

# 大学物理设计型实验的开发与设计\*

蒋志年

(广西民族师范学院 物理与电子工程系, 广西 崇左 532200)

**【摘要】**大学物理实验课程是高校大学生的一门必修基础实验课程,传统的物理实验教学,往往不重视对学生创新能力和动手能力的培养。本文先是对设计型实验的选题原则、教学要求和教学方式进行了阐述,然后列举实例进行分析,最后对设计型物理实验提出了几点建议。设计型物理实验对于提高学生的创新能力具有很大帮助。

**【关键词】**设计型实验;教学;创新能力

**【中图分类号】**O4-33 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2014)02-0034-04

## 引言

大学物理实验课程是为高校大学生开设的一门必修基础实验课程,是对学生综合、科学、技巧进行训练的重要基础<sup>[1]</sup>。然而,传统的物理实验教学,大多数是训练型实验,而忽略了实验的设计过程,使得学生在实验过程中,按部就班,没有加入自己的思考和创新。因此,这种传统的物理实验的弊端显露无疑。

近年来,高校物理实验的改革,设计型物理实验已经得到了广泛的关注和重视。通过设计型物理实验的开设,使学生通过自己动手,充分的掌握实验中知识的要点,进行养成独立思考和判断的良好学习方法<sup>[2]</sup>。因此,在新的形势下,积极探索设计型物理实验开发和设计思路,对提高学生的创新能力和综合素质等方面的能力,有着非常大的实际意义。

## 1 设计型实验的选题原则

在传统的物理实验教学过程中,一般采用“教师示范+学生模仿”教学方式的教学。显然,这种传统的教学方法是发展需要,因此,必须对传统的教学方法进行改革,用学生自己探索替代教师的传授。选择实验内容时也要注重实用性、新颖性和先进性。尤其是在高校学习物理阶段,应该注意考虑到学生的实际水平和适应能力,设计型物理实验不能偏离学生的基础知识,以免使学生的积极性和主动性受到打击。在安排设计型实验时,要结合基础知识、基本技能和基本操作进行传授,在讲明课题之后,把课题教给学生,让学生自己根据实验题目的要求,结合学习的物理知识,通过教科书和资料文献的查阅,发挥自己的想象力,选择适合的实验方案和实验器材,独立完成

设计型实验,做出设计方案初稿。在这过程中,使学生对实验方法、实验步骤和实验器材有进一步的认识,充分培养了他们的主动性、创新思维及科研能力。将实际和理论相结合,更好的理解书上的内容,训练学生独立思考、解决问题的能力<sup>[3]</sup>。

## 2 设计型实验的教学要求

设计型物理实验要求学生按照老师给的实验题目和任务,自行选择合理的实验方案进行实验,在实验的过程中验证其正确性。要求学生以理论为基础,在查找资料文献之后,建立物理模型,选择合理的测量方法、实验方案和配套器材,对数据进行合理的处理,教师对学生的方案进行审阅修改,形成可行的实验方案,再由学生自行完成实验过程<sup>[4]</sup>。通过实验操作,对实验现象的观测和对实验数据的测量,得出实验结果,并进行误差分析,查看是否和原来的实验方案相违背,如果相违背,找出原因进行整改,最后以科研论文格式书写报告交给教师进行审阅。

## 3 设计型实验的教学方式

设计型物理实验,重点在于设计,教师应该着重考虑实验的设计上,而不是具体的实验操作步骤上,重点突出设计型物理实验的思想和精髓,包括实验的设计依据、原理和途径、器材的装置设计及误差的消除方法。创新不是一朝一夕就能形成的,而是需要经过基础知识的积累及转化,最终形成创新。所以在设计型物理实验当中,应结合基础知识,把实验设计作为知识传承的方法,让学生在实验的过程中充分的理解基础知识,并能进行合理的创新,在巩固了学生基础知识的同时又锻炼了他们的创新能力。设计型物理实验的教学方法和其他实验不同的地方在于设计型实验教师基本不

收稿日期:2014-01-10

\*基金项目:2013年广西民族师范学院教学改革研究课题立项重点项目(项目编号:JGZD201303);广西民族师范学院实验教学示范中心项目建设项目(物理实验教学中心)(项目编号:SFZX201102)。

作者简介:蒋志年(1965-),男,广西宾阳人,副教授,研究方向:物理实验教学研究。

讲实验原理、数据误差分析和器材使用,只是简单讲一下注意事项,重点放在实验进行的过程当中,充分启发学生的发散思维。在实验过程中,教师可以对每个学生的操作提出问题,针对课题相关的基础知识、误差问题和实验结论向学生提问,通过提问和引导的方式,启发学生自主完成设计型实验。当然,教师在实验中只负责解决学生的技术性问题,要让学生自行探索,最终独立完成实验设计。

#### 4 实例分析

##### 高温电阻丝电阻率测量

**【实验目的】**对铁铬铝高温电阻丝的电阻率进行测量,在实验之前,通过查看教科书和资料文献,自行设计出合理的实验方案,根据  $\rho = R \frac{S}{L}$  (S:高温电阻丝横截面积,R:高温电阻丝的电阻,L:高温电阻丝的长度),测出铁铬铝高温电阻丝的横截面积、长和电阻,即可算出电阻率。

**【实验方案】**该实验的测量方案并不唯一,可以通过各种器材和方法进行测量。其中的电阻和横截面积可以直接测出,但是对于长度,如果是可拉直的电阻丝可以直接测出;如果是弯曲不能拉直的电阻丝,必须通过质量、密度和横截面积才能间接的得到长度。本实验中的电阻丝为不能拉直的电阻丝。其中高温电阻丝电阻和高温电阻丝密度可有多种测量方法。

##### (1)高温电阻丝电阻的测量

###### 方案1:万用表测量法

万用表测量是测电阻最常见的一种方法,但万用表测出的数值并不是特别准确,因此可以用万用表测出大致的电阻值,再选用其他精准的测电阻方法进行测量。

###### 方案2:替代法

自行组建电路或桥路,调节标准电阻(即电阻箱),用标准的电阻替代待测电阻,使仪表中指示相同(灵敏电流计示数为零),这时标准电阻值即待测电阻值。

###### 方案3:自组补偿电路法

采用实验室的器材,通过自组补偿电路的方法测出电阻。对电路进行合理的设计并进行调节,使已知电阻和待测电阻电压相补偿,测出流经待测电阻的电流值,从而计算出待测电阻。

###### 方案4:电势差计测量法

把待测电阻和标准电阻串联在电路中,采用电势差计分别测出两者的电压,通过比较从而得到待测电阻。

##### (2)高温电阻丝密度的测量

###### 方案1:采用标准规范物体体积进行测量

设标准圆柱体在空气和液体当中的天平秤重量分别为  $M$ 、 $M_1$ ,不考虑空气浮力和吊线质量,依据流体静力学原理,圆柱体积  $V$  有如下公式:

$$V = \frac{M - M_1}{\rho_{液}}$$

对于高温电阻丝,采用同样的方法,设高温电阻丝在空气和液体当中的天平秤重量分别为  $m$ 、 $m_1$ ,则高温电阻丝体积  $V$  有如下公式:

$$V = \frac{m - m_1}{\rho_{液}}$$

则可计算出高温电阻丝的密度为:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m(M - M_1)}{V(m - m_1)} = \frac{4m(M - M_1)}{\pi D^2 H(m - m_1)}$$

在上式中, $D$ :圆柱体的直径, $H$ :圆柱体的高。

###### 方案2:采用标准液体和天平称重比较进行测量

不考虑空气浮力和吊线质量的情况下,采用天平对高温电阻丝在液体中的浮力,根据阿基米德原理,得到高温电阻丝密度  $\rho$  的测量公式:

$$\rho = \frac{m}{m - m_1} \rho_{液}$$

上式中, $\rho_{液}$ :标准液体密度, $m$ :高温电阻在空气中的重量, $m_1$ :高温电阻在液体中的重量。若考虑空气浮力和吊线质量,根据阿基米德原理,可得出:

$$\rho = \frac{m}{m - m_1' + m''} (\rho_{液} - \rho_{空}) + \rho_{空}$$

在上式中, $\rho_{空}$ :空气的密度, $m_1'$ :高温电阻丝和吊具在液体中的重量, $m''$ :吊具在液体中的重量。

###### 方案3:量筒法

采用内半径为  $r$  的细长量筒,把高温电阻丝放入承装一定体积的液体中,读出液面升高的值  $\Delta h$ ,则有:

$$\rho = \frac{m}{\pi r^2 \Delta h}$$

但采用这种方法得到的结果不是很准确,有的学生会选择这种方案,所以在实验室也准备了量筒,当学生运用这种方案得到的结果可与其他方法的结果进行比较。

###### 方案4:比重瓶法

在教材中也对比重瓶法有一些介绍,这种方法的密度测量公式为:

$$\rho = \frac{m_3}{m_1 + m_3 - m_4} \rho_{液}$$

在上式中,  $m_1$ : 装满液体比重瓶和液体的总重量,  $m_3$ : 高温电阻丝质量,  $m_4$ : 高温电阻丝、比重瓶和液体的总重量。

#### 方案5: 弹簧称重法

把高温电阻丝挂在劲度系数为  $k$  的弹簧上, 高温电阻丝在空气中和液体中的弹簧伸长量分别为  $h$  和  $h_1$ , 根据胡克定律得到浮力大小为  $k(h-h_1)$ , 依据阿基米德原理得到如下公式:

$$\rho_{液} V g = k(h-h_1)$$

而根据胡克定律:

$$m g = k$$

最终得到:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{h}{h-h_1} \rho_{液}$$

采用这种方法时, 要选择容易测量的弹簧。

#### (3) 高温电阻丝横截面积的测量

高温电阻丝横截面积可以通过测量高温电阻丝的截面直径, 可以通过千分尺或游标卡尺测出直径, 从而求出横截面积的大小。

#### (4) 高温电阻丝长度的测量

因为本实验中的电阻丝不可拉伸。根据求出的高温电阻丝的密度, 得到高温电阻丝的长度为:

$$l = \frac{m}{\rho S} = \frac{4m}{\rho \pi d^2}$$

在上式中,  $S$ : 高温电阻丝截面积,  $S = \pi d^2/4$ ,  $d$ : 高温电阻丝的直径。

【实验器材】铁铬铝高温电阻丝、游标卡尺、量筒、数字万用表、弹簧秤、天平、开尔文电桥、电势差计等。

【实验总结及分析】在本实验中, 有多种设计方法, 需要很多种实验器材, 学生在查阅资料后结合所学的知识进行方案设计, 选择合理的方案进行实验操作, 最终测出高温电阻丝的电阻率。本实验由学生独立自主完成, 学生可将测量方法进行比较, 选择误差较小的进行实际的测量, 教师在学生实验过程中可以对学生提问, 使学生的创新能力和实际操作能力得到最大程度的锻炼, 培养了学生的设计发散思维。

#### 注释及参考文献:

- [1] 孔腊珍. 大学物理实验的研究式教学——培养大学生创新能力的有效途径[J]. 物理通报, 2009(4): 10-12.
- [2] 张树霞. 大学物理实验教学中培养学生创新思维的研究[D]. 山东师范大学, 2011.
- [3] 石明吉. 张定群. 大学物理实验教学中存在的问题及应对策略[J]. 南阳师范学院学报, 2011(9): 97-100.
- [4] 郑鹤松. 大学物理设计性实验的教改实践与思考[J]. 实验技术与管理, 2010(6): 101-103.
- [5] 杨可军. 大学物理设计性实验教学研究[D]. 华中师范大学, 2011.

## 5 对设计型物理实验的建议

开设设计型物理实验的目的, 在于锻炼学生的创新能力和实际动手能力, 发挥学生的主观能动性, 改变学生“实验都是跟着老师和课本进行机械的操作”的心态, 教师在设计型物理实验的教学过程中, 应该对学生给予充分的指导, 为学生提供便利的场所和条件。以下对开设设计型物理实验提出几点自己的建议:

一是可适当的增加设计型物理实验的课时。针对理论课远远多于实验设计课程的情况, 可以完善课程安排, 适当的增加设计型物理实验的课时, 充分培养学生的创新能力和实际操作能力, 对于理工科的学生来说尤为重要; 二是增加实验室的开放时段。安排专门的实验教师在实验室值班, 对学生开放实验室, 增加了学生实际动手操作的机会, 这也是对实验室资源的充分利用<sup>[5]</sup>; 三是实行实验课程导师制。在开设的设计型物理实验课程中实行导师制, 对学生的专业问题给予解答, 对学生因材施教, 使学生能拥有个性化的发展, 对学生的指导更有针对性; 四是加大实验经费的投入。加大实验经费的投入, 加快设备更新。为了适应教学发展与变化, 对实验教学器材的投入要充分重视, 从而提高实验教学质量。

## 6 结束语

通过开设设计型物理实验, 充分发挥学生的主观能动性和想象力, 培养学生的创新精神和创新意识, 提高学生的创新能力和实际动手能力。设计型物理实验对于教师和学生都是很大程度的提升, 对于教师, 从亲自指导实验过程中了解到学生面临的问题; 对于学生, 使学生既动手又动脑, 弄清了实验的每个步骤和环节, 既可以训练学生文献检索, 自主设计方案, 拟定解决办法, 独立完成实验, 撰写科研论文的能力, 同时培养学生解决实际问题的能力、创新思维能力、团结协作能力以及科学素养等。本文只是简单的研究和分析了设计型物理实验的一部分, 设计型物理实验的教学问题和规律还需深层次的探讨和教学实践的应用, 还需要进一步的补充和完善。



## Development and Design of University Physical Design Experiments

JIANG Zhi-nian

(*Department of Physics and Electronic Engineering, Guangxi Normal University for Nationalities, Chongzuo, Guangxi 532200*)

**Abstract:** University physics experiment course is a compulsory basic experiment course of college students, however, the traditional physical experiment teaching always ignores the cultivation of students' innovation ability and practice ability. The topic selection principle of design experiments, teaching requirements and teaching methods are expounded in the first part of the article, and a typical example about design experiment is enumerated for analysis in the middle of the article, and some suggestions on design experiment are proposed at the end of the article. It is obvious that the design physics experiment is helpful to improve the students' ability of innovation.

**Key words:** design experiments; teaching; the ability of innovation

---

(上接25页)

[9]Chiming Guo, Wenbin Wang, etc.. Maintenance Optimization for Systems With Dependent Competing Risks Using a Copula Function[J]. *Eksploracja i Niezawodność—Maintenance and Reliability* 2013; 15 (1): 9–17.

## Constructing Multiple Copulas Function under the Marginal Distribution Determined

HUANG Jun

(*Department of Basic Courses, Sichuan Technology & Business College, Dujiangyan, Sichuan 611830*)

**Abstract:** Based on the relationship between the marginal distribution function(MDF) and the joint distribution function(JDF) of the two-dimensional random variable(TRV), this paper concerns how to build the JDF of multidimensional random variables (MRV) copula function, and for the construction of function fitting and inspection. First, it introduces the definition of Copula function, the types of Sklar theorem and commonly used functions of the Copula Function. Then the relationship between the MDF function and JDF function of TRV variables is extended to MRV variables. Finally this paper studies the building JDF-function method under the MDF-function already of the TRV-variables, and the method extend to the MRV variables. It also puts forward the new method of constructing JDF function of MRV variables, and the corresponding methods of fitting and parameter estimation of the function constructed.

**Key words:** Copulas function; marginal distribution; multivariate random vector; joint distribution function.