

五年制高等职业教育教材学习指导与训练

物理

(第二册)

《物理》编写组 编



苏州大学出版社

五年制高等职业教育教材学习指导与训练

PHYSICS

物 理

(第二册)

《物理》编写组 编



图书在版编目(CIP)数据

物理. 第2册/王荣成,李石熙主编;《物理》编写组编. —苏州:苏州大学出版社,2004.7(2006.2重印)
五年制高等职业教育教材学习指导与训练
ISBN 7-81090-282-2

I. 物… II. ①王…②李…③物… III. 物理—
高等学校—教学参考资料 IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 045880 号

**五年制高等职业教育教材
学习指导与训练·物理(第二册)**
《物理》编写组 编
责任编辑 周建兰

苏州大学出版社出版发行
(地址 苏州市干将东路200号 邮编:215021)
常熟高专印刷有限公司印装
(地址 常熟市元和路98号 邮编 215500)

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 9 字数 207 千
2004 年 7 月第 1 版 2006 年 2 月第 9 次印刷
印数 65 001—72 000 册

ISBN 7-81090-282-2/O·17 定价:9.50 元

苏州大学版图书若有印装错误,本社负责调换
苏州大学出版社营销部 电话 0512 67258835

五年制高等职业教育教材编审委员会

顾 问：周稽裘

主任委员：王兆明 马能和 常晓宝

副主任委员：戴 勇 殷冬生 睦 平

委 员：（以姓氏笔画为序）

尤佳春	王荣成	王淑芳	田万海	吉文林
陈小玉	张天明	李石熙	周大农	赵佩华
姜渭强	施肇基	徐建中	徐 鹏	袁望曦
谈兴华	黄仲英	谢煜山		

编写说明

本书是与苏州大学出版社出版的五年制高职《物理》(第一、二册)配套使用的学生学习指导用书。

本书的编写目的是帮助五年制高职学生在学好物理教材的基础上提高学习效果.编写中本着加强基本知识、重视技能训练的原则;以有利于培养学生的学习兴趣与爱好,有利于培养学生的创新意识与创新精神,有利于学生掌握重点与难点知识,有利于学生对物理知识的理解并完成知识的迁移,有利于全面落实知识、理论、态度、方法的和谐统一为培养目标;使学生在学会联系本学科的知识,能分析、应用和解决一些实践问题.

根据大纲的规定,本书以授课的单元划分来编写内容,这样做的目的是便于学生在阅读中更有针对性.每单元分为知识综述、例题分析、同步练习三大部分.“知识综述”是本单元知识的要点,并不苛求与教材内容排列一致,而是更强调知识的内在联系与提高.“例题分析”以典型例题为主,尽量避免繁琐的计算,更突出物理概念的理解与应用.“同步练习”除了部分与教材相呼应的传统习题外,增设了部分开放性、研究型的课题,这些题的答案可能并不是唯一的,但可以使学生在讨论中综合应用物理知识,突破学科体系,对培养多角度思考“边缘”问题会有好处.每单元的同步练习题数因需而定,不受限制,有则多些,无则少些,以实用为原则.学生在上课前后都可以自学,以提高课堂教学的效率.本书每章最后还配以“本章自测题”,学期末配两份“期末测试题”.学生可以根据自己的要求选做或全做,测试自己对教材内容的理解程度,同时也可作为自己的复习练习.为使用方便,本书采取与教材同步的方式,全书分上、下两册出版.

本书由王荣成、李石熙主编,袁望曦主审.参加编写的有:丁建华、王苏冶、吴燕、张必赋、张爱华、袁望曦、程望.

限于我们的水平,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正.

Contents

目 录

第 8 章 静电场

8.1 真空中的库仑定律	(1)
8.2 电场 电场强度	(1)
8.3 电势 电势差	(5)
8.4 等势面 场强与电势差的关系	(5)
8.5 静电场中的导体	(9)
8.6 电容器 电容	(9)
8.7 带电粒子在匀强电场中的运动	(13)
8.8 静电的利用及防止	(13)
本章自测题 A	(19)
本章自测题 B	(21)

第 9 章 恒定电流

9.1 电流 欧姆定律	(24)
9.2 电阻定律 电阻率	(24)
9.3 电功 电功率	(27)
9.4 电阻的联接	(27)
9.5 闭合电路欧姆定律	(32)
9.6 电池组	(36)
9.7 电阻的测量	(36)
本章自测题 A	(41)
本章自测题 B	(43)

第 10 章 电流的磁场 电磁感应

10.1 磁感线 磁感应强度	(46)
10.2 电流的磁场	(46)
10.3 磁场对通电直导线的作用力	(49)
10.4 磁场对运动电荷的作用力	(53)
10.5 电磁感应现象	(58)

10.6 感应电动势	(62)
10.7 互感和自感	(65)
本章自测题 A	(71)
本章自测题 B	(74)

第 11 章 波 动

11.1 机械波	(78)
11.2 机械波的干涉和衍射	(81)
11.3 声波 次声波 超声波	(81)
11.4 电磁振荡 电磁波	(83)
* 11.5 电磁波的发射和接收	(83)
11.6 光的波动性	(86)
11.7 光的电磁说 * 电磁波谱	(86)
* 11.8 光谱分析及其应用	(86)
本章自测题 A	(91)
本章自测题 B	(93)

第 12 章 近代物理简介

12.1 光电效应 光量子学说	(95)
12.2 光的波粒二象性	(95)
12.3 天然放射现象 衰变	(98)
12.4 人工核反应 核力	(98)
12.5 放射性同位素及其应用	(98)
12.6 核 能	(102)
12.7 重核裂变	(102)
12.8 轻核聚变	(102)
本章自测题 A	(106)
本章自测题 B	(108)

第 13 章 物理学与高新技术

13.1 新材料	(111)
13.2 新能源	(111)
13.3 信息技术与互联网络	(114)
13.4 空间技术	(114)
13.5 自动化技术	(114)
期终测试题 A	(119)
期终测试题 B	(123)
参考答案	(127)

第8章

静 电 场

8.1 真空中的库仑定律

8.2 电场 电场强度

一、知识综述

(一) 电荷 电荷量 库仑定律

自然界只存在正、负两种电荷,所有带电体的电荷量只能是元电荷 $e(1.60 \times 10^{-19} \text{C})$ 的整数倍. 电荷既不能被创造,也不能被消灭,它只能从一个物体转移到另一个物体,或从物体的一部分转移到另一部分,电荷总量保持不变. 由于电荷之间的相互作用,使电子和原子核结合在一起形成原子,原子结合在一起形成分子.

忽略电荷的体积,引入点电荷的目的与力学中引入质点模型的目的一样,都是为了抓住事物的主要矛盾,点电荷也是一种理想化的物理模型.

假设有两个带电荷量均为 1C 、相距 1m 的带电粒子,根据库仑定律,两个带电粒子间的作用力 F 大小为

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 1}{1^2} \text{N} = 9 \times 10^9 \text{N}.$$

这个作用力是非常巨大的,相当于 1.5×10^7 个成年人的重力,这一计算结果表明 1C 电荷量是相当大的.

用库仑定律计算点电荷之间的作用力时,为了简化方便,可以用电荷的绝对值代入公式进行运算(注意采用 SI 单位),然后根据它们是同种电荷还是异种电荷来判断它们之间是引力还是斥力.

(二) 场

场是一个与位置有关的量,电场是以电荷分布为条件在空间形成的. 无论其中是否有检测它的试探电荷,电场总是客观存在的,就像在一个室内每一点都有温度一样,不管是否用温度计测量它,它总是存在的. 电荷就是依靠电场来传递力的,一般情况下,我们也是通过电荷受力来感测电场,进而确定电场的大小与方向的.

某点电场强度的大小为 $E = \frac{F}{q}$, 方向为正电荷在该点的受力方向, 所以电场强度 E 是一个矢量. 作为一个特例, 点电荷 Q (场源电荷) 在其周围所产生的电场大小为 $E = k \frac{Q}{r^2}$, 它只与电场中的位置 r 有关. 必须注意: 公式 $E = \frac{F}{q}$ 是普遍适用的, 而 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 只适用于场源点电荷.

若某一区域的电场是由几个电场叠加而形成时, 则该区域中某点的场强要用矢量运算法则——平行四边形法则来求得.

(三) 电场线

电场线是为了形象地描述电场而引入的一系列假想线, 其实质是一幅场图, 同学们在理解中切勿与点电荷在电场中的运动轨迹相混淆.

二、例题分析

例 1 真空中有三个同种点电荷, 它们固定在同一条直线上, 如图 8.1 所示. 它们的电量均为 $4.0 \times 10^{-12} \text{C}$, 求 Q_2 所受静电力的大小和方向.

分析与解答

同种电荷互相排斥, Q_2 所受 Q_1 的静电力方向向右, 受 Q_3 的静电力方向向左, Q_2 所受的静电力是这两个力的矢量和.

由于 Q_2 所受的两个力是作用在同一条直线上, 我们设向右为正方向, 根据库仑定律, 得到 Q_2 受到的静电力大小为

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r_1^2} - k \frac{Q_3 Q_2}{r_2^2} = k Q_2^2 \left(\frac{1}{r_1^2} - \frac{1}{r_2^2} \right),$$

$$F = 9.0 \times 10^9 \times (4.0 \times 10^{-12})^2 \times \left(\frac{1}{0.1^2} - \frac{1}{0.2^2} \right) \text{N} \approx 1.1 \times 10^{-11} \text{N}.$$

因为 $F > 0$, 所以 Q_2 受力方向向右.

例 2 如图 8.2 所示, 正电荷 Q 放在一匀强电场中, 在以 Q 为圆心、半径为 r 的圆周上有 a 、 b 、 c 三点, 将检验电荷 q 放在 a 点, 它受到的电场力正好为零, 则匀强电场的场强大小和方向如何? b 、 c 两点的场强大小和方向如何?

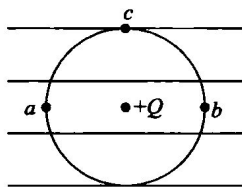


图 8.2

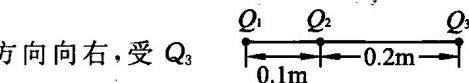


图 8.1

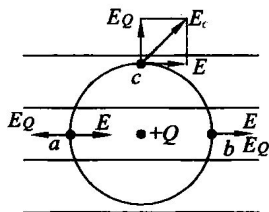


图 8.3

分析与解答

点电荷 Q 周围空间的电场是由两个电场叠加而成的, 由题意可知, a 点的场强为零,

即点电荷 Q 在 a 点产生的场强和匀强电场大小相等、方向相反, 所以匀强电场的场强大小为 $E = k \cdot \frac{Q}{r^2}$, 方向向右;

在 b 点两个场强合成可得: $E_b = 2k \frac{Q}{r^2}$, 方向向右;

在 c 点两个场强合成可得: $E_c = \sqrt{2}k \frac{Q}{r^2}$, 方向与 E 的方向成 45° 夹角斜向上(图 8.3).

例 3 在真空中距离为 d 的两个固定的正点电荷 q_1 、 q_2 , 它们的电荷量之比为 $1:4$, 在它们之间放入一个正点电荷 q_0 . 试求:

(1) 欲使 q_0 处于平衡位置, q_0 应放在什么位置?

(2) 该位置的场强为多少?

分析与解答

由于 q_1 和 q_2 是同种电荷, 它们形成的电场, 只有在它们之间的连线上某点 q_0 所受到的 q_1 和 q_2 对它的作用力是在同一条直线上, 才能相互抵消, 保持平衡. 带电电荷在该点所受电场力的合力为零, 该点的场强即为零.

设 q_0 放置在 q_1 和 q_2 的连线上, 距 q_1 为 r_1 , 则距 q_2 为 $d - r_1$, 如图 8.4 所示. 根据点电荷场强公式,

q_1 在 q_0 处的场强为

$$E_1 = k \frac{q_1}{r_1^2}, \text{方向向右};$$

q_2 在 q_0 处的场强为

$$E_2 = k \frac{q_2}{(d - r_1)^2}, \text{方向向左}.$$

q_0 处的场强为零, 即 $E_1 = E_2$, 有

$$k \frac{q_1}{r_1^2} = k \frac{q_2}{(d - r_1)^2}.$$

因为 $\frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{4}$, 即 $q_2 = 4q_1$, 代入上式得

$$4r_1^2 = (d - r_1)^2,$$

解得

$$r_1 = \frac{d}{3}.$$

思考: (1) 为什么 q_0 只能放在 q_1 、 q_2 连线上的某点位置? 能否位于连线外?

(2) 如果 $q_1 = q_2$, q_0 应位于何处?

(3) 如果 $q_1 = q_2$, 且异号, 能否找到放置 q_0 的位置?

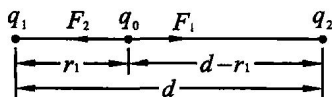


图 8.4

三、同步练习

(一) 判断题

1. 点电荷是指所带电荷量很小的带电体.

()

2. 带电体的带电荷量一定是电子的带电荷量的整数倍. ()
3. 电场可以叠加,两个电场叠加后的电场变得更强. ()
4. 沿电场线方向,电场强度的大小一定是越来越小. ()

(二) 选择题

1. 两个直径为 r 的带电球,当它们间的距离为 $100r$ 时,相互作用力为 F ,当它们相距 r 时,作用力变为 []

- A. $\frac{F}{100}$ B. $10^4 F$ C. $100F$ D. 以上结论均不正确

2. A 、 B 两点分别放置同种电荷 Q_A 、 Q_B ,其合电场强度为零点在 []

- A. AB 连线上, B 点外侧 B. AB 连线上, A 、 B 两点之间
C. AB 连线上, A 点外侧 D. 不在 AB 连线上

3. 在电场中把一个带正电的粒子由静止释放,若不计重力,则在它运动过程中,下列说法正确的是 []

- A. 正电荷的运动轨迹必和电场线垂直
B. 正电荷的速度方向必和所在点的电场线的切线方向一致
C. 正电荷的加速度方向必和所在点的电场线的切线方向一致
D. 此点电荷一定做直线运动

(三) 填空题

1. 当两个点电荷相距为 r 时,它们间的斥力为 F ,改变电荷间的距离,当斥力变为 $16F$ 时,两点电荷相距_____;当斥力为 $\frac{F}{4}$ 时,两点电荷相距_____.

2. 比较图 8.5(a)、(b)、(c)、(d) 中 A 、 B 两点电场强度的大小(填“>”、“<”或“=”号).

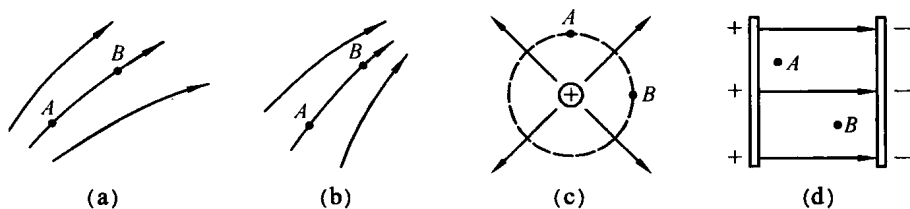


图 8.5

- (a) E_A _____ E_B ; (b) E_A _____ E_B ;
(c) E_A _____ E_B ; (d) E_A _____ E_B .

3. 真空中有一电场,在电场中的 P 点放一电荷量为 $4.0 \times 10^{-9} \text{ C}$ 的试探电荷,它受到的电场力为 $2.0 \times 10^{-5} \text{ N}$,则 P 点的场强为_____;把试探电荷的电荷量减为 $2.0 \times 10^{-9} \text{ C}$,则试探电荷在 P 点受到的电场力为_____;若将试探电荷取走,则 P 点的场强为_____.

(四) 计算与思考题

1. 两个带正电的点电荷 Q_A 和 Q_B 相距 0.40 m ,它们分别带电 $1.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ 和 $9.0 \times 10^{-8} \text{ C}$,求 AB 连线上中点处的场强,并讨论零场强点的位置.

2. 两块上下平行的带电金属板间有一质量为 $1.5 \times 10^{-8} \text{ kg}$ 的带电油滴, 所带电荷量为 $-4.9 \times 10^{-12} \text{ C}$, 油滴恰好匀速下降. 试求两金属板间的电场强度大小和两极板的带电性质。

3. “量子”这一术语常常用来表示能够量子化的量值的最小值. 例如, 货币中现金量子是 1 分, 试问电荷的量子是什么? 你能给出一些量子化的量值和一些没有量子化的量值的例子吗?

* 4. 假设电子和质子所带电荷的大小并不相同, 而是有所差别, 比如说相差 0.1%, 世界将大不一样吗? 试解释之。

8.3 电势 电势差

8.4 等势面 场强与电势差的关系

一、知识综述

如前所述, 带电粒子在电场中受到电场力的作用, 它在力的方向上移动一段距离后, 电场力做功: 若电场力做正功, 电势能减少; 若电场力做负功, 电势能增加。

电势是从能量角度来描述电场性质的物理量, 定义式为

$$\varphi = \frac{E_p}{q},$$

在 SI 中单位为伏特(V), 它是一个标量. 电场中某点电势的大小取决于源电荷和该点的

位置,与试探电荷无关;而电场中某点电势能的大小,不仅与电势大小有关,而且与试探电荷的正负、电荷量的大小有关。

电势、电势能的概念与力学中重力势、重力势能的概念是相对的,电势的大小与电势能和电势的零位置选择有关.电势的高低可根据电场线的方向来判定,因为电场线总是由电势高的地方指向电势低的地方,即沿着电场线方向电势降低.对于电势差(电压),由于只讨论它的相对变化值,故电势差的大小与零电势位置的选择无关。

每天 19:30 中央电视台在播放天气趋势预报中天气形势图时经常会出现等温线、等压线,帮助我们了解全国的天气形势;与在地形图中常以等高线来描述地势高低的道理一样,我们在电场中引入等势面,这是为了形象地描述电场中各点电势空间分布的一种手段.由于在同一等势面上移动带电粒子时电场力不做功,可得出电场线与等势面永远垂直的结论。

在匀强电场中,场强与电势差的关系为

$$U = Ed.$$

运用公式时应注意这里的 d 是电场中两点沿场强方向的距离,而且这里只讨论匀强电场,在非匀强电场中,它们的关系依然存在,但公式的表示形式有了变化,这不是我们在这里讨论的问题。

二、例题分析

例 1 如图 8.6 所示的电场中,已知 A 、 B 两点间的电势差 $U_{AB} = -10\text{V}$,试求:

(1) $q = +2.0 \times 10^{-9}\text{C}$ 的电荷由 A 点移动到 B 点,电场力所做的功,电势能是增加还是减少?

(2) $q = -1.0 \times 10^{-9}\text{C}$ 的电荷由 A 点移动到 B 点,电场力所做的功,电势能是增加还是减少?

分析与解答

计算电场力做功,可以采用 $W_{AB} = qU_{AB}$ 公式,但要注意分别考虑 q 与 U_{AB} 的正负号。

(1) 电场力所做的功为

$$W_{AB} = qU_{AB} = 2.0 \times 10^{-9} \times (-10)\text{J} = -2.0 \times 10^{-8}\text{J}.$$

由于电场力做负功,电势能增加。

(2) 电场力所做的功为

$$\begin{aligned} W_{AB} &= qU_{AB} = -1.0 \times 10^{-9} \times (-10)\text{J} \\ &= 1.0 \times 10^{-8}\text{J}. \end{aligned}$$

由于电场力做正功,电势能减少。

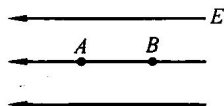


图 8.6

例 2 将电荷量 $q_1 = 4.0 \times 10^{-8}\text{C}$ 的电荷沿电场线从 A 点移动到 C 点,电场力做功为 $5.0 \times 10^{-6}\text{J}$,将电荷量 $q_2 = -2.0 \times 10^{-8}\text{C}$ 的电荷沿电场线从 B 点移动到 C 点,电场力做功为 $3.0 \times 10^{-6}\text{J}$,若取 C 点电势为零,求:

(1) A 、 B 两点的电势并标出它们在电场线上的位置;

(2) A 、 B 两点的电势差。

分析与解答

(1) 正电荷 q_1 从 A 点移到 C 点, 电场力做正功, 电场线方向是从 A 点指向 C 点的, 如图 8.7 所示.

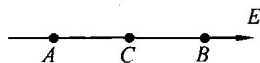


图 8.7

$$U_{AC} = \frac{W_1}{q_1} = \frac{5.0 \times 10^{-6}}{4.0 \times 10^{-8}} \text{ V} = 125 \text{ V}.$$

因为 $\varphi_C = 0 \text{ V}$, $U_{AC} = \varphi_A - \varphi_C$,

所以 $\varphi_A = U_{AC} + \varphi_C = 125 \text{ V}$.

负电荷 q_2 从 B 点移到 C 点, 电场力做正功, 电场线从 C 点指向 B 点.

$$U_{BC} = \frac{W_2}{q_2} = \frac{3.0 \times 10^{-6}}{-2.0 \times 10^{-8}} \text{ V} = -150 \text{ V}.$$

而 $U_{BC} = \varphi_B - \varphi_C$, 所以 $\varphi_B = U_{BC} + \varphi_C = -150 \text{ V}$.

(2) $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = [125 - (-150)] \text{ V} = 275 \text{ V}$.

例 3 在图 8.8 中, 已知 $E = 100 \text{ V/m}$, $l = 0.2 \text{ m}$, 求 A、B 两点间的电势差 U_{AB} .

分析与解答

匀强电场中讨论 E 与 U 之间的关系, 可用 $U = Ed$ 公式. 但要注意, 这里的 $d \neq l$, 而是取 l 在电场强度方向上的投影, $d = l \cos 30^\circ$.

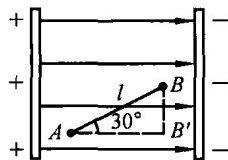


图 8.8

$$\begin{aligned} U_{AB} = U_{AB'} &= El \cos 30^\circ = 100 \times 0.2 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ V} \\ &= 10\sqrt{3} \text{ V}. \end{aligned}$$

三、同步练习

(一) 判断题

1. 在静电场中, 电荷沿闭合路径运动一周, 电场力做功为零. ()
2. 有些电场中, 等势线与电场线可以斜交. ()

(二) 选择题

1. 把两个异种电荷的距离增大一些, 则 []
 - A. 电场力做正功
 - B. 电场力做负功
 - C. 电势能不变
 - D. 电势能减少
2. 如图 8.9 所示, 在 O 点放一点电荷 Q, 以 O 为圆心作一圆, 现将一试探电荷从 A 点分别移到 B、C、D 三点, 则电场力所做的功最多的是 []
 - A. 从 A 点移动到 B 点
 - B. 从 A 点移动到 C 点
 - C. 从 A 点移动到 D 点
 - D. 三个过程一样多

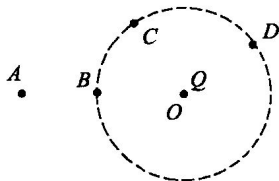


图 8.9

3. 在匀强电场中,下列说法中正确的是

[]

A. 各点的电势都相等

B. 各点的电场强度大小相同,方向不一定相同

C. 各点的电场强度大小相同,方向也一定相同

D. 沿电场线方向移动任何电荷时,它的电势能都逐渐减少

4. 如图 8.10 所示电场, A、B 两点电势分别为 U_A 和 U_B , 电场强度分别为 E_A 和 E_B , 则

[]

A. $E_A > E_B, \varphi_A > \varphi_B$

B. $E_A > E_B, \varphi_A < \varphi_B$

C. $E_A < E_B, \varphi_A > \varphi_B$

D. $E_A < E_B, \varphi_A < \varphi_B$

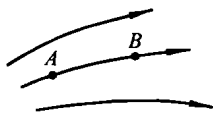
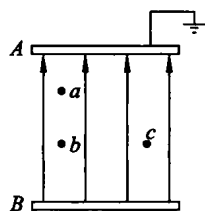


图 8.10

(三) 填空题

1. 把一试探电荷 $q = 1.0 \times 10^{-10} \text{ C}$ 放入某一电场中的 A 点, 它具有的电势能为 $1.0 \times 10^{-9} \text{ J}$, 则该点的电势为 _____; 若在 A 点放入另一个电荷 $q = -1.0 \times 10^{-10} \text{ C}$, 则该点的电势为 _____.

2. 相距为 d 的 A、B 两板之间有 a、b、c 三点, a 点距 A 板 $\frac{d}{3}$, b、c 两点距 B 板 $\frac{d}{3}$, A 板接地, AB 间的电压为 U , 如图 8.11 所示, 则 b 点电势为 _____; $+q$ 从 a 点运动到 c 点过程中, 电场力做功为 _____; $-q$ 在 a 点具有的电势能为 _____.



8.11

(四) 计算与思考题

1. 两块带等量异种电荷的金属板之间是匀强电场, 如图 8.12 所示, $AB = BC = CD = DE = 4 \text{ mm}$, 负极板接地, 两极板间的电势差为 120 V . 问:

(1) 两极板间的电场强度是多大?

(2) A、B、C、D、E 五点的电势各是多大?

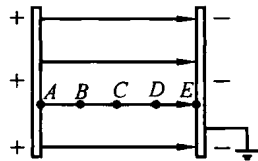


图 8.12

2. 将水平放置的两块平行金属板接在 200 V 的电源上, 要使一个质量为 0.5 g 、带电荷量为 $-5.0 \times 10^{-7} \text{ C}$ 的微粒恰好能平衡, 则场强大小、方向如何? 二板间距多少? 若电压加到 400 V 时, 粒子还能平衡吗? 若能, 试证明之; 若不能, 将如何运动?

* 3. 原子的重要早期模型是所谓的玻尔模型,它是以发现者 N. 玻尔的名字来命名的. 已知在氢原子的基态或最低能态,电子位于以原子核(一个质子)为中心的半径为 $0.529 \times 10^{-10} \text{ m}$ 的圆轨道上. 电子轨道上任一点处由质子产生的电势为 $\varphi = k \frac{e}{r}$. 试求:

- (1) 由核产生的该电子轨道上任一点的电势;
- (2) 电子的势能分别用电子伏和焦来表示.

8.5 静电场中的导体

8.6 电容器 电容

一、知识综述

(一) 静电场中的导体 等势体 等势面

导体内存在着大量可以自由移动的载荷子,如果导体内部存在场强($E \neq 0$),那么这些载荷子会在电场力的作用下移动,直至内部总场强为零($E = 0$),达到平衡状态为止. 这说明在静电平衡下,导体内部的场强必定处处为零(在绝缘体内反而可能存在电场,为什么? 请你思考一下). 利用这一性质,在导体的内部可以达到静电屏蔽的目的.

如上所述,那么导体内部移动的过剩电荷都到哪里去了呢? 它肯定只能分布在导体的外表面上. 带电粒子在导体内部由于不受电场力的作用,它在移动时也不会做功,这说明在静电平衡状态下导体是一个等势体,其表面是一个等势面. 根据电场线与等势面垂直的道理,导体表面的场强一定垂直于导体的表面.

(二) 电容 电容器

电容器的电容定义式为其每一极板上所带电荷的大小 Q 与两极间的电势差大小 U 之比,即

$$C = \frac{Q}{U}.$$

“电容”指电容器在单位电压下能储存或容纳电荷能力的量度. 可见,对于给定电势差,较大的电容值对应于较大量的电荷. 它的单位为法拉(F),1F 是相当大的电容单位,在电路中常用的电容器的电容范围一般为 $10^{-12} \text{ F} (1 \text{ pF}) \sim 10^{-6} \text{ F} (1 \mu\text{F})$ 之间.

电容器是由两个靠在一起但又彼此绝缘的导体组成的,它是无线电、计算机和其他各类电气设备中常用的若干种元件之一,它在充放电过程中有储存电荷与能量的功能,最常见的电容器是平行板电容器,它的电容可表示为

$$C_0 = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$$

电容器的电容 C 取决于极板正对面积 S 、极板之间的距离 d 和极板间的电介质这几个因素(与两极板的带电荷量以及它的电势差无关). 若某一物理量如两极板之间的相对面积 S 或极板间距离 d 变化时, 就会引起电容 C 的变化. 那么我们对电容器电容的测定, 就可以确定上述物理量的变化, 作这种用途的电容器能把非电学量转换成电学量, 这种元件称为电容传感器. 传感器是自动控制设备中不可缺少的元件, 目前已经应用于宇宙开发、环境保护、交通运输以及家庭生活等多种领域之中.

二、例题分析

例 1 一绝缘座上的开口空心金属球 A, 带有 $4.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ 的正电荷; 一个有绝缘柄的金属小球 B, 带有 $2.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ 的负电荷, 如图 8.13 所示, 把 B 球跟 A 球内壁接触, 则 A、B 球所带的电荷量分别为 []

- A. $Q_A = 1.0 \times 10^{-6} \text{ C}, Q_B = 1.0 \times 10^{-6} \text{ C}$
 B. $Q_A = 2.0 \times 10^{-6} \text{ C}, Q_B = 0$
 C. $Q_A = 0, Q_B = 2.0 \times 10^{-6} \text{ C}$
 D. $Q_A = 4.0 \times 10^{-6} \text{ C}, Q_B = 2.0 \times 10^{-6} \text{ C}$

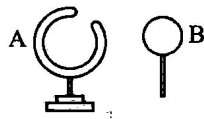


图 8.13

分析与解答

当 B 球跟 A 球内壁接触时, A、B 两球构成一个导体; 而在静电平衡状态下, 导体中过剩的电荷只能分布在导体的外表面上, 故电荷全部分布在 A 球外表面上, B 球只是整个导体的“内部”.

$$Q_A = 4.0 \times 10^{-6} + (-2.0 \times 10^{-6}) \text{ C} = 2.0 \times 10^{-6} \text{ C},$$

$$Q_B = 0.$$

即选 B.

例 2 两个较大的平行金属板 A、B 相距为 d , 分别接在电压为 U 的电源正、负极上, 这时质量为 m 、带电荷量为 $-q$ 的油滴 P 恰好静止在两板之间, 如图 8.14 所示, 在其他条件不变的情况下, 如果将两板非常缓慢地向左右错开一些, 那么在错开过程中 []

- A. 油滴将向上加速运动, 电流计中电流从 b 流向 a
 B. 油滴将向上加速运动, 电流计中电流从 a 流向 b
 C. 油滴静止不动, 电流计中的电流从 b 流向 a
 D. 油滴静止不动, 电流计中的电流从 a 流向 b

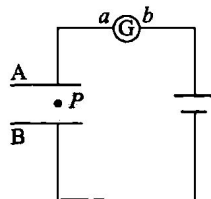


图 8.14

分析与解答

此题有两个要求: 一是判断带电油滴运动状态变化, 二是判断电流计中的电流方向. 要判断带电油滴状态变化, 需分析清楚带电油滴受力变化情况, 原来带电油滴受到向上的电场力和向下的重力, 两力恰好平衡, 即 $mg = qE$. 现缓慢错开两板, 则两板的正对面积减