

基于核心素养的物理教学^{*}

——以新教材“功”的两节同课异构公开课为例

惠旭光 蒋守培 (江苏省阜宁中学 江苏 224400)

摘要 功是能量变化的量度。学生对“功”的概念的构建十分重要,只有正确认识“功”在教材中的地位,才能很好地把握教学的要求和深广度。本文谈谈个人的感悟。

关键词 功 公开课 教学评析 核心素养

文章编号 1002-0748(2019)5-0003

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

2018 年 11 月 29 日至 30 日在江苏省教育科学研究院主办的“2018 年江苏省高中科研基地学校综合学术活动”中,本人受邀对两位老师开设的普通高中课程标准实验教科书《物理》(必修 2)中“功”一节同课异构公开课予以点评。现就部分内容进行评析,旨在与同仁分享和交流。

1 对“功”和“能”的认识

“功”和“能”是牛顿没有留给我们的少数力学概念之一,但在牛顿之前人们已经有“功”和“能”概念的萌芽了。功的概念起源于早期工业革命的需要,当时人们需要寻找一种能够比较蒸汽机效益的办法,19 世纪初,法国科学家科里奥利明确把作用力和受力点沿力的方向的位移的乘积叫做“运动的功”;能量的概念是在人类追求“守恒是什么”的过程中发展起来的,“能量守恒与转化定律”是 19 世纪自

然科学的三大发现之一。

功的概念比较具体,而能的概念十分抽象,当功和能这两个概念在具体物理过程中“汇合”时,人们才认识到,功的重要意义在于它可以决定能量的变化。因而,它为研究能量的转化过程奠定了定量分析的基础。在物理学中人们总是“通过做功来了解能量的变化,从而不断认识能量”,中学物理新教材中反复突出了这一思想,并且将此贯穿于力学、热学、电学、光学、原子物理学之中。

2 对教材“功”一节的理解

“功”是本章知识链中非常重要的一环。功是为进一步提出“能”这个概念服务的,只有正确认识“功”这节内容重要性,才能很好地把握教学要求和教学深广度。

新教材对“功”一节内容的设计:

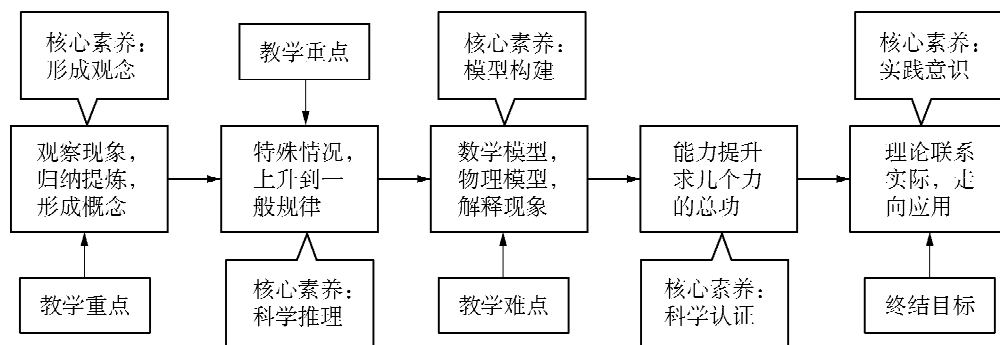


图 1

^{*} 本文系江苏省教育科学“十三五”规划 2018 年度课题“指向‘科学思维’培养的高中物理课堂教学设计课例群研究”(项目批准号: B-b/2018/02/27)的研究成果之一。

学生对“功”的认识,不可能通过这一节课的学习就能准确把握。随着对“功和能关系”的探究,乃至对热学、电学、光学、原子物理学等等的学习,会不断地加深理解。

3 两位老师的课堂处理

3.1 新课的引入

甲老师通过三个演示小实验引入新课。演示一,书本自由下落,在重力作用下动能增加;演示二,举起重物,在手推力作用下重力势能增加;演示三,用力拉弹簧,在手拉力作用下弹性势能增加。

乙老师通过三张图片展示引入新课。图片一,吊车起吊大象,在起重机作用下大象重力势能增加;图片二,动车启动,在牵引力作用下动车动能增加;图片三,做射箭训练,手拉力作用下弓的弹性势能增加。

两位老师虽然引入方式略有差异,但目的一致,即“观察现象→归纳提炼→形成观念”。形成两个物理观念,(1)功总是跟能量变化相联系的;(2)做功需要有作用力和位移。

3.2 功表达式的推导

两位老师思路相同。出发点:初中物理对功的定义 $W = FL$ → 特例分析:(1)有力但没有位移,不做功;(2)有位移但没有作用力,不做功;(3)有力也有位移,但力和位移垂直,不做功。→ 能力提升:功的一般表达式的推导;→ 回归特例,再从一般表达式中回到三种特殊情况。在教学过程中,充分发挥学生主体作用,通过小组合作的形式,放手让学生自己推导,有小组通过分解作用力方式得到表达式,有小组通过分解位移的方式得到表达式。教学过程自然流畅,符合学生的认知规律,符合科学探究的基本原则。效果很好!

功的表述形式有三种:(1)力对物体所做的功,等于力的大小、位移大小、力与位移夹角的余弦三者的乘积;(2)力对物体所做的功,等于力的大小与力的方向上位移大小的乘积;(3)力对物体所做的功,等于位移的大小与位移方向上力的大小的乘积。教材以及两位老师的教学中,都特别强调第一种表述形式,其实笔者认为后两种表述更能反映物理本质,在教学中应当引起重视。

3.3 正功、负功的物理意义

两位老师思路相同。从数学模型 $a < 90^\circ$ 、 $a = 90^\circ$ 、 $a > 90^\circ$,得到 $\cos a > 0$ 、 $\cos a = 0$ 、 $\cos a < 0$;→ 转换到物理模型 $W > 0$ 、 $W = 0$ 、 $W < 0$;→ 解释物理现象,(1)从功的定义来说“正功表示作用力 F 促进物体运动,负功表示作用力 F 阻碍物体运动”;(2)从

能量变化的角度来说,表示某种能量增加或减少。

值得商榷的是:(1)甲老师将正功、负功与温度正、负比较,“温度 $+3^\circ\text{C}$ 大于 -5°C ,同理 $+3\text{ J}$ 的功大于 -5 J 的功”;(2)乙老师从能量变化角度理解正负功,“ $+3\text{ J}$ 的功表示能量增加了 3 J , -5 J 的功表示能量减少了 5 J ”。

甲老师将正功、负功与温度正、负进行比较是概念错误,这是两个不同的概念,不能类比。温度正负与温标定义有关,在热力学温标下,温度都是正的。温度 $+3^\circ\text{C}$ 表示比 0°C 高 3°C ,温度 -5°C 表示比 0°C 低 5°C ,甲老师说“温度 $+3^\circ\text{C}$ 大于 -5°C ”,这样的表述本身就不准确,用温度的正负与功的正负作类比更是错误。正功表示作用力 F 是促进物体运动,负功表示作用力 F 阻碍物体运动;从能量的角度正功、负功表示某种能量增加或减小。所以 $+3\text{ J}$ 的功引起的能量变化小于 -5 J 的功引起的能量变化。

对乙老师的说法,我们先举例说明:物体做自由落体运动,重力做正功,动能增加,重力势能减小,机械能不变。显然,说“ $+3\text{ J}$ 的功表示能量增加了 3 J , -5 J 的功表示能量减少了 5 J ”是不正确的。问题出在哪里呢?原来,功和能是相对应的,即不同的功对应着不同能量变化量。只有功和能量具体了,才能说正功对应的某某能量增加(或减小)了。

3.4 对功是标量的理解

功是标量,没有方向,这是本节课的一个难点。在普通物理中有“点乘”与“叉乘”的区别,但在中学物理中很难表述清楚。通常可以有三种方法给予说明:(1)实例分析。原来静止的物体受到 F 作用后,运动一段位移,不同方向的作用力 F ,发生的位移方向不同,但作用力 F 做的都是正功,说明功是标量;(2)通过功与能的联系说明,能量是标量,功是能量变化的量度,功当然也是标量;(3)可以从矢量与标量所遵循的运算法则不同角度帮助学生理解。设在光滑水平面上,物体受到两沿水平方向、互相垂直的大小分别为 3 N 和 4 N 的恒力,从静止开始运动 10 m ,关于这两个力做的功与总功的关系 $W_{\text{总}} = W_1 + W_2 \neq \sqrt{W_1^2 + W_2^2}$ 。可见总功的计算是标量运算,不符合平行四边形定则。

两位老师都采用第三种方法说明功是标量,虽然通过一个实例分析就得到一个普遍结论欠完备,但已经能够说明功是标量了!

3.5 总功的求法

当知道功是标量后,再讨论总功的求解方法就很顺畅了。求总功有两种方法:(1)先用矢量和求

合力,再用功的定义式求总功;(2)先用功的定义式求每个力的功,再用代数和求总功。因为“代数和”比“矢量和”运算简单、快捷,所以通常情况下,我们都采用第二种方法求总功。

3.6 对功的表达式中 F 、 L 的确切含义的理解

这方面内容两位老师涉及的都很少,这样处理很好!一堂课如果想面面俱到,结果一定是面面不到。对功的认识不可能一堂课就能解决,在功能关系讲完了,乃至整个物理学学完了,才能比较准确地掌握。本节课后至少还有一节课,先复习巩固解决疑惑,再拓展加深。那时再讲上述问题就水到渠成了!

4 几点思考

4.1 重视教材

当前在中学物理教学中,大都采用“教学案”或“导学案”的形式,但“教学案”也好,“导学案”也罢,它只是学生学习的辅助资料,课本才是教师备课的依据,也是学生自主学习的纲领性素材,不能用“导学案”替代教材。可喜的是上课的两位老师都能紧扣课本,充分利用教材。特别是都选用了课本后“问题与练习”第一题:物体在 F 的作用下在水平面上发生了一段位移 x ,分别计算这三种情形下力 F 对物体做的功。

选用这道题,对功的表达式 $W = FL \cos \theta$ 中 θ 角理解很有帮助。

4.2 革新教法

倡导探究式教学,重视知识的生成过程,不能用

习题训练替代物理知识的生成。两位老师都十分注重对知识生成过程的探究,引导学生从初中已学概念出发,运用高中矢量分解的知识,推导得出功的一般表达式,再对功的表达式所具有的内涵和外延分析和讨论,通过这一系列的体验和感悟,让学生内化成自己的观念,提升物理学科核心素养。

4.3 聚焦学生

充分发挥学生主体作用,让出时间让学生思、让学生生悟,不能用教师的讲替代学生的学。课堂上,两位老师始终以学生为主体,通过师生协作,生生互动,小组合作等形式让学生建构模型、分析推导、巩固训练,将教师教的讲授知识过程转化成学生学的内化知识过程!

4.4 重视实验

实验教学既是物理之根,也是我们提高学生学习物理兴趣有效途径,不能用课件替代实验。两位老师十分尊重物理学科的特点,将实验引入课堂,在本节课上都设计了一些小实验,通过这些小实验帮助学生有效突破学习难点、化解学习疑点、活跃课堂,培养兴趣。让学生在解决具体的、实际的问题过程中,加深对这些核心知识理解和应用,切实培养学生科学探究的能力。

参考文献

- [1] 普通高中课程标准实验教科书编写组. 物理(必修2)[M]. 北京:人民教育出版社,2018:57—80.
- [2] 普通高中课程标准实验教科书编写组. 物理(必修2)教师教学用书[M]. 北京:人民教育出版社,2010(14):102—105.
- [Z]. 2017-1-19.
- [2] Test Characteristics of the SAT Subject Tests [J/OL]. <http://research.collegeboard.org/?navId=gf-rsch>, 2016.
- [3] 赵振宇,陈士琛,龚璐. SAT II 物理试卷与高考上海卷中光学考题的比较研究[J]. 现代基础教育研究,2017(1):24—32.
- [4] 赵振宇,胡海涛. SAT II 物理试卷与高考上海卷中力学部分的比较研究[J]. 现代基础教育研究,2016(1):134—142.
- [5] 赵振宇,万浩. SAT II 物理试卷与上海高考物理卷中电磁学考题的比较研究[J]. 教育参考,2016(2):44—51,106.
- [6] 赵振宇,龚璐,陈士琛. SAT II 物理试卷与上海高考物理卷中热学试题的比较研究[J]. 教育参考,2017(3):103—112.
- [7] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017版)[S]. 北京:人民教育出版社,2018.
- [8] Christine Caputo. SAT II 物理:英文[M]. 西安:西安交通大学出版社,2013:217—262.
- [9] Robert Jansen, M. A., Greg Young, M. S. ED. 巴朗 SAT II 物理(最新版)[M]. 北京:世界图书出版公司北京公司,2014:297—354.

参考文献

- [1] 中华人民共和国国务院. 国家教育事业发展规划

(上接第76页)

在考题难度降低的同时,提升知识点分布的广度,适当加入一些和生活挂钩,和大学接轨的知识点,将考查核心放在学生对知识的正确认知而不是解题的技巧上。在选择题方面,可参考 SAT II 考试的评价机制,选项由4个调整成5个,并采用答对得分,不答无分,答错扣分的算分方法,降低选择题本身的难度,扩大考查的知识面,以提高上海高考的信度和效度。

因此,上海高考物理卷在未来的出卷中,可在选择题部分借鉴 SAT II 考试,其余部分保留题型的同时,注重对知识面广度的考查,降低难度,通过对题目的创新,让学生着眼于物理在生活中的价值,而非单纯的解题技巧,在真正意义上做到贯彻我国素质教育的教学理念。