

Trần Định Tường, Hoàng Hồng Hải

BÀI TẬP
QUANG KỸ THUẬT



NHÀ XUẤT GIÁO DỤC - 2008

www.lib.hau.edu.vn - www.lib.hau.edu.vn - www.lib.hau.edu.vn - www.lib.hau.edu.vn

MỤC LỤC

	<i>Trat</i>
Nội dung 1- Xác định các thông số quang của hệ	
Nội dung 2- Xác định quang sai bậc ba của hệ quang	1
Nội dung 3- Tính các viên vật kính	2
Nội dung 4 - Tính các vật kính	3
Nội dung 5 - Tính thị kính Ramden	3
Nội dung 6 - Tính thị kính Huygen	6
Nội dung 7 - Tính kính đeo mắt	6
Nội dung 8 - Tính các đặc tính của màng mỏng quang học	7
Phụ lục	7
Tài liệu tham khảo và trích dẫn	11

Nội dung 1

XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ QUANG CỦA HỆ

1. CÁC THÔNG SỐ CẤU TẠO VÀ CÁC THÔNG SỐ QUANG CỦA HỆ

Các hệ quang gồm các thấu kính, gương, lăng kính, bản song song...
Mỗi hệ gồm hai thông số chính: thông số cấu tạo và thông số quang.

Các thông số cấu tạo gồm có:

- Số mặt cầu k
- Bán kính cong của các mặt cầu r_i
- Chiết suất trước các mặt cầu n_i
- Chiết suất sau các mặt cầu n'_i
- Khoảng cách giữa các mặt cầu d_i

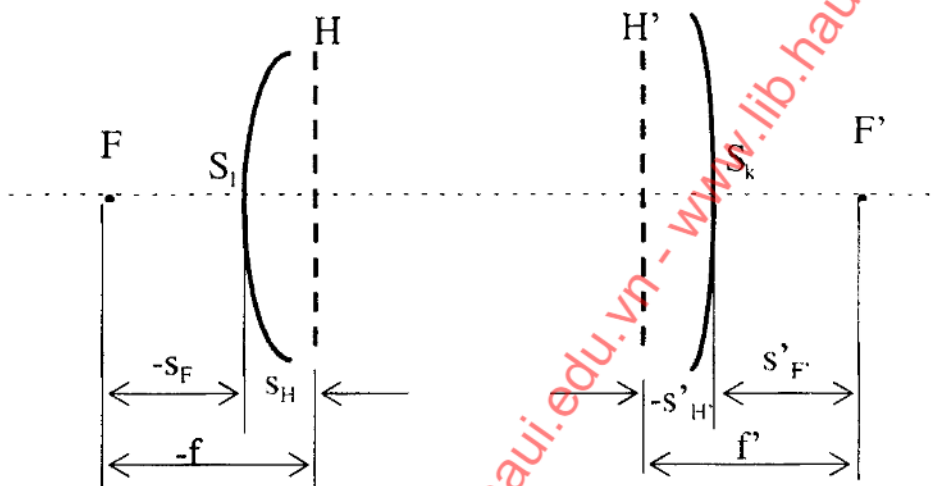
Các thông số quang của hệ:

- | | | | |
|------------------------------------|-----------|---|----------|
| - Tiêu cự thứ hai: | f' | = | $H'F'$ |
| - Tiêu cự đỉnh thứ hai: | $s'_{F'}$ | = | $S_k F'$ |
| - Vị trí mặt phẳng chính thứ hai: | $s'_{H'}$ | = | $S_k H'$ |
| - Tiêu cự thứ nhất : | f | = | HF |
| - Tiêu cự đỉnh thứ nhất: | s_F | = | $S_1 F$ |
| - Vị trí mặt phẳng chính thứ nhất: | s_H | = | $S_1 H$ |

Trong đó H và H' là mặt phẳng chính thứ nhất và thứ hai. F và F' là tiêu điểm thứ nhất và tiêu điểm thứ hai. S_1 là đỉnh mặt cầu thứ nhất. S_k là đỉnh mặt cầu thứ nhất cuối cùng của hệ. Hình 1.1- mô tả các thông số quang của hệ nhiều mặt cầu.

2. HỆ NHIỀU MẶT CẦU TƯƠNG ĐƯƠNG

Mỗi hệ nhiều mặt cầu bán kính r_i , chiết suất n_i , các khoảng cách d_i giữa các mặt cầu được mô phỏng bằng hệ nhiều mặt cầu tương đương với các thông số quang: tiêu cự f, f' ; tiêu cự đỉnh s_F, s'_F và vị trí các mặt phẳng chính H, H' (s_H, s'_H)



Hình 1.1 - Hệ nhiều mặt cầu tương đương

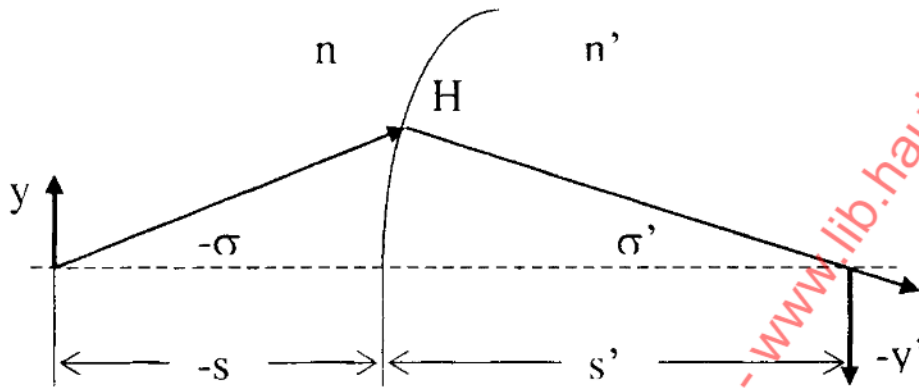
3. CÁC KÍ HIỆU VỀ DẤU CỦA GÓC VÀ ĐOẠN THẲNG

Để hạn chế nhầm lẫn khi tính truyền ánh sáng qua hệ quang nhiều mặt cầu cần quy ước thống nhất về dấu của các góc và của đoạn thẳng.

Quy ước dấu của các góc:

- Các góc tới, phản xạ và khúc xạ mang dấu dương khi quay các tia sáng theo chiều quay kim đồng hồ về trùng với pháp tuyến góc nhỏ hơn 90° . Ngược lại, khi quay các tia sáng theo chiều quay ngược chiều kim đồng hồ về trùng với pháp tuyến góc nhỏ hơn 90° thì các góc đó mang dấu âm.

- Góc nhỏ hơn 90° lập bởi tia sáng và trục quang mang dấu dương khi tia sáng truyền từ trên xuống dưới và từ trái sang phải (góc σ' - hình 1.2). Ngược lại, góc mang dấu âm khi tia sáng truyền từ dưới lên trên và cũng từ trái sang phải (góc σ - hình 1.2).



Hình 1.2- Quy ước về dấu của góc và đoạn thẳng

Quy ước dấu của các đoạn thẳng:

* Các đoạn thẳng theo chiều tia sáng từ trái sang phải có điểm đầu nằm trước thì đoạn đó mang dấu dương (khoảng cách ảnh s' - hình 1.2), ngược lại, có điểm đầu nằm sau thì đoạn đó mang dấu âm (khoảng cách vật s - hình 1.2). Cũng theo quy ước này thì:

- Bán kính các mặt cầu mang dấu dương khi đỉnh cầu nằm trước tâm cầu và mang dấu âm khi đỉnh cầu nằm sau tâm cầu.
- Khoảng cách giữa các mặt cầu luôn mang dấu dương.
- Tiêu cự thứ hai hệ hội tụ ($D' > 0$) mang dấu dương vì F' nằm sau H' .
- Tiêu cự thứ hai hệ phân kỳ ($D' < 0$) mang dấu âm vì F' nằm trước H' .

* Các đoạn thẳng nằm trên và vuông góc với trục quang mang dấu dương (vật y – hình 1.2). Các đoạn thẳng nằm dưới và vuông góc với trục quang mang dấu âm (ảnh y' – hình 1.2).

4. CÁCH XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ QUANG

Bài toán sẽ là: Cho các thông số kết cấu: n_i, r_i, d_i, k , lập trình tính các thông số quang: $f, f', s_F, s'_F, s_H, s'_H$.

4.1 Cách thứ nhất:

Theo [4] thì:

- Tiêu cự thứ hai

$$f' = \left[s'_1 \prod_{i=2}^{i=k} \frac{s'_i}{s_i} \right]_{s_1 = -\infty} \quad (1.1)$$

- Tiêu cự đỉnh thứ hai

$$s'_F = s'_k \quad \text{khí } s_1 = -\infty \quad (1.1a)$$

- Vị trí mặt phẳng chính thứ hai

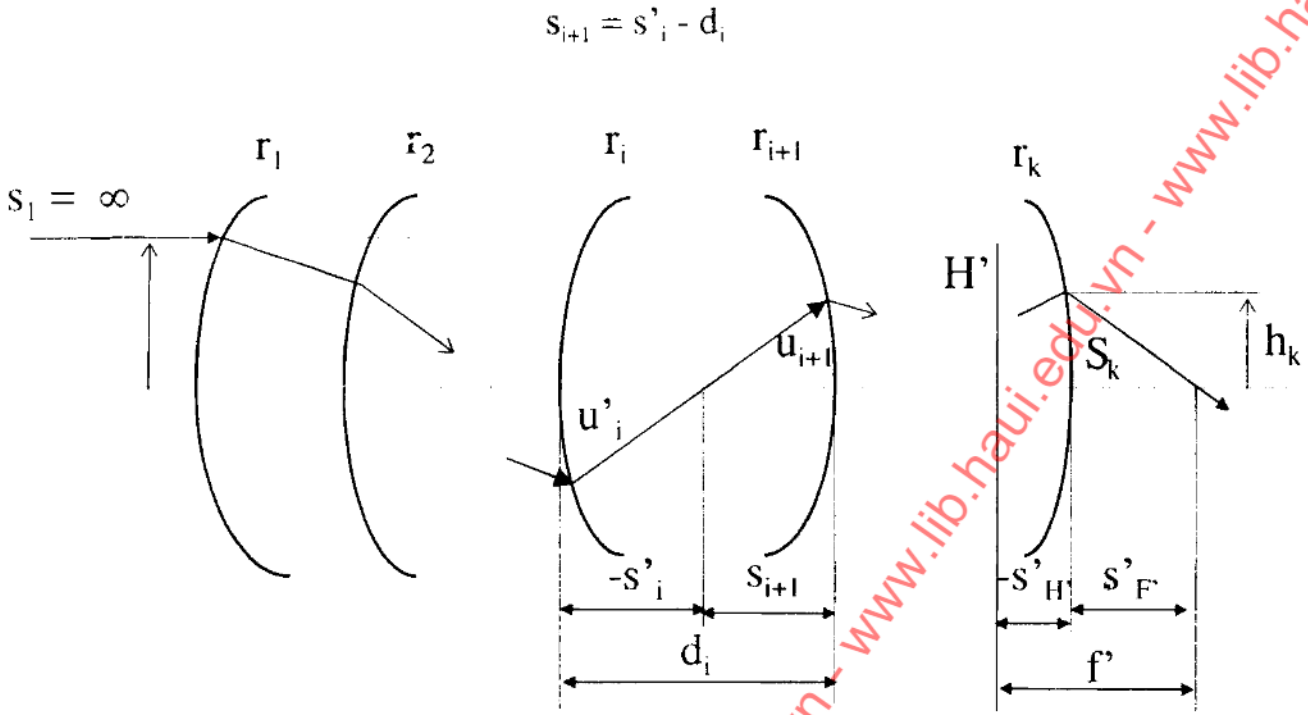
$$S_k H'_k = s'_H = s'_F - f' \quad (1.1b)$$

Để tính tiêu cự f' theo (1.1) cần lần lượt tìm các khoảng cách ảnh s'_i từ mặt thứ nhất đến mặt thứ k theo:

$$s'_i = \frac{n'_i}{\frac{n_i}{s_i} + \frac{n'_i - n_i}{r_i}} \quad (1.2)$$

Khi chuyển từ mặt trước sang mặt kế tiếp sau cần sử dụng các công thức chuyển tiếp:

$$n'_i = n_{i+1}$$



Hình 1.3- Các thông số kết cấu và thông số quang của nhiều mặt cầu

- Tiêu cự thứ nhất f , tiêu cự đỉnh thứ nhất s_F và vị trí mặt phẳng chính thứ nhất s_H cũng được tính như trên nhưng theo chiều tia sáng đi ngược lại.

4.2 Cách thứ hai:

Theo [4]

- Tiêu cự thứ hai

$$f' = h_l \cdot \frac{n'_k}{\Gamma'_k} \quad (1.3)$$

- Tiêu cự đỉnh thứ hai

$$s'_{F'} = h_k \cdot \frac{n'_k}{\Gamma'_k} \quad (1.4)$$

- Vị trí mặt phẳng chính thứ hai

$$S_k H' = s'_{H'} = s'_F - f' \quad (1.5)$$

Để sử dụng các công thức (1.3), (1.4) và (1.5) phải lần lượt tìm các I'_i từ mặt thứ nhất đến mặt thứ k , theo:

$$I'_i = I_i + \frac{n'_i - n_i}{r_i} h_i \quad (1.6)$$

trong đó: $I'_i = n'_i \cdot u'_i$

$$I_i = n_i \cdot u_i$$

h_i – chiều cao từ điểm gặp của tia sáng với mặt cầu thứ i đến trục quang.

r_i – bán kính cong mặt cầu thứ i .

Khi chuyển từ mặt trước sang mặt kế tiếp sau cần sử dụng các công thức chuyển tiếp:

$$n'_i = n_{i+1} ; \quad u_{i+1} = u'_i ; \quad I_{i+1} = I'_i$$

và
$$h_{i+1} = h_i - \frac{d_i}{n'_i} I'_i \quad (1.7)$$

- Tiêu cự thứ nhất f , tiêu cự đỉnh thứ nhất s_F và vị trí mặt phẳng chính thứ nhất s_H cũng được tính như trên nhưng theo chiều tia sáng đi ngược lại.

Hai điểm cần lưu ý:

- Khi $s_1 = -\infty$ (để tính tiêu cự) thì:

$$I_i = \frac{n_i \cdot h_i}{s_1} = 0$$

- Trong hệ có gương cầu bán kính r_i thì thay $n'_i = -n_i$. Như vậy :

$$I'_1 = I_1 + \frac{2n_1}{(-r_1)} h_1 \quad (1.8)$$

Khi tính các thông số quang f , s_f và s_{H1} và sử dụng các công thức (1.3) đến (1.8) phải tính theo hành trình ngược của tia sáng từ phải sang trái.

5- VÍ DỤ 1

Xác định các thông số quang của viên vật kính có các thông số cho trước:

Các bán kính cong: $r_1 = 230 \text{ mm}$; $r_2 = -360 \text{ mm}$; $r_3 = -1080 \text{ mm}$.

Chiết suất thấu kính đứng trước $n = 1,690$

Chiết suất thấu kính đứng sau $n = 1,54$

Bề dày thấu kính đứng trước $d = 10 \text{ mm}$

Bề dày thấu kính đứng sau $d = 5 \text{ mm}$.

1- Xác định thông số quang thứ hai của hệ

Số liệu có trước $r_1 = 230$; $r_2 = -360$; $r_3 = -1080$

$n_1 = 1$; $n_2 = 1,69$; $n_3 = 1,54$; $n_4 = 1$

$d_1 = 10$; $d_2 = 5$.

Áp dụng các công thức (1.3) đến (1.6) để tính thông số thứ hai. Chọn $h_1 = 100$ ta có:

$$I_1 = 0$$

$$I_2 = I_1 + [(n_2 - n_1) h_1] / r_1 = 0 + [(1,69 - 1).100] / 230 = 0,3$$

$$h_2 = h_1 - d_1 I_2 / n_2 = 100 - (10 \cdot 0,3) / 1,69 = 98,22$$

$$I_3 = I_2 + [(n_3 - n_2) h_2] / r_2 = 0,3 + [(1,54 - 1,69).98,22] / (-360) = 0,341$$