

新工科背景下生物医学工程专业物理课程交叉融合实践*

——以“液体表面张力系数测量”为例

张亮

(空军军医大学基础医学院 陕西 西安 710032)

(收稿日期:2022-12-09)

摘要:生物医学工程学科特点是交叉性和综合性,以液体表面张力系数测量实验课为例,基于“交叉融合”的思想开展了课堂教学设计与实践.课堂教学设计以新冠肺炎疫情问题为引入,提升授课内容实践性;以问题为导向进行启发式教学,增强学生在授课过程中的主体性;以授课内容中的关键要素为切入点,紧密关联生物医学工程专业主干课程内容开展实验设计与问题讨论,既增加了授课过程中的学生参与度,也提升了各学科之间的交叉融合性.授课过程实现了知识传授与课程育人的教学目标,为生物医学工程专业物理课程教学中的交叉融合实践提供思路 and 参考.

关键词:大学物理;课堂教学;生物医学工程;液体表面张力;交叉融合

生物医学工程主要运用工程学原理和方法解决生物医学问题,是一门集工程技术与生物医学于一体的跨领域交叉学科^[1-2].2016年以来,教育部积极推进“新工科”建设,强调学科建设的实用性、交叉性和综合性,突破学科壁垒培养复合型人才^[3].这进一步凸显了医工专业人才培养的重要性和迫切性.但在人才培养实践中发现仍有不少问题制约着其发展^[4].其中在课程教学方面,以大学物理为代表的基础课程相比于其他专业课,由于理论性较强、实践性偏弱,且传统教学模式下不易凸显其在整个专业体系中的根基地位,导致学生在学习过程中兴趣不高、目的性不强,教学效果大打折扣.

物理学是研究物质结构和运动变化规律的基础科学,是自然科学与工程技术的基础,其重要性不言而喻.如何在大学物理课程教学过程中结合医工专业特点,加强其理论与实践、基础课与专业课关联,凸显该课程的基础性、交叉性、融合性,以提升其在学生心中的地位.这是当前高校教师在课程设计与实施过程中需要考量的重要环节^[5].

本文在新时代高校大力推进“新工科”建设和课程思政的背景下,以“液体表面张力系数测量”实验课为例进行课堂教学设计与实践.详细阐述了以学生为主体的启发式教学模式,以及大学物理课程教学内容与实践应用、专业课程、课程思政相互融合的教学策略,为生物医学工程专业大学物理课程交叉融合实践提供思路与参考.

1 教学设计

1.1 教学目标与重难点

本校大学物理与实验课程开设对象为生物医学工程专业学生,其中“液体表面张力系数测量”授课于大一下学期,是实验课中的基础实验部分.依学情分析,本次课的教学目标为:

(1) 理解液体表面张力系数的概念、物理意义及其应用价值.

(2) 了解拉脱法测量液体表面张力系数的基本原理;在此之上,启发并引导学生根据实验器材设计优化实验操作,激发学生主动探索的科学热情,培养

* 高等学校教学研究项目,项目编号:DWJZW202216xb;教育部教指委教学课题,课题编号:DJZW201924ZN-7;空军军医大学教学改革研究项目,项目编号:2H201608.

作者简介:张亮(1987-),男,博士,副教授,主要从事大学物理理论教学和生物电磁研究工作.

学生敢于质疑、勇于突破的科学精神。

本次课的教学重点是拉脱法测量液体表面张力系数的基本原理,教学难点是从原理到实际操作过

程中关键测量要素的提取与优化.图1给出了本次课的教学目标设定思路.

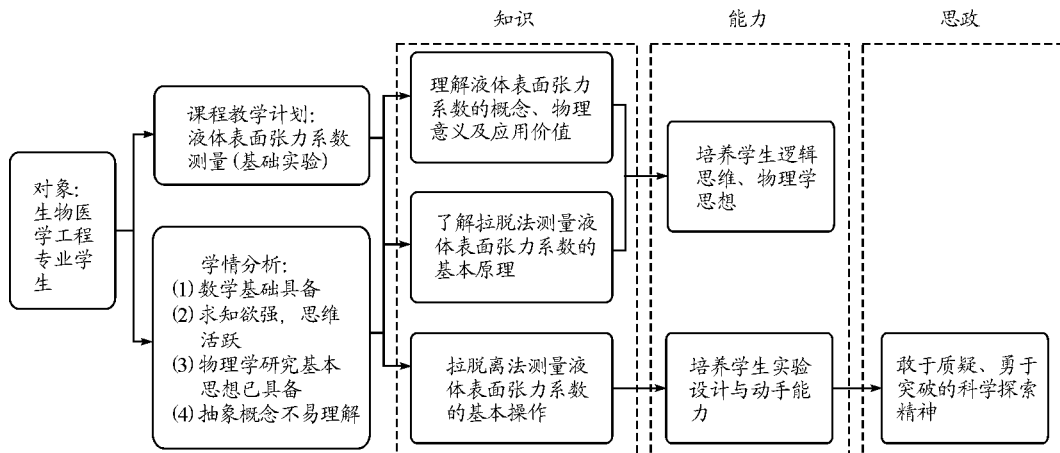


图1 “液体表面张力系数测量”教学目标设定思路

1.2 教学策略设计

在设计本次课堂教学过程中,教学组坚持问题导向的启发式教学模式,注重知识逻辑的梳理,激发并引导学生进行自主思考与探究,同时注重突出物理学思想和物理学与其他专业课程的紧密联系。

授课引入结合新冠肺炎疫情,从肺与肺泡的功能出发,引入表面张力的基本概念及其对生物医学应用的重要意义,激发学生兴趣;通过设问引导学生思考如何对表面张力进行表征与测量,进而得出本次课主题——基于拉脱法对表面张力系数进行测

量;结合医工专业课程知识对拉脱法的测量原理进行分析讲解,并基于原理启发学生根据实验室提供的器材进行实验设计,培养其动手能力;在设计过程中解析模型、讨论关键变量,启发学生思考并优化;在实际操作与数据验证环节,重点提醒学生对得到的结果进行对比分析并讨论得出结论;最后小结本次课内容,巩固知识,引导学生将所学内容应用于实践,形成教学闭环——源于实践,归于实践.图2给出了本次课的教学思路。

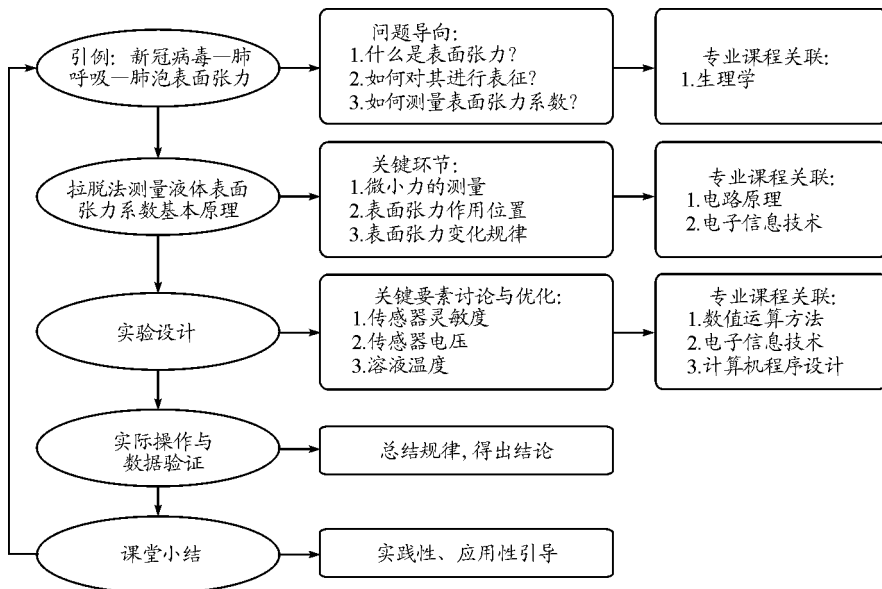


图2 “液体表面张力系数测量”课堂教学设计思路

1.3 思政要素挖掘

在液体表面张力系数测量实验中,传感器电压测量点的选择对实验结果十分关键.不少文献与教材选用的测量点与实验原理的分析结论存在一定差异^[6-8].在课堂教学过程中,针对传感器电压测量点的选取,启发引导学生自行思考,并通过实验验证自己的结论,给出优化方法.重点培养学生敢于质疑、勇于突破的科学探索精神.

2 教学实施过程

2.1 问题引入与铺垫

以全球新冠肺炎疫情为背景,结合医工专业特点,简要介绍呼吸的基本生理过程以及新冠肺炎病毒的基本作用机理^[9].一方面可以关联生理学课程教学内容,提升学生对所学知识的实践性感受;另一方面重点突出呼吸过程中表面张力对肺泡生理机能的重要作用,进而引出关键词——表面张力.

给出表面张力的定义后,通过设问方式启发学生进一步思考表面张力的物理学内涵:表面张力的主要作用位置在哪?如何对表面张力进行数学表征?测量液体表面张力的主要方法?这里侧重点在第二个问题——表面张力的数学表征.为何采用表面张力系数而不直接用力的大小来对其进行表征?

由定义可知:设想液面上一条长为 L 的线段,表面张力作用于液面上该线段两侧且垂直于该线段,如图3所示.其大小 F 正比于线段长度 L ,即 $F=\alpha L$, α 表示液体的表面张力系数,单位为 $\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$.表明不同人在测量时设定不同的线段 L 时,得到的表面张力大小是不同的,不能作为比照依据,也不能反映液体自身的性质.以此启发学生思考测量的基本条件以及科学研究中研究对象选取的重要性.

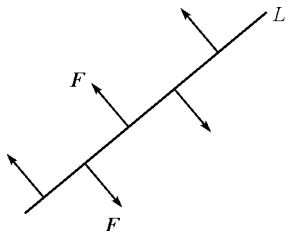


图3 液体表面张力定义示意图

2.2 拉脱法测量液体表面张力系数的基本原理

大学物理实验中广泛采用拉脱法对液体表面张力系数进行测量.其特点是过程简单、原理易懂.在基本原理讲授过程中侧重于在3个方面对学生进行启发引导:被测液体表面张力的作用位置、液面下降过程中吊环内外壁处表面张力的变化规律、微小力的测量方法.

前两个问题是整个拉脱法测量原理的关键因素,通过启发学生自行思考并明确了表面张力的作用位置及变化规律,就可根据表面张力的定义式通过受力分析得到液体表面张力系数的计算式.第三问则是理论转换为实践过程的关键技术问题.通过相关技术,将难以得到的力学参量转换为电学参量,这是工程领域中常用的技术手段.分析过程涉及压敏转换装置、平衡电路等工程专业知识,可以体现出物理学与电子信息技术、电路等专业课程的紧密结合,其课程基础地位得以凸显.

2.3 实验设计

基于实验原理,选取实验器材,开展实验设计.启发学生根据原理明确实验中需要测定的关键因素:力敏传感器灵敏度 K 、吊环在临界状态时传感器对外输出电压 U_1 、吊环脱离液面稳定后传感器对外输出电压 U_2 ,以及被测液体温度 T .其中,力敏传感器灵敏度 K 需要定标,通过数值拟合的方法得到,涉及数值运算方法专业课程内容;而被测液体温度 T 是学生容易混淆的物理量,实验中常有学生以环境温度替代被测液体温度进而造成实验误差偏大的结果.

吊环脱离液面稳定后传感器对外输出电压 U_2 的测量时机比较明确.而对 U_1 的测量,根据原理所述 U_1 应取数字电压表中电压最大示数,但文献^[6-8]与教材认为: U_1 应取液膜破裂前瞬间的电压表读数.此处将产生矛盾点.授课过程中,可以以此矛盾点为切入点,启发学生不要盲目迷信教材,通过思考对两种取值方法进行实验设计与验证比较得出结论.培养其敢于质疑、勇于突破的科学探索精神.

此外,在传统实验测量中操作员既要关注液面下降过程中液膜状态,又要关注数字电压表示数,往往难以兼顾进而造成实验误差.这里可以结合实际

情况,鼓励学生结合计算机程序设计专业课程内容开展程序设计,以计算机代替人工读取数字电压表示数,进而提升课程的实践性与专业课程的交叉融合性。

2.4 实际操作与数据验证

实际操作环节主要培养学生的动手能力。在教学环节中侧重于关注学生实验的细节处理,特别是对实验结果有较大影响的操作处理;吊环表面的清洁、玻璃皿的润洗、吊环与砝码托盘的水平挂载等。对于数据处理部分,侧重于让学生进行对比后在实验报告中得出结论,并给出相应的原因分析和优化方法。这部分可以作为额外加分项融入课程平时表现分,完善课程形成性考核机制。

2.5 小结

对本次课的内容进行梳理,明确教学目标与授课重点、难点。最后对表面张力在实践中的应用,特别是医学应用^[10]进行归纳引导,形成教学闭环,完成本次课的授课工作。

3 实施效果

课后通过与听课专家的沟通得到了本次课的反馈:(1)课程脉络清晰,各小节之间的逻辑关系衔接较好;(2)重难点突出,主次分明,达到了预期教学目标;(3)授课内容丰富,既有物理学知识传授,又有其他专业课程内容的介绍,还有科学研究思想的融入,有一定广度和深度;(4)思政元素的融入比较顺滑,有一定的育人价值。学生方面表示本次课内容丰富,感兴趣的要素相对较多;对液体表面张力的物理概念有了更加深入的理解;对自己动手能力的提升有很大帮助。

在授课过程中涉及生理学、电路、电子信息技术以及计算机等相关知识,这要求教师需要掌握的内容增多,备课要求增加;同时,伴随知识深度和广度的拓展,授课难度有所提升,授课时间压力较大,对教师的课堂掌控力有较高的要求。

4 结束语

大学物理与实验课程作为生物医学工程专业公共基础课程,在当前“新工科”背景下理应在课程教

学中体现其基础性、实践性和课程桥梁衔接作用。在课程教学设计中可以从需求导向和热点结合两个方面出发,将其与实践应用紧密结合;在授课过程中注重与其他专业课程的关联,从授课内容中的一些关键要素出发,融合其他专业知识进行创新优化,以突出其基础性和衔接性。

本文以“液体表面张力系数测量”实验课为例开展课堂教学设计与实践。结合新冠肺炎疫情问题作为课堂引入,提升实践性;授课过程中以问题为导向推进教学进程,并将授课内容中的关键要素与其他专业课程内容结合开展实验设计与问题讨论,既增加了授课过程中的学生参与度,也提升了各学科之间的交叉融合性。整个授课过程体现了以学生为主体的启发式教学模式,以及大学物理课程教学内容与实践应用、专业课程、课程思政相互融合的教学策略。为生物医学工程专业大学物理课程交叉融合实践提供思路与参考。

参考文献

- [1] 魏高峰,郭强. 临床问题导向型的生物医学工程教学改革研究[J]. 教育教学论坛,2022(26): 85-88.
- [2] 彭诚,陈放怡. 生物医学工程专业融合式课程体系探索[J]. 电气电子教学学报,2022,44(2): 41-45.
- [3] 周宇轩,段磊,胡克,等. 融合信息技术的生物医学工程专业“电子技术基础”课程改革[J]. 教育教学论坛,2020(48):207-209.
- [4] 刘杰,张超,罗洁. 新工科背景下生物医学工程“多学科融合”人才培养体系的建设[J]. 高教学刊,2021(7):141-144.
- [5] 季振宇,周怡敏,杨滨,等. 新工科和新医科背景下生物医学工程专业课程教学设计与实践[J]. 医学教育研究与实践,2020,28(3):374-376.
- [6] 张昱,李端勇. 大学物理实验[M]. 北京:科学出版社,2014:154-159.
- [7] 廖新华,江键,曾召利. 医用物理学实验[M]. 北京:高等教育出版社,2019:21-25.
- [8] 姚星星,王宙洋. 拉脱法测量液体表面张力系数实验结果分析[J]. 大学物理实验,2022,35(1):115-118.
- [9] 金荣华. 新型冠状病毒肺炎[J]. 首都医科大学学报,2020,41(2):149-154.
- [10] 杨清志,徐宏. 液体表面张力的生物医学应用[J]. 商丘师范学院学报,2021,37(6):24-26.

(下转第38页)

究的兴趣.

方势垒可视化呈现科学现象的过程和变化能够激发学生的好奇心和兴趣.通过观察和探索方势垒的变化,学生可以体验到科学的魅力,激发他们对进一步学习和探索的动力.

方势垒可视化在教学中能够提供直观的学习工具,帮助学生更好地理解和应用科学概念,培养问题解决能力,激发学生的兴趣和热情.这种可视化手段在科学教育中具有广泛的应用前景,并有助于提高学生的科学素养.

5 总结

本文利用 Matlab 仿真软件的强大模拟功能,结合一维方势垒模型的具体示例,通过图像式直观教学拓展课程深度和广度,攻克知识难点和课程难点,从而获得正确的量子力学图景.基于问题驱动的混合式课堂教学实践将进一步提升学生的学习参与

度,实现多元化教学目标.

参考文献

- [1] 周世勋.量子力学教程[M].2版.北京:高等教育出版社,1979.
- [2] 苏汝铿.量子力学[M].2版.北京:高等教育出版社,2002.
- [3] 朱栋培.量子力学基础[M].合肥:中国科学技术大学出版社,2012.
- [4] 陈鄂生.量子力学基础教程[M].2版.济南:山东大学出版社,2003.
- [5] 洪云.一维等间距 δ 势垒中的波函数及其物理性质[J].重庆工商大学学报(自然科学版),2016,33(5):29-35.
- [6] 周基升,刘天佑.求解一维方势垒穿透问题中波函数的两种方法[J].湖南广播电视大学学报,2001(1):74-76.
- [7] 崔景华,王明泉.一维方势垒散射问题的路径积分方法[J].黄淮学刊(自然科学版),1994(S3):24-27.
- [8] 袁留洋,郑雨军.论一维方势垒穿透[J].大学物理,2012,31(2):59-61.

(上接第34页)

Practice on Cross-integration of Physics Courses in Biomedical Engineering under the Background of New Engineering

—Taking “Measurement of Liquid Surface Tension Coefficient” as an Example

ZHANG Liang

(Basic Medical Science Academy, Air Force Medical University, Xi'an, Shaanxi 710032)

Abstract: The characteristics of biomedical engineering are intersectional and comprehensive. This paper takes the experimental course of measuring liquid surface tension coefficient as an example to carry out the classroom teaching design and practice with the idea of cross integration. The classroom teaching design took the hot issues of COVID-19 epidemic as the introduction to improve the practicality of the teaching content. Problem orientation was introduced in heuristic teaching to enhance students' subjectivity in the teaching process. The key elements of the teaching content were introduced as the entry point, which were closely related to the main course content of biomedical engineering major, and experimental design and problem discussion were carried out. This not only increased the students' participation in the teaching process, but also promoted the cross-integration between various disciplines. The teaching process realized the teaching objectives of knowledge imparts and course education, and provided ideas and references for the cross-integration practice of physics course teaching in biomedical engineering specialty.

Key words: university physics; classroom teaching; biomedical engineering; liquid surface tension; cross over and merge