

54 KÍNH THIÊN VĂN

I - Mục tiêu

- Trình bày được tác dụng của kính thiên văn, cấu tạo của kính thiên văn khúc xạ và kính thiên văn phản xạ, cách ngắm chừng và cách sử dụng kính thiên văn khúc xạ.
- Đề xuất được nguyên tắc cấu tạo kính thiên văn cũng như các mô hình cấu tạo kính thiên văn.
- Xây dựng được biểu thức số bội giác của kính thiên văn khúc xạ trong trường hợp ngắm chừng ở vô cực.
- Vẽ được ảnh của vật qua kính thiên văn và kĩ năng tính toán xác định các đại lượng liên quan đến việc sử dụng kính thiên văn khúc xạ.

II - Chuẩn bị

Giáo viên

- Một vài kính thiên văn khúc xạ có các số bội giác khác nhau (nếu có thể).
- Một vài giá quang học, giá đỡ thấu kính và thấu kính hội tụ có các tiêu cự khác nhau (để có thể lắp thành mô hình kính thiên văn khúc xạ).
- Nếu có thể thì chuẩn bị phần mềm mô phỏng liên quan đến nội dung kính thiên văn (ví dụ như : Quang hình học - Mô phỏng và thiết kế...), máy vi tính và máy chiếu đa năng (hay tivi có bộ chuyển đổi từ tín hiệu số sang tín hiệu tương tự (analog)).

Học sinh

Ôn tập về tạo ảnh qua kính hội tụ.

III - Những điều cần lưu ý

1. Kính thiên văn dùng để hỗ trợ cho mắt quan sát các thiên thể cách xa Trái Đất, giúp mắt nhìn ảnh của các thiên thể dưới góc trông lớn hơn nhiều lần so với góc trông trực tiếp. Vì vậy, về nguyên tắc, cấu tạo kính thiên văn cần đáp ứng yêu cầu sau :

- Trước hết, kính phải tạo được ảnh thật của thiên thể tại vị trí gần mắt.
- Sau đó, kính nhìn ảnh thật này dưới góc trông lớn hơn nhiều lần so với góc trông trực tiếp.

2. Do cấu tạo của kính thiên văn, khoảng cách giữa vật kính và thị kính có thể thay đổi, cho nên khi điều chỉnh kính để ngắm chừng, ta dịch chuyển thị kính so với vật kính, sao cho mắt nhìn thấy ảnh cuối cùng qua kính rõ nhất.

3. Số bội giác của kính thiên văn khúc xạ và phản xạ khi ngắm chừng ở vô cực đều được tính qua biểu thức :

$$G_{\infty} = \frac{f_1}{f_2}$$

với f_1 là tiêu cự của vật kính (hay gương), f_2 là tiêu cự của thị kính. Cũng giống như ở kính hiển vi, ở kính thiên văn, năng suất phân li của kính có vai trò hết sức quan trọng và phụ thuộc vào λ (bước sóng của chùm tia chiếu vào vật quan sát) và δ (đường kính mở của vật kính). Để năng suất phân li của kính nhỏ, tức là để kính có thể phân biệt được hai điểm A và B cách nhau một khoảng nhỏ, bên cạnh việc tăng f_1 và giảm f_2 ở mức có thể, người ta chú ý vào việc tăng δ . Việc tăng δ của vật kính ở kính thiên văn khúc xạ khó thực hiện, vì khi δ tăng sẽ dẫn đến trọng lượng của vật kính tăng. Hơn nữa, nếu dùng vật kính có kích thước lớn sẽ khó khắc phục được hiện tượng quang sai. Ngày nay, nhiều kính thiên văn có năng suất phân li lớn là kính thiên văn phản xạ. Vật kính của chúng là gương cầu có δ lớn vì việc tăng δ của gương ở các kính thiên văn phản xạ dễ thực hiện hơn.

Trong thực tế, năng suất phân li của kính thiên văn còn phụ thuộc cả vào chuyển động của các lớp khí trong khí quyển bao quanh Trái Đất. Chuyển động này ảnh hưởng đến ánh sáng từ các ngôi sao chiếu tới. Vì vậy, người ta thường chọn những nơi trên Trái Đất ít chịu ảnh hưởng của các lớp khí trong khí quyển để đặt trạm quan sát thiên văn. Hơn nữa, người ta còn đặt các kính thiên văn trên các con tàu vũ trụ để loại bỏ sự ảnh hưởng này, ví dụ như kính thiên văn Hubble.

4. Dưới đây là ví dụ về một số kính thiên văn dùng trong trường học và dùng trong nghiên cứu vũ trụ.

Kính thiên văn	δ	Năng suất phân li
Kính tại Khoa Vật lí, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội	0,4 m	2,8"
Kính thiên văn Hôp-bon	2,4 m	0,1"
Kính thiên văn "Nam châu Âu" đặt tại Chi-lê	Gương ghép từ bốn gương 8,2 m tương đương với gương 16 m	0,001"

5. Bài "*Kính thiên văn*" là loại bài dạy học về ứng dụng kĩ thuật diễn hình mà ta có thể dạy nó theo cách (con đường) thứ hai. Theo cách này GV có thể phát huy cao độ tính tích cực, tự lực và sáng tạo của HS.

6. Biểu thức số bội giác của kính thiên văn khúc xạ có thể yêu cầu HS tự xây dựng.

7. Khi học cách ngắm chừng ở kính thiên văn khúc xạ, GV cần yêu cầu HS so sánh sự khác biệt trong cách ngắm chừng ở kính thiên văn khúc xạ và ở kính hiển vi.

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

1. Nguyên tắc cấu tạo của kính thiên văn

Để dạy học bài này theo cách (con đường) thứ hai, GV có thể tổ chức hoạt động dạy học theo trình tự sau đây :

GV có thể sử dụng cách đặt vấn đề như trình bày ở phần đầu của bài trong SGK : "*Trong nghiên cứu thiên văn, để quan sát rõ các thiên thể ở cách rất xa Trái Đất, cần phải tạo ra một loại dụng cụ quang hỗ trợ cho mắt sao cho khi nhìn thiên thể qua dụng cụ quang, sẽ thấy ảnh của thiên thể dưới góc trông lớn hơn nhiều lần so với khi nhìn trực tiếp bằng mắt. Về nguyên tắc, dụng cụ quang đó có thể được cấu tạo như thế nào ?*".

Muốn đưa ra nguyên tắc cấu tạo kính thiên văn, GV có thể trao đổi với HS để thống nhất về nguyên tắc cấu tạo kính như đã nêu ra trong SGK : "*Muốn tăng góc trông thì trước hết, phải tạo được một ảnh thật của vật ở vị trí gần nhờ dụng cụ quang thứ nhất. Sau đó, nhìn ảnh này qua dụng cụ quang thứ hai để thấy ảnh cuối cùng dưới một góc trông lớn hơn*".

Từ nguyên tắc cấu tạo trên, GV tổ chức HS thảo luận để xác định dụng cụ quang nào đóng vai trò dụng cụ quang thứ nhất, dụng cụ quang nào đóng vai trò dụng cụ quang thứ hai. HS có thể đề xuất cả ba mô hình : kính thiên văn khúc xạ, kính thiên văn phản xạ và ống nhòm.

Dựa vào kiến thức đã được học ở bài "Kính hiển vi", GV cũng có thể hướng dẫn HS đưa ra nguyên tắc cấu tạo kính theo lập luận sau :

Muốn nhìn ảnh cuối cùng của thiên thể dưới góc trông lớn hơn rất nhiều lần so với khi nhìn trực tiếp bằng mắt, thì ta phải nhìn ảnh trước đó qua kính lúp (như trong trường hợp kính hiển vi) và ảnh đó phải đặt trong khoảng tiêu cự của kính lúp.

Do vậy, trước đó phải sử dụng dụng cụ quang nào đó để tạo ảnh của thiên thể cách kính lúp khoảng vài xentimét.

Theo nguyên tắc cấu tạo này, thì HS chỉ có thể đề xuất hai mô hình : kính thiên văn khúc xạ và kính thiên văn phản xạ. Mô hình ống nhòm sẽ được GV thông báo. Nếu muốn HS đưa ra mô hình ống nhòm thì GV có thể đặt câu hỏi : "Thay cho kính lúp ở mô hình kính thiên văn khúc xạ, ta có thể dùng dụng cụ quang khác được không ?".

Trả lời [C1] : Ta phải tính góc trông α mà mắt người bình thường nhìn trực tiếp Mộc tinh. Kết quả tính cho thấy $\alpha \approx 0,013' < \alpha_{\min} \approx 1'$. Vậy từ Trái Đất, mắt người không thể nhìn thấy Mộc tinh.

Trả lời [C2] :

– Linh kiện quang thứ nhất trong kính thiên văn có thể là gương cầu lõm hay thấu kính hội tụ, vì chúng đáp ứng yêu cầu tạo ảnh thật của vật AB ở vị trí gần, lân cận tiêu điểm của chúng.

– Khi ta nhìn vật AB coi như ở xa vô cùng qua gương cầu lõm hay thấu kính hội tụ, ta sẽ thấy ảnh của nó nằm tại tiêu điểm của gương cầu lõm hay thấu kính hội tụ. Ảnh đó là ảnh thật, ngược chiều với vật.

Trả lời [C3] : Muốn nhìn thấy ảnh của A_1B_1 dưới một góc trông lớn thì ta phải nhìn A_1B_1 qua kính lúp và A_1B_1 phải được đặt cách kính lúp một khoảng nhỏ hơn tiêu cự kính lúp, sát với tiêu điểm vật của kính (tương tự như ở kính hiển vi).

2. Cấu tạo và cách ngắm chừng

Từ việc nắm nguyên tắc cấu tạo của kính hiển vi, GV thông báo về cấu tạo kính và yêu cầu HS dựng ảnh của vật cần quan sát qua kính theo cách ngắm chừng nói chung và cách ngắm chừng ở vô cực (như ở bài "Kính hiển vi").

Trả lời [C4] : Cấu tạo của kính thiên văn khúc xạ và kính hiển vi có những điểm giống và khác nhau. Điểm giống nhau là :

– Cả vật kính và thị kính của chúng đều là thấu kính hội tụ, được đặt đồng trục.

– Thị kính của chúng đều có tiêu cự nhỏ.

Điểm khác nhau thể hiện ở chỗ :

– Vật kính của kính thiên văn khúc xạ có tiêu cự lớn, còn vật kính của kính hiển vi có tiêu cự nhỏ

– Ở kính hiển vi, khoảng cách giữa vật kính và thị kính cố định, còn ở kính thiên văn khúc xạ thì khoảng cách này thay đổi được.

Trả lời [C5] : Khi ngắm chừng ở kính hiển vi, ta cần đưa toàn bộ ống kính (gồm vật kính và thị kính) lại gần hay ra xa vật, còn khi ngắm chừng ở kính thiên văn khúc xạ, ta điều chỉnh thị kính lại gần hay ra xa vật kính. Có sự khác nhau trong việc điều chỉnh khi ngắm chừng ở hai kính là do : Ở kính hiển vi, khoảng cách từ vật đến kính rất nhỏ, còn ở kính thiên văn khoảng cách này rất xa. (Trong trường hợp kính thiên văn, việc di chuyển toàn bộ kính như kính hiển vi không có tác dụng, vì ảnh qua vật kính luôn nằm trên tiêu diện ảnh của vật kính).

3. Số bội giác của kính thiên văn

GV có thể yêu cầu HS xây dựng biểu thức số bội giác của kính thiên văn khúc xạ trong trường hợp ngắm chừng ở vô cực.

Để hỗ trợ cho việc dạy học các nội dung về "Nguyên tắc cấu tạo kính thiên văn", "Cấu tạo và cách ngắm chừng" GV có thể sử dụng các phần mềm mô phỏng có nội dung liên quan (ví dụ như phần mềm "Quang hình học - Mô phỏng và thiết kế").

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

Câu hỏi

1. Xem mục 1 SGK.

2. Xem mục 2 SGK.

3. Nội dung cách ngắm chừng đã trình bày ở SGK.

Sự khác biệt về điều chỉnh kính khi ngắm chừng ở kính hiển vi và kính thiên văn là ở chỗ : Để ảnh cuối cùng nằm trong khoảng thấy rõ của mắt

thì ở kính hiển vi, ta phải điều chỉnh đưa toàn bộ ống kính (gồm vật kính và thị kính) đến gần hoặc ra xa vật, còn ở kính thiên văn thì ta phải điều chỉnh thị kính đến gần hoặc ra xa vật kính.

- 4.** Nội dung câu trả lời đối với kính thiên văn khúc xạ đã được trình bày ở SGK. Việc xây dựng biểu thức số bội giác kính thiên văn phản xạ trong trường hợp ngắm chừng ở vô cực cũng tương tự như việc xây dựng biểu thức số bội giác kính thiên văn khúc xạ.

Bài tập

1. A.

2. $L = f_1 + f_2 = 1,24 \text{ m} ; G_\infty = 30.$

Khi ngắm chừng ở vô cực thì tiêu điểm ảnh của vật kính trùng với tiêu điểm vật của thị kính, cho nên khoảng cách giữa hai kính $L = f_1 + f_2$.

Để tính số bội giác khi ngắm chừng ở vô cực, chỉ cần áp dụng công thức

$$G_\infty = \frac{f_1}{f_2}$$

3. a) $f_1 = 60 \text{ cm} ; f_2 = 2 \text{ cm} ;$ b) $0,6 \text{ cm.}$

a) Điều kiện đầu bài cho là điều kiện ngắm chừng ở vô cực. Từ điều kiện này ta xây dựng được hệ phương trình :

$$\begin{cases} f_1 + f_2 = 62 \text{ cm} \\ \frac{f_1}{f_2} = 30 \end{cases}$$

Giải hệ, ta xác định tiêu cự của vật kính và thị kính là $f_1 = 60 \text{ cm} ; f_2 = 2 \text{ cm.}$

b) Đường kính của ảnh Mặt Trăng cho bởi vật kính chính là đường kính ảnh A_1B_1 .

Có $\alpha_0 \approx \tan \alpha_0 = \frac{A_1B_1}{f_1}$. Từ biểu thức này ta tính được A_1B_1 .

4. $G \geq 35,7.$

Bài tập này được đưa vào vì nó là một sự kiện lịch sử về thiên văn.

Để tính số bội giác tối thiểu G của kính mà Ga-li-lê dùng, ta cần tính độ lớn góc α_0 . Sau đó tính G qua biểu thức :

$$G \geq \frac{\alpha}{\alpha_0}$$

Ở biểu thức này, cần lấy giá trị của α đúng bằng giá trị của $\varepsilon \approx 1'$ (năng suất phân li của mắt).