Expt No - 3 Date:

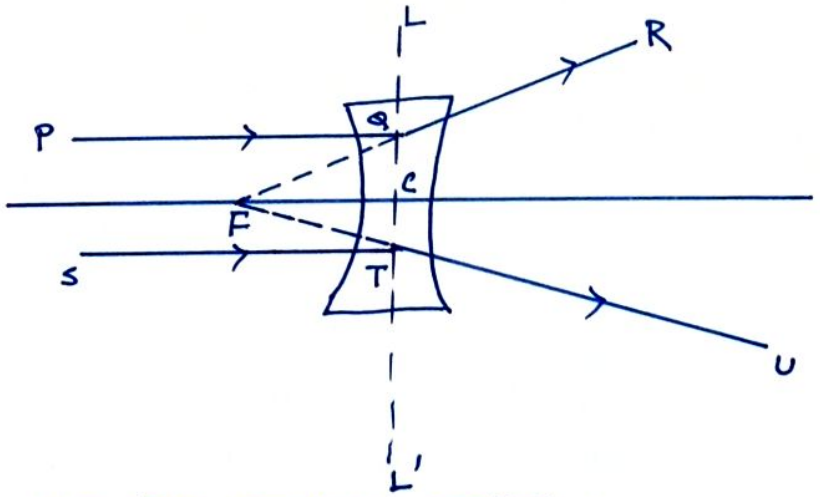
সমবায় পদ্ধতিতে অবতল লেন্সের ফোকাস দৈর্ঘ্য নির্ণয়

মূলতত্ত্ব:

ফোকাস দৈর্ঘ্য:- লেন্সের প্রধান অক্ষের সমান্তরাল আলোক রশ্মিগুচ্ছ লেন্স কর্তৃক প্রতিসৃত হয়ে অন্য কোন বিন্দুতে মিলিত হলে (প্রধান অক্ষের উপর) বা অন্য কোন বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হলে, (প্রধান অক্ষের উপর) প্রধান অক্ষের উপর অবস্থিত এই বিন্দুটিকে লেন্সের মুখ্য ফোকাস বলে। আলোক কেন্দ্র থেকে মুখ্য ফোকাসের দূরত্বকে ফোকাস দৈর্ঘ্য বলে।

অবতল লেন্সের ক্ষেত্রে বলা যায় যে, লেন্সের প্রধান অক্ষের সমান্তরাল আলোকরশ্মিগুচ্ছ লেন্স কর্তৃক প্রতিসৃত হয়ে, লেন্সের প্রধান অক্ষস্থিত যে বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়, সেই বিন্দুকে অবতল লেন্সের ফোকাস বলে। আলোক কেন্দ্র থেকে ফোকাসের দূরত্বকে ফোকাস দূরত্ব বলে।

একক: cgs পদ্ধতিতে এর একক সেমি।
SI পদ্ধতিতে এর এককে মিটার।



CF হল ফোকাস দূরত্ব।

চিত্রের বর্তমান নিয়ম অনুসারে অবতল লেন্সের

ফোকাস দৈর্ঘ্য ঋণাত্মক (−ve) এবং উত্তল লেন্সের ফোকাস দৈর্ঘ্য ধনাত্মক (+ve)।

f_1 ফোকাস দৈর্ঘ্যের একটি উত্তল লেন্স ও f_2 ফোকাস দৈর্ঘ্যের একটি অবতল লেন্স যদি একত্রে যুক্তভাবে রাখা হয় এবং f_1 এর মান f_2 এর মান অপেক্ষা কম হয় তাহলে লেন্সের এই সমবায় উত্তল লেন্সের মত কাজ করে। এই লেন্স সমবায়ের তুল্য ফোকাস F হলে

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{-f_2} = \frac{1}{f_1} - \frac{1}{f_2}$$ [∵ অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ঋণাত্মক।]

$$\Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f_1} - \frac{1}{F}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{F - f_1}{F f_1}$$

$$\Rightarrow f_2 = \frac{F f_1}{F - f_1}$$

এখন f_1 ও F এর মান সরণ পদ্ধতিতে মেপে নিয়ে f_2 নির্ণয় করা যায়। যদি বস্তু ও পর্দার মধ্যে দূরত্ব (D) উত্তল লেন্সের ফোকাস দৈর্ঘ্যের চারগুণের বেশী হয় তাহলে লেন্সের দুটি ভিন্ন অবস্থানে পর্দায় সুস্পষ্ট প্রতিবিম্ব পাওয়া যায়। লেন্সের এই দুই অবস্থানের মধ্যে সরণ x হলে উত্তল লেন্সের ফোকাস দৈর্ঘ্যের মান হয়,

$$f = \frac{D^2 - x^2}{4D}$$

f_1 ও F এর মান নির্ণয় করে অবতল লেন্সের ফোকাস দৈর্ঘ্য নির্ণয় করা যায়।

লেন্সের ক্ষমতা : একটি লেন্সের ক্ষমতা বলতে আমরা বুঝি, ওই লেন্স তার উপর আপতিত একটি সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছকে কত বেশি অভিসারী বা অপসারী রশ্মিগুচ্ছে পরিণত করতে পারে।

লেন্সের ক্ষমতার এককে ডায়োপ্টার বলে।

অর্থাৎ, $P = \frac{1}{\text{metre একক ফোকাস দূরত্ব}}$ dioptre (m^{-1})

$= \frac{100}{\text{cm একক ফোকাস দূরত্ব}}$ dioptre (cm^{-1})

$$P(\text{dioptre}) = \frac{1}{f(\text{metre})} = \frac{100}{f(\text{centimetre})}$$

উত্তল লেন্সের ক্ষমতা ধনাত্মক (+ve) এবং অবতল লেন্সের ক্ষমতা ঋণাত্মক (−ve) ধরা হয়।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :

আলোকীয় বেঞ্চ (optical Bench), পরীক্ষাধীন অবতল লেন্স, উপযুক্ত ফোকাস দূরত্বের উত্তল লেন্স, স্ট্যান্ড, সূচক দন্ড, মিটার স্কেল ইত্যাদি।

পরীক্ষালব্ধ ফলাফল:

(A) বস্তু স্ট্যান্ড ও পর্দা স্ট্যান্ডের মধ্যে সূচক একটি শূন্য।

(B) উত্তল লেন্সের ● ফোকাস দৈর্ঘ্য f_1 এর সা·খ্যমান নির্ণয়

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	বস্তুর অবস্থান O (cm)	পর্দার অবস্থান S (cm)	বস্তু ও পর্দার দূরত্ব D = S − O (cm)	বস্তু ও পর্দার দূরত্বের গড় D′ (cm)	লেন্সের প্রথম অবস্থান L_1 (cm)	গড় L_1 (cm)	লেন্সের দ্বিতীয় অবস্থান L_2 (cm)	গড় L_2 (cm)	অন্তর $x = L_2 - L_1$ (cm)	$f_1 = (D'^2 - x^2)/4D'$ (cm)	গড় f_1 (cm)
1	23.0	83.0	60.0	60.0	36.8	36.8	69.1	69.1	32.3	10.653	
	23.0	83.0	60.0		36.8		69.1				
	23.0	83.0	60.0		36.8		69.1				
	23.0	83.0	60.0		36.8		69.1				
	23.0	83.0	60.0		36.8		69.1				
2	23.0	103.0	80.0	80.0	35.7	35.7	90.8	90.8	55.1	10.512	10.5883
	23.0	103.0	80.0		35.7		90.7				
	23.0	103.0	80.0		35.7		90.9				
	23.0	103.0	80.0		35.7		90.9				
	23.0	103.0	80.0		35.7		90.7				
3	23.0	123.0	100.0	100.0	35.3	35.3	111.3	111.2	75.9	10.60	
	23.0	123.0	100.0		35.4		111.3				
	23.0	123.0	100.0		35.4		111.1				
	23.0	123.0	100.0		35.2		111.2				
	23.0	123.0	100.0		35.2		111.1				

(৫) লেন্স সমবায়ের ফোকাস দৈর্ঘ্য (F) এর সাধ্যমান নির্ণয় :

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	বস্তুর অবস্থান O (cm)	পর্দার অবস্থান S (cm)	বস্তু ও পর্দার দূরত্ব D (cm)	বস্তু ও পর্দার গড় দূরত্ব D' (cm)	লেন্স সমবায়ের প্রথম অবস্থান L_1 (cm)	গড় L_1 (cm)	লেন্স সমবায়ের দ্বিতীয় অবস্থান L_2 (cm)	গড় L_2 (cm)	সরণ $x = L_2 - L_1$ cm	$F = (D'^2 - x^2)/4D'$ cm	গড় F (cm)
1	23.0	93.0	70.0	70.0	49.8	49.7	66.2	66.3	16.6	16.52	16.73
	23.0	93.0	70.0		49.9		66.4				
	23.0	93.0	70.0		49.7		66.2				
	23.0	93.0	70.0		49.6		66.3				
	23.0	93.0	70.0		49.6		66.4				
2	23.0	103.0	80.0	80.0	46.6	46.6	78.5	78.6	32.0	16.80	
	23.0	103.0	80.0		46.5		78.5				
	23.0	103.0	80.0		46.6		78.6				
	23.0	103.0	80.0		46.7		78.7				
	23.0	103.0	80.0		46.5		78.7				
3	23.0	123.0	100.0	100.0	44.4	44.4	101.4	101.4	57.0	16.87	
	23.0	123.0	100.0		44.3		101.3				
	23.0	123.0	100.0		44.4		101.3				
	23.0	123.0	100.0		44.4		101.5				
	23.0	123.0	100.0		44.5		101.5				

গণনা

উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব (f_1)

প্রথম পর্যবেক্ষণ $f_1 = \frac{(60^2 - 32.3^2)}{4\times60} = 10.653$

দ্বিতীয় " $f_1 = (80^2 - 55.1^2)/4\times80 = 10.512$

তৃতীয় " $f_1 = (100^2 - 75.9^2)/4\times100 = 10.60$

গড় $f_1 = \frac{10.653 + 10.512 + 10.60}{3} = 10.5883$ cm

লেন্স সমবায়ের ফোকাস দূরত্ব (F)

প্রথম পর্যবেক্ষণ $F = (70^2 - 16.6^2)/4\times70 = 16.52$

দ্বিতীয় " $F = (80^2 - 32^2)/4\times80 = 16.80$

তৃতীয় " $F = (100^2 - 57^2)/4\times100 = 16.87$

গড় $F = (16.52 + 16.80 + 16.87) \div 3 = 16.73$ cm

সুতরাং $f_1 = 10.5883$ cm, $F = 16.73$ cm

$$f_2 = \frac{Ff_1}{F - f_1} = \frac{16.73\times10.5883}{(16.73 - 10.5883)} = 28.84 \text{ cm}$$

∴ অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব = -28.84 cm

অবতল লেন্সের ক্ষমতা $P = \frac{100}{-28.84}$ ডায়প্টার

$= -3.467$ ডায়প্টার

আলোচনা :

i) ফোকাস দৈর্ঘ্য f_1 বা F নির্ণয়ে আনুপাতিক ভুল কম হয় যখন সরণ x কম হয়। তাই D এর মান ফোকাস দৈর্ঘ্যের চারগুণের বেশী কিন্তু চারগুণের কাছাকাছি নিতে হয়।

ii) D কে সামান্য বাড়ালে x এর মান অনেক পরিবর্তিত হয়, তাই D এর মান প্রতি ধাপে 5 cm এর বেশী পরিবর্তন করতে নেই।

iii) x এর মানে সূচক ত্রুটি আপনা আপনি দূর হয়ে যায়।

iv) উত্তল লেন্সের ফোকাস দৈর্ঘ্য f_1 অবতল লেন্সের ফোকাস দৈর্ঘ্য অপেক্ষা কম হতে হবে। তা না হলে সমবায় লেন্স উত্তল লেন্সের ন্যায় অভিসরণ করবে না এবং কোন অদৃবিম্ব পাওয়া যাবে না।

v) f_1 এর মান f_2 এর চেয়ে অল্প কম হলে F এর মান অনেক বেশী হবে। সেক্ষেত্রে f_2 এর পরিমাপে আনুপাতিক ভুল কম হবে।

—— o ——