

Three Manifestations of Lenz's Law

Haobing Wang

No.2 Middle School of Julu County, Xingtai City, Xingtai, Hebei, 055250, China

Abstract

Lenz's Law is a key principle in the electromagnetic induction section of high school physics, used to determine the direction of induced currents. Its core idea is that "the magnetic field of the induced current opposes the change in magnetic flux". This can be concretely understood through three manifestations: when the original magnetic flux increases, the magnetic field of the induced current is opposite to the original magnetic field (opposes when increasing); when the original magnetic flux decreases, their directions are the same (agrees when decreasing). From the perspective of relative motion, when the original magnetic field approaches the loop, the induced magnetic field "rejects" it; when moving away, it "retains" it (rejects approaching, retains leaving). From the perspective of loop shape, when the magnetic flux increases, the loop contracts; when it decreases, the loop expands (contracts when increasing, expands when decreasing). Combining examples such as a magnet approaching/away from a coil and changes in magnetic field strength, this paper analyzes the application logic of the three manifestations through the mnemonics "oppose when increasing, agree when decreasing", "reject approaching, retain leaving", and "contract when increasing, expand when decreasing", helping students understand the essence of "opposition" and master problem-solving methods.

Keywords

Lenz's Law; three manifestations; oppose when increasing, agree when decreasing; reject approaching, retain leaving; contract when increasing, expand when decreasing

楞次定律的三种表现形式

王浩兵

邢台市巨鹿县第二中学, 中国·河北 邢台 055250

摘要

楞次定律是高中物理电磁感应部分的重点规律,用于判定感应电流方向。其核心是“感应电流的磁场阻碍磁通量变化”,可通过三种形式具象化理解:原磁通量增加时,感应电流磁场与原磁场方向相反(增反),减少时方向相同(减同);从相对运动看,原磁场靠近回路时感应电流磁场“拒绝”,远离时“挽留”(来拒去留);从回路形态看,磁通量增加时回路收缩,减少时扩张(增缩减扩)。本文结合磁铁靠近/远离线圈、磁场强弱变化等实例,通过“增反减同、来拒去留、增缩减扩”口诀分析三种形式的应用逻辑,助学生理解“阻碍”本质并掌握解题方法。

关键词

楞次定律;三种表现形式;增反减同;来拒去留;增缩减扩

1 引言

楞次定律是高中选择性必修二第二章的内容,是电磁感应定律部分的重点和难点。学生在学习这一部分内容时,往往不能理解楞次定律的真正含义,把握不准楞次定律问题的三种表现形式,从而不能做到分类分析,使问题变得复杂,最终感到楞次定律问题难学。下面笔者结合例题,就楞次定律相对于的三种表现形式的问题做一个简要的论述。

首先我们看楞次定律的内容:感应电流具有这样的方向,就是感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化。楞次定律的核心词是“阻碍”,何为“阻碍”?当由

于原磁通量的增加引起感应电流时,感应电流的磁场方向与原磁场方向相反,其作用仅仅使原磁通量的增加变慢了,但磁通量仍在增加;当由于原磁通量的减小引起感应电流时,感应电流的磁场方向与原磁场方向相同,其作用仅仅使原磁通量的减小变慢了,但磁通量仍在减小。所以,“阻碍”不是“阻止”,而且“阻碍”不一定是相反,感应电流的磁场可以与原磁场方向相同,也可以与原磁场方向相反。原磁场的磁通量继续沿原来的规律变化,只是变化变得缓慢了,所以感应电流所在的磁场还是由原磁场所决定的。分析解决楞次定律类的问题时,一定要清楚这一点。

然后看解决楞次定律问题的一般步骤:

- 1、明确所研究的闭合回路
- 2、明确所研究的闭合回路中原磁场的方向;
- 3、明确穿过闭合回路的磁通量是增加还是减少;

【作者简介】王浩兵(1977-),男,中国河北邢台人,本科,副高,从事高中物理教学研究。

4、由楞次定律判定感应电流的磁场方向；

5、由安培定则（右手）根据感应电流的磁场方向判断出感应电流的方向。

下面，我们结合例题来共同探讨一下楞次定律的三种表现形式。这三种表现形式对应的是我们经常用到的12字口诀：增反减同，来拒去留和增缩减扩。

2 增反减同

当闭合回路中原磁通量增加时，感应电流的磁场方向就与原磁场方向相反；当原磁通量减少时，感应电流的磁场方向与原磁场方向相同。

例题一、如图1所示当磁铁靠近线圈时，判断线圈中的感应电流方向。磁铁远离线圈时呢？



图1

图2

解析：用楞次定律问题的解题步骤

- 1、线圈是我们要研究的回路。
- 2、磁铁的N极向右，所以原磁场方向向右。
- 3、磁铁靠近线圈时，线圈中的向右的磁通量变大。

4、由楞次定律可得，线圈中的感应电流的磁场会阻碍向右的磁通量的变大，所以感应电流的磁场向左（增反）。

5、由右手定则可以判断线圈中的电流是外上里下。如下图2箭头方向所示。

当磁铁远离线圈时，线圈中的向右的磁通量变小，由楞次定律可得，线圈中的感应电流的磁场会阻碍向右的磁通量的变小，所以感应电流的磁场方向向右（减同）。由右手定则可以判断线圈中的电流方向是外下里上，与前一问题中电流方向相反。

如果从楞次定律的核心词“阻碍”角度来考虑，线圈中磁通量增加时感应电流的磁场只有与原磁场方向相反，才能起到阻碍磁通量增加的作用。而线圈中磁通量减小时，感应电流的磁场只有与原磁场方向相同，才能起到阻碍磁通量减小的作用。

拓展：如果磁铁的S极向右，同理也可以用“增反减同”来判断线圈中电流的方向。

练习：

1、如图3所示，闭合矩形线圈abcd从静止开始竖直下落，穿过一个匀强磁场区域，此磁场区域竖直方向的长度远大于矩形线圈bc边的长度，不计空气阻力，则（ ）

- A. 从线圈dc边进入磁场到ab边穿出出磁场的整个过程，线圈中始终有感应电流
- B. 从线圈dc边进入磁场到ab边穿出磁场的整个过程

中，有一个阶段线圈线圈中无感应电流。

C. dc边刚进入磁场时线圈内感应电流的方向，与dc边刚穿出磁场时感应电流的方向相反

D. dc边刚进入磁场时线圈内感应电流的大小，与dc边刚穿出磁场时感应电流的大小一定相等



图3

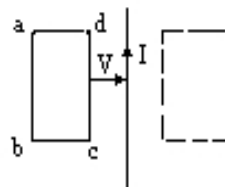


图4

2、如图4所示，导线框abcd与导线在同一平面内，直导线通有恒定电流I，当线框由左向右匀速通过直导线时，线框中感应电流的方向是（ ）

- A. 先abcd，后dcba，再abcd
- B. 先abcd，后dcba
- C. 始终dcba
- D. 先dcba，后abcd，再dcba
- E. 先dcba，后abcd

答案：1、BC 2、D

“增反减同”言简意赅，判断回路中电流非常快捷方便。

3 来拒去留

感应电流阻碍相对运动，原磁场靠近闭合回路（线圈）时，感应电流的磁场要拒之；原磁场远离回路（线圈）时。感应电流的磁场要留之。从运动的效果看，可表述为敌进我拒，敌退我追，即来拒去留。

例题二、如图5所示当磁铁靠近线圈时，判断线圈的摆动方向。当磁铁远离线圈时呢？

解析：电流分析同例题一的第一问，如图6所示。

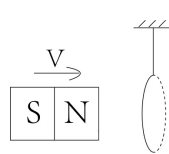


图5

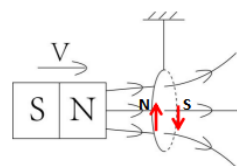


图6

此时线圈中的电流相当于环形电流，环形电流的N极在线圈左侧，S极在右侧。磁铁N和环形电流的N极相对，由同名磁极相互排斥，故线圈受到斥力的作用，故线圈随磁铁向右摆动了（来拒）。

当磁铁远离线圈时，线圈中电流同例题一第二问分析，电流外下里上，线圈的左侧是S极，右侧是N极，由异名磁极相互吸引，故线圈受到引力的作用，故线圈随磁铁向左摆动（去留）。

如果从楞次定律核心词“阻碍”这个角度考虑的话，线圈中磁通量增加时，距离磁铁磁极远的位置磁场弱，线圈只有远离磁极才能起到阻碍磁通量增加作用。同理线圈中磁通量减小时，线圈只有靠近磁极才能阻碍磁通量减小的作用。

拓展：如果磁铁的磁极S向右，也可以用“来拒去留”来判断线圈的运动方向。

练习：

3、如图7所示，在光滑水平桌面上有两个金属圆环，在它们圆心连线中点正上方有一个条形磁铁，当条形磁铁自由下落时，将会出现的情况是（ ）

- A. 两金属环将相互靠拢
- B. 两金属环将相互排斥
- C. 磁铁的加速度会大于g
- D. 磁铁的加速度会小于g

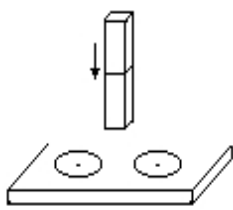


图7

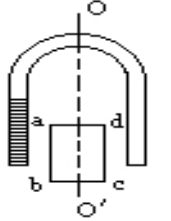


图8

4、如图8所示，在一蹄形磁铁两极之间放一个矩形线框abcd。磁铁和线框都可以绕竖直轴OO'自由转动。若使蹄形磁铁以某角速度转动时，线框的情况将是（ ）

- A. 静止
- B. 随磁铁同方向转动
- C. 沿与磁铁相反方向转动
- D. 要由磁铁具体转动方向来决定

答案：3、BD 4、B

“来拒去留”，形象生动。判断磁铁靠近或远离线圈时他们间的相互作用十分迅速快捷。

4 增缩减扩

闭合回路中原磁通量增大时，闭合回路的面积有收缩的趋势；原磁通量减少时，闭合回路面积有扩大的趋势。

例题三、如图9所示电磁铁靠近线圈时，判断线圈伸缩趋势。磁铁远离线圈时呢？

解析：电流分析如例题一第一问。如图10所示为线圈的切面图，此时线圈顶部电流是垂直纸面向里，由左手定则可判断其受力方向右下方（如图10所示），同理可判断出线圈底部受力方向是右上方（如图10所示）。故此时线圈有收缩趋势（增缩）。

当磁铁远离线圈时，同理可以判断出线圈中的电流上下外里，有左手定则可判断出线圈向外的安培力。故线圈有扩张的趋势（减扩）。

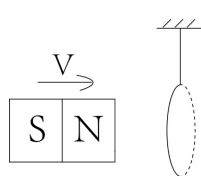


图9

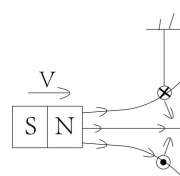


图10

如果从楞次定律核心词“阻碍”这个角度考虑的话，当回路中的磁通量增加时，线圈的面积减小，也就起到了阻碍磁通量的增加的作用。同理当回路中的磁通量减小时，线圈的面积增加也就起到了阻碍磁通量减小的作用。

拓展：同样该问题也改成S极向右，或者远离线圈等情况也可以用“增缩减扩”来分析线圈面积的改变。

练习：

5、如图11所示，光滑杆ab上套有一闭合金属环，环中有一个通电螺线管。现让滑动变阻器的滑片P迅速滑动，则（ ）

- A. 当P向左滑时，环会向左运动，且有扩张的趋势
- B. 当P向右滑时，环会向右运动，且有扩张的趋势
- C. 当P向左滑时，环会向左运动，且有收缩的趋势
- D. 当P向右滑时，环会向右运动，且有收缩的趋势

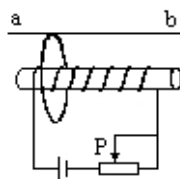


图11

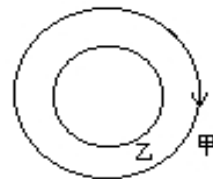


图12

6、甲、乙两个同心的闭合金属圆环位于同一平面内，甲环中通以顺时针方向电流I，如图12所示，当甲环中电流逐渐增大时，乙环中每段导线所受磁场力的方向是（ ）

- A. 指向圆心
- B. 背离圆心
- C. 垂直纸面向内
- D. 垂直纸面向外

答案：5、AD 6、A

可直接应用“增缩减扩”这个结论，对于判断线圈的收缩或者扩张十分方便快捷。

总之，理解和利用好楞次定律三种表现形式，在解决上述类型的问题时，方便快捷，往往能起到事半功倍的作用。但是值得注意的是，这些判断方法的根本原理依然是楞次定律，只有掌握住原理，才是真正学好物理学的真谛。

参考文献

[1] 例谈楞次定律的四种表现形式[J]. 孟俊杰. 物理教学探究.2010. 28(11)25-26
 [2] “楞次定律”的理解与应用探究[J]. 熊勇平. 科学咨询(科技·管理).2011.(06)92
 [3] 浅谈楞次定律的理解和应用[J]. 沈瑞嘉.知音励志.2017(10)130