

关于“角动量及其守恒定律”的教学改革实践

喻莉 刘洋 周本元 何艳 程龙

(空军预警学院基础部 湖北 武汉 430019)

(收稿日期:2021-04-30)

摘要:教书育人,将传授知识与提高学生能力素质相结合是大学物理课堂教学的主要职责.根据这一指导思想,笔者以“角动量及其守恒定律”为例,通过问题牵引、类比归纳、实验探索、拓展应用、立德树人等5个方面进行了课堂教学改革探索.这一教学模式为大学物理其他内容的教学提供了较好的思路.

关键词:角动量 类比归纳 演示实验 拓展应用 立德树人

作为新时代的大学生,在获取专业知识的同时,其相应的能力素质也应得到全面提升.然而,长期的被“灌输式”的传统教学模式,使得学生对物理的学习兴趣不浓,课堂专注力不够,物理知识掌握不扎实,能力素质的提高更是不尽人意.为改变这一现状,笔者以“角动量及其守恒定律”为例,进行了课堂教学改革实践.笔者首先通过问题牵引引入主题,激发学生的求知欲望;然后采用类比归纳的方法讲解新知识,实现授人以渔的目的;接着利用演示实验探索,提高学生观察和分析问题的能力;并进一步结合拓展应用,加深学生对理论知识的理解,提升其实践应用能力和发散性思维;最后是立德树人,培养学生永不言弃的精神,并增强其责任感与使命感.

1 以问题为牵引 激发学习兴趣

“学起于思,思起于疑”,创设问题情境,能较好地引导学生主动融入课堂,提高其学习兴趣.这一方法关键在于问题的设置,提出的问题既要紧贴教学内容,又要能够激发学生的求知欲望.考虑到以上两点,在物理教学中,笔者认为可以从物理学史、重要的科学定理和定律、日常生活、科技应用等方面来设计问题.利用问题引入新课在不同的课程中均有着广泛的应用^[1,2].

本堂课,根据教学内容和教学对象(军校学员)的特点,针对质点和刚体的角动量部分,我们分别设计了一个科学定律问题(问题一)和一个军事科技应

用问题(问题二)引入教学.

问题一:开普勒第二定律的物理本质是什么?

学生对开普勒第二定律都非常熟悉,并且都知道它是根据观测到的行星运动数据总结出来的结果,但却并不知道这一定律背后的物理本质,通过对这一熟知的物理定律的本质提问,激发学生的好奇心,启发学生思考问题,从而引入质点的角动量教学过程.

问题二:电影《黑鹰坠落》中“黑鹰”为什么会坠毁?

军校学生一般对战争影片很感兴趣,课堂上可以播放学生所熟悉的战争大片《黑鹰坠落》,让他们观察“黑鹰”直升机尾桨被击中后坠机的过程,引导学生思考尾桨的作用.为什么尾桨被击中后,飞机会失去平衡最终坠毁?从而引入刚体的角动量教学过程.

2 以类比为途径 实现授人以渔

类比归纳教学法不仅可以让学生顺畅地学习、领悟新的教学内容,还可以让学生巩固已有知识结构,并构建新的知识体系,实现授人以渔的效果^[3,4].角动量及其守恒定律这部分内容理论性强,相关概念和定理、定律抽象难懂.但在此之前,学生已经学习了质点平动的动量和动量守恒定律相关知识.因此,我们可以考虑采用类比的方法进行教学.表1为刚体定轴转动和质点平动相关知识的类比.

表 1 刚体定轴转动和质点平动的类比

质点的平动	刚体的定轴转动	对应关系
力 F	力矩 $M=r\times F$	力:改变质点的运动状态. 力矩:改变刚体的转动状态
动量 $P=mv$	角动量 $L=r\times P$	动量:反映质点运动状态的物理量. 角动量:反映刚体转动状态的物理量
动量定理微分形式 $F=\frac{dP}{dt}$	角动量定理微分形式 $M=\frac{dL}{dt}$	力:动量对时间的变化率. 力矩:角动量对时间的变化率
动量定理积分形式 $\int_{t_1}^{t_2} Fdt = P_2 - P_1$	角动量定理积分形式 $\int_{t_1}^{t_2} Mdt = L_2 - L_1$	冲量:力对时间的累积,引起动量的改变. 冲量矩:力矩对时间的累积,引起角动量的改变
动量守恒定律 $F=0,P=$ 恒矢量	角动量守恒定律 $M=0,L=$ 恒矢量	合外力为零,动量守恒. 合外力矩为零,角动量守恒

3 以演示为支撑 调动探索意识

课堂上长时间的理论讲授容易导致学生疲倦,注意力不集中.但如果能够结合演示实验,将物理现象直观地展现出来,则可以有效激发学生的学习兴趣.此外,通过演示实验还可以较好地培养学员的观察能力和解决问题的能力^[5,6].根据我校的教学条件,本堂课设计了两个演示实验.

演示实验 1:讲解角动量守恒定律时,借助茹科夫斯基凳演示,如图 1(a).实验过程中,让学生观察凳上同学伸直手臂和收缩手臂时,凳子的转速变化.启发学生思考:为什么会出现这一现象.

演示实验 2:介绍角动量守恒定律的应用时,先播放我国航天员刘洋在太空仓中的陀螺实验视频,激发学生的兴趣,启发学生思考陀螺仪定向的原理.然后邀请学生参与如图 1(b)所示的陀螺仪定向演示.让学生观察陀螺仪在旋转的过程中其转轴方向的不变性.同时引导学员分析其中的原因.

通过这两个演示实验,一方面让学生掌握角动量的概念,学会分析运动系统在运动中是否满足角动量守恒定律的条件;另一方面培养学生的观察能力,调动学生的探索意识,提升学生利用已学知识解决实际问题的能力.

4 以拓展为契机 培养发散思维

培养学生的发散性思维是提高其创新能力的一种重要方法.教学过程中,可以通过对课本知识的拓展介绍,扩大学生原有认知的深度和广度,培养其发散思维.本堂课的教学中,我们从角动量守恒定律在自然界和军事中的应用,来开阔学生的视野,拓展学生的知识面.

4.1 角动量守恒定律在自然界中的应用

回答引入部分的问题一.利用角动量守恒定律,从理论上推导得出开普勒第二定律.让学生明白开普勒第二定律不仅可以从实验数据中总结得到,还可以从理论上进行严格的推导.开普勒第二定律只是质点角动量守恒定律的外在表现而已.开普勒第二定律是表象,质点角动量守恒定律才是本质.此外,我们还可以拓展介绍中子星塌缩过程中转速的变化,让学生进一步体会角动量守恒在天体运动中的应用.

4.2 角动量守恒定律在军事中的应用

引导学生利用角动量守恒定律对引入部分的问题二作出解释,并进一步提出问题:既然尾翼受损后



(a)茹科夫斯基凳 (b)陀螺仪

图 1 演示实验装置

会产生这么严重的后果,那是否有“没有尾翼的飞机”呢?然后在此基础上拓展介绍一种新型的直升机——共轴双桨布局的直升机.共轴双桨布局的直升机上装有两幅反向旋转的旋翼,利用角动量守恒的原理,同样很好地维持了机身的平衡.通过新的军事应用来拓展学生的视野和思维.

5 以事迹为灵魂 既立德又树人

物理作为一门科学文化类的基础课程,其中所包含的知识虽然是冰冷的,没有温度,但却包含了大量的文化内涵、科学精神,有血有肉、情感丰富,是思政教育的沃土.

讲解角动量守恒定律时,可以先播放奥运冠军郭晶晶的跳水视频,讲解角动量守恒定律在其中的应用,然后启发学生思考:奥运金牌背后隐含的是怎样的努力与付出?介绍郭晶晶的长期刻苦努力,以及在训练中所遭受的挫折,比如:骨折、视网膜脱落、比赛失利等.让学生感受她持之以恒、不畏困难、永不言弃的精神;同时结合郭晶晶在香港学生发展委员会的讲话:“我觉得每一次走上领奖台,都是有使命感和荣誉感,内心非常激动,这些荣誉其实是国家给我的……我觉得每一个人都要有激情和梦想……”,来增强学生的责任感与使命感,鼓励学生为了自身的梦想、为了国家的安定与发展、为实现中华民族伟大复兴而努力奋斗.

6 结束语

本堂课通过引入上的问题牵引,理论上的类比归纳,实践上的演示探索,拓展上的科技应用,思政上的立德树人等方面,对“角动量及其守恒定律”进行了课堂教学改革.这一教学设计能够让学生摆脱被“灌输式”的教学模式,切实激发学生的学习兴趣,促进学生主动地参与到课堂教学中,有利于学生知识的掌握以及能力的提高,相信对其他内容的教学也能起到一定的借鉴作用.

参考文献

- 1 康瑞妮. 高等数学问题驱动教学模式的探索[J]. 现代职业教育, 2020(44):34~35
- 2 王璇, 王晓云, 杨娜娜, 等. 案例引入模式及对比思维模式在“光电效应”教学中的应用[J]. 当代教育实践与教学研究, 2020(2):184~185
- 3 王文春, 李雪春, 郑殊, 等. 在大学物理课堂中采用类比法教学有利于拓展学生思维能力[J]. 物理与工程, 2017, 27(Z1):48~50, 55
- 4 周国全. 用类比法推导爱因斯坦速度叠加公式[J]. 大学物理, 2019, 38(2):25~27
- 5 刘志国, 黄喜强, 张伶俐, 等. 关于“光的偏振”教学的一些尝试[J]. 物理与工程, 2020, 30(03):84~88
- 6 杨武, 石晓燕, 欧海峰. 提高大学物理演示实验学习效果的教学模式探索[J]. 大学物理实验, 2020, 33(1):115~118, 122

Practice on the Teaching Reform of *Angular Momentum and Its Conservation Law*

Yu Li Liu Yang Zhou Benyuan He Yan Cheng Long

(Air Force Early Warning Academy, Wuhan, Hubei 430019)

Abstract: Teaching and educating people, combining imparting knowledge with improving students' ability and quality are the main responsibilities of college physics classroom teaching. According to this guiding ideology, the author takes the law of angular momentum and its conservation as an example, and explores the classroom teaching reform through five aspects, such as problem traction, analogy induction, experimental exploration, expanding application, and moral education. This teaching mode provides a good idea for the teaching of other contents of college physics.

Key words: angular momentum; analogy induction; demonstration experiment; expanding application; moral education