

## **24 LINH KIỆN BÁN DẪN**

### **I - Mục tiêu**

- Trình bày được cấu tạo và hoạt động của các linh kiện bán dẫn có lớp chuyển tiếp  $p-n$  thường gặp như diốt chỉnh lưu, diốt phát quang, phôtôdiốt, tranzito.
- Trình bày được cách mắc mạch khuếch đại dùng tranzito hai lớp chuyển tiếp  $p-n$  và họ đặc tuyến vôn-ampe của tranzito.
- Biết vận dụng các hiểu biết về tính chất của bán dẫn và của lớp chuyển tiếp  $p-n$  để giải thích hoạt động của các linh kiện bán dẫn.

### **II - Chuẩn bị**

#### **Giáo viên**

- Chuẩn bị một số hình vẽ cấu tạo của diốt, tranzito và mạch điện có mắc các linh kiện đó.
- Có một số linh kiện thật hoặc ảnh chụp các linh kiện bán dẫn như nhiệt điện trở, quang điện trở, diốt chỉnh lưu, diốt phát quang, bộ hiển thị dùng diốt phát quang, tranzito các loại, vi mạch... để cho HS xem và tập nhận biết.
- Lắp thí nghiệm minh họa tính chỉnh lưu của diốt bán dẫn.

#### **Học sinh**

Đọc kĩ bài 23 để hiểu được bản chất dòng điện trong bán dẫn, bán dẫn tinh khiết, bán dẫn loại  $p$  và loại  $n$ , và tính chất của lớp chuyển tiếp  $p-n$ .

### III - Những điều cần lưu ý

**1.** Các dụng cụ bán dẫn đều hoạt động trên cơ sở tính chất điện đặc biệt của bán dẫn mà chúng ta đã khảo sát tương đối chi tiết ở Bài 23. Có thể phân chia các dụng cụ bán dẫn thành hai loại :

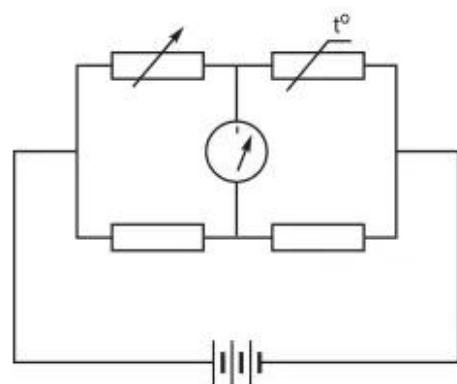
- Loại dụng cụ hoạt động dựa trên sự dẫn điện của bán dẫn, trong đó số hạt tải điện trong bán dẫn phụ thuộc vào nhiệt độ của bán dẫn hoặc vào ánh sáng (nói chung là các loại bức xạ) chiếu vào bán dẫn. Nhiệt điện trở và quang điện trở là những dụng cụ thuộc loại này.

- Loại dụng cụ hoạt động dựa trên lớp chuyển tiếp  $p-n$ . Thuộc loại này, có các diốt, tranzito hai lớp chuyển tiếp  $p-n$ , tranzito trường. Các mạch vi điện tử có chứa rất nhiều dụng cụ loại này. Ngoài ra, ở những vi mạch, các lớp chuyển tiếp  $p-n$  còn được sử dụng làm vùng ngăn cách giữa các linh kiện.

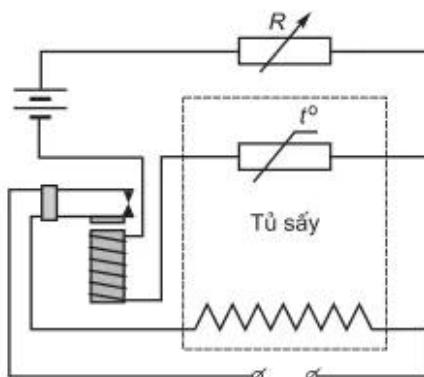
**2.** Nhiệt điện trở được dùng để đo nhiệt độ, để điều chỉnh và khống chế nhiệt độ.

- Người ta mắc nhiệt điện trở vào một nhánh của cầu Wheatstone (Hình 24.1). Ở một nhiệt độ nào đó, người ta điều chỉnh cho cầu cân bằng, điện kế mắc trên cầu không có dòng điện chạy qua. Khi nhiệt độ thay đổi, kim điện kế lệch khỏi vị trí cân bằng. Người ta thường chia thang đo của điện kế theo nhiệt độ để tiện sử dụng.

- Sơ đồ nguyên tắc của một mạch khống chế nhiệt độ được vẽ trên Hình 24.2. Giả sử người ta muốn giữ nhiệt độ  $t$  trong một tủ sấy. Bình thường, tiếp điểm của role đóng, dây đốt có dòng điện chạy qua, làm nóng tủ sấy. Khi nhiệt độ đạt đến  $t$ , điện trở của nhiệt điện trở giảm đi, khiến dòng điện qua role tăng đến giá trị làm cho tiếp điểm mở ra, thì dòng điện qua dây đốt bị ngắt. Khi nhiệt độ hạ



Hình 24.1 Sơ đồ dụng cụ đo nhiệt độ dùng nhiệt điện trở



Hình 24.2 Sơ đồ mạch tự động đơn giản dùng nhiệt điện trở để duy trì nhiệt độ trong tủ sấy.

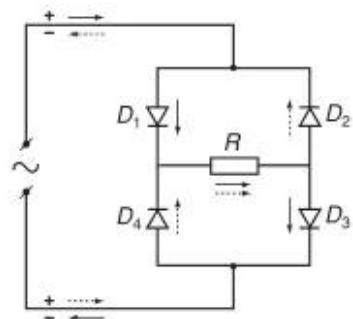
xuống, dòng điện qua rôle giảm, làm tiếp điểm đóng lại và dây đốt có dòng điện chạy qua. Dùng biến trở  $R$ , ta có thể thay đổi giá trị của nhiệt độ  $t$  cần giữ cố định trong tủ sấy.

– Quang điện trở được dùng để đo cường độ ánh sáng, trong các mạch tự động đóng ngắt, trong các mạch đếm. Ta có thể thiết kế một mạch tự động bật đèn chiếu sáng khi đêm xuống và tắt đèn chiếu sáng khi trời sáng, dựa trên sơ đồ tương tự như ở Hình 24.2, chỉ khác là thay vào chỗ của nhiệt điện trở là quang điện trở, và thay vào chỗ dây đốt nóng là đèn chiếu sáng. Trong thực tế, người ta thiết kế các sơ đồ phức tạp hơn, có thêm mạch khuếch đại để tăng độ chính xác và ổn định của hệ tự động.

**3. Diốt bán dẫn** là các dụng cụ bán dẫn có hai cực, trong đó có một lớp chuyển tiếp  $p-n$ .

– Diốt chỉnh lưu sử dụng tính chất dẫn điện (chủ yếu) theo một chiều để biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều. Hình 24.2 SGK trình bày sơ đồ mạch chỉnh lưu đơn giản, gọi là mạch chỉnh lưu một nửa chu kì. Ở nửa chu kì của hiệu điện thế xoay chiều đặt vào mạch, khi điện thế cực trên cao hơn cực dưới (cực trên có điện thế dương so với cực dưới), thì diốt được phân cực thuận và có dòng điện chạy qua diốt từ trái sang phải. Ở nửa chu kì sau, cực trên có điện thế âm, diốt không cho dòng điện qua. Kết quả là qua điện trở tải  $R$  chỉ có dòng điện chạy theo một chiều từ trên xuống dưới (trong một nửa chu kì). Dòng điện này có cường độ thay đổi theo thời gian.

Trên Hình 24.3 là *mạch cầu chỉnh lưu*, có tác dụng chỉnh lưu hai nửa chu kì. Ở nửa chu kì của dòng điện xoay chiều, khi điện thế ở cực trên của nguồn cao hơn ở cực dưới, dòng điện đi theo các mũi tên liền nét. Ở nửa chu kì sau, dòng điện đi theo các mũi tên đứt nét. Trong cả hai nửa chu kì, dòng điện đi qua điện trở tải theo một chiều, từ trái sang phải, có cường độ thay đổi theo thời gian. Nếu sử dụng thêm các mạch lọc gồm tụ điện, điện trở và cuộn cảm, có thể biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều có cường độ không đổi theo thời gian.



Hình 24.3 Mạch chỉnh lưu hai nửa chu kì dùng diốt bán dẫn.

Trong cả hai nửa chu kì của dòng điện xoay chiều, dòng điện đều chạy qua điện trở tải  $R$  theo chiều từ trái sang phải.

– Phôtôđiôt là những điôt đặt trong vỏ trong suốt với ánh sáng. Ánh sáng chiếu vào lớp chuyển tiếp  $p-n$  làm xuất hiện các cặp electron - lỗ trống. Vì vậy nếu điôt được phân cực ngược, thì dòng điện (ngược) tăng lên rất nhiều lần khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào. Dòng ngược càng lớn khi ánh sáng càng mạnh. Phôtôđiôt có thể được sử dụng giống như quang điện trở (xem Bài 23), nhưng có độ nhạy cao hơn.

Pin mặt trời thực chất là phôtôđiôt, nhưng được sử dụng làm nguồn điện. Nó biến đổi năng lượng ánh sáng mặt trời thành điện năng. Để có công suất điện lớn, người ta làm các pin mặt trời có diện tích lớn để thu được nhiều ánh sáng. Các pin mặt trời được ghép một cách thích hợp để tạo thành nguồn điện có thể cung cấp hiệu điện thế và dòng điện theo yêu cầu sử dụng (xem Bài 14 SGK về cách ghép các nguồn điện). Pin mặt trời được sử dụng rộng rãi ở những nơi xa các nhà máy điện (hải đảo, miền núi...) và trên các con tàu vũ trụ. Ở một số nơi, người ta lợp mái nhà bằng những tấm pin mặt trời có diện tích lớn, có thể cung cấp đủ năng lượng cho nhu cầu, không cần dùng điện lưới.

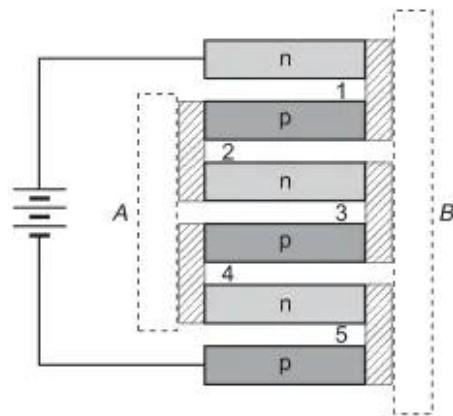
– Điôt phát quang là một ứng dụng của lớp chuyển tiếp  $p-n$  để biến đổi điện năng thành ánh sáng. Khi ta cho dòng điện thuận đi qua điôt, thì ở khu vực lớp chuyển tiếp xảy ra sự tái hợp electron và lỗ trống, và năng lượng được giải phóng. Trong một số điều kiện (cấu trúc của lớp chuyển tiếp, bản chất của bán dẫn làm điôt), thì năng lượng được giải phóng dưới dạng ánh sáng : có ánh sáng phát ra từ lớp chuyển tiếp. Màu sắc của ánh sáng phụ thuộc vào bề rộng của dải cấm và vào các tạp chất được pha vào bán dẫn. Điôt phát quang ngày càng được sử dụng trong nhiều lĩnh vực như làm các bộ hiển thị, đèn chiếu sáng... do có ưu điểm là hiệu suất phát quang cao, kích thước nhỏ, sử dụng hiệu điện thế thấp, tuổi thọ lớn.

– Pin nhiệt điện bán dẫn là một chuỗi các thanh bán dẫn loại  $n$  và loại  $p$  mắc (hàn với nhau) nối tiếp, xen kẽ nhau. Như đã nói ở Bài 23, giữa hai phía của mỗi lớp chuyển tiếp  $p-n$  có một hiệu điện thế tiếp xúc. Hiệu điện thế này phụ thuộc vào bản chất các bán dẫn, vào tạp chất và vào nhiệt độ. Ngoài ra, khi nhiệt độ ở hai đầu của một thanh bán dẫn khác nhau, thì có một dòng haret điện chạy từ đầu nóng sang đầu lạnh, làm xuất hiện một hiệu điện thế giữa hai đầu thanh. Nếu ta giữ các mối hàn lỏng ở nhiệt độ

khác với các mối hàn chẵn, thì trong mạch có một suất nhiệt điện động bằng tổng đại số các hiệu điện thế trên các mối hàn và trên các thanh bán dẫn. Chênh lệch nhiệt độ càng cao thì suất nhiệt điện động càng lớn. Hiện tượng này gọi là *hiệu ứng Zê-béc* (Seebeck).

Hiện tượng ngược lại gọi là *hiệu ứng Pen-chiê* (Peltier). Khi cho dòng điện chạy qua chuỗi các thanh bán dẫn loại *p* và loại *n* mắc xen kẽ nhau, thì có những mối hàn (chẵn, chẵng) nóng lên, còn những mối hàn khác (lẻ) lạnh đi, như trên Hình 24.4. Ở những mối hàn mà các hạt tải chuyển động từ nơi chúng có năng lượng thấp đến nơi chúng có năng lượng cao, thì các hạt tải nhận thêm năng lượng từ môi trường ; ở đó nhiệt độ của mối hàn thấp xuống. Ngược lại, nếu các hạt tải chuyển đến nơi có năng lượng thấp hơn, thì chúng giải phóng năng lượng, làm cho mối hàn nóng lên. Ngoài ra, trong một thanh bán dẫn, nếu chiều chuyển động của các hạt tải điện gây nên dòng điện mà cùng chiều với dòng hạt tải điện do chênh lệch nhiệt độ giữa hai đầu thanh bán dẫn, thì có sự tỏa nhiệt phụ. Nếu hai chiều này ngược nhau thì có sự hấp thụ nhiệt. Đó là hiệu ứng Tôm-sơn. Kết quả của hai hiện tượng trên đây là có những mối hàn nóng lên, có những mối hàn lạnh đi. Người ta ứng dụng hiệu ứng này để chế tạo các thiết bị làm lạnh có kích thước nhỏ, tiêu thụ ít năng lượng, không gây tiếng ồn. Những bộ làm lạnh hiện đại có thể tạo nên chênh lệch nhiệt độ đến  $50^{\circ}\text{C}$  giữa các mối hàn nóng và các mối hàn lạnh. Nếu ghép các bộ làm lạnh thành nhiều tầng, thì có thể đạt được những nhiệt độ rất thấp.

**4. Tranzito *p-n-p*** (gọi là tranzito hai lớp chuyển tiếp hay tranzito lưỡng cực, để phân biệt với tranzito trường) có sơ đồ dải năng lượng được vẽ trên Hình 24.5. Ta chú ý rằng khu vực bán dẫn *n* (của cực gốc) có chiều dày rất nhỏ và có nồng độ hạt tải điện thấp.



Hình 24.4 Thiết bị làm lạnh nhờ hiệu ứng Pen-chiê.

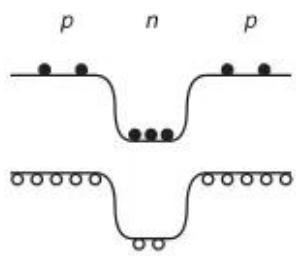
Các mối hàn lẻ lạnh đi. Các mối hàn chẵn nóng lên. B là bộ phận cần làm lạnh. A là bộ phận tản nhiệt.

– Khi ta mắc tranzito vào mạch điện để cho nó hoạt động (xem Hình 24.6 SGK), thì lớp chuyển tiếp  $p-n$  giữa cực  $E$  và cực  $B$  được phân cực thuận, độ chênh lệch điện thế giảm đi. Lớp chuyển tiếp  $n-p$  giữa cực  $B$  và cực  $C$  được phân cực ngược, độ chênh lệch điện thế tăng lên (Hình 24.6). Như vậy dòng các hạt tải điện cơ bản đi qua lớp chuyển tiếp  $E-B$  được tăng cường. Nhưng do nồng độ electron tự do trong khu vực  $B$  rất thấp, nên dòng thuận qua lớp chuyển tiếp này chủ yếu là dòng lỗ trống từ  $E$  (bán dẫn loại p) sang  $B$  (bán dẫn loại n). Đây là sự phun lỗ trống từ  $E$  sang  $B$ . Các lỗ trống đi vào khu vực  $B$  hầu như không tái hợp với electron vì ở đó rất ít electron. Các lỗ trống này dễ dàng vượt qua khu vực  $B$  rất mỏng để đến lớp chuyển tiếp  $n-p$  phân cực ngược. Do hiệu điện thế  $U_{BC}$  lớn hơn  $U_{EB}$  nhiều, nên các lỗ trống chuyển động qua lớp chuyển tiếp  $B-C$  và bị cuốn sang khu vực  $C$ . Mặt khác, do  $I_C \approx I_E$  nên công suất của dòng lỗ trống phía cực  $C$  lớn hơn ở phía cực  $E$  nhiều lần :  $I_C \cdot U_{BC} \gg I_E \cdot U_{EB}$ . Đó chính là tác dụng khuếch đại của tranzito. Vì lí do đó, người ta còn gọi tranzito là *dụng cụ bán dẫn tích cực*.

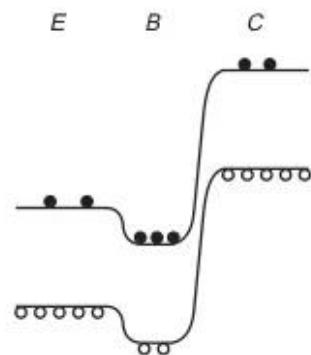
Để ý rằng, lớp chuyển tiếp  $B-C$  được phân cực ngược, nên thông thường thì nó có điện trở lớn. Tuy nhiên, khi có lỗ trống được phun từ  $E$  qua  $B$  đến, thì điện trở lớp chuyển tiếp  $B-C$  giảm đáng kể. Người ta gọi sự giảm điện trở lớp chuyển tiếp  $B-C$  khi có dòng phun hạt tải điện từ  $E-B$  sang là *hiệu ứng tranzito*.

– Mỗi loại tranzito có những tính chất khác nhau. Dựa vào hệ đặc tuyến của tranzito, người ta biết cách lựa chọn các thông số trong mạch để thu được tác dụng mong muốn, ví dụ như cho tranzito hoạt động ở chế độ khuếch đại hoặc chế độ đóng, ngắt... Họ đặc tuyến ra (Hình 24.7 SGK) hay được sử dụng nhất.

– Trong thực tế, người ta sử dụng cả hai loại tranzito : loại  $p-n-p$  và loại  $n-p-n$ .



Hình 24.5 Sơ đồ dải năng lượng của tranzito  $p-n-p$  khi chưa mắc vào mạch.



Hình 24.6 Sơ đồ dải năng lượng của tranzito  $p-n-p$  khi mắc vào mạch khuếch đại.

**5.** Tranzito trường là tên gọi ngắn gọn của tranzito hiệu ứng trường, có tên chung là *FET* (Field Effect Transistor), có cấu tạo và hoạt động khác với tranzito lưỡng cực.

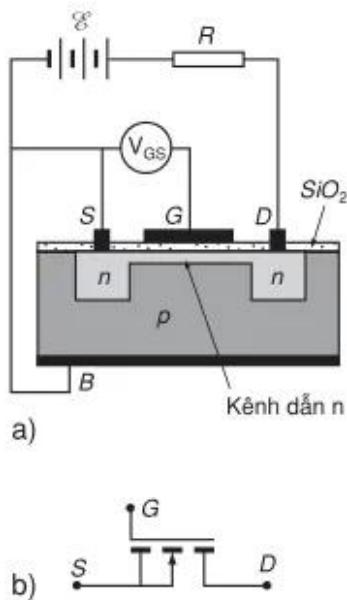
– Ta hãy xét một loại tranzito trường, được mắc vào mạch, như trên Hình 24.7. Loại tranzito trường này được gọi là MOSFET, do cấu trúc của nó gồm cực *G* bằng kim loại (Metal), lớp cách điện bằng silic ôxit (Oxide) và đế bán dẫn (Semiconductor). Khi cực cửa (*G*) có điện thế không cao hơn cực nguồn (*S*), thì cực nguồn và cực máng (*D*) cách điện với nhau, do hai lớp chuyển tiếp *p-n* được mắc ngược nhau. Khi điện thế cực *G* cao hơn cực *S*, thì điện trường hút electron dẫn trong đế về phía cực *G*.

Nhưng do có lớp  $\text{SiO}_2$  cách điện, nên các electron tập trung thành một lớp, tạo thành một kênh dẫn điện bởi các electron, nối cực *S* và cực *D*. Vì thế, nó còn được gọi là *MOSFET có kênh cảm ứng*, vì kênh dẫn chỉ xuất hiện khi cực *G* có điện thế dương (để phân biệt với loại MOSFET có kênh dẫn). Điện trở của kênh này thay đổi theo điện thế của cực *G*, tạo nên tác dụng khuếch đại của tranzito trường. Trong kí hiệu của tranzito trường có kênh cảm ứng (Hình 24.7b), kênh dẫn được vẽ không liên tục.

– Có nhiều loại tranzito trường. Còn có loại gọi là JFET, trong đó sự cách điện giữa cực cửa và đế bán dẫn được thực hiện bằng một lớp chuyển tiếp *p-n* phân cực ngược (J từ Junction, nghĩa là lớp chuyển tiếp). Điểm chung của tranzito trường là độ dẫn điện giữa cực *S* và cực *D* được điều khiển bởi điện thế của cực *G*, hay điện trường do cực *G* gây ra. Đó là nguồn gốc tên gọi của tranzito hiệu ứng trường. Tranzito trường có trở kháng vào rất lớn.

**6.** Công nghệ bán dẫn hiện đại cho phép chế tạo trên một đế bán dẫn nhỏ một số lượng lớn các linh kiện như tranzito lưỡng cực, tranzito trường, diốt, điện trở, tụ điện, tạo thành những mạch điện tử phức tạp, thực hiện những chức năng xác định. Ta gọi chung các mạch như thế là vi mạch.

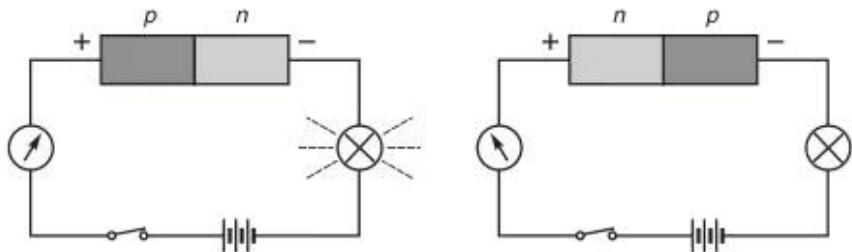
Tuỳ theo cấu tạo và chức năng của vi mạch, ta có vi mạch khuếch đại thuật toán (KĐTT), vi mạch logic và rất nhiều loại vi mạch chức năng khác. Vi mạch KĐTT được dùng để biến đổi các tín hiệu liên tục. Vi mạch



Hình 24.7

logic chủ yếu được sử dụng cho các tín hiệu rời rạc, các tín hiệu xung... Mục *Em có biết* ở cuối Bài 24 trình bày những hiểu biết cơ bản nhất về vi mạch khuếch đại thuật toán.

**7.** Thí nghiệm đơn giản về tính chỉnh lưu của diốt có thể tiến hành theo sơ đồ ở Hình 24.8.



Hình 24.8a Diốt chỉnh lưu mắc theo chiều thuận. Hình 24.8b Diốt chỉnh lưu mắc theo chiều ngược. Dòng điện qua diốt có cường độ lớn. Đèn sáng. Dòng điện qua diốt có cường độ nhỏ. Đèn không sáng.

Có thể sử dụng một diốt chỉnh lưu thông thường, một bóng đèn pin 6 V, một nguồn điện 6V, một miliampere kế để đến 500 mA. Trong khi thí nghiệm, chỉ cần thay đổi chiều mắc diốt vào mạch (trên hình vẽ, là lớp chuyển tiếp *p-n* trong diốt). Theo một chiều mắc diốt, đèn sáng, dòng điện có cường độ lớn. Theo chiều mắc ngược lại, đèn tối, dòng điện rất nhỏ.

– Với phôtôđiốt, ta làm thí nghiệm như ở Hình 24.3 SGK, trong mạch mắc thêm một micrôampere kế. Nếu không có phôtôđiốt, có thể dùng loại diốt tách sóng (có kích thước nhỏ, vỏ bằng thuỷ tinh sơn đen), cạo lớp sơn ở ngoài cho ánh sáng vào được đến miếng bán dẫn.

– Thí nghiệm về sự phát sáng của diốt phát quang rất đơn giản. Chỉ cần mắc diốt phát quang với hai pin 1,5 V mắc nối tiếp. Nếu diốt mắc theo chiều thuận, thì nó sẽ phát sáng. Nếu không, chỉ cần đổi chiều mắc diốt.

– Các thí nghiệm với tranzito phức tạp hơn. Có thể cho các nhóm HS tiến hành ngoại khoá lắp mạch dùng tranzito để khuếch đại tín hiệu âm thanh, các mạch tự động đóng ngắt, mạch điều chỉnh...

#### IV - Gợi ý về phương pháp và tổ chức hoạt động dạy học

##### 1. *Điốt*

Cần cho HS hiểu là các diốt nói trong bài đều có cấu tạo từ một lớp chuyển tiếp *p-n*. Tuy nhiên, tùy theo mục đích sử dụng mà người ta chế tạo ra các diốt với cấu tạo và tính chất khác nhau.

Điốt chỉnh lưu dùng để biến dòng điện xoay chiều thành một chiều, vì vậy cần có dòng ngược càng nhỏ càng tốt. Nếu điốt cần cho dòng thuận lớn đi qua, thì nó phải có kích thước lớn, vì diện tích của lớp tiếp xúc phải lớn. Thí nghiệm minh họa tính chất chỉnh lưu của điốt bán dẫn được nêu ở Hình 24.2 SGK. Đó cũng là câu trả lời cho C1. HS sẽ được học kĩ về dòng xoay chiều ở lớp 12. Tuy nhiên, ở THCS đã nói qua về dòng điện xoay chiều. Do đó, khi trình bày về tác dụng chỉnh lưu của điốt, chỉ cần nêu nguyên tắc chỉnh lưu và minh họa bằng mạch chỉnh lưu nửa chu kì, trong đó cần làm cho HS thấy rõ vai trò của điốt là làm cho dòng điện chỉ chạy qua điện trở tải theo một chiều.

Phôtôđiốt phải được đóng trong vỏ có cửa sổ trong suốt, để cho ánh sáng có thể chiếu vào lớp chuyển tiếp  $p-n$ . Ngoài ra, khi không có ánh sáng chiếu vào, thì dòng ngược qua điốt cần rất nhỏ.

Pin Mặt Trời lại cần có diện tích lớn để có thể thu nhận được nhiều ánh sáng, vì vậy nó được chế tạo dưới dạng những tấm có kích thước lớn.

Điốt phát quang được chế tạo từ những vật liệu bán dẫn thích hợp, sao cho nó có khả năng phát sáng mạnh, cho màu sắc mong muốn. Các điốt phát quang được chế tạo theo hình dạng và được xếp đặt thích hợp để tạo nên những bộ hiển thị, màn hình lớn... Hiện nay, điốt phát quang đã được dùng làm nguồn sáng.

Pin nhiệt điện và thiết bị làm lạnh bằng hiệu ứng Pen-chiê được lắp sao cho các đầu nóng về một phía, các đầu lạnh về một phía để tiện cho việc sử dụng.

## 2. Tranzito

– Khi nói về cấu tạo của tranzito có hai lớp chuyển tiếp  $p-n$ , cần nhấn mạnh là khu vực bán dẫn ở cực B có chiều dày rất nhỏ và nồng độ hạt tải rất thấp. Cần làm rõ tác dụng khuếch đại của tranzito qua việc xét dòng điện trong các khu vực bán dẫn khác nhau của tranzito. Cần làm cho HS thấy rõ vai trò của các nguồn điện mắc vào mạch và cách mắc các nguồn điện đó. HS cần hiểu được vì sao tranzito có tác dụng khuếch đại.

C2 nêu ra một câu hỏi gợi ý tìm hiểu kĩ hơn về hoạt động của tranzito. Nhìn vào cách bố trí các khu vực bán dẫn, có thể nghĩ rằng tranzito giống như hai điốt riêng rẽ đấu ngược nhau. Tuy nhiên, không phải như vậy. Vì rằng khu vực B rất mỏng, nên hai điốt đó không độc lập với nhau. Sự chuyển động của dòng lỗ trống từ phía cực E qua khu vực cực B để sang lớp chuyển tiếp B-C khác hoàn toàn với chuyển động giữa hai điốt độc lập.

– Không cần nói quá chi tiết về các đặc tuyến của tranzito. Tuy nhiên, nên thông qua việc phân tích *hợp đặc tuyến ra* để HS hiểu được về sự phân bố các dòng điện trong mạch và tác dụng khuếch đại của tranzito. Qua đó, cũng biết được khi nào tranzito hoạt động ở chế độ đóng ngắt.

## V- Hướng dẫn trả lời câu hỏi và giải bài tập

### Câu hỏi

1. Xem mục 1 SGK.

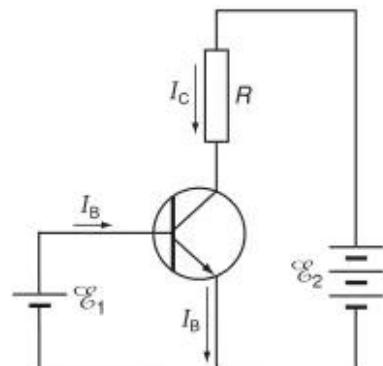
2. Quang điện trở có điện trở giảm dưới tác dụng của ánh sáng chiếu vào. Phôtôđiốt được mắc vào mạch theo chiều phân cực ngược. Khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào lớp chuyển tiếp, thì dòng điện ngược trong mạch tăng lên. Như vậy, hai loại dụng cụ này hoạt động theo những nguyên tắc khác nhau, nhưng có tác dụng giống nhau. Thường thì phôtôđiốt có độ nhạy cao hơn quang điện trở. Đó là vì khi không có ánh sáng chiếu vào, dòng điện ngược qua lớp chuyển tiếp *p-n* rất nhỏ, còn khi có ánh sáng chiếu vào, dòng điện đó tăng lên hàng chục, hàng trăm lần. Ngoài ra, khi mắc quang điện trở, không cần chú ý tới chiều mắc trong mạch, còn phôtôđiốt thì cần mắc theo chiều ngược.

3. Xem mục 1 SGK.

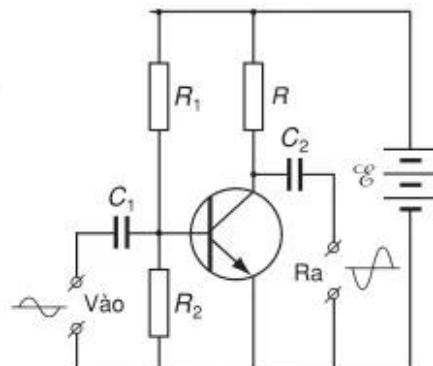
4. Sơ đồ mạch mắc tranzito *n-p-n* tương tự như với tranzito *p-n-p* ở Hình 24.6 SGK cần chú ý vẽ đúng kí hiệu tranzito *n-p-n*, cách mắc các nguồn điện và chiều các dòng điện (Hình 24.9).

Sơ đồ mạch khuếch đại tín hiệu dùng tranzito *n-p-n* được vẽ trên Hình 24.10. Điện trở  $R_1$  và  $R_2$  được chọn sao cho hiệu điện thế  $U_{BE}$  vào khoảng 0,7V, làm cho lớp chuyển tiếp *B-E* được phân cực thuận.

Tín hiệu xoay chiều cần được khuếch đại được đặt vào giữa cực gốc *B* và cực phát *E* qua tụ điện  $C_1$ . Tín hiệu xoay chiều đã được khuếch đại qua tụ điện  $C_2$  đến lối ra.



Hình 24.9



Hình 24.10

## Bài tập

1.

A đúng, vì khi nhiệt độ tăng, sự dẫn điện riêng tăng, làm cho các hạt tải thiểu số tăng, dẫn đến dòng ngược tăng.

B đúng, vì diốt phát quang có một lớp chuyển tiếp  $p-n$ .

C đúng, vì các electron và lỗ trống phát sinh khi ánh sáng chiếu vào bị điện trường trong ở lớp chuyển tiếp làm dịch chuyển, gây nên một hiệu điện thế ở hai đầu phôtôđiôt.

D sai.