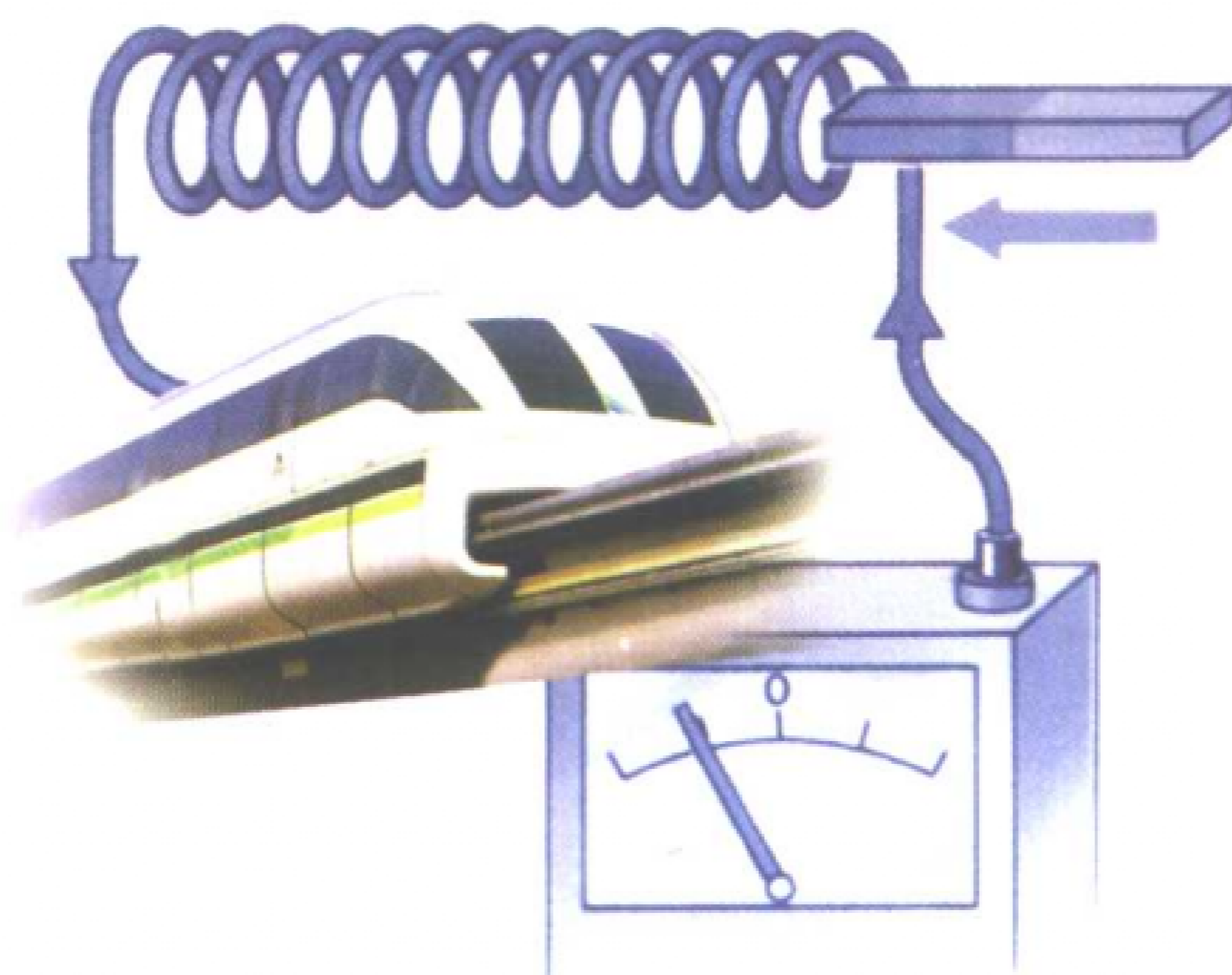


名师解惑丛书



电磁感应

王克田 编著

山东教育出版社

名师解惑丛书

电磁感应

王克田 编著

山东教育出版社

名师解惑丛书
电 磁 感 应
王克田 编著

出 版 者:山东教育出版社
(济南市纬一路 321 号 邮编:250001)
电 话:(0531)2023919 传真:(0531)2050104
网 址:<http://www.sjs.com.cn>
发 行 者:山东教育出版社
印 刷:山东人民印刷厂
版 次:1998 年 9 月第 1 版
2001 年 1 月修订第 2 版
2001 年 6 月第 6 次印刷
规 格:787mm×1092mm 32 开本
印 张:4.75
字 数:103 千字
书 号:ISBN 7-5328-2703-8/G·2481
定 价:4.50 元

如印装质量有问题,请与印刷厂联系调换
地址:泰安市灵山大街东首 邮编:271000
联系电话:(0538)6110014

图书在版编目(CIP)数据

电磁感应/王克田编著. — 济南: 山东教育出版社, 1998
(2000 重印)

(名师解惑丛书)

ISBN 7-5328-2703-8

I. 电… II. 王… III. 物理课—高中—课外读物
IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 02876 号

EM2 03

再版说明

“名师解惑丛书”出版发行以来,以其新颖的编写体例和缜密的知识阐述,深受广大读者青睐,曾连续多次重印。

近几年来,基础教育正发生深刻的改革:“科教兴国”战略深入人心,素质教育全面推进,与此同时,以“普通高等学校招生全国统一考试试卷”为主要载体,所反映出的高考招生改革信息和发展趋势,迫切需要广大教师和莘莘学子以新的视角和思维,关注并投身到这场改革之中。

有鉴于此,我们对“名师解惑丛书”进行了全面修订。此次修订将依然保持被广大读者认同的,每一册书为一个专题讲座的模式,围绕“如何学”,“如何建立知识间的联系”,“如何学以致用”等,帮助广大学生读者解决在学习知识和考试答卷过程中可能遇到的疑难问题。更重要的是,最新修订的“名师解惑丛书”在如何培养学生的创新精神和创造能力,联系现代科学技术及其在日常生产生活中的应用方面,做了较大的充实和修订……

丛书的编写者和出版者相信,您正在翻阅的这本书,将有助于您目前的学习。



作者的话

电磁感应是高中物理的重点内容,是电磁学的基础知识,也是学习交流电、电磁振荡和电磁波等后继课程的基础。

本书从人类研究电与磁间的关系入手,以楞次定律、法拉第电磁感应定律为核心,剖析对知识理解的疑惑点,澄清对概念的模糊认识,帮助学生理解、掌握这部分知识。对各部分知识本书将在高中内容的基础上做适当引伸、拓宽,旨在使学生搞清知识的来龙去脉,抓住本质,加深理解。例如,在法拉第电磁感应定律一部分中分析了感应电动势的非静电力——感应电场力;动生电动势的非静电力——洛伦兹力;感应电动势与动生电动势的区别与统一等。之所以这样做,是企盼学生阅读本书后在知识层面上较以前有所提高。

同时,书中精选了一部分具有一定难度的例题,每一个例题都做了详细地分析和解答,尤其指出了题目的疑惑点和切入点,注重解题思路和方法的阐述。学生在

2 • 名师解惑丛书

阅读时要注意思考、体会。练习题是为巩固所学知识和方法而精选的,学生通过做这些练习题可检查自己对知识、方法掌握的程度,起到巩固知识提高能力的作用。

编写本书的目的是为了达到启迪思维、拓宽知识、培养兴趣,进而提高学生分析问题和解决问题的能力。但由于作者水平有限,缺点、错误在所难免,恳请批评指正。

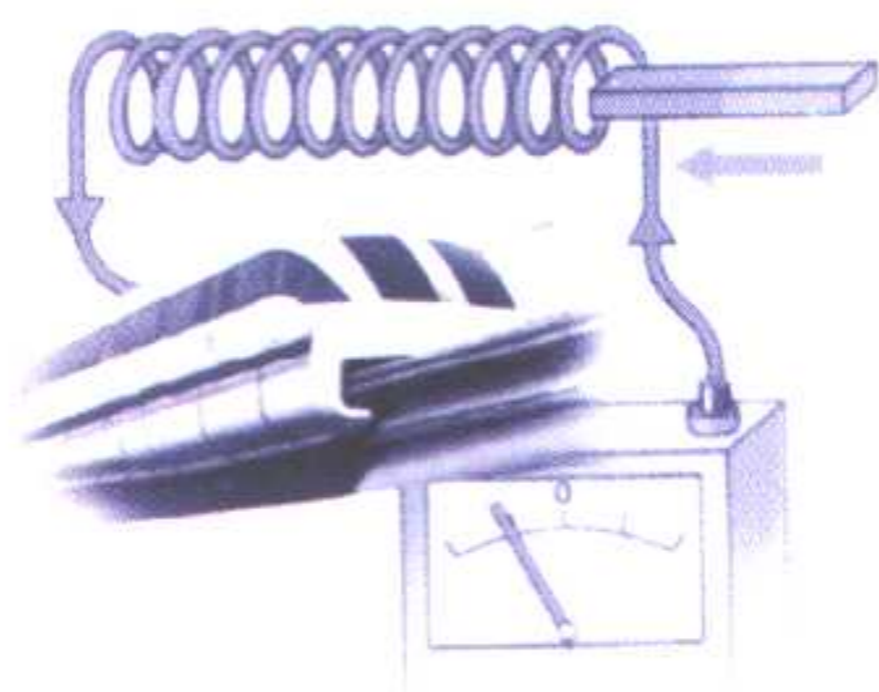
2000年10月

作者简介 王克田,1960年出生,1986年毕业于华东师范大学物理系。现为诸城一中校长助理、政教处主任,山东省青年物理教师教学研究会理事长。曾获得“山东省教学能手”,诸城市“十佳青年教师”、“学科带头人”、“专业技术拔尖人才”等荣誉称号。曾主编、参加编写专业书籍十余部,在省级以上报刊上发表论文多篇。

名师解惑丛书

- | | |
|---------------|---------------|
| 《集合与函数》 | 《守恒定律》 |
| 《数列 极限 数学归纳法》 | 《振动和波》 |
| 《平面三角》 | 《气体的性质》 |
| 《平面向量》 | 《电场和磁场》 |
| 《不等式》 | 《电路》 |
| 《直线和圆》 | 《电磁感应》 |
| 《圆锥曲线》 | 《氧化还原反应》 |
| 《线 面 体》 | 《电解质溶液》 |
| 《概率与统计》 | 《物质的量》 |
| 《微积分初步》 | 《物质结构与元素周期律》 |
| 《复数》 | 《非金属元素及其化合物》 |
| 《物体的平衡》 | 《金属元素及其化合物》 |
| 《物体的运动》 | 《化学反应速率与化学平衡》 |
| 《牛顿运动定律》 | 《烃及烃的衍生物》 |

名师解惑丛书

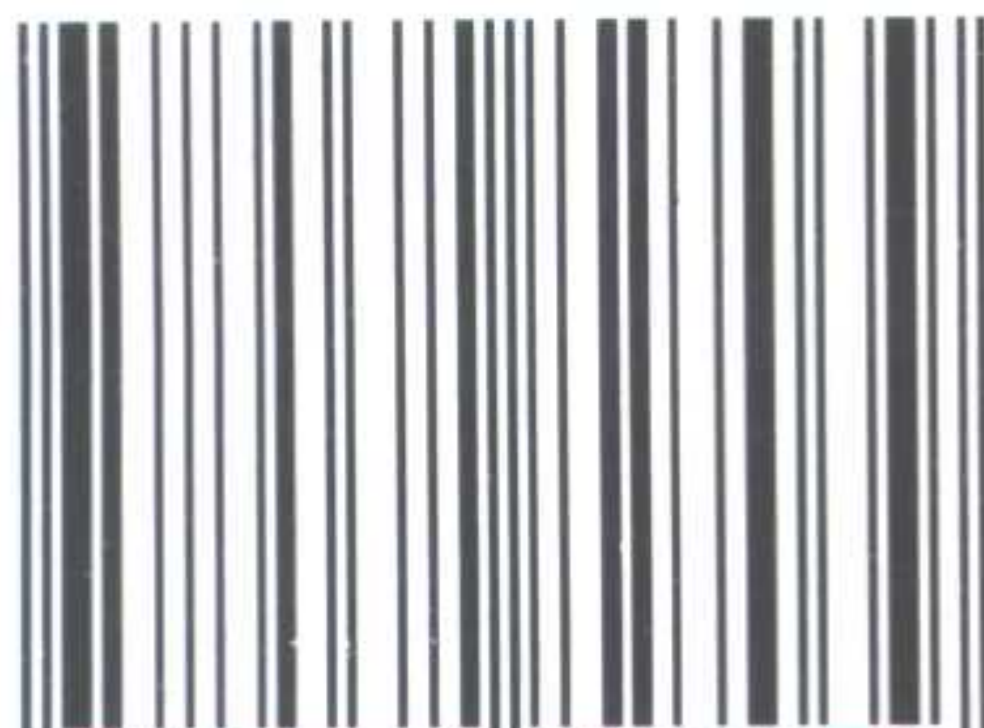


策划 \ 孙永大

责任编辑 \ 韩义华

装帧设计 \ 革丽 \ 戚晓东

ISBN 7-5328-2703-8



9 787532 827039 >

ISBN 7-5328-2703-8/G · 2481

定价：4.50 元

目 录

引 言	1
一、电磁感应现象	3
(一)电磁感应现象的发现	3
1. 奥斯特的实验——“电转化为磁”的探索	3
2. 法拉第的实验——“磁转化为电”的探索	5
(二)产生感应电流的条件	9
1. 产生感应电流条件的两要素	9
2. 发生电磁感应现象的条件	10
二、楞次定律及其应用	12
(一)楞次定律	12
1. 楞次定律的两种表述	12
2. 两种表述的一致性	13
3. “阻碍”的物理意义	14
4. 产生感应电流的原磁场	16
5. 感应电流的磁场	19
6. 楞次定律与能量守恒定律	20
(二)楞次定律的应用	21
1. 基本应用	21
2. 直接应用	24
3. 逆向应用	26

2 • 名师解感丛书

三、法拉第电磁感应定律及其应用·····	29
(一)法拉第电磁感应定律·····	29
1. 感应电动势的产生·····	29
2. 法拉第电磁感应定律·····	30
3. 电磁感应定律的几点说明·····	31
4. 考虑楞次定律后电磁感应定律的表达式·····	34
5. 感应电动势与感应电场·····	36
(二)动生电动势·····	38
1. 动生电动势的产生·····	38
2. 动生电动势的大小·····	39
3. 产生动生电动势的非静电力·····	40
4. 感应电动势与动生电动势的区别与统一·····	41
(三)法拉第电磁感应定律的应用·····	46
1. 利用电磁感应定律计算感应电动势·····	46
2. 感应电量的计算·····	52
3. 电磁感应中的电路分析·····	59
4. 电磁感应与力学综合问题的分析·····	70
(四)自感·····	85
1. 自感现象·····	85
2. 自感电动势·····	85
3. 自感系数·····	86
4. 线圈的电磁惯性·····	86
5. 自感现象的应用·····	88
四、电磁感应现象的现代应用·····	95
(一)磁带录音机·····	95

(二)电子感应加速器	96
(三)磁流体发电机	98
1. 磁流体发电的原理	98
2. 磁流体发电机的组成	99
(四)电气化前景展望	101
五、物理学的里程碑	103
练习题	106
参考答案	137

引言

人类对电磁现象的研究可追溯到很久以前。

远在 2000 多年前的春秋战国时代,中国便有了“慈石”的记载。“慈石”是“磁石”的古称,意思是“慈爱的石头”。因为当时人们发现,磁石能够吸铁,就像父母慈爱地把子女抱在怀里一样。这是对磁石吸铁现象的非常生动的描述。磁石是中国最早发现的。

西方对于电和磁现象最早进行系统研究的是英国女王的御医威廉·吉尔伯特。1600 年出版的他的著作《论磁、磁体和地球作为一个巨大的磁体》,开创了电磁现象研究的新纪元。他还仔细研究了电现象,制作了第一只验电器。吉尔伯特对电磁现象的研究有很多成功之处,但也有本质的错误。例如,他在对电现象和磁现象进行比较后,断言电和磁是两种截然不同的现

象,没有什么一致性.之后的200多年,人们一直认为电和磁没有什么关系,甚至连名扬四海的库仑也坚信电和磁不可能有什么关系.

实际上,电和磁之间相互联系的现象早已为人们所注视.1731年7月,威克菲尔德的一位小商人形象地描写了雷电使他的箱子里的刀、叉、钢针磁化的现象.1751年,美国科学家富兰克林,用莱顿瓶放电的办法磁化焊条,使钢针退磁,但他没能解释焊条磁化和钢针退磁的原因.

1805年,德国的哈切特和笛索米斯用一根绝缘绳将伏打电堆悬挂起来,企图观察它在地球作用下是如何取向的,以此说明电与磁之间的关系,但没有得到结论.尽管这些实验没有取得什么具体成果.但是,正是由于这些现象的发现,这些实验的启迪,给人们提出了一个崭新的课题——电与磁的关系问题.

一、电磁感应现象

(一)电磁感应现象的发现

1. 奥斯特的实验——“电转化为磁”的探索

奥斯特 1777 年出生于一个药剂师家庭,从小就对药物学、化学和物理学有浓厚的兴趣。他深受康德关于基本力及其向其他各种力转化的哲学思想的影响,坚信客观世界的各种力具有统一性,开始对电和磁间的关系的研究。富兰克林发现的莱顿瓶放电磁化钢针的现象,使奥斯特深受启发,他认识到电向磁的转化不是可能不可能的问题,而是如何把这种可能转变为现实的问题。他认定自己的研究方向是寻找电和磁转化的具体条件。

奥斯特在 1812~1813 年出版的《关于化学力和电力的统一性的研究》一书中,根据电流流经直径较小的导线会发热的现象

推测：如果通电导线的直径进一步缩小，那么导线就会发光，再使通电导线直径变得更小，小到一定程度时，电流就会产生磁效应。此后，奥斯特着手研究电冲突对磁针的作用。1819年冬，奥斯特在哥本哈根开办讲座，专门为精通自然哲学和物理学的学者讲授电与磁方面的问题。他从自己和前人沿着电流方向寻找磁效应的失败中，想到这一效应可能像电流通过导线时所产生的热和光那样向四周散射，电流对磁体的作用不是纵向的，而是一种横向的力。

1820年，奥斯特设计了一个实验，即用伽伐尼电池作为电源，让电流通过一直径很小的铂丝，铂丝下放一用玻璃罩罩着的磁针，研究电流的磁效应，但实验失败了。同年4月的一天晚上，奥斯特在讲课中重新做这个实验。在讲课快要结束时，他突然想到：“让我们把导线与磁针平行放置来试试看！”于是，他把导线和磁针都沿磁子午方向放置好，接通电源，发现导线下面的小磁针向垂直于导线的方向偏转过去。这个现象虽然未引起听课的人们的注意，但却使奥斯特十分激动。此后，奥斯特抓住上述实验的精髓，先后做了60多个实验，除了把磁针放在不同的位置考察电流对它的作用方向和强弱外，还把玻璃、金属、木头、水、树脂、陶器、石头放在导线和磁针之间观察。实验证明，这些非磁性物质都不妨碍电流对磁针的偏转作用。为时3个月的连续实验，奥斯特取得了辉煌的成就。1820年7月21日，他发表了题为《电流对磁针的作用的实验》的论文，文中写道：“在自由悬挂着的磁针上方，由北向南流动的伽伐尼电，把磁针的北极推向东，而在相同的方向上，在磁针下面流过的伽伐尼电，把磁针的北极推向

西。”

奥斯特认为,在通电导线的周围,发生一种“电流冲击”。这种冲击只能作用在磁性粒子上,对非磁性物体是可以穿过的。磁性物质或磁性粒子受到这些冲击时,阻碍它穿过,于是被带动就发生了偏转。

奥斯特认为,电流冲击是沿着以导线为轴线的螺旋线方向传播,螺旋方向与轴线保持垂直。这就是形象的横向效应的描述。

奥斯特对电流磁效应的解释,虽然不完全正确,但并不影响这一实验的重大意义,这一发现,第一次把电现象和磁现象联系起来。使电磁学的研究进入到一个迅速发展的时期。

2. 法拉第的实验——“磁转化为电”的探索

1820年,奥斯特发现电流的磁效应后,在科学界引起强烈的反响。既然电能转化为磁,那么磁能否转化为电呢?物理学家们展开了漫长的、艰苦的实验探索。安培、菲涅尔、阿喇果、德拉里夫、科拉顿等科学家都投身于这一实验研究。法国物理学家菲涅尔曾具体提出过这样的问题:载有电流的线圈能使它里面的铁棒磁化,磁铁是否也能在其附近的闭合线圈中引起电流?为了回答这个问题,他以及其他许多人曾经做过许多实验,但都没有得到预期的结果。

1821年,年仅30岁、出生于贫困铁匠家庭的英国物理学家法拉第得到奥斯特发现电流磁效应的消息,立即对电与磁的研究产生了浓厚的兴趣。他收集资料,认真重复和分析他人的实验,自行设计实验,认真观察实验现象。在导师戴维的