

Đi vào một khu vườn hoa chúng ta thấy rất nhiều màu sắc của hoa rực rỡ dưới ánh sáng Mặt Trời. Chia khoá để mở “bí mật về màu sắc” nằm ở đâu ?

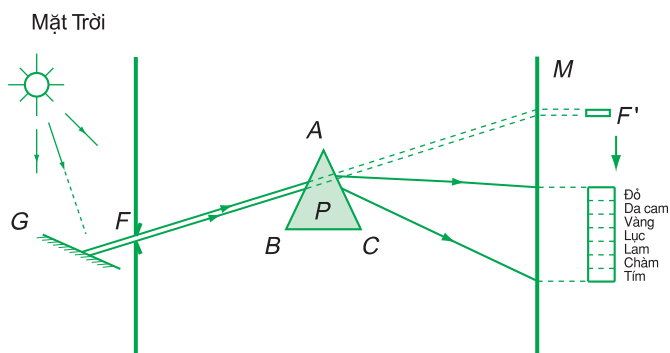
## I - THÍ NGHIỆM VỀ SỰ TÁN SẮC ÁNH SÁNG CỦA NIU-TƠN (1672)

Trong thí nghiệm Hình 24.1, gương  $G$  dùng để phản chiếu ánh sáng Mặt Trời qua một khe hẹp  $F$ , nằm ngang, vào một buồng tối. Nhờ các hạt bụi nhỏ ta nhìn thấy vết của chùm sáng song song hẹp, qua  $F$ . Đặt một màn  $M$  song song với  $F$  và cách  $F$  chừng một hai mét để hứng chùm sáng, thì trên màn ta thấy một vệt sáng  $F'$  màu trắng, giống như khe  $F$ . Đặt một lăng kính thuỷ tinh  $P$  giữa  $F$  và  $F'$  cho cạnh khúc xạ của  $P$  song song với  $F$ , sao cho chùm sáng rọi xiên vào mặt  $AB$ , ta thấy vệt sáng  $F'$  trên màn  $M$  bị dịch xuống phía đáy lăng kính, đồng thời bị trải dài thành một dải màu sắc sỡ.

Quan sát kĩ dải màu, ta phân biệt được bảy màu, lần lượt từ trên xuống dưới (tức là từ đỉnh xuống đáy lăng kính) là : đỏ, da cam, vàng, lục, lam, chàm, tím. Đó cũng đúng là bảy màu của cầu vồng.

Ranh giới giữa các màu không rõ rệt, tức là màu nọ chuyển dần sang màu kia một cách liên tục.

Dải sáng màu này gọi là quang phổ của ánh sáng Mặt Trời, hay *quang phổ của Mặt Trời*. *Ánh sáng Mặt Trời là ánh sáng trắng*.



Hình 24.1

Hiện tượng trên gọi là *sự tán sắc ánh sáng* (gây ra bởi lăng kính  $P$ ).



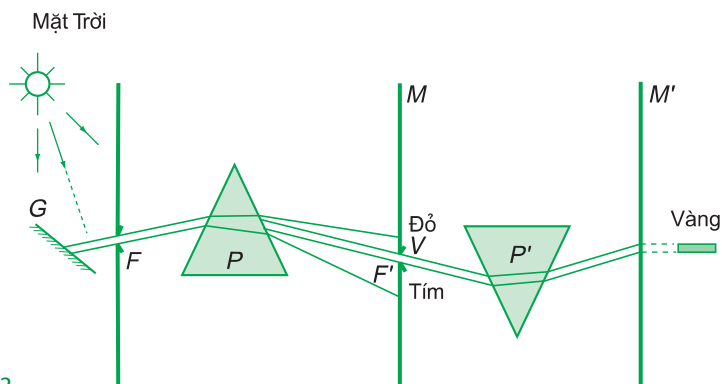
**C1** Nhắc lại kết luận về sự lệch của tia sáng khi truyền qua lăng kính.

## II - THÍ NGHIỆM VỚI ÁNH SÁNG ĐƠN SẮC CỦA NIU-TƠN

Để kiểm nghiệm xem có phải thuỷ tinh đã làm thay đổi màu của ánh sáng hay không, Niu-tơn đã làm thí nghiệm sau đây.

Ông rạch trên màn  $M$  ở thí nghiệm trên một khe hẹp  $F'$  song song với  $F$  và xô dịch màn  $M$  để đặt  $F'$  vào đúng chỗ một màu – màu vàng  $V$ , chẳng hạn – trên quang phổ (H.24.2). Như vậy, sau màn  $M$  ông được một chùm sáng hẹp, chỉ có màu vàng. Cho chùm sáng màu vàng đó khúc xạ qua một lăng kính  $P'$  giống hệt lăng kính  $P$  và hứng chùm tia ló trên một màn  $M'$ , ông thấy vệt sáng trên màn  $M'$ , tuy vẫn bị dịch chuyển về phía đáy của  $P'$ , nhưng vẫn giữ nguyên màu vàng. Vậy :

Chùm sáng màu vàng, tách ra từ quang phổ của Mặt Trời, sau khi qua lăng kính  $P'$ , chỉ bị lệch mà không bị đổi màu.



Hình 24.2

Niu-ton gọi chùm sáng này là *chùm sáng đơn sắc*. Lần lượt đặt  $F'$  tại chỗ các màu đỏ, da cam, lục,... trên quang phổ, để lần lượt tách riêng từng chùm sáng màu đỏ, da cam, lục,... rồi cho chúng qua  $P'$ , ông thấy rằng chúng cũng chỉ bị lệch, mà không bị đổi màu. Bảy chùm sáng có bảy màu cầu vồng, tách ra từ quang phổ của Mặt Trời, đều là các chùm sáng đơn sắc.

***Vậy, ánh sáng đơn sắc là ánh sáng có một màu nhất định và không bị tán sắc khi truyền qua lăng kính.***

### III - GIẢI THÍCH HIỆN TƯỢNG TÁN SẮC

– Ánh sáng trắng (ánh sáng Mặt Trời, ánh sáng đèn điện dây tóc, đèn măng sông...) không phải là ánh sáng đơn sắc, mà là hỗn hợp của nhiều ánh sáng đơn sắc có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.

– Chiết suất của thủy tinh đối với các ánh sáng đơn sắc có màu khác nhau thì khác nhau. Chiết suất có giá trị nhỏ nhất đối với ánh sáng đỏ, và tăng dần khi chuyển sang màu da cam, màu vàng,... và có giá trị lớn nhất đối với ánh sáng tím.

Đặc điểm này chung cho mọi chất trong suốt (rắn, lỏng, khí).

Ngoài lăng kính thủy tinh, người ta còn tạo được nhiều dụng cụ làm tán sắc ánh sáng tốt hơn lăng kính.

Vì góc lệch của một tia sáng khúc xạ qua lăng kính tăng theo chiết suất, nên các chùm tia sáng có màu khác nhau trong chùm sáng tới bị lăng kính làm lệch những góc khác nhau, thành thử khi ló ra khỏi lăng kính, chúng không trùng nhau nữa. Do đó, chùm sáng ló bị xoè rộng thành nhiều chùm đơn sắc. Vậy :

***Sự tán sắc ánh sáng là sự phân tách một chùm ánh sáng phức tạp thành các chùm sáng đơn sắc.***

### IV - ỨNG DỤNG

Hiện tượng tán sắc giúp ta giải thích được một số hiện tượng tự nhiên, ví dụ : cầu vồng bảy sắc (xem bài đọc thêm), và được ứng dụng trong máy quang phổ lăng kính.

**Sự tán sắc ánh sáng là sự phân tách một chùm ánh sáng phức tạp thành các chùm sáng đơn sắc.**

**Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng có một màu nhất định và không bị tán sắc khi truyền qua lăng kính.**

■ **Ánh sáng trắng là hỗn hợp của nhiều ánh sáng đơn sắc có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.**

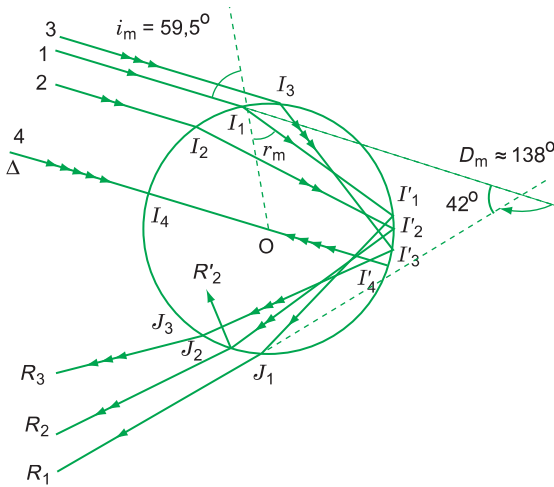
■ **Chiết suất của các chất trong suốt biến thiên theo màu sắc của ánh sáng và tăng dần từ màu đỏ, đến màu tím.**

## CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Trình bày thí nghiệm của Niu-tơn về sự tán sắc ánh sáng.
2. Trình bày thí nghiệm với ánh sáng đơn sắc của Niu-tơn.
3. Trong thí nghiệm với ánh sáng đơn sắc của Niu-tơn, nếu ta bỏ màn  $M$  đi rồi đưa hai lăng kính lại sát nhau, nhưng vẫn đặt ngược chiều nhau, thì ánh sáng có còn bị tán sắc hay không?
4. Chọn câu đúng.  
Thí nghiệm với ánh sáng đơn sắc của Niu-tơn nhằm chứng minh  
A. sự tồn tại của ánh sáng đơn sắc.  
B. lăng kính không làm thay đổi màu sắc của ánh sáng qua nó.  
C. ánh sáng Mặt Trời không phải là ánh sáng đơn sắc.  
D. ánh sáng có bất kì màu gì, khi qua lăng kính cũng bị lệch về phía đáy.
5. Một lăng kính thủy tinh có góc chiết quang  $A = 5^\circ$ , được coi là nhỏ, có chiết suất đối với ánh sáng đỏ và ánh sáng tím lần lượt là  $n_d = 1,643$  và  $n_t = 1,685$ . Cho một chùm sáng trắng hẹp rơi vào một mặt bên của lăng kính, dưới góc tới  $i$  nhỏ. Tính góc giữa tia tím và tia đỏ sau khi ló ra khỏi lăng kính.
6. Một cái bể sâu 1,2 m chứa đầy nước. Một tia sáng Mặt Trời rơi vào mặt nước bể, dưới góc tới  $i$ , có  $\tan i = \frac{4}{3}$ . Tính độ dài của vết sáng tạo ở đáy bể. Cho biết chiết suất của nước đối với ánh sáng đỏ và ánh sáng tím lần lượt là  $n_d = 1,328$  và  $n_t = 1,343$ .

# CẦU VỒNG



Hình 24.3

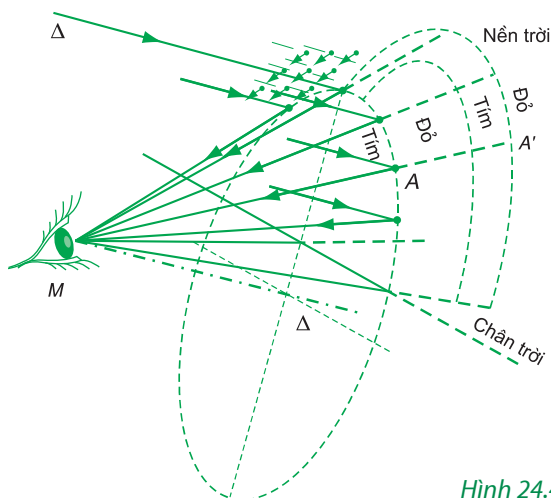
Ta xét giọt nước hình cầu, tâm O (H.24.3) được ánh sáng Mặt Trời rọi tới theo phương  $\Delta$ . Trong chùm sáng tới giọt nước, có vô số tia sáng : tia 1 tới điểm  $I_1$ , tia 2 tới điểm  $I_2$ , tia 3 tới điểm  $I_3$ ,... Tia 2 chẳng hạn, tới điểm  $I_2$  khúc xạ trong giọt nước tới điểm  $I'_2$  bị phản xạ (và cho một tia ló, nhưng tia ló này không tới mắt ta, nên ta không xét), tới  $J_2$  cho tia ló  $J_2R_2$  (và tia phản xạ lần thứ hai  $J_2R'_2$ ), tia ló này như vậy đã lệch so với tia tới một góc  $D_2$ . Tuy các tia sáng 1, 2, 3,... đều là tia song song, nhưng mặt khúc xạ lại là mặt cầu, nên góc tới  $i_1, i_2, i_3, \dots$  của các tia ấy khác nhau và các góc lệch  $D_1, D_2, D_3, \dots$  cũng khác nhau. Tính toán cho thấy rằng, tia tới cho tia ló lệch ít nhất là tia số 1, tới mặt cầu dưới góc  $i_m$  chừng  $59,5^\circ$  và cho góc lệch  $D_m$  nhỏ nhất vào cỡ  $138^\circ$ , và do sự tán sắc trong nước nên góc lệch  $D_m$  thay đổi theo màu sắc chùm sáng ;  $D_m$  bằng chừng  $138^\circ$  đối với tia đỏ và chừng  $140^\circ$  đối với tia tím.

Nếu ta đứng quay lưng về Mặt Trời và nhìn về phía các giọt nước (H.24.4) thì các tia ló  $J_1R_1, J_2R_2, J_3R_3, \dots$  từ các giọt nước khác nhau này rọi vào mắt. Nhưng vì có hàng triệu triệu giọt nước và các

Mùa hè, sau một cơn mưa rào nhẹ, vào lúc sáng hoặc buổi chiều nắng, đứng quay lưng về phía Mặt Trời và nhìn lên bầu trời, đôi khi ta thấy một dải sáng hẹp hình cung tròn, có bảy màu nổi bật như vẽ trên nền trời. Nhiều khi ta còn trông thấy một cung thứ hai, đồng tâm với cung thứ nhất ở phía ngoài cũng có đủ bảy màu, nhưng hơi kém sáng so với cung thứ nhất. Đó là cầu vồng cùng cái tay vịn (hay cầu vồng ngoài) của nó. Quan sát kĩ, thì thấy ở cầu vồng trong thì mép ngoài có màu đỏ, mép trong có màu tím ; trái lại ở cầu vồng ngoài, màu đỏ lại ở mép trong còn màu tím ở mép ngoài.

Bảy màu của cầu vồng chính là do ánh sáng Mặt Trời bị tán sắc trong các hạt mưa sinh ra. Vì vật tán sắc không phải là một lăng kính, mà là một khối cầu, nên hiện tượng hơi phức tạp hơn so với trong lăng kính.

tia sáng ấy lại tới mắt theo các hướng khác nhau, nên – trừ tia  $J_1R_1$  ở độ lệch cực tiểu – chúng không tạo được ảnh gì rõ nét. Riêng tia  $J_1R_1$  làm với tia tới một góc không đổi  $180^\circ - D$ , đối với mọi giọt nước, nên chúng mới gặp nhau (ở vô cực) và mới cho được một ảnh rõ nét. Giả sử  $M$  là vị trí của mắt. Hình 24.4 cho thấy rằng, các tia sáng  $J_1R_1$  đi từ các giọt nước khác nhau đều làm với phương  $\Delta$  của ánh sáng tới cùng một góc  $42^\circ$  đối với ánh sáng đỏ và  $40^\circ$  đối với ánh sáng tím. Như vậy, các tia cùng màu đỏ, lúc tới mắt phải làm thành một hình nón tròn xoay, mà trục là đường (vẽ chấm gạch trên Hình 24.4) vẽ từ  $M$ , song song với các tia sáng tới. Đối với các giọt nước ở quanh điểm  $A$  (H.24.4) vì mắt nhận được các tia sáng theo phương  $MA$ , nên ta tưởng như các tia sáng ấy được phát đi từ điểm  $A'$  trên nền trời, theo đường tròn đáy của hình nón nói trên. Vì vậy, ta thấy cầu vồng có dạng một cung tròn, cung màu đỏ lớn hơn cung màu tím.



Hình 24.4

Trục của hình nón chính là một tia sáng Mặt Trời, mà hình nón lại ở phía đối diện Mặt Trời đối với người quan sát, nên khi Mặt Trời ở cao trên  $42^\circ$  thì toàn bộ hình nón ở dưới chân trời và ta không quan sát được cầu vồng. Vì vậy, ta chỉ quan sát được cầu vồng khi Mặt Trời ở cao không quá  $40^\circ$ , tức là lúc sáng sớm hoặc lúc chiều. Mặt Trời càng thấp thì phần hình nón lên khỏi chân trời cũng càng lớn và cầu vồng càng to. Khi Mặt Trời ở đúng chân trời thì cầu vồng to nhất, bằng nửa đường tròn. Mặt Trời xuống dưới chân trời thì không trông thấy cầu vồng nữa.