



实验三 探究通电螺线管外部的磁场分布

实验准备

实验目的

探究通电螺线管外部的磁场分布。

实验原理

通电导线周围存在磁场。

实验器材

螺线管、小磁针、电源、开关、导线、铁棒。

必备知识

1. 通电导线周围存在与电流方向有关的磁场,这种现象叫作电流的磁效应。
2. **螺线管**:如果把导线绕在圆筒上,就做成了螺线管,也叫线圈。
3. **通电螺线管的磁场形状**:通电螺线管外部的磁场与条形磁体的磁场相似。

实验过程

实验步骤

- 按照如图 1 所示布置器材。
- 为使磁场加强,可以在螺线管中插入一根铁棒。
- 把小磁针放到螺线管四周不同的位置,在图上记录磁针 N 极的方向,这个方向就是该点的磁场方向。
- 如图 2 所示,改变电流方向和螺线管的绕向,在图上记录磁针 N 极的方向。

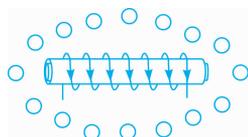


图 1

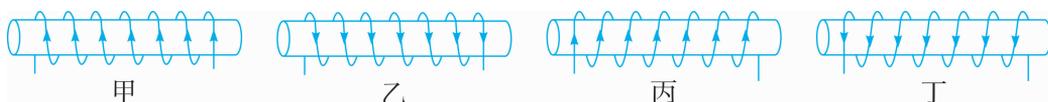


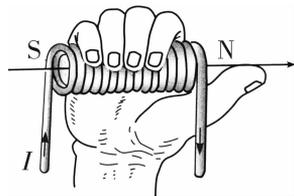
图 2

数据处理

- 把实验的现象记录在下面的表格中

通电螺线管的磁场	
分布情况	极性与电流方向的关系

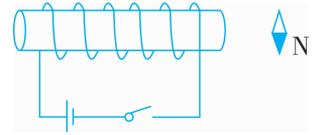
- 实验结论:**通电螺线管外部的磁场跟条形磁体的磁场相似。通电螺线管的极性与电流方向之间的关系可以用安培定则来表述。
- 如图,用右手握住螺线管,让四指指向螺线管中电流的方向,则拇指所指的那端就是螺线管的 N 极。



思考讨论

- 为什么在螺线管中插入一根铁棒,能加强磁场?

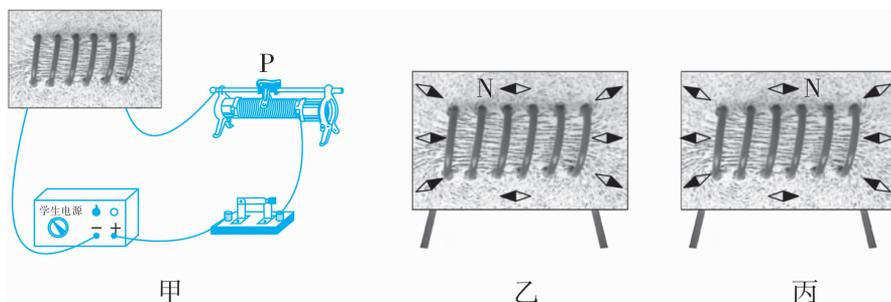
2. 如图所示,开关闭合后,位于螺线管右侧的小磁针的指向将怎样变化?



创新实验

小华在实验室发现有一个铅酸蓄电池组(由三节铅酸蓄电池组成),电池的两极旁标明的“+”“-”字样已经模糊不清,正、负极在哪端呢? 请你设计一些方法帮助小华辨别蓄电池的正、负极。

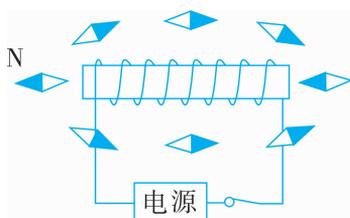
1. 某实验小组探究“通电螺线管外部磁场的特点”。



(1)将螺线管安装在一块有机玻璃板上,连入电路中。在板面上均匀地洒满铁屑,闭合开关并轻敲玻璃板面,观察到铁屑分布情况如图甲所示。铁屑的分布情况与_____磁体周围铁屑的分布情况相似。

(2)把小磁针放在通电螺线管四周不同的位置,小磁针静止时 N 极(涂黑的一端)所指方向如图乙所示。对调电源正负极,闭合开关,小磁针静止时 N 极所指方向如图丙所示,说明通电螺线管外部磁场的方向与_____有关。

2. 科学探究是物理学科核心素养的重要内容,小明同学设计了如图所示的装置来探究通电螺线管周围的磁场方向。

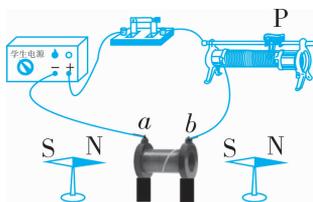


(1)开关闭合前,可自由转动的小磁针均指南北,说明地球周围存在_____。

(2)开关闭合后,小磁针的指向如图所示,说明通电螺线管外部的磁场与_____的磁场相似,根据小磁针的指向可以判断出通电螺线管的左端为_____极。

(3)如果想探究通电螺线管的极性与电流方向的关系,接下来的操作是_____,并观察小磁针的指向。

3. 如图是探究通电螺线管外部磁场方向的实验装置。



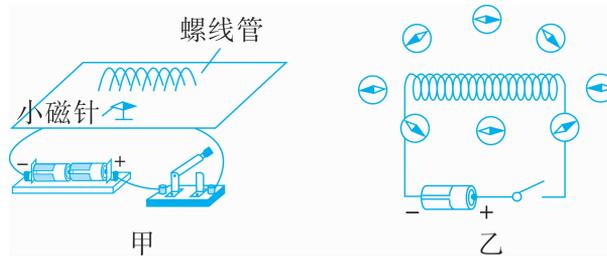
(1)实验中小磁针的作用是_____。

(2)开关闭合后,小磁针静止时的指向如图所示,螺线管 a 端和小磁针的 N 极相吸,螺线管 b 端和小磁针的 S 极相吸。这说明通电螺线管周围存在着磁场, a 端为 _____ 极, b 端为 _____ 极。

(3)断开开关,将电源的正、负极对调接入电路中,再次闭合开关后,发现小磁针转动 180° ,由此可知:通电螺线管外部磁场方向与螺线管中的电流 _____ 有关。

(4)为了使该通电螺线管的磁场增强,可采取的有效措施是 _____ (写出一条即可)。

4. 小波在“探究通电螺线管外部磁场的方向”实验中,组装了如图甲所示电路,实验时:

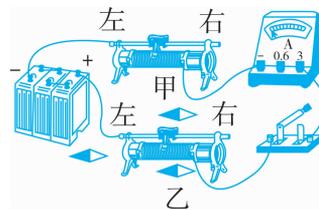


(1)可通过观察小磁针 _____ (填“N”或“S”)极的指向判断通电螺线管的磁极。

(2)为探究通电螺线管外部磁场方向与电流方向是否有关。实验中通过 _____ 来改变通电螺线管中电流的方向。

(3)如图乙所示是通电螺线管周围的有机玻璃板上的小磁针分布状态,观察可知通电螺线管的外部磁场与 _____ 的磁场相似。两端磁性最 _____ (填“强”或“弱”)。

5. 小明在做测小灯泡电功率的实验时,发现挂在脖子上的钥匙靠近滑动变阻器时,钥匙被通电的滑动变阻器吸引,小明认为通电的滑动变阻器可能有磁性,便组装器材进行探究。



(1)小明认为通电的滑动变阻器可能有磁性的依据是滑动变阻器由电阻丝绕制而成,通电后相当于 _____ 。

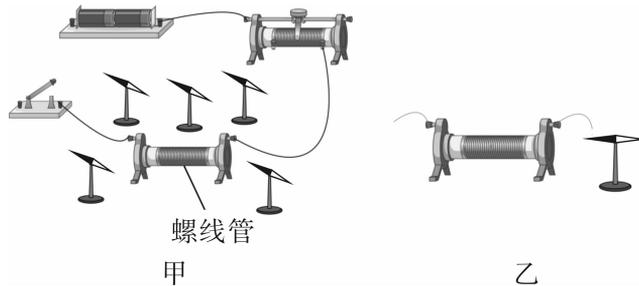
(2)在滑动变阻器乙附近摆放好小磁针,在开关没有闭合前,小磁针(涂有黑色的一端为 N 极)静止时如图所示,则图中地球的北极在 _____ (填“左”或“右”)边。

(3)闭合开关后,发现只有最左侧的小磁针的指向反转过来,上下的小磁针几乎不动;将滑动变阻器乙上、下的接线互换,上、下的小磁针指向反转过来,而左侧的小磁

针几乎不动。由此可看出滑动变阻器外部的磁场与_____磁体的磁场相似,同时发现滑动变阻器两端的磁极与_____有关。

(4)在图中,如果要使滑动变阻器乙的磁性变强,你的操作是_____ (写出一种即可)。

6. 如图甲所示是“探究通电螺线管外部磁场方向”的实验电路,小磁针涂黑部分是N极。



(1)闭合开关前,滑动变阻器的滑片需移至阻值最_____处。

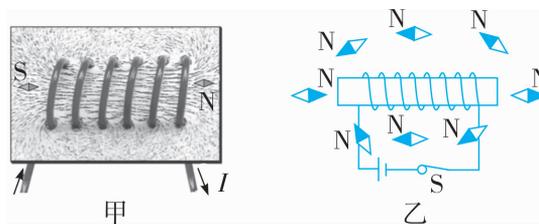
(2)闭合开关后,发现螺线管周围的小磁针几乎不转动,猜想可能是螺线管周围的磁场太弱,你的解决办法是_____。

(3)解决上述问题后,小磁针静止时的指向如图乙所示,则该小磁针所在位置的磁场方向是_____。

(4)若要探究通电螺线管外部磁场方向与电流方向的关系,可以采取的操作是_____或_____。(均填字母)

- A. 对调左、右两侧的小磁针
- B. 对调连接电池正、负极的导线
- C. 对调螺线管两接线柱上的导线

7. 在做“探究通电螺线管外部的磁场分布”实验中:



(1)小明在螺线管两端各放置一个小磁针,在嵌入螺线管的玻璃板上均匀撒满细铁屑,闭合开关后_____ (填操作方法)玻璃板,目的是_____。

(2)观察到细铁屑的排列如图甲所示,同时观察到小磁针发生偏转,则说明通电螺线管周围存在_____,其分布与_____磁体相似。

(3)改变电流方向,再重复一次上述操作,发现小磁针指向_____,由此可以做出猜想:通电螺线管外部磁场的方向可能与电流的方向有关。

(4)为了进一步探究通电螺线管外部磁场的方向与电流方向之间的关系,小明采用了如图乙所示的装置进行实验:闭合开关,记录电流的方向和通电螺线管的磁极,改变电源的_____和螺线管导线的绕法,重复实验。

(5)该实验中,小磁针的作用是_____,使用的物理方法是_____。

评估 反思

实验过程			得分
1	实验准备	(1)清点实验器材,准备实验。	
2	实验操作	(2) _____	
		(3) _____ (4) _____	
		(5)填写实验报告单。▲	
3	实验整理	(6)整理器材,将器材放回原处。▲	
合计			
备注:			

说明:凡有“▲”的步骤,完成后须举手示意,待指导教师评定后再进行后续操作。实验完毕,确认分数并签名。

指导教师:_____ 学生确认成绩签名:_____

右手定则

电磁学中,右手定则判断的主要是与力无关的方向。如果是和力有关的则全依靠左手定则。即:关于力的用左手定则,其他的(一般用于判断感应电流方向)用右手定则(这一点常常有人记混,可以发现:“力”字向左撇,就用左手;而“电”字向右撇,就用右手)。记忆口诀:左通力右生电。还可以记忆为:因电而动用左手,因动而电用右手。

可以用右手的手掌和手指的方向来记忆导线切割磁感线时所产生的电流的方向,即伸开右手,使拇指与其余四个手指垂直,并且都与手掌在同一平面内;让磁感线从手心进入,并使拇指指向导线运动方向,这时四指所指的方向就是感应电流的方向。这就是判定导线切割磁感线时感应电流方向的右手定则。

右手螺旋定则(即安培定则):用右手握住螺线管,让四指弯曲方向与螺线管的电流方向相同,大拇指所指的那一端就是通电螺线管产生的磁场的N极。直线电流的磁场的话,大拇指指向电流方向,另外弯曲四指所指的方向为磁感线的方向(磁场方向或是小磁针北极所指方向或是小磁针受力方向)。

实验三 探究通电螺线管 外部的磁场分布

【思考讨论】

- 提示:**通电螺线管中插入铁芯后,之所以磁性会大大增强,原因是铁芯被通电螺线管的磁场磁化,磁化后的铁芯也变成了一个磁体,这样由于两个磁场互相叠加,从而使螺线管的磁性大大增强,通电螺线管和它里面的铁芯构成了一个电磁铁。
- 提示:**开关闭合后,由安培定则知,通电螺线管的左端为S极,右端为N极,再根据同名磁极相互排斥,异名磁极相互吸引,故小磁针发生了逆时针偏转,小磁针最后是S极指向螺线管,N极指向为水平向右。

【素养达标】

- (1)条形 (2)电流方向

解析:(1)在板面上均匀地洒满铁屑,铁屑在磁场中被磁化为小磁体,轻敲玻璃板面,铁屑在磁场力的作用下有序排列,铁屑的分布情况与条形磁体周围铁屑的分布情况相似,铁屑的作用是显示磁场的分布情况。(2)由图乙小磁针的指向可知,螺线管的右端为N极,左端为S极。将电源正、负极对调,发现小磁针的指向也改变了,说明通电螺线管外部磁场的方向与电流方向有关。

- (1)磁场 (2)条形磁体 N (3)见解析

解析:(1)地球的周围存在磁场,小磁针静止且能指向南北,这是因为小磁针受到地磁场的作用。(2)由图可知,小磁针N极所指的方向就是该点的磁场方向,通电螺线管外部的磁场与条形磁体的磁场相似;根据小磁针静止时的指向和磁场方向的规定可知图中螺线管的左端是N极。(3)探究通电螺线管的

极性与电流方向的关系,将电源正、负极对调,改变通电螺线管中的电流方向,观察小磁针N极的指向。

- (1)见解析 (2)S N (3)方向 (4)增大电源电压(增加通电螺线管匝数)

解析:(1)小磁针静止时北极所指的方向即为该点的磁场方向,实验中,通过小磁针的北极指向可以判断磁场的方向。(2)螺线管的a端和小磁针的N极相互吸引;螺线管的b端和小磁针的S极相互吸引;这说明通电螺线管周围存在着磁场,根据异名磁极相互吸引,a端为S极,b端为N极。(3)将电源的正负极对调接入电路中,改变通电螺线管中的电流方向,发现小磁针指向转动 180° ,可以得到通电螺线管外部的磁场方向与螺线管中电流方向有关。(4)通电螺线管的匝数越多,通过螺线管的电流越大,通电螺线管的磁场越强,为了使通电螺线管的磁场增强,可以增大电源电压(增加通电螺线管匝数)。

- (1)N (2)对调电源正、负极 (3)条形磁体强

解析:(1)由图甲可知,在通电螺线管周围有一个小磁针,我们可以通过观察小磁针N极的指向来判断螺线管的磁极。(2)为了探究通电螺线管外部磁场的方向与电流方向是否有关,应改变螺线管中的电流方向,可以对调电源的正、负极,再观察小磁针的N极指向是否与原来相反。(3)根据图示的通电螺线管周围的小磁针的排布情况和螺线管周围磁感线的形状,可以确定通电螺线管周围磁感线的形状是纺锤形的,这与条形磁体周围磁场分布相似,两端磁性最强。

5. (1)通电螺线管 (2)左 (3)条形 电流方向 (4)在通电螺线管中插入一根铁芯

解析:(1)通电的滑动变阻器可能有磁性的依据是滑动变阻器由电阻丝绕制而成,通电后相当于通电螺线管。(2)根据小磁针静止时,N极指向左侧,图中地球的北极在左边。(3)小磁针的N极指向表示磁感线方向,实验表明:滑动变阻器外部的磁场与条形磁体的磁场相似,磁感线从N极指向S极,同时发现滑动变阻器两端的磁极与电流的方向有关,电流方向改变,滑动变阻器两端的磁极方向改变。(4)螺线管的磁性大小与电流大小、线圈匝数、有无铁芯有关,要使滑动变阻器乙的磁性变强,下一步操作是在通电螺线管中插入一根铁芯。

6. (1)大 (2)移动滑动变阻器的滑片,减小电阻 (3)由右向左 (4)BC

解析:(1)闭合开关前,为了保护电路,滑动变阻器的滑片需移至阻值最大处。(2)闭合开关后,发现螺线管周围的小磁针几乎不转动,猜想可能是螺线管周围的磁场太弱,则可以通过移动滑片,减小变阻器接入电路中的电阻,增大通过螺线管的电流,增大螺线管磁性。(3)由图乙得,小磁针静止时N极指向水平向左,该小磁针所在位置的磁场方向是由右向左。(4)若要探究通电螺线管外部磁场方向与电流方向的关系,要改变通过螺线管的电流的方向,则可以采取的操作是

对调连接电池正、负极的导线或对调螺线管两接线柱上的导线。对调左、右两侧的小磁针不会改变电流方向,不能探究通电螺线管外部磁场方向与电流方向的关系。

7. (1)轻敲 见解析 (2)磁场 条形 (3)发生改变 (4)正、负极 (5)显示磁场的方向 转换法

解析:(1)在嵌入螺线管的有机玻璃板上均匀撒些细铁屑,通电后需要轻敲有机玻璃板,可以克服摩擦力的影响,使细铁屑可以自由移动。(2)磁场的基本性质是对放入其中的磁体有力的作用,闭合开关,观察到螺线管周围的小磁针由于受到磁场的作用而发生偏转,说明通电螺线管周围存在磁场,由细铁屑的分布情况可知通电螺线管的磁场与条形磁体相似。(3)改变电流方向,再重复一次上述操作,小磁针指向改变,说明磁场的方向改变,由此可以做出猜想:通电螺线管外部磁场的方向可能与电流的方向有关。(4)探究通电螺线管外部磁场的方向与电流方向之间的关系,采用了如图乙所示的装置进行实验,闭合开关,由电源的正、负极可知电流的方向,由小磁针的指向得到通电螺线管的磁极,为了使实验结论具有普遍性,改变电源的正、负极和螺线管导线的绕法,继续实验。(5)小磁针静止时N极所指的方向就是该点磁场的方向,该实验中,小磁针的作用是显示磁场方向,用到转换法。