới thiệu về hiện tượng phân cực của điện môi không có cực. Để cho HS dễ dàng tiếp thu kiến thức SGK không đề cập đến lưỡng cực điện mà giải thích là các phân tử bị kéo dài ra một chút và chia thành hai phía nhiễm điện trái dấu nhau. Sau đó SGK đưa ra ví dụ về sự phân cực của điện môi đồng chất trong điện trường đều ở hình 6.5 trang 30.

Hệ thống câu hỏi và bài tập ở phần này đều tập trung vào kiến thức trọng tâm của bài: các tính chất của vật dẫn và điện môi khi đặt chúng trong điện trường nhưng lượng bài tập còn ít.

11. Tự điện, điện dung của tụ điện

11.1. Tự điện

Trước khi trình bày về nội dung chính của bài là điện dung của tụ điện, cả hai bộ SGK đều giới thiệu sơ lược về tụ điện như: định nghĩa tụ điện, cách ký hiệu tụ điện trong mạch điện, cách tích điện cho tụ điện dưới dạng thông báo; minh họa bằng các hình vẽ 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 trang 30 (SGK CB) và 7.1, 7.2 ở trang 32 (SGK NC). Ở phần chữ nhỏ SGK có đưa ra hình ảnh các loại tụ điện để HS nhận dạng và có cái nhìn trực quan về tụ điện. Tuy nhiên hình ảnh còn mờ và nhỏ nên HS cũng rất khó quan sát.

Việc đưa câu hỏi C1 trang 30 ở SGK CB nhằm làm xuất hiện thông tin về sự phóng điện của tụ điện. Khác với SGK CB, SGK NC thông báo cho HS sự phóng điện trong tụ điện, giới thiệu về cấu tạo và tính chất của tụ điện phẳng, điện tích của tụ và sau đó giới hạn những tụ điện xét trong bài là tụ điện có 2 tính chất như tụ điện phẳng.

11.2. Điện dung của tụ điện

Quá trình hình thành khái niệm điện dung của tụ điện ở SGK CB mang tính chất nửa thực nghiệm: Từ thực nghiệm cho thấy với hiệu điện thế nhất định thì điện tích của mỗi tụ điện mỗi khác. Sau đó giới thiệu bằng lý thuyết chứng minh được: Với một tụ điện nhất định thì điện tích tỉ lệ thuận với hiệu điện thế. Hệ số tỉ lệ này chỉ phụ thuộc vào cấu tạo của tụ điện gọi là điện dung của tụ điện.

Tác giả SGK CB chưa lưu ý cho HS sự khác nhau về mặt ý nghĩa của hai công thức $C = Q/U$ và $Q = CU$, không đưa ra công thức tính điện dung của tụ điện phẳng và không đề cập đến vấn đề ghép tụ điện thành bộ.

Khi hình thành khái niệm điện dung của tụ điện, SGK NC xuất phát từ thực nghiệm, thực nghiệm cho thấy đối với một tụ điện nhất định thì Q/U là không đổi và lấy đó để định nghĩa điện dung và dùng câu hỏi C1 và C2 trang 33 nhằm nhấn mạnh ý nghĩa công thức định nghĩa điện dung của tụ điện.

Sau đó SGK NC đưa ra công thức tính điện dung của tụ điện phẳng, khái niệm điện môi bị đánh thủng, khái niệm hiệu điện thế giới hạn và mở rộng đưa ra công thức về bộ tụ ghép nối tiếp và bộ tụ ghép song song (có chứng minh). Bên cạnh đó, tác giả SGK NC sử dụng các câu hỏi C3, C4, C5 để làm rõ ý nghĩa của các cách ghép.

Kiến thức cơ bản của phần này là điện dung của tụ điện nên câu hỏi và bài tập của cả hai SGK chủ yếu là vận công thức tính điện dung của tụ điện vào trả lời các câu hỏi và bài tập nhưng với độ khó khác nhau. Ví dụ, tác giả SGK NC đưa vào dạng bài tập ghép hỗn hợp các tụ điện.

12. Năng lượng điện trường

Khác với SGK NC trình bày riêng phần này ở một bài, SGK CB ghép phần này với bài tụ điện.

Tác giả SGK CB chỉ đề cập đến năng lượng điện trường một cách định tính (bằng lập luận và thông qua hình ảnh minh họa) để đưa ra công thức mà không chứng minh.

Tác giả SGK NC có đưa ra và chứng minh công thức tính năng lượng điện trường trong tụ điện; từ đó làm cơ sở rút ra công thức tính mật độ năng lượng điện trường.

Tác giả SGK NC kết luận tụ điện có năng lượng bằng ví dụ về sự loé sáng của đèn chụp ảnh. Sau đó là việc thành lập công thức tính năng lượng của tụ điện bằng lập luận:

- Ban đầu điện tích của tụ bằng không, hiệu điện thế của tụ điện cũng bằng không do đó năng lượng của tụ điện bằng không.

- Khi tụ điện được tích điện, điện tích của tụ tăng dần từ không đến giá trị Q . Điện tích tăng, hiệu điện thế luôn luôn tăng tỉ lệ với nhau. Chính điều này giúp ta có thể coi như trong quá trình tích điện, tụ điện có điện tích Q và có hiệu điện thế trung bình $U/2$. Từ đó dẫn ra công thức năng lượng của tụ điện.

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{Q^2}{2C} \quad (11.1)$$

Tác giả SGK NC đã thay việc xét quá trình tích điện khá phức tạp của tụ điện bằng quá trình đơn giản tương đương là coi tụ điện có điện tích Q , điện tích này chuyển động từ bản tụ này đến bản tụ kia có hiệu điện thế $U/2$. Đây chỉ là lập luận đơn giản giúp HS dễ hiểu, thực ra lập luận đầy đủ thì phức tạp hơn nhiều.

Từ năng lượng của tụ điện, SGK NC khái quát lên năng lượng của điện trường suy ra mật độ năng lượng. Ngòai ra bộ sách này giới thiệu cho học sinh một số ứng dụng của tụ điện trong kỹ thuật và trong y tế.

Trước đây, sách giáo khoa cũ đưa bài mắt và máy ảnh lên trong phần mắt và các dụng cụ quang học. Phần lăng kính, thấu kính, gương cầu đưa vào phần sự phản xạ và khúc xạ ánh sáng. Bộ sách giáo khoa hiện hành không trình bày kiến thức về máy ảnh và gương cầu, đưa phần lăng kính và thấu kính vào trong phần mắt và các dụng cụ quang học. Việc chuyển dời nội dung phần lăng kính và thấu kính vào phần này có thể hiểu vì một số lý do sau đây:

- Lăng kính và thấu kính được ứng dụng rộng rãi trong các thiết bị kỹ thuật, các dụng cụ hỗ trợ cho mắt, nên việc chuyển dời và o phần mắt và các dụng cụ quang học là hợp lý.

- Phần gương cầu và máy ảnh, học sinh đã được học tương đối kỹ trong chương trình vật lý 9, hơn nữa kiến thức hai phần này tương đối đơn giản, việc giải quyết các bài tập về gương cầu cũng tương tự như thấu kính, chương trình học nghề phổ thông cũng đi sâu nghiên cứu về cấu tạo máy ảnh. Việc không đưa kiến thức hai phần này vào nhằm giảm tải cho học sinh và thuận lợi hơn trong việc đưa những kiến thức mới vào chương trình.

I. Lăng kính

1.1. Cấu tạo lăng kính

Trong phần quan học vật lý 9, học sinh biết sơ bộ về lăng kính. Vì vậy, khi trình bày cấu tạo của lăng kính cả hai bộ sách giáo khoa 11 đi vào định nghĩa về lăng kính và vẽ hình minh hoạ tương đối rõ ràng, đơn giản.

Về định nghĩa lăng kính: Sách giáo khoa vật lý 11 (gọi tắt là sách cơ bản) và sách giáo khoa cũ thì đưa ra định nghĩa tương đối dễ hiểu hơn: *lăng kính là một khối chất trong suốt, đồng tính (thủy tinh, nhựa...), thường có hình lăng trụ tam giác*. Còn sách giáo khoa vật lý 11 nâng cao (gọi tắt là sách nâng cao) thì trình bày định nghĩa hơi mới lạ và có vẻ khó hiểu hơn: *lăng kính là một khối trong suốt, đồng chất, được giới hạn bởi hai mặt phẳng không song song*.

Về hình vẽ lăng kính: bộ sách giáo khoa mới đều vẽ lăng kính có dạng như một lăng trụ tam giác (Hình 47.1) thay thế cho sách giáo khoa cũ vẽ hình lăng trụ đứng. Sự thay thế này giúp cho quá trình khảo sát đường truyền tia sáng qua lăng kính được thuận tiện hơn. Trên hình vẽ của mỗi sách đều chỉ rõ các phần tử của lăng kính để nhìn vào đó học sinh có thể tự nêu được (các mặt bên, đáy, cạnh, góc chiết quang).

1.2. Đường đi của tia sáng qua lăng kính

Sách cơ bản nhắc lại hiện tượng tán sắc của ánh sáng mà học sinh đã hiểu sơ bộ ở lớp 9. Sau đó dựa vào hình vẽ 28.4 định hướng cho học sinh làm thí nghiệm để quan sát dạng hình học của đường truyền tia sáng đơn sắc truyền qua lăng kính. Đồng g thời nhìn vào hình vẽ và vận dụng kiến thức được học về sự khúc xạ ánh sáng trả lời câu hỏi C1 giải thích vì sao ánh sáng truyền qua lăng kính bị lệch về phía đáy. Việc dẫn dắt học sinh hình thành kiến thức bằng như vậy vừa kích thích được khả năng tư duy độc lập của học sinh vừa tạo điều kiện cho học sinh vận dụng kiến thức đã học vào việc giải quyết vấn đề mới.

Ở sách nâng cao không trình bày hiện tượng tán sắc, cũng không giải thích vì sao phải dùng ánh sáng đơn sắc trong thí nghiệm. Vấn đề này có lẽ ý đồ của sách là yêu cầu học sinh phải vận dụng kiến thức cũ để tìm hiểu nguyên nhân. Sách nâng cao thông báo đường truyền của tia sáng qua lăng kính và mô tả nó bằng hình vẽ 47.2 còn không giải thích vì sao tia ló bị lệch về phía đáy. Cách trình bày như thế là nhằm mục đích cho học sinh tự vận dụng kiến thức về hiện tượng khúc xạ để giải thích hiện tượng.

1.3. Công thức lăng kính

Do hiện tượng khúc xạ ở hai mặt bên nên tia sáng truyền qua lăng kính phương tia ló sẽ bị lệch về phía đáy so với phương của tia tới một góc D . Vậy, yêu cầu đặt ra là phải thiết lập được các công thức liên hệ giữa góc tới và góc khúc xạ ở các mặt bên; công thức xác định góc lệch D , góc chiết quang A như thế nào?

Đối với sách cơ bản định hướng cách thiết lập các công thức bằng cách dựa vào hình vẽ, áp dụng định luật khúc xạ, kiến thức hình học để xây dựng các công thức. Sau đó yêu cầu học sinh chứng minh các công thức dựa vào gợi ý ở câu hỏi C2. SGK cũng giới thiệu thêm bài tập ví dụ áp dụng, qua việc giải bài toán học sinh nắm vững hơn các công thức.

Sách nâng cao thông báo các công thức liên hệ giữa góc tới và góc khúc xạ ở hai mặt bên. Bước tiếp theo là định hướng cho học sinh vận dụng các định lý hình học thiết lập công thức tính góc chiết quang A và góc lệch D . Với yêu cầu cao hơn so với bản cơ bản, bản nâng cao mô tả thí nghiệm bằng hình vẽ và dẫn dắt học sinh đi đến thiết lập góc lệch cực tiểu D_m .

Bên cạnh đó, cả hai bộ sách chuẩn và nâng cao đều có chú ý đến trường hợp góc tới i nhỏ thì các công thức đó trở thành các công thức gần đúng để sau này vận dụng vào giải quyết bài toán với lưỡng lăng kính Fresnel.

1.4. Ứng dụng của lăng kính

Ánh sáng trắng khi chiếu qua lăng kính bị tán sắc. Sách giáo khoa cơ bản giới thiệu sự ứng dụng tính chất này ở trong máy quang phổ để nghiên cứu cấu tạo nguồn sáng.

Lăng kính phản xạ toàn phần có tiết diện thẳng là một tam giác vuông cân, khi chiếu ánh sáng vào mặt bên với những góc tới thích hợp thì sẽ tạo ra hiện tượng phản xạ toàn phần ở trên các mặt của lăng kính. Đặc điểm này của lăng kính được ứng dụng rộng rãi trong đời và trong kỹ thuật. Để học sinh thấy được việc ứng dụng đó, sách cơ bản giới thiệu ứng dụng của nó trên hình vẽ 28.7 và yêu cầu học sinh vận dụng kiến thức về sự phản xạ toàn phần giải thích cơ chế phản xạ trong lăng kính của máy ảnh. Sách nâng cao mô tả

các thí nghiệm phản xạ toàn phần xảy ra trên lăng kính và biểu diễn đường đi của tia sáng trên các hình vẽ 47.5, 47.6. Dựa vào hình vẽ và sử dụng điều kiện xảy ra phản xạ toàn phần để giải thích vì sao xảy ra phản xạ toàn phần ở cả mặt bên.

Trong phần ứng dụng của lăng kính, sách cơ bản có nêu rõ công dụng của lăng kính trong máy quang phổ, trong khi sách nâng cao chưa đề cập đến. Tuy nhiên, phần ứng dụng này học sinh sẽ được học ở chương trình vật lý 12. Phần ứng dụng của lăng kính để làm kính tiềm vọng, tác giả thiết nghĩ để làm kính tiềm vọng thì có thể sử dụng sợi quang học, bởi vì khi sử dụng sợi quang học thay cho lăng kính thì kính tiềm vọng có thể làm với những hình dạng bất kỳ mà vẫn có thể quan sát được vật dưới các góc độ khác nhau.

Mục em cần biết ở sách cơ bản giới thiệu hiện tượng cầu vồng và vận dụng hiện tượng tán sắc giải thích hiện tượng cầu vồng ấy. Mục này giúp học sinh củng cố kiến thức vừa học.

II. Thấu kính mỏng

2.1. Định nghĩa. Phân loại thấu kính

Thấu kính hội tụ, thấu kính phân kỳ, sự tạo ảnh qua thấu kính học sinh đã biết ở lớp 9. Song, ở đó chưa yêu cầu hiểu sâu thế nào là thấu kính hội tụ, thấu kính phân kỳ, làm sao để phân biệt được chúng?

Định nghĩa thấu kính đều được cả hai bộ sách trình bày từ đầu bài học. *Thấu kính là một khối chất trong suốt (thủy tinh, nhựa...) giới hạn bởi hai mặt cong hoặc bởi một mặt cong và một mặt phẳng*. Dùng hình vẽ các thấu kính có rìa mỏng, rìa dày khác trong sách giáo khoa để thấy được hình dạng của các loại thấu kính. Ngoài ra, sách cơ bản còn sử dụng hình 29.2 để biểu diễn dạng đường đi của các chùm sáng qua lăng kính, qua đó giúp học sinh hiểu, vì sao ở trong không khí, thấu kính rìa mỏng gọi là thấu kính hội tụ, thấu kính rìa dày là thấu kính phân kỳ. Với yêu cầu cao hơn, sách nâng cao chỉ giới thiệu thấu kính rìa mỏng và thấu kính rìa dày. Không giải thích vì sao gọi thấu kính rìa mỏng là thấu kính hội tụ, thấu kính rìa dày là thấu kính phân kỳ. Việc đó cho sinh vận dụng kiến thức về sự khúc xạ để giải thích. Sách nâng cao giới thiệu thêm khái niệm đường kính khẩu độ δ (hình 48.3) và điều kiện tương điểm (*ứng với một điểm vật chỉ có một điểm ảnh*) để ứng dụng sau này.

2.2. Quang tâm. Tiêu điểm. Tiêu diện. Tiêu cự

a. Sách giáo khoa cơ bản

Mục tiêu mà học sinh ban cơ bản cần đạt được là trình bày được các khái niệm nêu trên. Với phân bố số tiết và mục tiêu chương trình, các khái niệm này được xây dựng chi tiết dựa trên thấu kính hội tụ sau đó vận dụng đối với thấu kính phân kỳ.

Các khái niệm quang tâm O , trục chính, trục phụ tương đối trừu tượng. Đối với ban cơ bản được trình bày thành một mục nhỏ để giải thích cặn kẽ và minh họa chúng một cách tường minh trên hình vẽ 29.3. Do không đòi hỏi cao ở học sinh các yêu cầu khác mà chỉ cần trình bày được các khái niệm nên trong sách giáo khoa kết hợp lời dẫn với các hình vẽ 29.4, 29.5 để lần lượt trình bày các khái niệm: tiêu điểm chính, tiêu điểm ảnh chính F' , tiêu điểm ảnh phụ F_n , tiêu điểm ảnh thật, tiêu điểm vật chính F , tiêu điểm vật phụ F_n ; thông báo định nghĩa và đặc điểm của tiêu diện đồng thời chỉ rõ vị trí của chúng trên hình 29.6.

Tiêu cự và độ tụ của thấu kính là các giá trị đại số, được định nghĩa bằng biểu thức $f = \overline{OF}$ và $D = \frac{1}{f}$ để học sinh nhớ.

b. Sách giáo khoa nâng cao

Các khái niệm trục chính, trục phụ, quang tâm được trình bày ngay trong mục định nghĩa. Để hiểu sâu hơn thì học sinh dựa vào lời dẫn và hình vẽ để tự tìm kiếm thêm thông tin liên quan. Chương trình nghiên cứu các thấu kính mỏng nên cần nhấn mạnh tính chất cơ bản của quang tâm là: *một tia sáng đi quang tâm thì truyền thẳng*. Vì đặc điểm tia sáng đi qua quang tâm sau này còn vận dụng trong trường hợp hệ thấu kính và các trường hợp khác.

Bằng con đường thực nghiệm, sách giáo khoa giới thiệu các bước tiến hành các thí nghiệm và mô tả trên các hình vẽ 48.6 đến 48.10. Các hình này cho thấy dạng đường đi của tia sáng qua các thấu kính hội tụ và thấu kính phân kỳ. Dựa vào đường đi của các tia tới và tia ló rút ra các khái niệm tiêu điểm ảnh, tiêu điểm vật của từng loại thấu kính. Phương pháp này vừa giúp học sinh rèn luyện kỹ năng thực hành vừa phát huy tính sáng tạo, tự lực chiếm lĩnh tri thức và ít mất thời gian khi giảng dạy.

Tiến trình hình thành khái niệm tiêu diện và tiêu điểm phụ khác với sách ban cơ bản. Cụ thể, nêu định nghĩa tiêu diện vật và tiêu điểm ảnh trước sau đó mới hình thành khái niệm tiêu điểm vật phụ và tiêu điểm ảnh phụ. Với kết cấu chương trình bài học như thế thì học sinh dễ vận dụng để xác định chính xác vị trí tiêu điểm ảnh.

Tiêu cự của thấu kính được định nghĩa bằng biểu thức $|f| = \overline{OF} = \overline{OF'}$, đó là các giá trị đại số. Dựa trên quy ước về dấu của tiêu cự để phân biệt được thấu kính hội tụ hay phân kỳ, quy ước đó làm cơ sở cho việc sử dụng công thức thấu kính sau này.

Thấu kính hội tụ có tác dụng làm cho chùm tia ló hội tụ, thấu kính phân kỳ làm cho tia ló phân kỳ. Sự hội tụ hay phân kỳ của các chùm tia ló qua các thấu kính phụ thuộc vào cấu tạo của thấu kính. Trên cơ sở lập luận về sự hội tụ hay phân kỳ của chùm sáng để rút

ra khái niệm độ tụ. (*Độ tụ là đại lượng đặc trưng cho khả năng hội tụ của chùm tia*). Độ tụ được định nghĩa $D = \frac{1}{f}$. Với các thấu

kính mỏng thì độ tụ được xác định theo:

$$D = \frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right).$$

2.3. Vẽ ảnh của vật qua thấu kính.

Cách vẽ ảnh của vật qua gương phẳng, gương cầu, thấu kính học sinh đều đã được học ở lớp 7 và lớp 9 nhưng chưa sâu. Do vậy chúng ta phải định hướng cho học sinh phương pháp, kỹ năng vẽ ảnh của qua thấu kính để vận dụng trong việc vẽ ảnh qua các dụng cụ quang học về sau.

a. Sách giáo khoa cơ bản

Vì học sinh đã biết cách dựng ảnh của vật qua một số dụng cụ quang học ở cấp THCS nên trước khi trình bày cách dựng ảnh qua thấu kính, sách giáo khoa thông báo lại các khái niệm ảnh ảo, ảnh thật và minh họa bằng các hình vẽ 29.10, 29.11. Tiếp đó là giới thiệu cho học sinh các khái niệm điểm ảnh, một điểm thật, một điểm ảnh ảo; vật điểm, một điểm vật thật, một điểm vật ảo. Các khái niệm trên chỉ thông báo cho học sinh nắm và nhớ để vận dụng trong dựng hình mà không đi sâu phân tích.

Muốn vẽ ảnh được ảnh của vật qua thấu kính thì trước hết phải nêu phương pháp vẽ, đó là vẽ đường truyền của một chùm tia sáng biểu diễn sự tạo ảnh của một vật điểm. Để đơn giản trong khi vẽ thì chỉ cần vẽ các tia tới đặc biệt: tia tới qua quang tâm O, tia tới song song trục chính, tia tới qua tiêu điểm vật chính F hoặc có đường kéo dài qua F. Sách giáo khoa đưa vào câu hỏi C4 để học sinh vận dụng phương pháp vẽ ảnh qua thấu kính và hiểu kỹ hơn tác dụng của thấu kính hội tụ khi tạo ảnh ảo. Trường hợp chỉ vẽ một tia một tia bất kỳ là khó đối với học sinh, do đó phải dựng trục phụ song song với tia tới sau đó vẽ tia ló đi qua tiêu điểm phụ (hình 29.13). Cách trình bày như trên không yêu cầu hiểu sâu mà chỉ ghi nhớ để vận dụng.

Vẽ ảnh của vật sáng vuông góc trục chính rõ nét thì sách giáo khoa chỉ nêu trường hợp cụ thể là vật phải có dạng phẳng, nhỏ, vuông góc trục chính (không trình bày tường minh điều kiện tương điểm), khi đó ảnh thật được quy ước là đường liền nét, ảnh ảo là đường đứt nét. Làm rõ quy ước đó bằng cách biểu diễn lên hình vẽ (29.14, 29.15).

Tính chất, chiều, độ lớn của vật ảnh không được trình bày một cách khúc chiết, giáo viên chỉ giới thiệu bảng tóm tắt và cho học sinh tự tra cứu ở nhà hoặc thông qua một vài bài tập để minh họa.

b. Sách giáo khoa nâng cao

Ở yêu cầu rèn luyện cho học sinh kỹ năng vẽ ảnh qua dụng cụ quang học nên sách giáo khoa trình bày chi tiết từng vấn đề theo một trình tự logic. Bắt đầu là bằng các hình vẽ (48.12, 48.13) minh họa rõ đường đi của các tia đặc biệt.

Bước tiếp theo là vẽ tia ló của một tia tới bất kỳ bằng hai cách, mỗi cách đều có hình vẽ minh họa. Cách thứ nhất là vẽ trục phụ song song với tia tới, xác định tiêu diện phụ rồi vẽ tia ló qua tiêu điểm phụ. Cách thứ hai là vẽ tiêu diện để xác định tiêu điểm phụ, vẽ

trục phụ qua tiêu điểm phụ vừa tìm được sau đó vẽ tia ló song song với trục phụ (hình 48.14, 48.15).

Sau khi học sinh nắm được cách vẽ đường đi của từng tia thì mới định hướng cách vẽ ảnh của vật. Từ cách vẽ dẫn đến xác định vị trí, tính chất của ảnh. Câu hỏi C1 được đưa vào có thể dùng để đặt vấn đề tạo tình huống hoặc củng cố tính chất ảnh sau khi biết các xác định ảnh.

2.4. Công thức thấu kính

Để thiết lập công thức của thấu kính, cả hai bộ sách đều dựa vào hình vẽ và các định lý hình học. Tuy nhiên với mục tiêu khác nhau, sách cơ bản không yêu cầu chứng minh mà chỉ giới thiệu công thức xác định vị trí ảnh $\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f}$ và số phóng đại ảnh

$k = -\frac{d'}{d}$. Để sử dụng các công thức đó chung cho thấu kính hội tụ và thấu kính phân kỳ thì trước đó đã sử dụng các quy ước về dấu cho d, d', số phóng đại k.

Sách nâng cao dẫn dắt học sinh sử dụng hình vẽ và các định lý hình học để tính toán, thiết lập công thức liên hệ giữa vị trí ảnh và vị trí vật. Đưa vào quy ước dấu đối với d, d', f, f' để sử dụng chung công thức xác định ảnh và số phóng đại cho thấu kính hội tụ và phân kỳ thì. Từ công thức xác định số phóng đại của ảnh mới suy ra ý nghĩa của k.

Thấu kính có nhiều ứng dụng trong cuộc sống và trong kỹ thuật. Sách cơ bản giới thiệu các ứng dụng trong nội dung bài học, sách nâng cao thì giới thiệu trong mục em có biết. Ngoài ra, trong mục em có biết sách nâng cao còn trình bày thêm khái niệm vật thật và vật ảo nhằm giúp học sinh hiểu vai trò của nó trong hệ kính.

III. Mắt

Mắt là một hệ quang học rất phức tạp và tinh vi. Một số kiến thức cơ bản về mắt các em đã được học, chương trình lớp 11 tiếp nối những điều đã học và cung cấp nhiều thông tin hơn. Với mục tiêu của từng ban khác nhau nên cách trình bày ý kiến và hình thành thức trong từng cuốn sách cũng khác nhau.

3.1. Cấu tạo quang học của mắt

Mắt được cấu tạo từ nhiều bộ phận, chứa các khối chất trong suốt tiếp giáp nhau bằng các mặt cầu. Do đó, khi nghiên cứu về mắt phải nêu được tất cả các bộ phận và chức năng của mắt.

Qua ảnh chụp học sinh có một cái nhìn sơ bộ về phía bên ngoài của mắt. Để đi sâu nghiên cứu các bộ phận cấu thành và chức năng của mắt, thông qua sơ đồ (hình 31.1) và lời dẫn, sách giáo khoa ban cơ bản định hướng học sinh nêu lần lượt một cách chi tiết các bộ phận từ ngoài vào trong. Các hình vẽ (31.2, 51.1) mô tả cấu tạo thu gọn của mắt giúp học sinh liên hệ đến cấu tạo, hoạt động của máy ảnh, từ đó thấy được hệ các khối chất trong suốt đóng vai trò như một thấu kính (làm vật kính) và màng lưới mắt đóng vai trò như phim. Hướng trình bày logic như trên giúp học sinh dễ dàng nắm được các bộ phận và chức năng của mắt. Sách giáo khoa ban nâng cao cũng hình thành kiến thức cho học sinh theo hướng như trên nhưng không trình bày chi tiết. Song song với trình bày cấu tạo, sách nêu cơ chế thay đổi độ cong thủy tinh thể làm cơ sở cho việc giải thích sự điều tiết của mắt sau này.

3.2. Sự điều tiết. Điểm cực cận và điểm cực viễn

Hoạt động của mắt giống như hoạt động của máy ảnh, nhưng khoảng cách từ thấu kính đến màng lưới của mắt ($OV = d'$) có giá trị không đổi. Thế nhưng mắt có thể nhìn rõ được những vật ở xa hoặc gần khác nhau, nghĩa là d có giá trị khác nhau. Mà mắt nhìn được vật tức là ảnh nằm đúng trên màng lưới. Mâu thuẫn đó làm cho học sinh liên hệ đến công thức thấu kính để dàng lập luận suy ra tiêu cự của mắt phải thay đổi. Sự thay đổi tiêu cự của mắt, tức đổi độ tụ của mắt đổi, nghĩa là thay đổi độ cong của thủy tinh thể, đó là sự điều tiết của mắt. Ở bộ sách cơ bản chỉ trình bày ngắn gọn sự điều tiết nhưng đưa ra bài toán vận dụng công thức thấu kính giúp thấy rõ độ tụ của mắt (tiêu cự) thay đổi đạt giá trị cực đại, cực tiểu khi điều tiết khi điều tiết mắt. Sách nâng cao so sánh hoạt động của mắt và máy ảnh (câu hỏi C1) giúp hiểu rõ sự điều tiết của mắt.

Sách giáo khoa cơ bản trình bày các khái niệm điểm cực cận C_c , điểm cực viễn C_v , giới hạn nhìn rõ mang tính thông báo. Ngược lại sách giáo khoa nâng cao đi sâu phân tích hoạt động của mắt khi ngắm chừng ở cực cận và cực viễn giúp hiểu kỹ hơn sự điều tiết của mắt.

3.3.3. Góc trông vật và năng suất phân ly của mắt. Sự lưu ảnh của mắt

Muốn thấy rõ được vật thì không chỉ đặt vật trong giới hạn nhìn rõ của mắt mà còn phụ thuộc vào kích thước của vật để kích thước ảnh hiện rõ trên màng lưới. Người ta đưa ra khái niệm góc trông vật α là góc hợp bởi hai tia sáng xuất phát từ hai đầu của vật qua quang tâm của thủy tinh thể cho ảnh đúng trên màng lưới, góc này phụ thuộc kích thước của vật và khoảng cách từ vật đến mắt.

Khái niệm này tương đối trừu tượng nhưng có vai trò quan trọng trong việc nghiên cứu độ bội giác sau này nên cả hai bộ sách đều diễn tả rõ trên các hình vẽ cho học sinh dễ hiểu. Từ cách xác định góc trông vật và dẫn dắt đi đến hình thành khái niệm năng suất phân li của mắt : $\varepsilon = \alpha_{\min} \approx 1' \approx 3.10^{-4} \text{ rad}$.

Sự lưu ảnh trên của mắt là một cơ chế lưu thông tin nhờ các đầu dây thần kinh thị giác. Hiện nay chưa có bằng chứng xác định rõ sự lưu ảnh là sự kéo dài của quá trình sinh hóa học ở võng mạc hay một trạng thái lưu thông tin ở não. Vì thế, cả hai bộ sách hiện hành giải thích cơ chế lưu ảnh trên võng mạc theo quan điểm Plateau đã phát hiện năm 1829 và nêu một vài ứng dụng của nó trong cuộc sống.

3.4. Các tật của mắt và cách khắc phục

Mắt không có tật là mắt, khi không điều tiết, có tiêu điểm nằm đúng trên màng lưới (võng mạc), có giới hạn nhìn rõ cách mắt 25cm đến vô cực. Trong thực tế, có nhiều trường hợp khi không điều tiết tiêu điểm của mắt nằm không đúng trên màng lưới, giới hạn nhìn rõ cũng khác mắt người bình thường do mắt có tật. Các tật của mắt thường gặp là : tật cận thị, tật viễn thị, tật lão thị.

Khi nghiên cứu mắt có tật, các tác giả sách giáo khoa muốn thông qua việc so sánh độ tụ, giới hạn nhìn rõ giữa mắt có tật và với mắt bình thường để từ đó nêu lên được các đặc điểm của mắt có tật. Các hình vẽ càng làm rõ hơn tiêu điểm của mắt cận thị nằm trước màng lưới, tiêu điểm của mắt thị nằm sau màng lưới trong trường hợp mắt không điều tiết. Cách trình bày như thế làm xuất hiện câu hỏi: làm thế nào để tiêu cự của mắt nằm đúng trên màng lưới và nhìn được như người bình thường? Câu hỏi đó là một mắc xích quan trọng để tìm cách sửa tật của mắt.

Bộ sách giáo khoa hiện hành cung cấp thêm những kiến thức mới và hết sức thiết thực so với chương trình cũ. Thứ nhất, cả hai bộ sách đều giới thiệu thêm tật lão thị, đó là một tật của mắt phổ biến ở những người lớn tuổi. Thứ hai, sách giáo khoa nâng cao giới thiệu việc ứng dụng các thành tựu y học để giải phẫu mắt, sách giáo khoa cơ bản còn giới thiệu các nguyên nhân gây ra tật cận thị để từ đó biết cách vệ sinh mắt và phòng tránh tật cận thị.

IV. Kính lúp

Kính lúp là một dụng cụ phổ biến thường dùng để quan sát các vật nhỏ. Dụng cụ này thường hay thấy hàng ngày. Tuy nhiên, cấu tạo, công dụng của dụng cụ này ra sao và cách quan sát qua dụng cụ này như thế nào có lợi cho mắt là điều cần cung cấp cho học sinh nắm.

Để trình bày cấu tạo và chức năng kính lúp, sách giáo khoa cơ bản đưa vào một số ảnh chụp để minh họa hình dạng của kính lúp thường gặp. Sách giáo khoa nâng cao trình bày hình vẽ 52.1 cho thấy tác dụng của kính lúp làm tăng góc trông α , đồng thời biết được vị trí đặt kính trong khoảng nào trước mắt.

Cách ngắm chừng qua kính lúp là phải điều chỉnh các khoảng cách giữa vật – kính – mắt sao cho ảnh tạo bởi kính hiện ra trong giới hạn nhìn rõ của mắt. Bình thường, nếu quan sát vật ở điểm cực cận thì mau mỏi mắt, quan sát vật ở cực viễn ít mỏi mắt hơn. Trên cơ sở đó các sách giáo khoa giới thiệu cách điều chỉnh kính để ngắm chừng ở điểm cực cận và điểm cực viễn (mắt bình thường thì ngắm chừng ở vô cực).

Để xây dựng khái niệm số bội giác của kính lúp, trước hết, cả hai bộ sách đưa ra khái niệm số bội giác G . Bước tiếp theo dựa vào biểu thức xác định G và hình vẽ khi ngắm chừng ở cực cận, cực viễn cùng một số kiến thức toán học để thành lập biểu thức tính số bội giác. Tuy nhiên, với sách giáo khoa cơ bản chỉ đi sâu vào thành lập công thức tính số bội giác khi ngắm chừng ở vô cực để học sinh liên hệ với thực tế biết được số bội giác của kính lúp thông qua các thông số ghi trên kính, công thức xác định số bội giác khi ngắm chừng ở cực cận để cho học sinh tự tra cứu để hiểu thêm. Với sách nâng cao, ngoài thiết lập công thức tính số bội giác khi ngắm chừng ở vô cực còn thiết lập công thức tính số bội giác khi ngắm chừng qua kính trong trường hợp kính không sát mắt để mở rộng cho học sinh.

V. Kính hiển vi

Sử dụng kính lúp khi quan sát các vật nhỏ để làm tăng số bội giác G , nhưng mỗi một kính lúp ta không thể tăng giá trị G lên mãi được bằng cách giảm tiêu cự f . Bởi vì nếu f quá nhỏ thì gây ra hiện tượng quang sai như méo ảnh, mặt khác lúc này các công thức

thấu kính mỏng không còn áp dụng được cho kính lúp. Để khắc phục các hạn chế đó, chiếc kính hiển vi đầu tiên được ra đời ở Hà Lan bằng cách sử dụng hệ kính chế tạo vào khoảng cuối thế kỷ XVI.

Để nghiên cứu về kính hiển vi, trước hết cả hai bộ sách giáo khoa đều giới thiệu cấu tạo và công dụng của kính là làm tăng số bội giác liên nhiều lần so với kính lúp, chưa đưa ra công thức tính G cụ thể. Bước tiếp theo là trình bày về cách ngắm chừng để mô tả quá trình tạo ảnh qua hệ kính. Sau cùng là dựa vào các sơ đồ tạo ảnh qua hệ kính, công thức định nghĩa số bội giác và các định lý hình học để thành lập công thức tính G khi ngắm chừng ở cực cận và cực viễn.

Cách ngắm chừng qua kính hiển vi khi quan sát vật các tác giả điều trình bày từng rất chi tiết. Mặt khác, sách cơ bản còn đưa vào bài toán vận dụng công thức thấu kính, còn sách nâng cao đưa thêm câu hỏi C1 và phần chữ nhỏ, mục đích chung là dẫn dắt học sinh biết và hiểu sâu hơn cách đặt vật ở trước kính sao cho ảnh cuối cùng tạo bởi hệ kính nằm trong giới hạn nhìn rõ của mắt để quan sát.

Các công thức tính số bội giác G được hình thành trong sách giáo khoa nâng cao thông qua lời dẫn, hình vẽ. Sách cơ bản thì chỉ thông báo và yêu cầu học sinh tự chứng minh dựa vào câu hỏi C1, C2.

Như vậy, với trình tự logic hình thành kiến thức như trên làm cho học sinh dễ dàng vận dụng kiến thức cũ vào giải quyết vấn đề (vẽ các sơ đồ tạo ảnh) vừa tạo ra tính chủ động cho học sinh khi hình thành kiến thức mới (thành lập các biểu thức tính G).

VI. Kính thiên văn

Kính hiển vi và kính lúp là thiết dụng cụ quang học hỗ trợ cho mắt trong việc quan sát các vật nhỏ, đặt gần trước kính. Muốn quan sát những vật ở xa thì không thể dùng hai loại kính trên được mà phải dùng kính thiên văn hoặc ống nhòm. Vậy, cấu tạo và hoạt động của kính hiển vi hoặc ống nhòm như thế nào, có gì khác cơ bản với kính hiển vi và kính lúp?

Xuất phát từ vấn đề nêu trên, sách giáo khoa ban nâng cao dựa vào đó để đặt vấn đề mở đầu bài học để tạo tình huống cho học sinh. Tiếp đó, kết hợp với kiến thức đã biết về sự tạo ảnh qua thấu kính và sử dụng câu hỏi C1, C2, C3 để nêu nguyên tắc cấu tạo kính thiên văn.

Các bước hình thành kiến thức tiếp theo cả hai sách giáo khoa trình bày tương tự như kính hiển vi. Với phương pháp này giúp học sinh dễ dàng vận dụng tiến trình bài học trước để xây dựng kiến thức. Ngoài ra, so với sách giáo khoa gần đây, đề cập nhật thông tin sách hiện hành còn giới thiệu thêm các loại kính thiên văn khác nhau từ kính thiên văn cổ nhất đến ống nhòm, kính thiên văn phản xạ, kính thiên văn hồng ngoại...

Do yêu cầu phải bảo đảm về thời lượng và khối lượng kiến thức nên các sách trình bày một số bài tập về hệ kính, về các dụng cụ quang học để học sinh củng cố kiến thức và các rèn luyện kỹ năng cần thiết. Bên cạnh đó, sau mỗi bài học, còn đưa vào một số bài tập dạng tự luận và trắc nghiệm khách quan vừa phải để học sinh vận dụng và tự đánh giá bản thân, mặt khác góp phần đáp ứng yêu cầu đổi mới phương pháp kiểm tra, đánh giá hiện nay.

Good luck!