

# 电磁感应中变力问题的焦耳热能这么求吗

龚亚利

(云南大学附属中学 云南 昆明 650002)

(收稿日期:2017-08-17)

**摘要:**电磁感应中经常会涉及到感应电流产生的焦耳热的求解,这也是电磁感应中很典型的一类问题.学生对变化的电流如何求其焦耳热普遍感觉很棘手,也很容易出错.本文通过高三第一轮复习中一道题目的错误解法,从中找出错因,提出正确的解法.

**关键词:**电磁感应 变力 焦耳热

高中物理 2015 年《世纪金榜高中全程复习方略》中的“电磁感应中的图像问题”这一节里,有一个这样的题:一正方形金属线框位于有界匀强磁场区域内,线框平面与磁场垂直,线框的右边紧贴着磁场边界,如图 1(a) 所示.  $t=0$  时刻对线框施加一水平向右的外力  $F$ , 让线框从静止开始做匀加速直线运动穿过磁场. 外力  $F$  随时间  $t$  变化的图线如图 1(b) 所示. 已知线框质量  $m=1\text{ kg}$ , 电阻  $R=1\ \Omega$ . 以下说法正确的是( )

- A. 线圈做匀加速直线运动的加速度为  $1\text{ m/s}^2$   
 B. 匀强磁场的磁感应强度为  $2\sqrt{2}\text{ T}$   
 C. 线框穿过磁场的过程中, 通过线框的电荷量为  $\frac{\sqrt{2}}{2}\text{ C}$

D. 线框穿过磁场的过程中, 线框上产生的焦耳热为  $1.5\text{ J}$

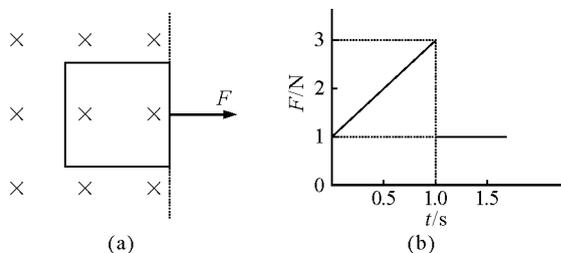


图 1

答案: A, B, C

对于选项 D, 书里的解析为

$$Q = \bar{F}L - \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\text{ J}$$

故 D 错.

笔者认为, 对于随时间均匀变化的力, 求功时不能采用平均值!

因为功是力在空间(位移)上的积累. 如果力随位移均匀变化, 求该力的功是可以取平均值的, 可以通过画力随位移的图像求其面积. 类似的方法比如弹簧弹力做的功可以通过  $F-x$  图像求面积来求功, 匀加速直线运动的位移可以通过  $v-t$  图像求面积等等. 那么, 这种力随时间均匀变化时做的功怎么求解呢?

笔者认为, 可以采用积分的思想方法, 即求出力随时间变化的关系式. 本题中, 力  $F=2t+1$ , 而初速度为零的匀加速直线运动的位移  $x = \frac{1}{2}at^2$ , 联立可得

$$F = 2\sqrt{\frac{2x}{a}} + 1 (a = 1\text{ m/s}^2)$$

通过  $F$  对位移  $x$  在  $(0 - \frac{1}{2}m)$  的积分即

$$\int_0^{\frac{1}{2}} [2(2x)^{\frac{1}{2}} + 1] dx = \frac{7}{6}\text{ J}$$

而用平均值求出的拉力做的功  $\bar{F}x = 1\text{ J}$ . 故本题求出的焦耳热为  $\frac{2}{3}\text{ J}$ . 当然, 本题也可以通过  $Q = I^2Rt$

来求. 由  $I = \frac{Blv}{R} = \frac{Blat}{R}$

通过  $I^2R$  对时间  $t$  在  $(0 - 1\text{ s})$  的积分即

$$\int_0^1 \frac{B^2 l^2 a^2 t^2}{R} dt = \frac{2}{3}\text{ J}$$

**总结:** 随时间变化的力求功或者是随时间变化的电流求热量时, 可以通过积分的方法来求解. 这里给出用积分的方法来求解, 对高三学生来说, 数学也学过微积分, 所以是一种可行的方法.

## 参考文献

- 张泉. 世纪金榜高中全程复习方略. 延边朝鲜族自治州: 延边大学出版社, 2015