

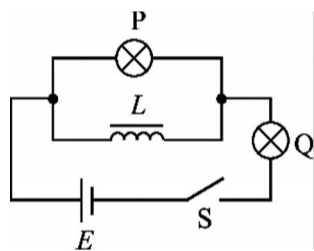
物理真题解析

编者按:2023年高考已经落下帷幕,其中物理卷命题依据《普通高中物理课程标准》(2017年版2020年修订)(下文简称“新课标”)的理念和要求,综合考虑新教材背景下的高中物理教学实际,坚持“稳中求进”的命题总基调,在保持稳定下谋发展,传承特色中求创新。从本期开始,本报逐一对2023年北京高考物理卷典型试题进行评析,为考生下一步系统备考提供指导。

2023年北京高中学业水平等级考 物理卷典型试题评析(一)

北辰

【2023年高考物理原题5】如图
所示, L 是自感系数很大、电阻很小的线圈, P 、 Q 是两个相同的小灯泡。开始时,开关 S 处于闭合状态, P 灯微亮, Q 灯正常发光。断开开关



- A. P 与 Q 同时熄灭
B. P 比 Q 先熄灭
C. Q 闪亮后再熄灭
D. P 闪亮后再熄灭

【答案】D

【分析】北京试题历来重视对学生实验及演示实验的考查,通过实验现象探寻现象后的物理本质。课标要求,通过实验了解自感现象,能举例说明自感现象在生活中的应用;能够通过电磁感应的有关规律分析电路通电、断电时线圈自感现象的成因,以及磁场中的能量转化与守恒。对于教材中的演示实验“观察开关断开时灯泡的亮度”,教师应该创造条件给同学们演示,条件允许可改成学生实验,让学生亲自去设计实验参数、操作实验、观察实验现象,并对实验现象进行解释、分析和讨论,探讨为了使实验现象更加明显,反思应如何进行参数的设置和改进,从而在科学探究的过程中提升学科素养水平。

题目素材直接来源于普通高中教科书物理选择性必修第二册第二章电磁感应第4节互感与自感课后习题第3题。教材中题目的设计考查了闭合开关时的通电自感现象,以及断开开关时的断电自感现象。闭合开关的瞬间,因为自感系数 L 很大,自感电动势很大,阻碍的效果明显,此时可认为 L 支路是断路,两个小灯泡同时亮起。当电路中的电流稳定,线圈的自感电动势为零,阻碍效果消失,因线圈直流电阻很小,很快与线圈并联的小灯泡亮度降低,处于干路的小灯泡一直发光且亮度比闭合开关时更亮,最终达到发热和散热平衡

的稳定发光状态。

本题问题设置了该电路稳定后断开开关的断电自感现象。题干做了进一步更为具体的实际参数说明。断开开关后,根据欧姆定律,自感线圈 L 与小灯泡 P 形成回路。回路中电流 i 所满足的微分方程为:

$$L \frac{di}{dt} + i(R_L + R_P) = 0$$

$$\text{可得: } i = I_L \cdot e^{-\frac{R_L + R_P}{L}t}$$

当开关闭合后, P 灯与线圈 L 并联,再与 Q 灯串联可知 $I_L + I_P = I_Q$,由于 P 灯微亮, Q 灯正常发光,可知 P 灯电流比 Q 灯电流小得多,结合题中 L 为自感系数很大、电阻很小的线圈,所以 $I_P < I_Q$ 。断开开关后,由于 L 的自感现象,其中电流不会发生突变,由原电流 I_L 按指数函数变化逐渐减小,与小灯泡 P 形成闭合回路,此时流经小灯泡 P 电流由之前的 I_P 变为 I_L ,从而出现闪亮现象。因初始小灯泡 Q 正常发光,所以断开开关时,小灯泡 P 电流 I_L 小于其额定电流,只会闪亮不会出现烧坏小灯泡的可能。但因电流 I_L 为指数衰减,衰减较快, P 闪亮后熄灭。断开开关后, Q 灯与线圈 L 无法构成回路而熄灭,故 Q 先熄灭, P 闪亮后熄灭。

选项A、B均错误。选项C中 Q 闪亮后再熄灭错误;选项D中 P 闪亮后熄灭正确。从能量的角度看,断开开关后 P 灯闪亮后到熄灭还有一段时间,这段时间 P 灯消耗的电能来源于自感线圈存储的磁场能 $E_L = \frac{1}{2}L \cdot I^2$ 。

题目源于教材中的演示实验和课后习题,充分显现了北京高考回归课堂、回归教材的命题理念,对一线教学具有很好的导向,要求教师认真研读教材,学生认真阅读和学习教材。题目考查了学生基于实验现象提出问题、解释现象和交流结论等科学探究的素养要素,同时提炼和升华了电路中的能量观念。

【2023年高考物理原题7】自制一个原、副线圈匝数分别为600匝和190匝的变压器,原线圈接12V的正弦交流电源,副线圈接额定电压为3.8V的小灯泡。实际测得小灯泡两端电压为2.5V。下列措施有可能使小灯泡正

常发光的是

- A. 仅增加原线圈匝数
B. 仅增加副线圈匝数
C. 将原、副线圈匝数都增为原来的两倍
D. 将两个3.8V小灯泡并联起来接入副线圈

【答案】B

【分析】变压器在生产 and 生活中有十分广泛的应用,互感现象是变压器工作的基础。原、副线圈具有共同的铁芯,对于理想变压器,穿过它们的磁通量和磁通量的变化时刻都相同。因此,其中的感应电动势之比只与匝数有关。新教材将变压器的演示实验改为学生实验,即“探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系”,加大了对实验探究的要求,特别突出要通过实验探究得出结论。《新课标》要求学生知道变压器的结构及几种常见的变压器,理解变压器的工作原理;通过实验,探究理想变压器的原、副线圈中电压与匝数的关系,电流与匝数的关系;了解理想化模型在物理学研究中的重要性。

满足以下几点假设的变压器称为理想变压器:

- (1) 没有漏磁,即通过原线圈和副线圈的磁通量都一样;
- (2) 原副线圈中没有电阻,从而没有铜损(即忽略原、副线圈导线中的焦耳损耗);
- (3) 铁芯中没有铁损(即忽略铁芯中的磁滞损耗和涡流损耗);
- (4) 原、副线圈的自感系数 L 均趋于无限大,从而使空载电流趋于零。

本题以理想变压器模型为基础,但考虑到小灯泡本身电阻不大,而铜导线电阻虽小但线圈匝数较多,因而并不能忽略。通过题目所给信息——原、副线圈匝数分别为600匝和190匝的变压器,匝数比恰好为12:3.8,原线圈接12V的正弦交流电,副线圈接3.8V小灯泡,结果实际测得小灯泡两端的电压仅为2.5V,不能正常发光。而在实际变压器中,不仅有漏磁,原、副线圈电阻带来铜损,铁芯铁损等各种可能的因素影响实验结果。如果只考虑副线圈和灯泡组成回路中副线圈

电阻的影响,那么:

选项A,仅增加原线圈匝数,会使副线圈两端电压更低,小灯泡两端电压更低,无法使小灯泡正常发光;

选项B,仅增加副线圈匝数,会使副线圈两端电压增大,有可能使小灯泡正常发光;

选项C,将原、副线圈匝数都增为原来的两倍,副线圈电压无法增加,同时还增大了副线圈的电阻,无法使小灯泡正常发光;

选项D,将两个3.8V小灯泡并联起来接入副线圈,在副线圈与小灯泡组成的回路中,副线圈的电阻所占的比例更大,从而使小灯泡两端电压更小,无法正常发光。

实际变压器中,漏磁、铁损和铜损等都存在,本题中我们忽略其他因素的影响,假设副线圈感应出的电动势 $U = 3.8V$,只考虑副线圈内阻导致的小灯泡电压低于3.8V。下面我们估算一下,设小灯泡电阻 $R_P = 10\Omega$,小灯泡两端的电压为 U_P , $n = 190$ 匝副线圈的电阻为 R_L 。根据副线圈与小灯泡构成的回路中电流相等, $\frac{U - U_P}{R_L} = \frac{U_P}{R_P}$,估算得

$R_L = 5.2\Omega$ 。选项B中只增加副线圈匝数,其内阻也会增大,是否可能会使小灯泡正常发光?基于前边的估算,设副线圈的匝数增加到原来的 N 倍时恰好使小灯泡正常发光,可得 $\frac{N \cdot U - U}{N \cdot R_L} = \frac{U}{R_P}$,解得 $N = 2.08$ 。即副线圈匝数增加到约 $190 \cdot N = 396$ 匝时,恰好可以使小灯泡正常发光。当考虑磁损和铁损等其他因素的影响时,为了使小灯泡正常发光,实际中应使副线圈的匝数大于396匝。

题目考查了真实情境下的真实问题,考查了学生在实验过程中发现问题,从而能够对问题进行定性思考与讨论的能力。上述的讨论仅仅是探讨假设只有副线圈电阻分走了副线圈回路中的电压,从而导致副线圈中小灯泡两端电压低于3.8V而不能正常发光。真实情况是多种因素共同作用的结果,想要定量地进行讨论分析十分困难。

(未完待续)