

Лабораторная работа №1

Упражнение №2

«Измерение массы тела цилиндрической формы»

Выполнил: студент группы _____

Ф. И. О. студента

Проверил: доцент Федорук В. А.

Омск-20__

Вывод формул для расчёта погрешностей при косвенных измерениях (пример 2, с. 13-14 из «Руководства к лабораторным работам»

$m = \rho \frac{\pi D^2}{4} H; \quad m = m(\rho, \pi, D, H);$

$\langle m \rangle = m(\langle \rho \rangle, \langle \pi \rangle, \langle D \rangle, \langle H \rangle);$

$\langle m \rangle = \langle \rho \rangle \cdot \frac{\langle \pi \rangle \langle D \rangle^2}{4} \cdot \langle H \rangle;$

Первый способ:

$\Delta m = \sqrt{\left(\frac{\partial m}{\partial \rho} \Delta \rho\right)^2 + \left(\frac{\partial m}{\partial \pi} \Delta \pi\right)^2 + \left(\frac{\partial m}{\partial D} \Delta D\right)^2 + \left(\frac{\partial m}{\partial H} \Delta H\right)^2};$

$\frac{\partial m}{\partial \rho} = \frac{\pi D^2}{4} H; \quad \frac{\partial m}{\partial \pi} = \rho \frac{D^2}{4} H; \quad \frac{\partial m}{\partial D} = 2\rho \frac{\pi D}{4} H = \rho \frac{\pi D}{2} H;$

$\frac{\partial m}{\partial H} = \rho \frac{\pi D^2}{4};$

$\Delta m = \langle m \rangle \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta \rho}{\langle \rho \rangle}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \pi}{\langle \pi \rangle}\right)^2 + 4\left(\frac{\Delta D}{\langle D \rangle}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{\langle H \rangle}\right)^2};$

$\varepsilon_m = \frac{\Delta m}{\langle m \rangle}.$

Второй способ:

$\varepsilon_m = \sqrt{\left(\frac{\partial \ln m}{\partial \rho} \Delta \rho\right)^2 + \left(\frac{\partial \ln m}{\partial \pi} \Delta \pi\right)^2 + \left(\frac{\partial \ln m}{\partial D} \Delta D\right)^2 + \left(\frac{\partial \ln m}{\partial H} \Delta H\right)^2};$

$\ln m = \ln \rho + \ln \pi + 2 \ln D + \ln H - \ln 4;$

$\frac{\partial \ln m}{\partial \rho} = \frac{1}{\rho}; \quad \frac{\partial \ln m}{\partial \pi} = \frac{1}{\pi}; \quad \frac{\partial \ln m}{\partial D} = \frac{2}{D}; \quad \frac{\partial \ln m}{\partial H} = \frac{1}{H};$

$\varepsilon_m = \sqrt{\left(\frac{\Delta \rho}{\langle \rho \rangle}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \pi}{\langle \pi \rangle}\right)^2 + 4\left(\frac{\Delta D}{\langle D \rangle}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{\langle H \rangle}\right)^2};$

$\Delta m = \varepsilon_m \langle m \rangle.$

Цель работы: измерить линейные величины, найти массу цилиндра и рассчитать погрешности.

Приборы и принадлежности: штангенциркуль, микрометр, тело цилиндрической формы.

Краткая теория

$H = (\langle H \rangle \pm \Delta H), \text{ мм} \quad D = (\langle D \rangle \pm \Delta D), \text{ мм}$

$\varepsilon_H = .. \quad \% \quad \varepsilon_D = .. \quad \%$

$\alpha = .. \quad \alpha = ..$

$\langle m \rangle = \langle \rho \rangle \cdot \langle V \rangle, \text{ где } \langle V \rangle = \frac{\langle \pi \rangle \langle D \rangle^2}{4} \cdot \langle H \rangle.$

$\varepsilon_m = \sqrt{\left(\frac{\Delta \rho}{\langle \rho \rangle}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \pi}{\langle \pi \rangle}\right)^2 + 4\left(\frac{\Delta D}{\langle D \rangle}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{\langle H \rangle}\right)^2};$

$\Delta m = \varepsilon_m \langle m \rangle.$

$\gamma = 0,1 \text{ мм (штангенциркуль); } \gamma = 0,01 \text{ мм (микрометр);}$

$\langle \pi \rangle = 3,14; \quad \Delta \pi = 0,0016;$

$\langle \rho \rangle = 7,90 \text{ г/см}^3; \quad \Delta \rho = 0,05 \text{ г/см}^3.$

$m = (\langle m \rangle \pm \Delta m), \text{ г}$

$\varepsilon_m = .. \quad \%$

$\alpha = ..$

Расчёты

Таблица 1

№ изм.	H _и , мм	⟨H⟩, мм	S _H , мм	ΔH, мм	ε _H , %
1					
2					
3					

Таблица 2

№ изм.	D _и , мм	⟨D⟩, мм	S _D , мм	ΔD, мм	ε _D , %
1					
2					
3					

Таблица 3

m*, г	⟨m⟩, г	Δm, г	ε _m , %	⟨ρ⟩, г/см ³	Δρ, г/см ³	ε _ρ , %
				7,90	0,05	

Вывод:

Для выполнения работы используйте пример 1 (с. 10-11) и пример 3 (с. 14-15) из «Руководства к лабораторным работам». Номер своего варианта уточняйте у преподавателя

B-1
 $H=\{86.3, 86.4, 86.5\}; D=\{12.77, 12.81, 12.83\}$
 $m^*=86.4$ г (образец №6)

B-2
 $H=\{76.0, 76.1, 76.2\}; D=\{14.42, 14.43, 14.44\}$
 $m^*=97.2$ г (образец №7)

B-3
 $H=\{60.7, 60.8, 60.9\}; D=\{12.78, 12.80, 12.85\}$
 $m^*=61.5$ г (образец №8)

B-4
 $H=\{52.3, 52.4, 52.5\}; D=\{12.32, 12.33, 12.35\}$
 $m^*=48.9$ г (образец №9)

B-5
 $H=\{67.8, 67.9, 68.0\}; D=\{12.89, 12.91, 12.92\}$
 $m^*=69.5$ г (образец №11)

B-6
 $H=\{77.9, 78.0, 78.1\}; D=\{12.98, 13.00, 13.02\}$
 $m^*=81.2$ г (образец №14)

B-7
 $H=\{72.7, 72.8, 72.9\}; D=\{11.00, 11.06, 11.11\}$
 $m^*=54.6$ г (образец №16)

B-8
 $H=\{37.9, 38.0, 38.1\}; D=\{12.29, 12.30, 12.31\}$
 $m^*=35.1$ г (образец №17)

B-9
 $H=\{45.5, 45.6, 45.7\}; D=\{9.47, 9.48, 9.49\}$
 $m^*=25.2$ г (образец №18)

B-10
 $H=\{69.8, 69.9, 70.0\}; D=\{11.91, 11.93, 11.97\}$
 $m^*=61.1$ г (образец №19)

B-11
 $H=\{79.7, 79.8, 79.9\}; D=\{11.23, 11.24, 11.25\}$
 $m^*=61.7$ г (образец №20)

B-12
 $H=\{114.7, 114.8, 114.9\}; D=\{8.91, 8.92, 8.93\}$
 $m^*=55.1$ г (образец №22)

B-13
 $H=\{83.1, 83.2, 83.3\}; D=\{13.26, 13.28, 13.31\}$
 $m^*=90.0$ г (образец №23)

B-14
 $H=\{51.2, 51.3, 51.4\}; D=\{12.72, 12.74, 12.76\}$
 $m^*=51.2$ г (образец №24)

B-15
 $H=\{109.4, 109.5, 109.6\}; D=\{9.97, 9.98, 9.99\}$
 $m^*=66.8$ г (образец №25)

B-16
 $H=\{60.0, 60.1, 60.2\}; D=\{10.58, 10.61, 10.87\}$
 $m^*=41.6$ г (образец №28)

B-17
 $H=\{46.1, 46.2, 46.3\}; D=\{13.10, 13.11, 13.12\}$
 $m^*=48.1$ г (образец №29-1)

B-18
 $H=\{61.2, 61.3, 61.4\}; D=\{12.16, 12.17, 12.18\}$
 $m^*=55.6$ г (образец №29-2)

B-19
 $H=\{75.9, 76.0, 76.1\}; D=\{11.85, 11.92, 11.97\}$
 $m^*=65.9$ г (образец №30)

B-20
 $H=\{91.7, 91.8, 91.9\}; D=\{11.19, 11.20, 11.21\}$
 $m^*=70.4$ г (образец №32)

B-21
 $H=\{60.1, 60.2, 60.3\}; D=\{16.86, 16.97, 17.02\}$
 $m^*=104.4$ г (образец №35)

B-22
 $H=\{51.5, 51.6, 51.7\}; D=\{12.34, 12.36, 12.37\}$
 $m^*=48.2$ г (образец №38)

B-23
 $H=\{101.3, 101.4, 101.5\}; D=\{10.71, 10.74, 10.76\}$
 $m^*=71.8$ г (образец №39)

B-24
 $H=\{83.7, 83.8, 83.9\}; D=\{11.52, 11.53, 11.54\}$
 $m^*=68.4$ г (образец №40)

B-25
 $H=\{63.6, 63.7, 63.8\}; D=\{11.06, 11.12, 11.18\}$
 $m^*=48.7$ г (образец №53)

B-26
 $H=\{61.3, 61.4, 61.5\}; D=\{15.67, 15.72, 15.74\}$
 $m^*=92.6$ г (образец №54)

B-27
 $H=\{70.7, 70.8, 70.9\}; D=\{11.62, 11.76, 11.79\}$
 $m^*=59.6$ г (образец №62)

B-28
 $H=\{67.5, 67.6, 67.7\}; D=\{13.58, 13.59, 13.60\}$
 $m^*=76.7$ г (образец №73)

Задание для защиты по вариантам.**Вывести формулы для расчёта погрешностей при косвенных измерениях.****Выполнить в соответствии с примером 2 (с. 13-14) из «Руководства к лабораторным работам»**

1. $a_n = \omega^2 r$; $\Delta a_n - ?$ $\varepsilon_{a_n} - ?$

2. $I = \frac{1}{2} m r^2$; $\Delta I - ?$ $\varepsilon_I - ?$

3. $a_n = \frac{v^2}{R}$; $\Delta a_n - ?$ $\varepsilon_{a_n} - ?$

4. $V = \frac{4}{3} \pi R^3$; $\Delta V - ?$ $\varepsilon_V - ?$

5. $P = I^2 R$; $\Delta P - ?$ $\varepsilon_P - ?$

6. $I = \frac{U}{R}$; $\Delta I - ?$ $\varepsilon_I - ?$

7. $F = ma$; $\Delta F - ?$ $\varepsilon_F - ?$

8. $S = \pi r^2$; $\Delta S - ?$ $\varepsilon_S - ?$

9. $F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$; $\Delta F - ?$ $\varepsilon_F - ?$

10. $I = \frac{2}{5} m R^2$; $\Delta I - ?$ $\varepsilon_I - ?$

11. $F = \frac{m v^2}{R}$; $\Delta F - ?$ $\varepsilon_F - ?$

12. $T = \frac{m v^2}{2}$; $\Delta T - ?$ $\varepsilon_T - ?$

13. $U = \frac{k x^2}{2}$; $\Delta U - ?$ $\varepsilon_U - ?$

14. $T_{\text{сп}} = \frac{I \omega^2}{2}$; $\Delta T_{\text{сп}} - ?$ $\varepsilon_{T_{\text{сп}}} - ?$

15. $P = \frac{U^2}{R}$; $\Delta P - ?$ $\varepsilon_P - ?$

16. $v = \omega R$; $\Delta v - ?$ $\varepsilon_v - ?$

17. $Q = I^2 R t$; $\Delta Q - ?$ $\varepsilon_Q - ?$

18. $C = \frac{q}{U}$; $\Delta C - ?$ $\varepsilon_C - ?$

19. $E = m c^2$; $\Delta E - ?$ $\varepsilon_E - ?$

20. $P = n k T$; $\Delta P - ?$ $\varepsilon_P - ?$

21. $C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$; $\Delta C - ?$ $\varepsilon_C - ?$

22. $C = 4 \pi \varepsilon_0 R$; $\Delta C - ?$ $\varepsilon_C - ?$

23. $E = \frac{U}{d}$; $\Delta E - ?$ $\varepsilon_E - ?$

24. $h = \frac{g t^2}{2}$; $\Delta h - ?$ $\varepsilon_h - ?$

25. $M = F h$; $\Delta M - ?$ $\varepsilon_M - ?$

26. $L = I \omega$; $\Delta L - ?$ $\varepsilon_L - ?$

27. $M = I \varepsilon$; $\Delta M - ?$ $\varepsilon_M - ?$

28. $a_{\tau} = \varepsilon r$; $\Delta a_{\tau} - ?$ $\varepsilon_{a_{\tau}} - ?$