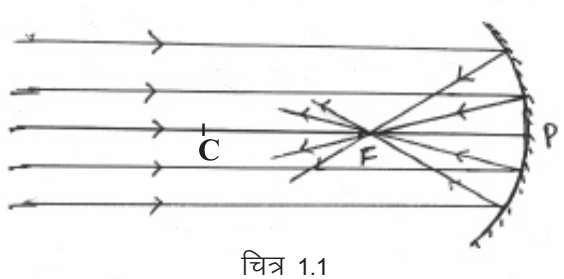
भाग– ब

प्रयोग – 1

अवतल दर्पण से सम्बन्धित परिभाषायें एवं राशियॉ –

1. **मुख्य अक्ष –** दर्पण के ध्रुव व वक्रता केन्द्र से निकलने वाली रेखा (PC) मुख्य अक्ष कहलाती है।
2. **ध्रुव** – दर्पण का मध्य बिन्दु (केन्द्र) ध्रुव (P) कहलाता है।



चित्र 1.1

3. **मुख्य फोकस** – मुख्य अक्ष के समान्तर आपतित प्रकाश किरणें दर्पण के पृष्ठ से परावर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के जिस बिन्दु पर मिलती है उस बिन्दु को दर्पण का मुख्य (F) फोकस कहते है।
4. **फोकस दूरी** – मुख्य फोकस F व ध्रुव P के मध्य दूरी को फोकस दूरी (f) कहते हैं।
5. **वास्तविक व आभासी प्रतिबिम्ब –**

   बिम्ब से चलने वाली प्रकाश किरणें दर्पण से परावर्तित होकर प्रतिबिम्ब से होकर गुजरती है तो प्रतिबिम्ब वास्तविक प्रतिबिम्ब कहलाता है। परन्तु दर्पण से परावर्तित किरणें प्रतिबिम्ब से केवल आती हुई दिखायी देती है तो प्रतिबिम्ब आभासी कहलाता है। वास्तविक प्रतिबिम्ब उल्टे बनते है एवं आभासी सीधे।
6. **चिन्ह नियम –**
   1. सभी दूरियॉ दर्पण के ध्रुव से नापी जाती है।
   2. दर्पण पर आपतित प्रकाश किरणों की संचरण दिशा में नापी गयी दूरियाँ धनात्मक ली जाती है एवं इसके विपरीतदिशा में नापी गयी दूरियाँ ऋणात्मक ली जाती है।
   3. मुख्य अक्ष के ऊपर की ओर नापी गयी ऊँचाईयाँ धनात्मक व नीचे की ओर नापी गयी ऊँचाईयाँ ऋणात्मक ली जाती है।

4. उपरोक्त चिन्ह नियमों को लेने पर बिम्ब दर्पण के बॉयी ओर व्यवस्थित किया जाता है।

7. **बैंच त्रुटि** – किसी प्रयोग में प्रकाश बैंच पर सभी दूरियॉ दर्पण के ध्रुव से नापी जाती है। दर्पण के ध्रुव व पिन की ऊपरी नोक के मध्य दूरी, नापी जाने वाली वास्तविक दूरी होती है। प्रकाश बैंच पर बने पैमाने पर ये दूरियॉ दर्पण व पिन के ऊर्ध्व स्टैण्डों के पैमाने पर स्थितियों के मध्य नापी जाती हैं। इन्हें मापित दूरियाँ कहते है।

दर्पण अवतल होने से मध्य से कुछ दबा हुआ रहता है। परिणामस्वरूप उर्ध्व स्टैण्डों के मध्य पैमाने पर नापी गयी दूरी दर्पण के ध्रुव व पिन की नोक के मध्य वास्तविक दूरी से भिन्न आ सकती है। इसे बैंच त्रुटि कहते हैं।

बैंच त्रुटि = मापित दूरी – वास्तविक दूरी

बैंच संशोधन = वास्तविक दूरी – मापित दूरी

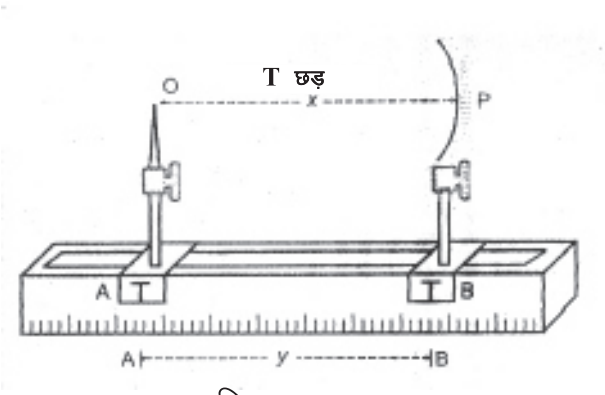
बैंच संशोधन धनात्मक हो या ऋणात्मक इसका मापित दूरी में बीजगणीतीय योग किया जाता है।

बैंच त्रुटि ज्ञात करना :– बिम्ब व प्रतिबिम्ब की दूरियाँ u व v में बैंच त्रुटि ज्ञात करने के लिये एक सीधी व नुकीले सिरों की T छड़ का उपयोग करते है। T छड़ को इस प्रकार व्यवस्थित करते हैं इसका कोई एक नुकीला सिरा दर्पण के ध्रुव P को स्पर्श करे। अब बिम्ब पिन को दर्पण के निकट इस प्रकार लाते है कि T छड़ का दूसरा नुकीला सिरा बिम्ब पिन की ऊपरी नोक को स्पर्श करें। बैंच पैमाने पर दर्पण स्टैण्ड व बिम्ब पिन स्टैण्ड के मध्य दूरी ज्ञात करते है। माना यह मापित मान y प्राप्त होता है। T छड़ के दोनों सिरों के मध्य दूरी मीटर पैमाने पर ज्ञात करते है, यह वास्तविक दूरी x होगी।

बैंच त्रुटि $e = y - x$

बैंच संशोधन $(-e) = x - y$

ठीक उपरोक्त विधि से प्रतिबिम्ब पिन के लिये भी बैंच संशोधन ज्ञात करते है।



चित्र 1.2

8. **विस्थापनाभास** – बिम्ब पिन व प्रतिबिम्ब पिन को इस प्रकार व्यवस्थित करते है कि बिम्ब पिन के उल्टे बने प्रतिबिम्ब की नोक प्रतिबिम्ब पिन के ठीक सीध में हो एवं इसकी नोक को ठीक स्पर्श करे। नेत्र को बायी या दायी और विस्थापित करने पर दर्पण के सापेक्ष दोनों साथ–साथ न चले तो पिनों में विस्थापनाभास है। प्रतिबिम्ब पिन को आगे पीछे विस्थापित कर बैंच पर इसे ऐसी स्थिति में लाते है कि नेत्र को दाये बाये विस्थापित करने पर प्रतिबिम्ब पिन व बिम्ब पिन का प्रतिबिम्ब साथ–साथ चले। अब विस्थापनाभास दूर हो गया है।

इस अवस्था में बिम्ब पिन का प्रतिबिम्ब ठीक प्रतिबिम्ब पिन के स्थान पर बनता है।

प्रयोग – 1

उद्देश्य –

अवतल दर्पण के लिये 'u' के भिन्न भिन्न मानों के लिये 'v' के मान ज्ञात कर फोकस दूरी ज्ञात करना।

उपकरण एवं सामग्री –

एक प्रकाश बैंच, दो उर्ध्वाधर पिन स्टैण्ड, एक स्टैण्ड दर्पण होल्डर सहित, दो नुकीली पिनें, अवतल दर्पण (20 सेमी. से कम फोकस दूरी का), टी – छड, मीटर पैमाना।

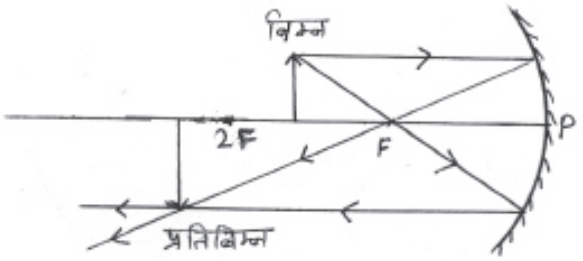
सिद्धान्त –

'f' फोकस दूरी के अवतल दर्पण के ध्रुव से बिम्ब की दूरी 'u' होने पर यदि ध्रुव से प्रतिबिम्ब

'v' दूरी पर बने तो इन दूरीयों में निम्न सम्बन्ध होगा –

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

या $$f = \frac{\mathrm{u}\, v}{\mathrm{u} + v}$$



चित्र 1.3

यदि बिम्ब Fव वक्रता केन्द्र 2F के मध्य स्थित हो तो प्रतिबिम्ब 2F व अनन्त के मध्य वास्तविक, उल्टा, आवर्धित व स्पष्ट बनता है।

विधि –

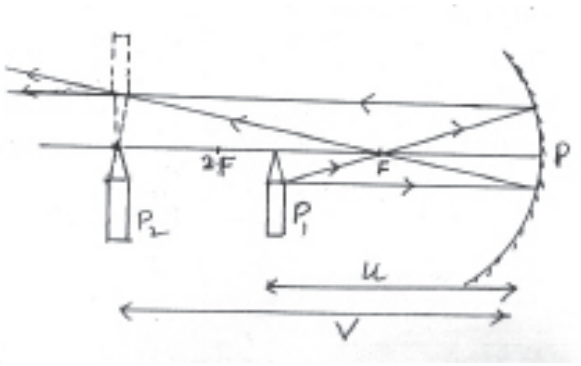
1. अवतल दर्पण से किसी दूरस्थ वस्तु जैसे कोई पेड़ या भवन का स्पष्ट प्रतिबिम्ब सफेद कागज पर फोकसित करते है। मीटर पैमाने द्वारा दर्पण के ध्रुव से कागज की दूरी नापते हैं। यह दर्पण की लगभग फोकस दूरी होगी। इसे नोट करते हैं।
2. प्रकाश बैंच को किसी दृढ़ धरातल की टेबुल पर रखते हैं जो न तो हिले एवं नही कम्पन करें। प्रकाश बैंच को स्प्रिट लेवल से क्षैतिज कर लेते है।
3. ऊर्ध्वाधर स्टैण्ड पर लगे दर्पण होल्डर में अवतल दर्पण को लगाते है। इस स्टैण्ड को बैंच पैमाने के एक सिरे पर (शून्य स्थिति पर) व्यवस्थित करते हैं।
4. स्टैण्ड पर पिन P_1 लगाते हैं। अवतल दर्पण की परावर्तक धरातल के समक्ष पिन P_1 को इस प्रकार लगाते है कि P_1 की ऊपरी नोक की ऊँचाई दर्पण के ध्रुव Pके बराबर हो जाये। P_1 बिम्ब पिन होगी। पिन P_1 की ऊँचाई व दर्पण के झुकाव को इस प्रकार व्यवस्थित करते हैं कि P_1 का प्रतिबिम्ब P_1 की ऊँचाई के बराबर ऊँचाई पर बने इस अवस्था में दर्पण की मुख्य अक्ष प्रकाश बैंच के समान्तर होगी।

5. दूसरे स्टैण्ड पर पिन P_2 को इस प्रकार लगाते हैं कि पिन P_1 व P_2 की नोक की ऊँचाई बैंच से ध्रुव P की ऊँचाई के ठीक बराबर रहे। P_2 प्रतिबिम्ब पिन होगी। पिन P_2 की दर्पण से दूरी P_1 की तुलना में अधिक रखेंगे।

6. P_1 व P_2 पिनों के लिये बैंच त्रुटि ज्ञात करते है।

T छड़ को इस प्रकार रखते है कि इसका एक सिरा ध्रुव P को व दूसरा सिरा पिन P_1 की नोक को स्पर्श करे। बैंच पैमाने पर पिन व दर्पण क स्टैण्डों की स्थितियॉ AवB ज्ञात करते है। इनकी स्थितियों में अन्तर पिन P_1 की नोक व ध्रुव P के मध्य मापित दूरी को प्रदर्शित करता है। T छड़ की वास्तविक लम्बाई AB मीटर पैमाने पर ज्ञात करते हैं। वास्तविक व मापित दूरियों में अन्तर पिन P_1 के लिये बैंच संशोधन होगा। ठीक उपरोक्त विधि से पिन P_2 के लिये बैंच संशोधन ज्ञात करते है।

7. पिन P_1 को फोकस बिन्दु F व वक्रता केन्द्र C या 2F के मध्य रखते है। पिन P_1 की नोक पर कागज का छोटा टुकड़ा लगा देते है। पिन P_1 बिम्ब का कार्य करती है। पिन की स्थिति पैमाने पर ज्ञात करते है।



चित्र 1.4

8. पिन P_2 को 2F से आगे रखते हैं। P_2 को आगे पिछे विस्थापित कर ऐसी स्थिति लाते है कि P_1 का वास्तविक व उल्टा प्रतिबिम्ब ठीक पिन P_2 के ऊपर बने एवं पिन P_2 व पिन P_1 के प्रतिबिम्ब में विस्थापनाभास न रहे। इस अवस्था में पिन P_1 का प्रतिबिम्ब पिन P_2 की स्थिति पर बनता है। पैमाने पर P_2 की स्थिति ज्ञात करते हैं। दर्पण के ध्रुव से बिम्ब की दूरी u व प्रतिबिम्ब की दूरी v है।

9. पिन की भिन्न भिन्न पॉच स्थितियों में (u) के संगत v के मान ज्ञात कर सारणी में भरते है।

10. मापित मानों में बैंच संशोधन कर u व v के संशोधित मान ज्ञात फोकस दूरी f का मान निकालते है।

प्रेक्षण –

1. अवतल दर्पण की लगभग फोकस दूरी = ... सेमी

2. T छड़ द्वारा दर्पण से बिम्ब पिन P_1 की नापी गयी वास्तविक दूरी l_o = ... सेमी

3. दर्पण से बिम्ब पिन P_1 की मापित दूरी l'_o =..... सेमी

4. बिम्ब पिन P_1 के लिये बैंच संशोधन

   e = वास्तविक दूरी – मापित दूरी

   $e = l_o - l'_o$ = ... सेमी

5. प्रतिबिम्ब पिन P_2 के लिये बैंच संशोधन

   $e' = l_1 - l'_1$ = ... सेमी

प्रेक्षण सारणी

गणना –

क्र.सं.	प्रकाश बैंच पैमाने पर स्थिति			मापित $u'=P_1-M$ (cm)	मापित $u'=P_2-M$ (cm)	संशोधित $u= u'+e$ (cm)	संशोधित $v = v^1+e'$ (cm)	$f= \frac{uv}{u+v}$ (cm)
	दर्पण M (cm)	बिम्ब पिन P_1 (cm)	प्रतिबिम्ब पिन P_2 (cm)					
1	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm
2	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm
3	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm
4	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm
5	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm	.....cm

1. फोकस दूरी

$$f = \frac{uv}{u+v} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{ सेमी}$$

2. माध्य

$$f = \frac{f1 + f2 + f3 + f4 + f5}{5} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{ सेमी}$$

परिणाम –

दिये गये अवतल दर्पण की फोकस दूरी f = ... सेमी प्राप्त हुयी।

सावधानियॉ –

1. अवतल दर्पण की मुख्य अक्ष प्रकाश बैंच के पैमाने के समान्तर रहनी चाहिये।
2. पिन स्टैण्ड व दर्पण होल्डर स्टैण्ड दृढ़ होने चाहिये एवं ऊर्ध्वाधर रहने चाहिये।
3. अवतल दर्पण का द्वारक छोटा होना चाहिये अन्यथा प्रतिबिम्ब स्पष्ट नहीं दिखेगा।
4. बिम्ब पिन P_1 बैच पर F व 2F के मध्य रहनी चाहिये।
5. पिन P_1 व P_2 की ऊपरी नोक व ध्रुव का क्षैतिज तल समान होना चाहिये।
6. बिम्ब पिन P_1 के उल्टे प्रतिबिम्ब की नोक पिन P_2 को ठीक स्पर्श करनी चाहिये इनमें अतिव्यापन नहीं होना चाहिये। विस्थापनाभास दूर करते समय भी यही स्थिति रहनी चाहिये।
7. प्रयोग करते समय पिन P_1 व P_2 परस्पर बदलना नहीं चाहिये।
8. u व v के मानों में बैंच संशोधन करना चाहिये।

त्रुटि के उद्गम –

1. प्रकाश बैंच का पैमाना क्षैतिज न होने पर एवं पिन P_1 ,P_2 व दर्पण का ध्रुव P समान क्षैतिज तल में नहोने पर।
2. दर्पण का द्वारक छोटा न होने पर।

मौखिक प्रश्न –

प्र.1. दर्पण का वक्रता केन्द्र किसे कहते है ?

उ. दर्पण जिस गोले का भाग है, उसके केन्द्र को वक्रता केन्द्र कहते है।

प्र.2. अवतल दर्पण का ध्रुव किसे कहते है ?

उ. दर्पण के मध्य बिन्दु को ध्रुव कहते है।

प्र.3. दर्पण की वक्रता त्रिज्या किसे कहते है ?

उ. दर्पण के ध्रुव से वक्रता केन्द्र की दूरी को वक्रता त्रिज्या कहते हैं।

प्र.4. फोकस बिन्दु किसे कहते है ?

उ. दर्पण के मुख्य अक्ष के समान्तर आपतित किरणें परावर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के जिस बिन्दु से निकलती है उसे फोकस बिन्दु कहते है।

प्र.5. फोकस दूरी किसे कहते है ?

उ. ध्रुव से फोकस बिन्दु की दूरी को फोकस दूरी कहते है।

प्र.6. परावर्तन किसे कहते है।

उ. प्रकाश किरण का एक माध्यम से संचरित होकर पृथक माध्यम के पृष्ठ से टकराकर पुनः उसी माध्यम मे लौटने के प्रभाव को परावर्तन कहते है।

प्र.7. परार्वतन के नियम क्या है –

उ. (1) आपतन व परावर्तन कोण समान होते है।

(2) आपाती किरण, परावर्तित किरण व अभिलम्ब एक ही धरातल में होते है।

प्र.8. अवतल दर्पण के वक्रता केन्द्र पर स्थित बिम्ब का प्रतिबिम्ब कहॉ व कैसा बनता है ?

उ. प्रतिबिम्ब वक्रता केन्द्र पर ही बनता है। प्रतिबिम्ब उल्टा व समान आकार का बनता है।

प्र.9. अवतल दर्पण में आभासी प्रतिबिम्ब कब बनता है ?

उ. जब बिम्ब ध्रुव व फोकस बिन्दु के मध्य हो।

प्र.10. फोकस दूरी व वक्रता त्रिज्या में क्या सम्बन्ध है ?

उ. फोकस दूरी वक्रता त्रिज्या की आधी होती है।

प्र.11. समतल दर्पण की वक्रता त्रिज्या कितनी होती है ?

उ. अनन्त

प्र.12. अवतल दर्पण का द्वारक छोटा क्यों लेना चाहिये ?

उ. द्वारक छोटा लेने से प्रतिबिम्ब मे विभिन्न दोष जैसे वर्ण विपथन आदि उत्पन्न नही होते है।

प्र.13. अवतल दर्पण के फोकस बिन्दु पर बिम्ब होने की अवस्था में प्रतिबिम्ब कैसा व कहॉ बनता है ?

उ. प्रतिबिम्ब अनन्त पर वास्तविक, उल्टा व बहुत बड़ा।

प्र.14. दर्पण पर आपतित अभिलम्बवत् किरण के लिये आपतन व परावर्तन कोण का मान कितना होता है ?

उ. दोनों शून्य।