

北京五中 郑玉林 奚春茹 徐士方

中学生学习能力培养与训练丛书

高中物理学习指导

(三)



化学工业出版社

高中物理学习指导

中学生学习能力培养与训练丛书

高中物理学习指导 (三)

北京五中 郑玉林 奚春茹 徐士方 编

化学工业出版社

中学生学习能力培养与训练丛书

高中物理学习指导（三）

北京五中 郑玉林 奚春茹 徐士方 编

责任编辑：陈 丽

封面设计：许 立

*

化学工业出版社 出版发行

（北京和平里七区十六号楼）

北京顺义燕华营印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 $7 \frac{1}{4}$ 插页 1 字数 164 千字

1989 年 12 月第 1 版 1989 年 12 月北京第 1 次印刷

印 数 1—4.800

ISBN 7-5025-0560-1/G · 149

定 价 3.10 元

前 言

为适应中学数、理、化三科的教学和中考、高考总复习的需要,进一步提高学生学习和掌握课文重点,以及分析和解答问题的能力,从而促使他们在课堂学习和中考、高考中获得优异成绩,我们北京五中特组织本校数、理、化教研组具有丰富经验的教师,以现行教学大纲和1988年新版教材为依据,并考虑到未来新教材的教学目标和讲授内容,编写了这套《中学生学习能力培养和训练丛书》。

这套丛书共23个分册,分为两个系列。一个系列是配合初中、高中数、理、化日常教学需要的学习指导材料,共14个分册。另一个系列是为配合中考、高考总复习而编写的升学指导读物,共9个分册。

我们在编写过程中注意了摒弃过去那种“满堂灌”和“题海战术”的做法,采用了诱导和启发的方式,并对精选的具有代表性的问题和习题进行分析和演示,力求达到明确要求、深化基础、把握重点、突破难点、开阔思路、发展智能的目的。

本书具有如下一些特点

1. 从系统论的观点出发,把每门科目所含知识整理成一目了然的知识系统,以使學生便捷地明确所要学习的目标,掌握问题的要领,同时也帮助读者从知识系统的内在联系和对比关系上去理解基本概念和基本规律,避免理解上的孤立性和片面性。

2. 为了深化学生对基础知识的理解,并将其引向应用,书

中对重点概念的内涵和外延、主要定律的理解要点、容易混淆的问题，以及解题中常用的方法和技能，进行了简明的指点和深入的剖析。这部分内容是书中重点，反映了编者教学实践中积累的经验。

3. 为培养和提高学生运用基础知识去分析和解决问题的能力，书中设有“典型例题分析”——交待对习题的分析方法和解题的思路、步骤，排除“就题论题”的做法。

4. 为促使学生实现基础知识向应用能力的转化，按照教学大纲的要求，从国内外中学数理化教材和参考书中精选了各种类型的习题，编列为“单元练习和综合练习”并附有参考答案。习题有基本题，灵活题以及模拟中考、高考题形式的综合题，题型齐全，体现对能力的检查。

5. 对物理和化学两科，为着重训练和培养实验能力，编有“实验指导”和“实验习题”，内容系统全面，难易适当，充分体现教学大纲和中考、高考的要求。

这套丛书最适合初中、高中学生作为日常学习和总复习的辅导读物，也可作为中学教师的参考用书。

由于编写时间比较仓促，并受教学水平之限，书中可能存在错误或不当之处，敬希读者批评指正。

编 者

1988年12月

目 录

第一章 磁场	(1)
一、本章学习要求.....	(1)
二、本章学习指导.....	(1)
三、典型例题分析.....	(11)
四、本章重点实验.....	(31)
五、基础知识训练.....	(33)
本章参考答案.....	(42)
第二章 电磁感应	(44)
一、本章学习要求.....	(44)
二、本章学习指导.....	(44)
三、典型例题分析.....	(54)
四、本章重点实验.....	(68)
五、基础知识训练.....	(70)
本章参考答案.....	(79)
第三章 交流电	(82)
一、本章学习要求.....	(82)
二、本章学习指导.....	(82)
三、典型例题分析.....	(95)
四、本章重点实验.....	(108)
五、基础知识训练.....	(109)
本章参考答案.....	(114)
第四章 电磁振荡和电磁波	(116)
一、本章学习要求.....	(116)
二、本章学习指导.....	(116)

三、典型例题分析	(120)
四、本章重点实验	(124)
五、基础知识训练	(124)
本章参考答案	(127)
第五章 光的反射和折射	(128)
一、本章学习要求	(128)
二、本章学习指导	(128)
三、典型例题分析	(157)
四、本章重点实验	(171)
五、基础知识训练	(173)
本章参考答案	(179)
第六章 光的本性	(180)
一、本章学习要求	(180)
二、本章学习指导	(180)
三、典型例题分析	(194)
四、基础知识训练	(200)
本章参考答案	(203)
第七章 原子结构和原子核	(205)
一、本章学习要求	(205)
二、本章学习指导	(205)
三、典型例题分析	(216)
四、基础知识训练	(219)
本章参考答案	(222)

第一章 磁 场

一、本章学习要求

1. 通过对本章内容的学习,理解磁场和磁力线的概念;运用安培右手定则判定直线电流、环形电流以及通电螺线管的磁场方向。

2. 要求了解磁现象的电本质,磁性材料的性质及其应用。

3. 理解磁感应强度和磁通量的概念。掌握匀强磁场的特点,了解直线电流磁场的特征。

4. 熟练掌握磁场对电流作用力大小的计算,用右手定则判定安培力的方向,了解匀强磁场对通电线圈的作用、并了解磁电仪表的工作原理。

5. 熟练地掌握洛伦兹力大小的计算及方向的判定,熟练地掌握运动着的带电粒子在磁场中发生偏转的规律。了解质谱仪、回旋加速器的工作原理。

二、本章学习指导

(一) 本章知识系统(见下页框图)

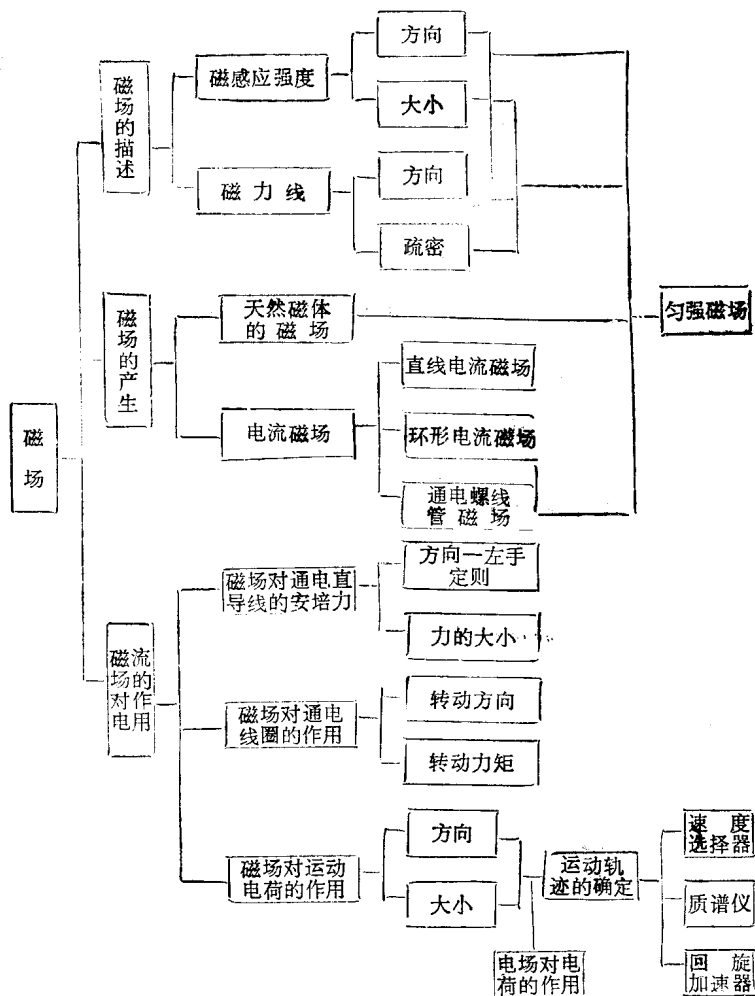
(二) 主要概念定律的剖析

1. 磁场

磁极的周围存在的特殊物质叫磁场。磁场的存在有以下表现:

(1) 磁极之间通过磁场相互作用;

(2) 磁场对通电导体有力的作用;



(3) 磁场对运动的电荷有力的作用。

磁场有方向也有强弱，磁场的方向是人为规定的。在磁场

中某一点放置小磁针、当小磁针自然静止时，其N极指向规定为该点磁场方向。磁场的强弱用磁感应强度来表示。

2. 磁力线

磁力线是人为地画出一系列闭合曲线，这些曲线可以形象地描述磁场的强弱和方向。

磁力线有以下性质：

- (1) 磁力线是闭合曲线；
- (2) 磁力线不会在磁场中相交；
- (3) 磁力线上各点的切线方向，就是各点的磁场方向；
- (4) 磁力线各处的疏密程度，表示各处的磁场强弱。

磁力线有以下特点：

在磁体外部，磁力线从N极发出并指向S极，在磁体内部磁力线是从S极发出指向N极。

3. 磁感应强度 (B) 与磁通量 (φ)

(1) 在磁场中某点处，垂直于磁场方向的通电导体所受到的磁场力 F 与其通电电流 I 和导体长度 L 的乘积的比值，定义为通电导体所在处的磁感应强度。它是描述磁场强弱的物理量。它的大小只与磁场有关，而与通电导体电流的大小及导体长度无关。

$$\text{定义式 } B = \frac{F}{IL}$$

国际单位 牛顿/安培米 = 特斯拉 (T)

(2) 我们用磁力线的疏密同样可以表示磁场的强弱。磁力线的疏密可以用垂直于磁场方向的单位面积上所通过的磁力线的条数来表示，它的单位是韦伯/米²。

规定1韦伯/米² = 1特斯拉

(3) 磁感应强度是矢量，其方向与磁场中该点的磁场方

向相同。

(4) 磁通量 (φ)

我们把通过磁场中某一面积内磁力线的数量叫做磁通量。在一个磁感应强度为 B (韦伯/米²) 的匀强磁场中, 如果有一个与磁场方向垂直的面积 S (米²), 如图3-1-1。

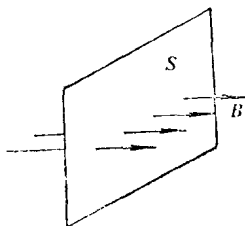


图3-1-1

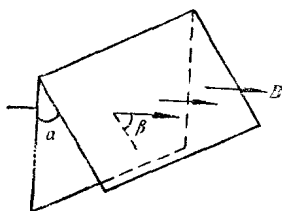


图3-1-2

则磁通量 φ 为

$$\varphi = B \cdot S$$

磁通量的单位是:

$$\text{韦伯/米}^2 \cdot \text{米}^2 = \text{韦伯 (Wb)}$$

如果此面积与磁力线不垂直时, 如图3-1-2

$$\varphi = B \cdot S \cdot \cos \alpha = B \cdot S \cdot \sin \beta$$

式中 α 是面 S 与垂直于磁力线的面 (中性面) 的夹角;

β 是面 S 与磁力线之间的夹角。

4. 匀强磁场

在磁场的某个区域里, 如果磁感应强度 B 的大小和方向处处相同, 则这个区域就称为匀强磁场。匀强磁场中的磁力线是相互平行的直线, 方向相同, 疏密均匀。

5. 电流的磁场

(1) 直线电流的磁场

① 直线电流周围磁场的磁力线, 是以导线为圆心的许多同

心圆。

②“无限长”直线电流周围各点的磁感应强度 B 大小可以用 $B=K\frac{I}{r}$ 计算。

式中 $K=2\times 10^{-7}$ 特斯拉·米/安培。

公式的物理意义是：“无限长”直线电流周围各点的磁感应强度的大小与通电电流 I 成正比，与离开导线的距离 r 成反比。

③直线电流磁力线的方向可以用安培右手定则来判定。如图3-1-3表示。

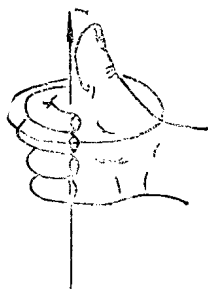


图3-1-3

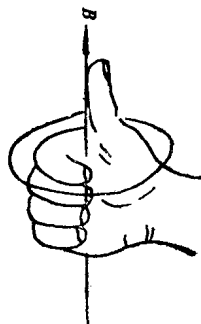


图3-1-4

(a) 四指弯曲，姆指伸直，四指握住导线。

(b) 姆指指向通电电流方向，则四指指向磁力线方向。

(2) 环形电流的磁场

①环形电流所围面积中的磁场强弱，与通电电流强弱及圆环半径大小有关。

②其磁力线方向也可用安培右手定则来判定，如图3-1-4。

(a) 四指指向通电电流方向。

(b) 姆指指向环形电流中磁力线方向。

(3) 通电螺线管的磁场。

① 通电螺线管的磁场与条形磁铁的磁场相似。

② 通电螺线管内的磁场强弱与通电电流强弱、螺线管的半径及螺线管在单位长度上导线的匝数有关。

③ 通电螺线管的磁场方向判定与环形电流磁力线方向判定方法相同。

(a) 弯曲四指指向通电电流方向。

(b) 姆指指向螺线管内磁力线方向或螺线管磁体 N 极的方向。

6. 磁现象的电本质

运动的电荷（电流）产生磁场。由于分子环流使其产生磁极，这是一切磁体显磁性的本质。所以自然界一切磁现象都归结为运动电荷之间通过磁场而发生的相互作用。

7. 磁场对电流的作用力——安培力。

(1) 磁场对电流的作用，实际上是两个磁体通过磁场的相互作用。如图3-1-5。

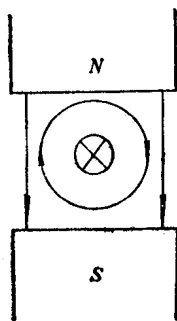


图3-1-5

通电导体左侧，电流磁场与外磁场方向相反（异性相吸），通电导体右侧，电流磁场与外磁场方向相同（同性相斥），则导体受力方向向左。

(2) 磁场对电流的作用方向可以用左手定则来判定

① 四指并拢掌心伸直，姆指与四指垂直，并在同一平面内。

② 磁力线从手心穿过（手心对 N

极), 四指指向通电电流方向, 姆指表示通电导体受力运动方向。

(3) 磁场对电流的作用力大小的计算

当电流方向与磁场方向垂直时,

$$F = B \cdot I \cdot L$$

当电流方向与磁力线方向成 θ 角时, 如图3-1-6。

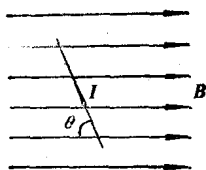


图3-1-6

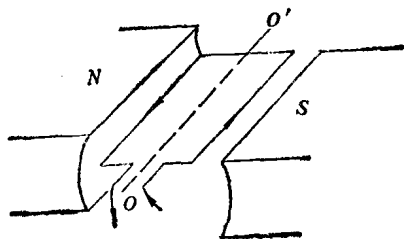


图3-1-7

$$F = B \cdot I \cdot L \cdot \sin\theta$$

8. 磁场对通电线圈的作用。

(1) 如图3-1-7, 在匀强磁场 B 中有一通电线圈, 其电流为 I , 匝数为 n , 线圈面积为 S , 线圈的固定转轴 OO' 与磁力线垂直, 当线圈平面正好与磁力线平行时, 线圈受到的力偶矩 M 为

$$M = B \cdot I \cdot S \cdot n$$

(2) 如果线圈平面与磁力线不平行, 如图3-1-8及图3-1-9

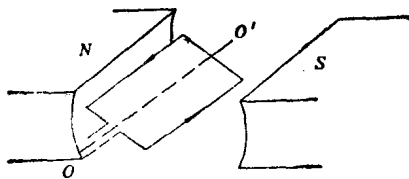


图3-1-8

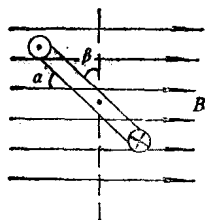


图3-1-9

$$M = B \cdot I \cdot S \cdot n \cdot \sin \alpha = B \cdot I \cdot S \cdot n \cdot \cos \beta$$

其中 α 角是线圈平面与磁力线的夹角。 β 角是线圈平面与中性面的夹角。

9. 磁场对运动电荷的作用力—洛伦兹力

(1) 洛伦兹力的大小 在匀强磁场 B 中, 运动电荷的带电量为 q , 其运动速度为 v , 当运动的方向恰好与磁力线垂直时, 洛伦兹力大小为

$$f = q \cdot B \cdot v$$

若运动电荷的方向与磁力线成 θ 角, 如图3-1-10, 则

$$f = q \cdot B \cdot v \cdot \sin \theta$$

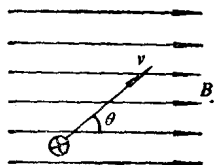


图3-1-10

(2) 洛伦兹力的方向 仍用左手定则判定, 但要注意:

在判断洛伦兹力方向时, 左手的四指应指向正电荷运动方向, 如果是负电荷运动受洛伦兹力, 应让四指指向负电荷运动的反方向。

(3) 洛伦兹力的特点 洛伦兹力的方向总与带电粒子运动速度方向垂直, 所以洛伦兹力对运动电荷的作用不会改变其速度的大小, 即洛伦兹力不会对运动电荷做功。

(三) 本章应注意的问题

1. 磁感应强度是矢量。虽然磁感应强度和计算公式是 $B = \frac{F}{IL}$, 但它的方向不由安培力 F 方向来决定。磁场中某点的磁感应强度方向, 应是放在该点的小磁针自然静止时 N 极的指向。

$B = \frac{F}{IL}$ 是磁感应强度定义式, 但不能由公式得出“磁感

强度 B 与通电导体所受磁场力 F 成正比,与电流 I 和导体长 L 的乘积成反比”的结论,因为磁感应强度 B 是描述磁场性质的物理量,它的强弱是由磁场本身的因素来决定的,而与通电导体的条件无关。

2. 在计算安培力时,如图 3-1-11、3-1-12, 3-1-13, 只有图3-1-11中通电导体与磁力线成 θ 角,图 3-1-12中 a 、 b 、 c 导体及图3-1-13中 a 、 b

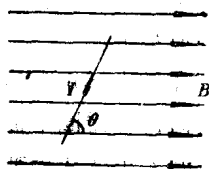


图3-1-11

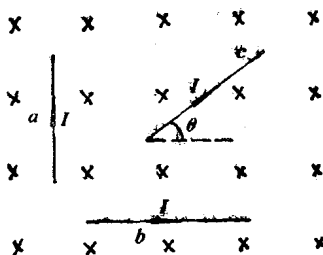


图3-1-12

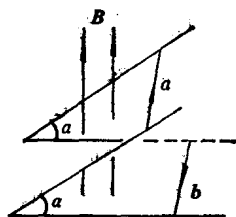


图3-1-13

导体放置情况不同,但都与磁力线垂直。

3. 在使用左手定则判定洛伦兹力的方向时,四指应指向正电荷运动的方向或负电荷运动的反方向。其受力方向一定与电流方向及磁力线方向垂直。

4. 在使用公式 $F = B \cdot I \cdot L \cdot \sin\theta$ 计算安培力时,式中 L 应为导体在磁场中的长度,如果导体延伸到磁场以外,则延伸到磁场外的长度是无效的。当式中 B , I , L 都是恒量,而 θ 角是一个变量,则式中 F 也是变量,针对 θ 某一瞬时值计算出 F 的值是即时值。

5. 通电线圈在匀强磁场中所受的磁力矩为 $M = B \cdot I \cdot S \cdot \sin\alpha$,此式适用的条件是线圈的固定转轴与磁力线垂直。此式可

适用于任何形状的线圈。式中 α 角应是线圈平面与中性面的夹角,当 $\alpha=0^\circ$,即线圈平面处于中性面位置时,磁力矩 $M=0$ 。当 $\alpha=90^\circ$ 时,即线圈的平面与中性面垂直或与磁力线平行时,磁力矩 M 最大。

在磁电式电流表中,表头的线圈是处在一个辐射式磁场中,在任何位置线圈平面都与磁力线平行,所以磁力矩的大小只随电流的大小变化而变化。

6. 运动的带电粒子在磁场中发生偏转是洛伦兹力作用的结果,由于洛伦兹力随时随刻都与运动电荷的速度方向垂直,所以洛伦兹力不会改变运动粒子的速度大小,也就是说洛伦兹力不会对运动电荷做功。在粒子偏转过程中,洛伦兹力是一个变力,它不与某个或某几个恒力在某一过程中合成,只能在过程中某一瞬间进行合成。如当带电粒子射入相互垂直的电场与磁场中的瞬间,电场力与洛伦兹力合力为零(粒子重力不计),则粒子可沿原来的运动方向做匀速直线运动,这就是“速度选择器”的原理。其选择速度 $v=\frac{E}{B}$ 。

7. 带电粒子在匀强磁场中做圆周运动,向心力是由洛伦兹力来充当的。

$$\text{根据 } Bqv = m \frac{v^2}{R}$$

$$\text{得出 } R = \frac{mv}{qB}$$

从式中可看出:

(1) 当 B 与 v 固定时,半径 R 与荷质比 $\frac{q}{m}$ 成反比,这是“质谱仪”的依据。