

总论电磁感应- ——自感理论的真伪

中国 苏州

张 中 民

2011.2.11

总目录



总论·····	1
论电磁感应——自感理论的真伪·····	6
解读	
《论电磁感应——自感理论的真伪》·····	107
再解读	
《论电磁感应——自感理论的真伪》·····	123
完全解读	
《论电磁感应——自感理论的真伪》·····	146

总 论

论电磁感应~自感理论的真伪系列书公示 5 年来,正确与谬误,科学与伪学的 PK (实际上是人们思想和认知的冲撞),结果有目共睹,是物理科学的进步,直接惠及中国千百万和全球亿万计的学生、教师、学者、专家,正如 4 百年前的“日心说”取代“地心说”的情况一般。

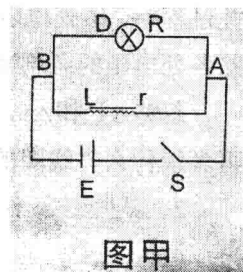
物理教辅书的编辑,出版商和书商们最懂得趋利避害。果断快速地删除谬误和伪学,维护书本内容科学,确保畅销赢利,坚决不做亏本生意。再说他们也希望自己的子女、小辈们学好科学知识,不受伪科学的影响伤害。

伪学,伪科学,成系统的错误理论,错误论点和方法,违背客观事物及其发展规律,这是学术问题。这与“学术造假”是两码事,性质完全不同,不可相提并论。“学术造假”是人的“品质问题”。而学术问题是认知差异,应该百家争名。允许大家公开发表各种看法、观点、理论。科学无领导,科学无国界,科学不须批准,只有认同与不认同。谁也不是老大!允许别人保留错误观点理论,展开公开公平的讨论,毋须强制他人接受科学理论观点。时间和实践会消灭错误!

综合各种错误典型案例的突出症结,总结剖析于下:

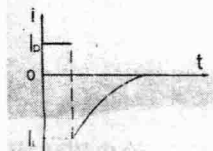
(总结典型案例)

如图甲示,电源电动势为 E , 内阻不计。外电路有电灯 D 与线圈 L 并联,两端接电源两极,其中有开关 S 连接操控。灯的电阻为 R , 线圈有电阻为 r 。且 $R > r$ 。



图甲

将开关 S 合上，接通电路。稳定后，并联的两条支路中的电流分别是 $I_D = \frac{E}{R}$ 和 $I_L = \frac{E}{r}$ 。这时 $I_L > I_D$ 。



图乙

将开关 S 快速断开时，灯 D 闪亮一下后再慢慢变暗至熄灭。发生这种自感现象的原理详述之。

专家答：开关 S 接通，电流稳定时，线圈 L 中的电流大于灯 D 中的电流 $I_L > I_D$ 。在开关 S 断开时，灯 D 支路的电流立刻变为零，而线圈 L 由于自感作用依然保持电流 I_L 不变（大小和方向），又由于此时 LD 构成闭合回路，电流 I_L 迅速反向流过灯 D（比 I_D 大）；且逐渐变小（参见图乙），故使灯 D 迅速闪亮一下再渐渐变暗至熄灭。

切断开关 S 后流过灯 D 的电流就是原来线圈 L 中的电流 I_L ，能量守恒，由于线圈的自感作用而放电致电流逐渐变小直至为零。

〔剖析〕

1、该典例的专家观点，不承认开关 S 接通和切断是一个“过程”，是经历一段“时间”的 Δt ；也不承认开关处变动过程中“电阻”的变化，而电阻的变化必然造成电路中各处电压分配的变化，相应地使电路中的电流发生变化（ ΔI ）。而 ΔI 和 Δt 这两项恰恰是自感现象中的自感电动势产生必须的物理条件。

开关处啮合接触面积必须相当大，比如 10mm^2 截面及以上的铜件的电阻可以忽略，它不影响电路中各处电压的分配。而在切断开关过程中，该处电阻会迅速增大直至无限大（断开），这必然造成电路各处电压的急剧减小，电流急剧减小，迅速为零。

忽略 ΔI 和 Δt ，这就从根本上铲除发生自感现象的必备条件，再奢谈什么“线圈的自感作用”完全是“克里空”。

2、某些专家不敢把 I_L 直接定义为自感电流，但各种阐述又说

它是切断开关后的“电流”(自感电流)。可见专家心中没底,犹抱琵琶半遮面。因为内容属电磁感应,说不行,说了又怕错,所以常见的专家阐述皆含含糊糊。这也难怪,自己大脑里的线路和物理过程,还未理清,怎会有正确思路理论的表达?!

I_L 大小只与外加电压 E 和线圈支路的电阻 r 有关。不论 L 的自感系数大小,总是 $I_L = E/r$ 。既然如此与自感系数无关。又怎样说它是什么自感现象呢?既然 I_L 已定,无关乎 L 的自感系数大小,又何在乎开关 S 通断过程的快慢呢?快速切断与缓慢切断开关 S 时的电流都是 I_L ,何必去强调什么快速切断开关 S ? 多此一举,画蛇添足。

3、电流大小相等,并不就表示能量守恒,如果依据开关 S 通断前后 I_L 不变,原来它的电功率是 $P = I_L^2 r$,后来 L 与 R 构成闭合回路时的电功率 $P' = I_L^2 (R+r)$, 能量不守恒。电流大小不变的说法就不成立。

电流与能量是不同的两个物理量,具有不同的概念涵义。大家知道 UIt 和 $I^2 R t$ 都是能量,而 I 只是电流,不能混为一谈。开关切断前电流 I_L 在线圈支路的热能是 $I_L^2 r t$, 而切断开关 S 后,依专家之说电流 I_L 不变,通过新构建闭合回路的热能是 $I_L^2 (R+r) t$, 能量并不守恒。用能量守恒定律来佐证 I_L 的不变,继而推断 I_L 为自感电流,这种偷换概念混淆视听的做法,明显违背科学。

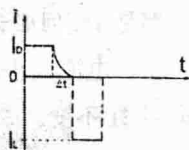
4、开关切断时,支路 ADB 电流为 0, 而支路 ALB 依然有电流 I_L 新构建的 $ALDBA$ 回路突然有自感电流 I_L 从灯 D 中反向流过。大家知道一段电路 BDA 从无电流变成有电流通过,那只是在电路两端加上电压(电势差)时才会产生电流,这是最基本的知识原理。而专家却认为“电流”是一个特立独行的物理量,它爱怎么流就怎么流。

说有就有，说无便无。故而切断开关 S 后， I_L 就像水流一般从“蓄水管” L 流向“空管” D，由于没有补充后继无力，电流如水流般虎头蛇尾越来越小（图乙）。

众所周知，电流是电荷集体的定向移动。故当开关 S 断开时，D 支路电流为 0，就意味着电荷集体定向移动消失。而 L 支路仍有电流仍为 I_L ，这也意味着电荷集体仍在定向移动。这简直不可思议！

（断之前 D 中绝对无反向电流）这之后是如何发生 D 支路有 I_L 电流的电荷定向移动呢？！难道是 L 里的电荷集体进入 D 支路亦或是这些电荷撞击 D 支路中的电荷使之移动呢？！用水流去框套电流现象违背物理学基本原理，那只能蹈入错误泥坑，越陷越深，谬误百出。

按照图甲电路所发生的开关 S 切断电路过程前后灯 D 中的电流，并非如图乙所示，而应该是如图丙所示。



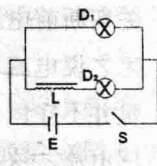
图丙

自感电流 I_0 ，可能大于、等于或小于电灯原电流 I_D ，方向相反。

自感电流 I_0 时间很短，犹如放电一般，瞬间电流大小不变。

5、所谓“通电自感”和“断电自感”的本质。

事物往往具有多面性，多样性。下面只谈一点。如图丁所示， D_1 和 D_2 是完全相同的灯泡，电阻为 R 。L 为线圈，电阻忽略不计。E 为直流电源，内阻为零。开关 S 接通时电阻为零。



图丁

(1) 将开关 S 从断开状态操作至完全接通时，灯 D_2 较 D_1 略显滞后些时达到正常发光的现象，就是所谓“通电自感”现象。

大家知道 L 支路的电阻越大，达到正常发光的稳定电流就小，线圈 L 的磁场能就小，充磁时间就短，灯 D_2 较 D_1 正常发光的时间

差也小；如果 L 支路的电阻越小，达到正常发光的稳定电流就大，线圈 L 的磁场能就大，充磁时间就长，灯 D_2 较 D_1 正常发光的滞后时差也大。

(2)从稳定状态将开关 S 迅速断开电路后的短时间内，会出现电灯闪亮一下后再熄灭的现象，就是所谓“断电自感”现象。

同前面分析可知，如果 L 支路的电阻越小，稳定电流就越大，线圈 L 贮存的磁场能就越多，加之自感系数 L 越大，操作开关切断电路的时间 Δt 越短，则“断电自感”现象就越明显，这根本原因就是自感电动势 $E_{\text{自}}$ 越大， $E = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ 。

五年来的多次多方面详尽论析续编于后，完全达到对电磁感应～自感现象的理论，正本清源，奠定基础科学的理论。

论电磁感应---

---自感理论的真伪

中国 苏州

张 中 民

2006 . 5 . 1

目 录

引言 • 8 •

(一) 错误理论的典型案例 • 9 •

(二) 科学例证 • 53 •

实例 实验 论据 范例

(三) 析评错误典型案例 • 87 •

(四) 科学结论 • 103 •

$$E_{\text{感}} = n \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

$$E_{\text{自}} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$I_{\text{感}} = \frac{E_{\text{感}}}{R + r}$$

$$I_{\text{自}} = \frac{E_{\text{自}}}{R + r}$$

保护作者著作权益
物理科研成果共享

严禁剽窃盗印牟利
违者法律追究不贷

宏扬科学肃清伪学
师生合力净化学界

论电磁感应

自感理论的真伪

中国 张中民

近 200 年来，奥斯特、法拉第、楞次、麦克斯韦……众多物理学家在电磁感应现象领域的探索、发现、研究和实践等方面的卓越贡献，对人类社会的进步发展具有划时代重大意义，人类由此获得大量电能，人们的生活、生产、工作、交通、通讯、科研技术等各个领域，都得到无与伦比的飞跃发展，由此，人类的“异想天开”，走向太空，登陆月球，探索火星，穿越太阳系，飞向外太空，开创了人类新世纪。

然而近 20 年来，我们物理学界对电磁感应，特别是自感现象方面的理论，错误观点大量充斥各类物理教辅丛书，也出现于试题试卷，传播于课堂教学，教科书也未能幸免。把错误理论——伪科学当作金科玉律灌输给千百万学子，其后果真是无法估量。

为澄清科学理论的真伪，下面共分四部分：（一）错误理论的典型案例；（二）科学例证：实例、实验、论据、范例；（三）评析典型案例；（四）科学结论。

(一) 错误理论的典型案例列

由多种物理教辅丛书择选的典型案例，节录原文习题及解答编排于后。

【案例 1】 图 17-49 所示电路中， L 为自感系数较大的线圈，开关接通时，稳定后 L 上电流为 1A ，电阻 R 上电流为 0.5A ，当 S 突然断开后， R 上的电流由_____A 开始减小，方向是_____。

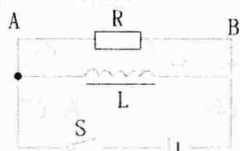


图 17 - 49

答案：1A 向左

【案例 2】 自感电动势阻碍电流减小，总是起着推迟电流变化的作用。通过自感线圈中的电流不能突变，电流从一个值变到另一个值总需要时间，……断开电路时，电流也不可能一下子变为零。

《高中物理学习指导用书 江苏教委教研室 2001 年 6 月》

做图 16—33 的实验，把灯泡 A 和带铁芯的线圈 L 并联在直流电路中，接通电路，灯泡 A 正常发光。断开电路，这时可以看到，灯泡 A 没有立即熄灭，相反，它会很亮地闪一下。为什么会出现这种现象呢？

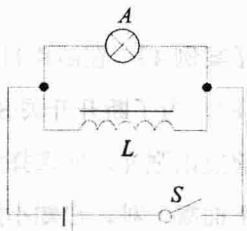


图 16 - 33

这是由于电路断开的瞬间，通过线圈的电流减弱，穿过线圈的磁通量减少，因而在线圈中产生感应电动势，阻碍电流的减小。虽然这时电源已经断开了，但线圈 L 和灯泡 A 组成了闭合电路，在这个电路中有感应电流通过，甚至可能在瞬间使小灯泡闪亮。

……当导体中的电流发生变化时，导体本身就产生感应电动势，这个电动势总是阻碍导体中原来电流的变化的。

《高中教科书 物理第二册人民教育出版社物理室编著 2003 年 6 月》

【案例 3】如图 16—54 所示，线圈的自感系数很大、电阻为 R_L ，灯泡的电阻为 R_0 ，在开关 S 闭合待电路达到稳定后，再断开开关 S 的瞬间，要使灯泡发生瞬间强光后熄灭，要求 R_L 和 R_0 的大小关系是（ ）。

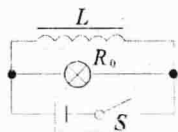


图 16 - 54

- A. $R_L > R_0$ B. $R_L < R_0$
C. $R_L = R_0$ D. 不用考虑 R_L 和 R_0 的关系

答案：选 B

《高二物理教学与测试 苏大出版社 2001 年 7 月》

【案例 4】在断路自感演示中（图 16—68），为了断开开关 S 时，小灯泡在熄灭前发出强光，应选择线圈电阻的阻值是下面哪一种，已知小灯泡的规格为

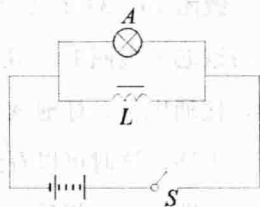


图 16 - 68

“2V 0.5W”（ ）。

A. 8Ω B. 10Ω C. 100Ω D. 2Ω

答案: 选 D

《高二物理教学与测试 苏大出版社 2001年7月》

【案例 5】 如图 2-128 所示, 为了使电键 S 切断的瞬间, 小灯泡能较原来先亮一下再熄灭, 则 ()。

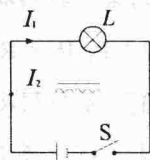


图 2-128

- A. 必须使 $I_2 > I_1$
- B. 与 I_1 、 I_2 大小无关, 必须使线圈自感系数 L 大到一定程度
- C. 电感 L 越大, S 切断时间越短, I_2 也越大
- D. 不论自感系数 L 多大, 电键 S 切断瞬间, I_2 只能减小, 不会增大

【解答】 S 断开瞬间, L 和 D 构成回路, 回路电流从 I_2 逐渐减小到零。所以 A、D 选项正确。

《龙门专题 高中电学》

【案例 6】 如图 16-47 所示, 自感线圈的自感系数很大, 电阻为零, 电键 K 原来是合上的, 在 K 断开后, 求:

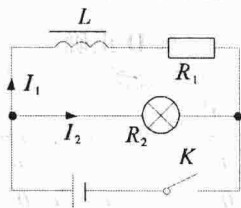


图 16-47

- (1) 若 $R_1 > R_2$, 灯泡的亮度怎样变化?
- (2) 若 $R_1 < R_2$, 灯泡的亮度怎样变化?

【导析】 灯泡的亮度由它的实际功率 $I^2 R$ 即流过灯泡中的电流来决定。因而必须从题设条件出发讨论在各种情况下流过灯泡中的电流。

K 断开后，原来电源提供给小灯泡的电流立即消失，但 L 中因自感而产生逐渐减弱的电流流过小灯泡，使小灯泡逐渐变暗到熄灭。

〔讲解〕(1) 因 $R_1 > R_2$ ，即 $I_1 < I_2$ 。所以小灯泡在 K 断开后先突然变到某一较暗状态，再逐渐变暗到最后熄灭。

(2) 因 $R_1 < R_2$ ，即 $I_1 > I_2$ 。小灯泡在 K 断开电流从原来的 I_2 突变到 I_1 (方向相反)，然后再渐渐变小，最后为零。所以灯泡在 K 断开后先变得比原来更亮，再逐渐变暗到熄灭。

《e 讲 e 练 高二物理》

【案例 7】 如图 16—44 所示的电路中，S 是闭合的此时流过线圈 L 的电流为 i_1 ，流过灯泡 A 的电流为 i_2 ，且 $i_1 > i_2$ ，在 t_1 时刻将 S 断开，那么流过灯泡的电流随时间变化的图像是图 16—45 中那一个 ()。

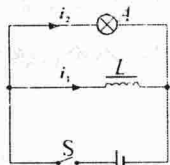


图 16-44

〔分析解答〕断开 S 时通过 A 的电流是线圈中电流 i_1 ，并且从 i_1 逐渐减小为零。

选 D 正确

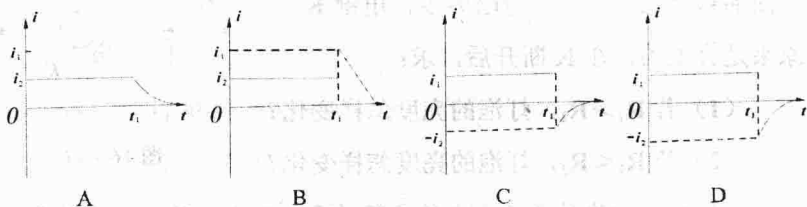


图 16-45

《e 讲 e 练 高二物理》

【案例 8】 如图 17—44 所示，小灯

泡的电阻为 R ，线圈 L 的直流电阻为 r ，

开关 S 开始闭合，电路处于稳定状态后，

断开 S 的瞬间，电路中的电流又是如何变

化的呢？当电流处于稳定状态时，流过 L

的电流为 $I_1 = \frac{E}{r}$ ，方向由 $a \longrightarrow b$ 。流过

灯泡 D 的电流 $I_2 = \frac{E}{R}$ 。（电源内阻不计）断开 S 的瞬间， I_2 立即消

失，而由于线圈的自感， I_1 不会马上消失，线圈总力图维持 I_1 的

存在。所以线圈上产生一个 b 端为正、 a 端为负的自感电动势，

与灯泡组成 $a b c d$ 回路，由此流过 D 的电流大小 I_2 变成 I_1 。

至于灯泡中的电流是突然变大还是变小（也就是说灯泡是否突然变得更亮一下）就取决于 I_2 与 I_1 ，谁大谁小，也就是取决于 R 和 r 谁大谁小的问题。

如果 $R > r$ ，灯泡先亮一下才熄灭

如果 $R = r$ ，灯泡会由原亮度渐渐熄灭

如果 $R < r$ ，灯泡会立即暗一些然后渐渐熄灭

可见灯泡的这种瞬间变化，取决于灯泡电阻 R 与线圈直流电阻 r ，而不是线圈的自感系数。线圈的自感系数决定了这种缓慢熄灭的持续的时间， L 越大，持续的时间越长。

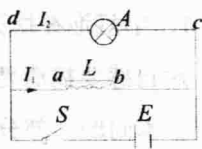


图 17-44

【案例 9】 思维拓展

1. 小灯泡在熄灭之前是否要闪亮一下

对自感要搞清楚通电自感和断电自感两个基本问题，部分学生对断电自感，特别是断电自感中“小灯泡在熄灭之前是否要闪亮一下”觉得特别模糊。如图 2—155

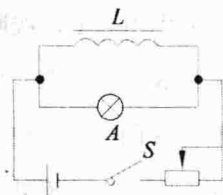


图 2 - 155

所示，原来电路闭合处于稳定状态， L 与 A 并联，其电流分别为 I_L 和 I_A ，方向都是从左向右。在断开 S 的瞬间，灯 A 中原来的从左向右的电流 I_A 立即消失，但灯 A 和线圈 L 构成一闭合回路，由于 L 的自感作用，其中的电流 I_L 不会立即消失，而是在回路中逐渐减弱维持短暂的时间，这个时间内灯 A 中有从右向左的电流通过，这时通过 A 的电流从 I_L 开始减弱。如果原来 $I_L > I_A$ ，则在灯 A 熄灭之前要闪亮一下；如果原来 $I_L \leq I_A$ ，则灯 A 是逐渐熄灭不再闪亮一下。原来的 I_L 和 I_A 哪一个大，要由 L 的直流电阻 R_L 与 A 的电阻 R_A 的大小决定。如果 $R_L \geq R_A$ ，则 $I_L \leq I_A$ ；如果 $R_L < R_A$ ，则 $I_L > I_A$ 。

《师大附中专题 高中电学》

【案例 10】 如图 17—55 所示，电阻 $R=6\Omega$ ，线圈 L 的直流电阻为 $r=3\Omega$ ，电源电动势为 $3V$ ，内阻 1Ω ，当电路开关 S 闭合且稳定时， R 两端的电压为 U_1 ，断开 S 的瞬间 R 两端的电压为 U_2 ，试求 U_2 与 U_1 之比

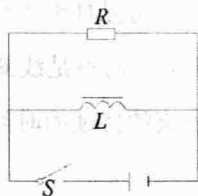


图 17 - 55

答案: $\frac{v_2}{v_1} = \frac{R}{r}$

【案例 11】 在图 17—95 所示的实验
中, 带铁芯的, 电阻较小的线圈 L 与灯 A
并联。当合上开关 S 时, 灯 A 正常发光。
试判断下列说法中哪些是正确的 ()。

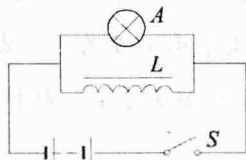
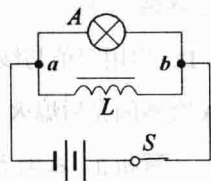


图 17-95

- A. 当断开 S 时, 灯 A 立即熄灭
- B. 当断开 S 时, 灯 A 突然闪亮后熄灭
- C. 若用阻值与线圈 L 相同的电阻取代 L 接入电路, 断开 S 时灯 A 立即熄灭
- D. 若用阻值与线圈 L 相同的电阻取代 L 接入电路, 断开 S 时灯 A 突然闪亮后熄灭

答案: B、C

【案例 12】 703 如图所示电路中,
 L 是自感系数足够大的线圈, 它的直流
电阻为 R_L , 小灯泡 A 的电阻为 R_A 。将
开关 S 闭合, 待灯泡亮度稳定后, 再将
开关 S 断开。为了观察到断开瞬间灯泡
有明显的闪烁现象, R_L 与 R_A 之 间应满足的关系是 ()。



(第703题图)

- A. R_L 等于 R_A
- B. R_L 与 R_A 相差不多