

三线摆测量刚体转动惯量实验的改进^{*}

陈庆东 王俊平

(滨州学院航空工程学院 山东 滨州 256600)

(收稿日期:2016-05-19)

摘要:对 FD-IM-II 型新型刚体转动惯量测量仪进行了改进,从仪器的摆角,上下圆盘的高度,下圆盘水平 3 个方面进行改进,用改进后的仪器对圆环的转动惯量进行测量,从实验结果发现,改进后的仪器可以有效地减小实验误差.

关键词:三线摆 转动惯量 刚体 误差

1 引言

转动惯量是大学物理教学中的重要内容,刚体转动惯量测定是大学物理实验的一个基础实验项目,三线摆法是测量刚体转动惯量的方法之一.本实验室采用的是某公司生产的 FD-IM-II 型新型刚体转动惯量测量仪.

利用 3 根等长的细线将上下圆盘连接在一起,通过测量三线摆的扭转周期,计算出待测物体的转动惯量.

但是在近些年的大学物理实验教学中发现,本实验相比其他实验项目存在较大的误差.

造成误差的原因,国内很多高校的教师也进行过相关研究,文献[1]研究了三线摆摆角角度对仪器测量结果的影响,并提出来精确控制仪器摆角的设计方案;文献[2]研究了三线摆上下圆盘的高度对测量结果的影响,并实验得出了最佳高度;文献[3]对三线摆的计数计时装置进行了改进,减小了测量误差.本文针对刚体转动惯量测量仪在实验过程产生误差的原因,对 FD-IM-II 型新型刚体转动惯量测量仪进行了改进,减小了误差.

2 实验装置改进方案

针对测量刚体转动惯量实验过程中产生误差的原因,现从以下几个方面对仪器进行改进.

(1) 在竖直支杆上刻上刻度,便于直接读出上下两水平圆盘间的垂直距离,根据文献[2]研究结果,保持上下圆盘的间距位于 20 ~ 60 cm 之间,从而降低测量误差.

(2) 在上圆盘的上方加一个固定的圆盘,并使摆线锁紧螺栓穿过该圆盘,控制洞的大小,使转动上圆盘的过程中其摆动在很小的角度范围内,大约在 5° 之内,从而提高实验的精确度.

(3) 为保证圆盘保持水平便于观察,在下圆盘的圆心位置刻一个圆形洞口,在洞内放置一个与圆洞直径相近的水平仪并封装好,通过观察水平仪来判断圆盘是否无限接近于水平从而使实验的误差减小.

3 实验数据分析

根据上述仪器改进方案,对刚体转动惯量测量仪进行了改进,并用改进后的仪器测量待测圆环的转动惯量,实验数据如下所示,表 1 为周期测量数据,表 2 为长度测量数据.

^{*} 山东省本科高校教学改革研究项目,项目编号:2015M027;山东省教育科学“十二五”规划重点课题项目编号,项目编号:2013GZ001;滨州学院校级精品课程,项目编号:BZXYJPKC201105;滨州学院教学研究项目,项目编号:BYJYWZ201338

作者简介:陈庆东(1981-),男,硕士,实验师,主要研究方向为物理实验教学与管理.

表1 周期测量数据

	下盘		下盘加圆环	
	摆动 50 次所需时间 $50T/s$	1	71.68	1
	2	72.06	2	74.16
	3	71.88	3	74.15
	4	71.65	4	74.22
	5	71.62	5	74.13
	平均	71.78	平均	74.19
周期 T/s	1.44 ± 0.01		1.48 ± 0.01	

表2 长度测量数据

实验次数	上盘悬孔间距 a/cm	下盘悬孔间距 b/cm	待测圆环	
			外直径 $2R_1/cm$	内直径 $2R_2/cm$
1	6.702	12.388	11.996	11.300
2	6.702	12.360	12.000	11.296
3	6.706	12.390	12.000	11.300
4	6.700	12.386	11.996	11.262
5	6.706	12.390	12.016	11.302
平均	6.703 ± 0.002	12.383 ± 0.002	12.002 ± 0.002	11.292 ± 0.002

根据测量的数据,代入公式可以得出待测圆环的转动惯量

$$J = J_1 - J_0 = \frac{gRr}{4\pi^2 H} [(m + m_0) T_1^2 - m_0 T_0^2]$$

代入数据得

$$J = 6.158 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{cm}^2$$

其中,式中 J_1 为下圆盘和圆环在一起的总的转动惯量, J_0 为下圆盘的转动惯量, R 和 r 分别为下圆盘和上圆盘上线的悬点到各自圆心的距离, H 为两盘之间的垂直距离, m 为圆环的质量, m_0 为下圆盘的质量, T_1 为二者在一起总的转动周期, T_0 为下圆盘的转动周期。

$$J_{\text{理论}} = \frac{m}{2} (R_1^2 + R_2^2)$$

式中圆环外径 $R_1 = 6.001 \text{ cm}$, 内径 $R_2 = 5.648 \text{ cm}$, 代入数据得

$$J_{\text{理论}} = 6.528 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{cm}^2$$

$$E = \frac{6.158 - 6.528}{6.528} \times 100\% = 5.7\%$$

从上述结果可以看出,在调整好上下盘的高度,控制好转动圆盘的水平,可以有效的减小误差.同时,我们对不同 θ 值时的误差进行了计算,结果如表

3所示,从表中可以看出,当 θ 值等于 5° 的时候,误差最小.

表3 不同 θ 值时误差

$\theta/^\circ$	5	10	15	20
$E/\%$	0.0034	0.014	0.03	0.053

3 结束语

本文针对在刚体转动惯量实验教学过程中误差较大问题,对原有的 FD-IM-II 型新型刚体转动惯量测量仪进行了改进,从仪器的摆角、上下圆盘的高度、下圆盘水平 3 个方面进行改进,通过实验数据的测量发现,改进后的仪器可以有效的减小误差,更贴近于刚体的真实转动惯量,增强了学生的实验兴趣.

参考文献

- 1 吴波,朱瑜,左安友. 三线摆转动角度控制装置的设计. 大学物理实验,2013,26(2):31~32
- 2 朱瑜,邵雪纯. 三线摆测转动惯量时高度对测量结果的影响. 实验室研究与探索,2015,34(8):16~19
- 3 张国玺,丁俊. 三线摆测量物体转动惯量实验方法的改进. 周口师范学院学报,2014,31(5):57~61

谈一个“魔箱”实验在几个不同电学教学阶段的妙用

孙红文

(南京市溧水区第一初级中学 江苏 南京 211200)

(收稿日期:2016-05-23)

摘要:在初中电学知识的教学中,笔者设计了一个魔箱,合理地、巧妙地将其出现在“学习电路的基本状态”、“学习串并联电路的基本特点”、“判断串并联电路的故障”、“用电器的实际电功率与额定电功率的区别”、“电学综合复习”等5个不同的教学阶段,并取得了令人满意的教学效果.

关键词:电学 魔箱 妙用

美国著名的教育心理学家奥苏伯尔有一段经典的论述,“假如让我把全部教育心理学仅仅归纳为一条原理的话,那么,我将一言以蔽之:影响学习的唯一最重要的因素就是学生已经知道了什么,要探明这一点,并应据此进行教学.”基于这一点,本案例以电学魔箱(由一个鞋盒制成,外部正面组成如图1所示,内部组成及电路图如图2所示)为抓手,深度挖掘与利用学生已有的经验与知识储备,通过情境创设与“问题串”引领,分别从以下5个阶段尝试了对有关电学重点知识的教学,层层递进,有效地达成了三维教学目标.

妙用 1:在学习电路的基本状态时

教师出示电学魔箱,学生观察,如图1所示.

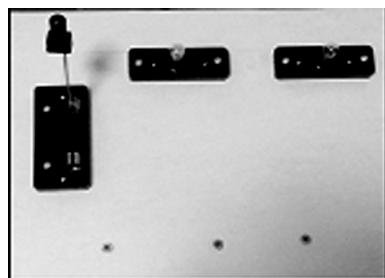


图1 电学魔箱外部正面组成

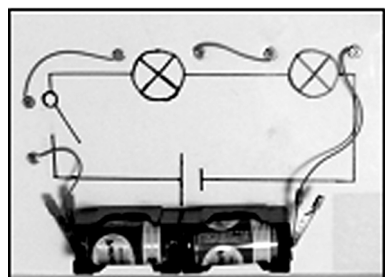


图2 魔箱内部组成及电路图

The Improvement on Experiments of Measuring Rigid Body Rotation Inertia Using Three - wire Pendulum

Chen Qingdong Wang Junping

(Faculty of aerospace engineering, Binzhou University, Binzhou, Shandong 256600)

Abstract: In this paper, FD - IM - II new type rigid body rotation inertia measuring instrument is improved. It was improved in three aspects : pendulum angle of instrument, height of upper and lower discs, the horizontal of lower discs. The rotation inertia of the ring was measured with the improved instrument. From the experimental results, it is found that the improved instrument can effectively reduce the error of the experiment.

Key words: three - wire pendulum; rotation inertia; rigid body; error