

物理学科核心素养视域下的习题课教学设计与实施*

——以动力学及运动学的最值问题为例

陈永祥

(贵州省黔西第一中学 贵州 毕节 551500)

(收稿日期:2021-03-31)

摘要:基于物理学科核心素养之科学思维,仅针对动力学及运动学中典型最值问题给出建议性教学设计,并借助矢量三角形用物理方法对动力学及运动学的典型最值案例予以分析,有化繁就简的功效.

关键词:核心素养 最值 矢量三角形 物理模型

1 背景

物理教育是科学教育的一部分,国际上对物理教育的研究,都是在科学教育统一的框架下进行的.物理学科核心素养是物理学育人价值的集中体现,是学生在接受物理教育过程中逐步形成的适合个人终身发展和社会发展需要的关键能力和必备品格,是学生科学素养的重要组成部分.物理学科核心素养主要由物理观念、科学思维、科学探究及科学态度与责任4个方面构成.

物理教材的编写通常都没有习题课教学的编排,广大一线物理教师在教学实践中也很少就习题课教学给出较为规范的教学设计.

然而,习题课教学是物理教学中不可或缺的重要组成部分.一堂良好的习题课教学设计及其展演,能帮助学生将零散的知识进行凝聚,有效建立恰当的物理模型,对学生落实核心素养的培养有着积极的指导作用.

动力学及运动学是普通高中物理课程的重要组成部分^[1~3],而最值问题是这两部分内容在教学过程中必然涉及的重要问题和难点问题.因此,在按照教学计划教授完动力学及运动学的教学内容之后,为使学生对零散的碎片知识点能形成系统化的框架结构,进而更能有效地培养学生的科学思维及综合

运用物理知识解决实际问题的能力,单独增加一节与这两部分内容紧密相关的最值问题的习题课教学.

2 教学设计

2.1 案例呈现

习题课的案例选择在于精而不在于多,一节习题课一般以2~3个案例为宜.习题课的案例应具备代表性和拓展性,同时还要有一定的深度和广度.

考虑到教授完静力学知识板块的内容之后,学生已经有了矢量合成与分解的知识储备.因此,习题课涉及的问题案例都在课前呈现给学生,并让学生在课前对问题进行比较充分的讨论和酝酿.

【案例1】如图1所示,一竖直圆盘上固定一个质量为1 kg的小球,小球与圆盘圆心O的距离为1 m.现使圆盘绕过圆心O的水平轴以大小为 $\sqrt{5}$ rad/s的角速度匀速转动,则圆盘对小球的作用力与竖直方向的最大夹角为(取 $g=10$ m/s²)()

A. 90° B. 60° C. 45° D. 30°

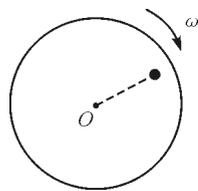


图1 小球做圆周运动

* 2020年贵州省教育科学规划课题重点课题“基于素养本位的大单元设计在高中物理教学中的应用研究”的部分研究成果,课题编号:2020A021

【案例2】如图2所示,一只小船欲从河岸的码头A开始横渡,已知河流宽度 $d=200\text{ m}$,水流速度 $v_{\text{水}}=4\text{ m/s}$,船的静水速度 $v_{\text{船}}=2\text{ m/s}$.那么,小船渡河的最短距离是多少?

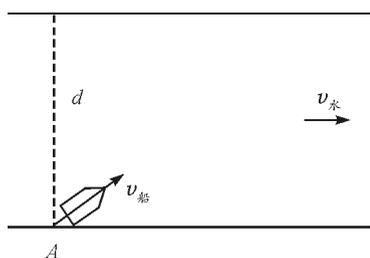


图2 小船横渡

2.2 案例解析

可以预见到,学生的课前讨论通常都是用平行四边形定则进行得不出结果或很难得出结果的分析(多年的实践证明也是如此).因此,课堂上指导学生的问题案例进行剖析时,先简单指出用平行四边形定则分析这类特殊问题时的局限性,然后引导学生将矢量合成与分解的平行四边形定则衍变为三角形定则对问题进行细致分析.

案例1解析:小球转动过程中只受到两个力,即受到重力 G 和圆盘的作用力 $F_{\text{作}}$,这两个力的合力就是小球做匀速转动所需的向心力 $F_{\text{向}}$.如图3所示是小球随圆盘转动过程中在某一位置的受力示意图,其中, θ 为圆盘对小球的作用力 $F_{\text{作}}$ 与竖直方向的夹角.在小球随圆盘转动过程中, θ 的大小在零到某一最大值 θ_m 之间周期性变化.

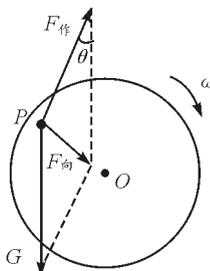


图3 小球受力情况

根据图3是很难得出正确结果的.考虑到小球的重力是恒量(大小 $G=10\text{ N}$,方向竖直向下),而向心力的大小是定值($F_{\text{向}}=mr\omega^2=5\text{ N}$)方向在竖直面内任意变化,结合 G 、 $F_{\text{作}}$ 与 $F_{\text{向}}$ 之间的矢量关系,将图3中矢量平行四边形衍变成矢量三角形,也就是 G 、 $F_{\text{作}}$ 与 $F_{\text{向}}$ 之间变成矢量三角形,如图4所

示.即以重力 G 作用线的末端 Q 为圆心,以向心力 $F_{\text{向}}$ 的大小为半径作单位圆.那么,向心力 $F_{\text{向}}$ 作用线的末端 M 就在该单位圆的圆周上,连接 M 与重力 G 的作用线起点 P 的有向线段 MP 就为圆盘对小球的作用力 $F_{\text{作}}$ 的作用线.很显然,当 $F_{\text{作}} \perp F_{\text{向}}$ 即 MP 与单位圆相切时, θ 角有最大值,亦即 $\theta_m=30^\circ$,因此,选项D正确.

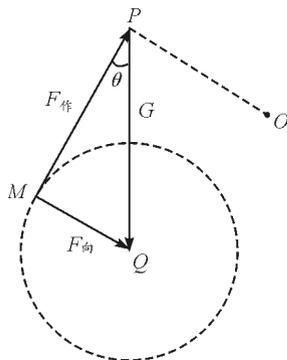


图4 小球受力的矢量三角形示意图

案例2解析:这一情景与案例1的试题情景在表象上不相同,但实质上它们的内涵因子是相同的.欲使渡河距离最短,必须使渡河的实际航线与河岸线的夹角最大,即合速度 $v_{\text{合}}$ 的方向与河岸线的夹角 α 最大.因此,仿前述方法,使 $v_{\text{水}}$ 、 $v_{\text{船}}$ 和 $v_{\text{合}}$ 构成矢量三角形.以水流速度 $v_{\text{水}}$ 的末端 O 为圆心,以船的静水速度 $v_{\text{船}}$ 的大小为半径作单位圆,如图5所示.那么,船的静水速度 $v_{\text{船}}$ 的末端 B 就在该单位圆的圆周上.连接 $v_{\text{水}}$ 起点 A 与 $v_{\text{船}}$ 终点 B 的有向线段 AB 就是小船渡河的合速度 $v_{\text{合}}$.当 $v_{\text{合}} \perp v_{\text{船}}$ 即 AB 与单位圆相切时, α 角有最大值,亦即 $\alpha_m=30^\circ$,渡河距离最短.这时,船头摆向与河岸线的夹角 $\theta=60^\circ$,小船将在图4中 C 点靠岸.容易计算出,小船渡河的最短距离为 $s_{AC}=2d=400\text{ m}$.

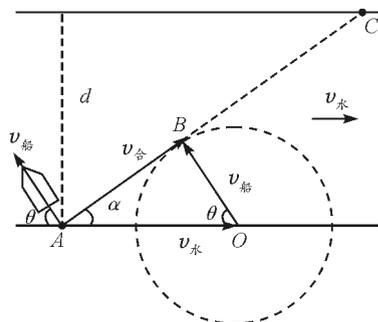


图5 各速度关系矢量三角形示意图

2.3 物理模型的构建

物理模型的构建,关键在于根据不同的物理情景,结合一定的认知规律,提炼出相互约束的相同或相似的内涵因子,并找出它们之间的约束关系。

案例1和案例2中的相同内涵因子就是都只有3个物理矢量,且都有一个定值矢量和两个变化矢量,而两个变化矢量的其中之一大小为定值.这类问题存在通式化结论,也就是当两个变化矢量相互垂直时,所求量就有最值。

3 实施比较

过去的教法中,教学设计单一化,只注重单一的知识点传授,而忽视知识的相互联系和迁移应用.故而,多数学生在独立分析案例1时,往往不会将图3所示的情景衍变成图4所示的情景,看不出它与案例2的“渡河问题”之间相类似的内涵因子,知识迁移能力比较弱.也就是不会根据事物的共性提炼出模型建构的要素,建构有效的物理模型。

(上接第65页)

会把吸盘压在玻璃上,然后将吸盘中的空气抽出,大气压就将玻璃紧紧的压在吸盘上,这样我们就可以手握吸盘移动玻璃了。

中医使用的“拔火罐”应该是最早应用“马德堡半球”实验原理的装置了.利用热胀冷缩的原理,将罐中的空气排出.由于空气几乎被排空,所以罐中气压很小,大气压将罐紧紧地压在皮肤上。

有一种塑料挂衣钩也是运用了“马德堡半球”实验的原理,它的背部是一个塑料圆盘,将其用力压在墙壁上使其内部空气排尽,等到恢复原状,大气压就将圆盘紧紧的压在墙壁上,上面的挂钩就可以挂衣服了。

我们的生活离不开这些“马德堡半球”实验,经过完整的学习过程,学生从现象中来到应用中去,体会到了大气压的奇妙,也认识到学好物理知识和概念可以给我们的生活创造便利。

4 结束语

在科技场馆的教学中,学生能够亲身体会物理环境,在指导教师引导下探寻物理规律,形成物理观

通过这类大单元设计式的习题课教学,能使将碎片化的知识进行系统化归类,培养学生的知识迁移和建构有效的物理模型能力,有效地培养学生的科学思维,进而提升学生综合运用物理知识灵活解决实际问题的能力。

致谢

本文的成文过程中,六盘水市第八中学黄绍书老师给予了有益的意见和建议,在此表示感谢。

参考文献

- 1 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一册[M].北京:人民教育出版社,2019.58~111
- 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,2019.1~42
- 3 廖伯琴,赵保钢,高山.普通高中课程标准实验教科书物理必修2[M].济南:山东科学技术出版社,2011.47~86

念,培养科学思维和科学探究的能力.这些能力在学校教学场景中需要大量的时间和精巧的教学设计,往往还达不到预期的教学效果,归根结底是因为学生缺乏动手和应用知识的机会.学校必须转变对科技馆教学的认知,将科技馆作为一个正式教学的场所.合理利用科技馆资源,推进馆校合作,变“参观科技馆”为“科技馆教学”,这样才能最大限度给予初中生探索知识、应用知识的机会,培养核心素养。

参考文献

- 1 理查德·E·迈耶.多媒体学习[M].北京:商务印书馆,2006.41
- 2 王睿.隋唐科技教育研究[D].长春:东北师范大学,2011.4
- 3 张洁.科普教育中“三五一补”教学模式的初探[J].大众科技,2018(2):80
- 4 Povis K E. A Unifying Curriculum for Museum Schools. [J]. Online Submission, 2011(8):148
- 5 朱峤.美国博物馆学校的运营模式和教育实践初探[J].博物馆研究,2016(2):3~10
- 6 张琪,梁军.巧用科技馆资源创设情境引入物理新课[J].中学物理,2019(12):60~62