प्रयोग 4

उद्देश्य –

केशिका उन्नयन विधि द्वारा जल का पृष्ठ तनाव ज्ञात करना।

उपकरण एवं सामग्री–

भिन्न व्यास वाली दो केश नलियां, धातु/लकड़ी/कांच की एक छोटी पट्टिका, स्टेण्ड जिसमें क्लेम्प (शिकंजा) लगा हो चल सूक्ष्मदर्शी एक लकड़ी का गट्टा सुई/पिन, रबर बेंड, तापमापी।

सिद्धांत

जब किसी केशिका नली को जल में डुबोया जाता है तो पृष्ठ तनाव के कारण पानी केशिकानली में निश्चित ऊँचाई तक ऊपर चढ़ता है। यह ऊँचाई केशिका नली के व्यास तथा कोशिका नली के पदार्थ (कांच/प्लास्टिक) ताप तथा द्रव (पानी) की प्रकृति पर निर्भर करती है। केशिका नली में भरे द्रव स्तंभ के भार को पृष्ठ तनाव के कारण लगने वाला बल संतुलित करता है। पानी के पृष्ठ तनाव S का मान

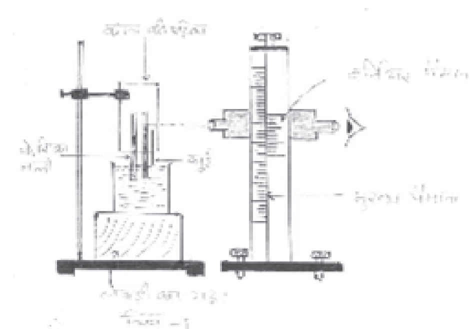
$S = \frac{hrdg}{2}$ (लगभग)

यहां h = केशिका नली में द्रव स्तंभ की ऊँचाई

d= पानी का घनत्व

h = केशिका नली की त्रिज्या

g = गुरूत्वीय त्वरण



चित्र सं 1

विधि–

1 प्रयोग को ऐसे स्थान पर करें जहां प्रकाश की पर्याप्त व्यवस्था हो, जिससे सूक्ष्मदर्शी को फोकस करने तथा पाठ्यांक लेने में आसानी रहे।

2 केशिका नलियों तथा सुई को पट्टिका पर रबर बेंड से इस प्रकार लगावें की सुई की नोक नलियों के सिरे से कुछ उपर रहे। पट्टिका को स्टेंड के क्लेम्प पर कस दें।

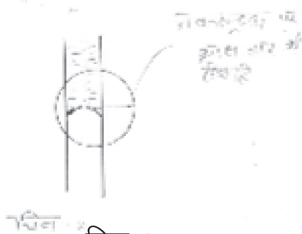
3 एक बीकर में स्वच्छ पानी (चिकनाई रहित) ले एवं लकड़ी के गटटे पर चित्रानुसार रखें। क्लेम्प को इतना नीचा लावें कि केशिका नलियों के सिरे पानी में डूब जाएें परंतु सुई की नोक पानी की सतह को ठीक स्पर्श करे।

4 चल सूक्ष्मदर्शी की सहायता से दोनों केशिका नलियों में द्रव स्तंभ की स्थितियों का पाठयांक क्रास तार की स्थिति चित्रानुसार नव चन्द्रक को स्पर्श करते हुए लें। (चित्र 2)

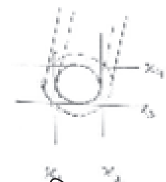
5 बीकर को एक हाथ से थोड़ा ऊपर उठाकर लकड़ी के गट्टे को हटावें, फिर बीकर को हटावें। इस क्रिया में सुई लगी पट्टिका व चल सूक्ष्मदर्शी नहीं हिलने चाहिए।

6 वर्नियर सूक्ष्मदर्शी की सहायता से सुई की नोक की स्थिति का पाठयांक लें व सारिणीबद्ध करें।

7 केशिका नली लगी पट्टिका को क्लेम्प द्वारा चल सूक्ष्मदर्शी के तल में क्षैतिज व्यवस्थित करें तथा चित्रानुसार केशिका नली के आंतरिक व्यास के लिए पाठ्यांक ले। दोनों पाठ्यांकों का अंतर ही केशिका नली का व्यास होगा। (चित्र 3)



चित्र 2



चित्र 3

प्रेक्षण – वर्नियर चल सूक्ष्मदर्शी का अल्पतमांक LC = ... cm

कमरे का ताप = ... ^oc

पानी का घनत्व $d = 10^3\ kg/m^3$

गुरूत्वीय त्वरण $g = 9.8\ m/s^2$

सारिणी –1

नली संख्या	द्रव स्तंभ के नवचन्द्रक का पाठयांक h_1			सुई की नोक का पाठ्यांक h_2			नली में द्रव स्तंभ की उंचाई
	मुख्य पे.का पाठयांक M	वर्नियर सं.चिन्ह n	कुल पाठयांक h_1=M+nxLc	मुख्य पे.का पाठयांक M	वर्नियर सं.चिन्ह n	कुल पाठयांक h_2=M+nxLc	$h = h_1 - h_2$
1	.... से.मी.		.... से.मी.	.... से.मी.		.... से.मी.	.... से.मी.
2	.... से.मी.		.........से.मी.	.... से.मी.		.... से.मी.	.... से.मी.

सारिणी 2

केशिका नली के व्यास के लिए सारिणी में कुल पाठयांक M+n x LC ही अंकित करें

नली संख्या	व्यास के एक एक सिरे पर पाठयांक x_1	दूसरे सिरे पर पाठयांक x_2	$d_1=x_2-x_1$	लंबवत दिशा में व्यास एक सिरे पर पाठयांक x_3	दूसरे सिरे पर पाठयांक x_4	$d_2=x_4-x_3$	माध्य व्यास $d=\frac{d_1+d_2}{2}$
1	.......cm	.......cm	.......cm	.......cm	.......cm	.......cm	.......cm
2	.......cm	.......cm	.......cm	.......cm	.......cm	.......cm	

गणना

प्रथम केशिका नली के लिए त्रिज्या $r_1 = \frac{d_1}{2}$

द्वितीय केशिका नली के लिए त्रिज्या $r_2 = \frac{d_2}{2}$

प्रत्येक नली के लिए सूत्र $S = \frac{hrdg}{2}$ से, अलग अलग गणना करें एवं माध्य ज्ञात करें।

परिणाम

कमरे के ताप ......^0C पर जल का पृष्ठ तनाव का मान S=------ N/m प्राप्त हुआ।

सावधानियां

1 प्रयोग के दौरान स्टेंड / केशिका नली लगी पटिटका नहीं हिलनी चाहिए।

2 सुई की नोक का पाठयांक लेते समय चल सूक्ष्मदर्शी की स्थिति वहीं रहनी चाहिए जो नवचन्द्रक के पाठ्यांक के समय थी।

3 केशिका नलियों को कास्टिक सोडा, नाईट्रिक अम्ल एवं पानी द्वारा धोकर चिकनाई रहित करें।

4 बीकर में पानी का तल ऊंचा होना चाहिए ताकि केशिका नली में नवचन्द्र का तल बीकर से बाहर रहे तथा पाठयांक, लेते समय बीकर बीच में नहीं आए।

5 पानी / कमरे का ताप अवश्य ज्ञात करें। क्योंकि पृष्ठ तनाव का मान ताप पर निर्भर करता है।

.त्रुटियों का उद्‌गम

1 पानी में केशिका नालियों को डुबोने पर नली का तल, नली को ऊपर करने पर भी नीचा नहीं होता। अतः नली को एक बार डुबाने के बाद ऊपर नीचे नहीं करें।

2 पानी की अशुद्धियां पृष्ठ तनाव का मान बदल सकती है।

मौखिक प्रश्न –

प्र 1 पृष्ठ तनाव किसे कहते हैं ?

उ. द्रव की मुक्त सतह एक तनी हुई रबर की झिल्ली की तरह व्यवहार करती है। इसमें सिकुड़ने की प्रवृति होती है अर्थात् इसमें पृष्ठीय स्थितिज ऊर्जा होती है। एकांक क्षेत्रफल में निहित स्थितिज उर्जा को ही पृष्ट तनाव कहते हैं। इसी प्रकार द्रव की मुक्त सतह पर खींची हुई काल्पनिक रेखा के लंबवत एवं पृष्ठ के अनुदिश एकांक लंबाई पर लगने वाले बल को पृष्ठ तनाव कहते हैं।

प्र 2 केशिका नली किसे कहते हैं?

उ बहुत कम व्यास (बाल के बराबर) वाली नली को केशिका नली कहते हैं।

प्र 3 केशिका नली में पानी ऊपर क्यों चढ़ा ?

उ पृष्ठ तनाव के कारण

प्र 4 क्या सभी द्रव केशिका नली में ऊपर चढ़ते हैं?

उ नहीं केवल वे द्रव ही ऊपर चढ़ते हैं जिनका नव चन्द्रक तल अवतल हो एवं संपर्क कोण का मान न्यून कोण हो।

प्र 5 संपर्क कोण किसे कहते हैं?

उ द्रव का मुक्त पृष्ठ पात्र की दीवार को जिस बिन्दु पर छूता हो, उस बिंदु पर द्रव की पृष्ठ पर खींची गई स्पर्श रेखा एवं पात्र की डूबी हुई दीवार के मध्य कोण को संपर्क कोण कहते हैं।

प्र 6 क्या संपर्क कोण किसी द्रव पर निर्भर करता है?

उ संपर्क कोण का मान, द्रव एवं पात्र के पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करता है।

प्र 7 केशिका नली की लंबाई द्रव स्तंभ की ऊंचाई से भी कम लेने पर क्या द्रव नली में ऊपर चढ़कर अपने आप बाहर निकलने लगेगा?

उ नहीं, द्रव की मुक्त सतह की वक्रता इस प्रकार बदल जाती है कि द्रव बाहर निकले बिना ही दाब संतुलित हो जाए।

प्र 8 क्या इस प्रयोग में आसुत जल का प्रयोग किया जा सकता है?

उ पृष्ठ तनाव का मान भिन्न प्राप्त होता है, क्योंकि आसुत जल में कुछ चिकनाई होती है।

प्र 9 पृष्ठ तनाव पर ताप का क्या प्रभाव होता है?

उ ताप बढ़ने से पृष्ठ तनाव कम होता है।