

例谈分享教师真实思维过程的教学价值

孙春成

(江阴市青阳中学 江苏 江阴 214401)

摘要:在遇到新题、难题时,教师记录自己独立思考过程中的思维关键点,并在教学中将自己的思维过程显化给学生,具有很高的教学价值,可以促进领悟物理思想、优化学生问题解决方法、提升学生思维品质、培养学生科学态度等。

关键词:分享;思维过程;教学价值

中图分类号:G633.7

文献标识码:B

文章编号:1008-4134(2022)03-0028-04

教师在解决新问题的時候,可以将自己是如何思考、如何逐步分析得出正确结果、经历了怎样曲折的思考过程呈现给学生,这种呈现具有很高的教学价值。教师真实思维过程的呈现,能拉近教师和学生之间的距离,同时,教师设计教学时不再“高高在上”,而是“稚化”了思维,可以使教学更贴近学生的学习起点,降低思维台阶,贴近学生思维水平,让教学更有针对性。

做到显化思维过程,并挖掘其教学价值,教师应该树立三个意识。首先,要有独立思考并及时记录的意识。教师要像学生一样不看答案,通过自己独立思考完成新题、难题的解答,并对自己的思维的关键节点、转折点做好记录。其次,要有敢于承认“错误”不怕“丢脸”的意识。教师在解决问题伊始就可能出现思路偏差,要摒弃“教师出错会损害威信”的想法,要认识到教师出错也很正常,尤其是面对一些综合性较强的新题、难题时。其实,教师给学生显化思维过程,敢于承认错误,敢于展示做题过程的曲折,不仅不会损伤教师威信,反而会更加赢得学生的尊重。再次,要认识到显化自己的思维过程具有很高教学价值的意识。教师要充分认识到自己不看参考答案时的思维是最真实的,最符合一般人的认知规律和思维活动,也是最贴近学生思维实际的。这也是了解学生思维活动的重要途径。

1 分享教师的思维过程,促进学生领悟物理思想

渗透物理思想是物理教学重要的育人目标。通过物理学习领悟了物理思想,可以将物理学科思考、解

决问题的方法、思路迁移到新问题的研究、解决中,达到学以致用、融会贯通的目的。物理思想的渗透是一个复杂、漫长的过程,需要教师有重视让学生在物理学习中领悟物理思想意识,也需要在教学中有意识地从细微之处入手设计,让学生体验物理思想的精髓。教师将自己的思考问题的思维暴露给学生,让学生感受教师的思维轨迹,体验教师遇到新问题时是如何在物理思想指引下利用物理知识一步步将问题分析透彻,“在接受物理知识的同时注重领会和感悟物理思想方法,为今后的终身学习和发展打下坚实的基础^[1]。”

例题1 如图1所示,某同学将三个完全相同的物体从A点沿三条不同的路径抛出,最终落在与A点同高度的三个不同位置,三条路径的最高点是等高的,忽略空气阻力,下列说法正确的是

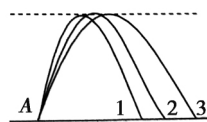


图1

- A. 三个物体抛出时初速度的水平分量相等
- B. 沿路径3抛出的物体在空中运动的时间最长
- C. 该同学对三个物体做功相等
- D. 三个物体落地时重力的瞬时功率一样大

本题似曾相识,情境熟悉,问题也不陌生,但是条件设置新颖——三个物体落点不同,三条路径的最高点等高。读完题目之后会有条件不够的错觉,不知如何下手。教学中教师可以将自己第一次做本题时的思路、感受与学生分享。

整体思路:本题中三个物体做斜抛运动,属于复

基金项目:江苏省教科院“十三五”规划重点课题“运用拓展性实验培养学生物理学科核心素养的实践研究”(项目编号:B-b/2016/02/169)。

作者简介:孙春成(1979-),男,江苏靖江人,硕士,中学高级教师,教研员,研究方向:中学物理教学。

杂的曲线运动,处理斜抛运动的问题时根据化繁为简、化曲为直的思想将其分解为简单的、熟悉的直线运动,例如分解为水平方向的匀速直线运动和竖直方向的匀变速直线运动.处理复杂的曲线运动时,优先考虑运用功能关系、动能定理分析问题.

具体选项的分析:要分析三个物体初速度水平分量的关系,可以从如下两个途径展开:第一,知道初速度的大小和方向,将初速度分解;第二,知道各自的运动时间和水平距离.本题中抓住条件“三条路径的最高点是等高的”,根据 $v_{0y}^2 = 2gh$ 可得三个物体刚抛出时竖直方向的分速度 v_{0y} 相等,再依据 $v_{0y} = gt$ 可得三物体从抛出到最高点的时间相等.作出3条路径初速度的分解如图2,由图可知路径3初速度的水平分量最大.另外,路径3的水平射程最大,所以初速度水平分量最大.由图2可知,路径3抛出时初速度最大,由功能关系和能量守恒可知,人做功将其它形式的能量(化学能)转化为该物体刚开始做斜抛运动时的动能,故该同学对沿着路径3运动的物体做功最多.根据对称性,落地时速度与水平方向夹角与抛出时一样,速度大小相同,如图3,则重力瞬时功率 $P = mgv_0 \cos \alpha = mgv_0 \cos(\frac{\pi}{2} - \theta) = mgv_0 \sin \theta = mgv_{0y}$.

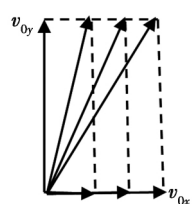


图2

在本问题的思路分享中,展示了教师是如何整体感知题目,如何整体把握分析某一运动的思路,以及具体选项解答时思维细节和处理技巧,让学生体验化曲为直、对称、守恒等物理思想.

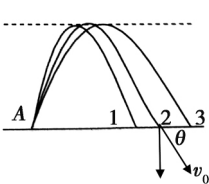


图3

2 分享教师的思维过程,优化学生问题解决方法

对情境新颖、难度大的问题,如果按照参考答案的思路讲解正确结果是什么,为什么要这样,学生应该能够理解该题,基础好、悟性好的学生也许还能迁移应用,学会分析某一类问题.但即使这样依然不能达到教学追求的更高级目标——学会思考问题.掌握理性思考问题的方法是立足于未来的关键能力,是教学中需要培养的关键素养之一.展示教师思维过程,让学生看到教师是如何思考的,教师分析问题的整体脉络是什么,能为学生思考问题提供可借鉴的方法.这样学生不仅能掌握知识,还能习得思考问题的方法,从而形成可以借鉴的路径,达到“授之以鱼也授之以渔”的目标.

例题2 如图4是甲、乙两物体运动的速度—时间图像,下列说法正确的是

A. 0~5s 甲物体的加速度大小为 0.75 m/s^2

B. 3s 时乙物体的加速度大小为 1 m/s^2

C. 0~5s 甲物体的位移大小为 $\frac{26}{3} \text{ m}$

D. 0~5s 乙物体的位移大于 13.5 m

本题属于陈题变换型新情境,教学中教师将解题的经历与学生分享,可以让学生感受教师思考问题的方法,培养学生思考问题的方法.

首先,由于A、B、C比较常规容易判断,因此在初解此题时,没有分析D,只是判断A、B、C错误后即可得出D正确.

其次,上课讲解此题,须讲清楚为何D正确.D选项思考过程如下:

(1) 由曲线与轴的两个交点,计算出大三角形面积,得到乙的位移大于 10 m ,还无法判断.

(2) 再考虑用曲线方程,但题目没有任何提示.

(3) 要想办法求面积,于是就想到分割小面积,将小圆弧形的面积简化成三角形.但是题目中的图像没有坐标纸的网格,这一方法理论上可行,但是实际操作太复杂,不适合作为试题考查学生.

(4) 经过上述挫败后,回到题目中的数字 13.5 ,思考出题者究竟是怎样把 13.5 这个数字拼凑出来的.按常理 13.5 应该是某一个几何图形的面积,应该是某一虚构出来和乙物体比较的运动过程的位移,但是运动又不能分割的太细.根据图的“暗示”,连接 ab 、 bc ,如图5,虚构一个分段的匀减速直线运动,由面积法可得其位移为 13.5 m ,由图可知乙的位移大于该虚构运动的位移.

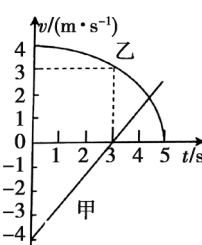


图4

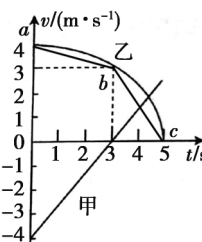


图5

接着给学生分享自己对解答本题的反思——为何会经历挫折?想到需要用面积法,当根据经验利用大三角形面积不能判断时,就放弃面积法,想到利用曲线方程也不行,又回到面积法,分割成若干小面积还是失败,最后分割成梯形和三角形才获得成功.可见教师思路比较“混乱”.分析问题一般应该从简单到复杂,以面积法为例,当大三角形不行,应该思考能否分割成两段、三段,而不是立即分割成若干段小面积.当面积法行不通时再去思考其他方法.

教师分享求解本题的思维过程, 可以让学生体验在应试中分析客观题时, 可以采用排除法, 对一些不好判断或自己觉得比较模糊的选项做出正确的判断。在分析 D 选项时, 教师陷入思维定式, 经历了不少挫折, 最终采用逆向思维的策略, 认为命题者不会凭空捏造一个 13.5m 出来, 思考 13.5m 是从何而来的, 是谁的面积, 是谁的位移, 最终解决问题。教师还可以引导学生思考命题者是如何拼凑出 A、B、C 选项中的数字, 从而培养学生“采用逆向思维猜想命题者的意图, 尝试还原命题者的思维过程”来分析问题的方法。

3 分享教师的思维过程, 提升学生的思维品质

学生思维品质的高低不仅影响学业成绩, 更对学生长远发展有决定性作用。新修订的物理新课程标准也提出了要培养学生的科学思维。培养学生科学思维的本质就是要提升学生的思维品质, 让学生的思维更加灵活、严谨、深刻。学生思考问题时会更加周详, 会更容易想到最佳解决方法, 会更有创造性解决问题。教师将解决问题时如何想到解决方案, 如何得到多种解决方案, 如何选择最优解决方案等思考过程呈现给学生, 可以让学生感受到教师思考问题时思维的严谨、灵活、深刻, 这对提升学生的思维品质会有帮助。

例题 3 在倾角为 θ 的斜面上以初速度 v_0 平抛一物体, 经多长时间物体离开斜面最远? 离斜面最大距离是多少?

本题是一道经典的斜面上平抛运动的习题。很多学生第一次处理本题时基本思路是错误的。笔者第一次处理本题时, 也经历了复杂的思维活动过程, 最终才获得成功。将教师的思维过程分享给学生, 让学生体验其中的曲折, 感受分析问题时思维的重要性。具体如下:

首先, 整体感知, 连蒙带猜巧合得到正解。平抛运动是一种复杂的曲线运动, 需要将其分解成简单的直线运动。要知道何时最远, 就要找到距离最远的位置。但何处距离最远有点“丈二和尚摸不着头脑”, 猜轨迹的对称点最远, 通过作图, 确定该点离斜面最远。物体运动到该点有何特点呢? 不清楚这一点, 也无法解决问题。根据刚才作图, 继续猜此时速度与斜面平行。于是按如下过程求解得到答案。如图 6, 设此时竖直分速度为 v_y , 经历的时间为 t , $v_y = gt = v_0 \tan \theta$, $t = \frac{v_0 \tan \theta}{g}$, $x = v_0 t = \frac{v_0^2 \tan \theta}{g}$, $y = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{v_0^2 \tan^2 \theta}{2g}$, 由几何关系得 $\frac{H}{\cos \theta} + y = x \tan \theta$, 解得 $H = \frac{v_0^2 \sin \theta \tan \theta}{2g}$ 。虽然得到正确答案, 但

为何速度与斜面平行时物体离斜面最远, 却没有想明白。

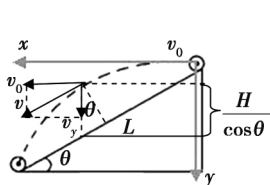


图6

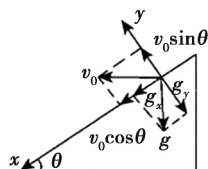


图7

其次, 探索“为何速度与斜面平行时物体离斜面最远”。后来, 根据数学知识“曲线上到某一直线距离最远时, 曲线上该点的切线与直线平行”, 可知当速度与斜面平行时距离最远。利用数学知识虽然能解释上述疑问, 但是这一解释太“数学化”, 缺少物理味。

最后, 探寻有物理意义的解释。沿斜面 and 垂直于斜面建立直角坐标系, 将初速度和加速度分解在沿斜面 and 垂直于斜面两个方向上, 如图 7 所示。将平抛运动分解成沿斜面方向初速度为 $v_0 \cos \theta$, 加速度为 $g \sin \theta$ 的匀加速直线运动和沿垂直于斜面方向初速度为 $v_0 \sin \theta$, 加速度为 $-g \cos \theta$ 的匀变速直线运动。在垂直于斜面方向有 $v_y = v_0 \sin \theta - g \cos \theta \cdot t$, 当物体离斜面最远 $v_y = 0$, 则 $t = \frac{v_0 \tan \theta}{g}$ 。最远距离为 $H = v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} g \cos \theta \cdot t^2 = \frac{v_0^2 \sin \theta \tan \theta}{2g}$ 。这样不仅能解决问题, 而且

可以很好地解释为何速度平行时距离最远。

教师的上述思考过程, 从连蒙带猜到数学知识解释, 再到另辟蹊径分解获得更容易理解的解释和解决方案, 思维过程严谨、灵活、深刻, 可以给学生较好的熏陶和启发。

4 分享教师的思维过程, 培养学生的科学态度

科学态度与责任的培养是新修订的课程标准赋予物理学科的使命, 是新时期对物理教学提出的新的更高要求, 也是落实“立德树人”根本任务的具体举措。“科学态度与责任”是指在认识科学本质, 认识科学·技术·社会·环境关系的基础上, 逐渐形成的探索自然的内在动力, 严谨认真、实事求是和持之以恒的科学态度, 以及遵守道德规范, 保护环境并推动可持续发展的责任感^[2]。具有科学态度与责任的人, 处理问题时能够更加求真务实, 能够重视证据, 以实事求是的作风, 严谨的态度追求科学真理; 也才“具有学习和研究物理的好奇心与求知欲, 能主动与他人合作, 尊重他人, 能基于证据和逻辑发表自己的见解, 实事求是, 不迷信权威^[2]”。将教师思考问题的思维过

程,尤其是对一些有争议问题的辩论过程分享出来可以很好地陶冶学生,形成科学态度与责任。

例题4 某小组同学在测一节干电池的电动势和内阻时所用器材如下:

- A. 某特殊电池:电动势约为3V,内阻为几欧
- B. 电压表:量程为0~5V,内阻为几千欧
- C. 电流表:量程为0~100mA,内阻为3.6Ω
- D. 标准电阻 R_0 :0.4Ω
- E. 滑动变阻器 R_1 :0~20Ω
- F. 滑动变阻器 R_2 :0~2kΩ
- G. 开关、导线若干

(1) 该小组三名同学各设计了一个实验电路,如图8,其中可行的是_____;

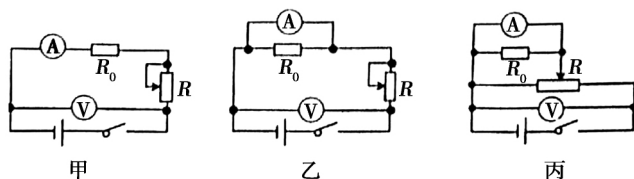


图8

(2) 实验器材中有两个滑动变阻器,该实验应该选用的是_____ (选填 R_1 或 R_2);

(3) 选择(1)中正确的电路后,该小组同学闭合开关,调节滑动变阻器,多次测量,得出多组电压表示数 U 和电流表示数 I ,通过描点画出 $U-I$ 图像如图9所示,则该特殊电池的电动势 $E =$ _____ V,内阻 $r =$ _____ Ω. (结果保留三位有效数字)

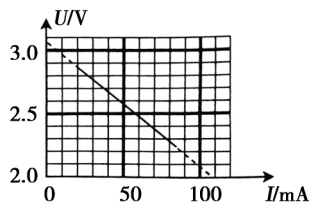


图9

本题是模拟考试实验题,在批改试卷之前教师对此展开了激烈辩论.给学生讲解本题的“正确”答案(乙、 R_1 、3.05、0.980)之后,将教师们的辩论过程分享给学生,让学生感悟教师们的思维过程,对学生养成求实、求真、严谨的科学态度大有好处.下面分享教师们的主要观点.

教师甲:如果答案是:甲、 R_2 、3.05、9.50,也可以(电动势与内阻均可设定一个范围).

教师乙:变阻器肯定选 R_1 ,不能选 R_2 ,电源电动势约3V,内阻几欧,这样变阻器取20Ω易烧表.

教师丙:滑动变阻器限流接法阻值不宜太小,也不宜过大,本题中跟 r 比,最多几十欧,几百欧都不合适,何况几千欧……滑动变阻器太大,电压表读数两个极端,要不维持大读数不动,要不趋于零,很难调到中间数值.从方便调节读数以及保障仪表安全的角度看5到10倍最佳,这是实验操作验证的结果.建议把这个给孩子们讲解,免得孩子们在考场里纠结.

教师甲:应付考试没问题,但细究不对.如果选甲图,配合选 R_2 ,理论上可行.实际使用时, R_2 阻值约在30~150欧之间变化,也就是不到最大值的十分之一,非常不方便.但原理上也没错,而且如果其后面算的内阻是九点几欧姆,原理上还真没错.我刚才到实验室亲自做实验验证,如图10,可惜实验室只有0~200欧姆,没有0到2000欧.而且这样选 R_0 是多余的.选甲配 R_1 就肯定不行,起不到限流作用.

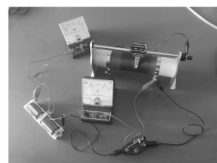


图10

教师丁:能测与好测,不是一回事.要说能测,拿3A量程的电流表测不超过0.5A的电流,也能测.滑动变阻器,就算选择最大阻值10kΩ的,理论上也可以拿来测一节干电池的内阻,无非是调节时不方便.实验不只是说要尽量减小误差,还要尽量优化,操作方便,读数容易.

教师甲:现在的问题是由甲图得出的结论(尽管存在不方便与所谓的安全隐患),明明是可行的,如果判学生错,学生能接受吗?这样教学生,合乎规律吗?

通过上述辩论过程的展示,首先是教师甲敢于对“权威”参考答案的质疑会给学生留下深刻的印象,可以培养学生敢于批判、敢于质疑的精神;教师乙提出“从方便调节读数,以及保障安全5到10倍最佳,这是实验操作验证的结果”,以及教师丁提出“实验不只是说要尽量减小误差,还要尽量优化,操作方便,读数容易”可以让学生意识到物理作为实验学科,要重视理论联系实际.辩论中教师们围绕“可行”与“最佳”“能测”与“好测”的辩论,以及教师亲自做实验验证能否完成实验中的数据,对培养学生求真务实、科学严谨的态度有很大帮助.

参考文献:

[1]朱鎡雄.物理学思想概论[M].北京:清华大学出版社,2009.

[2]中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版)[M].北京:人民教育出版社,2018.

(收稿日期:2021-11-08)