



非平衡纯电阻电桥等效电阻的一种特殊计算

王礼祥

(西南民族大学预科教育学院 四川 成都 610041)

(收稿日期:2022-09-02)

摘要:用分割电阻法构造出非平衡电阻电桥的特殊串联与并联组合的混联电路后,应用串、并联电路的电流特点和电压特点,巧妙导出了非平衡电阻电桥(非串联又非并联电阻组成的复杂电路)的等效电阻。

关键词:等效电阻;串联;并联;非平衡电桥

1 引言

非平衡纯电阻电桥本质上是一种既非串联又非并联的复杂电路或称电阻网络,在中学物理范围内求解非平衡电桥的等效电阻是极其困难的。从理论上讲,只有用复杂电路的基尔霍夫电流定律与电压定律相结合,才能求解或者通过电阻网络的星形(简称Y形)与三角形(简称 Δ 形)等效变换来解答。

本文中我们采用巧妙分割非平衡电桥中的一个电阻,从而特殊构造出非平衡电桥的等效串联、并联结合组成的混联电路,最终简单完成了非平衡电阻构成的电桥等效电阻的计算,并就几种特殊情况进行了分析讨论。

2 非平衡纯电阻电桥等效电阻的构造与计算

所谓非平衡电阻电桥^[1]即是如图1(a)所示的

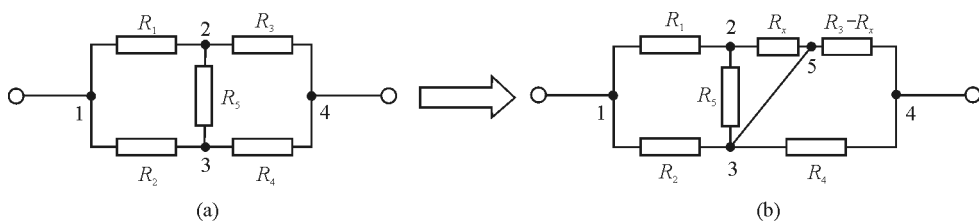


图1 非平衡电桥与分割 R_3 特殊非平衡电桥

现在,问题的关键集中到了如何求出由 R_3 分割出的 R_x ,即 R_x 是否存在?其值应为多少?

对此,我们进一步假设流过 R_1 支路的电流为 I_1 ,流过 R_2 支路的电流为 I_2 ,流过 R_3 支路的电流为

线性纯电阻电路或称二端电阻网络,它的主要特征是既非串联又非并联(即既不是串联也不是并联的电阻电路),因而用简单等效方法导出等效电阻(总电阻)成为困难。为了导出非平衡电阻电桥的等效电阻,我们选用分割电阻法构造出如图1(b)所示的特殊等效串联、并联相结合的混联电路。设想图1(b)中电流自左进从右出且 $U_2 > U_3$,并把 R_3 分割成 R_x 和 $R_3 - R_x$ 两部分,使得节点5和节点3为等电势点,即是 $U_5 = U_3$;于是我们就人为构造得出了一个非常特别的串联与并联相结合组成的混联电路——也就是3、5节点等电势后,可视3、5节点为短路(相当于用导线直接连通3、5两个节点);这样, R_3 与 R_x 构成了并联连接,且并联后再和 R_1 串联,其串联等效电阻又与 R_2 并联;而 $R_3 - R_x$ 与 R_4 直接并联;最后将两个并联所得结果再串联,即得非平衡电桥的等效电阻。

I_0 ,于是按节点电流的连续性应有:流过 R_x 与 $R_3 - R_x$ 的电流是 $I_1 - I_0$,流过 R_4 的电流为 $I_2 + I_0$;又根据并联电路电压相等的特点,可列出以下几个方程:

由 R_3 与 R_x 的并联,有

$$I_0 R_5 = (I_1 - I_0) R_x \quad (1)$$

而 $R_3 - R_x$ 与 R_4 的并联, 可得

$$(I_1 - I_0)(R_3 - R_x) = (I_2 + I_0) R_4 \quad (2)$$

R_2 跟 R_5 与 R_x 并联后串联 R_1 的结果再并联, 因此有

$$I_1 \left(R_1 + \frac{R_5 R_x}{R_5 + R_x} \right) = I_2 R_2 \quad (3)$$

联立解式(1)、(2)和(3)得

$$R_x = \frac{(R_2 R_3 - R_1 R_4) R_5}{R_1 R_4 + R_2 R_4 + R_2 R_5 + R_4 R_5} \quad (4)$$

可见 R_x 存在且其值是唯一的. 得出 R_x 后, 应用串联、并联相结合的混联电阻电路, 易于实现非平衡电桥的等效电阻计算; 由图 1(b) 知非平衡电阻电桥的等效电阻为

$$R = \frac{\left(R_1 + \frac{R_5 R_x}{R_5 + R_x} \right) R_2}{R_1 + \frac{R_5 R_x}{R_5 + R_x} + R_2} + \frac{(R_3 - R_x) R_4}{R_3 - R_x + R_4} \quad (5)$$

代入式(4), 并化简有

$$R = \frac{[R_1 R_3 (R_2 + R_4) + R_2 R_4 (R_1 + R_3) + (R_1 + R_3)(R_2 + R_4) R_5][R_1 + R_2 + (R_1 + R_2 + R_3 + R_4) R_5]^{-1}}{(R_1 + R_2 + R_3 + R_4) R_5} \quad (6)$$

适当变形整理后式(6)成为

$$R = \left\{ (R_1 + R_3)(R_2 + R_4) \left[R_5 + \frac{R_1 R_3 (R_2 + R_4) + R_2 R_4 (R_1 + R_3)}{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)} \right] \right\} \left\{ \left[(R_1 + R_2 + R_3 + R_4) \left[R_5 + \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} \right] \right]^{-1} \right\} \quad (7)$$

3 特殊情况分析与讨论

对式(7), 作如下几种特殊情况分析与讨论:

(1) 当 $\frac{R_1 R_3 (R_2 + R_4) + R_2 R_4 (R_1 + R_3)}{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)} =$

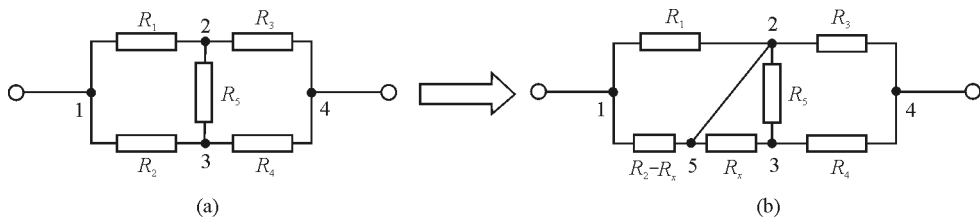


图2 非平衡电桥与分割 R_2 特殊非平衡电桥

同样, 可在假设流过 R_4 支路的电流为 I_4 , 流过 R_1 支路的电流为 I_1 , 流过 R_5 支路的电流为 I_0 条件下, 应用节点电流特点有: 流过 R_x 与 $R_2 - R_x$ 的电流是 $I_4 - I_0$, 流过 R_3 的电流为 $I_1 - I_0$; 由并联电路的

$\frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$ 时, 非平衡电桥的等效电阻为

$$R = \frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}, \text{ 可见 } R \text{ 与 } R_5 \text{ 无关; 事实上, 此时即为电桥平衡时的等效电阻. 由上述条件}$$

上, 此时即为电桥平衡时的等效电阻. 由上述条件

$$\frac{R_1 R_3 (R_2 + R_4) + R_2 R_4 (R_1 + R_3)}{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)} = \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$$

不难导出电阻电桥的平衡条件 $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$; 所以上述条件与电桥平衡条件是等价的.

(2) 当 R_5 趋近 ∞ 时(即 R_5 支路开路时), 非平衡电桥的等效电阻 $R = \frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$; 此时电路根本不成为电桥, 仅仅是串、并联电路.

(3) 当 $R_5 = 0$ 时(即 R_5 支路短路时), $R = \frac{R_1 R_2 (R_3 + R_4) + R_3 R_4 (R_1 + R_2)}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}$; 这时电路也不构成电桥.

(4) 当 $R_1 = 0, R_3 = 0$ 时, 显然整个电桥短路, 所以 $R = 0$.

(5) 当 $R_1 = 0, R_2 = 0$ 时, $R = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$.

4 其他方法

其实以上方法并不唯一, 我们还可以进一步在前述电流、电势条件下, 即电流由图 2(a) 左进右出且 $U_2 > U_3$ 条件之下, 来分割非平衡电桥中的电阻 R_2 成为: R_x 与 $R_2 - R_x$, 并使 R_x 与 $R_2 - R_x$ 之间的 5 节点电势与 2 节点的电势相等, 即 $U_5 = U_2$. 于是电路呈现出: R_5 与 R_x 并联后跟 R_4 串联, 串联结果再与 R_3 并联, 而 R_1 与 $R_2 - R_x$ 并联, 最后再做串联.

电压相等可得

因 R_5 与 R_x 并联, 故有

$$I_0 R_5 = (I_4 - I_0) R_x \quad (8)$$

(下转第 13 页)

大学物理课程教学设计撰写方法探讨^{*}

——以绪论课为例

王升 李贤丽 赵鹏程 康云

(东北石油大学物理与电子工程学院 黑龙江 大庆 163318)

(收稿日期:2022-10-18)

摘要:课程教学设计中不仅包含了课程教学内容,还蕴含了授课思路、方式与方法,以及课程思政元素的融入等因素,教学设计质量与水平是讲好一堂课的关键.本研究以绪论课为例,探讨了大学物理课程教学设计撰写思路与方法.

关键词:大学物理;课程思政;教学设计

1 引言

课程教学设计是什么?是一门涵盖心理学、教育学、传播学、设计学的复杂科学.目前学术界对教学设计有多种定义,美国著名教育心理学家加涅指出“教学设计是一个系统化规划教学系统的过程.教学系统本身是对资源和程序作出有利于学习的安排.任何组织机构,如果其目的旨在开发人的才能均可以被包括在教学系统中^[1].”文献^[2]提出“教学系统设计是以促进学习者的学习为根本目的,运用系统方法将学习理论与教学理论等相关原理转换成对教学目标、教学内容、教学方法和教学策略、教学评价等环节进行具体计划,并创设有效的教与学系统的‘过程’或‘程序’.教学系统设计是以解决教学问题、优化学习为目的的特殊的设计活动,既具有设计学科的一般性质,又遵循教学的基本规律.”史密斯和雷根在《教学设计》一书中指出:“教学设计是把学习与教学原理转化成对于教学材料、活动、信息、资源和评价的规划这一系统的、反思性的过程^[3].”文献^[4]把教学设计定义为“运用系统方法分析教学问题和确定教学目标、建立解决教学问题的策略方案、试行解决方案、评价试行结果和对方案进行修改的过程;它以优化教学效果为目的,以学习理论、教学理论和传播学为理论基础.”文献^[5]结

合大学物理课程的教学系统设计,将教学设计理解为“教学设计是指应用系统方法以教与学的理论为指导,分析教学系统中相互联系各个教学元素的特征及之间的关系,找出规律、进行规划达到教学系统整体优化的过程.”

实际上教学设计是以“课堂”为中心的教学设计,设计范围是课堂教学,是在规定的教学大纲和教学计划下,针对一个班级的学生,在固定的教学设施和教学资源条件下进行教学设计,以确保教学效果和学生学习质量^[6-9].

课程教学设计主要包括两大模块:一是课程基本信息的介绍,主要包括课程名称、课程类型、课程性质、考核类型、考核形式、考核方式、总评成绩比例、先修课程、后续课程、课程简介、学情分析、使用教材、参考资料等基本信息;二是每节课程内容的具体教学设计,这是教学设计的主体,主要涉及本节课的知识脉络图、课程资源与预习内容、教学达成目标、教学重点与难点、教学方法与手段设计、课程思政、教学过程、课后作业、板书设计与教学反思等.本文针对教学设计中主要内容的撰写进行研讨.

2 学情分析

学情分析涉及的内容比较广泛,可以从学生现有的知识结构、学生的认知状态、学生的个性及心理

^{*} 黑龙江省教育科学规划重点课题,课题编号:GJB1421106;高等教育教学改革一般项目,项目编号: SJGY20210121.

作者简介:王升(1980-),男,博士,副教授,主要从事物理教学研究和计算物理学理论研究.

状态、学生的学习动机、学习内容、学习时间、学习方式、学生的感受(获得感)等方面为切入点.例如学生的个体差异及心理特点,对学生已有认知基础的分析,学生对本课程学习方法的掌握情况等.

笔者所在学校为石油高校,学情分析根据不同学科专业的特点以及人才培养目标,把大学物理课程分类为A、B、C、D,其中前3类为128学时,内容包含物理基础模块与不同专业的应用模块,大学物理D,为96学时,主要讲授物理基础模块.大学物理A授课对象为地科、油工、机械、土木等专业,增设了8学时关于岩石力学、流体力学等方面的物理专题,8学时关于电磁场理论、声学(超声波检测)等方面的专题;大学物理B授课对象为电子、电气等专业,增设了8学时关于激光、光学检测、光信息等方面的专题,8学时关于量子通信、半导体、固体物理方面的专题;大学物理C授课对象为数学、计算机、化工等专业,增设了8学时关于非线性力学、熵(热力学第二定律)等方面的专题,8学时关于量子计算、量子计算机等方面的专题.大学物理D授课对象为电气工程、地质工程与计算机等专业,讲授物理基础知识.

3 教学达成的目标

教学达成目标的内容主要包括知识目标、能力目标以及素质目标.知识目标是指通过某些知识点的学习,掌握了某方面的概念、理论、方法等;能力目标是指通过对知识的学习,学生能够做什么或者具备做什么的能力;素质目标实际上就是思政育人,主要指学生的情感、态度、世界观、价值观、人生观.

对于大学物理课程,知识目标是培养学生掌握力学、电磁学、热学等经典物理与近代物理中基本概念、基本理论及方法,以及力学中运动学、动力学与电磁学中电磁波传播、热力学分析等一般理论.能力目标是培养学生对基本理论知识的理解及应用,锻炼学生解决石油、地质、机械以及土木等相关领域所遇到的物理问题的能力.素质目标是使学生具备科学思维、探索创新、自主终身学习和职业道德的工程师素质;增强科学奉献意识;培养家国情怀,塑造正确的价值观以及人格品格;最终实现“价值塑造、能力培养、知识传授”三位一体的育人目标.对于一节

课的教学目标,例如绪论课,知识目标是掌握大学物理研究的内容与方法,了解其在工程技术中的作用;能力目标是能够培养学生利用物理思维解决实际工程问题的能力;素质目标是培养学生探索创新精神以及科学素养.

4 教学方法与手段设计

教学方法一般包括讲授法、讨论法、直观演示法、练习法、读书指导法、任务驱动法、参观教学法、现场教学法、自主学习法、混合式教学法、情境导入法、自学导入法、探究式学习法、小组协作讨论法等.教学手段是师生教学相互传递信息的工具、媒体或设备.例如多媒体教学、板书教学、板书+多媒体、虚拟仿真、VR全景、专家远程连线等.绪论课的教学方法采用教授法,提出物理问题,引入名言等方式,讲述基础物理的重要性;通过情境导入法,案例式的分析,激发学生学习兴趣.教学手段采用板书+多媒体的手段,通过案例视频融入课堂、物理故事分享以及学生讨论等形式,引领学生进入物理世界.

5 课程思政设计

课程思政包括思政育人目标、思政设计与融入点、教育方法和载体途径等3方面.

思政育人目标是描述根据课程专业教育要求,有机融入社会主义核心价值观、中国传统文化、大庆精神等教育的内容.对于大学物理课程,思政目标实际上就是物理知识中蕴含着育人的思政元素,解决如何挖掘物理课程中思政元素的问题.大学物理课程是开展课程思政的良好平台和载体,我们在教学中全方位模块化地挖掘思政元素,并与物理知识点无缝融合,引导学生树立正确的世界观、人生观、价值观.对于基础模块,从物理概念、原理、定律、物理方法中挖掘科学素养、创新意识、工匠精神和辩证唯物主义思想;对于拓展模块,从物理知识应用中以及我国在物理相关领域取得的成就案例中挖掘社会主义核心价值观、文化自信、制度自信和民族自豪感,从物理学家先进事迹中挖掘爱国情怀与科学奉献精神等,实现多角度、多维度、全方位地挖掘物理知识中蕴含的思政元素,建立大学物理课程思政特色案例库,探寻大学物理课程之“魂”.

思政设计与融入点是描述课程教学中能将思想政治教育内容与专业知识技能教育内容有机融合的领域.实际上要求我们不断探寻物理资源,加强课程内容体系优化,对资源库长期规划逐渐扩充,通过资源把思政元素与物理知识点有机结合在一起.我们可以借鉴国家一流精品课程、收集思政教学案例与物理科学故事,开设演示实验项目,制作与收集教学动画视频、开展科学实验的思考活动等,实现思政元素与理论教学无缝融合.

教育方法和载体途径是描述诸如信息化载体、参观体验、课堂讨论、考核方式,以及使用教材等.教育方法包括显性法、隐性法、显性与隐性结合法.主要形式有科学家故事融入方法、思政案例与专业知识渗透方式、视频专题嵌入法、课堂讨论与设问的方式、课堂讨论+视频嵌入法、课堂实验演示法等;载体有专题视频、物理故事、教材扩充、考核方式、演示实验体验等.

通过课程思政的设计,最终实现思政目标与专业课程的有机融合,这种融合的标准主要表现为4方面:一是学生能够自然接受,认为这就是课程的一部分;二是能够引起学生的情感共鸣;三是能够有效地激励学生产生学习内动力;四是能够有效促进学生对课程知识的理解、掌握、拓展与深化.

基于上述课程思政的设计方法,绪论课的思政目标为培养学生的科学奉献意识以及家国情怀,塑造正确的价值观与人格品格;思政设计与融入点为通过物理故事以及物理人物对物理研究的奉献精神,以及通过案例分析物理在工程技术领域的重要性,融入科学素养、探索创新等思政元素.对于教育方法与载体,通过科学家故事融入手段,采用显性与隐性相结合的方法,利用物理故事分享与视频导入等载体引入课程思政元素.

6 教学过程设计

教学过程包括课前、课中与课后3个环节;课前主要是在上课之前组织教学,教师要提前进入教室,通过学习通或其他教学软件,对学生进行签到以及了解出勤率情况;放映一些与本课程有关的正能量视频,创建信息化环境与课堂气氛.课中阶段,通过问题导入法、新闻/典故导入法、情境导入法、旧识导入法、实验演示导入法等方式导入新课;在授课过程中,采用上述的教学方法与手段,以及课程思政元素融入课堂教学方法等,实现课程教学目标.课后通过作业、大作业,以及在线测试等多种考核形式,示踪学生的学习效果.下面以大学物理绪论课为例,分享教学设计撰写过程(表1).

表1 以绪论课为例的教学设计过程

教学步骤	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
课前				
组织教学	播放物理学发展史短视频 https://www.iqiyi.com/v_25bv4eumzac.html	提前10 min进入教室;进入学习通点名;认识各班班长	按时进入教室,调试手机端学习通签到;观看短视频	创设信息化环境,做好课前准备工作,进入教学状态
课中				
导入新课: 引入物理学家李政道与美国政府首席顾问穆勒教授的名言	物理学家李政道“没有今日的基础科学,就没有明日的科技应用……可以想象,我们现在的基础科学将怎样地影响21世纪的科学文明”;美国政府首席顾问穆勒教授“总统先生不必学习数学,但必须懂得物理”	提问:在你们心中物理是一门什么课程?学好物理课程有什么用途?	每位学生通过学习通回答问题	从不同层次人物的名言,说明物理不仅是基础课,也是一门树立正确世界观、人生观与价值观的素质课

续表 1

教学步骤	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
新课讲授： 针对导入的问题，明确本节课讲授的核心内容	<p>(一) 物理学的研究对象和研究方法</p> <p>1. 物理学的研究对象 研究物质的两种形态；研究物质最简单、最基本、最普遍的运动形式；研究物质的相互作用。 研究对象包括宇观、宏观、介观、微观、生命观。</p> <p>2. 物理学的研究方法</p> <p>(1) 物理学是一门理论和实验高度结合的精确科学。 实验为理论提供事实和资料并检验理论是否正确，理论对实验结果进行归纳并指导实验的方向和进程，促进实验仪器和方法的不断提高。</p> <p>(2) 用“模型”来研究问题 自然现象是复杂的，影响因素多种多样，如果要考虑所有因素，很难研究问题，经过“抽象”(把次要因素略去，抓住主要因素)简化建立理想模型，探索规律</p>	<p>通过图片与短片演示，万物运动都遵循一定规律，宇宙之美；例举麦克斯韦电磁场理论创立过程的典故，说明物理学是一门理论和实验高度结合的精确科学</p>	<p>学生从听觉、视觉、感觉，领悟物理学之美，明确物理学研究范围之广；以及研究方法的严谨性</p>	<p>从宇观、宏观、介观、微观、生命观角度，让学生明确物理学研究对象，从中也蕴含着世界是物质的，培养学生的世界观以及辩证唯物主义思想；从物理学家典故中，激发学生研究兴趣，培养学生科学精神</p>
	<p>(二) 物理学与技术</p> <p>第三次世界物理学会大会决议指出：物理学是我们认识世界的基础，是其他科学和绝大部分技术发展的直接的或不可缺少的基础，物理学曾经是，现在是，将来也是全球技术和经济发展的主要驱动力。</p> <p>1. 技术—物理—技术(以第一次工业革命为标志) 蒸汽机的发明和使用—热力学统计物理—内燃机、蒸汽轮机的发明。</p> <p>2. 物理—技术—物理(以电气化进程为标志) 电磁理论—电气化、发电机、电动机—无线电通信技术—电磁学</p>	<p>通过问答互动方式，例举工业革命与物理学发展历史，让学生明白物理学是认识世界的基础，是全球技术和经济发展的主要驱动力</p>	<p>学生积极回答教师提出的问题，并与教师互动，在问题引领下，深刻领会物理学的重要性</p>	<p>物理基础课程的重要性；学好物理的必要性</p>
	<p>(三) 为什么要学习物理学</p> <p>1. 基础课</p> <p>2. 素质课</p> <p>学习物理对提高科学素质有重要作用：</p> <p>(1) 培养辩证唯物主义的世界观。 (2) 学会掌握科学的方法。 (3) 培养科学思维能力、发展智力。 (4) 培养探索与创新精神。</p> <p>工程技术人员良好的物理素质表现为：</p> <p>(1) 在工程技术问题面前，能够从物理本质上提出问题 and 作出判断；(分析问题) (2) 能够把物理学的思想、观点、规律和方法运用到工程技术的实际中； (3) 注意物理学的发展，不断探索如何把物理学的新成果引入到工程技术中</p>	<p>通过列举“磁降黏采油技术”“声波测井技术”“半导体量子点在测井的应用想法”等，培养学生分析问题、解决问题与不断创新等能力</p>	<p>学生在认真听教师讲授课程，明确为什么要学习物理学，为什么它不仅是一门基础课，而且还是一门素质课</p>	<p>培养学生的世界观、科学方法、科学思维、探索与创新精神</p>

续表 1

教学步骤	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
	<p>结束语:</p> <p>A. 爱因斯坦:发展独立思考和独立创新的一般能力,应当始终放在首位,而不应当把知识放在首位.如果一个人掌握了他的学科的基础理论,并且学会了独立思考与工作,他必定会找到自己的道路.而且比起那些主要以获取细节知识为其训练内容的人来,他一定会更好适应进步和变化.</p> <p>R. P. 费曼:科学是一种方法.它教导我们:一些事物是怎样被了解的,什么事情是已知的,现在了解到了什么程度,如何对待疑问和不确定性,证据服从什么法则;如何思考事物,做出判断,如何区别真伪和表面现象</p>	通过引入爱因斯坦名言,告诉学生如何学习;引入费曼名言,告诉学生如何工作	学生聆听教师对物理学家名言的分析,领会以后学习与工作方法	通过物理学家名人效应,引领学生要有正确的学习方法和工作技能

课后

布置作业与考核评价	撰写一篇物理学在专业领域中的应用小论文,并做 PPT,录屏讲解,把视频发送到学习通	提供一些参考题目	学生确定题目,按时完成作业	通过视频讲解的方式,评价学生学习效果
-----------	-------------------------------------------	----------	---------------	--------------------

7 结束语

教学设计的质量与水平是决定能否讲好一堂课的关键,如何撰写教学设计,厘清撰写思路与方法是设计好课堂教学的首要任务.绪论课是大学物理课程的第一课,讲好绪论课是非常重要的,能够让学生清楚地了解课程内容,并且内容中蕴含很多“世界观、科学方法、科学思维、探索与创新精神”等课程思政元素,能够激发学生的学习兴趣,实现立德树人的育人功能.

本研究以大学物理课程绪论课为例,主要从课程的学情分析、教学达成目标、教学方法与手段、课程思政设计以及教学过程设计等 5 个方面,讨论教学设计的撰写思路与方法.

研究成果为大学物理课程后续内容的教学设计撰写,以及课堂教学方式与手段提供研究思路与方法.同时为“如何挖掘课程思想政治教育元素,并以渗透的方式与专业知识无缝融入课程中;如何精心设计课程思政教学方案,强化思想理论教育和价值引领,潜移默化地实现高校立德树人目标的教学理

念”等课程思政教学设计问题提供研究方向与案例参考.

参考文献

- [1] 加涅. 教学设计原理[M]. 5 版. 上海:华东师范大学出版社,2007:18.
- [2] 何克抗,林君芬,张文兰. 教学系统设计[M]. 北京:高等教育出版社,2006:3.
- [3] 史密斯,雷根. 教学设计[M]. 3 版. 庞维国,译. 上海:华东师范大学出版社,2008:4.
- [4] 乌美娜. 教学设计[M]. 北京:高等教育出版社,1994:11.
- [5] 张轶炳. 大学物理课程的教学系统设计[J]. 高等理科教育,2008(2):19-22.
- [6] 徐红霞.《大学物理》绪论课的课堂思政教学设计[J]. 产业与科技论坛,2021,20(15):132-134.
- [7] 吕素叶,于舸,吕爱君. 浅谈大学物理教学设计[J]. 教育教学论坛,2021(17):144-147.
- [8] 孙小广. 基于学习通平台的大学物理混合式教学设计——以电磁感应为例[J]. 物理通报,2022(7):18-21.
- [9] 程丹. 基于新工科的大学物理课程教学设计[J]. 电子技术,2021,50(12):206-207.

Discussion on the Writing Method of Teaching Design of University Physics Course

——Taking the Introduction Course as an Example

WANG Sheng LI Xianli ZHAO Pengcheng KANG Yun

(School of Physics and Electronic Engineering, Northeast Petroleum University, Daqing, Heilongjiang 163318)

Abstract: The teaching design of the course not only includes the teaching content of the course, but also contains the teaching ideas, methods and methods, as well as the integration of ideological and political elements of the course. The quality and level of teaching design is the key to a good lesson. Taking the introduction course as an example, this study discusses the ideas and methods of writing the teaching design of college physics courses.

Key words: university physics; curriculum ideology and politics; teaching design

(上接第7页)

而 $R_2 - R_x$ 与 R_1 并联, 从而

$$(I_4 - I_0)(R_2 - R_x) = I_1 R_1 \quad (9)$$

R_3 跟 R_5 与 R_x 并后串 R_4 的结果并联, 因此

$$I_4 \left(R_4 + \frac{R_5 R_x}{R_5 + R_x} \right) = (I_1 - I_0) R_3 \quad (10)$$

联立解式(8)、(9)和(10)得

$$R_x = \frac{(R_2 R_3 - R_1 R_4) R_5}{R_1 R_3 + R_1 R_4 + R_1 R_5 + R_2 R_3} \quad (11)$$

把式(11)代入图2(b)中应用串联、并联电路等效电阻计算公式, 易得

$$R = \frac{(R_2 - R_x) R_1}{R_2 - R_x + R_1} + \frac{\left(R_4 + \frac{R_5 R_x}{R_5 + R_x} \right) R_3}{R_4 + \frac{R_5 R_x}{R_5 + R_x} + R_3} \quad (12)$$

化简有

$$R = [R_1 R_3 (R_2 + R_4) + R_2 R_4 (R_1 + R_3) + (R_1 + R_3)(R_2 + R_4) R_5] [(R_1 + R_2)(R_3 + R_4) + (R_1 + R_2 + R_3 + R_4) R_5]^{-1} \quad (13)$$

它们都与用基尔霍夫电流定律与电压定律或 Y- Δ 等效变换求得的结果完全一致。

参考文献

- [1] 张权义, 杜学能. 用极限法计算桥式电路的等效电阻[J]. 铜仁师范高等专科学校学报, 2002, 4(4): 67-68.
- [2] 姚祖恩. 电阻 Y 形与 Δ 形联接的等效变换的一种简单计算方法[J]. 大学物理, 1996, 15(8): 29-30.

Special Calculation on Equivalent Resistance of Non-equilibrium Pure Resistance Bridge

WANG Lixiang

(College of Preparatory Education, Southwest University for Nationalities, Chengdu, Sichuan 610041)

Abstract: In this paper, the equivalent resistance of non-balanced resistor bridge (complex circuit composed of non-series and non-parallel resistors) is subtly derived by using the current and voltage characteristics of series and parallel circuits after the special series and parallel hybrid circuits of non-balanced resistor bridge are constructed by the method of split resistance.

Key words: equivalent resistance; series; parallel; unbalanced bridge