



1+1

轻巧夺冠

同步讲解

全国著名特级高级教师联合编写

高二物理 下

总主编：刘 强 美澳国际学校校长
学科主编：吴是辰 北京五中物理特级教师
北京市优秀物理教师

金版

北京出版社 北京教育出版社

qingqiaoduoguan



轻巧夺冠

同步讲解

全国著名特级高级教师联合编写

高二物理 **下**

主 编：王发龙 孙凤才
孙 波
编 者：杨 建 杨成林
薛守利 刘 斌

北京出版社 北京教育出版社

1 + 1 轻巧夺冠·同步讲解

高二物理(下)

刘强 总主编

*

北京出版社 出版
北京教育出版社

(北京北三环中路6号)

邮政编码:100011

北京出版社出版集团总发行

全国各地书店经销

衡水蓝天印刷有限责任公司 印刷

*

880×1230毫米 16开本 9.75印张 240000字

2004年10月第1版 2004年10月第1次印刷

ISBN 7-200-02595-X/G·820

定价:13.00元

版权所有 翻印必究

如发现印装质量问题,影响阅读,请与我们联系调换

地址:北京市西三环北路27号北科大厦北楼四层 电话:010-68434992
北京美澳学苑教育考试研究中心 邮编:100089 网址:www.jzyh.cn



轻巧夺冠

本套书的特点

- 1、左右两栏对照讲解。左栏为知识点讲解；右栏为与知识点相对应的例题。
- 2、从基础知识的梳理，重点难点的突破（或新旧知识的融会贯通），与科技发展、生活实际相联系的综合、创新、应用三个层面解读每节内容。
- 3、采用“同步讲解”与“优化训练”相配套的“1+1”模式。有讲有练，方便实用。

《1+1 轻巧夺冠·同步讲解》高二物理(下)

第 15 章

磁场



第 1 节

磁场 磁感线

同步教材研读
名师解题释惑

典型例题解析
了解考题形式

基础知识的网络梳理

基础知识及掌握这些知识的方法、注意点等，“源于教材，高于教材”。可以帮助你高效率地掌握基础知识结构，得到学法指导。

重点难点的集中突破

对重点、难点进行深层次的、专门性的拓展讲解和思路点拨，能有效地形成基础知识的提高和升华，是考试得高分的关键所在。

解析指点迷津

不但有解题思路、方法的分析和点拨，也有解题时易错点和易忽略点的提示，能有效地避免解题时心理屏蔽作用和“低级错误”，深入浅出，指点迷津。

知识要点归纳

磁现象

- (1) 磁现象
 - ① 两磁体间有力的作用：同名磁极互相排斥，异名磁极互相吸引。
 - ② 磁铁能吸引原来无磁性的铁钉、刀片等。
 - ③ 磁铁与通电导线间也有力的作用。
- (2) 磁场
 - ① 磁场的概念：磁极或电流在其周围的空间里会产生磁场。
 - ② 磁场的基本特性：磁场的基本特性是对处在它里面的磁极或电流有磁场力的作用。
 - ③ 磁场的来源：磁体周围能产生磁场，通电导线周围也产生磁场。（见例 1）



说明：所有的磁作用都是通过磁场发生的，磁场与电场一样，都是场物质，这种物质并非由基本粒子构成。

磁场的方向、磁感线

- (1) 磁场方向的规定：我们规定，在磁场中的任一点，小磁针北极受力的方向，亦即小磁针静止时北极所指的方向，就是那点的磁场方向。
- (2) 磁感线：所谓磁感线，是在磁场中画出的一些有方向的曲线，在这些曲线上，每一点的磁场方向都在该点的切线方向上。
磁感线是用来形象地描述各点的磁场而假想的曲线，磁感线并不是真实存在的线。
- (3) 磁感线在磁体外部从 N 极到 S 极，在磁体的内部从 S 极到 N 极，是一簇闭合曲线。（见例 2、例 3、例 4）



思维能力拓展

关于磁感线的说明

- (1) 磁感线是为了形象地描写磁场而假定的曲线，而实际不存在。
- (2) 磁感线的疏密表示磁场的强弱，磁感线某点的切线方向，即为该点的磁场的方向。

名师解题

例 1 下列关于磁场的说法中正确的是()

- A. 磁场和电场一样，是客观存在的特殊物质
- B. 磁场是为了解释磁极间的相互作用而人为引入的
- C. 磁极与磁极之间是直接发生作用的
- D. 磁场只有在磁极与磁极、磁极与电流发生作用时才产生



解析：磁场是客观存在于磁极或电流周围的一种物质，是不以人的意志为转移的，所以 A 对，B、D 错。磁极与磁极之间、磁极与电流之间、电流与电流之间的作用都是通过它们的磁场发生的，并不需要物体之间直接接触，所以 C 是错误的。答案为 A。
点评：此题易错选 B，原因在于混淆了磁场和磁感线的概念。磁场虽然看不见，但它是磁极或电流周围客观存在的一种物质，而磁感线是为了形象地描述磁场而人为引入的假想曲线。

例 2 关于磁感线的说法中，正确的是()

- A. 磁感线可以形象地描述磁场中各点的磁场方向，它每一点的切线方向都与小磁针放在该点静止时 S 极所指的方向相同
- B. 磁感线总是从磁体的 N 极出发，到磁体的 S 极终止
- C. 磁场的磁感线是闭合曲线
- D. 磁感线就是细铁屑在磁铁周围排列成的曲线，没有细铁屑的地方就没有磁感线



解析：磁感线的切线方向就是该点的磁场方向，磁场的方向规定为小磁针 N 极受力的方向，也就是小磁针静止时 N 极的指向，所以 A 是错误的。在磁体的外部，磁感线从 N 极出发指向 S 极，在磁体的内部，磁感线从 S 极指向 N 极，并且内、外形成闭合曲线，所以 B 错 C 对。虽然磁感线是为了研究问题的方便人为引入的，我们也可以用细铁屑形象地“显示”磁感线，但不能说没有细铁屑的地方就没有磁感线，所以 D 是错误的。答案为 C。

例 3

如图 15-1-6 为某磁场的一条磁感线，其上有 A、B 两点，则()

- A. A 点的磁感应强度一定大
- B. B 点的磁感应强度一定大
- C. 因为磁感线是直线，A、B 两点的磁感应强度一样大
- D. 条件不足，无法判断



解析：选 D。因磁感应强度的大小是由磁感线的疏密度决定的。

图 15-1-6



同步讲解

第15章 磁场



综合创新运用

8. 磁场方向(或小磁针转向)、电流方向、磁铁的极性三者之间的相互判断。

- (1) 磁场方向、电流方向、磁铁的极性只要知其一就能判断另外的两个。
- (2) 磁铁与磁铁之间、电流与电流之间、磁铁与电流之间都会通过磁场而发生相互作用。

9. 关于奥斯特实验

- (1) 器材与器材的放置: 一个小磁针和一段直导线, 电池组和一个开关。
直导线南北水平放置, 小磁针平行地放在直导线的上方。
- (2) 实验现象: 接通电源, 发现小磁针发生偏转, 由南北指向转化为东西指向。
- (3) 现象说明: 地磁场对小磁针的作用是使小磁针南北指向, 而此时的小磁针却是东西指向, 显然转向的原因是通电直导线的影响, 而磁场的最基本的特性是对放入磁场中的磁极有磁场力的作用, 显然通电直导线周围产生磁场。

10. 通电螺线管和环形电流的右手定则的相互变通

- (1) 将通电螺线管压缩到一起, 就成了环形电流, 然后可以利用环形电流的磁场判断方法判断通电螺线管的磁场。
- (2) 将环形电流看作匝数是一匝的通电螺线管, 然后看作通电螺线管来判断。
说明: 磁感线是磁场中最基本的内容, 高考中常与其他知识结合起来考查, 熟练应用安培定则判断磁场方向或电流方向, 掌握其空间位置关系是未来考查的方向。(见例11)



素质能力测试

1. 奥斯特实验说明了()
A. 磁场的存在
B. 磁场具有方向性
C. 通电导线周围存在磁场
D. 磁体间有相互作用
2. 如图 15-1-13 所示, 为一通电螺线管的内、外三点 a、b、c, 关于这三点中, 磁感线最密的可能是()
A. b 处
B. c 处
C. a 处
D. 无法判断
3. 对于磁感线的认识, 下列说法中正确的是()
A. 磁场是由磁感线组成的
B. 画出磁感线的地方一定存在着磁场
C. 磁感线上任何一点的切线方向就是该点的磁场方向
D. 在有磁场的空间, 任何一点只能画出一条磁感线



图 15-1-13

名师解题



由电流方向应用安培定则判断磁场方向, 进而判断磁铁 N 极的受力方向, 得出弹簧秤示数的变化情况。答案: A、C
点评: 这是一道力、电、磁的综合题, 易错选 BD, 原因在于单纯地用“同斥异吸”的规律去分析, 要注意“同斥异吸”只适用于磁体外部磁极之间的作用, 对于内部失效, 而用磁感线方向去判别就不易出差错。本题只需画出螺线管内部的磁感线, 磁铁 N 极所受磁场力方向即为磁感线方向。

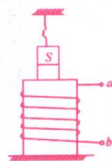


图 15-1-11



例12 图 15-1-12 中 A 为电磁铁, C 为胶木秤盘。

A 和 C(包括支架)的总质量为 M; B 为铁片, 质量为 m; 整个装置用轻绳悬挂于 O 点。当电磁铁通电, 铁片被吸引上升的过程中, 轻绳上拉力 F 的大小为()
A. $F = Mg$ B. $Mg < F < (M + m)g$
C. $F = (M + m)g$ D. $F > (M + m)g$



图 15-1-12



先选铁片 B 为研究对象, 除受重力 mg 外, 由于电磁铁吸引还受到竖直方向的磁场力; 因为铁片加速上升, 所以 $F_{磁} > mg$ 。

再选 A 和 C 组成的系统为研究对象, 受到重力 Mg 、轻绳的拉力 F (竖直向上)和铁片 B 对 A 的磁场力 $F_{磁}'$ (方向竖直向下); 因为处于静止状态, 根据平衡条件有

$$F = Mg + F_{磁}'$$

因为 $F_{磁}'$ 与 $F_{磁}$ 是一对相互作用力, 所以 $F_{磁}'$ 与 $F_{磁}$ 大小相等, 可见 $F_{磁}' > mg$, $F > Mg + mg = (M + m)g$, 选项 D 正确。

点评: 该题也可选 A、B、C 组成的系统为研究对象, 因其中的 B 加速上升, 处于超重状态, 故整个系统处于超重状态, 即 $F > (M + m)g$, 选项 D 正确。显然用整体法解答比较简单。

点击知识点

1. 考查知识点 1
2. 考查知识点 2
3. 考查知识点 2、3

创新知识的综合应用

用前瞻性、预测性的目光去分析、展示每节知识点可能出现的考题形式, 命题角度、深度, 并形成与科技发展、生活实际相联系的创新能力, 努力做到与中、高考命题趋势“合拍”, 步调一致。

与知识点相对应

例题的设计富有针对性、灵活性、层次性和多样性, 并与左栏的知识点讲解形成对应, 是对知识理解的一种直观阐释。

标注训练和讲解对应序号

标注在每道随堂训练题的后面, 指明该道题目对应知识点的序号, 形成对每个知识点的及时巩固和有效的强化训练。并能查漏补缺, 一目了然。

随堂训练巩固

题目轻灵、简练, 针对本节(课)所有知识点设计, 与前面的讲解相互对应, 形成“讲、例、练”三案合一的形式, 学以致用, 当堂达标。



目 录

第 15 章 磁场	1
第 1 节 磁场 磁感线	1
第 2 节 安培力 磁感应强度	7
第 3 节 电流表的工作原理	15
第 4 节 磁场对运动电荷的作用	20
第 5 节 带电粒子在磁场中的运动 质谱仪	28
第 6 节 回旋加速器	37
阅读材料 安培分子电流假说 磁性材料	44
第 16 章 电磁感应	48
第 1 节 电磁感应现象	48
第 2 节 法拉第电磁感应定律——感应电动势的大小	56
第 3 节 楞次定律——感应电流的方向	64
第 4 节 楞次定律的应用	69
第 5 节 自感现象	76
第 6~7 节 日光灯原理 涡流	81
第 17 章 交变电流	84
第 1 节 交变电流的产生和变化规律	84
第 2 节 表征交变电流的物理量	87
第 3 节 电感和电容对交变电流的影响	91
第 4 节 变压器	94
第 5 节 电能的输送	100
第 6 节 三相交变电流	103
第 18 章 电磁场和电磁波	106
第 1 节 电磁振荡	106
第 2 节 电磁振荡的周期和频率	110
第 3~4 节 电磁场 电磁波	113
第 5~6 节 无线电波的发射和接收 电视 雷达	116
参考答案	119

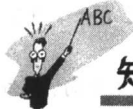
第15章

磁场



第1节

磁场 磁感线

同步教材研读
名师解疑释惑典型题例解析
了解考题形式

知识要点归纳

1 磁场

(1) 磁现象

- ① 两磁极间有力的作用:同名磁极互相排斥,异名磁极互相吸引.
- ② 磁铁能吸引原来无磁性的铁针、刀片等.
- ③ 磁铁与通电导线间也有力的作用.

(2) 磁场

- ① 磁场的概念:磁极或电流在其周围的空間里会产生磁场.
- ② 磁场的基本特性:磁场的基本特性是对处在它里面的磁极或电流有磁场力的作用.
- ③ 磁场的来源:磁铁周围能产生磁场,通电导线周围也产生磁场.(见例1)

说明:所有的磁作用都是通过磁场发生的,磁场与电场一样,都是场物质,这种物质并非由基本粒子构成.

2 磁场的方向、磁感线

- (1) 磁场方向的规定:我们规定,在磁场中的任一点,小磁针北极受力的方向,亦即小磁针静止时北极所指的方向,就是那点的磁场方向.
- (2) 磁感线:所谓磁感线,是在磁场中画出的一些有方向的曲线,在这些曲线上,每一点的磁场方向都在该点的切线方向上.
磁感线是用来形象地描述各点的磁场而假想的曲线,磁感线并不是真实存在的线.
- (3) 磁感线在磁体外部从N极到S极,在磁体的内部从S极到N极,是一簇闭合曲线.(见例2、例3、例4)



思维能力拓展

3 关于磁感线的说明

- (1) 磁场线是为了形象地描写磁场而假设的曲线,而实际不存在.
- (2) 磁感线的疏密表示磁场的强弱,磁感线某点的切线方向,即为该点的磁场的方向.

名师解题

例1 下列关于磁场的说法中正确的是()

- A. 磁场和电场一样,是客观存在的特殊物质
- B. 磁场是为了解释磁极间的相互作用而人为引入的
- C. 磁极与磁极之间是直接发生作用的
- D. 磁场只有在磁极与磁极、磁极与电流发生作用时才产生



解析

磁场是客观存在于磁极或电流周围的一种物质,是不以人的意志为转移的,所以A对,B、D错.磁极与磁极之间、磁极与电流之间、电流与电流之间的作用都是通过它们的磁场发生的,并不需要物体之间直接接触,所以C是错误的.答案为A.

点评:此题易错选B,原因在于混淆了磁场和磁感线的概念.磁场虽然看不见,但它是磁极或电流周围客观存在的一种物质,而磁感线是为了形象地描述磁场而人为引入的假想曲线.

例2 关于磁感线的说法中,正确的是()

- A. 磁感线可以形象地描述磁场中各点的磁场方向,它每一点的切线方向都与小磁针放在该点静止时S极所指的方向相同
- B. 磁感线总是从磁体的N极出发,到磁体的S极终止
- C. 磁场的磁感线是闭合曲线
- D. 磁感线就是细铁屑在磁铁周围排列成的曲线,没有细铁屑的地方就没有磁感线



解析

磁感线的切线方向就是该点的磁场方向,磁场的方向规定为小磁针N极受力的方向,也就是小磁针静止时N极的指向,所以A是错误的.在磁体的外部,磁感线从N极出发指向S极,在磁体的内部,磁感线从S极指向N极,并且内、外形成闭合曲线,所以B错C对.虽然磁感线是为了研究问题的方便人为引入的,我们也可以用细铁屑形象地“显示”磁感线,但不能说没有细铁屑的地方就没有磁感线,所以D是错误的.答案为C.

例3 如图15-1-6为某磁场的一条磁感线,其上有A、B两点,则()

- A. A点的磁感应强度一定大
- B. B点的磁感应强度一定大
- C. 因为磁感线是直线,A、B两点的磁感应强度一样大
- D. 条件不足,无法判断



图15-1-6



解析

选D.因磁感应强度的大小是由磁感线的疏密度决定的.

(3)磁感线一定是闭合曲线,这一点和静电场中的电场线是不同的.

(4)磁感线一定不相交,因为如果相交,在相交点就会出现两个切线方向,而磁场中某一确定点的磁场方向是惟一的,这一点与静电场中的电场线是相同的.

磁感线也不相切,这是因为两条磁感线越靠近切点,可认为磁感线越来越密.在切点处磁感线为无穷密,即磁场无穷强,这是不可能的,所以两条磁感线不能相切.

(5)磁感线和电场线的异同:相似点:都是为形象地描述场的大小和方向而引入的,它们的疏密程度都表示场的大小,某一点的切线方向表示该点的场强方向.不同点:磁场线是闭合的曲线,而静电场的电场线是不闭合的曲线.

没有画磁感线的地方,并不表示那里就没有磁场存在,通过磁场中的任意一点总能而且只能画出一条磁感线.

说明:磁感线是为了形象地研究磁场而人为假设的曲线,并不是客观存在于磁场中的真实曲线.实验时利用被磁化的铁屑来显示磁感线的分布情况,只是研究磁感线的一种方法,使得看不见、摸不着的磁场变得具体形象,给研究带来方便;但是,绝不能认为磁感线是由铁屑排列而成的.另外,被磁化的铁屑所显示的磁感线分布仅是一个平面上的磁感线分布情况,而磁铁周围的磁感线应该分布在长、宽、高组成的三维空间内.

安培定则——用来确定通电导线周围磁场方向

(1)通电直导线周围磁场:用右手握住导线,让伸直的大拇指所指的方向跟电流的方向一致,那么,弯曲的四指所指的方向就是磁感线的环绕方向.

(2)环形电流产生的磁场:让右手弯曲的四指和环形电流的方向一致,那么,伸直的大拇指所指的方向就是环形导线中心轴线上的磁感线的方向.

(3)通电螺线管产生的磁场:用右手握住螺线管,让弯曲的四指所指的方向跟电流的方向一致,大拇指所指的方向就是螺线管内部磁感线的方向.因通电螺线管产生的磁场类似于条形磁铁,所以大拇指所指的方向也可以说成磁铁北极(N极). (见例5~例8)

有关磁场磁感线的形状

(1)如图15-1-1所示为条形磁铁和蹄形磁铁的磁感线.

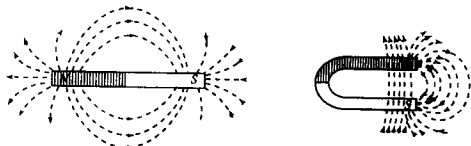


图 15-1-1

例4 磁场中任一点的磁场方向规定为,小磁针在磁场中()

- A. 受磁场力的方向 B. 北极受磁场力的方向
C. 南极受磁场力的方向 D. 受磁场力作用转动的方向



依据磁场方向的规定:在磁场中的任一点,小磁针北极受力的方向,亦即小磁针静止时北极所指的方向,就是那一点的磁场方向.所以,本题的正确选项为:B.

例5 一条竖直放置的长直导线,通以由下向上的电流,在它正东方某点的磁场方向为()

- A. 向东 B. 向西 C. 向南 D. 向北



该题是考查利用安培定则判定直线电流的磁场,这是一个在空间中来讨论的问题,一定要注意对方向的描述.

用右手握着通电直导线,大拇指竖直向上指向电流方向,弯曲的四指所指的是磁感线的环绕方向,从上向下看是沿逆时针方向,在导线的正东方向某点磁场方向是沿正北方向,故正确答案为D.

例6 如图15-1-7所示,一束带电粒子沿水平方向沿虚线飞过磁针上方,并与磁针方向平行,能使磁针N极转向读者,那么这束带电粒子可能是()

- A. 向右飞的正离子 B. 向左飞的负离子
C. 向右飞的负离子 D. 向左飞的正离子



图 15-1-7



带电粒子沿水平方向沿虚线飞过磁针上方,并与磁针方向平行,能使磁针N极转向读者,则知电流的磁场在小磁针所在处是垂直于纸面指向读者的.

依据安培定则可得,电流的方向水平向左.因此,如果这束带电粒子是正离子,则向左飞行;如果是负离子则向右飞行.

所以,本题的正确选项应为:CD.

例7 放在通电螺线管里的小磁针保持静止时,位置是怎样的?两位同学的回答相反.甲说,小磁针的位置如图15-1-8(1),因为管里面的磁感线向右方,所以小磁针的N极指向右方,乙说,小磁针的位置如图15-1-8(2),他的理由是通电螺线管的N极在右侧,根据异性磁极互相吸引可知,小磁针的S极指右方,你的看法是怎样的,他们谁的答案错了,错在哪里?

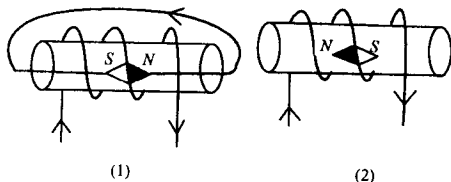


图 15-1-8



甲的说法是正确的.

因为通电螺线管相当于条形磁铁.依据安培定则“让右手弯曲的四指所指的方向跟电流的方向一致,大拇指所指的方向就是环形电流或螺线管内部磁感线的方向”可知:线圈内部的磁场方向是向右的.所以小磁针的N极指右方.

(2)如图 15-1-2 所示为直线电流形成磁场的磁感线

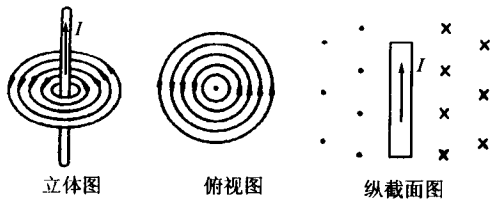


图 15-1-2

说明:图中的“x”号表示磁场方向垂直进入纸面,“.”号表示磁场方向垂直离开纸面.

(3)如图 15-1-3 所示为环形电流形成磁场的磁感线.(见例 9)

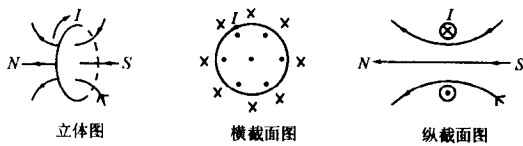


图 15-1-3

(4)如图 15-1-4 所示为通电螺线管形成磁场的磁感线.

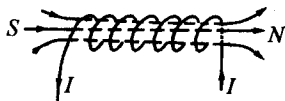


图 15-1-4

说明:(1)通电螺线管内部磁场可视为匀强磁场.
(2)通电螺线管外部磁场与条形磁铁形成的磁场相类似,故磁感线形状也相类似.

6. 关于地磁场

地球本身就是一个大磁体,具有以下几个特点:

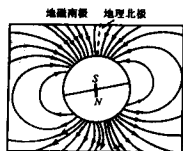


图 15-1-5

- (1)地磁场的 N 极在地球南极附近, S 极在地球北极附近,磁感线分布如图 15-1-5 所示.
- (2)地磁场 B 的水平分量(B_x)总是从地球南极指向北极,而竖直分量(B_y)则南北相反,在南半球垂直地面向上,在北半球垂直地面向下.
- (3)在赤道平面上,距离地球表面相等的各点,磁场强弱程度一致,且方向水平向北.
- (4)地球上的人类和某些生物常利用地磁来确定方向.(见例 10)

例 8 如图 15-1-9 所示是云层之间闪电的模拟图,图中 A 、 B 是位于南、北方向带有电荷的两块阴雨云,在放电的过程中在两云的尖端之间形成了一个放电通道,发现位于通道正上方的小磁针 N 极转向纸里, S 极转向纸外,则关于 A 、 B 的带电情况说法中正确的是()

- A. 带同种电荷 B. 带异种电荷
C. B 带正电 D. A 带正电

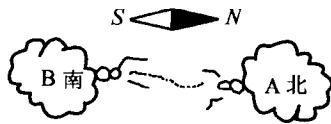


图 15-1-9

云层间闪电必须发生在异种电荷之间,故 B 对;在云层间放电时,形成的强电场和高温将空气电离成正离子和负离子,并在强电场的作用下作定向移动,形成电流,所以此题是考查通电直导线的右手定则的.由题意知,从南往北看,磁场是逆时针的,根据右手定则可以判断电流是从 A 流向 B 的.故可知 A 带正电, B 带负电.所以 D 选项正确.

本题答案为 B、D.

例 9 如图 15-1-10 一枚小磁针放在半圆形导线环的环心 O 处,当导线中通以如图所示方向的电流时,小磁针将如何偏转()

- A. 沿顺时针方向转动
B. 沿逆时针方向转动
C. N 极转向纸内, S 极转向纸外
D. N 极转向纸外, S 极转向纸内

图 15-1-10

将半圆环补成全闭合圆环,如图由于对称,磁场方向垂直纸面向里,选 C.

答案:C.



点评:将不对称情形转化为对称情形,是物理学中常用的思维方法之一.

例 10 19 世纪 20 年代,以塞贝克(数学家)为代表的科学家已认识到,温度差会引起电流,安培考虑到地球自转造成了太阳照射后正面与背部的温度差,从而提出如下假设:地磁场是由绕地球的环形电流引起的.则该假设中的电流方向是()

- A. 由西向东垂直磁子午线
B. 由东向西垂直磁子午线
C. 由南向北沿磁子午线方向
D. 由赤道向两极沿磁子午线方向

地球内部磁场方向由北向南,由安培定则可判知电流方向.

答案:B.

例 11 弹簧秤下面挂一条形磁铁,其中条形磁铁 N 极的一部分位于通电螺线管内,如图 15-1-11 所示,下列说法中正确的是()

- A. 若将 a 接电源正极, b 接负极,弹簧秤示数将减小
B. 若将 a 接电源正极, b 接负极,弹簧秤示数将增大
C. 若将 b 接电源正极, a 接负极,弹簧秤示数将增大



综合创新运用

7 磁场方向(或小磁针转向)、电流方向、磁铁的极性三者之间的相互判断.

- (1) 磁场方向、电流方向、磁铁的极性只要知其一就能判断另外的两个.
- (2) 磁极与磁极之间、电流与电流之间、磁极与电流之间都会通过磁场而发生相互作用.

8 关于奥斯特实验

- (1) 器材与器材的放置: 一个小磁针和一段直导线, 电池组和一个开关.
直导线南北水平放置, 小磁针平行地放在直导线的上方.
- (2) 实验现象: 接通电源, 发现小磁针发生偏转, 由南北指向转化为东西指向.
- (3) 现象说明: 地磁场对小磁针的作用是使小磁针南北指向, 而此时的小磁针却是东西指向, 显然转向的原因是通电直导线的影响, 而磁场的最基本的特性是对放入磁场中的磁极有磁场力的作用, 显然通电直导线周围产生磁场.

9 通电螺线管和环形电流的右手定则的相互变通

- (1) 将通电螺线管压缩到一起, 就成了环形电流, 然后可以利用环形电流的磁场判断方法判断通电螺线管的磁场;
- (2) 将环形电流看作匝数是一匝的通电螺线管, 然后看作通电螺线管来判断.

说明: 磁感应线是磁场中最基本的内容, 高考中常与其他知识结合起来考查, 熟练应用安培定则判断磁场方向或电流方向, 掌握其空间位置关系是未来考查的方向.(见例 11)



素质能力测试

1. 奥斯特实验说明了()
 - A. 磁场的存在
 - B. 磁场具有方向性
 - C. 通电导线周围存在磁场
 - D. 磁体间有相互作用
2. 如图 15-1-13 所示, 为一通电螺线管的内、外三点 a 、 b 、 c , 关于这三点中, 磁感线最密的可能是()
 - A. b 处
 - B. c 处
 - C. a 处
 - D. 无法判断
3. 对于磁感线的认识, 下列说法中正确的是()
 - A. 磁场是由磁感线组成的
 - B. 画出磁感线的地方一定存在着磁场
 - C. 磁感线上任何一点的切线方向就是该点的磁场方向
 - D. 在有磁场的空间, 任何一点只能画出一条磁感线
4. 两条平行的直导线, 当通以相反方向的电流时它们相互_____ ; 通以相同方向的电流时, 它们相互_____

D. 若将 b 接电源正极, a 接负极, 弹簧秤示数将减小
由电流方向应用安培定则判断磁场方向, 进而判断磁铁 N 极的受力方向, 得出弹簧秤示数的变化情况. 答案: A、C
点评: 这是一道力、电、磁的综合题, 易错选 BD, 原因在于单纯地用“同斥异吸”的规律去分析, 要注意“同斥异吸”只适用于磁体外部磁极之间的作用, 对于内部失效, 而用磁感线方向去判别就不易出差错. 本题只需画出螺线管内部的磁感线, 磁铁 N 极所受磁场力方向即为磁感线方向.

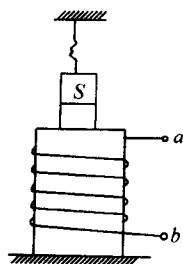


图 15-1-11

例 12 图 15-1-12 中 A 为电磁铁, C 为胶木秤盘, A 和 C (包括支架) 的总质量为 M ; B 为铁片, 质量为 m ; 整个装置用轻绳悬挂于 O 点. 当电磁铁通电, 铁片被吸引上升的过程中, 轻绳上拉力 F 的大小为()

- A. $F = Mg$
- B. $Mg < F < (M + m)g$
- C. $F = (M + m)g$
- D. $F > (M + m)g$



先选铁片 B 为研究对象, 除受重力 mg 外, 由于电磁铁吸引还受到竖直方向的磁场力; 因为铁片加速上升, 所以 $F_{磁} > mg$.

再选 A 和 C 组成的系统为研究对象, 受到重力 Mg 、轻绳的拉力 F (竖直向上) 和铁片 B 对 A 的磁场力 $F_{磁}'$ (方向竖直向下); 因为处于静止状态, 根据平衡条件有

$$F = Mg + F_{磁}'.$$

因为 $F_{磁}'$ 与 $F_{磁}$ 是一对相互作用力, 所以 $F_{磁}'$ 与 $F_{磁}$ 大小相等, 可见 $F_{磁}' > mg$, $F > Mg + mg = (M + m)g$. 选项 D 正确.

点评: 该题也可选 A 、 B 、 C 组成的系统为研究对象, 因其中的 B 加速上升, 处于超重状态, 故整个系统处于超重状态, 即 $F > (M + m)g$, 选项 D 正确. 显然用整体法解答比较简单.

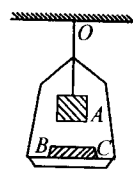


图 15-1-12

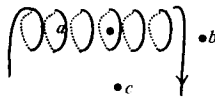


图 15-1-13

点击知识点

1. 考查知识点 1
2. 考查知识点 2
3. 考查知识点 2、3
4. 考查知识点 1、5

_____ . 电流之间的这种作用, 是通过 _____ 来传递的.

5. 如图 15-1-14 所示为电视机显象管偏转的示意图, 磁环上的偏转线圈通以图示方向的电流时, 圆环的圆心 O 处的磁场方向为 _____ .

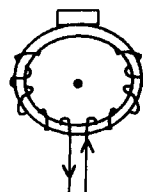


图 15-1-14

5. 考查知识点 4

6. 根据图 15-1-15 中的情况画出他们的电流方向:

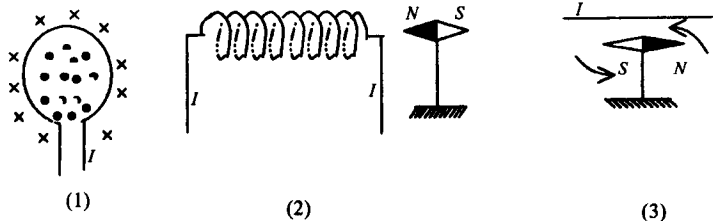


图 15-1-15

6. 考查知识点 5

7. 如图 15-1-16 所示, 在 U 形的铁芯上套有两个螺线管, 问螺线管如何与电源相连, 才能使小磁针的指向如图, 试在图上用实线画出连接图, 并且要求串联.

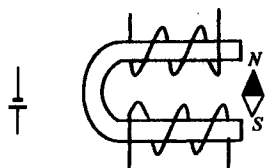


图 15-1-16

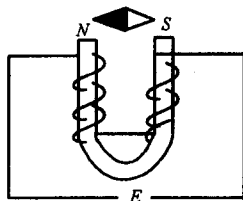


图 15-1-17

7. 考查知识点 3~5

8. 在蹄形铁芯上绕有线圈, 如图 15-1-17 所示, E 为直流电源, 根据小磁针的指向, 判断电源的极性.

9. 下列所述的各种情况, 哪些可以肯定钢棒没有磁性()

- A. 将钢棒一端接近磁针北极, 两者互相吸引, 再将钢棒的这一端接近磁针南极, 两者互相排斥
- B. 将钢棒一端接近磁针北极, 两者互相吸引, 将棒调个头, 仍相互吸引
- C. 将钢棒一端接近磁针北极, 两者互相吸引, 再将钢棒的另一端接近磁针南极, 仍互相吸引
- D. 将钢棒的一端接近磁针南极, 两者相互排斥

10. 如图 15-1-18 所示, 把轻质导线圈用细线挂在磁铁 N 极附近, 磁铁的轴线穿过线圈的圆心且垂直于线圈的平面. 当线圈内通过图所示方向的电流时, 线圈将怎样运动?

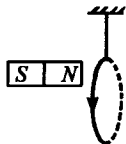


图 15-1-18

8. 考查知识点 4,5

9. 考查知识点 3,5

10. 考查知识点 5,6,8

11. 两平行长直导线 a 、 b 中通以等大同向电流,导线 c 与 a 、 b 在同一平面内,位于中心线 OO' 一侧如图 15-1-19 所示,当导线 c 中通以与 a 、 b 反向的电流后,若 c 能自由运动,则其运动情况是()
- A. 向 a 靠近
B. 向 b 靠近
C. 停在中心线 OO' 处
D. 在中心线 OO' 附近左右振动

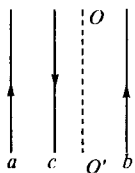


图 15-1-19

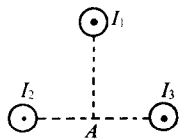


图 15-1-20

12. 如图 15-1-20 所示,三条长直导线都通以垂直于纸面向外的电流,且 $I_1 = I_2 = I_3$,则距三导线等距的 A 点的磁场方向为()

- A. 向上
B. 向右
C. 向左
D. 向下
13. 如图 15-1-21 所示,电流从 A 点分两路通过环形电路汇合于 B 点,已知两种电流大小相等,则在环形电路的中心处的磁感强度为()

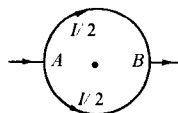


图 15-1-21

- A. 垂直环形电路所在平面,且指向“纸内”
B. 垂直环形电路所在平面,且指向“纸外”
C. 在环形电路所在平面,且指向 A 点
D. 磁感强度为零
14. 超导是当今高科技的热点,当一块磁铁靠近超导体时,超导体会产生强大的电流,对磁体有排斥作用.这种排斥力可以使磁体悬浮于空中,磁悬浮列车就是采用了这种技术,关于磁体悬浮的以下说法中正确的是()
- A. 超导体电流的磁场方向与磁体的磁场方向相反
B. 超导体电流的磁场方向与磁体的磁场方向相同
C. 超导体给磁体的磁力与磁体的重力平衡
D. 超导体使磁体处于失重状态

11. 考查知识点 5.8

12. 考查知识点 4.5

13. 考查知识点 4

14. 考查知识点 1

第2节

安培力 磁感应强度

同步教材研读
名师解疑释惑典型例题解析
了解考题形式

知识要点归纳

1 磁感应强度

(1)定义和定义式:在磁场中垂直于磁场方向的通电导线,所受的磁场力 F 跟电流 I 和导线长度 L 的乘积 IL 的比值叫做通电导线所在处的磁感应强度,用 B 表示.

定义式: $B = F/IL$

(2)单位:特斯拉,简称特,国际符号是 T.

$1\text{ T} = 1 \frac{\text{N}}{\text{A}\cdot\text{m}}$.它是导出单位.

(3)矢量性:磁感应强度是矢量,既有大小,又有方向,磁场中某点磁感应强度的方向就是该点磁场的方向.
注:磁感线的疏密可以表示磁感应强度 B 的大小.

如果在磁场的某一区域里,磁感应强度的大小和方向处处相同,这个区域的磁场叫做匀强磁场.(见例1、例2)

2 磁感应强度的决定因素

(1)公式 $B = \frac{F}{IL}$ 的说明:

① B 的定义中“通电导线”必须垂直于磁场方向放置,这是因为在磁场中某一确定点,导线的取向不同,受的磁场力也不同.

② F 与 IL 的比值是一个与所受磁场力 F 无关,与电流 I 和导线长度 L 无关的物理量.

(2)磁感应强度的决定因素:磁感应强度只与磁场本身有关,因此它可以描述磁场本身的性质.

(3)磁感应强度的方向是该处磁场的方向,而绝不是 F 的方向.

3 安培力

(1)安培力:磁场对电流的作用力叫安培力.

(2)安培力的大小:安培力的大小为 $F = BIL\sin\theta$,式中 θ 是 B 与 I 的夹角.

$F = BIL$ 中“ L ”指的是有效长度.即垂直磁场的长度

当 $\theta = 0$ 时,即 B 与 I 平行, $F = 0$;

当 $\theta = 90^\circ$ 时,即 B 与 I 垂直, F 最大, $F = BIL$

(3)安培力的方向:判定方法,用左手定则判定.

其内容为:伸开左手,使大拇指跟其余四个手指垂直,并且都跟手掌在一个平面内,把手放入磁场中,让磁感线垂直穿入手心,并使伸开的四指

名师解题

例1 有关磁感应强度的下列说法中,正确的是()

- A. 磁感应强度是用来表示磁场强弱的物理量
B. 若有一小段通电导体在某点不受磁场力的作用,则该点的磁感应强度一定为零
C. 若有一小段长为 L ,通以电流为 I 的导体,在磁场中某处受到的磁场力为 F ,则该处磁感应强度的大小一定是 F/IL
D. 由定义式 $B = F/IL$ 可知,电流强度 I 越大,导线 L 越长,某点的磁感应强度就越小



磁感应强度的引入目的就是用描写磁场强弱,因此选项 A 是正确的;依据磁感应强度的定义式知:磁感应强度与电流 I 和导线长度 L 无关的物理量,且 $B = F/IL$ 中的 B 、 F 、 L 相互垂直,所以选项 B、C、D 皆是错误的.故本题的正确选项为 A.

例2 磁感应强度为矢量,它可以分解为分量,

- (1)如果北半球某处地磁场的磁感应强度大小为 B ,磁偏角为 θ ,那么该处地磁场的磁感应强度的水平分量和竖直分量各为多大?
(2)如果地理南、北极和地磁北、南极是重合的,那么在赤道上空在磁场的竖直分量是多大?
(3)在极地上空地磁场的水平分量是多大?



(1)因为磁感应强度大小为 B ,与水平方向的夹角为 θ ,所以地磁场的磁感应强度的水平分量和竖直分量分别为:

$$B_{\text{水}} = B\cos\theta; B_{\text{垂}} = B\sin\theta$$

- (2)在赤道上空,因为 $\theta = 0^\circ$,故有 $B_{\text{垂}} = 0$;
(3)在极地上空,因为 $\theta = 90^\circ$,故有 $B_{\text{水}} = 0$.

例3 如图 15-2-4 表示电流 I 、磁场 B 和磁场对电流作用力 F 三者的方向关系正确的是()

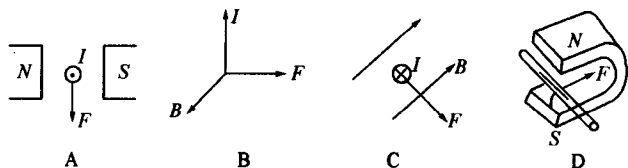


图 15-2-4



正确应用左手定则,此题即可求解.

答案: B、C、D

点评:左手定则是判断电流在磁场中受力方向的法则,而安培定则是判断电流的磁场方向的法则,要注意两者的区别.

指向电流的方向,那么,大拇指所指的方向就是通电导线在磁场中所受安培力的方向。

安培力方向的特点: $F \perp B, F \perp I$,即 F 垂直于 B 和 I 确定的平面(注意: B 和 I 可以有任意夹角)。

(见例3)

注意:左手定则判定的磁场对电流作用力的方向,不一定是事实上载流导体运动的方向。载流导体是否运动,要看它所处的具体情况而定。例如:两端固定的载流导体,即使受磁力作用,它也不能运动。



思维能力拓展

安培力的决定因素

安培力的决定因素有两个:一个是放入磁场中的一段导体的 IL 乘积,另一个是磁场本身,即磁场的磁感应强度 B 。

因而安培力的改变:①通过改变磁感应强度的大小来改变;②通过改变通电导线的长短来改变;③通过改变通电导线电流的大小来改变;④通过通电导线与磁感应强度的夹角来改变。

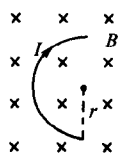


图 15-2-1

注意:①导线 L 所处的磁场应为匀强磁场。② L 为有效长度,如图 15-2-1 所示,半径为 r 的半圆形导线与磁场 B 垂直放置,当导线中通以电流 I 时,安培力 $F = 2BIL$ 。(见例5)

磁感应强度 B 与场强 E 的比较

	磁感应强度 B	场强 E
物理意义	描述磁场的性质	描述电场的性质
定义式	$B = \frac{F}{IL}$ 通电导线与 B 垂直	$E = \frac{F}{q}$
场的性质	(1)闭合曲线 (2)不相交 (3)疏密表示 B 的大小 (4)切线方向表示 B 的方向	(1)不闭合 (2)不相交 (3)疏密表示 E 的大小 (4)切线方向表示 E 的方向
场的叠加	合磁感应强度 B 等于各磁场的 B 的矢量和	合场强等于各个电场的场强 E 的矢量和
单位	$1\text{T} = 1\text{N/A}\cdot\text{m}$	$1\text{V/m} = 1\text{N/C}$

说明:当通电导线与磁场方向不垂直时,可以将磁感应强度 B 分解为跟通电导线平行的分量 $B_{//}$ 和跟通电导线垂直的分量 B_{\perp} ,用 $F = B_{\perp} IL$ 计算通电导线所受的安培力的大小。在图所示的情况下,电

例4 将长度为 20 cm、通有 0.1 A 电流的直导线放在一匀强磁场中,电流与磁场的方向如图 15-2-5 所示,已知磁感应强度为 1 T,试求出下列各图中导线所受安培力的大小,并在图中标出安培力的方向。

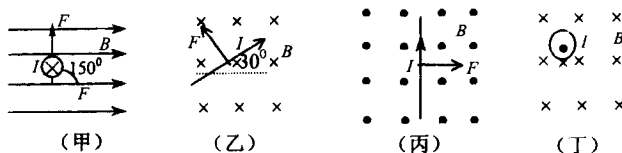


图 15-2-5

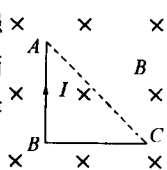


依据 $F = BIL\sin\theta = 0.02\sin\theta$. 解得: $F_{甲} = 0.02(\text{N})$;
 $F_{乙} = 0.02(\text{N})$; $F_{丙} = 0.02(\text{N})$; $F_{丁} = 0(\text{N})$ 。

注意:(乙)中的导体与磁感线垂直,安培力公式 $F = BIL\sin\theta$ 中的 $\theta = 90^\circ$,而不是 30° 。

例5

长为 $2l$ 的导线 AC 对折成直线,放在磁感应强度为 B 的匀强磁场中,如图 15-2-6 所示,当导线中通以电流 I 时,它受到的安培力大小是多少?



应用安培力公式 $F = BIL$, 式中的 L 应为弯曲导线的有效长度,即连接两端点 A, C 的线段长度即 $L = \sqrt{2}l$

解: $F = BIL = BI \cdot \sqrt{2}l = \sqrt{2}BIl$

例6

(2000年·上海)如图 15-2-7 所示,两根平行放置的长直导线 a 和 b 载有大小相同方向相反的电流, a 受到的磁场力大小为 F_1 . 当加入一与导线所在平面垂直的匀强磁场后, a 受到磁场力大小变为 F_2 , 则此时 b 受到的磁场力大小变为()

- A. F_2 B. $F_1 - F_2$ C. $F_1 + F_2$ D. $2F_1 - F_2$



根据安培定则和左手定则,可以判定 a 导线受 b 中电流形成的磁场的的作用力 F_1 , 方向向左, 同理 b 受 a 磁场的的作用力大小也是 F_1 , 方向向右, 新加入的磁场无论什么方向, a, b 受到的磁场力 F 总是大小相等方向相反, 若 F 与 F_1 方向相同, 则两导线受到的力大小都是 $F_1 + F$. 若 F 与 F_1 方向相反, a, b 受到的力大小都是 $|F - F_1|$. 因此, 当再加磁场时, 若 a 受的磁场力大小是 F_2 , b 受的磁场力大小也是 F_2 .

答案: A

点拨:此题没有指明外加磁场的确切方向, 应意识到可能有两种情况, 然后分别进行分析. 但考虑到左手定则中涉及电流、磁场、磁场力三个量的方向, 此题外加磁场一旦确定以后其方向是不变的, 但 a, b 两电流方向相反, 故 a, b 所受外加磁场的力必定反向, 然后再与 F_1 合成就行了。

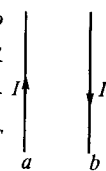


图 15-2-7

流与磁场方向的夹角为 θ , 磁感应强度垂直于通电导线的分量 $B_{\perp} = B\sin\theta$, 这段长度为 L 的通电导线所受的安培力的大小为

$$F = B_{\perp} IL = BIL\sin\theta \text{ (见例4)}$$

6 两平行通电直导线的相互作用

同向电流相互吸引, 反向电流相互排斥. (见例6)



综合创新运用

7 安培力作用下的物体平衡

(1) 有安培力参与的物体平衡, 此平衡与前面所讲的物体平衡一样, 也是利用物体平衡条件解题. 其中安培力是众多受力中的一个.

(2) 与闭合电路欧姆定律相结合的题目.

主要应用:

- ① 全电路欧姆定律;
- ② 安培力求解公式 $F = BIL$;
- ③ 物体平衡条件.

(3) 在安培力作用下的物体平衡的解决步骤和前面我们学习的共点力平衡相似, 一般也是先进行受力分析, 再根据共点力平衡的条件列出平衡方程. 其中重要的是在受力分析过程中不要漏掉了安培力. (见例7、例8)

安培力作用下的动态分析

主要指在安培力作用下导体的转动和平动.

中学阶段这种动态分析只是定性分析, 不会有定量分析出现, 常用到的方法有:

(1) 电流元分析法, 一般适用于通电导线为曲线的情況. 具体方法是將整段电流等分成很多段直电流元, 用左手定则判断出电流元受到的安培力, 再将各段的安培力合成, 从而判断导线的运动方向;

(2) 特殊位置分析法, 就是将不好分析的原位置根据需要转过一定角度 (如 90°), 再判断导线受安培力的方向, 从而确定通电导线的运动情况;

(3) 等效分析法, 环形电流可以等效成小磁针, 再利用同名磁极相排斥, 异名磁极相吸引的规律判断导线的运动情况, 或者將小磁针等效成电流, 再利用同向电流相吸引, 异向电流相排斥的规律判断通电导线的运动规律.

(见例9、例10)

安培力矩

(1) 当线圈平面与磁场方向垂直时

如图 15-2-2 表示放在匀强磁场中的通电矩形线圈, 其线圈与磁感线垂直.

设磁感应强度为 B , 通入电流为 I , 其方向图中已标出, 线圈 ab 边受安培力 F_{ab} 和线圈 cd 边受力 F_{cd} 大小相等, 方向相反, 彼此平衡; 线圈 ad 边和

例7 在倾角为 α 的光滑斜面上, 置有一通有电流 I 、长为 L 、质量为 m 的导体棒, 如图 15-2-8 所示,

(1) 欲使棒静止在斜面上, 所加匀强磁场的磁感应强度 B 的最小值为_____方向为_____.

(2) 欲使棒静止在斜面上, 且对斜面无压力, 所加匀强磁场的磁感应强度 B 的最小值为_____方向为_____.

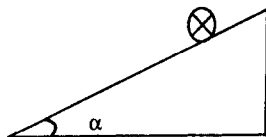


图 15-2-8



(1) 使棒静止在斜面上依据题意可知: 安培力有最小值时, 安培力与支持力垂直, 沿斜面向上. 解得安培力的最小值为: $F = mg\sin\alpha$. 此时, 磁场的磁感应强度最小, 其最小值为: $B = \frac{F}{LI} = \frac{mg}{LI}\sin\alpha$, 依据左手定则可知磁感应强度的方向为: 垂直斜面向上.

(2) 使棒静止在斜面上, 且对斜面无压力, 即安培力与棒所受重力是平衡力. 依据物体平衡条件可得: $F = mg$. 又因为: $F = BLI$

所以解得: $B = \frac{F}{LI} = \frac{mg}{LI}$. 依据左手定则可知磁感应强度的方向为: 水平向左.



例8 如图 15-2-9 所示, 导轨间的距离 $l = 0.5 \text{ m}$, $B = 2 \text{ T}$, ab 棒的质量 $m = 1 \text{ kg}$, 物块 $G = 3 \text{ N}$, 动摩擦因数 $\mu = 0.2$, 电源的电动势 $E = 10 \text{ V}$, $r = 0.1 \Omega$, 导轨的电阻不计, ab 棒电阻也不计, 问 R 的取值范围怎样时棒处于静止状态?

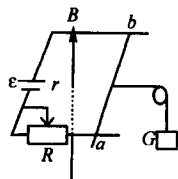


图 15-2-9



依据物体平衡条件可得:

$$\text{恰不右滑时: } G - mg\mu - BLI_1 = 0 \quad \text{①}$$

$$\text{恰不左滑时: } G + mg\mu - BLI_2 = 0 \quad \text{②}$$

依据全电路欧姆定律可得:

$$E = I_1(R_1 + r) \quad \text{③}$$

$$E = I_2(R_2 + r) \quad \text{④}$$

$$\text{联立①③得: } R_1 = BLE / (G - mg\mu) - r = 1.15(\Omega)$$

$$\text{联立②④得: } R_2 = BLE / (G + mg\mu) - r = 0.73(\Omega)$$

所以 R 的取值范围为: $0.73 \Omega \leq R \leq 1.15 \Omega$.



例9 两条直导线相互垂直, 如图 15-2-

10 所示, 但相隔一定的小距离, 其中一条 AB 是固定的, 另一条 CD 可以自由转动, 当两导线通入如图所示的电流时, 导线 CD 将()

- A. 顺时针转动, 同时靠近导线 AB
- B. 逆时针转动, 同时离开导线 AB
- C. 顺时针转动, 同时离开导线 AB
- D. 逆时针转动, 同时靠近导线 AB

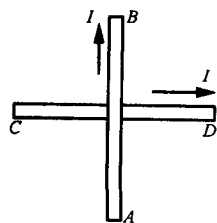


图 15-2-10



如图 15-2-11 所示是上图的俯视图, 通电直导线受 AB 中电流产生的磁场的作用开始运动, CD 导线左半部分电流受到的安

bc 边受安培力 F_{ad} 和 F_{bc} 也是大小相等, 方向相反, 彼此平衡. 故矩形线圈所受合外力为零. 又因 F_{ab} 和 F_{cd} 在同一直线上, F_{ad} 和 F_{bc} 在同一直线上, 都不能使线圈发生转动, 所以线圈所受的合力矩也为零, 即 $M=0$.

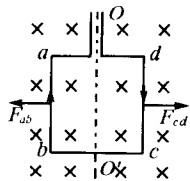


图 15-2-2

(2) 当线圈平面与磁场方向平行时

将线圈如图 15-2-3 放置时, bc 边和 ad 边均与磁感线平行, 故 $F_{bc} = F_{ad} = 0$. F_{ab} 和 F_{cd} 大小相等, 方向相反, 合力为零, 但合力矩并不为零. 此位置时合力矩的大小为: $M = BIL_{ab}l_{bc} = BIS$.

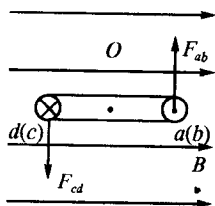


图 15-2-3

说明:

- (1) 当通电线圈和磁场方向平行时, 磁力矩最大, $M = BIS$; 当通电线圈和磁场方向垂直时, 磁力矩最小, 为零; 当通电线圈和磁场方向成 θ 角时, 磁力矩为 $M = BIS\cos\theta$.
- (2) 由磁力矩公式 $M = BIS\cos\theta$ 可知, 磁力矩与通电线圈的形状无关.
- (3) 若为 N 匝线圈, 其磁力矩应为 $M = NBIS\cos\theta$. (见例 11)

培力的方向是垂直纸面向里的, 右半部分电流受到安培力的方向是垂直纸面向外的, 因此, 直导线 CD 将逆时针方向转动. 转动后, 两通电直导线的电流方向趋向于同向, 所以会相互吸引. 因而通电直导线 CD 做逆时针转动, 同时靠近 AB. 故正确答案为 D.

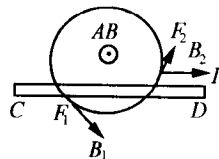


图 15-2-11

例 10 把轻质导线圈用细线挂在磁铁 N 极附近, 磁铁的轴穿过线圈的圆心且垂直于线圈的平面. 当线圈内通过图示方向的电流时, 线圈将怎样运动?

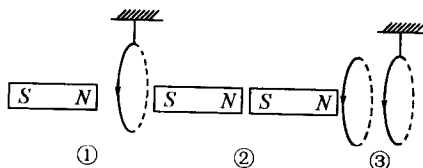


图 15-2-12

把环形电流等效成图②所示的条形磁铁, 可见两条形磁铁只是相互吸引而没有转动. 也可把条形磁铁等效成图③所示的环形电流, 由图可见两电流相互平行方向相同, 故两环形电流没有转动, 只是相互吸引即线圈将向条形磁铁平移.

例 11 如图 15-2-13 所示, 匀强磁场中, 矩形通电线框可绕中心轴 OO' 转动, 则下列说法正确的是 ()

- A. 在图示位置线框所受磁力矩为零
- B. 转过 90° 时线框所受磁力矩为零
- C. 转过 90° 时线框四条边都不受磁场力作用
- D. 转动中, ab、cd 边所受磁场力均恒定不变

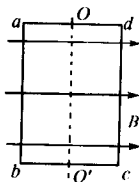


图 15-2-13

图示位置的俯视图如图 15-2-14 所示, 由安培力计算式和左手定则可知, ab 边和 cd 边受安培力大小相等, 方向相反, ad 边和 bc 边此时不受安培力. 设电流为 I , 线框面积为 S , 线框受磁力矩为 M , 则此时 $M = 2BI \overline{ab} \cdot \frac{\overline{ad}}{2} = BIS$ 线框加速转动.

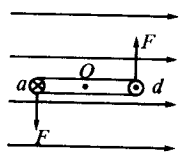


图 15-2-14

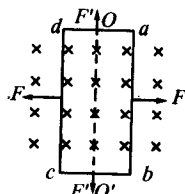


图 15-2-15

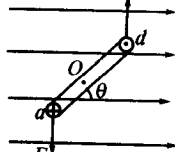


图 15-2-16

当线框转过 90° 角时, 从左向右侧视图如图 15-2-15 所示. 从图示可知, 此时线框四条边都受安培力. 整个线框的 $\Sigma F_{\text{外}} = 0$. 整个线框受磁力矩 $M = 0$. 转动过程中, 任一位置的俯视图如图 15-2-16 所示, 受力大小、方向均不变. 所以答案选 B 和 D. 答案: B、D.



素质能力测试

A 组

- 下列关于磁感应强度的方向,说法正确的是()
 - 磁场中某点的磁感应强度的方向就是该点的磁场方向
 - 磁场中某点的磁感应强度的方向就是通过该点的磁感线的切线方向
 - 磁场中某点的磁感应强度的方向就是小磁针在该点静止时北极的指向
 - 磁场中某点的磁感应强度的方向就是通电导线在该处所受磁场力的方向
- 在北半球地面上有一东西水平方向放置的长直导线,通有从西向东流动的电流,则此通电导线所受地磁场的作用力方向应是()
 - 向上偏北
 - 向下偏南
 - 向南
 - 向北
- 一根长直导线穿过通有恒定电流的金属圆环的中心,且与圆环面垂直,若导线和圆环中电流的方向如图 15-2-17 所示,则直导线与圆环间的作用力为_____,这是因为_____的缘故.

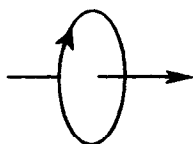


图 15-2-17

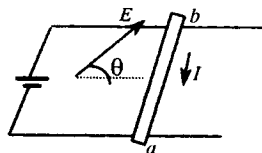


图 15-2-18

- 如图 15-2-18 所示,质量为 m 、长为 L 、通有电流为 I 的导体棒 ab 静止在水平轨道上,匀强磁场的磁感应强度为 B ,其方向与导轨平面成 θ 角斜向上,此时 ab 受到的摩擦力为_____,方向为_____,受到的支持力为_____.
- 如图 15-2-19 所示,已知 $B=0.5\text{ T}$, $I=20\text{ A}$, $MN=0.24\text{ m}$, $ab=0.3\text{ m}$ 且 MN 处于平衡状态,求:
 - 电流 I 的方向?
 - 导线的质量?

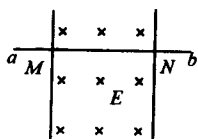


图 15-2-19

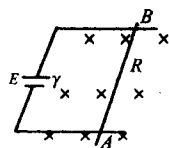


图 15-2-20

- 如图 15-2-20 所示,已知 AB 的质量 $m=1\text{ kg}$, $\mu=0.2$, $r=0.2\ \Omega$, $R=1\ \Omega$, $B=1\text{ T}$,导线的电阻不计, AB 的长 $l=1\text{ m}$ 且 AB 导线恰好不动,求电源的电动势 E ?

- 如图所 15-2-21 示,把一根通电的直导线 AB 放在蹄形磁铁两个磁极上方,导线可以自由转动,如果电流的方向是从 A 到 B ,那么导线的()
 - A 端向纸内, B 端向纸外,在水平面内转动,同时向下运动
 - A 端向纸外, B 端向纸内,在水平面内转动,同时向上运动
 - A 端向上, B 端向下,在竖直平面内转动

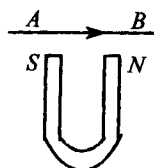


图 15-2-21

点击知识点

- 考查知识点 1
- 考查知识点 3
- 考查知识点 2、3
- 考查知识点 4
- 考查知识点 2、5
- 考查知识点 5
- 考查知识点 6