

GAOZHONGWULIJINGBIAN

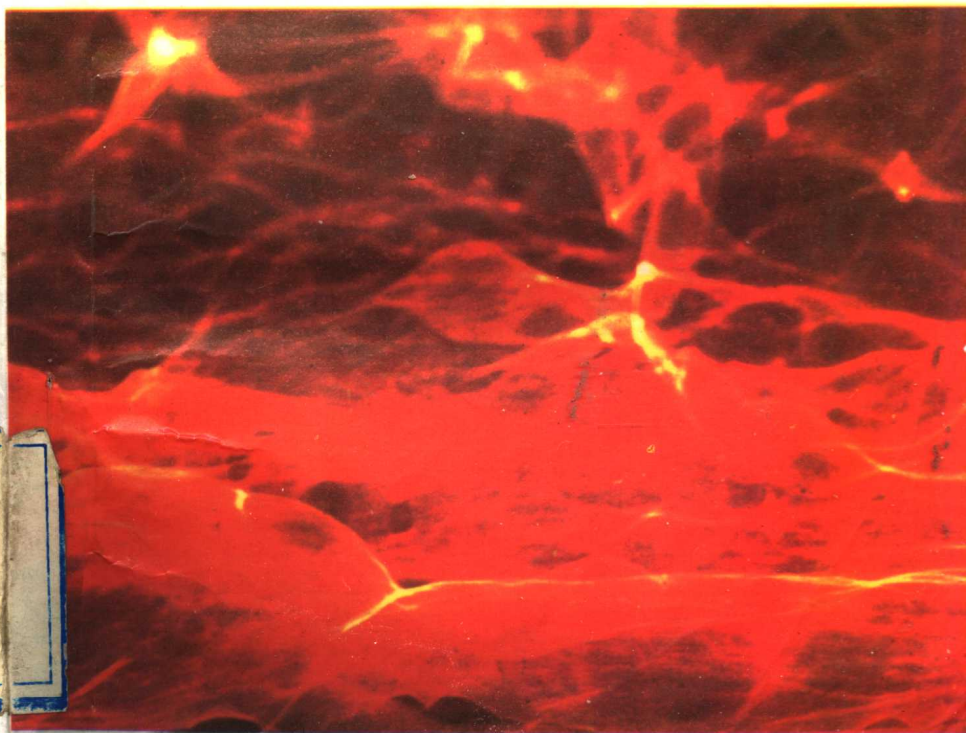


高二用

高中物理精编

下册

浙江教育出版社



高中物理精编

下册

宁波市物理学会

浙江教育出版社

高中物理精编

下 册

宁波市物理学会

浙江教育出版社出版 辽宁人民出版社重印

辽宁省新华书店发行 赤峰印刷集团公司印刷

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 8.5 字数 196000

1997 年 5 月第 2 版 1997 年 6 月沈阳第 6 次印刷

ISBN7-5338-2530-6/G · 2522

定价: 7.20 元

版权所有 翻印必究

修 订 说 明

《高中物理精编》自 1986 年出版以来,经过多次修订,已逐渐形成自己的特色,一直深受广大中学师生的欢迎。自 1993 年最近一次修订以来,由于 5 天工作制的实行,高中物理的教学内容、会考纲要、高考说明均相应作了一些调整,为更好配合教学要求和教学进度,我们邀请一些新老作者再次进行修订。本次修订除保留本书原有体例及“精、新、活”的特色以外,增大了基本题的比重,删去了过难的 C 组题,以适合绝大多数同学的需要。

这次修订,仍分为《上册》、《下册》和 16 开本的《综合训练》。《上册》、《下册》中加“*”号的内容是选修教材要求掌握的知识。《综合训练》一册是重新编写的,它按现行中学物理高考第一轮复习的要求,前半部分对高中物理的难点、重点采用专题分析的形式作了讲解;后半部分采用目前高考“3+2”的形式,编制了 6 份模拟试卷,供同学们对复习效果进行自我检测。相信通过这次修订,本书仍将继续受到广大中学师生的欢迎。

宁波市物理学会领导王兴廉、王振里同志对这次修订工作给予很大支持,提出许多宝贵意见,徐日新、韩玉山同志做了编写的组织工作。参加本册编写的有董五川、潘家忻、沈为民同志,姜水根同志统稿。

编 者

1997 年 2 月

目 录

第一章 电场	(1)
要点分析.....	(1)
例题解析.....	(6)
习题精选	(18)
第二章 恒定电流	(36)
要点分析	(36)
例题解析	(47)
习题精选	(56)
第三章 磁场	(80)
要点分析	(80)
例题解析	(85)
习题精选	(96)
第四章 电磁感应	(108)
要点分析.....	(108)
例题解析.....	(112)
习题精选.....	
第五章 交流电	
要点分析.....	
例题解析.....	
习题精选.....	
第六章 电磁振荡和电磁波	

要点分析	(170)
例题解析	(173)
习题精选	(180)
第七章 光的反射和折射	(191)
要点分析	(191)
例题解析	(196)
习题精选	(207)
第八章 光的本性	(216)
要点分析	(216)
例题解析	(219)
习题精选	(225)
第九章 原子和原子核	(233)
要点分析	(233)
例题解析	(239)
习题精选	(245)
答案和提示	(253)

第一章 电场

【要点分析】

一、电荷守恒定律

1. 自然界的电荷只有两种,即正电荷和负电荷.用绸子摩擦过的玻璃棒所带的电荷是正电荷;用毛皮摩擦过的硬橡胶棒所带的电荷是负电荷.同种电荷互相排斥,异种电荷互相吸引.

2. 物体所带电荷的多少叫电量,单位是库伦.1基本电荷 $=1.60 \times 10^{-19}$ 库.

3. 电荷既不能创造,也不能被消灭,它们只能从一个物体转移到另一个物体,或者从物体的一部分转移到另一部分,这就是电荷守恒定律.

二、库仑定律

1. 静电力大小 $F = k \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$, 式中静电力恒量 $k = 9 \times 10^9$ 牛·米²/库², 此公式只适用于真空中两点电荷的相互作用. q_1 、 q_2 分别是两个点电荷的电量, r 是两个点电荷之间的距离.

2. 静电力的方向取决于两个点电荷的种类.

3. 若求几个点电荷的相互作用力,可先分荷对某一点电荷的作用力,再用矢量合成法.

三、电场

电荷的周围存在着一种特殊物质,叫做电场. 电场的最基本性质是它对放入其中的电荷有力的作用.

1. 电场强度矢量 E 是表示电场的力的性质的物理量, 它取决于电场本身的性质, 跟有无检验电荷无关, 其大小定义为 $E = \frac{F}{q}$, 单位是牛/库或伏/米, $1 \text{ 牛/库} = 1 \text{ 伏/米}$. 方向规定: 正电荷在电场中某点的受力方向为该点的场强方向.

2. 点电荷所形成的电场中某点的电场强度可用公式 $E = k \cdot \frac{Q}{r^2}$ 来计算, 式中 r 为该点到点电荷 Q 之间的距离. 要注意的是此公式仅适用于点电荷 Q 在真空(或空气)中形成的电场, 平行板电容器中电场强度不能用此公式.

3. 若电场中各点的电场强度大小、方向都相同, 这种电场叫匀强电场. 匀强电场公式 $E = U/d$, d 是电场中两点所在等势面间的距离, U 是这两点间的电势差.

4. 电场线是人们为了形象地表示电场中各点的场强引进的假想曲线. 电场线具有以下性质: (1) 电场线上每一点的切线方向与该点的场强方向一致. (2) 电场线始于正电荷, 止于负电荷. 在正电荷形成的电场中, 电场线起于正电荷, 延伸到无穷远处. 在负电荷形成的电场中, 电场线起于无穷远处, 止于负电荷; (3) 电场线不闭合, 也不中断, 且任何两条电场线在没有电荷的地方不会相交; (4) 在与场强相垂直的单位面积穿过的电场线条数与该处场强大小成正比, 即电场线越密, 电场越强, 电场线越稀疏处的电场越弱.

能、电势和电势差

电场中某点所具有的势能叫该电荷在该点的

单位是焦或电子伏特, $1 \text{ 电子伏特} = 1.60 \times$

10^{-19} 焦. 电势能是标量, 其正、负和大、小表示电荷在该点具有的电势能与所选取的零电势能位置(理论上指无穷远处, 实际上通常指地球表面)比较的相对量值.

电势能是电场和放在电场中的电荷所共有. 电场力对电荷 q 做正功, 电势能减少; 电场力对电荷 q 做负功, 电势能增加.

* 2. 电势 U 是反映电场能的性质的物理量, 它是标量, 它的定义式是 $U = \epsilon/q$, 单位为伏.

电势的高低取决于电场本身的性质, 跟检验电荷 q 的存在与否、电量的大小及所带电的种类无关.

电势是相对的, 理论上常取无穷远处的电势为零(实际上通常取大地电势为零).

正电荷 Q 形成的电场中各点电势是正值, 且离 Q 越远电势越低; 负电荷 ($-Q$) 形成的电场中, 各点的电势都是负值, 且离负电荷越远电势越高.

3. 电场中两点间电势之差叫电势差(或称电压), 其定义式为 $U_{AB} = \frac{\epsilon_A - \epsilon_B}{q}$, 即 A 、 B 两点的电势差等于电荷在电场中两点间移动时, 电势能的改变量与电荷电量的比值. 电势差是绝对的, 与电势参考点的选取无关.

* 五、等势面

电场中电势相等的各点所构成的面叫等势面, 它具有下列性质: (1) 电荷在等势面上移动, 电场力不做功; (2) 面一定处处与电场线垂直; (3) 电场线的方向就^是最快的方向; (4) 等势面不能相交, 等势面的^{疏密}电场的大小, 匀强电场的等势面是互相平行

*六、静电场中的导体

电场中的导体上自由电荷不再定向移动的状态称为静电平衡状态。处于静电平衡的导体具有以下一些特性：(1) 导体内部场强处处为零；(2) 整个导体是等势体，导体表面是等势面；(3) 导体表面上任何一点的场强方向都垂直于该处的表面；(4) 导体内部没有净电荷，电荷仅分布在导体外表面。

静电屏蔽。用金属网罩(或金属壳)能把外电场遮住，使罩内空间不受外电场的影响。如用接地的金属网罩(或接地金属壳)能隔离罩内外静电场的相互影响。

七、电容器和电容

1. 任何两个彼此绝缘而又互相靠近的导体组成一个电容器。

2. 电容器的电容定义式是 $C=Q/U$ ，单位是法拉，简称法。

3. 平行板电容器的电容跟板间电介质的介电常数成正比，跟正对面积成正比，跟两极板间的距离成反比。

4. 对于串联的电容器(如图 1-1)有：

$$Q_1=Q_2=Q_3,$$

$$U=U_1+U_2+U_3,$$

$$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}.$$

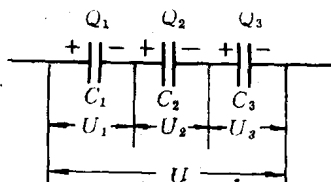


图 1-1

5. 对于并联的电容器(如图 1-2)有：

$$U=U_1=U_2=U_3,$$

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3,$$

$$C=C_1+C_2+C_3.$$

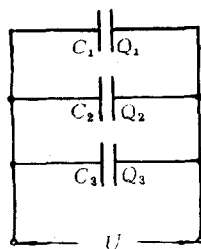


图 1-2

八、带电粒子在电场中的运动

1. 带电粒子在电场中的平衡. 若带电粒子的质量足够大, 以致其重力不可忽略时, 当它在某一匀强电场中, 且受到电场力竖直向上时, 有可能处于平衡状态, 此时 $mg=qE$.

2. 带电粒子在电场中被加速. 当带电粒子的运动方向与电场方向一致而被加速时, 设粒子的初速度为 v_0 , 质量为 m , 电量为 q , 加速电压为 U , 末速度为 v , 则:

$$qU = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2,$$

$$v^2 = v_0^2 + \frac{2qU}{m}.$$

当初速度为零时, $v = \sqrt{2qU/m}$

* 3. 带电粒子在电场中的偏转. 当带电粒子以初速度 v_0 垂直于电场方向进入匀强电场时, 带电粒子所受电场力垂直于初速度 v_0 , 如图 1-3 所示. 设带电粒子质量为 m , 电量为 q , 忽略其所受重力, 平行金属板长为 l , 两板相距为 d , 电压为 U , 则带电粒子受电场力 $F_y = qE = qU/d$, 加速度 $a_y = F_y/m = qU/md$.

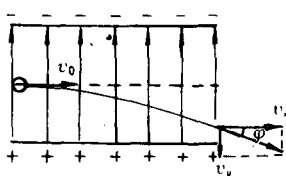


图 1-3

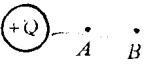
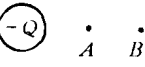
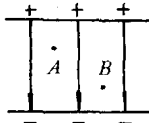
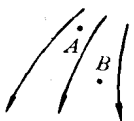
因为水平受力 $F_x=0$, 所以水平速度 $v_x=v_0$, 水平方向作匀速直线运动, 带电粒子在电场中运动的时间 $t=l/v_0$.

$$\text{带电粒子离开电场时竖直速度 } v_y = a_y t = \frac{qU}{md} \cdot \frac{l}{v_0}$$

$$\text{带电粒子离开电场时偏角 } \tan\varphi = \frac{v_y}{v_0} = \frac{qUl}{mdv_0^2}$$

【例题解析】

例 1 试比较电荷 $+q$ (或 $-q$) 分别在 A 、 B 两点时, A 、 B 两点电场强度及电荷具有的电势能大小, 填入下表.

				
E	$+q$			
	$-q$			
ϵ	$+q$			
	$-q$			

分析 电场强度是表示电场的力的性质的物理量, 与检验电荷大小及带电性质无关. 而功是能量转换的量度, 电场力做功与电势能变化有如下关系: 设电场中 A 、 B 两点上电荷 q 的电势能分别为 ϵ_A 和 ϵ_B , 当 q 从 A 移到 B 时, 电场力所做的功为 $W_{AB} = \epsilon_A - \epsilon_B$. 电场力做正功时, 电势能减少; 电场力做负功时, 电势能增加. (这一点与重力做功很相似)

解 根据图中电场性质, 填表如下:

E	$+q$	$E_A > E_B$	$E_A > E_B$	$E_A = E_B$	$E_A > E_B$
	$-q$	$E_A > E_B$	$E_A > E_B$	$E_A = E_B$	$E_A > E_B$
ϵ	$+q$	$\epsilon_A > \epsilon_B$	$\epsilon_A < \epsilon_B$	$\epsilon_A > \epsilon_B$	$\epsilon_A > \epsilon_B$
	$-q$	$\epsilon_A < \epsilon_B$	$\epsilon_A > \epsilon_B$	$\epsilon_A < \epsilon_B$	$\epsilon_A < \epsilon_B$

解后语 因为场强越大的地方电场线越密,场强越小的地方电场线越稀.匀强电场的电场线是疏密均匀互相平行的直线.所以本题中电场线分布情况能直观地反映场强的大小.

*关于A、B两点的电势大小,请同学们动脑筋思考一下.

例2 如图1-4,在真空中有三个点电荷,电量分别为 q_1 、 q_2 、 q_3 ,依次排列在一直线上,且处于平衡状态.(1)试对三个点电荷的正负

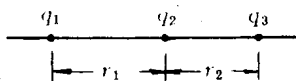


图1-4

进行判断;(2)求证 $\sqrt{q_1 q_2} + \sqrt{q_2 q_3} - \sqrt{q_1 q_3} = 0$.

分析 要使系统平衡,三个点电荷都必须受到两个大小相等、方向相反的库仑力作用.对 q_1 而言, q_2 、 q_3 必须是异种电荷;同理对 q_3 而言, q_1 、 q_2 必须是异种电荷,所以 q_1 、 q_3 同为正电荷或同为负电荷, q_2 和 q_1 、 q_3 是异种电荷.

解 根据共点力平衡条件及库仑定律得:

$$\frac{kq_1 q_2}{r_1^2} = \frac{kq_1 q_3}{(r_1 + r_2)^2} = \frac{kq_2 q_3}{r_2^2} = C^2 (\text{常数}).$$

$$\text{令 } C^2/k = A^2,$$

$$\text{得 } \sqrt{q_1 q_2} = A r_1, \sqrt{q_1 q_3} = A(r_1 + r_2), \sqrt{q_2 q_3} = A r_2.$$

$$\text{则: } \sqrt{q_1 q_2} + \sqrt{q_2 q_3} - \sqrt{q_1 q_3} = 0$$

解后语 若求几个点电荷相互作用力,可分别算出其他电荷对某一点电荷的作用力,再用平行四边形法则求合力.同理,电场中任一点的总场强也等于各个点电荷在该点所产生的电场强度的矢量和,这称为场的叠加原理.

例3 1911年美国科学家密立根最早测定了电子的电量.他的实验装置如图1-5所示. A 、 B 为两平行金属板,当分别与直流电源的两极相接时,两极板之间就产生一匀强电场. A 板中央有一小孔 D , H 为喷雾器.从喷雾器喷出的带电油滴从小孔 D 进入电场,调节电场强度 E 的大小,使作用在油滴上的电场力 F 与重力 mg

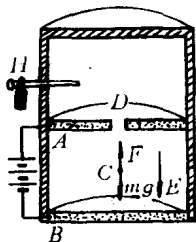


图 1-5

平衡.如果测出匀速下降的油滴的平均半径 $r = 1.63 \times 10^{-4}$ 厘米,油的密度 $\rho = 0.851$ 克/厘米³,平衡时场强 $E = 9.35 \times 10^4$ 牛/库.求油滴所带的电量.(忽略空气的浮力)

分析 因油滴匀速下降,受力平衡,即所受竖直向上的电场力等于重力.

解 $Eq = mg$, 即 $Eq = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g$.

$$\begin{aligned} q &= \frac{4\pi r^3 \rho g}{3E} \\ &= \frac{4 \times 3.14 \times (1.63 \times 10^{-4} \times 10^{-2})^3 \times 0.851 \times 10^3 \times 9.8}{3 \times 9.35 \times 10^4} \\ &\approx 1.6 \times 10^{-19} \text{ 库.} \end{aligned}$$

解后语 密立根当时设法使油滴带上不同的电量,重复进行测量,结果发现油滴所带电量总是某一最小电量的整数倍,这个最小的电量为 1.6×10^{-19} 库,就是电子的电量,又称

为基本电荷的电量.

例4 两块竖直平行金属板相距 $d=20$ 厘米, 两极板间加上 $U=3000$ 伏的电压, 在带正电的极板上, 用 $L=8.33$ 厘米长的丝线悬挂着一个质量 $m=2$ 克的带电小球, 小球平衡时丝线与竖直方向成 $\theta=37^\circ$ 角. 求(1) 小球带的电量; (2) 剪断丝线, 小球怎样运动? 经过多长时间小球碰到负极板? (3) 小球碰到负极板时速度是多少? (4) 在图 1-6 中画出小球运动的轨迹. ($\sin 37^\circ=0.6$, 取 $g=10$ 米/秒²)

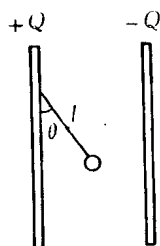


图 1-6

分析 小球处于平衡状态时, 受重力、电场力和丝线的拉力作用, 合力为零(如图 1-7 甲). 剪断丝线后, 线的拉力消失, 小球受力图变为图 1-7 乙所示, 根据运动的合成得

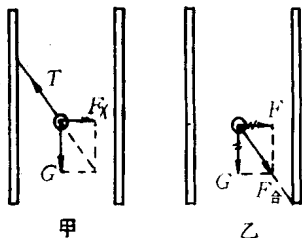


图 1-7

$$\begin{cases} F_x = F = Eq = ma_x, & x = \frac{1}{2} a_x t^2, \\ F_y = mg. & y = \frac{1}{2} g t^2. \end{cases}$$

$$\text{运动轨迹方程 } y = \frac{1}{2} g \cdot \frac{x}{\frac{1}{2} a_x} = \frac{g}{a_x} \cdot x.$$

因 a_x, g 为常数, 所以小球沿图 1-7 乙中的虚线方向作匀加速直线运动.

$$\text{解 (1) } \operatorname{tg} \theta = \frac{F_x}{F_y} = \frac{Uq}{dmg},$$

因此 $q = \frac{dm g \cdot \tan \theta}{U} = \frac{0.2 \times 2 \times 10^{-3} \times 10}{3000} \times \frac{3}{4} = 10^{-6} \text{库}.$

(2) 剪断丝线后水平方向加速度

$$a_x = \frac{F_x}{m} = \frac{m g \cdot \tan \theta}{m} = 7.5 \text{ 米/秒}^2,$$

由运动公式 $\frac{1}{2} a_x t^2 = d - l \sin 37^\circ$ 得 $t = 0.2 \text{ 秒}.$

(3) 碰到负极板时的速度 $v = at$,

$$\begin{aligned} \text{式中合加速度 } a &= \sqrt{a_x^2 + g^2} = \sqrt{7.5^2 + 10^2} \text{ 米/秒}^2 \\ &= 12.5 \text{ 米/秒}^2, \end{aligned}$$

因而 $v = at = 12.5 \times 0.2 \text{ 米/秒} = 2.5 \text{ 米/秒}.$

轨迹如图 1-7 乙中为丝线反方向的虚线.

解后语 此题小球是在恒定合力作用下,所以丝线剪断后作的是匀加速直线运动,它与带电粒子在电场中偏转是不一样的,后者要求带电粒子有一初速度,且初速度方向与电场方向有一角度.

例 5 将图 1-8 所示的交变电压,加在互相平行正对的

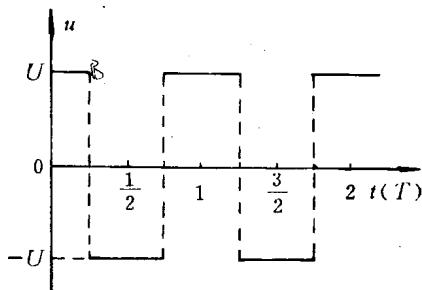


图 1-8

两块大金属板 A、B 上,开始时 B 板电势比 A 板高,一个原来

静止的电子在两板中间,在电场作用下开始运动,设 A 、 B 两板间距离足够大,下述说法正确的是:

(A) 电子先向 A 板运动,然后返回向 B 板运动,再返回向 A 板运动,这样不断地作周期性往复运动.

(B) 电子先向 B 板运动,然后返回向 A 板运动,再返回向 B 板运动,这样不断地作周期性往复运动.

(C) 电子一直向着 A 板运动.

(D) 电子一直向着 B 板运动.

分析 设两金属板间距离为 d ,其间电场视为匀强电场,场强大小 $E = \frac{U}{d}$. 电压交替变化时,场强方向随之交替变化. 设电子电量为 e ,质量为 m . 由于场强大小不变,故电子加速度大小不变,始终为 $a = \frac{eE}{m} = \frac{eU}{md}$,而加速度方向则随场强方向变化而变化且与场强方向相反.

设电子原所在位置为坐标原点,指向 B 的方向为坐标正方向. 在 $0 \sim \frac{T}{4}$ 时间内,电子加速度为 a , $\frac{T}{4}$ 时刻电子速度为 $v_1 = a \cdot \frac{T}{4}$,运动到 $x_1 = \frac{1}{32}aT^2$ 处. 在 $\frac{T}{4} \sim \frac{T}{2}$ 时间内,电子加速度为 $-a$, $\frac{T}{2}$ 时刻速度为 0 ,运动到 $x_2 = \frac{1}{16}aT^2$ 处,为最大位移处. $\frac{T}{2} \sim \frac{3}{4}T$ 时间内往回作加速运动, $\frac{3}{4}T \sim T$ 往回作减速运动, T 时刻回到原出发点(坐标原点). 同理可知, $T \sim 2T$ 时间内重复 $0 \sim T$ 时间内运动. 由此可得:电子先向 B 板运动,然后返回原出发点(向 A 板方向运动),再返回向 B 板运动,这样不断作周期性往复运动. 由于电子原在两板中间,因此只要