प्रयोग – 4

उद्देश्य –

उत्तल लैंस का उपयोग करके अवतल लैंस की फोकस दूरी ज्ञात करना।

उपकरण एवं सामग्री –

एक प्रकाश बैंच, एक उत्तल लैंस (फोकस दूरी, अवतल लैंस से कम), एक अवतल लैंस, उत्तल लैंस व अवतल लैंस के दो स्टैण्ड लैंस होल्डर सहित, दो नुकीली पिन, दो पिन स्टैण्ड, T- छड़, स्प्रिट लेवल, मीटर पैमाना।

सिद्धान्त –

अवतल लैंस से सदैव आभासी व सीधा प्रतिबिम्ब बनता है। इस कारण अवतल लैंस की फोकस दूरी सीधे ज्ञात करना संभव नहीं है परन्तु बिम्ब व अवतल लैंस के मध्य उत्तल लैंस लगाकर अप्रत्यक्ष विधि से फोकस दूरी ज्ञात की जा सकती है।

किसी बिम्ब P को उत्तल लैंस L_1 की फोकस दूरी से थोड़ा अधिक दूरी पर रखा जाय तो प्रतिबिम्ब लैंस के दूसरी ओर वास्तविक व उल्टा I_1 बनता है।

यदि L_1 व I_1 के मध्य अवतल लैंस को इस प्रकार रखा जाए कि L_1 द्वारा बना वास्तविक प्रतिबिम्ब I_1 अवतल लैंस के लिये आभासी बिम्ब का कार्य करे तो अवतल लैंस L_2 द्वारा आभासी बिम्ब I_1 का वास्तविक प्रतिबिम्ब I_2 बनेगा। अवतल लैंस L_2 के लिये–

बिम्ब की दूरी $O_2\ I_1 = u$

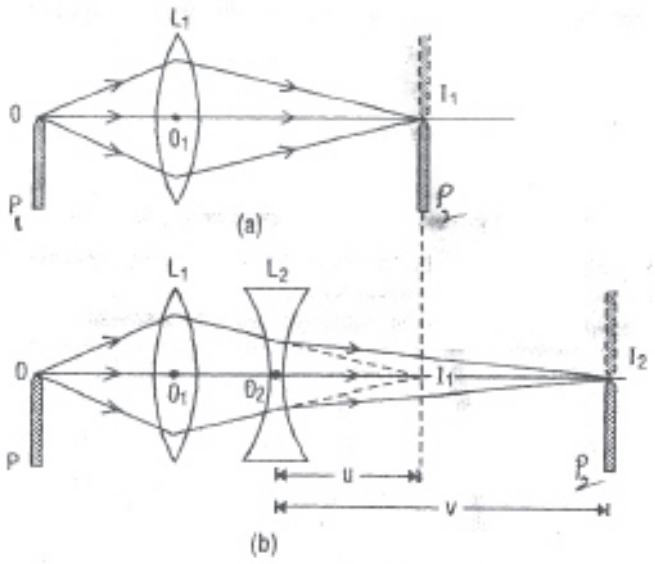
प्रतिबिम्ब की दूरी $O_2\ I_2 = v$

अवतल लैंस की फोकसी दूरी f हो तो u, v व f में सम्बन्ध निम्न होगा –

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

यहॉ u व v दोनों धनात्मक होगे।

$$\therefore\ f = \frac{uv}{u-v}$$ सेमी



चित्र 4.1

विधि –

1. उत्तल लैंस की फोकस दूरी दी गयी नहीं हो तो उत्तल लैंस द्वारा दूरस्थ वस्तु (सूर्य या पेड़) का प्रतिबिम्ब समतल दीवार पर फोकसित कर इसकी लगभग फोकस दूरी ज्ञात करते है।
2. यह जॉच लेते है कि उत्तल लैंस की फोकस दूरी अवतल लैंस से कम है।
3. प्रकाश बैंच को दृढ़ टेबुल या दृढ़ समतल पर रखकर स्प्रिट लेवल द्वारा क्षैतिज करते है।
4. प्रकाश बैंच पर लैंस स्टैण्ड लगाकर इसके लैंस होल्डर में उत्तल लैंस (L_1) का कसते है। लैंस के बॉयी व दांयी और दो पिन स्टैण्ड लगाकर इनपर पिन P_1 व P_2 कसते है।
5. P_1 व P_2 तथा लैंस L_1 को इस प्रकार रखते है कि P_1 व P_2 की नोंक तथा उत्तल लैंस L_1 का प्रकाश केन्द्र O_1 एक ही क्षैतिज रेखा में प्रकाश बैंच के समान्तर रहे।
6. पिन P_1 को बिम्ब पिन व P_2 का प्रतिबिम्ब पिन लेते है।

7. बिम्ब पिन P_1 को उत्तल लैंस L_1 की फोकस दूरी से थोड़ा आगे (F व 2F के मध्य) रखते है।

8. प्रतिबिम्ब पिन P_2 को ऐसी स्थिति में लाते है कि बिम्ब पिन P_1 के वास्तविक व उल्टे प्रतिबिम्ब I_1 की नोक के पिन P_2 ठीक उपर बने। पिन P_2 व P_1 के प्रतिबिम्ब पिन I_1 के मध्य नोक से नोक पर विस्थापनाभास दूर करते है।

9. बिम्ब पिन P_1, उत्तल लैंस L_1 व प्रतिबिम्ब पिन P_2 की स्थिति पैमाने पर नोट कर सारणी में भरते हैं।

10. बिम्ब पिन P_1 व उत्तल लैंस L_1 की स्थिति अपरिवर्तित रखते हुये लैंस L_1 व प्रतिबिम्ब पिन P_2 के मध्य अवतल लैंस स्टैण्ड पर उर्ध्वाधर कसते हैं। प्रतिबिम्ब I_1 अवतल लैंस के लिये आभासी बिम्ब के समान कार्य करेगा।

11. T छड़ की सहायता से अवतल लैंस व प्रतिबिम्ब पिन P_2 के मध्य बैंच त्रुटि (प्रयोग 10 के अनुसार) ज्ञात करते हैं।

12. उत्तल लैंस से अवतल लैंस को ऐसी दूरी पर रखते हैं कि आभासी बिम्ब I_1 का वास्तविक व उल्टा प्रतिबिम्ब I_2 पिन P_2 के ठीक ऊपर बने। इस हेतु अवतल लैंस को उत्तल लैंस के निकट ही रखते है। अब प्रतिबिम्ब I_1 की स्थिति से आगे बनेगा।

13. प्रतिबिम्ब पिन P_2 व वास्तविक प्रतिबिम्ब I_2 के मध्य नोक से नोक में विस्थापनाभास दूर करते है।

14. अवतल लैंस की स्थिति व पिन P_2 की नयी स्थिति I_2 को नोट कर सारणी में भरते हैं।

15. अवतल लैंस L_2 या बिम्ब पिन P_1 की भिन्न–भिन्न स्थितियों के लिये प्रयोग को दोहरा कर u व v के मान ज्ञात करते है। अवतल लैंस के लिये $u = O_2I_1$ एवं $v = O_2I_2$

16. u व v के प्रत्येक मान से बैंच त्रुटि घटाकर संशोधित मान ज्ञात करते हैं।

17. संशोधित मानों की सहायता से अवतल लैंस की फोकस दूरी ज्ञात कर इसका माध्य निकालते है।

प्रेक्षण –

1. उत्तल लैंस L_1 की फोक्स दूरी f_1= ..... cm
2. T छड़ की पैमाने पर नापी गयी वास्तविक लम्बाई S =..... cm
3. प्रकाश केन्द्र पर अवतल लैंस की मोटाई t =.....cm
4. प्रकाश केन्द्र से प्रतिबिम्ब पिन P_2 की वास्तविक लम्बाई

$$l = S + \frac{t}{2} = ...cm$$

5. T छड़ की पैमाने पर नापी गयी लम्बाई = अवतल लैंस की स्थिति – पिन P_2 की स्थिति

l_1 = ... cm

6. बैंच संशोधन $e = l - l_1$ =..... cm

u, *v* व *f* के लिये सारणी

क्र.सं.	बिम्ब पिन P_1 की स्थिति a (cm)	उत्तल लैन्स L_1 की स्थिति b (cm)	प्रतिबिम्ब पिन P_2 की प्रथम स्थिति I_1 c (cm)	अवतल लैन्स L_2 की स्थिति d (cm)	प्रतिबिम्ब पिन P_2 की द्वितीय स्थिति I_2 g (cm)	मापित u^1=c-d (cm)	मापित v'=g-d (cm)	संशोधित $u = u^1 + e$ (cm)	संशोधित $v = v' + e$ (cm)	$f = \frac{uv}{u+v}$ (cm)	माध्य f (cm)
1	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	....cm
2	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	
3	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	
4	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	
5	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	

गणना –

अवतल लैंस की फोकस दूरी –

$$f = \frac{uv}{u\text{-}v} = \text{.....cm}$$

माध्य f= ..... cm

परिणाम –

अवतल लैंस की फोकस दूरी f = ... cm प्राप्त हुई।

सावधानियाँ –

1. उत्तल लैंस की फोकस दूरी अवतल लैंस से कम होनी चाहिये।
2. अवतल लैंस को उत्तल लैंस के निकट ही रखना चाहिये जिससे प्रतिबिम्ब I_2 प्रकाश बैंच पर प्राप्त हो सके।
3. अवतल लैंस लगाते समय पिन P_1 व उत्तल लैंस L_1 की स्थिति परिवर्तित नहीं होनी चाहिये।
4. पिन P_1 व पिन P_2 पतली लेनी चाहिये।
5. विस्थापनाभास सही दूर करना चाहिये।
6. u व v के लिये बैंच संशोधन करना चाहिये।

त्रुटियों के स्त्रोत् –

1. पिन P_1 की नोक, उत्तल लैंस का प्रकाश केन्द्र 0 व पिन P_2 की नोक ठीक क्षैतिज रेखा में न हो।
2. पिन नुकीली व पतली न होने पर।

मौखिक प्रश्न –

प्र.1. अवतल लैंस का फोकस बिन्दु किसे कहते हैं?

उ. मुख्य अक्ष के समान्तर आपतित किरणें अपवर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के जिस बिन्दु से आती हुयी प्रतीत होती है उसे मुख्य फोकस कहते है।

प्र.2. लैंस की फोकस दूरी अपवर्तनांक व वक्रता त्रिज्याओं में क्या सम्बन्ध है ?

उ. $$\frac{1}{f} = (n\text{-}1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

प्र.3. अवतल लैंस में प्रतिबिम्ब किस प्रकार के बनते है।

उ. अवतल लैंस द्वारा बना प्रतिबिम्ब सदैव काल्पनिक, सीधा व बिम्ब से छोटे आकार का होता है।

प्र.4. अवतल लैंस को अपसारी लैंस क्यों कहते है।

उ. अवतल लैंस की मुख्य अक्ष के समान्तर आपतित किरणें लैंस से अपवर्तन के पश्चात् किसी बिन्दु से दूर हटती है। इस कारण लैंस को अपसारी लैंस कहते हैं।