

真题解法引反思 教学勿念囫圇经

——从2023年6月浙江高考实验试题谈起

陈宗涛

(仁怀市第一中学 贵州 遵义 564500)

(收稿日期:2023-11-27)

摘要:高考物理真题是命题专家学者集体智慧的体现,折射着最耀眼的学科之光.研究高考物理试题不仅能给复习备考带来诸多思考,还能提升教师专业素养.笔者在教学中发现,公开资料给出的2023年6月浙江高考物理实验第16题第I题的第2小题答案有科学性错误.对此,笔者从类比思想和微元思想出发给出了自己的解答,试图澄清试题本质,还原物理真相,并给出了一些教学建议.

关键词:高考真题;物理实验;试题分析;错解辨析

浙江作为第一批高考改革试点省份,从2014年起采取了一系列改革举措并不断优化和完善.笔者作为一线物理教师,持续关注浙江高考改革,尤其对其高考物理试题情有独钟.近来,在研究2023年6月浙江省选考物理实验题时,发现某些资料书上的参考答案和解析值得商榷.就此,笔者试图从自己的教学经验出发予以解读和诠释,借此与广大同行分享交流.

1 原题与评析

【**原题**】如图1所示,某同学把A、B两根不同的弹簧串接竖直悬挂,探究A、B弹簧弹力与伸长量的关系.在B弹簧下端依次挂上质量为*m*的钩码,静止时指针所指刻度*x_A*、*x_B*的数据如表1所示.

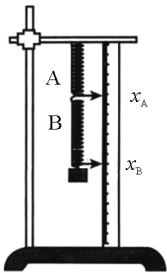


图1 实验装置图

表1 不同重物下A、B弹簧指针刻度				
钩码个数	0	1	2	…
x_A/cm	7.75	8.53	9.30	…
x_B/cm	16.45	18.52	20.60	…

钩码个数为1时,弹簧A的伸长量 $\Delta x_A =$ _____cm,弹簧B的伸长量 $\Delta x_B =$ _____cm, A、B两根弹簧弹性势能的增加量 ΔE_p _____ $mg(\Delta x_A + \Delta x_B)$ (填“=”“<”或“>”)

评析:本题以胡克定律的实验情境为背景,考查学生对弹簧形变量和弹性势能的理解,与教材不同的是教材中采用单根弹簧的悬挂,本题中采用了弹簧串联的方式,并且明确指出两根弹簧是不相同的,这增加了试题的难度.题干利用铁架台展现实验器材,利用表格呈现相关数据,渗透了科学探究的核心素养.本题设问相对简洁,减轻了学生对高考实验试题的阅读压力,可以缓解学生面对考试的紧张心理.

2 观点与分析

2.1 资料的观点

观点一:

钩码个数为1时,由表中数据可知

$$\begin{aligned}\Delta x_A &= 8.53\text{ cm} - 7.75\text{ cm} = 0.78\text{ cm} \\ \Delta x_B &= 18.52\text{ cm} - 16.45\text{ cm} - \\ &\quad 0.78\text{ cm} = 1.29\text{ cm}\end{aligned}$$

由机械能守恒定律可知,弹簧增加的弹性势能等于钩码减小的重力势能,故弹簧增加的弹性势能

$$\Delta E_p = mg(\Delta x_A + \Delta x_B)$$

观点二:

由表中数据可知

$$\Delta x_A = 8.53\text{ cm} - 7.75\text{ cm} = 0.78\text{ cm}$$

$$\Delta x_B = 18.52\text{ cm} - 16.45\text{ cm} - 0.78\text{ cm} = 1.29\text{ cm}$$

除了钩码的重力势能减少之外,两根弹簧的重力势能也减少,它们都将转化为弹簧的弹性势能,因此两根弹簧增加的弹性势能大于钩码减少的重力势能,即

$$\Delta E_p > mg(\Delta x_A + \Delta x_B)$$

2.2 笔者的观点

上述观点一和观点二对 ΔE_p 的解答中存在一个共同的误区:从能量的转化和守恒思想来进行分析,误认为钩码从弹簧原长位置释放到最终钩码静止不动的过程中,重力势能与弹性势能是等量转化,这个解答没有考虑到整个过程中除了钩码的机械能、弹簧的弹性势能相互转化外,应该还有内能参与转化.理由如下:我们根据竖直弹簧振子模型可以知道,钩码从弹簧原长位置静止自由释放到钩码第一次经过平衡位置(弹力等于重力的位置)时钩码必有速度,钩码减少的重力势能有一部分要转化为钩码动能,并没有全部转化为弹簧的弹性势能,并且钩码是经过多次上下振动后才能静止在这个平衡位置,所以整个运动过程中钩码和弹簧组成的这个系统机械能并不守恒,而是有内能生成,减少的重力势能要大于增加的弹性势能,所以观点一和观点二从弹簧与钩码组成的系统机械能守恒的角度来分析解答本题是不正确的.

笔者认为根据人教版普通高中课程标准实验教科书物理必修2第七章第5节“探究弹性势能的表达式”中的内容,还可找到定量解决这个问题的正确途径.弹性势能是状态量,与发生形变的过程无关,由最终所处的状态决定.根据功能关系,某状态下弹性势能的值等于使弹簧从原长形变到该状态的过程中克服弹力做的功,我们可以作出弹力 F 随形变量 l 变化的 $F-l$ 图像,结合微元思想可知图像和横轴所围的“面积”则为该状态下弹性势能的值.此题中我们分别考虑弹簧 A 和弹簧 B,它们的初始状态都是原长,最终钩码处于静止状态时两弹簧的伸长量分别是 Δx_A 和 Δx_B 且两弹簧的弹力都等于重力,画出两弹簧的 $F-\Delta x$ 图像(图2),则可根据图像分别求出弹簧 A 和弹簧 B 增加的弹性势能.

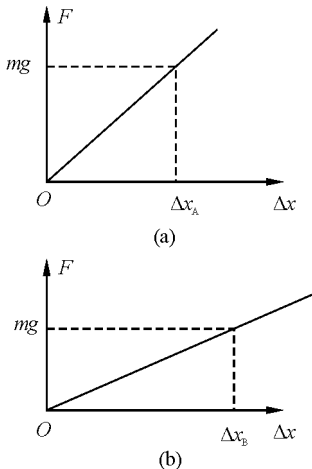


图2 两弹簧的 $F-\Delta x$ 图像

弹簧 A 增加的弹性势能由图像可得

$$\Delta E_{pA} = \frac{1}{2} mg \Delta x_A$$

弹簧 B 增加的弹性势能由图像可得

$$\Delta E_{pB} = \frac{1}{2} mg \Delta x_B$$

所以有 A、B 弹簧增加的弹性势能总和

$$\Delta E_p = \Delta E_{pA} + \Delta E_{pB} =$$

$$\frac{1}{2} mg (\Delta x_A + \Delta x_B) < mg (\Delta x_A + \Delta x_B)$$

所以本题答案应选“小于”.

3 基于本题引发的思考

3.1 教学中要重视物理观念的生成过程

人教版普通高中课程标准实验教科书物理必修2第七章第5节“探究弹性势能的表达式”中给出了弹性势能表达式的推导方法,主要运用了类比和微元思想.教学中要逐步分析,不能直接给出结果.建议教学片段如下.

3.1.1 用类比的方法讨论弹性势能

对于弹性势能表达式的确立,根据功是能量转化的量度,研究做功对某种能量的影响,从而了解这种能量.类比重力势能与重力做功的研究过程,我们在研究弹性势能的表达式时也可以通过弹力做功的特点和功能关系来进行研究.当弹簧没有发生形变(即原长)时,不存在弹性势能,当发生弹性形变(被拉长或压缩)后,弹力做功,即存在弹性势能.

3.1.2 用微元的思想分析弹力做功

下面以弹簧被拉长为例推导弹力势能的表达

式. 小范围内, 重力做功等于重力乘以物体位移的竖直分量. 但对于弹力做功情况就要复杂点, 重力可看作保持不变, 弹力是一个变力. 但弹力、伸长量符合正比例函数关系, 我们可以借鉴匀变速直线运动位移计算思想, 用类似的方法做如下处理.

如图 3 所示, 将弹簧自 A 到 B 的过程分成若干小段, 每一个小段为 Δl_1 、 Δl_2 、 Δl_3 、 $\cdots$

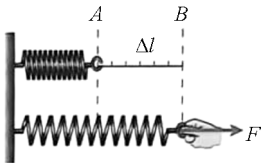


图 3 弹簧拉伸过程

每一个小段中, 认为弹力保持不变, 依次为 F_1 、 F_2 、 F_3 、 $\cdots$

各小段内克服弹力做的功可分别表示为 $F_1\Delta l_1$ 、 $F_2\Delta l_2$ 、 $F_3\Delta l_3$ 、 $\cdots$

整个过程中克服弹力做的功等于各小段克服弹力做功的代数和, 即 $F_1\Delta l_1 + F_2\Delta l_2 + F_3\Delta l_3 + \cdots$

3.1.3 用面积法计算弹力做的总功

如图 4 所示, $F_1\Delta l_1$ 、 $F_2\Delta l_2$ 、 $F_3\Delta l_3$ 、 $\cdots$ 是图中微小矩形面积. 显然, $F_1\Delta l_1 + F_2\Delta l_2 + F_3\Delta l_3 + \cdots$ 等于由 F 图线与横轴 l 围成的面积 $E_p = \frac{1}{2}Fl$. 由 $F = kl$, 可得

$$E_p = \frac{1}{2}kl^2 \text{ [1]}$$

得出弹性势能的大小只与弹簧的劲度系数和形变量有关.

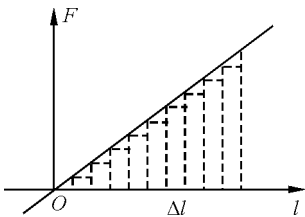


图 4 $F-l$ 图

3.2 教学中要重视科学推理能力的培养

《普通高中物理课程标准(2017 年版 2020 年修订)》指出: 高中物理要注重体现物理学科的本质, 从物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任等方面体现物理学科育人价值^[2]. 科学思维作为物理学科核心素养的核心要素, 由科学推理与模型构

建、科学论证、质疑创新等构成, 是高考评价确定学科考查内容的重要依据^[3]. 近年来高考试题普遍关注对学生科学推理能力的考查, 2021 年全国甲卷对科学推理能力的考查分值占比高达 49.10%^[4]. 而科学推理能力建立在现有信息的分析和提取过程中, 这也就是日常教学中常提到的“审题”, 对题干中每一句话所代表的含义和给出的信息进行精确的分析和解读, 进而建构模型是正确解题的先决条件, 这需要在日常的教学过程中加强学生科学推理、模型建构能力的培养.

3.3 教学中要重视物理思想和方法的渗透

本文中所述的高考试题是近些年高考改革趋势, 首先设置物理实验探究情境, 将情境中的探究数据、处理结果进行展示, 进而对探究过程中的原理、操作方法、数据处理等科学探究核心素养进行考查. 这对学生知识的灵活运用、教师的教学提出了新的要求. 在日常的教学过程中普遍存在重知识和技能、轻思想和方法的现象. 这会造成学生存在知识死记硬背、运用不够灵活、具体现象不能具体分析等弊端, 这些问题归结在一起就是学生的科学探究能力没有得到足够的锻炼, 致使其遇到案例式题目无法做到知识的灵活运用和分析. 例如本实验考查的弹性势能, 虽高中阶段不要求学生掌握弹性势能的表达式, 但在探究过程中用到的微元思想和类比思想却是要求学生理解和掌握的核心素养. 所以教师在教学过程中应有意识地增加实际案例或实验情境, 带领学生进行由浅入深的科学探究, 提高学生的学科素养和能力.

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. 普通高中课程标准实验教科书物理必修 2 教师教学用书[M]. 北京: 人民教育出版社, 2017.
- [2] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017 年版 2020 年修订)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2020.
- [3] 刘瀚文, 李燊, 陈佳丽, 等. 培育科学推理能力的情境化物理课堂构建[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2023, 39(2): 75-78.
- [4] 夏旭, 姜玉梅, 柏杨, 等. 2021 年高考物理试题中科学推理能力考查的定量分析[J]. 物理通报, 2022(4): 134-136, 152.