

主 编 王云方

(二年级)

最新

高中物理 方法·思维·训练



光明日报出版社

最新高中物理 方法·思维·训练

(二年级)

主 编 王云方

编 著 冯慈官

杨惟文

光明日报出版社

(京) 新登字101号

最新高中物理
方法·思维·训练
(二年级)



光明日报出版社出版发行
(北京永安路106号)

邮政编码: 100050

电话: 3017733—225

新华书店北京发行所经销

三河县潮河印刷厂印刷

*

787×1092 1/32 印张8.125 字数180千字

1992年4月第1版 1992年4月第1次印刷

印数: 1—18000册

ISBN7-80091-247-7/G·511

定 价: 3.70元

前 言

《学习方法·思维·训练丛书》为中学各年级学生课外系列读物，旨在帮助学生理解教材重点、难点，掌握优良学习方法，提高思维、解题、分析、表达能力，开拓思路，将所学知识灵活运用于实际。

《丛书》各分册基本内容包括：重点难点解析、学习方法提示、典型例题精解、知识反馈和思维训练，并配有基础与疑难兼顾、典型与实用兼顾、一般与提高兼顾的适量的课外思考练习。各分册结合基学科特点和学生程度还会有独特的设计。

《丛书》的编者均系具有丰富教学经验和著述的特级或高级教师。他们遵循严格的科学性，严密的逻辑性，鲜明的典型性、启发性和实用性原则，在广泛参阅和认真钻研有关资料的基础上，集思广益，密切配合，协力编出了这套丛书。这里融进了撰稿人自己多年教学教改的心得，也汲取了本单位、本地区以及外省市中学教学研究的成果。

如何拓宽中学生的知识视野，帮助他们掌握正确的学习方法，有效地提高各种能力，是广大教育工作者和家长们十分关心的问题。本丛书的编撰同仁有志于在这方面作些探索。现在奉献给中学青少年朋友的这套丛书，是一个初步的尝试，疏漏不妥之处还望老师和同学们提出宝贵意见。

编者

1991年9月

目 录

第一章 电场.....	(1)
第一单元 (第一节)	(1)
第二单元 (第二——三节)	(5)
第三单元 (第四——五节)	(14)
第二章 恒定电流.....	(20)
第一单元 (第一——五节)	(21)
第二单元 (第六——八节)	(30)
第三单元 (第九节——第十一节)	(48)
第四单元 (第十二节和学生实验)	(57)
第三章 磁场.....	(80)
第一单元 (第一——二节)	(80)
第二单元 (第三节)	(85)
第三单元 (第四节)	(92)
第四章 电磁感应.....	(101)
第一单元 (第一节)	(101)
第二单元 (第二节)	(108)
第三单元 (第三节)	(115)
第五章 交流电.....	(122)
第一单元 (第一——三节)	(122)
第二单元 (第四——五节)	(128)
第六章 电磁振荡和电磁波.....	(138)

第一单元 (第一——三节)	(138)
第二单元 (第四——六节)	(143)
第七章 光的反射和折射	(152)
第一单元 (第一——二节)	(152)
第二单元 (第三——四节)	(154)
第三单元 (第五——十节)	(160)
第四单元 (第十一节)	(179)
第八章 光的本性	(186)
第一单元 (第一节)	(186)
第二单元 (第二——六节)	(189)
第三单元 (第七节)	(198)
第四单元 (第八节)	(202)
第九章 原子和原子核	(207)
第一单元 (第一——三节)	(207)
第二单元 (第四——七节)	(214)
第三单元 (第八——十节)	(222)
综合练习	(232)
参考答案	(239)

第一章 电 场

本章内容是电场的初步知识，它研究描述电场特性的物理量以及应用，通过学习应达到的目标是：

应知道两种电荷及其相互作用，真空中的库仑定律，电场、电场力、电势能、电容器等概念，以及静电的危害和应用。

应理解电场强度、电力线、电势差、电容等概念。

应会计算真空中两个点电荷之间的相互作用，会计算点电荷在电场力作用下做的功，会初步运用本章知识和力学知识综合地去解决问题。

第一单元（第一节）

〔重点难点解析〕

一、根据库仑定律公式 $F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$ ，是否可以说明当

$r \rightarrow 0$ 时， $F \rightarrow \infty$ ？

这样认识是错误的，因为这个公式只适用于真空中的两个点电荷之间的相互作用情况。

点电荷是一种理想化的模型，只有当带电体之间的距离比它们的大小大得多，以致带电体的形状和大小对相互作用力的影响可以忽略不计时，带电体才可近似看成是点电荷。

如果 $r \rightarrow 0$ ，即带电体相互间距离很接近，这时的带电体早已不能看成是点电荷了，所以，不能直接用这个公式来求两个带电体间的作用力了。

二、是否带电量多的点电荷对带电量少的点电荷的作用力大于带电量少的点电荷对带电量多的作用力？

不是的，库仑定律所说的两个点电荷之间的相互作用力，仍然是属于牛顿第三定律所说的作用力和反作用力，大小是相等的。

〔能力培养和方法指导〕

一、善于用比例的方法来解决运用库仑定律的一些问题
(见典型例题精解例1)

二、点电荷的运动仍然遵循力学中有关质点运动的所有规律，因此，遇到这类问题仍要注意运用力学中解决问题的方法和步骤去解决(见例2)。

〔典型例题精解〕

例1 真空中保持一定距离的两个点电荷，若其中一个点电荷的电量增加了 $\frac{1}{2}$ ，但仍然保持它们之间的相互作用力不变，则另一个电荷的电量一定减少了 []

A. $\frac{1}{5}$, B. $\frac{1}{4}$, C. $\frac{1}{3}$, D. $\frac{1}{2}$

解答：应选〔C〕

若设点电荷的电量变化前分别为 q_1, q_2 ，变化后分别为 q'_1, q'_2 ，已知它们之间的距离和相互作用力都不变，根据库仑定律，应有

$$q_1 q_2 = q'_1 q'_2, \text{ 互为反比关系: } \frac{q_2}{q_2} = \frac{q_1}{q'_1}$$

由已知 $\frac{q_1}{q_1} = \frac{2}{3}$, 所以 $\frac{q'_2}{q_2} = \frac{2}{3}$ $q'_2 - q_2 = \frac{1}{3}q_2$, 可见: 另一

点电荷电量减少了 $\frac{1}{3}$

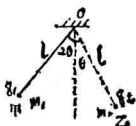


图 1

例 2 如图 1 所示, 两根长度均为 l 的丝线的一端固定于 O 点, 另一端分别拴着两个带电量分别为 q_1, q_2 的小球, 平衡时两根丝线的夹角为 2θ , 已知甲球的质量为 m_1 , 则两根丝线各偏离竖直方向的角度 α_1, α_2 各为多大? 乙球的质量多大?

解: 先以甲球为研究对象, 受力情况如图 2 所示。其中库仑力 $F =$

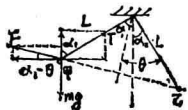


图 2

$K \frac{q_1 q_2}{(2l \sin \theta)^2}$, 方向与水平成 $\alpha_1 - \theta$, T 为线的拉力。

根据平衡条件:
$$\begin{cases} T \cos \alpha_1 + F \sin (\alpha_1 - \theta) = m_1 g \\ T \sin \alpha_1 = F \cos (\alpha_1 - \theta) \end{cases}$$

以上两式消去 T 得

$$\frac{F \cos (\alpha_1 - \theta) \cos \alpha_1}{\sin \alpha_1} + F \sin (\alpha_1 - \theta) = m_1 g$$

化简后 $\frac{F \cos \theta}{\sin \alpha_2} = m_1 g$, 所以 $\sin \alpha_1 = \frac{F}{m_1 g} \cos \theta$

同理, $\sin \alpha_2 = \frac{F}{m_2 g} \cos \theta$, 又 $\alpha_2 = 2\theta - \alpha_1$

所以, $m_2 \frac{m_1 \sin (2\theta - \alpha_1)}{\sin \alpha_1}$, 最后的结果是

$$\alpha_1 = \arcsin \frac{kq_1q_2 \cos \theta}{4L^2 m_1 g \sin^2 \theta},$$

$$\alpha_2 = 2\theta - \arcsin \frac{kq_1q_2 \cos \theta}{4L^2 m_1 g \sin^2 \theta}$$

$$m_2 = m_1 \sin \left(\frac{2\theta \arcsin \frac{kq_1q_2 \cos \theta}{4L^2 m_1 g \sin^2 \theta}}{\arcsin \frac{kq_1q_2 \cos \theta}{4L^2 m_1 g \sin^2 \theta}} \right)$$

讨论 由以上的分析中可知 $\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{m_2}{m_1}$ 若 $m_1 = m_2$, 则

$\alpha_1 = \alpha_2$, 说明, 虽然这两个小球所带的电量是不相等的, 但只要质量相等, 丝线偏开竖直方向的角度大小一定相等。

〔练习与思考〕

1. 两个点电荷甲和乙同处于真空中

①甲的电量是乙的10倍, 则甲对乙的作用力是乙对甲的作用力的_____倍。

②若把每个电荷的电量都增加为原来的2倍, 那么它们之间的相互作用力变为原来的_____。

③若保持原来电量不变, 而将距离增为原来的3倍, 那么它们之间的相互作用力变为原来的_____倍。

④若保持其中一个电量不变, 而将距离增为原来的4倍, 为使相互作用力不变, 则另一个电荷的电量应变为原来的_____倍。

⑤把每个电荷的电量都增大为原来的4倍, 那么它们之间的距离必须变为原来的_____倍, 才能使其间的作用力不变。

⑥若甲电荷的电量减少了 $3/5$,而它们的作用力和距离都保持不变,则乙电荷的电量应增加_____。

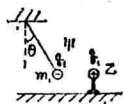


图 3

2.如图 3 所示,带电小球甲悬于一丝线上,带正电小球乙固定在绝缘杆上,均处静止,甲乙在同一水平线上,已知 $\theta = 45^\circ$, $q_1 = 7.0 \times 10^{-8}$ 库, $m_1 = 4.5$ 克,甲、乙相距 2 厘米,试求乙球所带电量 q_2 。

3.如图 4 所示,在光滑的水平桌面上固定一个带电小球甲,另一个带有同种电荷的小球固定在车上。当小车以一定的速度向甲运动时,则小车的加速度和速度将怎么变化,若它们之间最近时的距离仍很大于带电小球的直径。

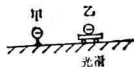


图 4

4.当一个质子与某种元素的一个原子核相距为 4.8×10^{-14} 米时,它们之间的静电斥力为 1.5 牛,那么这个原子核中有多少个质子?

第二单元 (第二——三节)

〔重点难点解析〕

一、为什么说电场中某一点的电场强度与放到这一点的电荷无关?

电场是一种物质,若某一空间存在这些物质,那么放一个电荷到电场中任何一点都要受到力的作用,而且同一电荷在不同位置受到的力的大小和方向(一般情况下)都不同,说明了电场中各点有强弱和方向的不同,这种不同显然是由电场本身的特性所决定的,而与这个电荷无关。

在电场中的同一点，不同电量的电荷受的力不同，但是由于这个力与这个电荷电量成正比，所以，它们的比值仍然是相同的，例如，如图 5 所示，在带电量 Q 的点电荷周围的电场中，放一个电量为 q 的点电荷，与 Q 相距为 r ，那么 q 在受到的电场力就是库仑力 $F = k \frac{Qq}{r^2}$ ，根据场强定义， $E = \frac{F}{q} = k \frac{Q}{r^2}$ ，从式中可以看出，点电荷 Q 形成的电场中，各点的场强与放入场中的电荷 q 无关。



图 5

二、电场中某一点的电场强度与放到这一点的电荷受到的电场力有什么区别？

表 1

	电场强度 E	电 场 力 F
物理意义不同	它是反映电场中各点的强弱和方向的物理量	它是指电场对放在其中的电荷的作用力
公式的含义不同	$E = \frac{F}{q}$ 是 E 的定义式，也可以说是场强的量度式，但不是关系式， E 与 q 无关	$F = qE$ 是关系式，说明相同的 q 在场中不同点时有关系 $F \propto E$ ，在同一点有关系 $F \propto q$
方向不同	各点场强均有确定的方向，规定与正电荷受力方向相同	F 的方向是由场强方向和电荷的正、负共同决定
决定因素不同	场强只决定于电场本身，与电荷 q 无关	F 的大小由放到场中某点的点电荷 q 和该点的场强 E 共同决定
单位不同	E 的单位是：牛/库	F 的单位：牛

三、关于电力线的概念应该知道哪几点？

(一) 电力线不是真实存在的线，但它形象地描绘了电

场分布；

(二) 起始于正电荷，终止于负电荷，中间不可能断开；

(三) 电力线的每一点的切线方向跟该点的场强方向一致；

(四) 电力线密处电场强，电力线疏处电场弱；

(五) 因为各点的场强是确定的，所以，电力线在空间不相交；

(六) 知道孤立点电荷（正、负）的电力线图，两个等量同种电荷和两个等量异种电荷的电力线图。

四、为什么要引入电势差的概念呢？它反映电场什么性质？

电荷在电场中受到电场力作用。如果电荷在电场力作用下从一点移动到另一点，那么电场力就对它做了功，这说明电场具有对电荷做功的本领，所以说电场也具有能的性质。

同一个电荷在电场中不同的两个点之间移动，电场力所做的功一般是不同的，为了反映这种不同，所以引入电势差的概念，并且用电场力做的功和电量的比值表示它的大小，两点间电势差大，说明电场对在这两点之间移动的电荷做功的本领大；某两点间的电势差小，说明电场对在这两点间移动电荷做功的本领小，可见两点间电势差的大小表示电场对在这两点间移动的电荷做功的本领的大小。

五、类比法是理解抽象概念的一种方法

(一) 电势差与高度差有什么类似之处？

在重力场中，某物体受到重力作用，要靠高处向低处移动，移动过程重力做功，做功的多少与这两点的高度差有关，高度差越大，重力所做的功越多。

在电场中，某电荷受到电场力作用，从一点移到另一点，电场力做了功，做功的多少与这两点的电势差有关，电势差越大，电场力所做的功越多，从重力和电场力做功的多少来看高度差与电势差有类似之处。

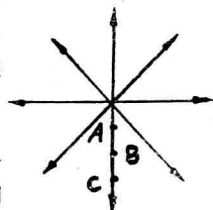


图 6

但是，可类比并不是可等同。不能认为电场中距离大的两点电势差一定大！如图 6 所示的电场中 A 、 B 两点距离与 B 、 C 两点距离相等，但是， AB 段处于电力线密的区域， BC 段处于疏的区域，所以，单位正电荷在 AB 段各点受到的电场力要大于在 BC 段受到的电场力，因此，单位正电荷从 A 移到 B 点电场力做的功大于从 B 点移到 C 点做的功，所以 AB 两点电势差大于 BC 两点电势差。从此例要可以明白，电势差可与高度差类比，但不能混同，因为它们到底是性质不同的两个概念。

（二）电势能与重力势能有什么类似之处？

物体在重力场中具有重力势能；电荷在电场中具有电势能，是属两种不同形式的势能。

重力对物体做功，重力势能减少，减少的重力势能等于重力做的功；物体克服重力做了多少功，物体就增加多少重力势能。对比之下，电场力对电荷做功，电荷的电势能减少，减少的电势能等于电场力做的功；电荷克服电场力做了多少功，电荷就增加电势能。

六、用比值来定义表征物质及其运动的性质、特征的物理量是物理学中常用的方法，这种方法一般是用与某特征物理量相关联的量的比值来定义它。

电场强度是表征电场强弱的物理量，实验表明与它关联

的量是电荷受到的电场力, 电场力的大小与该点的强弱有关, 而且在场中同一点的电荷所受的电场力 F 与电荷电量 q 成正比, 因此用比值 $\frac{F}{q}$ 来定义某点的场强, 并且此比值与 q 、 F 无关。

电势差是表示电场对在某两点移动的电荷做功的本领大小的物理量, 实验表明, 与它关联的是电场力对电荷做的功, 功的大小与电势差有关, 而且电场力对在场中特定的某两个点之间移动的电荷所做的功 W 与这个电荷电量 q 成正比, 所以, 用比值 $\frac{W}{q}$ 来定义这两点的电势差, 并且这个比值与 W 、 q 无关, 只与电场中这两个点的位置有关。

以前, 我们学过的密度、比热等表征物质特性的物理量和速度、加速度等表征物体运动特点的物理量也都是用与它们有关联的量来定义的。但定义式不是关系式。例如, 表征匀速直线运动的速度是用与它相关联的 S 、 t 的比值来定义, 但是 v 与 S 无关, 匀速运动中位移变大, 速度不变。

〔能力培养和方法指导〕

一、应培养鉴别概念性问题正、误的能力, 例如, 如下所说是否正确? A . 电场强度就是单位正电荷受的电场力。 B . 电力线是电荷在电场中运动的轨迹。 C . 电场中凡距离相等的两个点之间的电势差一定相等。

解决此类问题, 首先必须正确地理解概念本身, 在学习过程中自觉地把一些易混淆的问题搞清楚。例如, 如果我们很明了电场强度是表征电场本身力的特性的物理量, 虽然它的大小可以用单位电荷在电场中受的电场力来量度, 但不会把电场强度与电场力等同起来的。那么可断定 A 的说法是错误的。我们知道电力线是描绘电场中各点电场强度方向假想的

曲线，所以，不能与电荷在电场中运动的轨迹混同起来，因此，B的说法是错的。电势差大小是由电荷通过此电势差电场力做的功和这电荷电量的比值来量度，但同一电荷经过相同的距离，电场力做的功不一定相同，所以C所说的情况是不一定的。

二。正确运用电力线解决有关问题。例如，根据电力线判断场强方向、大小，电荷受力的大小和方向等。

〔典型例题精解〕

例1 一个负电荷在电场中某点 P ，受力方向如图 7 所示，若负电荷所带电量大小为 2.0×10^{-9} 库， $F = 1.8 \times 10^{-4}$ 牛，则

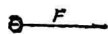


图 7

P 点的电场强度多大？方向如何？当在 P 点放一个正电荷，电量为 5.0×10^{-9} 库，则该电荷受到的电场力多大？方向如何？当在 P 点没有放任何电荷，则 P 点的场强大小和方向又如何？

解 根据 $E = \frac{F}{q}$ ， P 点的场强 $E = \frac{1.8 \times 10^{-4} \text{ 牛}}{2.0 \times 10^{-9} \text{ 库}} = 9 \times 10^4 \text{ 牛/库}$ ，方向与负电荷在 P 点所受的力的方向相反。

正电荷受力 $F' = q'E = 5.0 \times 10^{-9} \times 9 \times 10^4 \text{ 牛} = 4.5 \times 10^{-4} \text{ 牛}$ 方向与 P 点的场强方向相同。

由于场强与放在该点的电荷无关，它只是由电场决定的量，所以，当在 P 点不放电荷时， P 的场强的大小和方向仍然是不变的。

例2 电子所带电量的精确数值最早是由美国的物理学家密立根于1917年通过液滴实验测得的，他测定了数千个带电油滴的电量，发现这些电量都等于最小电量的整数倍，这个最小电量就是电子所带的电量，密立根实验的原理如图 8

所示。从喷雾器嘴喷出的小油滴带负电，可调节 A 、 B 之间的电场强度，使小油滴处于平衡状态。已知小油滴所处的电场强度 F 是 1.92×10^5 牛/库，油滴半径 r 是 1.64×10^{-4} 厘米，油的密度 ρ 是 0.85 克/厘米³，求油滴所带电量是电子电量的多少倍？

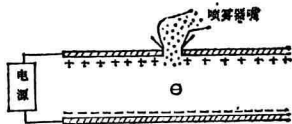


图 8

解 小油滴由于表面张力的作用而成球形所以它的体积 $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ ，质量 $m = \rho V$ ，小油滴处于平衡状态，所以， $qE = mg$ ，电子电量 $e = 1.6 \times 10^{-19}$ 库所以

$$\begin{aligned} \frac{q}{e} &= \frac{mg}{eE} = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \rho g}{eE} \\ &= \frac{\frac{4}{3} \times 3.14 \times (1.64 \times 10^{-4})^3 \times 0.851 \times 10^3 \times 9.8}{1.6 \times 10^{-19} \times 1.92 \times 10^5} \\ &= 5.0 \end{aligned}$$

例3 一个正电荷带电量为 2.0×10^{-9} 库，从电场中 A 点移动到 B 点，电场力对它做了 2.4×10^{-6} 焦的功，则 A 、 B 两点的电势差为多大？如果一个负电荷，带电量大小为 5.0×10^{-9} 库，从 B 点移到 A 点，它的电势能是增加还是减少？电势能改变量多少？

解 根据 $U = \frac{W}{q}$ ， A 、 B 两点的电势差 $U = \frac{2.4 \times 10^{-6}}{2.0 \times 10^{-9}} = 1.2 \times 10^3$ 伏

由于负电荷受到的电场力的方向与正电荷受到的电场力