

Based on Teaching Materials, Expand and Extend, and Strive to Cultivate Students' Scientific Thinking Ability

Junping Yi

Hubei Xiangyang No.1 Middle School, Xiangyang, Hubei, 441000, China

Abstract

Taking a classic test question in the new textbook as the topic source, by changing the situation, changing the conditions, expanding and extending, analyze the force characteristics of objects moving in a uniform circular motion under different circumstances, cultivate students' comprehensive analysis ability and improve students' scientific thinking literacy.

Keywords

teaching materials; expansion and extension; scientific thinking

立足教材，拓展延伸，着力培养学生的科学思维能力

易俊平

湖北省襄阳市第一中学，中国·湖北 襄阳 441000

摘要

以新教材上的一道经典试题为题源，通过变换情景、改变条件、拓展延伸，在不同情况下分析做匀速圆周运动物体的受力特点，培养学生的综合分析能力，提升学生的科学思维素养。

关键词

教材；拓展延伸；科学思维

物理课程标准指出，科学思维是从物理学视角对客观事物的本质属性、内在规律及相互关系的认识方式，是分析综合、推理论证等方法在科学领域的具体运用^[1]。2019年6月由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编著的普通高中教科书（简称新教材）就是以课程标准为依据，着眼于学生核心素养培养和提升为目的而编写的，而科学思维又是物理学科核心素养的重要内容，论文从新教材一道课后习题入手，通过对模型进行变换、拓展和延伸，强化了物理内在规律的分析，旨在培养学生的科学思维能力，提升核心素养。

题源：新教材物理必修第二册（普通高中教科书人民教育出版社）第30页第3题：

如图1所示，一个圆盘在水平面内匀速转动，角速度是 4rad/s 。盘面上距圆盘中心 0.10m 的位置有一个质量为 0.10kg 的小物体在随圆盘一起做匀速圆周运动。

①求小物体所受向心力的大小。

②关于小物体所受的向心力，甲、乙两人有不同意见：

【作者简介】易俊平（1974-），男，中国湖北襄阳人，本科，中学高级教师，从事高中物理教育研究。

甲认为该向心力等于圆盘对小物体的静摩擦力，指向圆心；乙认为小物体有向前运动的趋势，静摩擦力方向和相对运动趋势的方向相反，即向后，而不是和运动方向垂直，因此向心力不可能由静摩擦力提供。你的意见是什么？说明理由^[2]。

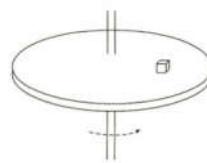


图1

解析：①由向心力公式 $F = m\omega^2$ ，带入质量、半径、角速度的值即可得出。

②甲同学的意见是正确的。在力学范围内圆盘给物体的力最多只能有两种——垂直圆盘的支持力和平行于圆盘的静摩擦力，本题中支持力平衡了物体的重力，而做匀速圆周运动物体的合外力就是向心力，所以向心力只能由圆盘对小物体的静摩擦力提供，方向指向圆心。乙同学对运动和力的关系缺乏正确认识，错误地认为物体的运动方向与物体对圆盘的相对运动趋势的方向相同，只看到了表象，没有抓住问题的

本质,从而得出了错误结论。

圆周运动是高中物理中一个非常重要的模型,转动的圆盘上物体的运动分析和受力分析为我们研究圆周运动提供了非常好的情景和素材,对培养学生的分析综合能力,提升科学思维能力大有帮助,请看下面的五个变式。

变式1:如图2所示,小物体放在光滑的水平圆盘上,一根不可伸长的细线一端固定在圆盘的中心,另一端系在小物体上,细线刚好伸直,当小物体随圆盘一起绕过圆盘中心的竖直轴匀速旋转时,试分析小物体所受的向心力。

解析:与题源类似,做匀速圆周运动的小物体有远离圆心的运动趋势,细线绷紧,线的拉力即为小物体所受的向心力。

变式2:如图2所示,将变式1中的水平圆盘由光滑变为粗糙,当圆盘旋转的角速度 ω 缓慢增大时,试分析小物体所受的向心力。设小物体的质量为 m ,旋转半径为 r ,小物体与圆盘之间的动摩擦因数为 μ ,重力加速度为 g 。最大静摩擦力等于滑动摩擦力,轻绳上的实际拉力不超过能够承受的最大拉力。

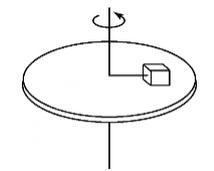


图2

解析:当圆盘的角速度从零开始缓慢增大时,小物体有远离圆心的趋势,圆盘给它的静摩擦力指向圆心,提供向心力。当静摩擦力达到最大值时,继续缓慢增大 ω ,小物体相对圆盘在远离圆心方向上有微小移动,细线开始绷紧,设细线的拉力大小为 T ,满足:

$$T + \mu mg = m r \omega^2$$

随着 ω 的增大,拉力 T 也不断增大。

由于本题中圆盘的静摩擦力可以提供向心力,细线的拉力也可以提供向心力,我们在分析实际的向心力时,要抓住静摩擦力和拉力产生的条件。在粗糙的接触面上,发生挤压的两个物体间有相对滑动趋势时会产生静摩擦力,细线发生拉伸形变时才会产生拉力。在角速度 ω 较小时,小物体相对圆盘有滑动趋势,所以受到了圆盘施加的静摩擦力,细线虽然伸直,但是没有形变,因而没有力,只有当最大静摩擦力提供向心力不够时,小物体相对圆盘在远离圆心方向有微小移动,细线绷紧才会产生拉力,此时静摩擦力与拉力的合力提供向心力^[9]。

变式3:如图3所示,将质量分别为 m_A 和 m_B 的 A 、 B 两小物块沿同一半径放置在水平转盘上转轴的同侧,两者用长为 L 的水平轻绳连接。物块与转盘间的最大静摩擦力均为各自重力的 k 倍,物块 A 与转轴的距离等于 L 。整个装置能绕转盘中心的竖直轴转动。开始时,轻绳恰好伸直且无弹力,

现让该装置从静止开始转动,使角速度 ω 缓慢增大, A 、 B 和转盘始终保持相对静止,试分析物块 A 和 B 受到的向心力,并求解角速度的最大值和轻绳的最大拉力。(设轻绳上的实际拉力不超过能够承受的最大拉力)

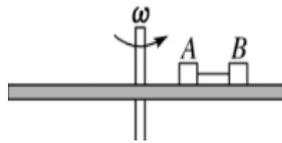


图3

解析:当 ω 较小时, A 、 B 所受的静摩擦力分别提供各自所需的向心力。

随着 ω 缓慢增大, B 所受的静摩擦力先达到最大值,此后轻绳开始绷紧,设拉力大小为 T 。

对物块 B ,满足:

$$T + k m_B g = 2 m_B L \omega^2$$

对物块 A ,满足:

$$f - T = m_A L \omega^2$$

式中, f 为 A 所受的静摩擦力。

随着 ω 缓慢增大, f 、 T 都增大, A 和 B 所受的向心力也不断增大,当 f 增大到 $k m_A g$ 时, f 、 T 、 A 和 B 所受的向心力、角速度 ω 都达到最大值。

对物块 B ,满足:

$$T + k m_B g = 2 m_B L \omega^2$$

对物块 A ,满足:

$$k m_A g - T = m_A L \omega^2$$

解得:

$$T = \frac{k m_A m_B g}{m_A + 2 m_B}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k(m_A + m_B)g}{L(m_A + 2m_B)}}$$

A 和 B 所受的向心力的最大值分别为

$$F_{n_A} = \frac{k m_A g (m_A + m_B)}{m_A + 2 m_B}$$

$$F_{n_B} = \frac{2 k m_B g (m_A + m_B)}{m_A + 2 m_B}$$

变式4:如图4所示,水平转盘可以绕过转盘中心 O 点的竖直轴转动,将质量均为 m 、能看成质点的物块 A 和物块 B 放在转盘上 O 点两侧,使物块 A 、 B 和 O 点共线,用不可伸长的轻绳将 A 和 B 连接。开始时,轻绳恰好伸直且无弹力,物块 A 、 B 到 O 点的距离分别为 r_A 、 r_B ,且 $r_A < r_B$ 。物块与转盘间的最大静摩擦力均为各自重力的 k 倍。现让该装置从静止开始转动,使角速度 ω 缓慢增大,试分析物块 A 和 B 与转盘发生相对滑动前各自受到的向心力。设重力加速度大

小为 g ，轻绳能够承受的最大拉力足够大。

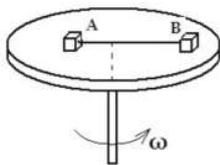


图 4

解析：当 ω 较小时，转盘给物块 A 、 B 的静摩擦力提供各自做圆周运动需要的向心力，由于 $r_A < r_B$ ，所以物块 B 所

受的静摩擦力先达到最大值，此时 $\omega = \sqrt{\frac{kg}{r_B}}$ 。继续增大 ω ，轻绳开始绷紧，设轻绳的拉力大小为 T 。

对物块 B ，满足：

$$T + kmg = mr_B \omega^2$$

对物块 A ，满足：

$$T + f = mr_A \omega^2$$

式中， f 为 A 所受的静摩擦力。

随着 ω 的缓慢增大，拉力 T 不断增大，由于 $r_A < r_B$ ，所以物块 B 的向心力增大得比 A 快，因而 f 不断减小，当 f 减小到零时 ω 有一个临界值为：

$$\omega = \sqrt{\frac{kg}{(r_B - r_A)}}$$

继续增大 ω ，则物块 A 所受的静摩擦力反向，满足：

$$T - f = mr_A \omega^2$$

当 f 增大到最大值 kmg 时， ω 也达到最大值，此时：

$$\omega = \sqrt{\frac{2kg}{(r_B - r_A)}}$$

综合以上分析可得：

当 $0 < \omega \leq \sqrt{\frac{kg}{r_B}}$ 时，转盘给物块 A 、 B 的静摩擦力提供各自做圆周运动需要的向心力；

当 $\sqrt{\frac{kg}{(r_B - r_A)}} < \omega \leq \sqrt{\frac{2kg}{(r_B - r_A)}}$ 时， $T + f$ 为 A 物块所受的向心力， $T + kmg$ 为 B 物块所受的向心力；

当 $\sqrt{\frac{kg}{(r_B - r_A)}} < \omega \leq \sqrt{\frac{2kg}{(r_B - r_A)}}$ 时， $T + f$ 为 A 物块所受的向心力， $T + kmg$ 为 B 物块所受的向心力。

变式 5：如图 5 所示，倾角为 θ 、半径为 R 的倾斜圆盘绕过圆心 O ，且垂直圆盘的转轴以角速度 ω 匀速转动，一个质量为 m 的小物块放在圆盘的边缘，小物块与圆盘间的动摩擦因数为 μ ，图中 A 、 B 分别为小物块转动过程中经过的

最高点和最低点，运动过程中经过的 C 、 D 两点连线与 AB 垂直，小物块与圆盘间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力，且始终相对于圆盘静止。重力加速度为 g ，试分析小物块在 A 、 B 、 C 、 D 四点所受的摩擦力。

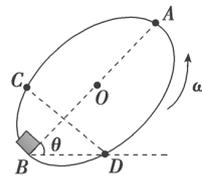


图 5

解析：由于小物块始终相对于圆盘静止，故所受的摩擦力为静摩擦力。小物块重力沿圆盘向下的分力为恒力 $mg \sin \theta$ ，而向心力大小恒定，方向始终指向圆心，所以小物块在不同的位置所受的静摩擦力的大小、方向不同。

设在 B 点所受静摩擦力大小为 f_B ， $f_B - mg \sin \theta$ 为小物块所受的合力（向心力）， f_B 的方向指向 O 点。

在 D 点，画出小物块受力的平面图（图 6）， F_n 为合力（向心力），指向 O 点， $mg \sin \theta$ 为重力沿圆盘向下的分力， f_D 即为所受的静摩擦力。

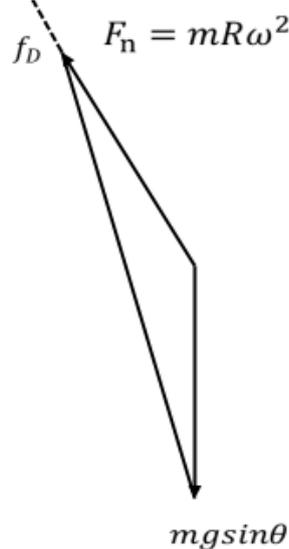


图 6

在 C 点的受力情况与 D 点类似，物块在这两点的受力关于 AB 连线对称。

在 A 点，由于小物块所受的重力 $mg \sin \theta$ 和合力 $mR\omega^2$ 都沿圆盘向下指向 O 点，大小关系不明确，故静摩擦力 f 有三种情况：

① 当 $mg \sin \theta < mR\omega^2$ 时， f 的方向沿圆盘向下指向 O 点，大小满足 $f + mg \sin \theta = mR\omega^2$ 。

② 当 $mg \sin \theta = mR\omega^2$ 时， $f = 0$ 。

（下转第 70 页）

《大家看法》《法律讲堂》等,但节目的内容必须是由教师精心挑选的与课程内容相关的法律案例;还利用“互联网+”教育资源平台搜集并播放一些网络视频案例进行辅助教学^[4]。

这类视频案例一般都有节目主持人或特邀法律专家的分析点评,有些网络视频案例还附有文字说明,因此不需要教师再去分析点评,教师只需提供视频案例资源并组织学生观看,通过向学生设问的方式复习专家点评要点,让学生制作演讲PPT总结课程要点,使之与课堂所讲授的课程内容有机结合。这种感性直观的视频案例与教材内容相结合的教学方式更能激发学生的学习兴趣,有着纯粹讲解教材内容和文字案例无可比拟的优势。

2.3.3 组织模拟法庭进行综合实训,对实训过程进行摄像点评

教师在教学中的主导作用不仅是指对学习内容的讲解,对学生的启发、引导、情境创设也是教师主导作用的体现。一般在法律类课程的教学实践中,组织模拟法庭也是教学活动的一个重要环节,在这个环节中案例资源的提供,情景意境的创设、扮演角色及角色任务的分配,都是教师事先需要考虑的因素,教师应该把这些因素中需要注意的问题提出来,要求学生通过报刊、网络等媒体查找与审判案例有关的法庭辩论资料,了解自己所扮演的角色在模拟法庭活动中所起的作用,确定自己在庭审时应该做些什么、说些什么。

经过充分的准备之后,就可以组织庭审活动,条件许可的情况下,在服装、法庭环境等方面进行仿真,使参与的每一位同学都有身临其境的感觉。庭审活动的每一个环节、每

一个步骤都要严格按照诉讼法规定的程序进行,同时运用手机摄像技术对每位同学在审判过程中的活动进行录制。庭审活动结束后,教师组织学生观看庭审录像,并对同学们在模拟法庭上的活动,组织学生互评和老师点评,使他们很直观地看到自己庭审时的表现。通过这样的活动,学生既可以了解自己是在实训过程中的优势与不足,又可以使自己所学的法律知识得到综合应用,在培养学生合作学习、自主学习和探究式学习的能力方面有着重要的作用。

3 结语

总之,基于“互联网+”的现代教育技术对转变教育理念和改进课堂教学方式有着积极的促进作用,在教学实践中,如何将新的教育理念和教学方式融入具体课程是我们需要深入研究的课题。“教无定法、学无定式”,对于不同类型的课程、不同的教育技术理论应该辩证地分析。在分析研究的基础上,运用现代教育技术理论和方法来指导我们的教学工作,做到现代教育技术和具体课程的有机结合,以提高我们的教学效率和教学效果。

参考文献

- [1] 张筱兰. 信息技术与课程整合的理论与方法[M]. 北京: 民族出版社, 2004.
- [2] 吴波. 现代教育技术教程[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2012.
- [3] 何克抗. 从 Blending Learning 看教育技术理论的新发展[J]. 电化教育研究, 2004(3):10.
- [4] 赵林. 物流法律与法规[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2014(1):6-11.

(上接第 67 页)

③当 $mg\sin\theta > mR\omega^2$ 时, f 的方向沿圆盘向上背离 O 点, 大小满足 $f - mg\sin\theta = mR\omega^2$ 。

教师在教学中应注重对教材的研究,以典型题目为依托,以重要物理模型为切入点,引导学生重视对基本规律的理解,通过变换物理条件,丰富物理情景,增加研究对象等方式,促进学生对物理规律本质和模型思考,增强学生运动与相互作用观念的认识,提高学生应变能力和科学思维能力,推动学生学科核心素养的形成。

参考文献

- [1] 普通高中物理课程标准(2017年版 2020年修订)[S].
- [2] 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. 普通高中教科书, 物理必修第二册[M]. 北京: 人民教育出版社, 2019.
- [3] 卢跃祥. 巧设物理实验, 提高高中物理教学实效[J]. 天津教育, 2021(24):93-94.