

基于布鲁姆教育目标分类理论的 高三物理一轮复习教学策略*

——以“气体实验定律在生活中的应用”为例

董友军

(北京师范大学广州实验学校 广东 广州 510700)

朱建山

(深圳市光明区马山头学校 广东 深圳 518106)

皮飞鹏

(广州大学物理与材料科学学院 广东 广州 510006)

(收稿日期:2021-12-05)

摘要:布鲁姆教育目标分类理论的认知过程分为5个阶段,每个阶段与物理规律水平的对应关系如下.水平1对应记忆,水平2对应理解,水平3对运用,水平4对应分析,水平5对应评价与创造.以“气体实验定律在生活中的应用”为例,提炼出基于布鲁姆教育目标分类理论的高三物理一轮复习教学策略,即用“整合”实现记忆目标,用“分类”实现理解目标,用“专题”实现运用目标,用“转化”实现分析目标,用“研题”实现评价目标,用“创新”实现创造目标.

关键词:目标分类 一轮复习 教学策略

在高三物理教学过程中,根据学生学习规律、物理知识特点,高三物理备课组长一般规划两次循环复习:第一次循环复习以教材目录为序、以知识点为心、向四周辐射进行教学,教学过程注重知识深度,强调知识理解,俗称“一轮复习”;第二次循环复习以高考重点为序、以知识块为面、向四周扩散进行教学,教学过程注重知识宽度,强调知识的联系,俗称“二轮复习”.本文以人教版物理选择性必修第三册第二章第2节和第3节为基础,提炼出“气体实验定律在生活中的应用”为复习内容,探索基于布鲁姆教育目标分类理论的高三物理一轮复习教学策略.

1 布鲁姆教育目标分类理论

布鲁姆把教育目标按照知识与认知过程进行分

类,如表1所示,知识分为事实性知识、概念性知识、程序性知识、元认知知识,并按照抽象程度从低到高排列,即事实性知识抽象程度最低、元认知知识抽象程度最高;认知过程分为记忆、理解、运用、分析、评价、创造,并按照认知本身的复杂程度从低到高排列,即记忆复杂程度最低,创造复杂程度最高^[1].布鲁姆教育目标分类理论指出,学生的学习有不同类型,由于各种类型的学习有不同的学习过程,因此会产生不同的学习结果.而且不同类型的学习目标,要求不同的教学方法,若是相同的学习目标,不管学科有何不同,也要求用相似的教学方法.布鲁姆教育目标分类理论,既有助于教师理解各式术语、提高教学精度,也有助于教师考虑多种可能、提高教学广度,还有助于教师理清知识层次,提高教学效率.

* 广东教育学会“十四五”教育科研重点课题“基于学习进阶的高中物理教学设计实践研究”的研究成果,项目编号:GDESH14002

作者简介:董友军(1976-),男,中教高级,主要从事中学物理教学及研究.

表1 布鲁姆教育目标分类表

认知过程 知识	记忆	理解	运用	分析	评价	创造
事实性知识						
概念性知识						
程序性知识						
元认知知识						

2 认知过程与物理规律水平的对应关系

学业质量是学生在完成本学科课程学习后的学业成就表现。高中物理学业质量根据问题情境的复

杂程度、知识和技能的结构化程度、思维方式或价值观念的综合程度等划分为不同水平。每一级水平皆包含物理学科核心素养的4个方面,主要表现为学生在不同复杂程度情境中运用重要概念、思维、方法和观念等解决问题的关键特征^[2]。高中物理学业质量分为5级水平,既是教师命题和评价的重要依据,也是高中学业水平考试命题的重要依据,其中学业质量水平2是用于“学考”的命题依据,学业质量水平4是用于“高考”的命题依据^[2]。普通高中物理新课程标准(2017年版2020年修订)对物理规律进行了5个水平划分^[2],表2给出了物理规律水平与认知过程的对应关系。

表2 认知过程与物理规律水平

水平质量描述	物理规律水平	认知过程
初步了解所学的物理规律,能将其与相关的自然现象和问题解决联系起来	水平1	记忆
了解所学的物理规律,能解释简单的自然现象,解决简单的实际问题	水平2	理解
了解所学的物理规律及其相互关系,能解释自然现象,解决实际问题	水平3	运用
理解所学的物理规律及其相互关系,能正确解释自然现象,综合应用所学的物理知识解决实际问题	水平4	分析
能清晰、系统地理解物理规律,能正确解释自然现象,能综合应用所学的物理知识灵活解决实际问题	水平5	评价与创造

3 基于布鲁姆教育目标分类理论的高三物理一轮复习教学案例

布鲁姆教育目标分类理论的目标陈述格式为“认知过程+知识”,即先指出认知过程,后指出知识。以“气体实验定律在生活中的应用”为例,其教育目标陈述为“应用气体实验定律”,因为应用的认知过程对应运用,气体实验定律的知识对应概念性知识,所以“气体实验定律在生活中的应用”在分类表中对应为“运用概念性知识”。本节复习教学过程分为两个教学环节,即知识整理与知识应用。根据布鲁姆教育目标分类理论,知识整理中包含记忆概念性知识、理解概念性知识、分析概念性知识,知识应用中包含运用概念性知识、分析概念性知识、评价概念性知识、创造概念性知识。从而使复习过程覆盖了全部的认知过程,让高三物理一轮复习更加完整、更加深刻。

3.1 环节1——知识整理

知识整理是指对某个知识点的相关知识进行收

集、归纳、分类,使知识有系统、有层次、有条理。通过知识整理,能够让本知识点全面准确呈现,既可以减轻学生负担,也可以提高教学效率。

师生活动:学生默写理想气体状态方程

$$\frac{pV}{T} = C$$

教师根据近10年物理高考题中气体体积的变化情况,对理想气体状态方程进行分类。

(1) 一一对应型,即从一个体积状态变为另一个体积状态,其公式为

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

(2) 一分为二型,即从一个体积状态变为另两个体积状态,其公式为

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} + \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

(3) 合二为一型,即从两个体积状态变为一个体积状态,其公式为

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} + \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

教师要提醒学生,以上3种类型成立的条件是气体体积变化过程中质量不变,即公式等号两边气体的质量不变.在解答实际问题中,先构建“物理模型”,即把生活情境转化为物理模型,再采用“化变为恒”,即把变质量过程转化为恒质量过程,最后应用理想气体状态方程进行求解.

设计思路:引导学生默写理想气体状态方程,对应教育目标分类表的记忆概念性知识.把理想气体状态方程进行分类,降低学生应用难度,提高解决问题的能力,对应教育目标分类表的理解概念性知识.并让学生注意3种类型的条件和解题思路,对应教育目标分类表的分析概念性知识.

3.2 环节2——知识应用

知识应用主要是指把知识在生活中进行应用.物理知识从生活中来,也应该回到生活中去,这不但可以激发学生学习兴趣,也可以促进学生理解物理知识,还可以培养学生解决实际问题能力.认知心理学表明,要让学生真正理解知识,最有效的方式就是把知识应用于生活^[3].

3.2.1 应用1“一一对应”型

师生活动:教师先向茶宠灌一些水,再把热水淋在茶宠身上(图1),请学生解释为什么青蛙就会喷水.教师引导学生首先建立物理模型(图2),当热水淋在茶宠身上时,茶宠里面的空气温度升高,由于茶宠里面空气质量、体积不变,根据

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

可知茶宠里面空气压强变大,因此青蛙就会喷水.

教师再展示 2021年广东高考物理试题:在高空飞行的客机上某乘客喝完一瓶矿泉水后,把瓶盖拧紧.下飞机后发现矿泉水瓶变瘪了,机场地面温度与高空客舱内温度相同.由此可判断,高空客舱内的气体压强_____(选填“大于”“小于”或“等于”)机场地面大气压强.学生进行分析:瓶盖拧紧表示矿泉水瓶中空气质量不变,机场地面温度与高空客舱内温度相同表示温度不变,矿泉水瓶变瘪了表示体积变小了,根据

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

可知压强变大,即高空客舱内的气体压强小于机场

地面大气压强.



图1 青蛙喷水照片

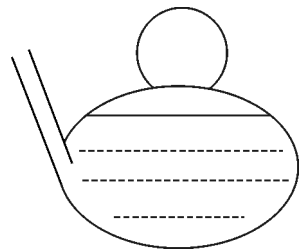


图2 青蛙喷水模型

设计思路:教师首先引导学生审题,对文字进行解读,把文字转化为物理量,对应教育目标分类表的分析概念性知识.学生分析青蛙喷水、矿泉水瓶变瘪,先建立物理模型,再联系题目实际,找出气体状态参量的变化情况,根据

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

进行定性分析,对应教育目标分类表的运用概念性知识.

3.2.2 应用2“一分为二”型

师生活动:教师设置情境,在国庆期间,用一瓶氦气(氦气瓶与家用煤气瓶类似)给没有空气的气球充气,如图3所示,这瓶氦气的压强为 p 、体积为 V .充气过程不漏气,且温度不变.若充气后气球的压强为 p_1 ,体积为 V_1 ,求最多可以充多少个气球.学生在黑板上解答为

$$pV = p_1 V_1 N$$

引导学生分析:最多可以充多少个气球?其中“最多”表示氦气瓶中留有气体的压强为 p_1 ,而不是氦气瓶中的气体全部出来,故正确解答为

$$pV = p_1 V_1 N + p_1 V$$

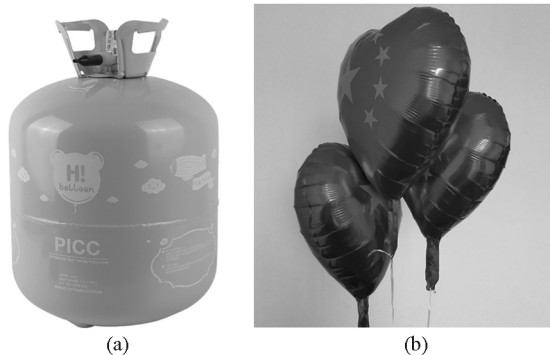


图3 用氦气瓶给气球充气

教师再展示 2010年山东高考物理试题:一太阳能空气集热器,如图4所示,底面及侧面为隔热材料,顶面为透明玻璃板,集热器容积为 V_0 ,开始时内部封闭气体的压强为 p_0 .经过太阳曝晒,气体温度由 $T_0 = 300\text{ K}$ 升至 $T_1 = 350\text{ K}$.保持 $T_1 = 350\text{ K}$ 不变,缓慢抽出部分气体,使气体压强再变回到 p_0 .求集热器内剩余气体的质量与原来总质量的比值.

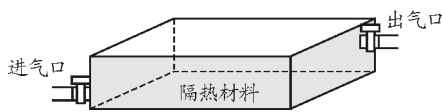


图4 太阳能空气集热器

教师引导学生分析:集热器里面的空气,先做等容变化,再做等温变化,最后做等压变化.可得到如下等式

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_1 V_0}{T_1}$$

$$p_1 V_0 = p_0 (V_0 + \Delta V)$$

$$\frac{m_1}{m} = \frac{\rho V_0}{\rho (V_0 + \Delta V)}$$

由以上3个等式可得

$$\frac{m_1}{m} = \frac{6}{7}$$

设计思路:教师首先引导学生审题,对文字进行解读,把文字转化为物理量,对应教育目标分类表的分析概念性知识.分析氦气瓶与气球、集热器里面的空气,先建立物理模型,再联系题目实际,找出气体状态参量的变化情况,根据

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} + \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

进行定量分析,对应教育目标分类表的运用概念性知识.

3.2.3 应用3“合二为一”型

师生活动:教师设置情境,若用充气筒给没有空气的神州12号宇航服充气(图5),充气筒每下压一次可以把压强为 p 、体积为 V 、温度为 T 的空气充进宇航服.要使宇航服的压强为 p' 、体积为 V' 、温度为 T' ,求需要下压多少次?学生解答为

$$\frac{pV}{T} n = \frac{p'V'}{T'}$$



图5 神州12号宇航员出舱

教师再展示 2021年广东高考物理试题:为方便抽取密封药瓶里的药液,护士一般先用注射器注入少量气体到药瓶里后再抽取药液,如图6所示.某种药瓶的容积为 0.9 mL ,内装有 0.5 mL 的药液,瓶内气体压强为 $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$.护士把注射器内横截面积为 0.3 cm^2 、长度为 0.4 cm 、压强为 $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ 的气体注入药瓶,若瓶内外温度相同且保持不变,气体视为理想气体,求此时药瓶内气体的压强.



图6 注射器向药瓶注入气体

学生分析:

$$V_1 = 0.9\text{ mL} - 0.5\text{ mL} = 0.4\text{ mL}$$

$$p_1 = 1.0 \times 10^5\text{ Pa}$$

$$V_2 = 0.3\text{ cm}^2 \times 0.4\text{ cm} = 0.12\text{ mL}$$

$$p_2 = 1.0 \times 10^5\text{ Pa}$$

$$p_1 V_1 + p_2 V_2 = p_3 V_1$$

解得

$$p_3 = 1.1 \times 10^5 \text{ Pa}$$

为了让学生了解广东高考试题特点,引导学生不仅要训练高考题,还要研究高考题,变被动学习为主动学习.学生通过研究,总结出2021年广东高考热学试题特点:材料来源生活,且与题目深度融合,不是穿衣戴帽;图像是示意图不是实物图;数据不是字母而是数值,且单位不是国际单位;研究对象为2个,即药瓶子和注射器中的空气;研究过程为1个,即等温变化;考查类型为“合二为一”型.

教师又展示2021年“八省联考”广东物理试题:轮胎气压是行车安全的重要参数,某型号汽车轮胎容积 V_0 为25 L,安全气压范围为2.4~3.0 atm.汽车行驶一段时间后,发现胎压下降到 $p_1 = 2.0 \text{ atm}$,用车载气泵给其充气,气泵每秒钟注入0.5 L压强 $p_0 = 1.0 \text{ atm}$ 的空气.忽略轮胎容积与气体温度的变化.为使气压回到安全范围,求气泵工作的时间范围.学生完成本试题.

设计思路:分析宇航服充气、注射器向药瓶注入气体,先建立物理模型,再联系题目实际,找出气体状态参量的变化情况,根据

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} + \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

进行定量分析,对应教育目标分类表的运用概念性知识.做完广东高考题后,引导学生分析试题特点,让学生从学习者变为研究者、从被动者变为主动者,对应教育目标分类表的评价概念性知识.分析轮胎中气体,没有依照常规求压强、体积、温度,而是求气泵工作时间,属于求解创新,因此对应教育目标分类表的创造概念性知识.

4 基于布鲁姆教育目标分类理论的高三物理一轮复习教学策略

策略是指根据形势发展而制定的行动方针和斗争方式^[4].教学策略是在特定教学情境中,为完成教学目标和适应学生认知需要,而制定的教学程序计划和采取的教学实施措施^[4].以“气体实验定律在生活中的应用”为例,基于布鲁姆教育目标分类理论,对高三物理一轮复习提出如下教学策略.

(1) 用“整合”实现记忆目标

记忆是指从长时记忆系统中提取相关知识,它

包括再认和回忆.再认也叫识别,是指从长时记忆系统中提取相关知识与现在信息进行比较;回忆也叫提取,是指从长时记忆系统中搜寻信息并带入到现在工作中.在有意义的学习中,知识的记忆被整合到建构新知识、解决新问题的过程中去了.如记忆理想气体状态方程,就是把

$$\frac{pV}{T} = C$$

整合到真实的问题中去,让学生在建构新情境、解决新问题的过程中,明白公式中 p, V, T, C 的真实内涵,这样既可以加强知识记忆,也可以避免记忆错误.

(2) 用“分类”实现理解目标

理解是指将新知识与旧知识建立联系,它包括解释、举例、分类、概要、推论、比较、说明.解释是指将信息从一种表征形式转化为另一种表征形式;举例是指对一般概念或原理提供例子;分类是指从具体事例中发现一般概念或原理;概要是指用一句话表达呈现信息或抽象出一般主题;推论是指在一系列例子或事件中发现模式;比较是指两个以上的客体、事件、观念、问题或情景之间的相似性;说明是指能够建构、运用一个系统的因果模型.笔者整理了近10年关于理想气体状态方程的高考题,根据理想气体体积变化情况,把理想气体状态方程式

$$\frac{pV}{T} = C$$

分成3种类型:

1) 一一对应型公式为

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

2) 一分为二型公式为

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} + \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

3) 合二为一型公式为

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} + \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

通过以上分类,既可以增加公式理解,也可以降低解题难度.

(3) 用“专题”实现运用目标

运用是指用程序完成练习或解决问题,它包括执行、实施.执行是指遇到熟悉的任务会习惯地执行一套程序;实施指选择和运用一个程序完成不熟悉的任务.运用知识既是学习知识的目的,也是学习知

识的重点,还是学习知识的难点.为了突破知识运用目标,高三物理常采用专题教学.专题教学是指专门为了某一个重要问题,进行收集、整理、分析、归纳、拓展的教学,它既可以突出知识重点、指引学生学习方向,提升教学精度,又可以突破知识难点、化解学生理解障碍,提升教学深度,还可以呈现知识脉络、构建学科知识网络,提升教学宽度.如本节复习内容,就是以理想气体状态方程为专题,根据高考考查情况,创设了3种类型练习,即一一对应型、一分为二型、合二为一型,挑选了3个高考真题,即2021年广东卷、2010年山东卷、2021年广东卷,通过以上6个练习形成专题,让学生在—节课中学习内容聚焦理想气体状态方程,能够有效突出学习重点,突破学习难点.

(4) 用“转化”实现分析目标

分析是指将材料分解为构成部分并确定各部分之间的相互关系及其与整体结构的关系,它包括区分、组织、归属.区分是指根据适当性或重要性将整体结构分解为部分;组织是指鉴别一份材料或情景的成分并识别如何组成内在一致结构;归属是指能够弄清隐藏在材料中的观点、偏好、价值、意图.转化是指把文字材料转化为物理量,通过物理量之间的关系,进行定性、定量分析.如瓶盖拧紧转化为矿泉水瓶中空气质量 m 不变,机场地面温度与高空客舱内温度相同转化为温度 T 不变,矿泉水瓶变瘪了转化为体积 V 变小了,再根据 $\frac{pV}{T} = C$ 可知压强 p 变大了.通过转化,促进分析,提升用物理知识解决实际问题的能力.

(5) 用“研题”实现评价目标

评价是指依照标准做出判断,它包括核查、评判.核查是指检测一件产品的内在一致性;评判是指依据外加的标准或规格对一个产品或过程所做的判断.研题是指研究高考物理试题,总结出高考物理试题特点.引导学生研题,不仅可以把握高考物理试题方向,提高高三物理复习教学的针对性,还可以培养学生分析能力、概括能力、合作能力.如引导学生一起分析2021年广东高考热学试题特点,学生相互讨论,积极总结,最终得出6个特点.有些教师没有引导学生去研题,学生做练习盲目性大,有时会出现“南辕北辙”现象,与高考背道而驰,从而增加了学

习负担,降低了学习效率.通过研题过程,更重要的是让学生养成分析研究的习惯,对学生未来发展,将会受益无穷!

(6) 用“创新”实现创造目标

创造是指整合元素以形成内在一致的或功能上的整体.创造过程可以分解为3个阶段:问题表征阶段,即学生力图理解任务,并生成可能的解答;解题计划阶段,即学生考察各种可能性和设计可能的计划;解题执行阶段,即学生成功地贯彻计划.因此创造过程可以设想为始于发散思维阶段,即学生努力理解任务,并考虑多种可能的阶段,称为生成.接着是聚合思维阶段,即学生设计出解答方法并将它转化为行动计划,称为计划.最后学生执行计划,同时建构解答,称为产生.创新是指创造新事物、新视角、新思想.创新是落实创造目标最有效的手段,也是发展学生物理学科核心素养最重要的方式.《中国教育现代化2035》中指出,“强化实践动手能力、合作能力、创新能力的培养”.如分析轮胎大气,没有遵守常规求压强、体积、温度,而是创新多变,求气泵工作时间.通过创新,激发学生思维,强化分析能力,能够有效实现创造目标.

5 结束语

布鲁姆教育目标分类理论的认知过程与物理规律水平对应,基于布鲁姆教育目标分类理论的高三物理一轮复习教学,不会提升习题难度、增加学习负担,而会培养学生思维、实现深度学习.根据认知本身复杂程度,认知过程从低到高排列,按照认知过程进行高三物理一轮复习教学,可以促进知识系统化、应用深入化、复习高效化.

参考文献

- 1 安德森.学习、教学和评估的分类学:布鲁姆教育目标分类学修订版(简缩本)[M].皮连生,译.上海:华东师范大学出版社,2008.25
- 2 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版)[S].北京:人民教育出版社,2018.45~48
- 3 何克抗.建构主义的教学模式、教学方法与教学设计[J].北京师范大学学报,1997(5):74~81
- 4 中国社会科学院语言研究所词典编辑室.现代汉语词典(第7版)[M].北京:商务印书馆,2016.132
- 5 阎金铎,郭玉英.中学物理教学概论(第4版)[M].北京:高等教育出版社,2019.38