

一九八〇年中学生复习资料

物 理

下 册

太原市教育局教研室



PDG

一九八〇年中学生复习资料

物 理

下 册

太原市教育局教研室编

山西人民出版社

一九八〇年中学生复习资料

物理(下册)

太原市教育局教研室编

山西人民出版社出版 (太原并州路七号)

山西省新华书店发行 山西省第二五厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 8 字数: 160 千字

1980年2月第1版 1980年2月太原第1次印刷

印数: 1—202,000册

书号: 7088·852 定价: 0.55元

目 录

第十一章 电场

- 一、电荷..... 1
- 二、电场的性质..... 2
- 三、电场中的导体..... 12
- 四、电容器 电容..... 12

第十二章 直流电路

- 一、电流、电压和电阻..... 35
- 二、部分电路欧姆定律..... 38
- 三、全电路欧姆定律..... 50
- 四、电功、电功率..... 61
- 五、电路的计算..... 68
- 六、惠斯通电桥..... 77
- 七、电势差计..... 81

第十三章 磁场 电磁感应

- 一、磁场..... 98
- 二、磁场对直线电流的作用..... 101
- 三、磁场对通电线圈的作用..... 103
- 四、磁场对运动电荷的作用——洛仑兹力..... 104
- 五、电磁感应..... 106
- 六、自感现象、变压器..... 111

第十四章 交流电 交流电路

- 一、交流电..... 146
- 二、交流电路..... 151

三、三相交流电	157
第十五章 电子技术基础	
一、半导体的基础知识	163
二、晶体二极管及其整流	164
三、晶体三极管	168
四、电磁振荡	169
五、电磁波	170
六、电磁波的发送和接收	171
第十六章 几何光学	
一、光的反射	177
二、光的折射	185
三、光学仪器	214
第十七章 物理光学	
一、光的干涉和衍射	222
二、光波的频率、波长和波速之间的关系	222
三、物质的光谱	224
四、光的电磁本性	224
五、光电效应	225
六、光的波粒二象性	227
第十八章 原子和原子核物理	
一、原子结构	229
二、原子核和原子能	231
第十九章 物理实验	
一、测定物质的比重	238
二、用单摆测定重力加速度	239
三、用伏安法测电阻	240

四、用惠斯通电桥测电阻	242
五、测定小灯泡的额定功率	243
六、测定电源电动势和内电阻	244
七、扩大伏特计的量程	246
八、其它实验的思考题	247

第十一章 电 场

一、电荷

(一) 正电荷和负电荷 一切物体都是由原子组成的。原子又是由带正电的原子核和绕核运转带负电的电子组成的。电子带的电量称为基本电荷，用 e 表示， $e = 1.6 \times 10^{-19}$ 库仑，电子的质量 $m = 9.1 \times 10^{-31}$ 千克。在一般情况下，原子核带的正电量等于核外电子所带的负电量的总和，故物体不显示电性。当物体获得电子时带负电，缺少电子时带正电。

(二) 库仑定律 两个点电荷之间的相互作用力（引力或斥力）的大小跟它们的电量的乘积成正比，跟电荷间的距离平方成反比，力的方向在两个电荷的连线上。

在真空中：
$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

在电介质中：
$$F = K \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2}$$
 ϵ 叫介电常数

运用库仑定律的几点说明，

1、库仑定律只适用于点电荷之间的相互作用，对平行板电容器不适用。

2、公式中，电量的单位为库仑，距离的单位为米，力的单位为牛顿， $K = 9 \times 10^9 \frac{\text{牛顿} \cdot \text{米}^2}{\text{库仑}^2}$

3、计算力的大小时，不必考虑电量的正负号，力的方向按同种电荷是斥力，异种电荷是引力，用箭头标出。

二、电场的性质

(一) 电场

在电荷的周围存在着由它形成的电场，两者是不可分割的统一的整体。电场是一种特殊物质。电荷之间的相互作用是通过电场发生的。我们把电场对电荷的作用力叫电场力。

放进电场的电荷，受到电场力作用，电荷在电场内移动时，电场力一定对电荷做功，这功与路径无关，所以电荷在电场中具有势能。电荷在电场中具有的势能叫电势能（实际上是电场和放在电场中的电荷两者共有的电势能，习惯上称为电荷的电势能）。

在没有外力作用时，在电场中移动电荷做功：

1、电荷沿电场力方向运动时，电场力对电荷做正功，则电荷的电势能减少，电荷的动能增加。

2、电荷沿电场力反方向运动时，运动的电荷克服电场力做功（电场力对电荷做负功），则电荷的电势能增加，电荷的动能减少。根据功能原理， $A = \Delta E$ 。A为功， ΔE 为电势能的变化量。电场力的功是电荷的电势能变化的量度。

电荷在电场中受力，同时具有电势能，反映了电场具有力的性质和能的性质。

(二) 电场强度 表征电场的力的性质的物理量。

1、电场强度的定义和量度 检验电荷在电场中某一点所受到的电场力跟检验电荷的电量成正比（库仑定律），其比值是一个恒量，即：

$$\frac{F}{q} = \frac{2F}{2q} = \frac{3F}{3q} = E$$

同样，在电场中的其它点，电场力跟检验电荷的电量的比值也是一个恒量（如图11—1）。在电场中的不同点 这个

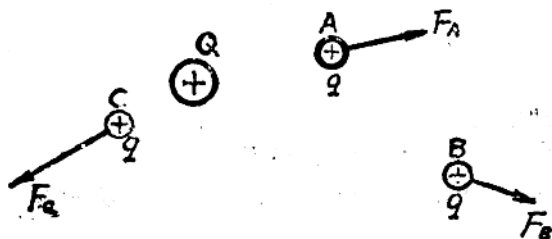


图11—1

恒量的数值不同。这就表明：比值 $E (= \frac{F}{q})$ 只跟电场的性质有关（如形成电场的电荷的电量和各点的位置等），跟检验电荷的性质（如电量的多少和电性的正负）无关。

比值大的地方，电场强，所以 $E (= \frac{F}{q})$ 表示了电场的力的性质。我们把它叫做电场强度。

检验电荷在电场中某点所受到的电场力跟检验电荷的电量的比，叫该点的电场强度。

$$\text{即, } E = \frac{F}{q}$$

电场中某点的电场强度在数值上等于单位电量的电荷在该点所受的电场力。

单位: $E = \frac{1\text{牛顿}}{1\text{库仑}} = 1\text{牛顿/库仑}$

2、电场强度的方向 在图11—1中可以看出, 检验电荷在电场中A、B、C三点所受到的电场力 F_A 、 F_B 、 F_C 的方向都是确定的, 而且也是不同的。这表明电场具有方向性, 而电场强度是表示电场的力的性质的, 所以电场强度是个矢量。我们规定: 正检验电荷所受电场力的方向为所在点电场强度的方向。

3、电场强度的大小决定条件:

(1) 点电荷的电场(真空中)中某点电场强度:

$$E = K \frac{Q}{r^2}$$

式中 Q 为形成电场的点电荷的电量, r 为给定点与 Q 的距离,
 $K = 9 \times 10^9 \text{ 牛顿} \cdot \text{米}^2 / \text{库仑}^2$ 。

(2) 平行板电容器内的电场强度:

$$E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{Cd} = \frac{Q}{K\epsilon S}$$

式中 U 为电容器两板间的电压, d 为两板间的距离, Q 为每个极板带的电量, C 为电容器的电容, S 为极板的面积, ϵ 为电介质的介电常数, $K = 8.85 \times 10^{-12} \text{ 法拉/米}$ 。

4、电力线 为了形象地描述电场强度而画出的一些曲线, 曲线上各点的切线方向与该点电场强度方向相同; 电力线密的地方电场强, 反之弱。电力线起于正电荷止于负电荷, 方向从正电荷指向负电荷。

5、匀强电场 电场中各点电场强度大小、方向都相同

的电场叫匀强电场。平行板电容器里的电场是匀强电场。电力线是疏密均匀的平行直线。

6、电场力的大小和方向 电场对电荷的作用力决定于电荷所在点的电场强度(大小和方向)和电荷本身的性质(电量多少和正负)。

$$F = Eq$$

式中,对正电荷, q 为正值, F 与 E 方向相同,对负电荷, q 为负值, F 与 E 的方向相反。

有关电场强度的几点说明:

(1) 电场强度是表示电场的力的性质的,它的大小和方向取决于电场本身,与检验电荷存在与否无关,与检验电荷的性质无关。

(2) 电场力是电场(特殊物质)对电荷(实物物质)的作用,其大小和方向,是由电场的性质和电荷的性质所决定。

(3) $F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 和 $F = Eq$ 的区别:前者只适用于点电荷,后者对任何电场都适用。

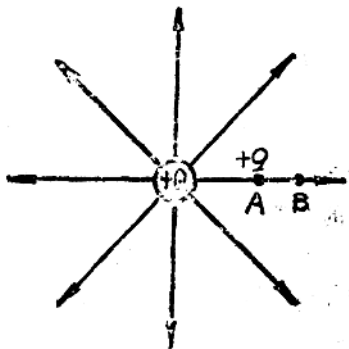
(4) $E = \frac{F}{q}$, $E = K \frac{Q}{r^2}$, $E = \frac{U}{d}$, $E = \frac{Q}{K\epsilon S}$ 等几个式子的区别。

$E = \frac{F}{q}$ 是电场强度的定义和量度式,对任何电场都适用,而 $E = K \frac{Q}{r^2}$ 和 $E = \frac{Q}{K\epsilon S}$ 是电场强度的决定式,其中 $E = K \frac{Q}{r^2}$ 只适用于点电荷所形成的电场, $E = \frac{Q}{K\epsilon S}$ 只适用

于平行板电容器内匀强电场： $E = \frac{U}{d}$ 既非量度式也非决定式，而只说明同一电场的力的性质与能的性质的联系。

(三) 电势 电势是表征电场的能的性质的物理量。

1、电势的定义和量度 将检验正电荷 q 放在图 11—2 所示的电场中，当它沿电力线从 A 点移到 B 点时，电场力对电荷做功，电场力所做的功等于电荷减少的电势能，当它从 B 点移到 A 点时，外力反抗电场力对电荷所做的功等于电荷增加的电势能。电荷 q 在距 Q 无限远（场外）时，它的电势能为零。将检验正电荷 q 从 Q 的电场



外移到电场中 A 点或 B 点时，外力反抗电场力对电荷所做的功的数值，就是电荷 q 在电场中 A 点或 B 点所具有的电势能，以 W_A 和 W_B 表示。显然 $W_A > W_B$ 。由此可见，同一电荷在电场中的不同点，它的电势能不等。这说明了电场不仅有力的性质，还有能的性质。

可以证明，电荷 q 在电场中某一点，例如 A 点或 B 点，它所具有的电势能 W_A 或 W_B ，跟电荷的电量成正比，即，

$$\frac{W_A}{q} = \frac{2W_A}{2q} = \frac{3W_A}{3q} = U_A$$

$$\frac{W_B}{q} = \frac{2W_B}{2q} = \frac{3W_B}{3q} = U_B$$

比值 U_A 和 U_B 都是个恒量，因为 $W_A > W_B$ ，所以 $U_A > U_B$ ，这就说明，比值 $\frac{W}{q}$ 只跟电场中的位置有关，而跟检验电荷的性质（电量的多少和电性的正负）无关。这个比值表示了电场的能的性质。我们把比值 $\frac{W}{q}$ 叫做电场中该点的电势（又名电位）。

电场中某点的电势等于正电荷在该点所具有的电势能跟它所带的电量之比。即：

$$U_A = \frac{W_A}{q}$$

单位， $\frac{1\text{焦耳}}{1\text{库仑}} = 1\text{焦耳/库仑} = 1\text{伏特}。$

电场中各点的电势在数值上等于单位正电荷在该点的电势能。

2、电势的高低 从电势的定义可知：单位正电荷在电场中所具有的电势能较大的地方，电势就较高。因此，任何电场中各点的电势总是沿着电力线方向逐渐降低。正电荷在电场力作用下总是从电势高处移向电势低处；负电荷在电场力作用下总是从电势低处移向电势高处。

3、电势的正负 电势是标量，但对所选定的零电势来说，有正、负之分。高于零电势的各点电势为正值，低于零电势的各点的电势为负值。

理论上选择无穷远处的电势为零。故正电荷形成的电场中各点的电势为正值，负电荷形成的电场中各点的电势为负值。实际上常选地球或仪器的外壳为零电势，所以接地或接外壳的地方电势为零。

有关电势、电势能的几点说明：

(1) 电场的电势是表征电场中各点能的性质的，它的高低，取决于电场本身，与检验电荷无关。

(2) 电荷在电场中的电势能，应该理解为电场和电荷两者共有的电势能，它的大小（包括正负和数值）取决于电场中某点的电势和电荷本身的性质（电量和正负）。即

$$W = Uq$$

因为电势、电势能是标量，且都具有相对性。故特别注意 q 、 U 、 W 的正负号。 U 、 W 的正负是具有大小的实际意义的。正电荷在电场中某一点所具有电势能的正负，与该点电势同号，在电势高的位置，电势能大，在电势低的位置，电势能小；负电荷在电场中某点所具有电势能的正负，与该点电势异号，在电势高的位置，具有的电势能小，在电势低的位置，具有的电势能大。

4、等势面 电场中电势相等的点都联在一起所形成的面叫等势面。点电荷 Q 的电场中（图11—3—A），以点电荷为球心的各个球面都是等势面。平行板电容器的电场中（图11—3—B）与两个极板平行的各个平面是等势面。电荷沿等势面移动时，它的电势能不改变，所以电场力对它不做功。电场中电力线和等势面相互垂直。

等量异种点电荷的电场中（图11—3—C），通过两点电

荷连线的中点并与连线垂直的平面MN是等势面。这个等势面上的电势是零（可以证明）。MN左侧各点电势为正值，右侧各点电势为负值。

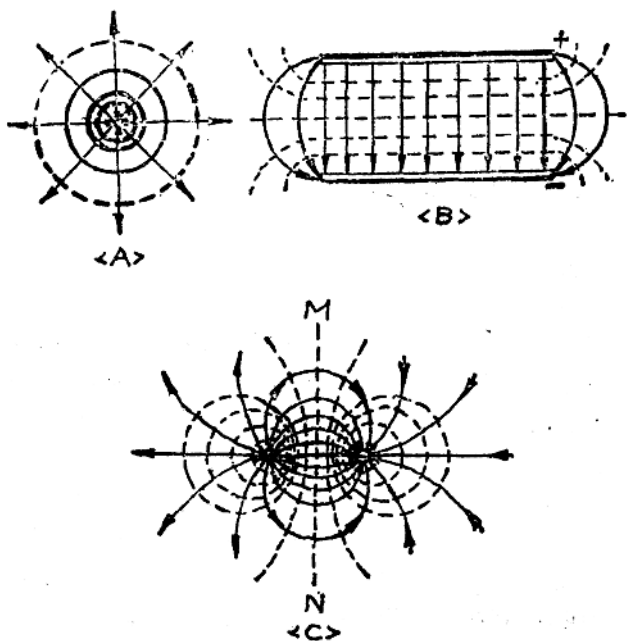


图11-8

(四) 电势差

1、电势差的定义 电场中两点间的电势之差叫电势差。又叫电压。

$$U_{a,b} = U_a - U_b$$

$$\text{而 } U_a = \frac{W_a}{q}, \quad U_b = \frac{W_b}{q}$$

$$\therefore U_{a,b} = \frac{W_a - W_b}{q} = \frac{\Delta W}{q} = \frac{A_{a,b}}{q}$$

可见，电场中两点间的电势差等于把电荷从一点移到另一点时，电场力对电荷做的功（电势能的变化量）跟电荷的电量之比。在数值上等于把单位电量的电荷从一点移到另一点时，电场力对电荷所做的功。

2、电场力做功的计算

移动电荷时电场力所作的功： $A_{a,b} = U_{a,b} \cdot q$

注意：若 $U_{a,b} = U_a - U_b$ 为正值时，正电荷从a点移到b点时， $A_{a,b}$ 为正号，表示电场力对电荷做正功，该电荷的电势能减少；负电荷从a点移到b点时， $A_{a,b}$ 为负号，表明电场力对电荷做负功，即克服电场力做功，该电荷的电势能增加。

若 $U_{a,b} = U_a - U_b$ 为负值（ $U_a < U_b$ ）时，正电荷从a点移到b点时， $A_{a,b}$ 为负号，这表明电场力对电荷做负功，电荷的电势能增加；负电荷从a点移到b点时， $A_{a,b}$ 为正号，这表明电场力对电荷做正功，电荷的电势能减少。

例如图11—4所示的电场中，已知 $U_a = 10$ 伏， $U_b = 20$ 伏，有一个 $q = -2 \times 10^{-3}$ 库仑的电荷从a点移到b点时：

$$\begin{aligned} A_{a,b} &= (U_a - U_b) q \\ &= (10 - 20) (-2 \times \end{aligned}$$

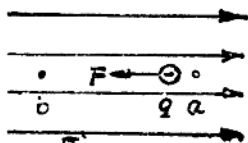


图11—4

$$10^{-3}) \text{ 焦耳}$$

$$= 2 \times 10^{-2} \text{ 焦耳}$$

A_{ab} 为正值，表明电场力对电荷做正功。

若该电荷从b点移到a点时：

$$A_{ba} = (U_b - U_a) q$$

$$= (20 - 10) \times (-2 \times 10^{-3}) \text{ 焦耳}$$

$$= -2 \times 10^{-2} \text{ 焦耳}$$

A_{ba} 为负值，这表明电场力对电荷做负功即外力反抗电场力对电荷做功。

(五) 电场强度和电势差的关系

1、E和U的关系式

$$E = \frac{U_{ab}}{d} \quad \text{或} \quad U_{ab} = Ed$$

当d一定时，电压愈高，电场就愈强。

在同一匀强电场中，各点E相等，则d愈大，两点间的电压也愈大。

注意：第一，上面的公式只适用于匀强电场。

第二，d是a、b两点间的距离在电力线方向上的投影。

2、电场强度的又一个单位

$$E = \frac{U}{d} = \frac{1 \text{ 伏特}}{1 \text{ 米}} = 1 \text{ 伏特/米}$$

$$1 \text{ 伏特/米} = 1 \text{ 牛顿/库仑}$$

在技术上常用 1 伏特/厘米