# प्रयोग – 2

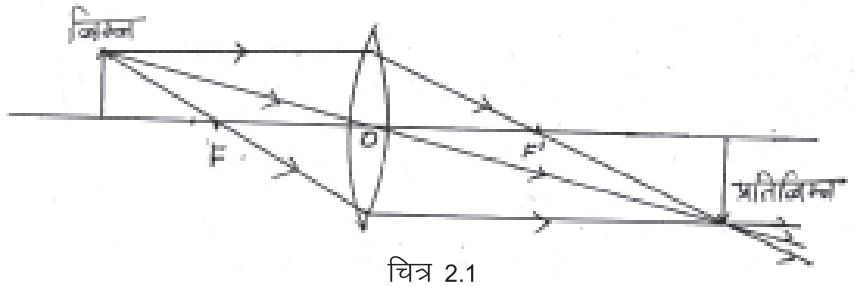
## लैन्स से सम्बन्धित कुछ परिभाषायें एवं राशियॉ –

1. **मुख्य अक्ष –** लैंस की दोनों वक्र पृष्ठों के वक्रता केन्द्रों को मिलाने वाली रेखा मुख्य अक्ष कहलाती है।
2. **प्रकाश केन्द्र** – प्रकाश केन्द्र मुख्य अक्ष पर स्थित वह बिन्दु है जिससे निकलने वाली प्रकाश किरण लैंस में से बिना विचलित हुये निकलती है।
3. **मुख्य फोकस** – लैंस की मुख्य अक्ष के समान्तर आपाती किरणें लैंस से अपवर्तित होकर मुख्य अक्ष के जिस बिन्दु से निकलती है (उत्तल लैंस के लिये) अथवा मुख्य अक्ष के जिस बिन्दु से आती हुयी प्रतीत होती है (अवतल लैंस के लिये) लैंस का मुख्य फोकस कहलाता है। इसे लैंस का द्वितीय मुख्य फोकस भी कहते है।
4. **फोकस दूरी** – लैंस के फोकस बिन्दु व प्रकाश केन्द्र के मध्य दूरी को फोकस दूरी कहते है।
5. ग्राफ के काट – यदि ग्राफ $X$ व $Y$ अक्षों को काटता है तो मूल बिन्दु व अक्षों पर काट बिन्दुओं के मध्य लम्बाई को ग्राफ का काट कहते है।
6. **लैंस में प्रतिबिम्ब की संरचना** – लैंस में प्रतिबिम्ब की संरचना के लिये निम्न तीन किरणों में से कोई दो किरणें ले सकते हैं।

(1). बिम्ब की नोक से मुख्य अक्ष के समान्तर किरण जो अपवर्तन के पश्चात् द्वितीय मुख्य फोकस $(F')$ से निकलती है (उत्तल लैंस के लिये) अथवा प्रथम मुख्य फोकस $F$ से अपवर्तन के पश्चात् आती हुयी प्रतीत होती है (अवतल लैंस के लिये)

(2). बिम्ब की नोक से संचरित प्रकाश किरण जो प्रकाश केन्द्र से बिना विचलित हुये अपवर्तित होती है क्योंकि पतले लैंस का मध्य भाग एक पतली कांच की सिल्ली के समान व्यवहार करता है।

(3). बिम्ब के नोक से प्रथम फोकस $(F)$ से निकलने वाली किरण (उत्तल लैंस के लिये) अथवा द्वितीय फोकस $(F^1)$से निकलते हुये प्रतीत होने वाली किरण (अवतल लैंस के लिये) जो अपवर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के समान्तर निकलती है।




चित्र 2.1

**उद्देश्य** – u तथा v अथवा $^1/_u$ व $^1/_v$ के बीच ग्राफ खींचकर किसी उत्तल लैंस की फोकस दूरी ज्ञात करना।

**उपकरण एवं सामग्री** – एक प्रकाश बैंच, दो उर्ध्वाधर पिन स्टैण्ड, दो नुकीली पिनें, एक स्टैण्ड लैंस होल्डर सहित, T–छड़, मीटर पैमाना स्प्रिट लेवल, पतला उत्तल लैंस (फोकस दूरी 20 सेमी से कम)।

**सिद्धान्त** – *f* फोकस दूरी के पतले उत्तल लैंस के प्रकाश केन्द्र से 'u' दूरी पर स्थित बिम्ब का वास्तविक व उल्टा प्रतिबिम्ब लैंस के दूसरी ओर प्रकाश केन्द्र से v दूरी पर बनता है तो u, v व *f* में निम्न सम्बन्ध होगा –

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

चिन्ह नियमों के अनुसार u को ऋणात्मक व v को धनात्मक लिया जायेगा। $^1/_v$ व $^1/_u$ में ग्राफ सीधी रेखा प्राप्त होगा जिसका ढाल ऋणात्मक होगा।

यदि $^1/_v = 0$ हो तो $^1/_f = {}^1/_u$ एवं $^1/_u = 0$ हो तो $^1/_f = {}^1/_v$ होगा। दोनों अक्षों पर ग्राफ का काट $^1/_f$ के बराबर होगा।

**विधि –**

1. उत्तल लैंस की लगभग फोकस दूरी दूरस्थ वस्तु के प्रतिबिम्ब को फोकसित कर ज्ञात करते

हैं। उत्तल लैंस द्वारा सूर्य अथवा दूरस्थ स्थित पेड का प्रतिबिम्ब समतल दीवार या सफेद कागज पर फोकसित करते हैं। मीटर पैमाने द्वारा लैंस व दीवार के मध्य दूरी ज्ञात करते है, यह दूरी लैंस की लगभग फोकस दूरी होगी।

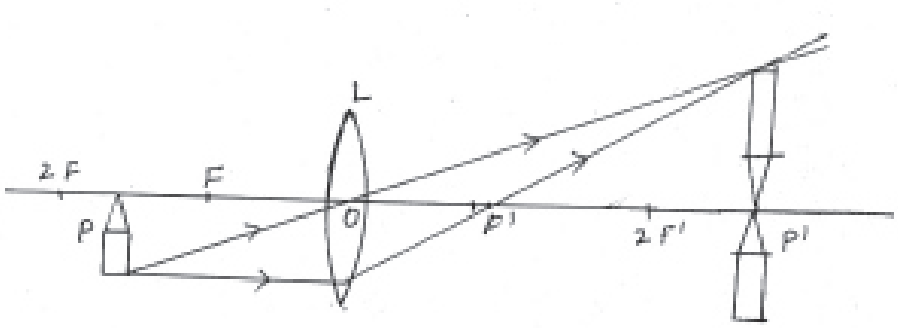
2. प्रकाश बैंच को दृढ़ समतल धरातल की टेबुल पर रखकर स्प्रिट लेवल द्वारा क्षैतिज करते हैं।

3. प्रकाश बैंच पर एक स्टैण्ड लगाकर इस पर लैंस होल्डर लगाते हैं। लैंस होल्डर में उत्तल लैंस को इस प्रकार कसते हैं कि लैंस की मुख्य अक्ष प्रकाश बैंच के पैमाने के समान्तर रहे। लैंस स्टैण्ड को पैमाने के मध्य में रखते हैं।

4. दोनों पिन स्टैण्डो को लैंस के बॉयी व दॉयी ओर प्रकाश बैंच पर लगाते हैं स्टैण्डों पर नुकीली पिनों को इस प्रकार कसते हैं कि पिनों की नोक की ऊँचाई बैंच से लैंस के प्रकाश केन्द्र (O) की ऊँचाई के बराबर रहे।

5. लैंस के बॉयी ओर की पिन P को बिम्ब पिन व दॉयी ओर की पिन $P'$ को प्रतिबिम्ब पिन लेते है।

6. बैंच त्रुटि ज्ञात करने के लिये T- छड़ को इस प्रकार रखते है कि इसका एक नुकीला सिरा लैंस को प्रकाश केन्द्र बिन्दु (0) को तथा दूसरा सिरा पिन P की नोक को स्पर्श करे। प्रकाश बैंच के पैमाने पर लैंस स्टैण्ड व पिन P के स्टैण्ड की स्थितियों को ज्ञात करते है। इनकी स्थितियों में अन्तर मापित लम्बाई होगी। T- छड़ की वास्तविक लम्बाई मीटर पैमाने पर ज्ञात करते है इस लम्बाई में लैंस की आधी मोटाई जोड़ते है क्योंकि लैंस का प्रकाश केन्द्र वक्र धरातलो के मध्य में होता है। वास्तविक लम्बाई व मापित लम्बाई मे अन्तर पिन P के लिये बैंच संशोधन का मान होगा। ठीक इसी प्रकार पिन P' के लिये भी बैंच संशोधन ज्ञात करते है।




**चित्र 2.2**

7. बांयी ओर की बिम्ब पिन P को लैंस के प्रकाश केन्द्र से F व 2F के मध्य किसी स्थिति पर रखते है। लैंस के दूसरी ओर (दॉयी ओर) पिन $P^{'}$ को इस स्थिति मे लाते है कि बिम्ब पिन P' का वास्तविक व उल्टा प्रतिबिम्ब ठीक पिन $P^{'}$ के ऊपर बने तथा प्रतिबिम्ब की नोक पिन $P^{'}$ की नोक को स्पर्श करे, पिन $P^{'}$ व P पिन के प्रतिबिम्ब की नोक से नोक में विस्थापनाभास दूर करते है। बिम्ब पिन P, लैंस L व प्रतिबिम्ब पिन $P^{'}$ की स्थितियां को बैंच पैमाने पर ज्ञात कर सारणी में भरते है।
8. बिम्ब पिन P को 2 cm से 3 cm तक विस्थापित कर प्रयोग को दोहराकर पिन P को F व 2F के मध्य पॉच भिन्न–भिन्न स्थितियों के लिये प्रेक्षण सेट लेते है।

**प्रेक्षण –**

1. उत्तल लैंस की लगभग फोकस दूरी = ..... cm
2. T छड़ की मीटर पैमाने पर मापी गयी लम्बाई $L_0$ =..... cm
3. उत्तल लैंस की ज्ञात मोटाई t =.....cm
4. उत्तल लैंस के वक्रता केन्द्र 0 से पिन की नोक के मध्य वास्तविक लम्बाई

$$l_0 = l_0 + \frac{t}{2} = \text{.....} \text{ cm}$$

5. छड़ की मापित लम्बाई

$l_0'$ = पैमाने पर लैंस स्टैण्ड की स्थिति – पैमाने पर बिम्ब पिन P की स्थिति

= ..... cm

6. बिम्ब पिन P के लिये बैंच संशोधन

$e_0 = l_0 - l'_0 =$ ..... cm

इसी प्रकार प्रतिबिम्ब $P^1$ के लिये बैंच संशोधन

$e_i = l_1 - l_1'$

**u, V व $f$ के लिये सारणी**

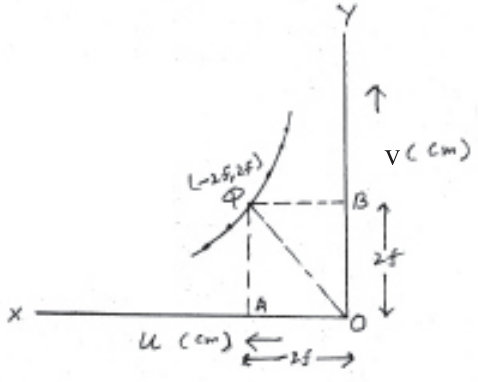
| क्र.सं. | लैन्स की स्थिति a (cm) | बिम्ब पिन P की स्थिति b(cm) | प्रतिबिम्ब पिन $P^1$ की स्थिति c (cm) | मापित u=a - b (cm) | मापित $v$=a-c (cm) | संशोधित u= मापित $u+e_0$ (cm) | संशोधित $v$= मापित $v+e_i$ (cm) | $\frac{1}{u}$ $(cm)^{-1}$ | $\frac{1}{v}$ $(cm)^{-1}$ | $f = \frac{uV}{u+V}$ (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | ....$cm^{-1}$ | ....$cm^{-1}$ | .....cm |
| 2 | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | ....$cm^{-1}$ | ....$cm^{-1}$ | .....cm |
| 3 | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | ....$cm^{-1}$ | ....$cm^{-1}$ | .....cm |
| 4 | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | ....$cm^{-1}$ | ....$cm^{-1}$ | .....cm |
| 5 | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | .....cm | ....$cm^{-1}$ | ....$cm^{-1}$ | .....cm |

माध्य $f$ = ..... cm

ग्राफ द्वारा फोकस दूरी $f$ ज्ञात करना –

(i) u-v ग्राफ : – यहाँ बिम्ब दूरी u ऋणात्मक एवं प्रतिबिम्ब की दूरी v धनात्मक होती है।

लेते है। u-v ग्राफ एक अतिपरवलय प्राप्त होता है।




**चित्र 2.3**

मूल बिन्दु O से कोण $\angle xoy$ की द्विभाजक रेखा खींचते है जो अति परवलय को बिन्दु Q पर काटती है। बिन्दु Q से x अक्ष व y अक्ष पर लम्ब QA व QB खींचते है।

(i) x अक्ष पर दूरी OA $(2f)$= ..... cm

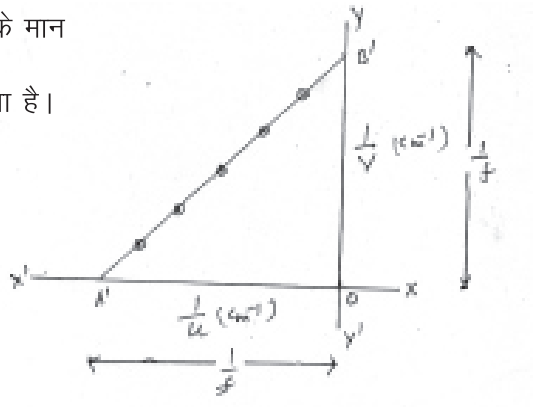
(ii) y अक्ष पर दूरी OB $(2f)$= ..... cm

उत्तल लैंस की माध्य फोकस दूरी –

$$f = \frac{OA + OB}{4} = \text{.....} \text{ cm}$$

(ii) $\frac{1}{u} - \frac{1}{v}$ ग्राफ –

x अक्ष पर तो $^1/_u$ व y अक्ष पर $^1/_v$ के मान लेकर ग्राफ खींचते है। ग्राफ सरल रेखा प्राप्त होता है।




**चित्र 2.4**

x अक्ष व y अक्ष पर ग्राफ के काट OA' व OB' दूरीयाँ $^1/_f$ के बराबर होती हैं।

x अक्ष पर काट OA' $(^1/_f)$ = ..... $cm^{-1}$

y अक्ष पर काट OB' $(^1/_f)$ = ..... $cm^{-1}$

माध्य $^1/_f = \frac{OA'+OB'}{2}$ = .....$cm^{-1}$ अतः $f$ = ..... cm

**परिणाम –** पतले उत्तल लैंस की फोकस दूरी ($f$)-

(i) गणना द्वारा प्राप्त फोकस दूरी $f$ =.....cm

यहाँ $f$ माध्य फोकस दूरी है।

(ii) u -v ग्राफ द्वारा प्राप्त $f$ = ..... cm

(iii) $^1/_u$ व $^1/_v$ ग्राफ से प्राप्त $f$ = ..... cm

**सावधानियाँ –**

1. विस्थापनाभास सावधानी से दूर करना चाहिये।
2. प्रयोग से पूर्व लैंस को साफ कर लेना चाहिये।
3. स्टैण्ड दृढ़ व ऊर्ध्वाधर रहने चाहिये।
4. लैंस का द्वारक छोटा होना चाहिये अन्यथा प्रतिबिम्ब स्पष्ट नहीं बनेगा।
5. प्रयोग करते समय बिम्ब पिन व प्रतिबिम्ब पिन को परस्पर नहीं बदलना चाहिये।

**त्रुटियों के उद्गम –**

1. स्टैण्ड ऊर्ध्वाधर न होने पर।
2. T- छड़ के सिरे नुकीले न होने पर

**मौखिक प्रश्न –**

प्र.1. उत्तल लैंस की वक्रता त्रिज्या किसे कहते हैं?

उ. उत्तल लैंस का पृष्ठ जिस गोले का भाग है उसकी त्रिज्या को लैंस की वक्रता त्रिज्या कहते हैं।

प्र.2. उत्तल लैंस में कितनी वक्रता त्रिज्यायें होती है?

उ. दोनों पृष्ठो के लिये दो।

प्र.3. उत्तल लैंस की मुख्य अक्ष किसे कहते हैं?

उ. लैंस के दोनों वक्रता केन्द्रों को मिलाने वाली रेखा को मुख्य अक्ष कहते हैं।

प्र.4. उत्तल लैंस में कितने फोकस बिन्दु होते है ?

उ. दो

प्र.5. उत्तल लैंस का वक्रता केन्द्र किसे कहते है ?

उ. उत्तल लैंस का पृष्ठ जिस गोले का भाग है उसके केन्द्र को वक्रता केन्द्र कहते है। उत्तल लैंस के दो वक्रता केन्द्र होते हैं।

प्र.6. लैंस के प्रकाश केन्द्र का क्या गुण है?

उ. प्रकाश केन्द्र वह बिन्दु है जिससे निकलने वाली किरणे बिना विचलित हुये निकलती है।

प्र.7. लैंस की फोकस दूरी किन–किन राशियों पर निर्भर करती है ?

उ. लैस के पदार्थ, माध्यम, ताप व प्रकाश की आवृति।

प्र.8. उत्तल लैंस की क्षमता किसे कहते है ?

उ. उत्तल लैंस द्वारा प्रकाश किरणों को अभिसारित करने की क्षमता को लैंस क्षमता कहते हैं। यह फोकस दूरी के व्युत्क्रम के बराबर होती है।

प्र.9. लैंस क्षमता का मात्रक क्या है ?

उ. डायप्टर।

प्र.10. पतले व मोटे लैंस में से किसकी क्षमता अधिक होती है ?

उ. मोटे लैंस की।

प्र.11. बिम्ब, प्रकाश केन्द्र व फोकस बिन्दु के मध्य स्थित हो तो प्रतिबिम्ब कैसा बनता है ?

उ. आभासी, सीधा व बड़ा।

प्र.12. लैंसो का उपयोग क्या है ?

उ. दूरदर्शी में, सूक्ष्मदर्शी मे, नेत्र दोष दूर करने में, फोटो ग्राफिक कैमरे में।

प्र.13. लैंस किसे कहते है ?

उ. लैंस एक पारदर्शक माध्यम होता है जो दो वक्र तलों से घिरा होता है अथवा एक समतल व एक वक्र तल से घिरा होता है।

प्र.14. बिम्ब, फोकस बिन्दु व वक्रता केन्द्र के मध्य स्थित होने पर प्रतिबिम्ब कैसा बनता है ?

उ. लैंस के दूसरी और वक्रता केन्द्र से आगे वास्तविक, उल्टा व बड़ा।

प्र.15. बैंच त्रुटि किसे कहते हैं?

उ. लैंस के प्रकाश केन्द्र से पिन की नोक के बीच प्रकाशीय बैंच पर नापी गयी दूरी व वास्तविक दूरी में अन्तर को बैंच त्रुटि कहते है।