



大概念理念下的“势能”教学设计

吴爱兄

(陈经纶中学 北京 100037)

(收稿日期:2019-03-09)

摘要:传统应试教育理念下的高三物理教学只关注考试说明文件中列举的大量具体零散的知识,缺乏围绕学科核心概念对知识合理的组织与整合,很难使学生的认知能力得到长足发展,以高三“势能”这节课的教学设计为例,说明如何基于大概念教学理念进行高三课堂教学设计.

关键词:大概念 整合 势能

随着“核心素养”的提出和发展,近几年物理高考越来越注重在真实情境中考查学生对物理核心概念的深入理解,注重在解决问题的过程中考查学生对核心方法的灵活应用.高三物理教学不仅要帮助学生唤醒和重组知识,更重要的是提升学生的建构能力.

使其更加深入地理解高中阶段的核心概念,领悟学科思想,提升学科素养,促进学生的深度学习.基于大概念理念的教学主张围绕一些大概念把比较零散的知识进行整合,既是提高教学质量和课堂教学效率的关键,也是提高学生物理核心素养的基本要求.

9 曾永志,游双华.应用目标达成度对电动力学进行教学质量评价.物理通报,2017(4):36~38

10 刘倩,李彩霞,郑国旭,等.基于主动学习法的《电磁学与电动力学》教学方法改革研究.物理通报,2017(9):11~

13

11 刘晓军,李奇楠,丁振瑞.经典电动力学现代化学习的思考与设计.物理通报,2012(11):20~23

12 田莲花,金迎九,朱爱东.浅谈如何在电动力学课程教学中体现学生的主体地位.教育教学论坛,2017(12),207~

208

Preliminary Exploration on the Teaching of *Electrodynamics* Course for Undergraduate Major in Nuclear Science

Li Xinxia Bai Chengyuan Wang Zhenhua

(School of Nuclear Science and Technology, University of South China, Hengyang, Hunan 421001)

Abstract: Electrodynamics is the core course for undergraduate majors of nuclear physics in our school, and it also taken to be an special basic courses for nuclear science and technology undergraduate majors for its general application. Based on the ideal of "Taking the college teaching as the Foundation", active reform and attempt of classroom teaching on Electrodynamics are performed. By strengthen the class teaching of its basic physical concepts and physical models, especially for adding its general application in the major of nuclear science and technology, good understand of the course is obtained, moreover, the improvement of the class teaching of the course results in excellent achievement of the teaching objectives.

Key words: electrodynamics; reform and class teaching; nuclear characteristics

1 基于大概念理念的教学设计思路

大概念包括共通概念和学科核心概念. 共通概念侧重于跨学科内容的组织, 而核心概念多用来整合某一学科内的知识. 学科核心概念是组织整合某一个学科自身内容的少数关键概念.

围绕大概念进行学习, 就是要把握住学科的核心概念, 围绕学科的核心概念来建构关键物理概念. 传统的高三课堂教学迫于升学压力只关注具体知识点的要求, 而不关注知识的整体结构, 只关注试题的选择, 而不关注物理概念规律的重构. 学生只依靠不断练习去纠正错误, 使得大多数学生的物理学习是线性化、碎片化以及功利化; 并没有形成学科的核心

概念和认知结构. 大概念理念下的学科核心概念超越了那些孤立而散乱存在的事实或技能, 对减轻学生的认知负担、促进学生形成对自然界的整体认识具有重要作用; 能有效促进学生理解学科认知、构建学科体系.

大概念下的高三物理教学主张通过对物理概念的深入讨论和有效整合, 帮助学生建构物理概念的知识体系, 形成学科核心概念, 促进学生知识结构化, 认知深入化.

以“势能”这一核心概念为例. 按照大概念——核心概念——物理概念的层次来建构的话, 其概念层次如图1所示.

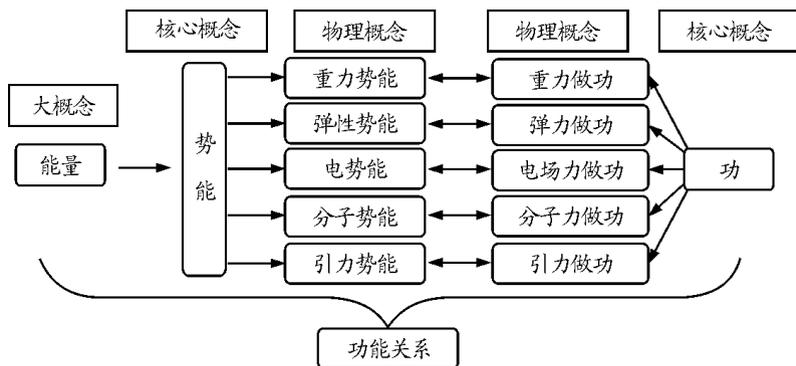


图1 势能概念层次图

从核心概念的知识结构中不难发现重力势能是势能概念的重要组成部分, 势能概念是能量观念中重要的分支. 能量概念和功的概念是密不可分的两个概念, 共同支撑功是能量转化的量度这一能量观念. 我们对重力势能的深入理解不但可以帮助我们并联建构其他势能概念, 也可以促进学生理解势能这一核心概念. 而对势能核心概念深入理解则有助于我们挖掘不同势能的共同特征.

2 以“大概念”理念进行“势能”教学设计的实施

2.1 教学内容和目标的确定: 强调整合与建构

(1) 整合不同形式势能

势能作为一种重要的能量形式贯穿于高中物理的力学、电学和热学不同知识模块、不同学段的不同章节中. 涉及到的能量有重力势能、弹性势能、引力势能、分子势能、电势能等. 不同的势能在高考说明和课程标准中的要求也不同. (见表1、表2)

表1 课标要求(新课标对势能的要求)

① 理解重力势能, 知道重力势能的变化与重力做功的关系
② 知道静电场中的电荷具有电势能. 了解电势能、电势的含义
③ 与重力势能的引入对比, 分析物理学中引入电势能的依据

表2 2017年高考说明对高中阶段所学势能的要求

内容	要求
24. 重力势能, 重力做功与重力势能改变的关系	II
25. 弹性势能	I
26. 功能关系、机械能守恒定律及其应用	II
39. 电场对电荷的作用、电场力、电势能、电势差、电势、等势面	II
71. 分子间的相互作用力、分子势能	I

对势能的学习认知途径如图2所示。

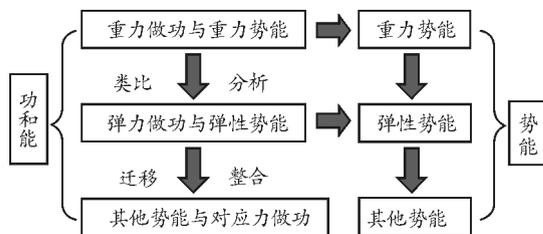


图2 功能认知途径

重力势能是学生最先接触的势能概念,较之其他形式的势能,重力势能与生活联系最紧密,最便于学生理解。对重力势能这个概念形成过程的深入研究和重力势能特点的深入讨论有助于学生加深对重力势能本身的理解,有助于学生迁移理解其他势能概念。而对于不同势能的比较分析则有助于学生整体把握势能这个概念。

(2) 建构势能的认知结构

通过对重力势能的深入分析并建构其他势能概念,形成势能核心概念的教学整合,其功能和价值有以下几点。

从知识上看,可以让学生进一步明确重力做功的特点,了解重力做功与势能的关系,理解重力势能、弹性势能、分子势能、引力势能等概念。

从方法上看,通过对重力势能与其他形式势能类比分析的复习,可以让学生学会通过类比、归纳进行复习的方法,在帮助学生建立物理大概念体系的同时形成学生自己的物理知识体系,找到自己高三复习的方法。

从学科素养上看,通过对势能逐层深入分析可以帮助学生建立能量的观念,提升学生的科学思维水平。

2.2 教学方法的选择 强调联系实际 阅读教材 类比分析 思维互动

(1) 通过创设联系实际的生活情境,引导学生从实际问题中提炼物理问题

应用物理知识分析生活中的常见现象,可以使物理学习更加有趣和深入。学习物理就要用心观察生活。在课堂引入环节,教师演示了一个有趣的儿童玩具“弹跳精灵”,如图3所示,将小精灵放在桌面上向下按压精灵,它会向上跳起。引导学生观察实验现象,提出物理问题。结合学生提出来的问题引导学生

从力和运动的角度、动量和冲量的角度、功和能的角度,对一个物理现象进行深入分析。并就能量问题进行深入讨论思考:有几种形式的能,每一种能量是如何变化的,能量变化的判断依据有哪些。

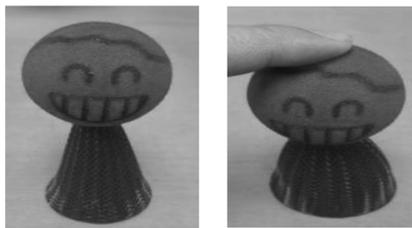


图3 弹跳精灵

设计意图:

通过引导学生从物理学的3个不同角度对生活实际情境的深入分析,可以使学生对物理学科方法有更深入的理解,有意识地引导学生从物理的视角观察生活,分析现象。培养学生的物理建模能力和用物理知识解决实际生活问题的能力。

通过对能量变化的深入分析可以加深学生对功能关系的理解,加强学生从做功的角度来衡量能量变化的意识,为后续教学做好铺垫。

(2) 通过阅读教材内容,唤醒知识内容,重温概念形成过程

通过前面的复习学生已经比较清晰的概念规律有:功是能量转化的量度,重力做功与路径无关,重力势能变化可以通过重力做功来衡量。但是,对于这些知识的认识仅停留在表面认知阶段,对于知识的形成过程没有系统的认识和深入的思考,不能做到有效的迁移。所以本节设计了阅读教材,完成表格与练习的教学环节。表3和练习如下。

表3 重力势能与弹性势能的梳理表

	表达式	对应力 做功	势能零点 的选择	系统性	备注补充
重力势能					
弹性势能					

【练习一】(题目来源人教版教材 P62) 判断下列说法是否正确并说明理由()

A. 物体受拉力作用向上运动,拉力做功 1 J,重力势能增加量不一定是 1 J

B. 物体受拉力作用向上匀速运动,拉力做功 1

J,重力势能增加量不一定是1 J

C.物体运动,重力做功-1 J,重力势能增加量不一定是1 J

D.没有摩擦时物体由A沿直线运动到B,克服重力做的功是1 J,有摩擦时物体由A沿直线运动到B重力势能增加量不一定是1 J

【练习二】(根据人教版教材题目改编)下列关于重力势能的说法中正确的是()

①重力势能是物体和地球共同具有的,而不是物体单独具有的

②在同一高度,将同一物体以 v_0 向不同方向抛出,落地时物体减少的重力势能一定相等

③重力势能等于零的物体,不可能对别的物体做功

④在地面上的物体,它的重力势能一定为零

A.①② B.③④ C.①③ D.②④

设计意图:

通过引领学生回归教材,通过阅读教材唤醒需要知识,这样的教学设计一方面可以培养学生的阅读能力,另一方面也可以引导学生回忆概念最初的形成过程.再结合教材题目的分析引发学生对重力势能这一概念的深入思考.

(3)通过类比分析,深入理解核心概念,建构势能的认识结构

重力势能、弹性势能、电势能、分子势能是学生不同阶段学习的内容.其中重力势能和弹性势都是力学中学习的势能,学生有一定类比分析的基础.而电势能、分子势能的相差较远.本节课主要采取类比分析的方法帮助学生重新建构势能概念.主要分为4个方面.

1)类比分析理解势能变化与对应力做功的关系

学生活动1:交流讨论(练习一)并阐述判断依据.

学生活动2:在教师的引导下逐步明确重力势能变化量与重力做功的关系,明确重力做功的特点,深入思考类比分析弹性势能与弹力做功的关系,分析弹力做功的特点.

学生活动3:交流讨论其他势能与对应力做功

的关系,分析教材中的问题.

问题一:

如果重力做功与路径有关,即对应于同样的起点和终点,重力对同一物体所做的功,随物体运动路径的不同而不同,我们还能把 mgh 叫做物体的重力势能吗?

问题二:

摩擦力和重力一样,也可以对物体做正功或负功.为什么不引进“摩擦势能”的概念.

2)类比分析理解势能的系统性

教师活动:分析(练习二)引导学生从教材中寻找答案.

学生活动:交流讨论明确势能的系统性,从教材中寻找答案.

3)类比分析理解势能的相对性

教师活动1:结合教材情境提出问题,引导学生发现新规律,从重力做功的角度来定义重力势能的大小并进行理论分析.

教材问题:

重力势能零点的选择不同,同一位置重力势能大小相同吗?

重力势能零点的选择不同,同一过程重力势能变化相同吗?重力做功相同吗?

重力做功与重力势能有着怎样的关系?如何定义重力势能?

教师活动2:引导学生讨论弹性势能表达式的得出过程,设计系列问题完成对弹性势能相对性的讨论.

4)列表类比完善对电势能、分子势能、引力势能的认识

通过前三方面的类比分析,学生对势能有了一定的认识,但是还是缺少系统性.本环节的教学设计是让学生通过归纳类比、自主梳理进一步完善对势能的认识,形成自我的认知结构.同时提升了学生的发散思维水平和归纳总结能力.

设计意图:教师引导学生对重力势能和弹性势能进行有效类比从而建立势能的概念,再让学生通过自主类比完善对电势能、分子势能、引力势能的认识,加深对势能这一核心概念的理解.这种先归纳再

演绎的复习策略有利于加深知识之间的横向、纵向联系,有助于完成知识的重组与构建。

(4) 通过交流讨论、推理质疑提升学科思维水平

引导学生经历物理概念的建构过程和物理规律的形成过程,这是发展科学思维的重要途径。

在势能这一概念中,学生存在着很多迷思概念,对于这些概念的深入讨论就是很好的思维提升点。比如在讨论弹性势能(图4)零点的选择,弹性势能可不可以为负的教学环节中,笔者主要设计了这样的问题串。

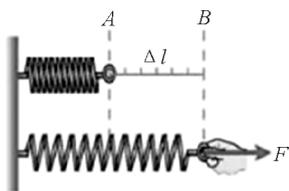


图4 教材弹性势能图

问题1:思考弹性势能的表达式是什么?你是如何得到的?

问题2:弹性势能的零点选在哪里了?

问题3:以原长为坐标原点,画出弹性势能随弹簧长度变化的曲线。

问题4:选择其他位置为势能零点,弹性势能的大小可以为负值吗?

问题5:若弹簧的劲度系数为 k ,以弹簧原长为原点,以弹簧伸长量 x_1 为势能零点,求弹簧伸长量为 x_2 时的弹性势能的大小?($x_1 > x_2$)思考如果此位置为势能原点,画出此时弹性势能与弹簧长度变化的曲线?

问题6:结合图像分析哪些位置弹性势能为正,哪些位置弹性势能负?哪一位置弹性势能最小?

问题7:选择不同位置为弹性势能零点时,同一位置的弹性势能大小是否相同?势能变化是否相同?弹力做功是否相同?

学生在回答和思考这些内容的过程中真正体会到了势能的大小与势能零点的选取有关,而势能变化与势能零点的选取无关这一辩证关系。理解了势能相对性的特点。在解决问题的过程中学会了图像分析法、推理论证法等科学方法,提升了学生的推理

论证、质疑创新和语言表达能力。

再比如,在引导学生列表完善对电势能、分子势能、引力势能认识的教学环节中,学生通过类比分析自发地提出了许多新的问题。如“如何从做功的角度来定义引力势能的大小?”“如果选分子力为零的位置为势能零点,分子势能与分子间距离图像应该如何画?”“重力势能和引力势能有怎样的差别与联系?”这些问题的提出正是学生发散思维和质疑能力的体现。学生在质疑分析、交流讨论、推理论证过程中提高了研究学习能力,提升了思维水平。

3 大概念理念下的教学反思

传统应试教育理念下的高三物理教学缺乏围绕学科核心概念对知识的合理的组织,影响学生应用知识解决问题的能力提升。学科核心概念的理解与学生科学探究能力密切相关,围绕学科核心概念建构物理概念的教学整合,一方面可以促进学科核心概念的学习进阶,另一方面也有助于学生认知结构的建构。

本节课主要渗透的物理方法就是从做功的角度来定义势能,让学生通过分析问题、解决问题的过程来进一步理解“功是能量转化的量度”这一核心方法,功能关系是物理学习的重要物理观念,学生对这一问题的认识是一个不断深化发展的过程,在后续教学中要不断渗透。

大概念教学的主要目的就是给学生一个整体的物理框架,让学生对物理有一个系统的认识。这里完成建构的主体是学生,所以在教学中要给学生更多的空间,让学生自主建构,自我梳理。

参考文献

- 1 韦钰. 以大概念的理念进行科学教育. 人民教育, 2016(1):41~45
- 2 韦钰. 以大概念的理念进行科学教育. 人民教育, 2016(1):41~45
- 3 温·哈伦. 科学教育的原则和大概念. 韦钰,译. 北京:科学普及出版社,2011. 23
- 4 权广仁. 高三物理复习课的例题选择与设计. 物理教学, 2016(2):9~11
- 5 张玉峰,郭玉英. 围绕学科核心概念建构物理概念的若干思考. 课程·教材·教法, 2015(5):99~102