

现行教材中一个重要关系式表述的不妥和修改建议

李海浪

(九江市同文中学 江西 九江 332000)

(收稿日期:2015-11-13)

摘要:电势差和电场强度关系是高中物理教材中的一个重要关系式,现行的几种新课标教材公式表述都有不妥之处,本文对此作了比较分析,并对教材中的表述提出了改进建议.

关键词:电势差 电场强度 关系 多版本教材 改进意见

现行高中新课程多版本教材里,对“电势差与电场强度的关系”的公式表述,大致有两种方法:一种是表述为 $U_{AB} = Ed$,或 $E = \frac{U_{AB}}{d}$,为便于讨论,下文称为“第一种表述”,参见“人教版”、“司南版”和“教科版”教材;另一种是表述为 $U = Ed$,或 $E = \frac{U}{d}$,下文称为“第二种表述”,参见“沪科版”和“粤教版”教材.其实,这两种公式表述都有不完美之处.

根据教材定义(以人教版为例),电场中 A, B 两点电势差 $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$.电势差是有正负的,当 A 点电势低于 B 点电势,电势差 U_{AB} 就是负值.但“第一种表述”中,当电势差 U_{AB} 出现负值,等号右边电场强度 E 和沿电场方向距离 d 乘积的符号却是正号,不相等了.有学生认为只要电场强度补一个负号(他们的理由是场强有时候也是负的),或者距离加一个负号就“相等了”,这些说法显然是错误的.因为电场

$$\cos \alpha = \frac{M}{\sqrt{M^2 + 2Mm \sin^2 \theta + m^2 \sin^2 \theta}} \cos \theta \quad (5)$$

通过式(3)和式(5)可知当仰角 θ 一定时反冲速度 v 与 $\frac{mv_0 \cos \theta}{M}$ 之间的偏差以及 α 与 θ 的偏差与 $\frac{m}{M}$ 有关,假设炮筒的仰角 $\theta = 60^\circ$ 时具体计算结果如表1所示.

表1 质量比值不同时炮车反冲速度 v 及发射角 α 大小

$\frac{m}{M}$	$\frac{mv_0 \cos \theta}{M}$	v	$\alpha / (^\circ)$
0.100	$0.0500v_0$	$0.046470v_0$	62.30
0.010	$0.0050v_0$	$0.004962v_0$	60.24
0.001	$0.0005v_0$	$0.000499v_0$	60.02

通过分析可知随着 $\frac{m}{M}$ 的减小, v 与 $\frac{mv_0 \cos \theta}{M}$ 之间的偏差及 α 与 θ 的偏差逐渐减小,并且当 $\frac{m}{M}$ 值非

常小时,这种偏差几乎可以忽略不计.实际上炮车发射炮弹时可认为炮车质量 M 远大于炮弹质量 m ,那么此时可近似认为

$$\alpha = \theta \quad v = \frac{mv_0 \cos \theta}{M}$$

关于炮车反冲问题在教学过程中首先要强调炮弹的发射角 α 并不是炮筒的仰角 θ ,因此理论上不能利用 $mv_0 \cos \theta = Mv$ 来计算炮车的反冲速度 v .其次要说明当炮车质量 M 远大于炮弹质量 m 时,可近似认为 $\theta = \alpha$,可以利用 $mv_0 \cos \theta = Mv$ 计算炮车反冲速度.因此前面所给出的炮车反冲速度 $v = \frac{mv_0 \cos \theta}{M}$ 只是在 M 远大于 m 情况下的近似解,而不是精确解.

参考文献

- 1 杨宇红. 如何理解和研究反冲运动. 物理通报, 2015(1):41
- 2 罗小青. 浅谈在中专物理课程教学中动量守恒定律的应用. 景德镇高专学报, 2003(2):78

强度的负号是在一维情况下,人为规定正方向后,与正方向相反的情况下才出现的,与电势差的正负号没有任何关系.等号左右正负号不匹配,等式怎么能成立?教师讲题或学生练习中这个问题常常会感到有点麻烦.

“第二种表述”由于电势差不写下脚标,一般表示电势差的绝对值,等号两边都是正值,不存在正负号匹配问题,等式是没问题的.但这样的话,似乎在回避问题,因为在实际问题当中,的确会出现涉及电场强度 E 与两点电势差 U_{AB} 关系的问题,学生遇到这类问题往往感到疑惑,作为教材和教辅资料,应该给学生以必要的说明或指导.

查询普通物理教材,我们发现关于电势差与电场强度关系的表述是相当严谨的,这些教材一般先引入电势梯度矢量,然后得出“电场中任意点的场强等于该点电势梯度的负值”,即 $\mathbf{E} = -\text{grad}\varphi = -\nabla\varphi$,这样的表达式,等号两边都是有方向的矢量,显然没有任何问题.

不过,这样的表述,难度比较大,超越了教学要求,中学阶段不可能这样处理,如何表述才比较合适呢?

笔者建议,关于电势差与电场强度关系的表述,以人教版为例,可以在原有推导基础上,补充说明,“如果匀强电场中 A, B 两点的电势关系为 $\varphi_A < \varphi_B$, 则 $U_{AB} = -Ed$ ”,最后总结得出,“匀强电场中两点间电势差(绝对值)等于电场强度与这两点沿电场

方向距离的乘积”,并给出“ $U = Ed$ ”这一表达式.

这样处理至少有两点好处.

第一,讨论更严谨、完整,如果教材已经讨论了 $U_{AB} = -Ed$ 这种情况,学生不会再提出 $\varphi_A < \varphi_B$ 情况下,原教材中公式 $U_{AB} = Ed$ 两边正负号矛盾的问题;

第二,便于学生选择应用恰当的公式,今后遇到相关问题的时候,学生可以选择电势差带下脚标的关系式 $U_{AB} = Ed$ 或 $U_{AB} = -Ed$,也可以选用只考虑各个量绝对值的公式 $U = Ed$.

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·选修3-1.北京:人民教育出版社,2010
- 2 司南中学物理教材编写组.普通高中课程标准实验教科书物理·选修3-1.山东:山东科学技术出版社,2011.7
- 3 广东基础教育课程资源研究开发中心物理教材编写组.普通高中课程标准实验教科书物理·选修3-1.广州:广东教育出版社,2004.7
- 4 教育科学出版社.普通高中课程标准实验教科书物理·选修3-1.北京:教育科学出版社,
- 5 上海科学技术出版社.普通高中课程标准实验教科书物理·选修3-1.上海:上海科学技术出版社,2013
- 6 程守珠,姜之永.普通物理学(第2册)(第5版).北京:高等教育出版社,1998
- 7 张三慧.大学物理学第3册电磁学(第2版).北京:清华大学出版社,1999.12

The Inappropriate Expression of an Important Equation in the Current Physics Textbook and Its Modification Suggestion

Li Hailang

(Jiujiang Tongwen Middle School, Jiujiang, Jiangxi 332000)

Abstract: For high school education, an equation of the electric potential and the electric field is an important formula in physics, but the equation in current new textbook has several shortcomings. This paper makes a comparative analysis and put forward suggestions for improvement in the teaching material.

Key words: electric potential; electric field; relationship; textbook; suggestions