

物理实验



单摆测重力加速度实验教学设计*

蒋逢春 吴杰 陈靖

(郑州轻工业大学物理与电子工程学院 河南 郑州 450002)

张艳萍

(郑州轻工业大学教学质量监控中心 河南 郑州 450002)

(收稿日期:2021-01-17)

摘要:教学设计是依据教学目标,以提高教学效果为目的,优化教学内容,从而形成教学方案的过程,也是上好一节课的关键环节.文章以单摆测重力加速度实验为例,谈谈如何进行教学设计.

关键词:大学物理仿真实验 教学设计 教学目标 课程思政

1 引言

大学物理仿真实验是我校一门全院公选课,它利用计算机模拟操作真实实验,打破时空限制,不进实验室也能做实验.在疫情中发挥了重要作用,被评为首批国家级线上一流课程.该课程通过对实验环境的模拟,加深学生对实验的思想方法、仪器结构及原理的理解,加强对仪器功能和使用方法的训练,培养学生设计思考能力和比较判断能力,从而实现对学生动手能力的培养,实验技能的训练,深化物理知识的认识,达到实际实验难以实现的效果.在课程中有机融入思政元素,让学生学习物理学家的科学思想,工匠精神,从而培养正确的价值观和人生观^[1,2].

近两年河南省开展本科高校教师课堂教学创新大赛,旨在践行“立德树人”根本任务,转变教育教学理念,提升高校教师教学创新能力.教学设计作为实现教学目标的重要环节,对于达到预期的课程教学具有关键作用.下面以单摆测重力加速度实验教学设计为例,谈谈笔者参赛的体验.

2 教学目标

2.1 教材分析

单摆测重力加速度实验是大学物理仿真实验的第一个实验项目.前面学生学习了误差理论和处理

方法,仿真软件的安装使用方法.本实验主要内容包括建立理想模型、用误差传递函数和误差均分原则设计实验、掌握常见几种仪器的使用方法,利用仿真软件完成实验,并进行误差分析和处理.希望通过单摆测重力加速度实验,初步掌握误差理论,为后续实验数据处理打下基础.

2.2 学情分析

选择“单摆测重力加速度”作为第一个实验项目,原理简单,接近生活.

通过课前学习任务单,导学公告,如图1所示.



图1 中国大学 MOOC 线上资源列表

* 2017年河南省高等教育教学改革研究与实践项目“基于爱课程网平台的大学物理实验及仿真在线开放学习教学模式的探究”(获河南省教学成果一等奖);2020年度教育厅人文社会科学研究一般项目“三维评教数据挖掘视角下教师专业发展研究”,项目编号:2020-ZZJH-514;2020年郑州轻工业大学第十三批招标课题.

作者简介:蒋逢春(1964-),女,教授,主要从事大学物理及实验教学与研究.

利用MOOC平台线上丰富的资源,学生通过预习,掌握了单摆测重力加速度的基本原理,具备了实验的基本条件.如何建立理想模型?怎样设计实验?对刚学习误差传递理论的学生来说是难点,误差分析理论的应用是薄弱环节.

2.3 教学目标

教学设计首要是确定教学目标.而教学目标的确立,要根据社会需求,学生现有水平,结合布鲁姆教学目标分类学,工程认证理念,两性一度和课程思政要求,体现以学生为中心的教学理念.确定本节课的教学目标为:

2.3.1 知识与技能

(1) 掌握单摆周期公式和重力加速度计算公式;

(2) 通过仿真平台,学习各种测量工具的使用方法.

2.3.2 过程与方法

(1) 掌握建立物理理想模型的科学方法;

(2) 学会设计实验的一般方法,掌握误差处理方法.

2.3.3 情感态度与价值观

(1) 通过单摆故事,激发学生学习热情,树立用科学造福人类的理想;

(2) 通过人物介绍,培养学生辩证唯物主义世界观和科学思维方法,宣扬工匠精神和爱国主义精神;

(3) 通过做实验和进行误差分析处理,养成严谨认真的科学态度及善于观察、勤于思考的学习习惯^[3].

3 教法学法

充分发挥教师的主导作用和学生的主体作用,教师采用翻转课堂以及示范模拟的教学方法,而学生通过自主学习,探究合作来完成任任务^[4].

对教师而言,本节课是知识探究式教学,运用了情境教学法、探究教学法和示范模拟教学法多种教学方法.教学过程包括观察、设疑、分析、设计、实验、讨论、理论联系实际等环节.为了突出重点,突破难点,教师创设情境激发学生的好奇心和求知欲,让学生亲身体验实验探究的过程,通过师生合作探究得出结论.整个课堂学习体现“探究、体验、合作、交流”的新课程理念.

对学生而言,本节课是实验探究式教学,经历了

“提出问题—回顾旧知—探究推理—归纳总结—知识迁移”等环节,学生通过理论联系实际,做到学以致用.

4 教学过程

4.1 创设情境 引入新课

(1) 通过蛇摆视频引入新课

如图2所示,视频中蛇摆是由50个不同摆长的单摆组合而成.怎样设计才能摆出优美的图案?激发学生好奇心和学习热情.

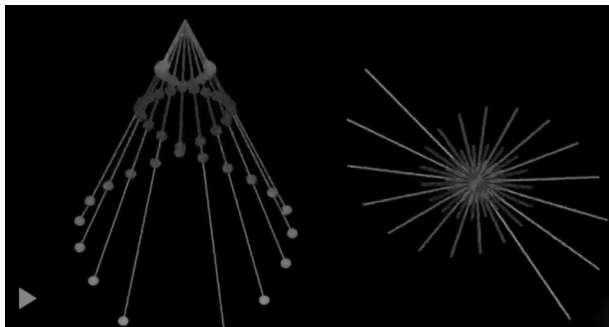


图2 蛇摆视频

(2) 利用单摆故事,讲述科学家的探索精神

提起单摆还有一个鲜为人知的故事:伽利略从小善于观察,有一次他看到悬挂的吊灯来回的摆动,不自觉地用脉搏来测量摆动的时间,发现了钟摆的等时性,进而发明了脉搏仪.惠更斯在此基础上分析了单摆周期运动的条件及影响因素,成功地制作了第一台钟摆,使人们对时间的计量精度大大提高.物理学家的探索精神,是对学生课程思政教育的很好素材.

图3为资源视频中讲述物理学家故事的截屏.



图3 资源视频中讲述物理学家故事

4.2 回顾旧知 认识新知

(1) 回顾中学单摆周期公式,引出问题

它是怎样得到的?成立的条件是什么?

给出单摆装置:由悬线,小球和支架组成.分析单摆受力,忽略空气阻力,它受到重力和拉力,由几何关系可得它摆动的回复力等于 $mg \sin \theta$,并非做

简谐运动. 仅当 θ 很小的时候, $\sin \theta \approx \theta$, 这时回复力近似与 θ 成正比, 方向相反, 满足简谐运动的条件. 让学生分析总结.

(2) 利用牛顿第二定律推导可得简谐运动的方程, 进而得到摆的周期公式

在实际中抓住主要问题, 忽略次要因素而建立的这样一个模型, 我们称为理想模型. 学习建立理想模型的方法, 并明确研究简谐运动的意义: 不同频率简谐运动叠加可以得到复杂的运动. 使学生掌握理想模型建立的思想方法.

4.3 分析探究 体验新知

(1) 由单摆周期公式得到求重力加速度的计算公式

由单摆周期公式

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (1)$$

可得重力加速度计算公式, 重力加速度是个间接测量量.

(2) 确定测量量

公式(1)中的 l 是摆长, T 是周期. l 我们不便测量, 把它分成两段, 从悬挂点到小球下端, 这个长度用 L 来表示, 再减去小球的半径 $r = \frac{D}{2}$, 就是摆长 l , 即 $l = L - \frac{D}{2}$.

(3) 由误差传递函数和误差均分的原则, 设计实验, 选择合适的测量仪器

我们有这些常用测量工具: 卷尺和游标卡尺, 以及秒表. 根据误差传递函数由式(1)并注意 $D \ll L$, 得到求解重力加速度相对误差的公式

$$\frac{\Delta g}{g} = \sqrt{\frac{\Delta L^2}{L^2} + \frac{\Delta D^2}{4L^2} + 2^2 \left(\frac{\Delta T}{T}\right)^2} \quad (2)$$

要想使重力加速度的相对误差小于1%, 那么每一个测量量, 他们的允差应该在什么范围内呢^[5]? 根据误差均分原则它们应该各占 $\frac{1}{3}$, 若取 $L = 0.5 \text{ m}$ 求解得到测量允许误差 $\Delta L < 2.9 \text{ mm}$, 用卷尺就可以完成对它的测量, 而小球直径的允许测量误差 $\Delta D < 5.8 \text{ mm}$, 用游标卡尺或螺旋测微计就可达到测量要求.

周期的测量, 秒表的允差为 0.01 s , 按动秒表的允差是 0.2 s , 那么总共是 0.21 s , 计算得允许测量误差 $\Delta T < 0.004 \text{ s}$, 单次测量一个周期远远不能满

足精度的要求, 采用测量多个周期的方法, 可得测量周期数超过52个, 取测量连续60个周期, 每一个周期的允差就在允许的范围内. 从而完成仪器的选择.

讲授中启发引导学生, 学会运用所学知识分析问题.

4.4 虚拟仿真 运用新知

利用虚拟仿真实验平台, 教师通过直播, 手把手教学生做实验, 并对实验结果进行分析, 给出正确的表达.

图4所示为单摆仿真实验界面, 让我们走进仿真实验室, 一起完成单摆测重力加速度实验, 突出学生中心地位, 在做中学. 利用仿真网络平台实现一对一示教, 个性化教学.



图4 单摆仿真实验界面

仿真界面就如同走进实验室看到的实验仪器一样, 所不同的是操作方式不同. 如图5所示, 先测量摆球的直径, 双击游标卡尺, 零点校准, 然后拉开游标卡尺副尺, 把小球放入到卡口中, 再轻轻地推上, 锁紧, 这时就可以读出小球的直径: 主尺 23 mm , 副尺 0.74 mm , 所以小球直径为 23.74 mm , 多次测量求平均, 计入数据表格中.

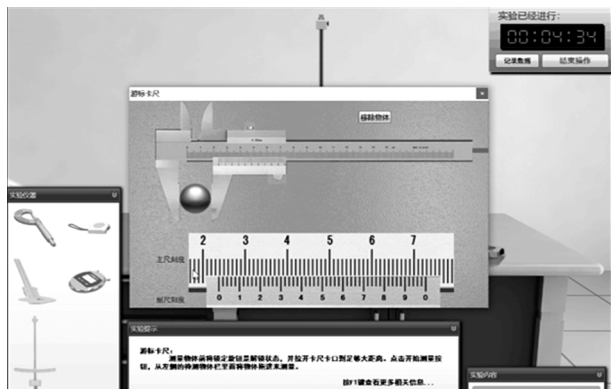


图5 游标卡尺测小球直径

也可以用螺旋测微计测小球的直径. 接着用卷尺测摆线的长度.

然后测周期,把小球拉离平衡位置,注意摆角要小于 5° .从小球到平衡位置开始计时,按一下秒表,往返经过平衡位置两次是一个周期,测连续60个周期,把数据填入表格中,完成实验.

最后对测量的结果进行数据处理.通过实际测量案例,让学生指出问题,并加以纠正,分析误差来源,再次做实验.

4.5 布置作业 巩固提高

布置作业,分析实验的误差及减小误差的方法,进一步理解单摆测重力加速度实验的意义.再次引出蛇摆,分析成因,激发学生探索精神.

4.6 板书设计

板书也是教学设计的重要环节,这节课重点是单摆的周期公式和误差传递函数公式.需重点标注出来.

5 特色创新

5.1 内容创新

从单摆实验入手,降低实验本身难度,注重理想模型的建立和设计实验的思想方法,从生活走向物理,从物理走向生活.

5.2 模式创新

兴趣是最好的老师.教师只有充分唤起学生的学习兴趣,才能让学生真正成为学习的主人.本节课利用简单小视频“蛇摆”创设教学情境,调动学生学习兴趣.

(1) 设置悬念,引出新课,问题驱动

中学单摆周期公式怎么得到?适用的条件是什么?通过设问,激发学生思考.通过受力分析,得出单摆理想模型的条件.

(2) 穿越时空,直播教学,仿真示教

利用在线资源,让学生先预习,然后有针对性讲解,体现了“以学生为中心”的教学理念,并灵活运用信息技术手段开展教学活动.通过采用直播教学加虚拟仿真演示的教学模式,解决了学生不进实验室不能做实验的难题,节约了成本.打破时空限制,实现了跨校认证学分^[6],在疫情期间发挥了重要作用.

5.3 形式创新

本节课采用探究式教学,教师演示与学生实验探究相结合,注重学生的亲身体验.教学过程以观察和实验为主,设计了教师演示实验、学生同步探究实验、合作交流3个环节.教学过程突出学生中心地

位,强调体验式学习和合作学习.教师将学生分成若干个小组合作交流,让学生在合作中探究新知,培养合作交流的能力和团结协作精神.

5.4 评价创新

注重过程评价,利用慕课大数据,详细记录学生学习过程.有课前预习测验,仿真实验,课后作业,讨论等环节,按一定权重计入成绩,给出综合评价.

6 总结反思

通过参加河南省教授组创新大赛经历,有几点体会,总结反思如下.

6.1 “知识 能力 素养”三位一体有机融合

教育的目标是“立德树人”,教师不仅仅传授知识,更要育人.我们秉承“立德树人”的教育理念,融知识传授,能力培养和价值引领为一体,使学生掌握物理实验的基本理论、具备解决工程问题的基本能力,建立用理性思维看待物质世界和崇尚科学的价值取向,为学校各专业工程认证提供有效的支撑.

6.2 改变传统教学模式 突出学生中心地位

翻转课堂教学改进了传统教学模式,进一步突显学生主体地位.实践中我们牢牢抓紧几个环节:

(1) 课前,发布导学公告,学生利用平台资源自主学习,完成测验,提出问题.

(2) 课中,利用学习通开展各种课堂互动,活跃课堂气氛.教师检查学生课前预习情况,针对性讲解,帮助学生把知识内化.及时把科技前沿和物理学家事迹等引入课堂,激励学生奋发向上.

(3) 课后,精心布置作业、采用任务分组,培养学生团结协作精神和理论联系实际的能力.及时解答学生提出的问题,根据反馈情况,进一步优化教学方案.

6.3 格物致理 悟理思政

教书育人是教师的根本任务,我们积极推进课程思政,创建“格物致理,悟理思政”品牌,潜移默化地向学生传递正确的世界观和价值观,取得明显成效,大学物理教学部党支部获批教育部“全国党建工作样板支部”培育创建单位.

参考文献

- 1 中华人民共和国教育部.关于全面深化课程改革落实立德树人根本任务的意见[Z].2014-04-08
- 2 李翠莲.本科教育与科学启蒙——范例2:单摆的振动周期[J].中国大学教学,2018(4):51~54

- 3 欧阳建明,彭刚,何焰兰,等.线上线下混合式大学物理实验教学设计——以示波器使用实验为例[J].大学物理实验,2020(4):38~41
- 4 蒋逢春,吴杰,王海燕,等.大学物理实验及仿真翻转课堂的实践[J].物理通报,2019(3):80~90
- 5 蒋逢春,吴杰,张艳萍,等.“停课不停学”背景下大学物理实验及仿真在线开放课程的实践与拓展[J].物理实验,2020(4):42~46
- 6 蒋逢春,吴杰,石开,等.大学物理实验及仿真在线课程建设的实践[J].物理与工程,2017(S1):150~153

Experimental Teaching Design of Gravity Acceleration Measured by Single Pendulum

Jiang Fengchun Wu Jie Chen Jing

(School of Physics and Electronic Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou, Henan 450002)

Zhang Yanping

(Teaching Quality Monitoring Center, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou, Henan 450002)

Abstract: Teaching design is based on the teaching objectives, in order to improve the teaching effect for the purpose of optimizing the teaching content, so as to form a teaching program process, is also a key link in a good lesson. Taking the experiment of measuring acceleration of gravity with pendulum as an example, this paper discusses how to carry out teaching design.

Key words: college physics simulation experiment; teaching design; teaching objectives; teaching objectives and ideological and political education

(上接第91页)

(3) 铁芯中没有铁损,即忽略铁芯中的磁滞损耗和涡流损耗;

(4) 原、副线圈的感抗均趋于无穷大,从而空载电流趋于零(在上面的讨论中,只直接涉及原线圈的电感无穷大.但在许多情况下,两个线圈中任一个作为原线圈都是可以的,所以要求两线圈电感均趋于无穷大).

可见,理想变压器理想了以上因素.

参考文献

- 1 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心.普通高中课程标准实验教科书物理·选修3-2教师教学用书[M].北京:人民教育出版社,2017
- 2 赵凯华.张维善.新概念高中物理读本第二册从三维课程目标到物理核心素养[M].北京:人民教育出版社,2008
- 3 赵凯华.电磁学[M].北京:高等教育出版社,2002

What Does Ideal Transformer Idealize

Wu Aixiong

(Beijing Chenjinglun Middle School, Beijing 100020)

Wang Jun

(Education Research Center, Chaoyang District of Beijing, Beijing 100000)

Abstract: This paper analyzes the ideal transformer, in addition to no magnetic leakage, ignoring the primary and secondary coils, ignoring the hysteresis loss and eddy current loss in the electric core, but also to meet the inductive reactance of the primary and secondary coils infinite.

Key words: ideal transformer; magnetic flux leakage; energy loss; no load