大学物理实验报告

专业班级[redacted]学号[redacted]姓名[redacted]______ 记分________

实验六 转动惯量的测量

[目的]

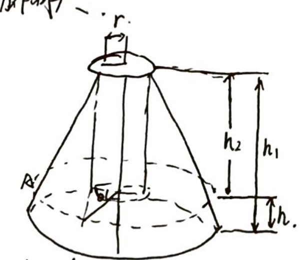
(1) 学习测量物体转动惯量的一种简便方法——三线扭摆法

(2) 通过实验加深对转动惯量、机械能、简谐振动等知识及对这些理论和定律适应性的体会

[原理]

(3) 通过实验进一步熟悉和掌握数据的读取，记录和处理的知识

转动惯量是物体在运动中惯性大小的量度，它与物体的总质量，形状密度分布有关。



A是一个圆盘，它可绕垂直于盘面，且通过其中心的轴线OO'作扭转运动。

圆盘A的摆动周期 T_0 与它的转动惯量 J_A 的大小有关

在偏转角很小的形态下，三悬线长度相等，张力相等，上下水平，围绕过两盘中心的连线转动的条件。

可得 $J_0 = \frac{m_0 gRr}{4\pi^2 l} T_0^2$，可测出圆盘转动惯量。

若圆盘A上加上一般质量 m_B 的物体

圆盘与物体总转动惯量为 $J = J_0 + J' = \frac{(m_0+m)gRr}{4\pi^2 l} T_{AB}^2$。

$\therefore J' = \frac{gRr}{4\pi^2 l}\left[(m_0+m)T^2 - m_0 T_0^2\right]$

[数据记录和计算分析]

1. 测扭摆周期：

1.1930 1.1972 1.1948 1.1940 1.1940

圆盘 A

n	50	50	50	50	50
t (s)	59.65	59.86	59.74	59.70	59.70
	1.2022	1.1972	1.1966	1.2002	1.2022
	60.11	59.60	59.83	60.01	60.11

圆盘 A+B

	1.2688	1.2664	1.2670	1.2660	1.2662
n	50	50	50	50	50
t (s)	63.44	63.32	63.35	63.30	63.31
	63.51	63.61	63.65	63.54	63.52
	1.2702	1.2722	1.2730	1.2708	1.2704

$\overline{T_A}$ = 1.1972 (s)　$\sigma_{\overline{T_A}}$ = 0.004

$\overline{T_{AB}}$ = 1.2693 (s)　$\sigma_{\overline{T_{AB}}}$ = 0.002

m_A = 316.0 (g)　σ_{m_A} = 0.3 (g)

m_B = 344.5 (g)　σ_{m_B} = 0.3 (g)

2. 用游标卡尺测量（σ = 0.02 cm）：

R_A = 6.430 (cm)；　R_B = 6.020 (cm)；　r_B = 3.960 (cm)

3. 用米尺测量（σ = 0.03 cm）：

R = 6.36 (cm)；　r = 4.42 (cm)；　L = 48.10 (cm)　σ_L = 0.03 cm

4. 计算：

$\overline{J_A} = \frac{m_A gRr}{4\pi^2 L}\overline{T_A}^2 = 6.571 \times 10^{-4}$ (kg · m²)；　$\overline{J_{AB}} = \frac{(m_A+m_B)gRr}{4\pi^2 L}\overline{T_{AB}}^2 = 15.433\times 10^{-4}$ (kg · m²)

$E_{J_A} = \sqrt{\left(\frac{2\sigma_{\overline{T_A}}}{\overline{T_A}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{m_A}}{m_A}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_L}{L}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_R}{R}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_r}{r}\right)^2} = 1.06\%$；　$\sigma_{\overline{J_A}} = 7\times 10^{-6}$ (kg · m²)

$E_{J_{AB}} = \sqrt{\left(\frac{2\sigma_{\overline{T_{AB}}}}{\overline{T_{AB}}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m_A}^2 + \sigma_{m_B}^2}{(m_A+m_B)^2} + \left(\frac{\sigma_L}{L}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_R}{R}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_r}{r}\right)^2} = 0.89\%$；　$\sigma_{\overline{J_{AB}}} = 1\times 10^{-5}$ (kg · m²)

$\overline{J_B} = \overline{J_{AB}} - \overline{J_A} = 8.892\times 10^{-4}$ (kg · m²)；　$\sigma_{\overline{J_B}} = \sqrt{\sigma_{\overline{J_{AB}}}^2 + \sigma_{\overline{J_A}}^2} = 2\times 10^{-5}$ (kg · m²)

结果：

$J_A = \overline{J_A} \pm \sigma_{\overline{J_A}} = 6.571\times 10^{-4} \pm 0.07\times 10^{-4}$ (kg·m²)

$E_{J_A} = \frac{\sigma_{\overline{J_A}}}{\overline{J_A}} \times 100\% = 1.06\%$

$J_B = \overline{J_B} \pm \sigma_{\overline{J_B}} = (8.892 \pm 0.2)\times 10^{-4}$ (kg·m²)

$E_{J_B} = \frac{\sigma_{\overline{J_B}}}{\overline{J_B}} \times 100\% = 2.24\%$

5. 理论值：

$J_{A0} = \frac{1}{2} m_A R_A^2 = 6.532 \times 10^{-4}$ (kg · m²)；　$J_{B0} = \frac{1}{2}(m_B R_B^2 + m_B r_B^2) = 8.938\times 10^{-4}$ (kg · m²)