

信息化课堂教学设计*

——以“刚体定轴转动的角动量及角动量守恒定律”为例

史建新 傅美欢 刘勇文 蹇朋波

(南京工业职业技术大学公共基础课部 江苏 南京 210023)

(收稿日期:2020-09-16)

摘要:遵循“学生主体、教师主导”的教育教学理念,借助信息化教学工具,合理有效地设计好每一个教学环节,采用演示、体验、探究、问题导向和分组讨论等教学手段和方法,让学生在课堂中自主发现问题、分析问题并解决问题,实现“学生做中学、教师做中教”,大大提升教学效果。

关键词:教学信息化 教学案例设计 刚体定轴转动 角动量 角动量守恒定律

大学物理课程在本科教学计划中是一门重要的公共基础理论课,从后续专业课程的需要和学生持续学习及实际应用能力的培养等要求来确定大学物理教学内容体系以及人才培养目标。本次课选自大学物理课程中的刚体定轴转动的角动量和角动量守恒定律,学生利用云班课开展课前准备、课内学习、课后拓展以及在线互动交流等自主学习活动,教材在介绍刚体的角动量的定义时较为抽象,学生难以理解,故在课程教学中采用课堂演示、体验、探究和问题导向、分组讨论等教学方法,让学生在课堂上自主发现问题、分析问题并解决问题。借助信息化教学辅助工具,将抽象的物理概念和理论形象、直观地进行展示,突破教学重点和难点,实现“学生做中学、教师做中教”,提升教学效果。

1 学情分析和授课形式

1.1 学情分析

授课对象为本科一年级学生,已具备一定的高中物理、高等数学基础知识,但学生数学和物理的基础不扎实,对于抽象的物理概念的理解以及接受能力不是太强。

1.2 授课形式

课堂教学主要采用讲授法、讨论法、多媒体教学法、实验探究法、释疑法等。

第一,由于本节知识点比较抽象,按照传统课堂的讲授法进行教学,学生难以理解并失去兴趣。采用多媒体教学,通过动画和视频等教学资源的展示,不仅可以提高课堂效果,还可以进一步提升学生学习的积极性和主动性。

第二,讲解角动量守恒定律时,通过设置问题激发学生的求知欲,再通过播放动画、视频结合课堂演示实验,学生分组讨论并发现问题、探究问题和解决问题,重视知识形成的过程,让学生逐步从感性认识上升到理性认识来理解并掌握刚体定轴转动的角动量和角动量守恒定律。

第三,问题贯穿始终,提出问题并解答问题的过程就是学习的过程。释疑解惑法加深学生对新知识的理解和掌握^[1]。

第四,利用“云班课”进行课堂实时在线答题,检验课堂学习的效果,把问题解决在课堂中而不留到课后。

* 江苏省现代教育技术研究2020年度立项课题“基于网络平台的大学物理虚拟仿真实验教学的探索与研究”,课题批准号:2019-R-76564;南京工业职业技术学院2018年度引进人才科研启动基金立项项目“微波驱动下超导量子比特的宏观量子特性及应用研究”的阶段性成果,课题批准号:YK18-10-05

作者简介:史建新(1982-),男,博士,副教授,主要研究方向为大学物理教学研究、低温超导量子比特研究。

2 教学目标

教学目标包括3个方面,分别为知识目标、技能目标以及素养目标,多角度、多层次提升学生的综合素养。

2.1 知识目标

掌握刚体定轴转动的角动量的定义;通过演示、探究来体验刚体的角动量守恒定律,明确角动量守恒的条件。

2.2 技能目标

运用刚体角动量守恒定律解释相关的实际应用和生活现象问题。

2.3 素养目标

通过情景模拟和团队协作培养学生类比学习的能力和观察、分析解决问题的能力,增强学生进行实践探索规律的意识;通过参与探究活动,培养学生由浅入深地分析问题、解决问题的思维方式,培养学生的团队合作精神。

3 教学设计思路

3.1 课前

课前布置预习任务,日常生活中哪些现象涉及刚体的定轴转动?刚体转动过程中的角动量反映刚体的何种状态?引导学生思考如跳台跳水运动员起跳的高度决定着什么?起跳后为什么要迅速团紧身体?入水前为什么需要打开身体?这样将平动和转动两个问题都包含在内了,借助平动与转动的对称,引入转动问题可能学生容易理解一些。学生带着3个问题查阅相关的资料,观看文字、图片、视频等教学资源,进行知识的自主学习,带着预习的问题以及搜集到的素材和资料进入课堂学习。

3.2 课中

课中采用基于云班课等信息化教学手段支持的课堂教学模式,通过演示、探究、讨论、总结开展课堂学习,在整个课堂中充分发挥学生的主体地位。将两个学时的教学内容设置为课题引入、分组讨论、探究演示、拓展应用及总结评价等5个教学环节。

3.2.1 课题引入

刚体绕定轴的力矩和角动量都是对轴而言的,

在第二章质点力学中力矩和角动量都是对固定点而言的。质点绕固定点的角动量反映质点绕固定点的转动状态。作为特殊的质点系统,刚体绕定轴转动可看成质点系统绕轴的转动。利用微积分思想引导学生分析刚体与质点之间的关联,探究刚体定轴转动的角动量^[2~4]。

3.2.2 分组讨论

任务一:分组讨论角动量守恒的不同情况,通过理解角动量守恒的不同情况,巩固学生对角动量定义以及角动量守恒定律的理解,从而突破本次课的教学重难点。

任务二:如何解释旋转椅、冰舞运动员旋转过程中身体形态的变化造成转速的变化。借助多媒体动画、教学演示仪器和视频,进行类比和总结,并利用角动量和角动量守恒定律解释通过生活中常见的的生活现象,从而让学生掌握角动量的定义以及角动量守恒定律。

任务三:行星绕太阳运行过程中其角动量是否守恒?运用物体系统的角动量守恒解释行星绕太阳运行过程中的角动量守恒情况。

3.2.3 演示探究

通过课堂演示旋转椅的奥秘、冰舞运动员身体姿态的变化造成转速的变化等,通过探究、演示等方式让学生体验角动量守恒定律。探究过程教师起到引导作用,学生在教师的引导下探究角动量守恒的奥秘,探究过程力求循序渐进、逐步深入和形象生动。

3.2.4 拓展应用

为培养学生持续学习及实际应用的能力,观看直升飞机模型和直升飞机失事视频,探究直升飞机尾旋翼的作用。学生进行分组讨论,并以小组为单位陈述每一小组的观点。

3.2.5 总结评价

课堂教学过程中,利用云班课进行实时的测验。学生在完成以上任务的学习后,教师根据系统的评价及时了解全班学生学习的情况,同时也能了解每个学生在每个环节的学习情况,从而克服了传统教学中评价滞后性以及学生的学习数据难以保存等问题。

3.3 课后

通过云班课开设大学物理学习答疑区,发布课后作业,实现同学之间云班课作业的互评,提高学生的学习效率.

4 教学过程实施

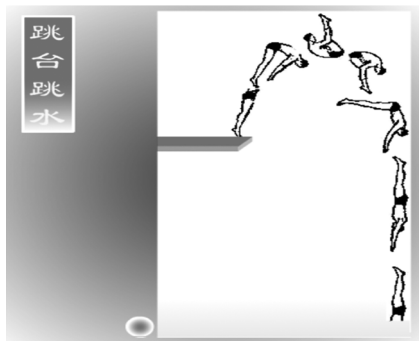
4.1 第一环节:了解刚体的定义以及刚体定轴转动(时长约 5 min)

教师引导学生回顾课前布置的预习任务,如图 1 所示,列举日常生活中平动和转动的例子,如翻空心筋斗、跳台跳水、花样滑冰等.引导学生思考并分组讨论,如跳台跳水运动员起跳的高度决定着什么?起跳后为什么迅速团紧身体?入水前为什么需要打开身体?另外,回顾刚体的定义、刚体的定轴转动以及刚体定轴转动重要的物理量,即刚体的转动惯量.

介绍教学内容背景资料,引导学生回顾思考,评价学生课前任务完成情况.通过云班课课堂测试掌握学生对于刚体定轴转动以及转动惯量概念的理解.通过课前布置的 3 个问题结合学生讨论情况加以解答,结合云班课的测试结果进行点评,同时引导学生使用课程网络资源进行自主学习.



(a)翻空心筋斗



(b)跳台跳水



(c)花样滑冰

图 1 日常生活中的平动和转动

4.2 第二环节:利用微积分思想探究刚体定轴转动的角动量(时长约 10 min)

微积分思想贯穿大学物理课程的整个学习过程.引导学生分析问题,如何将刚体与单个质点建立起联系,引导学生通过微积分思想探究刚体绕定轴转动的角动量.作为特殊的质点系统,刚体绕定轴转动可看成质点系统绕固定轴的转动.如图 2 所示,利用高等数学中的微积分思想或方法,将整个刚体微分割成多个(质量离散分布)或无数个(质量连续分布)质量元,先计算每个质量元围绕固定轴转动的角动量,再通过积分得到整个刚体绕固定轴转动的角动量.

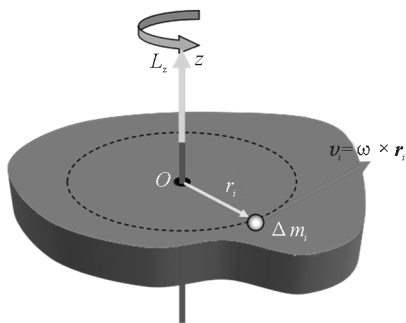


图 2 刚体定轴转动的角动量

刚体绕定轴转动的角动量描述的是刚体绕定轴转动的转动状态.关于刚体绕定轴转动的角动量的理解,可以引导学生将刚体绕定轴转动的角动量与质点运动的动量进行类比,加深学生对抽象概念的理解.

4.3 第三环节:刚体定轴转动的角动量定理(时长约 5 min)

利用高等数学中物理量随时间的变化率可以通

过将该物理量对时间求导数来表示. 刚体定轴转动的角动量定理反映刚体定轴转动时角动量随时间的变化率, 即等于刚体所受的合外力的力矩.

引导思考: 刚体定轴转动的角动量如果随时间发生变化, 即变化率与刚体的哪些因素有关?

学生反馈: 通过质点系的角动量定理分析刚体定轴转动的角动量随时间的变化规律^[5].

教师反馈: 肯定学生的正确回答, 并给予鼓励.

刚体定轴转动的角动量定理可描述为

$$\frac{dL_z}{dt} = \frac{d(I_z \omega)}{dt} = I_z \frac{d\omega}{dt} = I_z \beta = M_z \quad (1)$$

补充说明: 刚体的角动量定理是刚体转动的普遍表达式, 若物体不是刚体, 则当它绕轴转动时, 转动惯量可能发生变化, 但刚体的角动量定理仍然成立.

定轴转动的刚体的角动量定理(刚体的转动惯量保持不变)

$$\int_{t_1}^{t_2} M_z dt = L_2 - L_1 = I_z (\omega_2 - \omega_1) \quad (2)$$

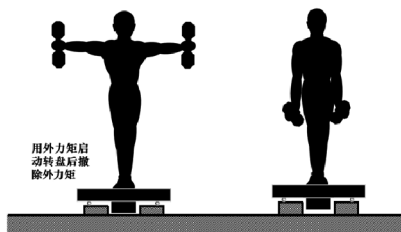
定轴转动的非刚体的角动量定理(非刚体的转动惯量可变)

$$\int_{t_1}^{t_2} M_z dt = L_2 - L_1 = I_2 \omega_2 - I_1 \omega_1 \quad (3)$$

4.4 第四环节: 探究刚体定轴转动角动量守恒定律并讨论角动量守恒的不同情况(时长约 12 min)

探究刚体定轴转动的角动量守恒定律, 明确角动量守恒的条件. 结合课堂演示、体验、探究等方式, 分组讨论角动量守恒的不同情况^[6~8], 如图 3 所示. 通过提问学生来进行总结, 并利用云班课进行课堂测试, 检验学生对于角动量守恒定律的理解程度.

1. 旋转椅的奥秘



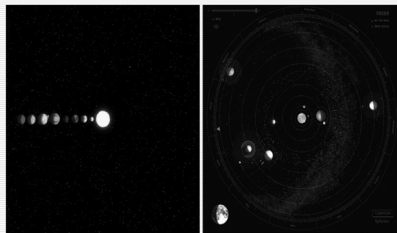
(a) 旋转椅的奥秘

2. 冰舞之美



(b) 冰舞之美演绎滑冰运动员转速变化

思考: 行星绕太阳运行过程中角动量是否守恒?



(c) 行星绕太阳运行过程中角动量守恒

图 3 角动量守恒的不同情况

第一, 分组讨论角动量守恒的不同情况, 邀请学生分组讨论并参与探究、演示实验, 并分析角动量守恒定律的不同情况, 如图 3 所示.

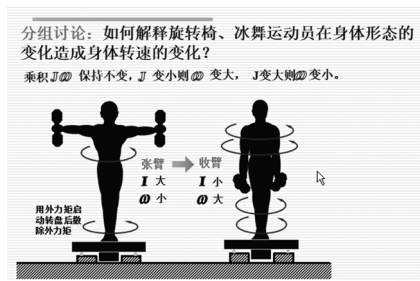
第二, 邀请学生上讲台共同完成旋转椅的演示和体验, 如图 4(a) 所示, 并提问旋转椅角速度变化的原因.

第三, 播放冰舞视频, 感受冰舞运动的美, 并提问冰舞运动员原地旋转过程中角速度变化的原因, 如图 4(b) 所示, 让学生分组讨论并总结非刚体角动量守恒的规律.

第四, 关于物体系统角动量守恒定律, 首先启发学生思考行星绕太阳运行过程中角动量是否守恒, 并提问学生. 完成云班课课堂测试, 教师根据测试结果进行点评和总结.



(a) 课堂演示并探究旋转椅的奥秘



(b) 分组讨论旋转椅、冰舞运动员在身体形态的变化造成身体转速的变化规律

图4 利用多种方式开展教学

如图4所示,利用课堂演示、探究、体验以及讨论等方式开展教学,将抽象的物理概念形象、生动地展现在课堂中,加深学生对于角动量以及角动量守恒定义的理解,从而突破本课的重点,同时也弥补了传统教学资源单调、有限等不足之处。另外,角动量守恒定律是物理学中的基本守恒定律之一,让学生总结物理学中学过的所有守恒定律,感受自然之美,领略物理之美。

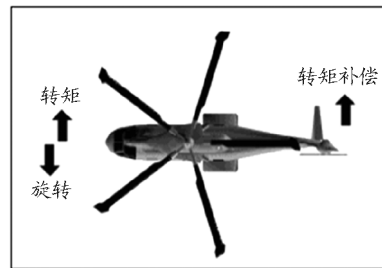
4.5 第五环节:刚体定轴转动角动量守恒定律的应用——直升飞机(时长约6 min)

第一,创设情境,启发思考。当直升机主旋翼顺时针转时关闭尾旋翼,此时大家会发现飞机会原地反方向打转。直升机为了保持机身平衡,如何做到机身防旋?让学生进行分组讨论。

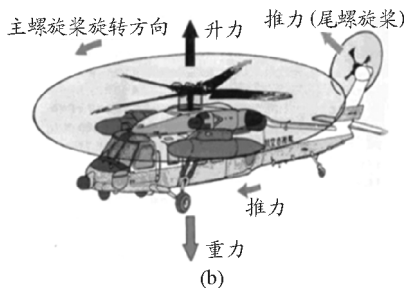
第二,课堂演示,分组讨论。如图5所示,课堂中演示直升机模型,探究直升机尾旋翼的作用,让学生进行分组讨论。

第三,发布云班课课堂测试题。直升机的尾部装有一绕水平轴旋转的尾旋翼,它的作用是什么?根据学生手机作答情况进行点评。直升机尾旋翼的作用主要是为了平衡主旋翼产生的力矩,尾旋翼就必须或推或拉,从而产生顺时针方向的推力,以抵消主旋翼的反扭力,起到平衡的作用。云班课课堂测试考查学生对于刚体角动量守恒定律的理解。

第四,学生反馈。在该环节中,无论是情境创设,还是课堂演示,以至课堂训练,都要根据学生的回答进行点评,并给予鼓励。树立学生的参与意识、主体意识。



(a)



(b)



(c)



(d)

图5 直升机尾旋翼的作用以及课堂演示直升机模型

5 总结评价与教学反馈

5.1 教学效果总结与评价

本次课围绕刚体定轴转动的角动量以及角动量守恒定律,以问题为主线,以学生自我探究学习为主体组织教学,应用信息化教学手段以及课堂演示实验,突破教学的重难点,实现了教学目标。应用动画、视频等教学资源使抽象的物理概念更加直观和形象,使学生对抽象物理量的理解能力明显提高。

在信息化教学环境下教学效果明显提高。学生利用云班课开展课前准备、课内学习、课后拓展以及

在线互动交流等自主学习活动. 采用课堂演示、探究、体验和问题导向、分组讨论等教学方法, 让学生在课堂上发现问题、分析问题和解决问题, 遵循“学生主体、教师主导”的教育教学理念, 将抽象的物理概念和理论形象、直观地进行展示, 实现“学生做中学、教师做中教”, 提高了教学效果.

5.2 教学特色总结与评价

借助现代信息技术, 将课堂教学延伸至网络多媒体课件, 采用云班课发布课前预习任务、课中实时测试以及课后作业, 帮助学生在课外实现预习、复习、及时与教师进行交流, 对课程进行反馈, 充分保证教学课堂的开放性、自主性, 教学效果明显提高.

教材在介绍刚体的角动量的定义时较为抽象, 学生难以理解, 故在课程教学中通过课堂探究、演示、体验等教学资源进行直观展示. 培养学生科学的思维方式、持续学习及实际应用的能力^[9,10].

改革评价方式, 构建多元评价体系. 构建课前、课中、课后教学相结合, 教师、学生共参与的实时、多元评价体系, 科学、合理地评价学生学习效果.

5.3 教学反思

依托云班课在线测试系统, 实现学生课前准备、课中实施和课后拓展的整合. 在信息化环境下, 综合采用多种资源, 合理组织教学. 通过教学实践, 我们深刻感受到信息化教学使得学生的学习更积极, 效率更高, 并较好地实现了过程性多元评价. 学生真正成为了学习主体, 对知识的理解能力得到了稳步提

升. 在今后的教学中要更加充分地结合信息技术、信息化手段和信息化资源, 加强学生自主学习习惯和创新能力的培养.

参考文献

- 董长缨, 陈修芳. 问题教学法在刚体定轴转动教学中的应用[J]. 科技与创新, 2015(07):111 ~ 112
- 于洪杰. 刚体角动量和转动定律的教学讨论[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2018, 34(01):152 ~ 153
- 张明铎, 郝长春, 莫润阳, 等. 刚体与质点动力学关系的内在统一性[J]. 物理通报, 2016(10):25 ~ 28
- 汪涛. 类比法在刚体定轴转动教学中的运用[J]. 思茅师范高等专科学校学报, 2010, 26(06):32 ~ 34
- 伍文宜. 质点系的角动量定理在刚体定轴转动中的应用[J]. 西北师范大学学报(自然科学版), 1996(01):90 ~ 93
- 张双明, 陈荣福. 定性演示刚体绕定轴转动时角动量守恒[J]. 物理实验, 1995(05):215
- 孙龙周. 物理演示实验教学的功能、现状及创新路径[J]. 物理教学, 2018, 40(12):44 ~ 48, 51
- 严非男, 施成龙, 汤猛, 等. 新工科背景下大学物理教学与演示实验有机融合的探索与实践[J]. 教育现代化, 2020, 7(34):137 ~ 140
- 沈晓芳, 周战荣, 高旻, 等. 大学物理理论教学和随堂演示实验有机融合的教学模式探索[J]. 物理与工程, 2019, 29(S1):118
- 刘强, 段彬, 张凤琴. 以物理演示拓展工程应用的大学物理实验教学模式探索[J]. 大学物理实验, 2019, 32(02):110 ~ 113

Teaching Design of Informatization Classroom

—Taking *Angular Momentum and Law of Conservation of Angular Momentum of Rigid Body Rotating on a Fixed Axis* as Example

Shi Jianxin Fu Meihuan Liu Yongwen Qian Pengbo

(Public Foundational Courses Department, Nanjing Vocational University of Industry Technology, Nanjing, Jiangsu 210023)

Abstract: This teaching design follows the education and teaching concept of "student-oriented, teacher-led", and with the help of information-based teaching tools, every teaching link is designed reasonably and effectively. Using teaching methods and methods such as demonstration, experience, inquiry, problem-oriented, and group discussion, students can discover, analyze and solve problems autonomously in the classroom, so as to realize "students learn while doing, teachers teach while doing", which greatly improves the teaching effect.

Key words: teaching information; teaching case design; rigid body rotation on a fixed axis; angular momentum; law of conservation of angular momentum