

根据最新课程标准编写



高中物理

电学实验与探究

丛书主编：周智良

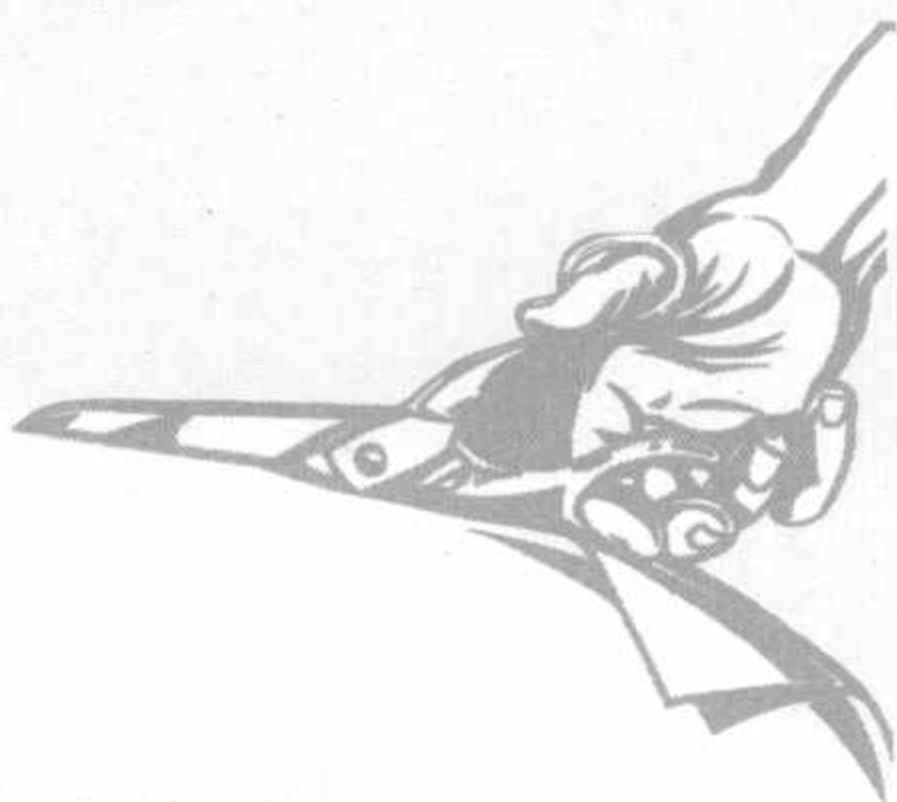
本册主编：吴高文

编写人员：（按音序排列）

陈华强 陈永田 秦 敏

谭 红 王朝富 吴高文

翟佑彬



“新思路”何以新

关键词 1: 新课标 “新思路”丛书根据新课标教材的教学模块逐一突破教学重点、难点,采用一问一答的启发式讲解引导学生变被动学习为主动思考。

关键词 2: 新内容 以“新思路”丛书和一般教辅图书核心内容的区别来说明。

例题多,信息量大,不仅知识覆盖面广,每类试题及试题所体现的解题方法都比较典型;例题的讲解采用课堂教学模式,对试题的题眼、障碍、考查意图等关键地方设问,然后回答,逐步呈现解题思路。学生在课外阅读的过程中,会感觉有老师随时在身边指导。

练习题紧紧围绕例题来设置,是对例题的拓展和延伸,往往在考查知识点或方法上同例题有相似之处,以此引导学生举一反三。

例题
少,信息量小;对例题的讲解是先给出解题过程,再作简单评点,学生能看懂,却不知道为什么要这样解。

练习题与例题无多少联系,能看懂前面的例题,不一定能正确解答后面的练习题。

关键词 3: 新理念 我们认为,解题时,解题过程的规范性、计算的准确性是学生的基本功,不同题目的要求都是一样的;而不同的题目,其解题思路却可能大相径庭,所以,解题的核心应该是解题思路的寻找.学生在面对一道题目的时候,要有意识地想到这些问题:考查什么?哪些叙述中包含有效信息?存在哪些易错点?解题的突破口在哪里……如果能回答这些问题,解题思路就已呈现,不必完整地写出每道试题的解题过程.

最后,衷心祝愿每一位丛书的读者在学习上有新的突破,在思维层面上有新的境界!

编者

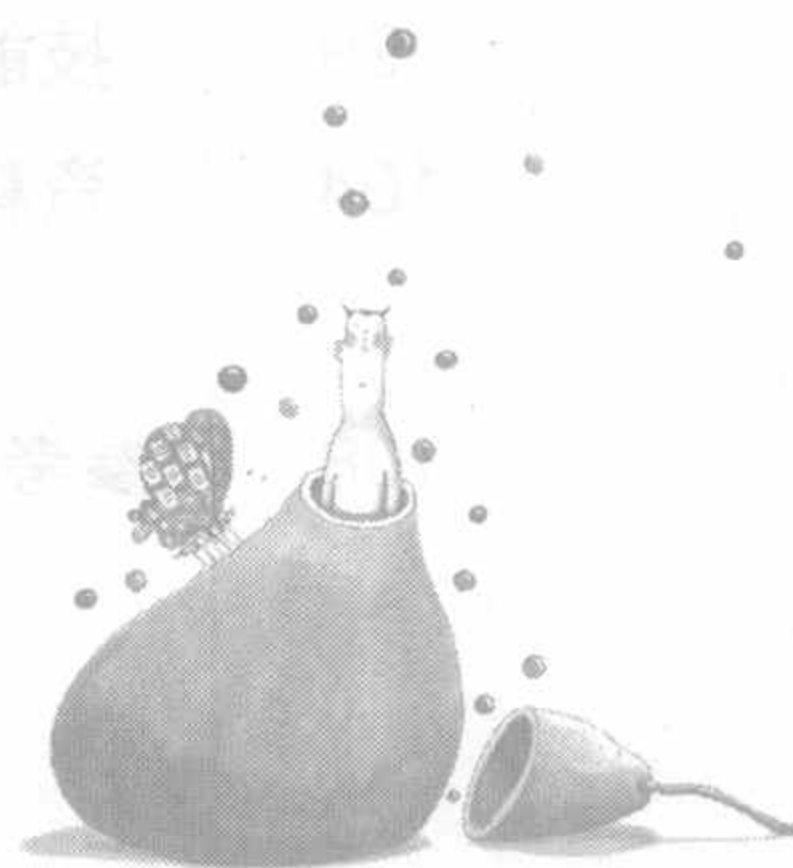
2008年5月



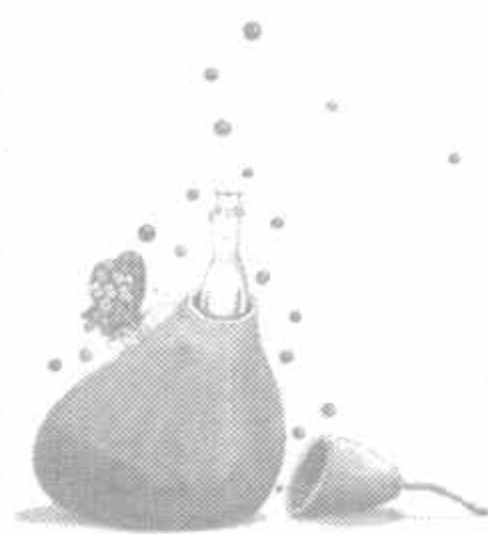
目 录



1	“新思路”何以新
1	实验一 用描迹法画出电场中平面上的等势线
1	实验原理及设计思想
2	技能探究
9	资料卡片
11	实验二 描绘小灯泡的伏安特性曲线
11	实验原理及设计思想
12	技能探究
23	实验三 测定金属的电阻率
23	实验原理及设计思想
23	技能探究
43	资料卡片



45	实验四 把电流表改装成电压表
45	实验原理及设计思想
46	技能探究
55	实验五 测定电源电动势和内阻
55	实验原理及设计思想
56	技能探究
71	资料卡片
74	实验六 练习使用示波器
74	实验原理及设计思想
76	技能探究
87	资料卡片
88	实验七 用多用电表探索黑箱内的电学元件
88	实验原理及设计思想
90	技能探究
98	实验八 传感器的简单应用
98	实验原理及设计思想
99	技能探究
104	资料卡片
108	参考答案



实验一 用描迹法画出电场中平面上的等势线



实验原理及设计思想

描绘等量正负电荷电场的等势线,直接描绘比较困难,而恒定电流场与静电场相似,所以用平面导电纸上恒定电流场来模拟静电场,通过它来了解静电场中等势线的分布情况.

如图 1-1 所示,把电极 A 、 B 放在导电纸上,在 A 、 B 间加电压后, A 电势高, B 电势低,电流从 A 经导电纸流到 B , A 带正电, B 带负电,带电纸上的电场与等量正负电荷产生的静电场是相似的.通过测量导电纸上电势相等的点来描绘出电场中一个平面上的等势线.

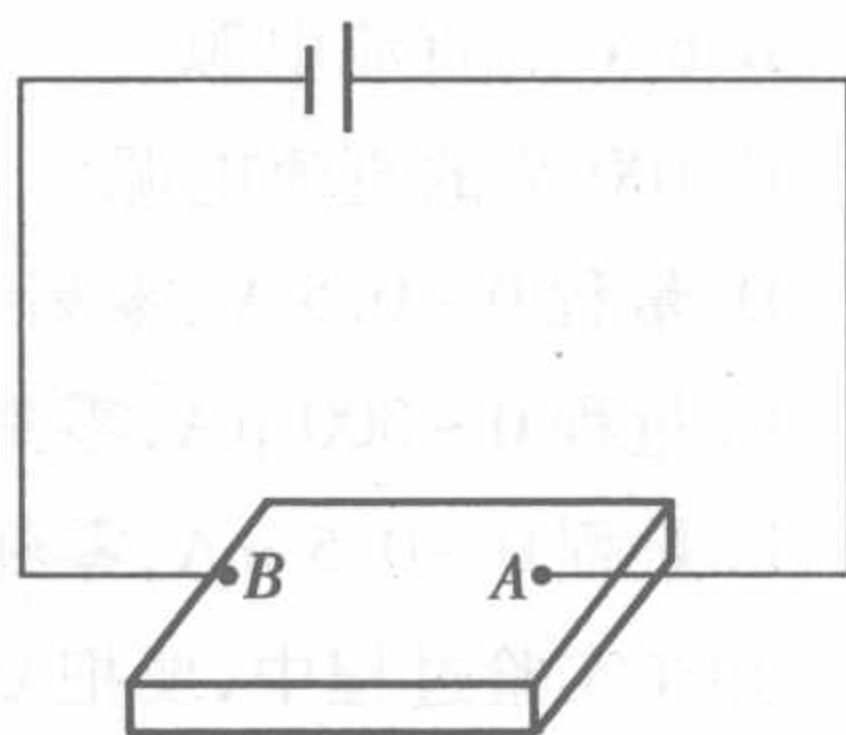


图 1-1

实验中找等势点的方法

1. 平衡法

①选定基准点 a ;

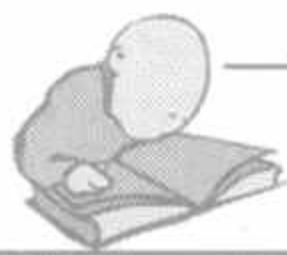
②从灵敏电流表(或多用电表直流低量程挡)的两个接线柱引出两个探针,其中一个接触到基准点 a ,另一个在基准点 a 的周围移动,当移动到使灵敏电流表(或多用电表的直流低量程挡)中指针的指示为零时,就找到了和基准点 a 电势相同的点.

2. 电压测量法

用电压表的负接线柱端接在和电源负极相连的 B 端,用电压表的正接线柱接触某个基准点,测出该基准点与 B 极间的电压,然后在这个基准点附近移动

电压表和正接线柱端,当电压表的读数与所接触的基准点上的电压相等时,就探测到了一个与该基准点电势相同的点.

实验器材:学生低压直流电源或电池组(6 V)、灵敏电流表、探针两个、白纸、复写纸、导电纸、圆柱形金属电极两只、开关、图钉、木板、导线若干.



技能探究

一、例题精选



★ 精例 1 在用电流场模拟静电场描绘电场等势线的实验中,

①在下列所给出的器材中,应该选用的是_____ (用器材前的字母表示).

A. 6 V 的交流电源

B. 6 V 的直流电源

C. 100 V 的直流电源

D. 量程 0 ~ 0.5 V, 零刻线在刻度盘中央的电压表

E. 量程 0 ~ 300 μA , 零刻线在刻度盘中央的电流表

F. 量程 0 ~ 0.5 mA, 零刻线在刻度盘中央的电流表

②在实验过程中,要把复写纸、导电纸、白纸铺在木板上,它们的顺序(自上而下)是_____;_____且导电纸有导电物质的一面应_____(填“朝上”或“朝下”).

③在实验中,按下开关,接通电路. 若一个探针与基准点接触,另一个探针已分别在基准点 O 的两侧找到了实验所需要的两点 a 、 b (如图 1-2 所示),则当此探针与 a 点接触时,电流表的指针应_____(填“左偏”“指零”或“右偏”);当此探针与 b 点接触时,电流表的指针应_____(填“左偏”“指零”或“右偏”).

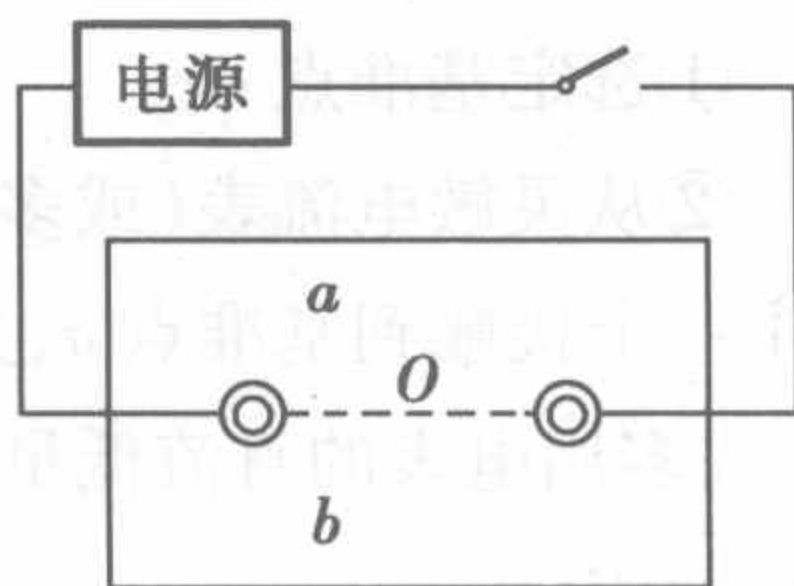


图 1-2

④实验中,若两探针接触纸面任意两点,电流表都不偏转. 试分析可能的情况.

◇ 解题思路剖析

问题(1): 本实验直接描绘等量正、负电荷静电场的电场线很困难, 所以用到的设计思想是什么?

答: 等效替代法.

问题(2): 用平面导电纸上的什么场来模拟真空中的静电场?

答: 直流电流产生的恒定电流场.

问题(3): 考虑到实验操作时的安全性, 应该采用高压还是低压电源?

答: 低压直流电源.

问题(4): 为了能较准确找出等势点, 应该采用小量程电流表还是大量程电流表?

答: 小量程电表比较准确, 若所给电流表量程不够小, 不能准确寻找等势点. 量程为 $300\ \mu\text{A}$ 的电流表可满足准确寻找等势点的要求.

问题(5): 复写纸、导电纸、白纸在本实验中各自的作用是什么?

答: 复写纸是用来把导电纸上找到的与基准点等势的点复印到白纸上. 因为导电纸导电, 可用等量正负电荷在其上形成的恒定电流场来模拟静电场, 当灵敏电流表的两个探针在导电纸上轻轻滑动的过程中出现指针指零时, 就可用探针将该点位置压印到白纸上. 白纸用来记录等势点位置, 通过描点作图法描绘电场中一个平面上的等势线. 所以, 合理的顺序(自上而下)是导电纸、复写纸、白纸.

问题(6): 操作时探针是在导电纸的上面还是下面滑动的?

答: 在上面, 这样才能让导电纸与灵敏电流表形成闭合回路, 让电流通过电流表以检测两个探针所在位置电势是否相等. 故有导电物质的一面应朝上.

问题(7): 两个探针在本实验中的目的和作用是什么? “所需要的两点 a 、 b ” 中“需要” 二字是什么含义?

答: 两个探针在实验中主要是用来寻找等势的两点. a 、 b 两点均与基准点 O 电势相等.

问题(8): 两个等势点间的电压为多少?

答: 加在两个等势点之间的灵敏电流表中无电流通过, 指针指零, 电压

为零.

问题(9):“若两探针接触纸面任意两点”中“任意”二字有什么含义?

答:有两种含义:一是这两点电势可能相等;二是这两点电势可能不相等.

问题(10):电流表什么情况下才偏转?

答:第一,电流表本身是好的;第二,电流表两端要有电压;第三,电路要是闭合的回路,各部分接触良好.

◇ 答案:①BE;②导电纸,复写纸,白纸,朝上;③指零,指零;④可能原因有:电表坏了;导电纸有导电物质的一面朝下;电源未接上,电极与导电纸没有接触好等.

★★ 精例2 在“描绘电场中平面上的等势线”实验中,有以下一些步骤:

A. 在平板上先铺上白纸,再铺上复写纸,然后铺上导电纸

B. 在导电纸上画出两电极的连线

C. 将灵敏电流表的一个探针接一个电极,用另一个探针接触导电纸,缓慢移动,可找出一系列等势点

D. 安好电极,接好电路

E. 在两电极 a 、 b 的连线上,等距离地取五个基准点 c 、 d 、 e 、 f 、 g ,并复印在白纸上,如图 1-3 所示

F. 电流表的一个探针接触某个基准点不动,另一个探针缓慢地移动到电流表不偏转时,复印此点,即可找出许多等势点

G. 闭合开关

①选择合理的步骤,并按顺序排列为:_____.

②若没有灵敏电流表,是否可以用内阻较大的电压表代替? _____(填“能”或“不能”). 如能用电压表代替,其具体做法又如何?

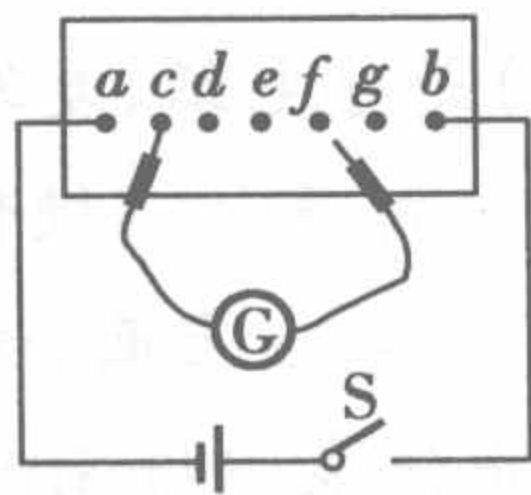


图 1-3

◇ 解题思路剖析

问题(1):这个实验的实验原理是什么? 第一步应该怎样做?

答:用导电纸上的稳恒电流场代替静电场. 第一步是 A.

问题(2): 怎样才能在这个电场中画出几条不同的等势线?

答: 在导电纸上画出两电极的连线, 再在两电极 a 、 b 的连线上等距离地取五个基准点 c 、 d 、 e 、 f 、 g , 并复印在白纸上. 然后将灵敏电流表的一个探针接触某个基准点不动, 另一个探针缓慢地移动直到电流表指针不偏转时, 复印此点, 即可找出许多等势点. 最后将几组等势点分别用平滑的曲线连接起来, 就得到了一个平面上的几条等势线.

问题(3): 电流表和电压表分别是用来测量什么物理量?

答: 电流表测电流, 当电流表串联在闭合回路中, 电流表的两接线端存在不为零的电压时, 电流表的示数不为零; 若两接线端的电势相等即电压为零, 则电流表的示数为零; 电压表测电压, 当把电压表并联在电路中, 若电压表的两接线端电势不等存在不为零的电压, 则电压表的示数不为零; 若两接线端电势相等, 则指针指零.

问题(4): 能否用电压表寻找等势点?

答: 可以. 如果有几个点都与另外一个固定点间的电压相等, 那么这几个点是等势点.

问题(5): 如何用电压表来寻找等势点?

答: 将电压表的一端引出探针接电源正极(或负极), 另一端引出探针, 在基准点及其周围测量, 电压表读数相等的点即为等势点.

◇ 答案: ①ADBEFG; ②能, 将电压表一端引出探针接电源正极(或负极). 另一端引出探针, 在基准点及其周围测量, 电压表读数相等的点即为等势点.

★★★ 精例 3 “描绘电场中平面上的等势线”的实验装置如图 1-4 所示.

①在图 1-4 中 a 、 b 、 c 、 d 、 e 五个基准点中, 电势最高的是 _____ 点.

②若电流表的两探针分别接触图中 d 、 f 两点(d 、 f 连线和 A 、 B 连线垂直)时指针反偏(电流从红探针流进时, 指针正偏), 则电流表的红探针接在 _____ 点. 要使指针仍指在零刻度线, 应将接 f 的探针向 _____ (填“左”或“右”)移动.

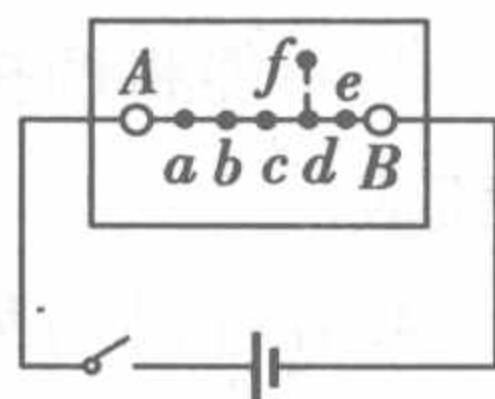


图 1-4

◇ 解题思路剖析

问题(1):在稳恒电路的外电路中,电流是从高电势流向低电势还是从低电势流向高电势?

答:在稳恒电路的外电路中沿电流方向电势降落.因此,电流是从高电势流向低电势.

问题(2):在题目的闭合回路中,电流方向是顺时针还是逆时针?

答:顺时针,从 a 流向 b ,所以 a 点的电势最高.

问题(3):电流表指针反偏时,电流从哪只探针流进,哪只探针流出?哪只探针的电势低?

答:电流从黑探针流进,从红探针流出.电流流出的红探针电势低.

问题(4):按照静电场中等量正负电荷电场的分布情况,在 d 、 f 两点中谁的电势低?

答:居中的 c 点处的等势线是与 AB 连线垂直的直线,而偏右的 d 点处的等势线应是一条向右弯曲的弧形线, d 点在等势线的最左方,可知 d 点正上方的 f 点的电势高于 d 点的电势. d 点电势低,红探针就接在 d 点.

问题(5):与 f 接触的是哪只探针?

答:黑探针.要使电流表中的电流为零,应使接 f 点的黑探针向右移动.

◇ 答案:① a ;② d ;右.

二、规律总结



1. 木板上铺纸的顺序(自下而上)是白纸、复写纸、导电纸,且导电纸有导电物质的一面朝上.
2. 电极和导电纸应保持接触良好.
3. 不能将两探针同时和两极接触,或者使探针大跨度地移动,否则易烧毁电流表.
4. 在探测与某一些基准点电势相等的其他各点时,与该基准点相接触的探针要固定不动.
5. 由于导电纸边缘处的等势线会变形,探测等势点时不要靠近导电纸的边缘.
6. 由于导电纸上涂导电物质很薄,所以定位时,不要用探针在导电纸上来

回划动. 用探针定位等势点时, 用力不应太大, 探针不要划穿导电纸.

三、自主训练



★ 训练 1 如图 1-5 所示, 电流表指针总是偏向流入的接线柱一侧, 探针 a 与两电极连线中点 O 接触, 探针 b 接触导电纸上 c 点时, 电流表指针向负接线柱偏转, 则下列判断中正确的是()

A. c 点电势比 O 点高, O 点的等电势点在 c 点右边

B. c 点电势比 O 点低, O 点的等电势点在 c 点右边

C. c 点电势比 O 点高, O 点的等电势点在 c 点左边

D. c 点电势比 O 点低, O 点的等电势点在 c 点左边

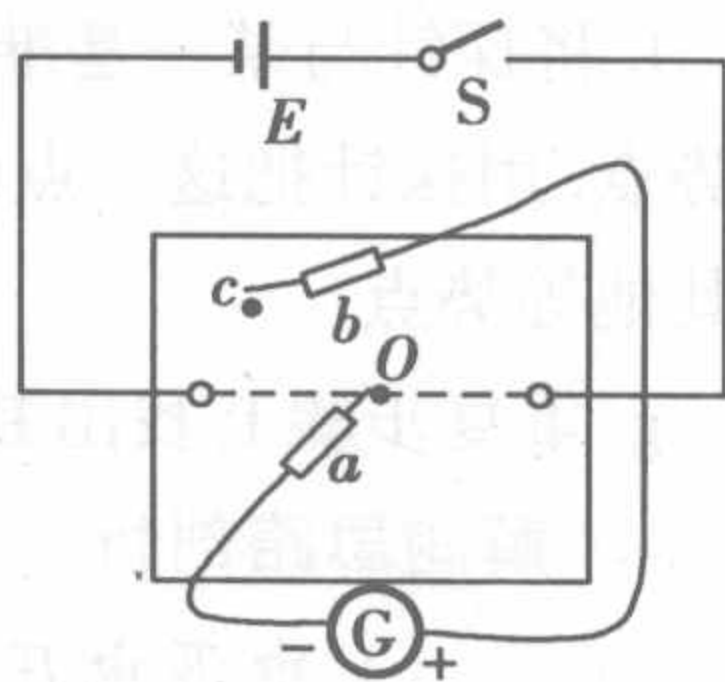


图 1-5

► 解题思路剖析

问题(1): 电流表中电流从高电势端流入还是从低电势端流入?

问题(2): 现在电流表指针向负接线柱偏转, 是探针 a 还是探针 b 的电势高?

★★ 训练 2 图 1-6 中所给出的器材为: 电源 E (电动势为 12 V, 内阻不计), 木板 N (板上从下往上依次叠放白纸、复写纸、导电纸各一张), 两个金属条 A 、 B (平行放置在导电纸上, 与导电纸接触良好, 用作电极), 滑动变阻器 R (其总阻值小于两平行电极间导电纸的电阻), 直流电压表 V (量程为 6 V, 内阻很大, 其负接线柱与 B 极相连, 正接线柱与探针 P 相连), 开关 S .

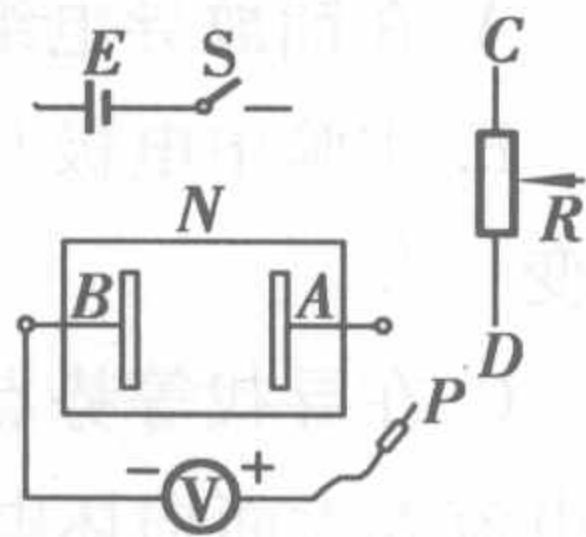


图 1-6

现要用图中仪器描绘两平行金属条 A 、 B 间电场中的等势线. A 、 B 间的电压要求为 6 V.

①在图 1-6 中连线, 画出实验电路原理图;

②下面是主要的实验操作步骤,将所缺的内容填写在横线上方.

a. 接好实验电路;

b. _____;

c. 合上开关 S , 并将探针 P 与 A 相接触;

d. _____.

e. 用探针压印的方法把 A 、 B 的位置标记在白纸上. 画一线段选取间距大致相等的 5 个点作为基准点, 用探针把它们的位置压印在白纸上;

f. 将探针与某一基准点相接触, _____, 这一点是此基准点的等势点. 用探针把这一点的位置也压印在白纸上. 用相同的方法找出此基准点的其他等势点.

g. 重复步骤 f, 找出其他 4 个基准点的等势点. 取出白纸画出各条等势线.

☞ 解题思路剖析

问题(1): 电源电压是 12 V , 要让两平行金属条 AB 间的电压为 6 V , 滑动变阻器应采用分压式还是限流式接法?

问题(2): 开关闭合前, 为了确保电路的安全, 防止导电纸两端电压过大, 应将滑动变阻器的滑动触头移在什么位置?

以下题目请读者仿照例题设问作答.

★★ 训练 3 关于“用描迹法画出电场中平面上的等势线”实验的注意事项, 下列说法正确的是()

A. 在铺放导电纸时, 有导电物质的一面应朝下

B. 实验中电极与导电纸的接触应良好, 且三张纸与电极的相对位置应保持不变

C. 在寻找等势点时, 应由远及近向基准点推移, 以免电压过大, 流过电流表的电流太大而损坏电流表

D. 导电纸上所涂导电物质相当薄, 在寻找等势点时, 不能用探针在导电纸上反复划动, 而应采用点接触法

★★ 训练 4 在电场中描绘等势线的实验中, 先在导电纸上画出 a 、 b (模拟点电荷) 的连线, 在连线上选取间距大致相等的 5 个点 c 、 d 、 e 、 f 、 g , 如图 1-7 所示, G 为灵敏电流表, 甲、乙为两探针, 则实验中()

- A. 探针甲不动,移动乙
- B. 探针乙不动,移动甲
- C. 电流表示数为零时说明电流表断路
- D. 图中虚线表示电场线

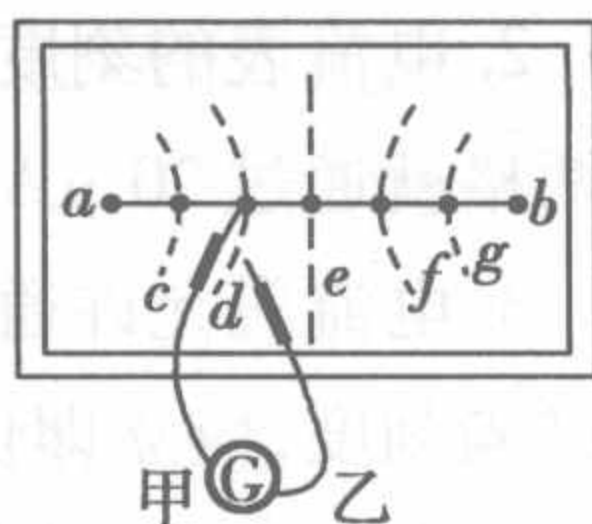


图 1-7

★★ 训练 5 如图 1-8 所示, A 、 B 为两电极的位置, C 、 D 、 O 、 E 、 F 为 5 个等间距的基准点. 实验中, 先将两探针分别接触 C 、 D 两点, 再将探针分别接触 D 、 O 两点, 则电流表指针偏转角度较大的是_____次, 因为_____.



图 1-8

★★★ 训练 6 如图 1-9 所示装置中, 两平行铁夹正中央放上一铜质圆环 C 紧压在导电纸上不接电源, 代表电场中的导体, 某同学用灵敏电流表接出两个探针描绘出平面上等势线的电场线如图 1-9 所示:

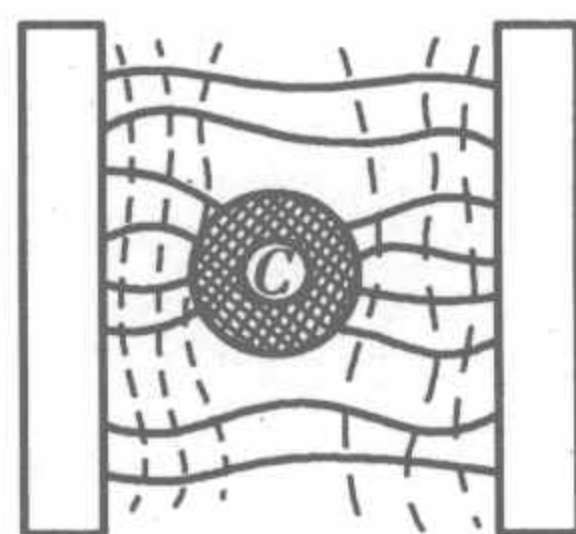


图 1-9

①当两个探针探测 C 环内任意两点时, 电流表指针应_____ (填“左偏”“指零”或“右偏”); 当两个探针探测 C 环上各点时, 电流表指针应_____ (选“左偏”“指零”或“右偏”); 当两个探针探测 C 环上任一点和 C 环内导电纸上任一点时, 电流表指针应_____ (选“左偏”“指零”或“右偏”), 表明_____.

②从这位同学描绘的图中可以看出_____.

★★★ 训练 7 设计模拟实验: 点电荷电场等势线的描绘.



资料卡片

灵敏电流表简介



灵敏电流表在电路中的符号为 $\textcircled{G}$, 用来测量微弱电流、电压的有无和方向, 使用时要注意以下几点:

1. 电流表的指针指在刻度盘的中央时电流为零, 用电流表检测微弱电流时把它串联在被测电路中.

2. 电流表的刻度是均匀的,如指针偏转 1 格表示通过 $10\ \mu\text{A}$ 电流,指针偏转两格就通过 $20\ \mu\text{A}$ 电流.

3. 电流表允许通过的电流是很小的,一般不超过几百微安,实验时若指针超过满刻度,应立即切断电源,以防损坏电流表.

4. 电流表不要接在电源上,防止偶然出现的大电流烧坏电流表.



实验二 描绘小灯泡的伏安特性曲线



实验原理及设计思想

对于纯电阻电路,根据欧姆定律 $R = \frac{U}{I}$ 可知:若电阻的阻值恒定,则通过电阻的电流与电阻两端的电压呈线性关系,即 $U-I$ 曲线是一条过坐标原点的直线. 在实验中,小灯泡由暗逐渐到正常发光,温度发生了很大变化,所以灯丝电阻也就发生了很大变化. 这样小灯泡的电阻具体怎么变化,可用电流表测出小灯泡的电流,用电压表测出小灯泡两端的电压,测出多组 U 、 I 值,在 $U-I$ 坐标系中描出各对应点,用一条平滑的曲线将这些点连接起来,画出小灯泡的伏安特性曲线.

由于小灯泡的电阻和电流表的内阻都较小,电流表的分压影响很大. 而电压表的内阻较大,故为了提高实验的准确性,所以电流表应采用外接法. 为了使曲线画得较准确,实验中必须读取多组不同的电压值和电流值,同时要求小灯泡两端的电压变化范围尽可能大一些,所以滑动变阻器必须连接成分压式电路. 如图 2-1 所示.

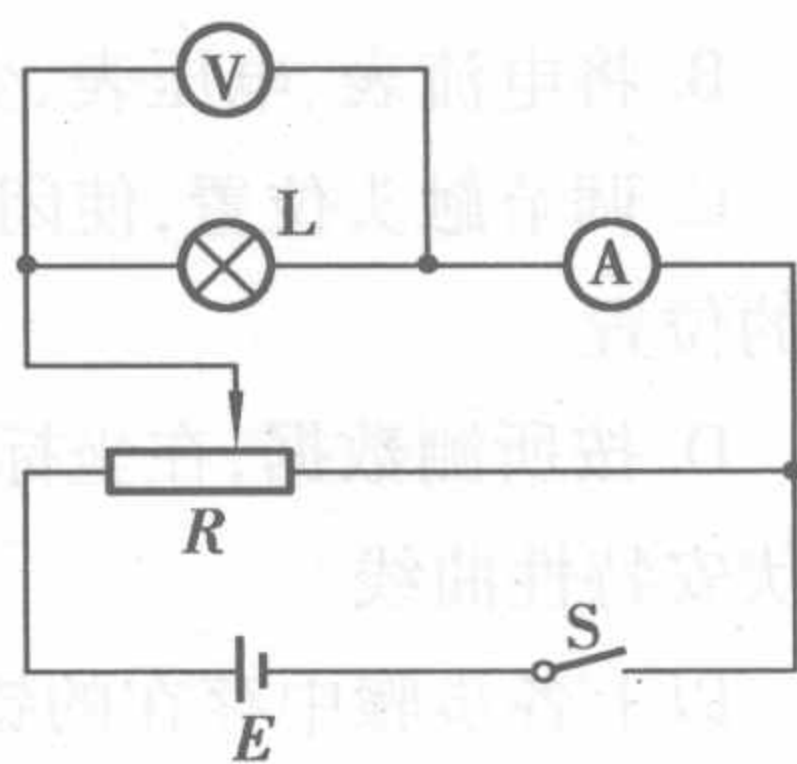


图 2-1

可以从 $U-I$ 曲线上读出任一点的横坐标 I 和纵坐标 U , 然后根据 $R = \frac{U}{I}$, 计算出该点的电阻值 R .

实验器材:小灯泡、4~6 V 学生电源、滑动变阻器、电流表、电压表、开关、导线若干、坐标纸.



技能探究

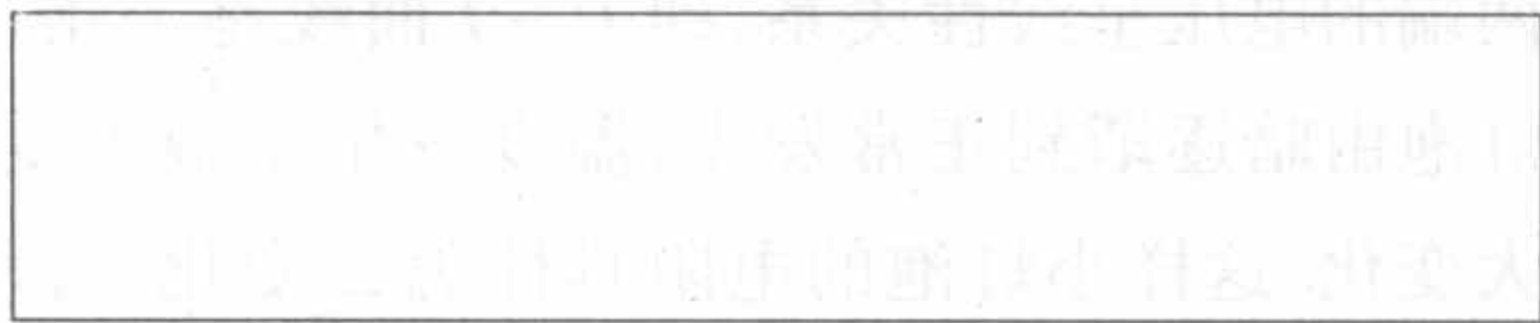
一、例题精选



★ 精例 1 在“描绘小灯泡的伏安特性曲线”的实验中,小灯泡的规格为“6 V, 3 W”,其他供选择的器材有:电流表 A_1 (量程 3 A, 内阻 $0.2\ \Omega$), 电流表 A_2 (量程 0.6 A, 内阻 $1\ \Omega$), 电压表 V_1 (量程 6 V, 内阻 $20\ k\Omega$), 变阻器 R_1 ($0 \sim 1\ 000\ \Omega$, 0.5 A), 变阻器 R_2 ($0 \sim 20\ \Omega$, 2 A), 学生电源 E (6 V), 开关 S 及导线若干.

① 实验中要求电压表在 $0 \sim 6\ V$ 范围内读数并记录下 12 组左右不同的电压值 U 和对应的电流值 I , 以便作出伏安特性曲线, 则在上述器材中, 电流表应选_____, 变阻器应选_____.

② 在所给的方框中画出此实验的电路图.



③ 以下是该实验的操作步骤:

A. 闭合开关, 记下电流表、电压表的一组示数 (U, I), 移动变阻器的滑动触头, 每移动一次记下一组 (U, I) 值, 共测出 12 组数据

B. 将电流表、电压表、变阻器、小灯泡、电源、开关正确连接成电路

C. 调节触头位置, 使闭合开关前触头处于使变阻器与小灯泡并联的电阻最大的位置

D. 按所测数据, 在坐标纸上描点并将各点用直线段连接起来, 得出小灯泡的伏安特性曲线

以上各步骤中存在的错误或不妥之处:

_____;

_____.

将各步骤纠正后, 按实验先后顺序排列起来_____.

④ 小灯泡的 $U-I$ 图线是一条曲线, 其原因是_____.

◇ 解题思路剖析

问题(1): 小灯泡的额定电流是多少? 额定电压下工作的电阻是多少?