

ERROR & PRACTICAL PHYSICS

- किसी सरल लोलक का आवर्तकाल, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ है। इस लोलक की मापित लम्बाई, जिसे उस मीटर स्केल से मापा गया है जिसका अल्पतमांश 1 mm है, 1.0 m है, तथा इसके एक दोलन का समय, जिसे 0.01 s का विभेदन कर सकने वाली विराम घड़ी द्वारा मापा गया है, 1.95 s है। 'g' का मान ज्ञात करने में होने वाली त्रुटि की प्रतिशतता होगी :

(1) 1.13% (2) 1.03%
(3) 1.33% (4) 1.30%
- किसी स्क्रूगेज का चूड़ी अन्तराल 1mm है तथा उसके वृत्तीय पैमाने पर 100 अंश है। जब इसके जबड़ों के बीच कुछ भी नहीं रखा है तो वृत्तीय पैमाने का शून्य संदर्भ रेखा से 8 अंश नीचे होता है। जब किसी तार को जबड़ों के बीच रखा जाता है तो रैखिक पैमाने का एक अंश स्पष्ट दिखाई देता है और वृत्तीय पैमाने का 72 वाँ अंश संदर्भ रेखा के संपाती है। तार की त्रिज्या है :

(1) 1.64 mm (2) 0.82 mm
(3) 1.80 mm (4) 0.90 mm
- वर्नियर कैलीपर्स के मुख्य पैमाने का एक भाग 'a' cm है। वर्नियर स्केल का n^{th} भाग, मुख्य पैमाने के $(n - 1)^{\text{th}}$ भाग के संपाती है। इस कैलीपर्स का mm में अल्पतमांक होगा।

(1) $\frac{10na}{(n-1)}$ (2) $\frac{10a}{(n-1)}$
(3) $\left(\frac{n-1}{10n}\right)a$ (4) $\frac{10a}{n}$
- प्रतिरोध $R = \frac{V}{I}$, जहाँ $V = (50 \pm 2)V$ और $I = (20 \pm 0.2)A$ है। R में प्रतिशत त्रुटि 'x' % है। 'x' का मान निकटतम पूर्णांक में _____ है।
- त्रिज्या 0.2 cm (अल्पतमांक 0.001 cm के पैमाने से मापने पर) तथा लम्बाई 1m (अल्पतमांक 1 mm के पैमाने से मापने पर) के किसी तार के यंग गुणांक को निर्धारित करने के लिए इस तार के एक सिरे पर 1 kg का भार (अल्पतमांक 1 g के पैमाने से मापने पर) लटकाने पर तार में विस्तार 0.5 cm (अल्पतमांक 0.001 cm के पैमाने से मापने पर) होता है। इस प्रयोग में निर्धारित यंग गुणांक के मान में भिन्नात्मक त्रुटि क्या होगी?

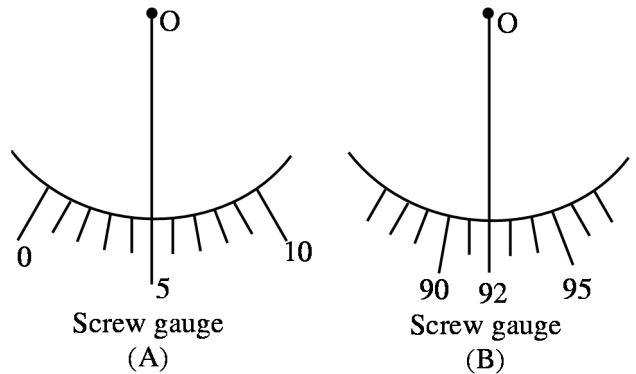
(1) 0.14% (2) 0.9%
(3) 9% (4) 1.4%

- मापन के लिए प्रयोग किए गए, वर्नियर पैमाने में 0.2 mm की धनात्मक शून्यांक त्रुटि है। मापन करते समय, यह देखा गया कि वर्नियर पैमाने पर शून्य '0', 8.5cm और 8.6cm के मध्य है और वर्नियर का 6 वाँ अंश संपाती है, तो मापन का सही मान _____ cm होगा। (अल्पतमांक = 0.01 cm)

(1) 8.36 cm (2) 8.54 cm
(3) 8.58 cm (4) 8.56 cm
- एक सरल लोलक का आवर्तकाल $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ से दिया गया है। लोलक की लम्बाई को 10 cm, 1mm यथार्थता के साथ मापा गया है। लोलक के 200 दोलनों का समय 1s विभेदन वाली घड़ी से 100 s मापा गया है। 'g' के मान को इस सरल लोलक द्वारा यथार्थता के साथ मापने पर प्रतिशत त्रुटि 'x' है। 'x' का मान निकटतम पूर्णांक में होगा :-

(1) 2% (2) 3% (3) 5% (4) 4%
- ओम के नियम के प्रयोग में, एक 10.0 cm लम्बे एवं 5.00 mm व्यास के चालक के सिरों पर 5.0 V का विभवांतर लगाया गया है। चालक में मापी गई धारा का मान 2.00A है। चालक की प्रतिरोधकता में अधिकतम अनुमत प्रतिशत त्रुटि होगी:

(1) 3.9 (2) 8.4 (3) 7.5 (4) 3.0
- एक गोले की त्रिज्या (7.50 ± 0.85) cm मापी गई है। माना कि इसके आयतन में प्रतिशत त्रुटि x है। यहाँ x का मान निकटतम पूर्णांक में _____ होगा।
- दो छात्रों A और B ने समान चूड़ी अन्तराल और 100 समान वृत्तीय अंशों वाले दो स्क्रूगेजों का उपयोग दिए गए तार की त्रिज्या मापने के लिए किया। तार की त्रिज्या का वास्तविक मान 0.322 cm है। A और B द्वारा प्रेक्षित वृत्तीय पैमाने के अंतिम पाठ्यांकों के बीच अंतर का निरपेक्ष मूल्य है। [आरेखों में संदर्भ बिन्दु 'O' की स्थिति उस स्थिति में दर्शायी गयी है जब स्क्रूगेज के जबड़े बन्द है] दिया है चूड़ी अन्तराल = 0.1 cm.



11. अभिकथन A : वृत्तीय पैमाने के पाँच पूर्ण घूर्णन करने पर, स्क्रूगेज के मुख्य पैमाने पर चली गई दूरी 5 mm है और वृत्तीय पैमाने पर 50 डिवीजन है, तो अल्पतमांक 0.001 cm होगा।

कारण R :

$$\text{अल्पतमांक} = \frac{\text{पिच}}{\text{वृत्तीय पैमाने पर कुल डिवीजन}}$$

उपरोक्त कथनानुसार, सबसे उपयुक्त विकल्प को नीचे दिए गए विकल्पों में से चुनिए :

- (1) A सही नहीं है परन्तु R सही है।
 (2) दोनों A और R सही है और R, A की सही व्याख्या है।
 (3) A सही है परन्तु R सही नहीं है।
 (4) दोनों A और R सही है और R, A की सही व्याख्या नहीं है।
12. किसी भौतिक राशि 'y' को नीचे दिए गए सूत्र द्वारा निरूपित किया गया है। $y = m^2 r^{-4} g^x l^{\frac{3}{2}}$ यदि y, m, r, l और g में त्रुटि-प्रतिशतता क्रमशः 18, 1, 0.5, 4 और p है, तो x और p के मान होंगे :
- (1) 5 और ± 2 (2) 4 और ± 3
 (3) $\frac{16}{3}$ और $\pm \frac{3}{2}$ (4) 8 और ± 2

13. तीन विद्यार्थी S₁, S₂ तथा S₃ गुरुत्वीय त्वरण (g) के मापन के लिये सरल लोलक की सहायता से एक प्रयोग करते हैं। वे अलग-अलग लम्बाई के लोलको का उपयोग करते हैं तथा दोलनों की भिन्न-भिन्न संख्या के लिये समय दर्ज करते हैं। ये प्रेक्षण निम्न तालिका में दिये गये हैं

Student No.	Length of pendulum (cm)	No. of oscillations (n)	Total time for n oscillations	Time period (s)
1.	64.0	8	128.0	16.0
2.	64.0	4	64.0	16.0
3.	20.0	4	36.0	9.0

(लम्बाई का अल्पतमांक = 0.1 m)

समय का अल्पतमांक = 0.1 s)

यदि E₁, E₂ तथा E₃ क्रमशः विद्यार्थी 1, 2 व 3 के लिये 'g' में प्रतिशत त्रुटि हो तो किस विद्यार्थी द्वारा न्यूनतम प्रतिशत त्रुटि प्राप्त की गयी?

14. एक स्क्रूगेज का रैचट जब बन्द रहता है, तो वृत्तीय पैमाने का पाँचवां भाग संदर्भ रेखा के संपतित होता है। वृत्तीय पैमाने में 50 भाग है तथा एक पूरा चक्कर घुमाने पर मुख्य पैमाना 0.5 मिली मीटर (mm) खिसकता है। एक विशेष प्रेक्षण में मुख्य पैमाने का पाठ्यांक 5 मिलीमीटर (mm) तथा वृत्तीय पैमाने का बीसवां भाग संदर्भ रेखा के संपतित है। सही पाठ्यांक की गणना कीजिए।
- (1) 5.00 mm (2) 5.25 mm
 (3) 5.15 mm (4) 5.20 mm

15. एक लोलक घड़ी में लोलक की लम्बाई 0.1% बढ़ा दी जाए, तो प्रतिदिन समय में त्रुटि होती है –
- (1) 86.4 s (2) 4.32 s
 (3) 43.2 s (4) 8.64 s

16. एक ग्रह पर गुरुत्वीय त्वरण 4 प्रतिशत यथार्थता तक पाया जाता है। उस ग्रह पर 'm' द्रव्यमान के सरल लोलक को T आवर्तकाल से दोलन कराने के लिए दी गई ऊर्जा की गणना की जाती है। यदि आवर्तकाल 3 प्रतिशत यथार्थता से मापा जाता है, तो ऊर्जा E की यथार्थता..... प्रतिशत पायी जाती है।

17. एक गोलीय लोलक का व्यास वर्नियर कैलीपर्स को प्रयुक्त करके मापा जाता है। वर्नियर कैलीपर्स में मुख्य पैमाने के 9 भाग वर्नियर पैमाने के 10 भाग के बराबर हैं। मुख्य स्केल का एक भाग 1 मिलीमीटर (mm) है। मुख्य पैमाने का पाठ्यांक 10 mm है तथा वर्नियर पैमाने का आठवाँ भाग मुख्य पैमाने के संपातित है। यदि दिए वर्नियर कैलीपर्स में धनात्मक शून्यांक त्रुटि 0.04 सेमी. हो, तो गोलक की त्रिज्या _____ $\times 10^{-2}$ सेमी. है।

18. एक छात्र सूत्र $Y = \frac{MgL^3}{4bd^3\delta}$ का प्रयोग करके यंग प्रत्यास्थता गुणांक ज्ञात करता है। बिना सार्थक त्रुटि के g का मान 9.8 m/s² लिया जाता है तथा उसके प्रेक्षण निम्नलिखित हैं।

भौतिक राशियां	माप के लिए प्रयुक्त उपकरण का अल्पतमांक	प्रेक्षित मान
द्रव्यमान (M)	1 g	2 kg
छड़ की लम्बाई (L)	1 mm	1 m
छड़ की चौड़ाई (b)	0.1 mm	4 cm
छड़ की मोटाई (d)	0.01 mm	0.4 cm
अवनमन (δ)	0.01 mm	5 mm

Y के माप में भिन्नात्मक त्रुटि है :

- (1) 0.0083 (2) 0.0155
 (3) 0.155 (4) 0.083
19. दो प्रतिरोधक R₁ = (4 \pm 0.8) Ω तथा R₂ = (4 \pm 0.4) Ω समान्तर क्रम में जुड़े हैं। उनके समान्तर क्रम संयोजन का तुल्य प्रतिरोध है :
- (1) (4 \pm 0.4) Ω (2) (2 \pm 0.4) Ω
 (3) (2 \pm 0.3) Ω (4) (4 \pm 0.3) Ω

SOLUTION

1. Official Ans. by NTA (1)

Sol. $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$
 $g = \frac{4\pi^2 \ell}{T^2}$
 $\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta \ell}{\ell} + \frac{2\Delta T}{T}$
 $\frac{\Delta g}{g} = \frac{1 \times 10^{-3}}{1} + 2 \times \frac{0.01}{1.95}$
 $\frac{\Delta g}{g} = 0.0113$ or 1.13%

option (1) is correct

2. Official Ans. by NTA (2)

Sol. Least count = $\frac{1\text{mm}}{100} = 0.01\text{mm}$
 zero error = $+ 8 \times \text{LC} = + 0.08 \text{ mm}$
 True reading (Diameter)
 = $(1 \text{ mm} + 72 \times \text{LC}) - (\text{Zero error})$
 = $(1 \text{ mm} + 72 \times 0.01 \text{ mm}) - 0.08 \text{ mm}$
 = $1.72 \text{ mm} - 0.08 \text{ mm}$
 = 1.64 mm
 therefore, radius = $\frac{1.64}{2} = 0.82 \text{ mm}$.

3. Official Ans. by NTA (4)

Sol. $(n - 1)a = n(a')$
 $a' = \frac{(n - 1)a}{n}$
 $\therefore \text{L.C.} = 1 \text{ MSD} - 1 \text{ VSD}$
 = $(a - a')\text{cm}$
 = $a - \frac{(n - 1)a}{n} = \frac{na - na + a}{n}$
 = $\frac{a}{n} \text{ cm} = \left(\frac{10a}{n}\right) \text{ mm}$

4. Official Ans. by NTA (5)

Sol. $\frac{\Delta R}{R} \times 100 = \frac{\Delta V}{V} \times 100 + \frac{\Delta I}{I} \times 100$
 $\% \text{ error in } R = \frac{2}{50} \times 100 + \frac{0.2}{20} \times 100$
 $\% \text{ error in } R = 4 + 1$
 $\% \text{ error in } R = 5\%$

5. Official Ans. by NTA (4)

Sol. $Y = \frac{\text{Stress}}{\text{Strain}} = \frac{FL}{Al} = \frac{mg.L}{\pi R^2 . \ell}$
 $\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta L}{L} + 2 \cdot \frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta \ell}{\ell}$
 $\frac{\Delta Y}{Y} \times 100 = 100 \left[\frac{1}{1000} + \frac{1}{1000} + 2 \left(\frac{0.001}{0.2} \right) + \frac{0.001}{0.5} \right]$
 $= \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + 1 + \frac{1}{5} = \frac{14}{10} = 1.4\%$

6. Official Ans. by NTA (2)

Sol. Positive zero error = 0.2 mm
 Main scale reading = 8.5 cm
 Vernier scale reading = $6 \times 0.01 = 0.06 \text{ cm}$
 Final reading = $8.5 + 0.06 - 0.02 = 8.54 \text{ cm}$

7. Official Ans. by NTA (2)

Sol. $g = \frac{4\pi^2 \ell}{T^2}$
 $\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta \ell}{\ell} + 2 \frac{\Delta T}{T} = \frac{0.1}{10} + 2 \left(\frac{1}{200} \right)$

$\frac{\Delta g}{g} = \frac{1}{100} + \frac{1}{50}$

$\frac{\Delta g}{g} \times 100 = 3\%$

8. Official Ans. by NTA (1)

Sol. $R = \frac{\rho \ell}{A} = \frac{V}{I}$
 $\rho = \frac{AV}{I\ell} = \frac{\pi d^2 V}{4I\ell} \quad \left(A = \frac{\pi d^2}{4} \right)$
 $\therefore \frac{\Delta \rho}{\rho} = \frac{2\Delta d}{d} + \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta I}{I} + \frac{\Delta \ell}{\ell}$
 $\frac{\Delta \rho}{\rho} = 2 \left(\frac{0.01}{5.00} \right) + \frac{0.1}{5.0} + \frac{0.01}{2.00} + \frac{0.1}{10.0}$
 $\frac{\Delta \rho}{\rho} = 0.004 + 0.02 + 0.005 + 0.01$
 $\frac{\Delta \rho}{\rho} = 0.039$
 $\% \text{ error} = \frac{\Delta \rho}{\rho} \times 100 = 0.039 \times 100 = 3.90\%$

Ans. (1)

9. Official Ans. by NTA (34)

Sol. $\therefore v = \frac{4}{3}\pi r^3$

taking log & then differentiate

$$\frac{dV}{V} = 3 \frac{dr}{r}$$

$$= \frac{3 \times 0.85}{7.5} \times 100\% = 34\%$$

10. Official Ans. by NTA (13)

Sol. For (A)

Reading = MSR + CSR + Error

$$0.322 = 0.300 + \text{CSR} + 5 \times \text{LC}$$

$$0.322 = 0.300 + \text{CSR} + 0.005$$

$$\text{CSR} = 0.017$$

For B

Reading = MSR + CSR + Error

$$0.322 = 0.200 + \text{CSR} + 0.092$$

$$\text{CSR} = 0.030$$

$$\text{Difference} = 0.030 - 0.017 = 0.013 \text{ cm}$$

$$\text{Division on circular scale} = \frac{0.013}{0.001} = 13$$

11. Official Ans. by NTA (1)

Sol. Least count = $\frac{\text{Pitch}}{\text{total division on circular scale}}$

In 5 revolution, distance travel, 5 mm

In 1 revolution, it will travel 1 mm.

$$\text{So least count} = \frac{1}{50} = 0.02$$

12. Official Ans. by NTA (3)

Sol. $\frac{\Delta y}{y} = \frac{2\Delta m}{m} + \frac{4\Delta r}{r} + \frac{x\Delta g}{g} + \frac{3}{2} \frac{\Delta \ell}{\ell}$

$$18 = 2(1) + 4(0.5) + xp + \frac{3}{2}(4)$$

$$8 = xp$$

By checking from options.

$$x = \frac{16}{3}, p = \pm \frac{3}{2}$$

13. Official Ans. by NTA (1)

Sol. $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \Rightarrow g = \frac{4\pi^2\ell}{T^2}$

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta \ell}{\ell} + \frac{2\Delta T}{T}$$

$$\Delta T = \frac{\text{least count of time } (\Delta T_0)}{\text{number of oscillations}(n)}$$

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta \ell}{\ell} + \frac{2\Delta T_0}{nT}$$

As $\Delta \ell$ and ΔT_0 are same for all observations so

$\frac{\Delta g}{g}$ is minimum for highest value of ℓ , n and T

\Rightarrow Minimum percentage error in g is for student number-1

14. Official Ans. by NTA (3)

Sol. Least count (L.C) = $\frac{0.5}{50}$

$$\text{True reading} = 5 + \frac{0.5}{50} \times 20 - \frac{0.5}{50} \times 5$$

$$= 5 + \frac{0.5}{50}(15) = 5.15 \text{ mm}$$

Option (3)

15. Official Ans. by NTA (3)

Sol. $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{2} \frac{\Delta \ell}{\ell}$$

$$\Delta T = \frac{1}{2} \times \frac{0.1}{100} \times 24 \times 3600$$

$$\Delta T = 43.2$$

Ans. 3

16. Official Ans. by NTA (14)

Sol. $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \Rightarrow \ell = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$

$$E = mg\ell \frac{\theta^2}{2} = mg^2 \frac{T^2 \theta^2}{8\pi^2}$$

$$\frac{dE}{E} = 2 \left(\frac{dg}{g} + \frac{dT}{T} \right) = (4 + 3) = 14\%$$

17. Official Ans. by NTA (52)

Sol. 9 MSD = 10 VSD

$$9 \times 1 \text{ mm} = 10 \text{ VSD}$$

$$\therefore 1 \text{ VSD} = 0.9 \text{ mm}$$

$$\text{LC} = 1 \text{ MSD} - 1 \text{ VSD} = 0.1 \text{ mm}$$

$$\text{Reading} = \text{MSR} + \text{VSR} \times \text{LC}$$

$$10 + 8 \times 0.1 = 10.8 \text{ mm}$$

$$\text{Actual reading} = 10.8 - 0.4 = 10.4 \text{ mm}$$

$$\text{radius} = \frac{d}{2} = \frac{10.4}{2} = 5.2 \text{ mm} = 52 \times 10^{-2} \text{ cm}$$

18. Official Ans. by NTA (2)

Sol. $y = \frac{MgL^3}{4bd^3\delta}$

$$\frac{\Delta y}{y} = \frac{\Delta M}{M} + \frac{3\Delta L}{L} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{3\Delta d}{d} + \frac{\Delta \delta}{\delta}$$

$$\frac{\Delta y}{y} = \frac{10^{-3}}{2} + \frac{3 \times 10^{-3}}{1} + \frac{10^{-2}}{4} + \frac{3 \times 10^{-2}}{4} + \frac{10^{-2}}{5}$$

$$= 10^{-3} [0.5 + 3 + 2.5 + 7.5 + 2] = 0.0155$$

Option (2)

19. Official Ans. by NTA (3)

Sol. $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \Rightarrow R_{eq} = 2\Omega$$

Also $\frac{\Delta R_{eq}}{R_{eq}^2} = \frac{\Delta R_1}{R_1^2} + \frac{\Delta R_2}{R_2^2}$

$$\frac{\Delta R_{eq}}{4} = \frac{.8}{16} + \frac{.4}{16} = \frac{1.2}{16}$$

$$\underline{\Delta R_{eq}} = 0.3\Omega$$

$$R_{eq} = (2 \pm 0.3)\Omega$$

Option (3)