प्रयोग 10

उद्देश्य

***u* तथा *v* अथवा 1/*u* तथा 1/*v* के बीच ग्राफ़ आलेखित करके उत्तल लेंस की फ़ोकस दूरी ज्ञात करना।**

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री

प्रकाशीय बेंच, तीक्ष्ण नोक वाली सूइयाँ (पिन)-दो, 20 cm से कम फ़ोकस दूरी का उत्तल लेंस, अपराइट (क्लैंप सहित) - तीन, सूचकांक सूई (बुनने की सलाई ले सकते हैं) मीटर स्केल पैमाना, स्पिरिट लेविल।

पद तथा परिभाषाएँ

1. किसी लेंस का *मुख्य अक्ष* उसके दोनों पृष्ठों के वक्रता केंद्रों से गुजरने वाली सरल रेखा होती है।
2. *प्रकाशिक केंद्र* वह बिंदु है जिससे होकर कोई किरण लेंस से बिना विचलित हुए गुजरती है।
3. *मुख्य* फ़ोकस वह बिंदु है जहाँ मुख्य अक्ष के समांतर किरणें लेंस (उत्तल) से गुजरने के पश्चात् फ़ोकसित होती हैं अथवा लेंस (अवतल) से गुजरने के पश्चात् निकलती प्रतीत होती हैं।
4. लेंस के प्रकाशिक केंद्र तथा फोकस के बीच की दूरी फ़ोकस *दूरी* होती है।
5. *ग्राफ़ का अंत: खंड* यदि कोई *ग्राफ़* x-अक्ष और/अथवा y-अक्ष का प्रतिच्छेदन करता है तो मूल बिंदु से अपरोधन बिंदु के बीच की लंबाई *ग्राफ़* के अंत: खंड होते हैं।

पतले लेंसों द्वारा बने किसी प्रतिबिंब की स्थिति ज्ञात करने की ग्राफ़ीय विधि

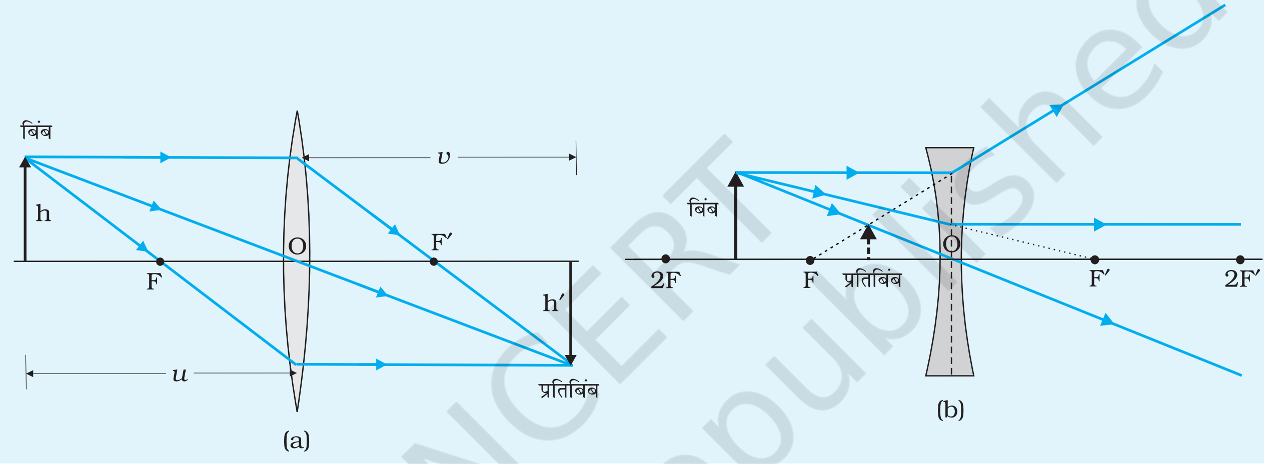
किसी बिंब के प्रत्येक बिंदु से निकलने वाली किरण के अपवर्तन पर विचार करके ग्राफ़ीय विधि से लेंस द्वारा बने प्रतिबिंब की स्थिति का पता लगाया जा सकता है। निम्नलिखित तीन

© NCERT not to be republished

किरणों में से किन्ही दो किरणों को चुनकर पता लगाना अधिक सरल होता है (चित्र 10.1)।

1. बिंब के सिरे से निकली किरण जो लेंस के मुख्य अक्ष के समांतर होती हैं अपवर्तन के पश्चात् लेंस के द्वितीय मुख्य फ़ोकस F′ (उत्तल लेंस में) से गुजरती हैं अथवा प्रथम मुख्य फ़ोकस F से अपसारित होती (अवतल लेंस में) प्रतीत होती हैं।

2. बिंब के सिरे से लेंस के प्रकाशिक केंद्र पर आपतित किरण लेंस से बिना विचलित हुए निकल जाती है। इसका कारण यह है कि केंद्र के निकट लेंस काँच के स्लैब की भांति व्यवहार करता है।



चित्र E 10.1 *(a) उत्तल लेंस तथा (b) अवतल लेंस द्वारा बने प्रतिबिम्ब की स्थिति का पता लगाने के लिए किरण अनुरेखण*

3. बिंब के उसी बिंदु से निकलने वाली वह किरण जो प्रथम मुख्य फ़ोकस F (उत्तल लेंस में) से गुजरती है अथवा द्वितीय मुख्य फ़ोकस F′ से गुजरती प्रतीत (अवतल लेंस में) होती है। अपवर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के समांतर निर्गत होती है।

सिद्धांत

फ़ोकस दूरी f के पतले उत्तल लेंस के प्रकाशिक केंद्र से u दूरी पर स्थित किसी बिंब का वास्तविक तथा उल्टा प्रतिबिंब लेंस के दूसरी ओर प्रकाशिक केंद्र से v दूरी पर बनता है। इन दूरियों के बीच निम्नलिखित संबंध है–

(E 10.1)
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$$

नयी कार्तीय चिह्न परिपाटी (*NCERT की कक्षा XII के लिए भौतिकी की पाठ्यपुस्तक भाग-2, पृष्ठ 313 पर देखिए*) के अनुसार u ऋणात्मक परन्तु v धनात्मक होता है [चित्र 10.2 (a) तथा (b)]। अत: u तथा v के परिणामों के लिए समीकरण (E 10.1) निम्नलिखित रूप धारण कर लेती है

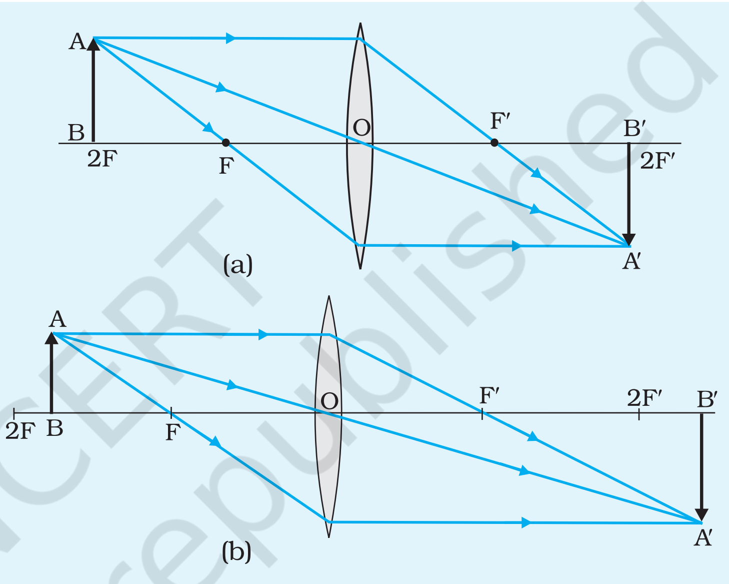
© NCERT not to be republished

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u} \qquad \text{(E 10.2)}$$

अथवा, $$f = \frac{uv}{u+v} \qquad \text{(E 10.3)}$$

इस परिणाम में u तथा v के धनात्मक मान प्रतिस्थापित किये जाते हैं।

समीकरण (E 10.2) यह दर्शाती है कि $\frac{1}{v}$ तथा $\frac{1}{u}$ के बीच ग्राफ़ ऋण प्रवणता की सरल रेखा होती है। यदि $\frac{1}{v}$ शून्य है अथवा $\frac{1}{u}$ शून्य है, तो क्रमश $\frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ अथवा $\frac{1}{v} = \frac{1}{f}$ होगा। इस ग्राफ़ के दोनों अक्षों पर अंत: खंड $\frac{1}{f}$ हैं। u तथा v के बीच ग्राफ अतिपरवलय होता है। जब $u = v$ होता है तो ये दोनों ही $2f$ के बराबर होते हैं। समीकरण (E 10.3) यह दर्शाती है कि u तथा v के मान अंतर्बदल हैं।



चित्र E 10.2 (a), (b) *उत्तल लेंस द्वारा प्रतिबिंब बनना (a) $u = 2f$ तथा (b) $2f > u > f$.*

जब कोई बिंब (जैसे, कोई पिन) किसी उत्तल लेंस के सामने $2f$ के बराबर दूरी पर रखा जाता है, तो उसी साइज़ का उसका वास्तविक तथा उल्टा प्रतिबिंब लेंस के दूसरी ओर लेंस से $2f$ के बराबर दूरी पर बनता है [चित्र E 10.2 (a)]। यदि बिंब की स्थिति लेंस के प्रकाशिक केंद्र से f तथा $2f$ के बीच है तब वास्तविक, उल्टा तथा आवर्धित प्रतिबिंब लेंस के दूसरी ओर उस बिंदु पर बनता है जिसकी लेंस के प्रकाशिक केंद्र से स्थिति $2f$ से परे होती है [चित्र 10.2 (b)]।

इस प्रकार, u तथा v दूरियाँ मापकर उत्तल लेंस की फ़ोकस दूरी समीकरण E 10.3 द्वारा परिकलित की जा सकती है। लेंस की फ़ोकस दूरी का निर्धारण u तथा v अथवा $1/u$ तथा $1/v$ के बीच ग्राफ़ आलेखित करके भी किया जा सकता है।

कार्यविधि

1. किसी दूरस्थ बिंब का प्रतिबिंब पतले उत्तल लेंस द्वारा फ़ोकसित करके लेंस की सन्निकट फोकस दूरी प्राप्त कीजिए। इसे सूर्य अथवा किसी दूरस्थ वृक्ष का प्रतिबिंब लेंस के दूसरी ओर स्थित समतल दीवार अथवा मोटे कागज़ की शीट जैसे किसी पर्दे पर स्पष्ट प्रतिबिंब प्राप्त करके तथा लेंस एवं पर्दे के बीच की दूरी स्केल से मापकर प्राप्त किया जा सकता है। यह दूरी उत्तल लेंस की फ़ोकस दूरी f का सन्निकट आकलन होता है।

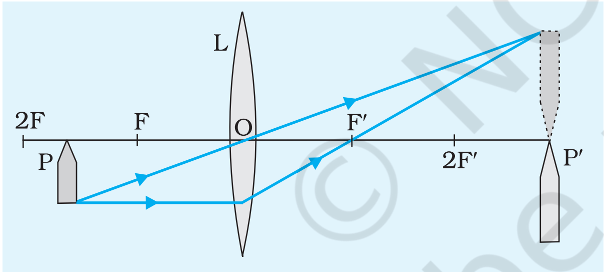
© NCERT not to be republished

नोट: सूर्य के प्रतिबिंब को सीधे मत देखिए, इससे आपके नेत्र क्षतिग्रस्त हो सकते हैं।

2. प्रकाशीय बेंच को किसी दृढ़ मेज अथवा प्लेटफार्म पर रखिए। स्पिरिट लेवल तथा बेंच के आधार पर लगे समतल पेंचों की सहायता से इसे क्षैतिज बनाइए।

3. एक अपराइट में उत्तल लेंस क्लैंप कीजिए तथा इसे प्रकाशीय बेंच के लगभग मध्य में ऊर्ध्वाधरत: इस प्रकार आरोपित कीजिए कि उत्तल लेंस का मुख्य अक्ष प्रकाशीय बेंच के समांतर हो। इस स्थिति में लेंस प्रकाशीय बेंच के लंबवत तल में होगा।

4. सूचकांक संशोधन के निर्धारण के लिए किसी अपराइट में क्लैंप किया पिन लेंस के निकट लाइए। सूचकांक सूई (तीक्ष्ण नोक की बुनने की सलाई भी उपयुक्त रहेगी) को क्षैतिजत: इस प्रकार समायोजित कीजिए कि इसका एक सिरा लेंस के वक्र पृष्ठ को स्पर्श करे तथा दूसरा सिरा पिन की नोंक को स्पर्श करे। दोनों अपराइटों की स्थितियों के पाठ्यांक प्रकाशीय बेंच के स्केल का प्रेक्षण कर नोट कीजिए। दोनों का अंतर सूचकांक सूई की *प्रेक्षित लंबाई* देगा। *वास्तिवक लंबाई* पिन के सिरे तथा प्रकाशीय केंद्र के बीच की दूरी होती है। यह सूचकांक सूई की लंबाई (जिसे स्केल से मापा है) तथा लेंस की मोटाई के आधे के योग के बराबर होती है। इसका कारण यह है कि समान वक्रता के पृष्ठ वाले उभयोत्तल लेंस का प्रकाशिक केंद्र उसके ज्यामितीय केंद्र पर होता है। इन दोनों लंबाइयों (प्रेक्षित तथा वास्तविक) का अंतर *सूचकांक संशोधन* होता है। दोनों पिनों के लिए *सूचकांक संशोधन* ज्ञात कीजिए।



चित्र E 10.3 *एक उत्तल लेंस की फोकस दूरी ज्ञात करने के लिए किरण आरेख*

5. लेंस की दायीं तथा बायीं ओर उर्ध्वाधरत: आरोहित दो पिन P तथा P’ को इस प्रकार समायोजित कीजिए कि प्रकाशीय बेंच के आधार से पिनों की नोक तथा लेंस के प्रकाशिक केंद्र O की ऊँचाइयाँ समान हों(चित्र E 10.3)। मान लीजिए पिन P (लेंस के बायीं ओर रखा पिन) बिंब पिन है तथा पिन P' (जो लेंस के दायीं ओर स्थित है) प्रतिबिंब पिन है। इन दोनों पिनों में से किसी एक पिन (मान लीजिए प्रतिबिंब पिन P') की नोंक पर एक छोटा कागज़ का टुकड़ा लगाइए ताकि दोनों पिनों में भेद पहचाना जा सके।

6. बिंब पिन P (लेंस के बायीं ओर स्थित) को लेंस के प्रकाशिक केंद्र O से $2f$ से कुछ कम दूरी पर स्थानांतरित कीजिए (चित्र E 10.3)। प्रतिबिंब पिन P′ के ऊपर बिंब पिन के वास्तिवक तथा उल्टे प्रतिबिंब की स्थिति का पता लगाइए।

7. पैरेलैक्स विधि का उपयोग करके प्रतिबिंब पिन P’ की स्थिति इस प्रकार समायोजित कीजिए कि वस्तु पिन P का प्रतिबिंब और प्रतिबिंब पिन P’ सम्पाती हो जाये।

नोट: जैसे-जैसे u के मान में $2f$ से f की ओर अंतर घटता है, v में $2f$ से अनंत की ओर अंतर बढ़ता है। चूँकि u तथा v के मान अंतर्बदल हैं, अर्थात्, बिंब तथा प्रतिबिंब संयुग्मी बिंदु हैं। अत: यह स्पष्ट है कि बिंब पिन P के $2f$ से f के परिसर में लिए f तथा अनंत के बीच u तथा v के मानों का संपूर्ण परिसर प्राप्त होगा।

8. प्रकाशीय बेंच पर बिंब पिन, उत्तल लेंस तथा प्रतिबिंब पिन के अपराइटों की स्थितियों को नोट कीजिए तथा पाठ्यांकों को प्रेक्षण तालिका में लिखिए।

9. बिंब पिन P को उत्तल लेंस के प्रकाशिक केंद्र O के कुछ निकट (2 cm से 3 cm) लाइए। लेंस से f तथा $2f$ के बीच बिंब पिन की विभिन्न दूरियों के लिए प्रयोग को दोहराकर कम से कम पाठ्यांकों के छः समुच्चय प्राप्त कीजिए।

प्रेक्षण

1. उत्तल लेंस की सन्निकट फोकस दूरी = ... cm

2. मीटर पैमाने से मापने पर सूचकांक सूई की लंबाई, L_o = ... cm

3. पतले उत्तल लेंस की मोटाई (दी गयी), t = ... cm

4. पिन की नोंक तथा लेंस के प्रकाशिक केंद्र O के बीच की वास्तविक लंबाई, $l_o = L_o + t/2$ = ... cm

5. सूचकांक सूई की प्रेक्षित लंबाई, l_o' = बिंब पिन की नोक तथा लेंस के केंद्र के बीच की दूरी

   = लेंस के अपराइट की स्थिति – पैमाने पर बिंब पिन के अपराइट की स्थिति
   = ... cm – ... cm = ... cm

6. बिंब दूरी के लिए सूचकांक संशोधन, $e_o = l_o - l_o'$ = ... cm; इसी प्रकार प्रतिबिंब पिन के लिए, $e_1 = l_1 - l_1'$ = ... cm

© NCERT not to be republished

तालिका **E 10.1:** u, v तथा f का निर्धारण

स. क्र.	लेंस की स्थिति a (cm)	बिंब पिन की स्थिति b (cm)	प्रतिबिंब पिन की स्थिति c (cm)	प्रेक्षित $u = a - b$ (cm)	प्रेक्षित $v = a - c$ (cm)	संशोधित u = प्रेक्षित $u + e_o$ (cm)	संशोधित v = प्रेक्षित $v + e_i$ (cm)	$\frac{1}{u}$ cm^{-1}	$\frac{1}{v}$ cm^{-1}	$f = \frac{uv}{u+v}$ cm	Δf (cm)
1											
2											
--											
6											
									औसत		

परिकलन

A. u तथा v के संशोधित मान परिकलित कीजिए। समीकरण (E 10.2) का उपयोग करके f का मान परिकलित कीजिए। इन्हें तालिका में लिखिए तथा दिये गये उत्तल लेंस की फ़ोकस दूरी का औसत मान ज्ञात कीजिए।

त्रुटि

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$\therefore \frac{\Delta f}{f^2} = \frac{\Delta u}{u^2} + \frac{\Delta v}{v^2}$$

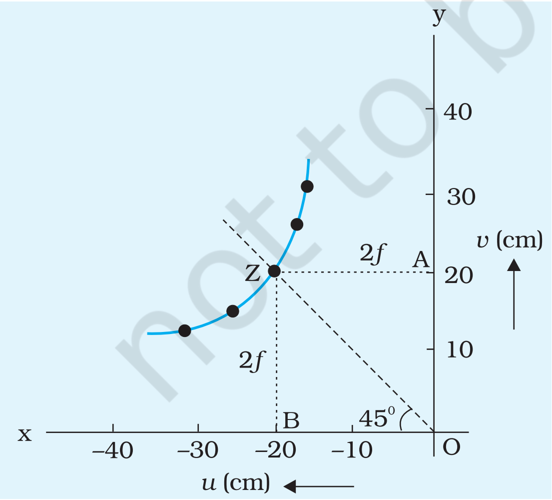
$$\Delta f = f^2 \left[\frac{\Delta u}{u^2} + \frac{\Delta v}{v^2} \right]$$

Δf के छः मानों को अधिकतम प्रायोगिक त्रुटि के रूप में परिणाम के साथ प्रस्तुत करना है।

ग्राफ़ आलेखन द्वारा फ़ोकस दूरी का परिकलन

(अध्याय 1 के अनुच्छेद 1.7, पृष्ठ संख्या 15 में ग्राफों को आलेखित करने की विस्तृत विधि का निदर्शन किया गया है।)

B. *u–v ग्राफ़* – u को x-अक्ष तथा v को y-अक्ष के अनुदिश लीजिए। x- तथा y-अक्ष के पैमाने समान होने चाहिए। u तथा v के विभिन्न मानों के लिए अतिपरवलयिक वक्र आलेखित कीजिए (चित्र E 10.4)। ध्यान दीजिए, f तथा $2f$ के बीच u के पाठ्यांकों के छः समुच्चयों से u तथा v में अंतर्बदल करने पर ग्राफ पर आपको 12 बिंदु प्राप्त होंगे।



चित्र ***E 10.4*** *उत्तल लेंस के लिए u तथा v के बीच ग्राफ़*

$u - v$ ग्राफ़ (चित्र E 10.4) पर बिंदु Z को $u = 2f;\ v = 2f$ के रूप में दर्शाया गया है। बिंदु Z अतिपरवलय के साथ कोण $\angle XOY$ को द्विविभाजित करने वाली रेखा OZ का प्रतिच्छेदन बिंदु है। y-अक्ष तथा x-अक्ष पर क्रमशः लंबवत दो रेखाएँ AZ तथा BZ खींचिए। AZ तथा BZ दोनों लंबाइयाँ, दूरी $2f$ के बराबर हैं। इस प्रकार $u - v$ ग्राफ़ आलेखित करके लेंस की फ़ोकस दूरी प्राप्त की जा सकती है।

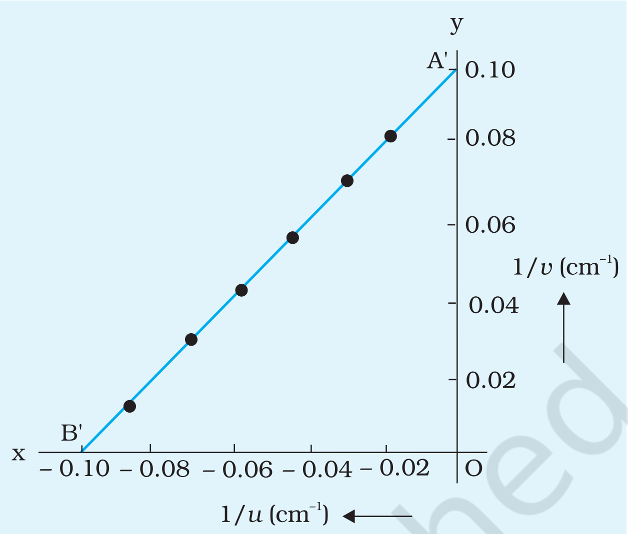
y-अक्ष पर दूरी OA (= $2f$) = ... cm

x-अक्ष पर दूरी OB (= $2f$) = ... cm

उत्तल लेंस की औसत फ़ोकस दूरी, $f = \dfrac{OA + OB}{4}$ = ... cm

© NCERT not to be republished

C. $\frac{1}{u}$ व $\frac{1}{v}$ — ग्राफ़ $\frac{1}{u}$ को x-अक्ष के अनुदिश तथा $\frac{1}{v}$ को y-अक्ष के अनुदिश आलेखित करके $\frac{1}{u}$ तथा $\frac{1}{v}$ के बीच ग्राफ़ खींचिए (चित्र E 10.5)। दोनों अंत:खंड OA′ (y-अक्ष पर) तथा OB' (x-अक्ष पर) दूरी $\frac{1}{f}$ के बराबर होंगे।



चित्र E 10.5 1/u तथा 1/v के बीच सरल रेखीय ग्राफ़ (पैमाने के अनुसार नहीं)

y-अक्ष पर अंत:खंड OA' $\left(=\frac{1}{f}\right)$ = ... cm^{-1}

x-अक्ष पर अंत:खंड OB' $\left(=\frac{1}{f}\right)$ = ... cm^{-1}

उत्तल लेंस की औसत फ़ोकस दूरी $(f) = \frac{2}{OA' + OB'}$ = ... cm

परिणाम

दिये गये पतले अभिसारी उत्तल लेंस की फ़ोकस दूरी-

(i). प्रेक्षण तालिका (E 10.1) में दर्शाए गये परिकलनों से $f \pm \Delta f$ = ... cm (यहाँ f फ़ोकस दूरी का औसत मान है)।

(ii). $u - v$ ग्राफ़ से = ... cm

(iii). $\frac{1}{u} - \frac{1}{v}$ ग्राफ़ से = ... cm

सावधानियाँ

1. प्रकाशिक अवयवों को सहारा प्रदान करने वाली अपराइटों को दृढ़तापूर्वक ऊर्ध्वाधर आरोपित करना चाहिए।
2. लेंस का द्वारक छोटा होना चाहिए अन्यथा बनने वाला प्रतिबिंब स्पष्ट नहीं होगा।
3. आँख को प्रतिबिंब पिन से 25cm से अधिक दूरी पर रखना चाहिए।
4. यदि प्रकाशीय बेंच का शीर्ष क्षैतिज नहीं है तथा इसी प्रकार यदि पिनों की नोक तथा लेंस का प्रकाशिक केंद्र समान क्षैतिज लेविल में नहीं है तो प्रेक्षण में त्रुटि उत्पन्न हो सकती है।

© NCERT not to be republished

5. प्रयोग करते समय प्रतिबिंब पिन तथा बिंब पिन में अंतर्बदल नहीं करना चाहिए क्योंकि ऐसा करने से बिंब दूरी तथा प्रतिबिंब दूरी के लिए सूचकांक संशोधन में परिवर्तन हो सकता है।
6. बिंब पिन के उल्टे प्रतिबिंब की नोक प्रतिबिंब पिन की नोक से स्पर्श करनी चाहिए, उसे अतिव्यापित नहीं करनी चाहिए। इसे पैरेलैक्स दूर करते समय सुनिश्चित कर लेना चाहिए।
7. प्रकाशीय बेंच से किये जाने वाले सभी प्रयोगों में सामान्य निर्देशों (जो प्रकाशीय बेंच के विवरण के साथ दिये गये हैं) का पालन करना चाहिए।
8. फ़ोकस दूरी f का परिकलन करने के लिए सूत्र में u तथा v के संशोधित मानों को भरना चाहिए और फिर f का औसत मान लेना चाहिए। u तथा v के औसत मानों का उपयोग करके फ़ोकस दूरी नहीं परिकलित करनी चाहिए।

त्रुटियों के स्रोत

1. हो सकता है कि अपराइट ऊर्ध्वाधर न हों।
2. हो सकता है कि पैरेलैक्स परिशुद्धता से दूर न किया गया हो।
3. यदि सूचकांक संशोधन ज्ञात करने के लिए उपयोग की गयी बुनने की सलाई अथवा सूचकांक छड़ सूई जैसी नुकीली नहीं है, तो इसकी लंबाई यथार्थतापूर्वक ज्ञात नहीं की जा सकेगी।

परिचर्चा

$\frac{1}{v}$ तथा $\frac{1}{u}$ के बीच ग्राफ़ आलेखन में दोनों अक्षों के पैमाने समान नहीं हैं, तो हो सकता है कि सरल रेखीय ग्राफ़ x-अक्ष से 45° के झुकाव पर नहीं भी हो (नहीं होगा)। ऐसा करने पर ग्राफ आलेखित करने में उलझन उत्पन्न होगी तथा ग्राफ़ में त्रुटि भी हो सकती है। इस प्रकार के ग्राफ़ आलेखित करने (जिसका x-अक्ष से झुकाव 45° हो) की सर्वोत्तम विधि यह है कि दोनों अक्षों के पैमाने समान हों। तब मापन में अंतर्निहित त्रुटि के कारण दोनों अक्षों पर $\frac{1}{f}$ थोड़ा-सा कम अथवा थोड़ा-सा अधिक हो सकता है।

स्व-मूल्यांकन

1. उत्तल लेंस के प्रकरण में अनंत से प्रकाशिक केंद्र के बीच बिंब की विभिन्न स्थितियों के लिए प्रतिबिंब बनने के लिए किरण आरेख खींचिए।
2. उत्तल लेंस द्वारा बने प्रतिबिंब तथा अवतल लेंस द्वारा बने प्रतिबिंब एक-दूसरे से किस प्रकार भिन्न होते हैं?

© NCERT not to be republished

3. किसी मोटे उत्तल लेंस की फ़ोकस दूरी पतले लेंस की फ़ोकस दूरी से किस प्रकार भिन्न होती है?
4. किसी उत्तल लेंस, अवतल लेंस तथा वृत्ताकार काँच की पट्टिका की पहचान उन्हें बिना स्पर्श किये कैसे करेंगे?
5. किसी समतलोत्तल लेंस के समतल पृष्ठ का वक्रता केंद्र कहाँ स्थित होता है?
6. समतलोत्तल लेंस के मुख्य अक्ष को परिभाषित कीजिए।
7. यदि किसी उत्तल लेंस को जल में डुबो दें, तो उसकी फ़ोकस दूरी में क्या परिवर्तन हो जाएगा?
8. समतलोत्तल लेंस की फोकस दूरी तथा वक्रता त्रिज्या में क्या संबंध है?
9. क्या किसी लेंस द्वारा बना आभासी प्रतिबिंब उल्टा हो सकता है?

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/कार्यकलाप

1. uv को y-अक्ष पर तथा $u + v$ को x-अक्ष पर लेकर इन राशियों के बीच ग्राफ़ आलेखित कीजिए। ग्राफ़ की प्रवणता उत्तल लेंस की फ़ोकस दूरी f ज्ञात कीजिए।

2. **माध्यम का फ़ोकस दूरी पर प्रभाव**

   आपके पास एक जलजीवशाला, इससे कुछ दूरी पर एक खुली खिड़की तथा 50 mm व्यास का एक आवर्धक लेंस है। 30 cm वाले स्केल से आवर्धक लेंस की हवा में सन्निकट (रफ़) फ़ोकस दूरी ज्ञात कीजिए। अब इसे बायें हाथ से जल में डुबोइए तथा दायें हाथ में पकड़े सफ़ेद प्लास्टिक के थैले (जिसके अंदर 5 cm × 5 cm का कार्ड मोड़ कर रखा हो ताकि यह पर्दे जैसे कार्य करे) को भी जल में डुबोइए। अब पर्दे को समायोजित करके किसी दूरस्थ बिंब का प्रतिबिंब पर्दे पर बनाइए। जल में सन्निकट फ़ोकस दूरी वायु में फ़ोकस दूरी की तुलना में अधिक है अथवा कम है? अपने मित्र से जल में लेंस की फ़ोकस दूरी मापने के लिए कहिए तथा दोनों फ़ोकस दूरियों का अनुपात ज्ञात कीजिए।

3. **स्पष्ट पारदर्शी विद्युत लैंप के तंतु की लंबाई मापना**

   आप लैंप के तंतु के पीछे तथा इसके संपर्क में इसकी लंबाई मापने के लिए कोई स्केल नहीं रख सकते। वास्तव में आप इसे वर्नियर सूक्ष्मदर्शी द्वारा माप सकते हैं। परंतु क्या इसे केवल सरल उत्तल लेंस तथा स्केल द्वारा मापा जा सकता है? आप प्रयोग की आवश्यकता के अनुसार क्लैंप स्टैंड जैसी कुछ अन्य सामग्रियों का भी उपयोग कर सकते हैं। क्या आप लैंप के तंतु के संलग्न खंडों के बीच अदीप्त (शीतल) विदर भी माप सकते हैं?

© NCERT not to be republished