

谈一道2016年全国高考题的解答与反思

赵 军

(重庆清华中学 重庆 400054)

(收稿日期:2016-10-11)

2016年全国高考理综I卷第16题是一道关于变压器计算的选择題,由于高考答案解析和教学期刊中尚有关键处未被指出,本文拟作一分析深究,希望对高考的命题以及备考有所裨益.原題如下.

【題目】一含有理想变压器的电路如图1所示,图中电阻 R_1, R_2 和 R_3 的阻值分别为 $3\ \Omega, 1\ \Omega$ 和 $4\ \Omega$, \textcircled{A} 为理想交流电流表, U 为正弦交流电压源,输出电压的有效值恒定.当开关S断开时,电流表的示数为 I ;当S闭合时,电流表的示数为 $4I$.该变压器原、副线圈匝数比为

- A. 2 B. 3 C. 4 D. 5

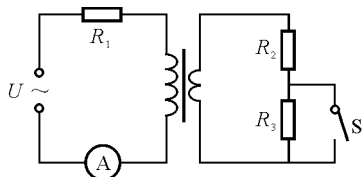


图1 題目附图

解析:设该变压器原、副线圈匝数比为 k ,当开关S断开时,原线圈两端电压

$$U_1 = U - IR_1$$

原线圈中的电流 $I_1 = I$

副线圈的电压

$$U_2 = \frac{U_1}{k} = \frac{U - IR_1}{k}$$

根据原副线圈电流之比和欧姆定律,有

$$I_2 = kI_1 = \frac{U_2}{R_2 + R_3}$$

当开关S闭合时,原线圈两端电压

$$U'_1 = U - 4IR_1$$

原线圈中的电流 $I'_1 = I$

副线圈的电压

$$U'_2 = \frac{U'_1}{k} = \frac{U - 4IR_1}{k}$$

根据原副线圈电流之比和欧姆定律

$$I_2 = kI'_1 = \frac{U'_2}{R_2}$$

综上解得 $k=3$,故A,C,D错误,B正确.

反思:上述解法看似无懈可击,但有教师指出:输入电压 $U = U_1 + IR_1$.因为原线圈两端的电压与左侧电阻 R 上的电压存在 $\frac{\pi}{2}$ 的相位差,由勾股定理应该有

$$U = \sqrt{U_1^2 + (IR)^2}$$

结合图2,电阻 R 和电感 L 存在 $\frac{\pi}{2}$ 的相位差可如下证明^[1]:设电流 $i = I \cos \omega t$,则电阻 R 上的电压

$$u_R = iR = IR \cos \omega t$$

电感 L 的电压

$$u_L = L \left(\frac{di}{dt} \right) = -IL\omega \sin \omega t = I\omega L \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

可见,电阻上的电压与电流同相位,而电感上的电压比电流超前 $\left(\frac{\pi}{2}\right)$ 相位,故电感上的电压比电阻上的电压超前 $\left(\frac{\pi}{2}\right)$ 相位,所以二者遵守矢量和法则(图3).

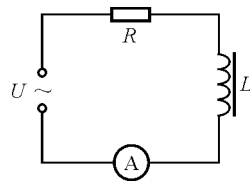
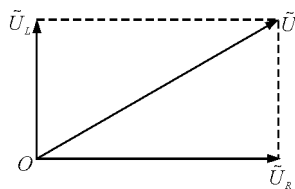
图2 R和L存在 $\frac{\pi}{2}$ 的相位差

图3 电阻和电感之间的电压相位差遵守矢量和法则

如此看来,常见的解法及其答案都不对?下面我们另辟蹊径,从变压器的输出端看回来,得到理想变压器的输出等效电路^[1],如图4所示.

对高中物理教材必修1编写的几点商榷

范青林

(烟台市莱山区第一中学 山东 烟台 264000)

(收稿日期:2016-10-21)

摘要:通过对教材中数据和插图分析研究,发现其内容陈旧,与时代和科技的发展不符,提出教材的编写应与时俱进,其内容应该体现科技的进步和师生的生活认知.

关键词:教材 数据 插图 陈旧

现行高中人教版教材^[1]是2004年初审通过在各地开始使用,伴随着新课改的进行,对我国的基础教育发挥了积极的作用.虽中间几经修改,但课程内容愈发跟不上时代的发展,存在“旧”的状况,难以反映当代科技、社会发展的新景象,脱离学生生活经验和社会实际.本文以必修1为例,谈几个值得商榷的方面,以供新一轮的教材编写和修订参考,不足之处请各位专家指正.

1 教材中的各项数据陈旧 与时代发展不符

笔者在教授必修1时,发现不少试题和表格中

的数据与当前的科技和社会发展不符,让人感觉这仿佛是20世纪的教材,少了许多鲜活感.在课本第27页的表格列出了一些运动物体的加速度,如图1所示.

一些运动物体的加速度 $a/(m \cdot s^{-2})$ ^[1]			
炮弹在炮筒中	5×10^4	赛车起步	4.5
跳伞者着陆时	-24.5	汽车起步	约2
喷气式飞机着陆后滑行	-5 ~ -8	无轨电车起步	约1.8
汽车急刹车	-4 ~ -6	旅客列车起步	约0.35

图1 一些运动物体的加速度

其中汽车急刹车的加速度大小给的是 $4 m/s^2$ 到 $6 m/s^2$,这显然与现在的汽车性能不符.以最常

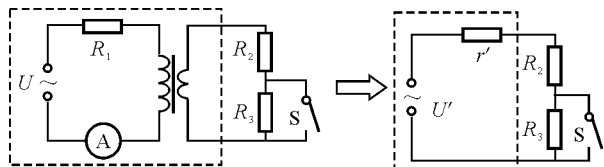


图4 理想变压器输出的等效电路

仍然设该变压器原、副线圈匝数比为 k ,等效信号源的电动势和内阻分别为

$$U' = \frac{Un_2}{n_1} = \left(\frac{U}{k}\right) \quad r' = \frac{R_1 n_2^2}{n_1^2} = \frac{R_1}{k^2}$$

当开关 S 断开时,根据欧姆定律

$$I = \frac{U'}{(r' + R_2 + R_3)}$$

当开关 S 闭合时,根据欧姆定律

$$4I = \frac{U'}{(r' + R_2)}$$

综上解得 $k=3$,故 A,C,D 错误,B 正确.

上面的结果表明,常见的解法及其答案并没有错.那么,前面说的 $\left(\frac{\pi}{2}\right)$ 相位差的影响怎么消失了? 这里面有关键的深层原因,文献[2]中并未指出.

理想变压器的电压和电流变比公式分别为

$$\frac{\tilde{U}_1}{\tilde{U}_2} = -\frac{N_1}{N_2} \quad \frac{\tilde{I}_1}{\tilde{I}_2} = -\frac{N_2}{N_1}$$

从负号可知 \tilde{U}_1 与 \tilde{U}_2 , \tilde{I}_1 与 \tilde{I}_2 之间的相位都差 π ; 同时,负载为纯电阻性(阻抗为实数),则 \tilde{I}_2 与 \tilde{U}_2 相位一致,从而 \tilde{U}_1 与 \tilde{I}_1 的相位也是一致的,这就导致变压器原线圈回路中电阻的电压和原线圈两端的电压正好同相位^[1],大小相加即等于输入电压 220 V 了.这才是常见解法及其答案正确的深层原因.

此题作为高考题,显然不妥,因为无法在中学知识体系内弄清楚其中的来龙去脉,反而让学生形成了“交流电路中电阻和电感上电压大小直接相加”的极其错误的思想,为今后的学习造成困扰.

参考文献

- 赵凯华,陈熙谋.新概念物理教程·电磁学(第二版).北京:高等教育出版社,2006.338~339,368,369~371
- 朱胜旺.由2016年高考新课标I卷交变电流问题想到的.物理教师,2016(7):74~75