

## 解题的思维过程比结果更美

### ——探讨第 34 届全国中学生物理竞赛预赛第 8 题的解法

万 军

(四川省成都市玉林中学, 四川 成都 610041)

**摘 要:**笔者从突出解题思维过程的角度出发,以第 34 届全国中学生物理竞赛预赛第 8 题为例,分析导体通过反复接触某块金属板充电过程中电荷量的迁移规律。

**关键词:**物理竞赛;充电;电荷量;迁移规律

第 34 届全国中学生物理竞赛预赛试卷第 8 题题目为:某一导体通过反复接触某块金属板充电。该金属板初始电荷量为  $6\mu\text{C}$ ,每次金属板与导体脱离接触后,金属板又被充满  $6\mu\text{C}$  的电荷量。已知导体第一次与金属板接触后,导体上带的电荷量为  $2\mu\text{C}$ ;经过无穷次接触,导体上所带的电荷量最终为\_\_\_\_\_。

参考答案是  $3\mu\text{C}$ 。这是一道填空题,考试结束后,笔者找了一些学生进行了解,发现不少学生的答案正确,但问他们的解法时,回答出乎预料,他们答道:经过无穷次接触,最终金属板和导体各分一半,所以导体上所带的电荷量最终为  $3\mu\text{C}$ 。真是这样简单就解出来了?

由题干可知,根据第一次接触达到静电平衡时两者的电荷量关系可知,导体带了  $2\mu\text{C}$ ,金属板带了  $4\mu\text{C}$ ,所以在接触过程中,导体和金属板的电

荷量分配比例不是 1:1 的关系,而是 1:2 的关系,这种电量分配关系在以后的接触过程中是不变的,所以学生的分析存在问题。

1 从金属板上迁移到导体上的电荷量随着接触次数变化的函数关系

设金属板初始电荷量为  $Q$ ,每次金属板与导体脱离接触后,金属板又被充满  $Q$ ,导体第一次与金属板接触后,导体上带的电荷量为  $q$ 。导体分配的电量与每次接触时的总电量之比: $\frac{q_{\text{导体}}}{Q_{\text{总}}} = \frac{q}{Q}$ 。

由于导体和金属板的结构是不变的,所以每次接触后,电荷分配比例始终不变。

第 1 次: $Q_{\text{导体}1} = q$ 。

第 2 次: $Q_{\text{导体}2} = \frac{q}{Q}(Q+q) = q + \frac{q}{Q}q$ 。

……

(下转第 44 页)

$$= \frac{G}{R-h}。解得 N_2 = \frac{\sqrt{h(2R-h)}}{R-h}mg, 即最小推力 F = \frac{\sqrt{h(2R-h)}}{R-h}mg。$$

点评:本题求解球体脱离地面时水平推力的最小值,采用了三角形定则,把问题转化为矢量三角形的临界条件。用三角形定则解题是一个比较方便、直观地计算最小值的方法,而矢量运算始终贯穿整个高中物理的学习过程,掌握好三角形定则在解题中的应用技巧,将使学生的解题能力得到提升。

综上所述,应用数学知识处理物理问题是高

考考查的能力之一,灵活地运用多种数学方法求解物理的极值问题,是中学物理教学的难点,在平时的教学中,应高度重视,及时总结,适时渗透数学思想。

参考文献:

[1] 丁勇. 高中物理常见的极值问题解法探究[J]. 课程教育研究, 2016, (21).

[2] 周宏建. 例析高中物理极值问题的求解方法[J]. 中学生数理化, 2016, (11).

[3] 鲁信. 高中物理极值问题求解的两种思路[J]. 新高考(高三理化生), 2013, (2).

分很多。本文案例中全班同学共 25 人,分为 5 组进行活动时,一个老师授课仍然无法照顾到全体学生。所有参与课程设计的五位老师均参与了授课,每个老师都能持续关注一组同学,更能了解学生在整堂课中的表现,及时处理“生成性”问题和突发情况,给出有针对性的指导意见,真正做到“因时施教”和“因材施教”。

### 2.3 多机构合作丰富教学设计

STEM 教育是一种跨学科的教学方式,强调学科间的融合。仅仅依靠小学教师的力量远远不够。本案例中有高校的研究人员参与备课、授课,取得了良好的效果。学校也可以加强与科技馆或其他组织机构的合作,融合更多的优质教育资源,创造出更加丰富的教学设计。

### 2.4 注重网络平台的建设

可以搭建 STEM 教师的网络交流平台,方便教师进行教学案例、经验和心得体会的分享与讨论。本案例中提到的“制作有线电话”就是参考了另一个网络资源,而这些资源被整合进一个教学案例中后,又分享到了网络平台供其他老师参考。

分享案例、分析评价、整合设计、再分享、再评价,由此便形成了课程资源的良性循环,全球的教师都能参与其中,这对提升 STEM 教师素养、丰富 STEM 教学资源都有极大帮助。

## 3 结语

STEM 课程的开展离不开课程资源的支持,所以此类课程的开发和利用就显得十分重要。通过借鉴美国现有的课程案例,可以给我国的 STEM 课程资源的开发和利用提供很好的参考。

### 参考文献:

- [1] NGSS Lead States. Next Generation Science Standards: For states, by states[S]. Washington, DC: National Academies Press, 2013.
- [2] Venkatesh Merwade. The Sound of Science[J]. Science and Children, 2014, (2).
- [3] 李天露. 美国科学、技术、工程和数学(STEM)教育政策解读及其启示[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2015.
- [4] 郑浩. OECD“催化项目”中的 STEM 教学模式及其启示[J]. 中国电化教育, 2017, (8)

(上接第 41 页)

$$\text{第 } n \text{ 次: } Q_{\text{导体}n} = q + \frac{q}{Q}q + \left(\frac{q}{Q}\right)^2 q + \cdots + \left(\frac{q}{Q}\right)^{n-1} q,$$
$$\text{化简后得: } Q_{\text{导体}n} = \frac{q[1 - (\frac{q}{Q})^n]}{1 - \frac{q}{Q}}.$$

从金属板上迁移到导体上的电荷量:  $\Delta Q = Q_{\text{导体}n} - Q_{\text{导体}(n-1)} = q \cdot (\frac{q}{Q})^{n-1}$ 。因为  $\frac{q}{Q} < 1$ , 可得: 当  $n \rightarrow \infty$  时,  $\Delta Q \rightarrow 0$ 。

由此就可以准确地得出: 从金属板上迁移到导体上的电荷量越来越少, 最终将为零, 导体获得的电荷量就趋近为一个定值。由  $Q_{\text{导体}n}$  的表达式可得: 当  $n \rightarrow \infty$  时,  $Q_{\text{导体}\infty} = \frac{qQ}{Q-q}$ 。把  $Q = 6\mu\text{C}$ ,  $q = 2\mu\text{C}$  代入, 解得导体上最终所带的电荷量  $Q = 3\mu\text{C}$ 。

## 2 从金属板上迁移到导体上的电荷量随着接触次数变化的图像关系

把  $Q = 6\mu\text{C}$ ,  $q = 2\mu\text{C}$  代入得:  $Q_{\text{导体}n} = \frac{2 \times [1 - (\frac{2}{6})^n]}{1 - \frac{2}{6}} \mu\text{C} = [3 - 3 \times (\frac{1}{3})^n] \mu\text{C}$ , 用

Mathematica 软件作图 (如图 1), 从中可以直观看出导体获得的电荷量随着接触次数的增加趋近一个定值  $3\mu\text{C}$ 。把  $Q = 6\mu\text{C}$ ,  $q = 2\mu\text{C}$  代入得:  $\Delta Q = 2 \times (\frac{1}{3})^{n-1} \mu\text{C}$ , 根据结果可作出图 2, 由图 2 可以直观看出从金属板上迁移到导体上的电荷量逐渐减少至零。

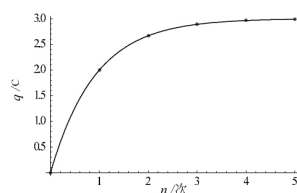


图 1

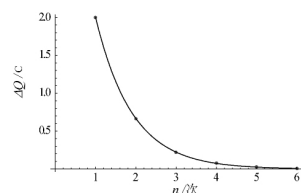


图 2

## 3 结语

通过这道试题提示教师在平时的教学中,要多关注学生的解题思路,因为学生用了错误的方法也可能得出正确的结果。同时也提醒教师在出题时要注意数据设置的严密性,不然该题的检测效度就降低了。总之,要让学生感受到解题的思维过程比结果更美。