भाग–अ
प्रयोग – 1

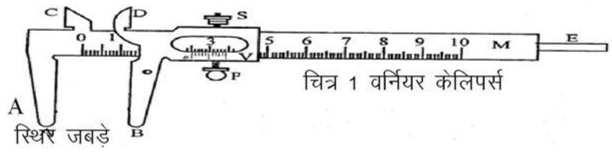
वर्नियर केलिपर्स

किसी भी उपकरण द्वारा मापी गई सबसे छोटी राशि को उस उपकरण का अल्पतमांक कहते हैं। साधारण मीटर स्केल का अल्पतमांक 0.1 से.मी. होता है। इससे छोटी दूरी के मापन के लिए फ्रान्सिसी गणितज्ञ पियरे वर्नियर ने मुख्य पैमाने के साथ सरकने वाले एक सहायक पैमाने का विकास किया, जिसे वर्नियर पैमाना कहते है।

वर्नियर पैमाने के n भागों का मान प्रमुख पैमाने के (n–1) भागों के मान के बराबर होता है। अर्थात् वर्नियर पैमाने का 1 भाग प्रमुख पैमाने के 1 भाग से छोटा होता है। इनके मान में अन्तर को ही अल्पतमांक कहते है।

वर्नियर पैमाने का उपयोग दो जबड़ो वाले केलिपर्स के साथ करने से वर्नियर केलिपर्स बनता हें वर्नियर केलिपर्स का अल्पतमांक साधारणतः 0.01 से.मी होता है। वर्नियर पैमाने के 10 भागो का मान 9 मि.मी. होता है। अतः अल्पतमांक = 1मि.मी. – 0.9 मि.मी. = 0.1 मि.मी. = 0.01 से.मी.

बनावट :–



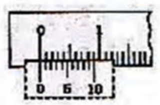
चित्र 1 वर्नियर केलिपर्स

वर्नियर केलिपर्स में दो स्थिर जबड़े A एवं C तथा दो सरकने वाले जबड़े B एवं D होते है। स्थिर जबड़े प्रमुख पैमाने से तथा सरकने वाले वर्नियर पैमाने से जुड़े होते है। सरकने वाले जबड़े से धातु की एक पत्ती E जुड़ी रहती है। जितनी दूरी तक जबड़ा आगे सरकता है, उतनी ही पत्ती बाहर निकलती है।

जबड़े B एवं A बाह्य व्यास, D एवं C आन्तरिक व्यास तथा पत्ती E गहराई के मापन में प्रयुक्त होती है। स्थिर जबड़े के साथ जुड़ा प्रमुख पैमाना सेन्टीमीटर में अंकित होता है। सरकने वाले जबड़े के साथ एक खिड़कीनुमा संरचना जुड़ी होती है, जिस पर वर्नियर पैमाना अंकित होता है। खिड़की से प्रमुख पैमाना दिखाई देता है। पेच S जबड़े को कसने में प्रयुक्त होता है।

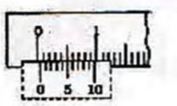
$$\text{वर्नियर केलिपर्स का अल्पतमांक} = \frac{\text{प्रमुख पैमाने के एक भाग का मान}}{\text{वर्नियर पैमाने पर कुल भागों की संख्या}} = \frac{S}{N}$$

शून्यांक त्रुटिः– उपकरण के उपयोग से अथवा बनावट में दाेष से उपकरण में शून्यांक त्रुटि आ जाती है। जब जबड़े सम्पर्क A एवं B में हो एवं वर्नियर पैमाने का शून्य प्रमुख पैमाने के शून्य से सम्पाती हो तो शून्यांक त्रुटि नही होती है। (चित्र–2)



(चित्र–2)

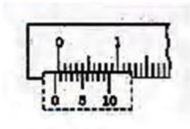
धनात्मक शून्यांक त्रुटिः– जब वर्नियर पैमाने का शून्य प्रमुख पैमाने के शून्य के दांई और हो अर्थात धनात्मक दिशा में हो तो त्रुटि धनात्मक होती है। त्रुटि का मान = वर्नियर सम्पतित चिन्ह×LC (चित्र–3)



(चित्र–3)

ऋणात्मक शून्यांक त्रुटिः– जबड़े सटे होने की स्थिति में वर्नियर पैमाने का शून्य,

प्रमुख पैमाने के शून्य से बांई और अर्थात ऋणात्मक दिशा में होने पर त्रुटि ऋणात्मक होती है।
त्रुटि का मान = वर्नियर सम्पातित चिन्ह $\times$ LC
चित्र में वर्नियर सम्पातित चिन्ह पांचवा है अतः शून्यांक त्रुटि = –5x0.01से.मी. होगी।
प्रेक्षित पाठयांक से शून्यांक त्रुटि को चिन्ह सहित घटाने पर सशोधित मांन प्राप्त होता है।
सशोधित मान = प्रेक्षित मान – (± शून्यांक संशोधन)



प्रयोग 1 (a)

उद्देश्यः–

वर्नियर केलिपर्स द्वारा किसी छोटी गोलीय / बेलनाकार पिण्ड का व्यास ज्ञात करना।

उपकरण एवं सामग्रीः–

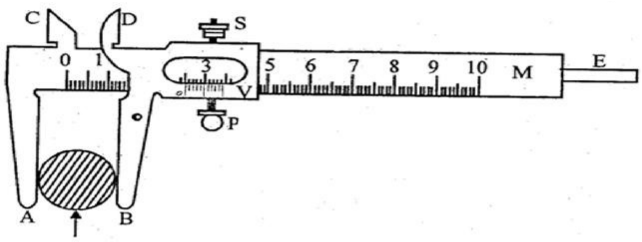
वर्नियर केलिपर्स, दिया गया गोलीय / बेलनाकार पिण्ड।

सिद्धान्तः–

वर्नियर पैमाने से युक्त किसी उपकरण से मापन से पूर्व वर्नियर पैमाने का अल्पतमांक ज्ञात करते है।

1. वर्नियर केलिपर्स का अल्पतमांक (LC) = $\dfrac{\text{प्रमुख पैमाने के एक भाग का मान}}{\text{वर्नियर पैमाने पर कुल भागों की संख्या}} = \dfrac{S}{N}$

2. कुल पाठयांक = प्रमुख पैमाने का पाठयांक + वर्नियर पैमाने का सम्पातित चिन्ह X अल्पतमांक
3. शुद्ध पाठयांक = कुल पाठयांक – (शून्यांक त्रुटि चिन्ह सहित)



विधिः–

1. वर्नियर केलिपर्स के प्रमुख पैमाने के एक भाग का मान तथा वर्नियर पैमाने पर कुल भागों की संख्या ज्ञात कर अल्पतमांक ज्ञात करते है।
2. जबड़ो को सटाकर शून्यांक त्रुटि ज्ञात करते है तथा चिन्ह सहित लिखते है।
3. पेच S को ढीला करके जबड़ो के मध्य गोलीय / बेलनाकार पिण्ड को हल्के से पकड़ते है।
4. इस अवस्था में प्रमुख पैमाने का पाठयांक ज्ञात करते है। वर्नियर पैमाने के शून्य से पहले प्रमुख पैमाने पर अंकित मान ही प्रमुख पैमाने का पाठयांक होता है। इसे मात्रक सहित लिखते हैं।
5. वर्नियर पैमाने के दस भागों में से उस भाग को चुनते है, जो प्रमुख पैमाने के किसी भाग से सम्पाती हो। इस भाग संख्या

को अल्पतमांक से गुणा करने पर वर्नियर पाठयांक प्राप्त होता है।

6. शून्यांक त्रुटि ज्ञात करनाः— जबड़ो को सटाकर रखें तथा वर्नियर पैमाने के शून्य एवं प्रमुख पैमाने के शून्य के सम्पाती होने की जांच करें। यदि चित्र 2 के अनुसार सम्पाती हो, तो शून्यांक त्रुटि नही है। यदि शून्यांक त्रुटि हो तो उस भाग की संख्या ज्ञात करो, जो प्रमुख पैमाने के किसी भाग से सम्पाती हो। चिन्ह के नियामानुसार शून्यांक त्रुटि अंकित करें।

प्रेक्षणः— प्रमुख पैमाने के एक भाग का मान S = ... से.मी.।

वर्नियर पैमाने पर कुल भागों की संख्या N = ... भाग

$$\text{वर्नियर केलिपर्स का अल्पतमांक (LC)} = \frac{S}{N}$$

प्रेक्षण सारिणीः—

क्र.सं.	प्रमुख पैमाने का पाठयांक M	वर्नियर पैमाने का पाठयांक V		कुल पाठयांक C=M+V	माध्य व्यास $\overline{D}$	संशोधित व्यास $D = \overline{D}$ - (शून्यांक त्रुटि)
		वर्नियर सम्पातित चिन्ह संख्या n	V= n×अल्पतमांक			
1	---------cm	------ भाग	....cm	d_1 = ……cm	$\overline{D}=\frac{d_1+d_2+d_3+d_4+d_5}{5}$	
2	---------cm	------ भाग	....cm	d_2 = ………cm	……cm	……cm
3	---------cm	------ भाग	....cm	d_3 = ………cm		
4	---------cm	------ भाग	....cm	d_4 = ………cm		
5	---------cm	------ भाग	....cm	d_5 = ………cm		

गणनाः—

प्रत्येक पाठयांक के लिए d=M+n × LC से गणना करें तथा माध्य व्यास में शून्यांक संशोधन करें।

[illegible] D- (± शून्यांक त्रुटि) तथा सारिणी में अंकित करें।

पाठयांक 1.....................................

2....................................

परिणामः— दिये गये गोलीय/बेलनाकार पिण्ड का व्यास................. सेमी प्राप्त हुआ।

सावधानियांः—
1. वर्नियर पैमाने के सम्पातित चिन्ह को पढ़ते समय सावधानी रखनी चाहिए।
2. पाठयांक लेते समय दृष्टि पैमाने के लम्बवत होनी चाहिए।
3. जबड़ों को अधिक नहीं कसें।

प्रयोग 1 (b)

उद्देश्यः– नियमित आकार के ज्ञात द्रव्यमान वाले पिंड की विमाऐं ज्ञात कर आयतन एवं घनत्व ज्ञात करना।

उपकरण एवं सामग्रीः– दिया गया आयताकार/बेलनाकार पिंड, वर्नियर केलिपर्स।

सिद्धान्तः– किसी आयताकार पिंड का आयतन $V = L \times B \times H$

यहां L लंबाई, B चौड़ाई तथा H ऊँचाई

बेलानाकार पिंड का आयतन $V = \pi r^2 l = \frac{\pi D^2 l}{4}$

r बेलन की त्रिज्या, l बेलन की लंबाई

D बेलन का व्यास

पिंड के पदार्थ का घनत्व $d = \frac{M}{V}$ किग्रा/मी.^{3}

M = पिंड का द्रव्यमान

विधि

1 वर्नियर केलिपर्स का अल्पतमांक एवं शून्यांक त्रुटि ज्ञात करते हैं।

2 पिंड आयताकार हो तो पिंड पर L, B एवं H लिख लेते हैं।

3 वर्नियर केलिपर्स द्वारा L, B एवं H का मान ज्ञात कर सारिणीबद्ध करते हैं।

4 यदि पिंड बेलनाकार हैं तो व्यास तथा लंबाई का पाठयांक अलग अलग लेकर सारिणीबद्ध करते हैं।

प्रेक्षण

वर्नियर अल्पतमांक = $\frac{\text{प्रमुख पैमाने के 1 भाग का मान}}{\text{वर्नियर पैमाने पर कुल भागों की संख्या}} = \frac{s}{N}$

शून्यांक त्रुटि = ----------------- cm

दिए गए पिंड का ज्ञात द्रव्यमान = ------- Kg

सारिणी

माप	क्र.सं.	M	वर्नियर सम्पातित चिन्ह संख्या (n)	वर्नियर पाठयांक V=nxLC	कुल पाठयांक M+V	माध्य मान	संशोधित मान
लंबाई	1	.... से.मी.	–– भाग	–– से.मी.	l_1......से.मी.		
	2	.... से.मी.	–– भाग	–– से.मी.	l_2......से.मी.	$L = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{3}$	
	3	.... से.मी.	–– भाग	–– से.मी.	l_3......से.मी.	L = ...से.मी.	
चौड़ाई	1	.... से.मी.	–– भाग	–– से.मी.	b_1......से.मी.		
	2	.... से.मी.	–– भाग	–– से.मी.	b_2......से.मी.	$B = \frac{b_1 + b_2 + b_3}{3}$	
	3	.... से.मी.	–– भाग	–– से.मी.	b_3......से.मी.	B = ...से.मी.	
ऊँचाई	1.	.... से.मी.	–– भाग	–– से.मी.	h_1......से.मी.		
	2.	.... से.मी.	–– भाग	–– से.मी.	h_2......से.मी.	$H = \frac{h_1 + h_2 + h_3}{3}$	
	3.	.... से.मी.	–– भाग	–– से.मी.	h_3......से.मी.	H = ...से.मी.	
व्यास	1.	.... से.मी.	–– भाग	–– से.मी.	d_1......से.मी.		
	2.	.... से.मी.	–– भाग	–– से.मी.	d_2......से.मी.	$D = \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3}$	
	3.	.... से.मी.	–– भाग	–– से.मी.	d_3......से.मी.	D = ...से.मी.	

गणना

लंबाई, चौड़ाई, ऊँचाई, व्यास के लिए अलग अलग पाठयांकों का संशोधित का माध्य ज्ञात करें

$$L = \frac{l_1+l_2+l_3}{3} = \text{.......से.मी.} = \text{.......मी.}$$

$$B = \frac{b_1+b_2+b_3}{3} = \text{.......से.मी.} = \text{.......मी.}$$

$$H = \frac{h_1+h_2+h_3}{3} = \text{.......से.मी.} = \text{.......मी.}$$

आयतन $V = L \times B \times H = ...\ m^3$

घनत्व $d = \frac{M}{V} = ...\ Kg/m^3$

परिणाम

दिए गए पिंड की लंबाई L = ... cm चौड़ाई B= ....cm = ...m

ऊँचाई H =...., cm   आयतन V = ------ m^3

दिए गए पिंड के पदार्थ का घनत्व d= .... Kg/m^3 प्राप्त हुआ।

सावधानियां

1 वर्नियर केलिपर्स से मापन संबंधी सभी सावधानियां प्रयोग 1 (अ) की भांति

2 आयताकार पिंड की विभिन्न मापों जैसे L, B एवं H को पिंड पर अंकित करें जिससे मापन में त्रुटि न हो।

प्रयोग 1 (c)

उद्देश्य – दिए गए बीकर / केलोरी मापी / बेलनाकार पात्र का आंतरिक व्यास एवं गहराई मापकर, इसका आयतन ज्ञात करना।

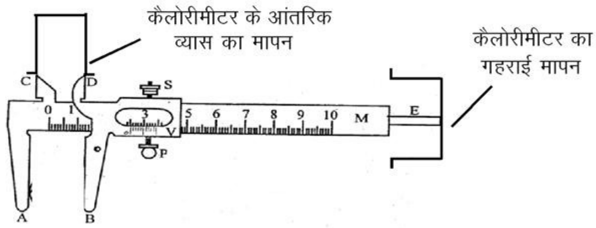
उपकरण एवं सामग्री – वर्नियर केलिपर्स, बेलनाकार पात्र।

सिद्धांत – वर्नियर अल्पतमांक – $LC = \frac{\text{प्रमुख पैमाने के 1 भाग का मान}}{\text{वर्नियर पैमाने पर कुल भागों की संख्या}} = \frac{S}{N}$ = ... से.मी.

गहराई, व्यास = प्रमुख पैमाने का पाठ्यांक + वर्नियर पैमाने का पाठ्यांक x L.C.

संशोधित व्यास / गहराई = प्रेक्षित व्यास / गहराई – शून्यांक संशोधन

बेलनाकार पात्र का आयतन $V = \frac{\pi D^2 h}{4}$ यहां V = आयतन, D= व्यास, h= गहराई



चित्र

विधि –

1 चित्रानुसार वर्नियर केलिपर्स की पत्ती E को पेदें से स्पर्श करते हुए वर्नियर केलिपर्स के प्रमुख पैमाने एवं वर्नियर पैमाने का पाठयांक लें तथा भिन्न भिन्न स्थानों पर किए पाठयांकों को सारणीबद्ध करें एवं गहराई h ज्ञात करें।

2 आंतरिक व्यास ज्ञात करने वाले जबड़ों को पात्र के अंदर रखते हुए वर्नियर केलिपर्स के जबड़ों को फैलावें, जब जबड़े दोनों तरफ स्पर्शकरें तब प्रमुख पैमाने तथा वर्नियर पैमाने के पाठयांक ले एवं सारिणीबद्ध करें।

प्रेक्षण

1 वर्नियर अल्पतमांक = ––– से.मी.

2 शून्यांक संशोधन = ––– से.मी.

सारिणी

भौतिक राशि	क्र सं.	प्रमुख पैमाने का पाठयांक M	वर्नियर का पाठयांक		कुल पाठयांक M+V	माध्य	संशोधित मान= मध्यमान– ± शू.त्रु.
			वर्नियर का संपातित (n)	V=nxLC वर्नियर पाठयांक			
गहराई	1	---से.मी.	---भाग	---से.मी.	---से.मी.		
	2	---से.मी.	---भाग	---से.मी.	---से.मी.		
	3	---से.मी.	---भाग	---से.मी.	---से.मी.	---से.मी.	---से.मी.
व्यास	1	---से.मी.	---भाग	---से.मी.	---से.मी.		
	2	---से.मी.	---भाग	---से.मी.	---से.मी.		
	3	---से.मी.	---भाग	---से.मी.	---से.मी.		

गणना

गहराई एवं व्यास के प्रत्येक प्रेक्षण की गणना निम्न सूत्र से करके सारणी में लिखे।

संशोधित गहराई = [प्रमुख पैमाने का पाठयांक + (सम्पाती चिन्ह x LC)] - (± शून्यांक त्रुटि)

माध्य व्यास $D = \frac{d_1+d_2+d_3+d_4}{4}$ माध्य गहराई $h = \frac{h_1+h_2+h_3+h_4}{4}$

सूत्र $V = \frac{\pi D^2 h}{4}$ द्वारा आयतन का मान ज्ञात करें ; $\pi = 3.14$

परिणाम – दिए गए पात्र के लिए

गहराई – h --- से.मी. =--- मी. आंतरिक व्यास D= --- से.मी. =---मी.

आयतन V = ---- cm^3 =...... m^3 प्राप्त हुआ।

सावधानियां

1 वर्नियर केलिपर्स के उपयोग से पूर्व यह निश्चित करें कि जबड़ा सरलता से सरके आवश्यकता हो तो स्नेहक (तेल) लगावें।

2 उपयोग से पूर्व अल्पतमांक एवं शून्यांक त्रुटि अवश्य ज्ञात करें।

3 गहराई तथा आन्तरिक व्यास के लिए भिन्न स्थानों पर पाठयांक लें।

4 जबड़ों को स्थिर/ढीला करने के लिए पेच S का उपयोग करें परंतु इसे अत्यधिक नहीं कसें।

5 बेलन को घुमाकर कई लम्बवत दिशाओं में/स्थानों पर पाठयांक ले।

मौखिक प्रश्न

प्र 1 इस प्रकार के सरकने वाले केलिपर्स को 'वर्नियर केलिपर्स' क्यों कहते हैं?

उ क्योंकि सरकने वाले सहायक पैमाने का उपयोग फ्रांसिसी गणितज्ञ 'पियरे वर्नियर' ने किया था।

प्र 2 वर्नियर स्केल का सिद्धांत क्या है?

उ वर्नियर स्केल के कुल चिन्हों की संख्या समान दूरी पर अंकित मुख्य स्केल के भागों से 1 भाग अधिक या 1 भाग कम होनी चाहिए।

प्र 3 अल्पतमांक किसे कहते हैं?

उ प्रमुख पैमाने के एक भाग का मान एवं वर्नियर पैमाने के 1 भाग के मान में अंतर को अल्पतमांक कहते हैं।

प्र 4 साधारण मीटर स्केल, वर्नियरकेलिपर्स, स्क्रूगेज एवं स्फेयरोमीटर के अल्पतमांक बताईये?

उ मीटर स्केल 1 mm या 0.1 cm वर्नियर केलिपर्स 0.1 mm या 0.01 cm स्क्रूगेज व स्फेयरो मीटर 0.001 सेमी

प्र 5 शून्यांक त्रुटि किसे कहते हैं?

उ दोनों जबड़े संपर्क में होने की स्थिति में वर्नियर पैमाने का शून्य, प्रमुख पैमाने के शून्य से संपातित नहीं होने को शून्यांक त्रुटि कहते हैं।

प्र 6 शून्यांक त्रुटि घनात्मक एवं ऋणात्मक कब होती है?

उ जब वर्नियर का शून्य प्रमुख पैमाने के शून्य से बाई और हो तो त्रुटि ऋणात्मक तथा दांई और हो तो त्रुटि धनात्मक होती है।

प्र 7 शून्यांक त्रुटि का उपयोग कैसे करते हैं?

उ शून्यांक त्रुटि को प्रेक्षित पाठयांक से, चिन्ह सहित घटाते हैं।

प्र 8 वर्नियर स्केल के उपयोग का क्या लाभ है?

उ इससेउपकरण का अल्पतमांक कम हो जाता है तथा मापन में यथार्थता आती है।

प्र 9 क्या इसके उपयोग से किसी कागज की मोटाई ज्ञात कर सकते हैं?

उ नहीं, क्योंकि कागज की मोटाई, अल्पतमांक से कम है। परंतु कई पन्नों की मोटाई ज्ञात करके, एक पन्ने की मोटाई का अनुमान कर सकते हैं।

प्र 10. क्या कोण के यथार्थ मापन में भी वर्नियर स्केल का उपयोग होता है?

उ हाँ, स्पेक्ट्रोमीटर तथा सेक्सटेंट में कोण मापन में उसका उपयोग होता है।