

高中生学习 复习 应试必备

**NEW
Sunshine**™



新阳光™ 专题攻略

高中物理

《新阳光专题攻略》编委会 编

电磁学



关注物理学习重点 突出专题知识特色
把握高考命题趋势 适合全国学生使用

欢迎登录<http://www.xygt.com>



北京出版社出版集团
北京教育出版社

NEW SunshineTM



新阳光TM专题攻略

高中物理

电磁学

《新阳光专题攻略》编委会 编

总主编：张卫铭

本册主编：王学智

编委：

川 页	方 昱	王光玉	王学智	王英英
王梦如	叶玉华	包容芳	叶艳秀	张帆
苏芳	张黎	张霜	李丹萍	张兴发
苏岫云	陈敏东	吴鸾玉	严婷婷	李嘉明
汪慧涵	苏凝凯	林华	郑勇	郑彬
林银	郑向华	林伟	林光敏	周丽萍
林咏梅	林修愚	施恩	贺一新	唐岱蒙
梁文生	黄活虎	傅仰波	曾丽清	蒋绍红
程晓春	谢敏敏	詹鼎美	管柏华	廖小燕

北京出版社出版集团
北京教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

新阳光专题攻略. 高中物理. 电磁学/《新阳光专题攻略》编委会编. —北京:北京教育出版社,2006

(新阳光专题攻略)

ISBN 978-7-5303-5124-6

I.新… II.新… III.物理课—高中—教学参考资料 IV.G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 072768 号

新阳光专题攻略

高中物理 电磁学

GAOZHONG WULI DIANCIXUE

《新阳光专题攻略》编委会 编

*

北京出版社出版集团 出版
北京教育出版社

(北京北三环中路6号)

邮政编码:100011

网 址:www.bph.com.cn

北京出版社出版集团总发行

新华书店经销

北京四季青印刷厂印刷

*

760×1 000 16 开本 11.875 印张 280 千字

2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—12 100

ISBN 978-7-5303-5124-6/G·5043

定价:13.00 元

质量投诉电话:010-58572245 58572393



前言



高考牵动了莘莘学子的心。每个人都希望自己在高考中大显身手,夺取高分,以考上理想的大学。而这些,都依赖于平时对各学科专题知识的掌握能力,以及在考试中对这些专题知识灵活运用能力。

为了帮助广大高中生最大限度地提升学习能力,正确地把握高考趋势,改变盲目被动的应考局面,我们特组织具有丰富教学和研究经验的学科教育专家、一线骨干教师,针对新大纲、新课标和新考试说明,以及课改后凸显模块学习的要求,精心编写了这套《新阳光专题攻略》丛书。丛书以高中阶段的语文、数学、英语、物理、化学、生物、历史、地理、政治等九门学科为点,以各门学科三至九个不等的专题为面,全面梳理知识脉络,跟踪强化训练,为学生学习、复习、应考指明“攻坚”方向。

《新阳光专题攻略 高中物理》按知识的系统性共分为四个专题,即:《力学》《热学 光学 原子物理》《电磁学》《实验》。

本专题为《电磁学》,从电场、恒定电流、磁场、电磁感应、交变电流、电磁场与电磁波五大方面介绍相关知识。每章由“高考要求”“知识链接梳理”“疑难辨析”“高考荟萃精析”“学法指导”“典型范例评析”“典题自主精练”“攻关测评”八个学习复习迎考攻略栏目组成。

一、高考要求

首先“考点要求”摘列出本章高考考查的知识范围和能力水平要求。“命题趋势分析”“攻关复习建议”,介绍分析近年来全国及各地高考命题变化,并前瞻性地关注未来高考命题的变化趋势,阐述复习攻略的重点、难点、热点和注意点。

二、知识链接梳理

“知识结构”以网络结构形式对本章的知识进行链接,清晰思路,成竹在胸。再由“要点梳理”对本章知识点、能力点与高考重点进行全面梳理。千变万变,物理的基本概念、基本规律、基本方法不变。准确把握物理基本概念的内涵和外延,基本规律的适用范围及各种表述形式,深刻理解基本知识,这是本栏的要旨。





三、疑难辨析

针对同学在本章学习过程中遇到的疑点难点,进行全面深入的剖析讲解,并附有范例,攻克难点,解决疑惑,提高自主学习和复习的效率。

四、高考荟萃精析

栏目精选了历年来高考的试题,进行精析、点拨。明确每道试题既考查同学对具体知识的掌握程度,又考核同学在理解能力、推理能力、分析综合能力、运用数学知识处理物理能力、实验能力等各方面能力的水平高低。望同学能细心品味,着力提升自己各种能力,以应对百变。

五、学法指导

攻略学习,贵在得法。立足点是对重点的知识、基本概念、基本规律的理解和运用,包括运用它们去分析处理各种具体问题和实际问题,指点迷津、创新联想。栏目旨在指导归纳分析总结、指导掌握学习解题方法和规律。

六、典型范例评析

精选典题深入剖析,挖掘范例的代表性及辐射性。举一反三,精心评注,深刻揭示范例的特殊性及普遍性规律。“授之以渔”,深理解,提升综合能力。

七、典题自主精练

本栏目努力筛选一些精品题目,突出基础的强化,注重能力的提升,强化理论联系实际,关注 STS(科学、技术、社会)热点,保证训练的质量,同学们可独立自主有针对性地选择训练,全面提高自己的综合应试能力与科学素质。

八、攻关测评

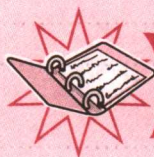
精编精选一组模拟试题,实战演练自测、自评,触类旁通,达到高考要求,以握胜券。

本书内容丰富,解析全面,指导到位,搭建理解与运用的桥梁,将学习、复习、备考完美地融合在一起,因此,它不但是学生的学习参考书,同时也是教师、家长的辅导工具书。

也许,每年的高考都是一次探索的重复,但对于每位考生而言,这一过程却是独一无二的。本书试图给予你的,正是闯关冲刺前的“能量补充”。只要信心多一点,能力强一点,你的“攻坚步伐”将迈得更加轻松、自在。

衷心希望本书成为每一位学生的良师益友,在高考时助大家一臂之力。由于时间仓促,书中难免有错谬、疏漏之处,敬请批评指正,以便再版时修订。





目录



第一章 电场	1
高考要求	1
知识链接梳理	2
疑难辨析	4
高考荟萃精析	6
学法指导	11
典型范例评析	12
典题自主精练	19
攻关测评	37
第二章 恒定电流	40
高考要求	40
知识链接梳理	41
疑难辨析	43
高考荟萃精析	45
学法指导	48
典型范例评析	49
典题自主精练	53
攻关测评	71
第三章 磁场	75
高考要求	75
知识链接梳理	76
疑难辨析	78
高考荟萃精析	80
学法指导	84





典型范例评析	85
典题自主精练	93
攻关测评	110
第四章 电磁感应	115
高考要求	115
知识链接梳理	116
疑难辨析	118
高考荟萃精析	120
学法指导	124
典型范例评析	126
典题自主精练	133
攻关测评	150
第五章 交变电流、电磁场与电磁波	155
高考要求	155
知识链接梳理	156
疑难辨析	157
高考荟萃精析	158
学法指导	161
典型范例评析	162
典题自主精练	165
攻关测评	177



第一章 电场



高考要求

一、考点要求

内容	要求
两种电荷, 电荷守恒	I
真空中的库仑定律, 电荷量	II
电场, 电场强度, 电场线, 点电荷的场强, 匀强电场, 电场强度的叠加	II
电势能, 电势差, 电势, 等势面	II
匀强电场中电势差跟电场强度的关系	II
静电屏蔽	I
带电粒子在匀强电场中的运动	II
示波管, 示波器及其应用	I
电容器的电容	II
平行板电容器的电容, 常用的电容器	I

说明:带电粒子在匀强电场中运动的计算, 只限于带电粒子进入电场时速度平行或垂直于场强的情况。

二、命题趋势分析

1 对于库仑定律、电场性质及其描述、电场线、电势能、电势及等势面、带电粒子在电场中的运动、平行板电容器等的考查, 一般都是以选择题和填空题的形式出现。主要是考查对基本概念的理解和基本规律的应用, 难度虽然不高, 但对概念的理解要求较高。

2 电场力做功与电势能变化、带电粒子在电场中的运动这两个知识点在近几年高考对本章知识考查频率较高, 尤其在与力学知识的结合中巧妙地把电场概

念、牛顿定律、功能关系等相联系来命题, 对学生能力有很好的测试作用。此外平行板电容器也是一个命题频率较高的知识点, 常与电路分析结合以小综合题型出现。

3 本章静电场知识除了与力学知识有着密不可分的联系外, 电场问题与生产技术、生活实际、科学研究等联系也很紧密, 要密切关注。如静电屏蔽、电容式传感器、静电的防止和应用(如静电除尘)、示波管原理、静电分选器、直线加速器等, 这些都可以成为新情境综合问题的命题素材, 要注意对这些知识的积累。

4 对考试大纲中内容的变化, 要充分注意。如对静电感应要求有所降低, 只要求静电屏蔽; 对新增的内容, 如示波管、示波器的应用等, 要熟练掌握。本章是物理学的基础知识, 具有基本概念多、基本规律多、知识点多等特点, 为历年高考试题中考点分布的重点之一。把电场和力学结合起来所构成的力、电综合题, 难度大、能力要求高。比如可以把运动学、牛顿定律、能量、动量等力学知识和电场有机结合起来, 在高考中已经多次出现带电粒子在电场中的运动问题。因此, 本章所占的分值约为全卷总分的 5% ~ 10%。

三、过关复习建议

1 电场是中学物理中的重要内容, 主要是使学生建立场的概念, 因此, 本章是高考的必考内容。

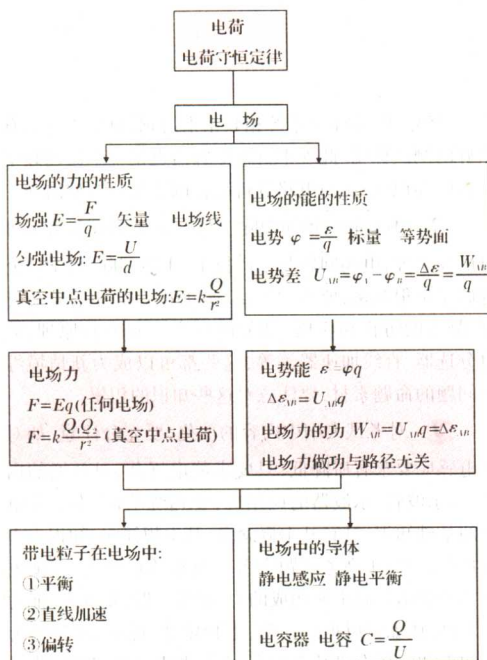
2 本章主要研究静电场的基本性质及带电粒子在静电场中的运动问题, 场强和电势分别是描述电场的力的性质和能的性质的两个物理量, 正确理解场强和电势的物理意义, 是掌握好本章知识的关键。命题主要集中对电场概念的理解、电场力做功与电势能变化的关系、带电粒子在电场中的运动这三个知识点上, 因此, 要加强这些知识的复习。此外静电屏蔽、电容问题也是考试要求的内容。

3 本章知识非常重要, 试题类型多样, 特别是小综合型题目最多, 要引起高度重视。

知识链接梳理



一、知识结构



二、要点梳理

(一) 电荷、电荷守恒定律

1 自然界中存在两种电荷——正电荷与负电荷。电荷在它的周围形成电场，电荷间的相互作用就是通过电场发生的。同种电荷互相排斥，异种电荷互相吸引。

2 元电荷

电荷的多少叫电荷量。电荷量 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 叫做元电荷。一个电子带有的负电荷和一个质子带有的正电荷的电荷量都等于元电荷。其他任何带电体的电荷量为元电荷的整数倍。

3 电荷守恒定律：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，或者从物体的一部分转移到另一部分，系统的电荷总量不变。

(二) 库仑定律

1 内容：在真空中两个点电荷间的作用力跟它

们的电荷量的乘积成正比，跟它们之间的距离的平方成反比，作用力的方向在它们的连线上。

$$2 \text{ 公式: } F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

式中 $k = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ ，叫静电力常量。

3 适用条件：真空中的点电荷。

(三) 电场强度和电场线

1 电场强度

(1) 定义：放入电场中某一点的电荷受到的电场力跟它的电荷量的比值，叫做这一点的电场强度。

$$(2) \text{ 定义式: } E = \frac{F}{q}$$

(3) 电场强度是矢量，其方向规定为正电荷在该点受到电场力方向，与放在该点的负电荷受到电场力方向相反。

(4) 单位： N/C (V/m)

(5) 匀强电场：在电场中，如果各点场强的大小和方向都相同，这样的电场叫匀强电场。平行正对金属板带等量异种电荷后，两板之间除边缘外的电场就是匀强电场。

2 电场强度的叠加

电场强度是矢量，当空间的电场是由几个点电荷共同激发的时，空间某点的电场强度等于每个点电荷单独存在时所激发的电场在该点的场强的矢量和。场强

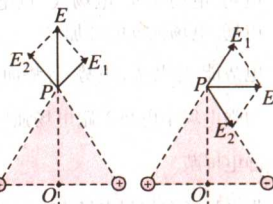


图 1-2-1

遵守矢量运算的平行四边形定则。图 1-2-1 分别表示等量同种电荷和等量异种电荷连线中垂线上某点 P 的合场强。

3 电场线

(1) 在电场中画出一系列的从正电荷出发到负电荷终止的曲线，使曲线上每一点的切线方向都跟该点的场强方向一致，这些曲线叫做电场线。

(2) 电场线的性质：

电场线是不闭合的，电场线总是起源于正电荷（或无穷远处），终止于负电荷（或无穷远）；

电场线不相交，在没有电荷的地方电场线不会中断；

电场线的疏密反映电场的强弱。电场线越密场强越大，反之越小；

电场线上每点的切线方向表示该点的场强方向，也是正电荷在该点所受电场力的方向，因此电场线不表示



电荷在电场中运动的轨迹;

电场线不是真实存在的,电场线是为了形象地表示电场的方向和强弱引入的假想线.

(3) 常见的几种电场线分布:

孤立的正、负点电荷的电场如图 1-2-2:

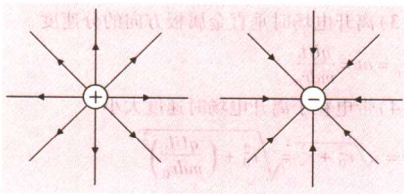


图 1-2-2

等量异种点电荷和等量同种点电荷形成的电场如图 1-2-3:

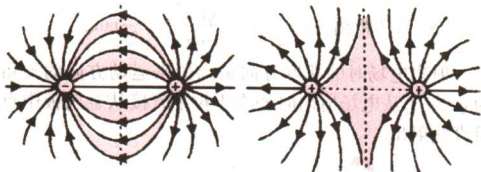


图 1-2-3

匀强电场如图 1-2-4:

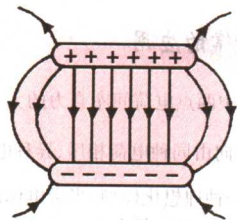


图 1-2-4

(四) 电势差、电势、电势能和等势面

1. 电势差

(1) 定义: 电荷在电场中从 A 点移到 B 点时, 电场力所做的功跟它的电荷量的比值, 叫做这两点间的电势差;

$$(2) \text{定义式: } U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q};$$

(3) 电势差是标量;

(4) 单位: V . $1 V = 1 J/C$.

2. 电势

电场中某点的电势, 等于该点与零电势点间的电势差, 在数值上等于单位正电荷由该点移到零电势点时电场力所做的功, 令 $\varphi_B = 0$, 则 $\varphi_A = U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$. 电势具有相对性, 通常取离电场无穷远处或大地电势为零电势.

电势的高低通常根据电场线判断: 沿着电场线的方

向, 电势越来越低; 逆着电场线的方向, 电势越来越高.

3. 电势能

(1) 定义: 电荷在电场中某点的电势能在数值上等于把电荷从这点移到电势能为零处 (电势为零处) 电场力所做的功, 有 $E = q\varphi$;

(2) 电势能具有相对性, 通常取离电场无穷远处或大地电势能为零. 电势能的变化具有相对性, 与电势能的零点选取无关.

(3) 电场力做功与电势能变化的关系: 电场力做正功, 电势能减少; 电场力做负功, 电势能增加. 即 $W_{\text{电}} = -\Delta E_{\text{电}}$.

4. 等势面

(1) 定义: 电场中电势相等的点构成的面叫做等势面.

(2) 等势面 (线) 的特点

① 等势面上各点电势相等, 在等势面上移动电荷时电场力不做功;

② 等势面一定跟电场线垂直, 而且电场线总是由电势较高的等势面指向电势较低的等势面;

③ 规定: 画等势面 (线) 时, 相邻两等势面 (线) 间的电势差相等, 这样, 在等势面 (线) 密处场强大, 等势面 (线) 疏处场强小.

5. 电场力做功与电势能改变的关系

(1) 电场力做功的特性: 电场力做功与路径无关, 只与初、末位置有关.

(2) 电场力做功计算的公式:

$$\text{① } W = qU_{AB} = q(\varphi_A - \varphi_B); \text{② } W_{\text{电}} = -\Delta E_{\text{电}}; \text{③ } W = F \cdot s \cos \theta.$$

① 式对任何电场都适用, 具有普遍意义; ② 式一般用来求电荷的电势能变化; ③ 式只适合于匀强电场, 可变形为 $W = qEs$, 式中 s 为电荷初、末位置在电场方向上的位移.

(五) 静电平衡与电容

1. 静电平衡

(1) 静电感应现象

导体内自由电荷在电场力作用下重新分布, 导体两端出现等量正、负电荷的现象叫做静电感应, 这种正、负电荷叫做感应电荷.

(2) 静电平衡状态

发生静电感应时, 导体内的自由电荷受到电场力作用而定向移动, 使导体中的正、负电荷重新分布, 导体内的自由电荷不再定向移动的状态叫做静电平衡状态.

(3) 静电屏蔽

导体壳内的区域不受外部电场影响或接地导体壳内的场强不影响外部的现象叫做静电屏蔽.

2. 电容

(1) 电容器

①定义:能容纳电荷的器件叫做电容器.任何两个彼此绝缘而又相互靠近的导体都可以看成一个电容器.

②电容器的充、放电

充电:使电容器带电的过程叫充电.充电后的电容器,一块极板带正电,另一块极板带等量的负电,而每个电容器所带电荷量是指电容器一块极板所带电荷量的绝对值;

放电:使充电后的电容器失去电荷的过程叫放电,放电的实质是使两极板原来所带电荷量中和,失去电性.

(2) 电容(C)

①定义:电容器所带的电荷量跟它两极板间的电势差的比值叫做电容器的电容.

$$\text{定义式: } C = \frac{Q}{U} = \frac{\Delta Q}{\Delta U}$$

②物理意义:电容是描述电容器能容纳电荷多少的物理量.在数值上等于使电容器两极板间的电势差增加1V所需的电荷量.电容由电容器本身的构造决定,与电容器所带电荷量和充电电压无关.

③单位:法拉(F).1 F = 1 C/V.1 F = 10⁶ μF(微法) = 10¹² pF(皮法).

(3) 平行板电容器

①两块正对的平行金属板,它们相隔很近而且彼此绝缘组成一个最简单的电容器叫做平行板电容器.平行板电容器两极板间的电场是匀强电场.

②平行板电容器的电容跟介电常数ε成正比,跟正对面积S成正比,跟两极板间的距离d成反比.

$$\text{即 } C \propto \frac{\epsilon S}{d} \quad (\text{公式: } C = \frac{\epsilon S}{4\pi k d})$$

(六) 带电粒子在电场中的运动

1 带电粒子的加速运动

设带电粒子的质量为m,加速后的速度是v.若不计重力,由动能定理有:

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

$$\text{若初速度 } v_0 = 0, \text{ 则 } v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$$

2 带电粒子的偏转

如图1-2-5所示,质量为m,电荷量为-q的电荷(不计重力),以初速度v₀平行两金属板射入匀强电场中.设两板间的电势差为U,板长为L,板间距离为d.求带电粒子通过电场做类平抛运动的运动时间、加速度、偏转角和偏转距离.

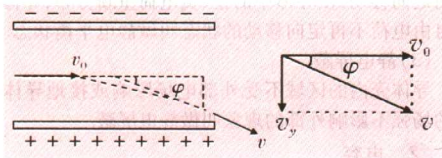


图 1-2-5

带电粒子进入偏转电场后,沿极板方向做匀速直线运动,垂直极板方向做初速度为零的匀加速运动.

$$(1) \text{ 带电粒子通过电场的运动时间 } t = \frac{L}{v_0}$$

$$(2) \text{ 带电粒子在电场中的加速度 } a = \frac{qE}{m} = \frac{qU}{md}$$

(3) 离开电场时垂直金属板方向的分速度

$$v_y = at = \frac{qUL}{mdv_0}$$

(4) 带电粒子离开电场时速度大小

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + \left(\frac{qUL}{mdv_0}\right)^2}$$

偏转角 $\tan \varphi = \frac{v_y}{v_0} = \frac{qUL}{mdv_0^2}$ (注意偏转角是速度的偏转,不是位移的偏转 $\frac{y}{L}$).

$$(5) \text{ 偏转距离 } y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{qUL^2}{2mdv_0^2} = \frac{L}{2} \tan \varphi$$

射出电场时的速度方向偏离原来运动方向的夹角为φ,粒子从电场射出时相当于粒子直接从金属板中点沿直线射出.



疑难辨析

一、库仑定律的应用

1 真空中两点电荷间库仑力的大小由公式 $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 计算,方向由同种电荷相斥,异种电荷相吸判断.

点电荷是一种理想化模型,当带电体间的距离远远大于带电体的线度,以至带电体的形状和大小与相互作用力的影响可以忽略不计,这样的带电体可视为点电荷.

2 两个电荷均匀分布的带电绝缘球体可看做电荷集中在球心的点电荷,两球间的库仑力仍用公式 $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 计算,公式中r为两球心之间的距离.

3 两个带电导体球相互靠近时,由于电荷的相互作用,两球间的库仑力不能用公式 $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 计算,但两带电导体球之间库仑力可定性比较:用r表示两球间距离,则当两球带同种电荷时,由于电荷相互排斥使电荷分布在背对的两个球面,故 $F < k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$;反之当两球带异种电荷时,由于电荷相互吸引使电荷分布在正对的两个球面,故 $F > k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$.



4 两带电体间的库仑力是一对作用力与反作用力,根据牛顿第三定律,即使两个点电荷的电荷量不相等,两点电荷间的库仑力也是等大反向。

5 微观带电粒子(如电子、质子、原子核等)间的万有引力比库仑力小得多,万有引力常忽略不计。

二、对电场强度的三个公式的理解

1 $E = \frac{F}{q}$ 是电场强度的定义式,适用于任何电场。电场中某点的场强是确定值,其大小和方向与试探电荷 q 无关,既不能认为 E 与 F 成正比,也不能认为 E 与 q 成反比。试探电荷 q 充当“测量工具”的作用。

2 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 只适用于真空点电荷所形成的电场, E 由场源电荷 Q 和场源电荷到某点的距离 r 决定。

四、电场强度和电势的比较

	电场强度 E	电势
意义	描述电场的力的性质	描述电场的能的性质
定义	电场中某点的场强等于放在该点的正电荷所受的电场力 F 跟电荷量 q 的比值,即 $E = \frac{F}{q}$,在数值上等于单位正电荷所受的电场力	电场中某点的电势等于该点与零电势点间的电势差,即 $\varphi_A = \frac{E_{电A}}{q}$,在数值上等于单位正电荷所具有的电势能
矢标	矢量	标量
单位	N/C; V/m	V (1 V = 1 J/C)
联系	(1) 在匀强电场中有 $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = Ed$, d 等于 A 、 B 之间沿电场线方向上的距离。(2) 场强的方向就是电势降落陡度最大的方向	

五、电势与电势能的比较

	电势 φ	电势能 $E_{电}$
意义	反映电场的能的性质的物理量	电荷在电场中某点时所具有的电势能
决定因素	电场中某一点的电势 φ 的大小,只跟电场本身有关,跟点电荷 q 无关	电势能大小是由点电荷 q 和该点电势 φ 共同决定的
定义	电势差 U 是指电场中两点间的电势之差, $U = \varphi_A - \varphi_B$, 当 $\varphi_B = 0$ 时, $\varphi_A = U$	电势能差 $\Delta E_{电}$ 是指点电荷在电场中两点间的电势能之差, $\Delta E_{电} = E_{电A} - E_{电B}$, $-\Delta E_{电} = W$, 取 $E_{电B} = 0$, $E_{电A} = \Delta E_{电}$
特点	电势沿电场线逐渐降低,取零电势点后,某点的电势高于零者为正值;某点的电势低于零者为负值	正点电荷($+q$):电势能的正、负跟电势的正、负相同 负点电荷($-q$):电势能的正、负跟电势的正、负相反

3 $E = \frac{U}{d}$ 是场强与电势差的关系式,只适用于匀强电场,注意式中 d 为两点间沿电场方向的距离。

三、等量同号和等量异号点电荷连线中垂线上场强的变化规律

1 等量同号点电荷连线上中点场强最小,等于零,因无限远处场强为零,所以沿中垂线从中点向外到无限远处,场强先增大后减小,中间某位置场强有一最大值。等量异号点电荷连线上各点以中点处场强最小,中垂线上各点以中点 O 的场强为最大。

2 等量同号点电荷连线的中垂线上关于中点对称处的场强大小相等、方向相反。等量异号点电荷连线的中垂线上关于中点对称处的场强相同。

续表

	电势 φ	电势能 $E_{\text{电}}$
单位	V	J
联系	$E_{\text{电}} = q\varphi, W = -\Delta E_{\text{电}} = qU$	

高考荟萃精析

例 1 (全国高考卷) 已知 π^+ 介子、 π^- 介子都是由一个夸克(夸克 u 或夸克 d) 和一个反夸克(反夸克 $\bar{u}$ 或反夸克 $\bar{d}$) 组成的, 它们的电荷量如下表所示, 表中 e 为元电荷.

	π^+	π^-	u	d	$\bar{u}$	$\bar{d}$
电荷量	$+e$	$-e$	$+2e/3$	$-e/3$	$-2e/3$	$+e/3$

下列说法正确的是()

- A. π^+ 由 u 和 $\bar{d}$ 组成 B. π^+ 由 d 和 $\bar{u}$ 组成
C. π^- 由 u 和 $\bar{d}$ 组成 D. π^- 由 d 和 $\bar{u}$ 组成

精析

两个夸克组成介子时, 其电荷量是两个夸克的电荷量的代数和. 由此可得 π^+ 是由 u 和 $\bar{d}$ 组成, π^- 是由 d 和 $\bar{u}$ 组成. 故 A、D 正确.

答案 AD

点拨 根据电荷守恒定律, 带电物体的电荷量是组成物体的各带电体所带电荷量的代数和.

例 2 (广东、广西高考卷) 已经证实, 质子和中子都是由被称为上夸克和下夸克的两种夸克组成的, 上夸克带电为 $\frac{2}{3}e$, 下夸克带电为 $-\frac{1}{3}e$, e 为电子所带电荷量的大小, 如果质子是由三个夸克组成的, 且各个夸克之间的距离都为 $l, l = 1.5 \times 10^{-15} \text{ m}$, 试计算质子内相邻两个夸克之间的静电力(库仑力).

精析

质子带电为 $+e$, 所以它是由 2 个上夸克和 1 个下夸克组成的. 按题意, 三个夸克必位于等边三角形的三个顶点处. 这时上夸克与上夸克之间的静电力

$$F_1 = k \frac{\frac{2}{3}e \times \frac{2}{3}e}{l^2} = \frac{4}{9}k \frac{e^2}{l^2}.$$

代入数值, 得 $F_1 = 46 \text{ N}$, 为斥力.

上夸克与下夸克之间的静电力

$$F_2 = k \frac{\frac{1}{3}e \times \frac{2}{3}e}{l^2} = \frac{2}{9}k \frac{e^2}{l^2}.$$

代入数值, 得 $F_2 = 23 \text{ N}$, 为吸引力.

点拨 根据库仑定律 $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 计算两夸克之间的静电力, 而方向由电荷间的相互作用规律可得, 即同种电荷互相排斥, 异种电荷互相吸引.

例 3 (全国高考卷) 图

1-4-1 中 a, b 是两个点电荷, 它们的电荷量分别为 Q_1, Q_2 , MN 是 ab 连线的中垂线, P 是中垂线上的一点. 下列哪种情况能使 P 点场强方向指向 MN 的左侧()

- A. Q_1, Q_2 都是正电荷, 且 $Q_1 < Q_2$
B. Q_1 是正电荷, Q_2 是负电荷, 且 $Q_1 > |Q_2|$
C. Q_1 是负电荷, Q_2 是正电荷, 且 $|Q_1| < Q_2$
D. Q_1, Q_2 都是负电荷, 且 $|Q_1| > |Q_2|$

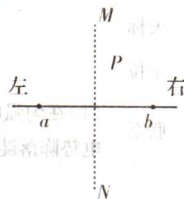


图 1-4-1

精析

设 a, b 两个点电荷在 P 点单独形成的电场分别为 E_a, E_b , 合场强为 E . 对于 A 选项, 因 $Q_1 < Q_2$, 由 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 得 $E_a < E_b$, 合成 E_a, E_b 可得 E 的方向指向 MN 的左侧, A 正确, 如图 1-4-2 甲所示; 同理可得 B、C、D 三个选项的场强 E 分别如图 1-4-2 乙、丙、丁.

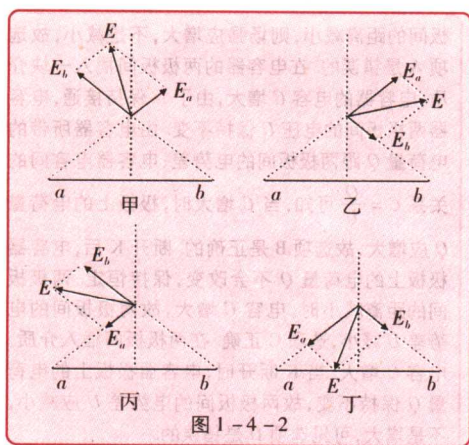


图 1-4-2

答案 ACD

点拨 两个点电荷形成的电场中某点的场强是由每个点电荷在该点产生的场强的矢量和。

例 4 (江苏高考卷) 根据 α 粒子散射实验, 卢瑟福提出了原子的核式结构模型。图 1-4-3 中虚线表示原子核所形成的电场的等势线, 实线表示一个 α 粒子的运动轨迹。在 α 粒子从 a 运动到 b , 再运动到 c 的过程中, 下列说法中正确的是()

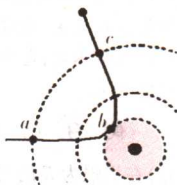


图 1-4-3

- A. 动能先增大, 后减小
B. 电势能先减小后增大
C. 电场力先做负功, 后做正功, 总功等于零
D. 加速度先变小, 后变大

精析

从 α 粒子的运动轨迹可以看出, α 粒子受到原子核斥力的作用。故从 a 运动到 b 电场力做负功, 动能减小, 电势能增大; 从 b 运动到 c 电场力做正功, 动能增大, 电势能减小。A、B 错而 C 正确。原子核所形成的电场的等势线外疏内密, 对应的场强外小内大, 根据 $F=qE$ 可知 α 粒子在 b 点受到的电场力最大, 加速度最大。D 错。

答案 C

点拨 根据运动轨迹判断受到的电场力方向是解决本题的关键。

例 5 (天津高考卷) 在静电场中, 将一电子从

A 点移到 B 点, 电场力做了正功, 则()

- A. 电场强度的方向一定是由 A 点指向 B 点
B. 电场强度的方向一定是由 B 点指向 A 点
C. 电子在 A 点的电势能一定比在 B 点高
D. 电子在 B 点的电势能一定比在 A 点高

精析

电场力做正功, 电子的电势能一定减小, 故 C 正确, D 错误; 由电子从 A 点移到 B 点, 电场力做正功可知, A 点电势比 B 点电势低, 但电场线方向并不一定由 B 点指向 A , 故 A、B 均错误。

答案 C

点拨 电场力做正功, 电势能减小; 电场力做负功, 电势能增大。只要电场力方向与位移方向夹角小于 90° , 电场力就做正功, 故电场力方向不一定沿 AB 直线。

例 6 (天津高考卷) 一带电油滴在匀强电场 E 中的运动轨迹如图 1-4-4 中虚线所示, 电场方向竖直向下。若不计空气阻力, 则此带电油滴从 a 运动到 b 的过程中, 能量变化情况为()

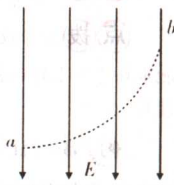


图 1-4-4

- A. 动能减小
B. 电势能增加
C. 动能和电势能之和减少
D. 重力势能和电势能之和增加

精析

从油滴的运动轨迹可知, 油滴受到的电场力竖直向上, 与场强方向相反, 且大于重力。从 a 运动到 b 的过程中, 重力对油滴做负功, 电场力对油滴做正功, 因电场力大于重力, 故动能必增加, 电势能减小, A、B 都是错误的。根据能量守恒, 油滴重力势能增加, 动能和电势能之和必然减少; 动能增加, 重力势能和电势能之和也必然减少。C 正确、D 错误。

答案 C

点拨 从油滴的运动轨迹判断电场力方向, 分析运动过程是加速过程, 再根据能量守恒判断能量变化情况就很容易得到正确结果。

例 7 (上海高考卷) 如图 1-4-5, 在光滑水平面上的 O 点系一长为 l 的绝缘细线, 线的另一端系一质量为 m 、电荷量为 q 的小球, 当沿细线方向加上场强为

E 的匀强电场后, 小球处于平衡状态. 现给小球一垂直于细线的初速度 v_0 , 使小球在水平面上开始运动, 若 v_0 很小, 则小球第一次回到平衡位置所需时间为 _____

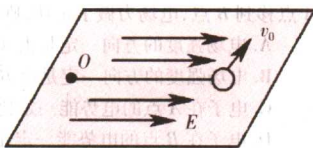


图 1-4-5

精析

小球沿场强方向的加速度 $a = \frac{qE}{m}$, 由于初速度 v_0 很小, 小球在水平面上做“类单摆运动”, 周期 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{a'}} = 2\pi\sqrt{\frac{Lm}{qE}} = 2\pi t$, 故 $t = \pi\sqrt{\frac{Lm}{qE}}$.

答案 $\pi\sqrt{\frac{Lm}{qE}}$

点拨 用等效法, 把小球的运动看做单摆的运动,

把电场力产生的加速度等效为单摆周期公式中的重力加速度.

例 8 (江苏高考卷) 两

块大小、形状完全相同的金属平板平行放置, 构成平行板电容器, 与它相连接的电路如图 1-4-6 所示, 接通开关 K, 电源即给电容器充电()

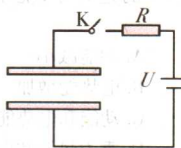


图 1-4-6

- 保持 K 接通, 减小两极板间的距离, 则两极板间电场的电场强度减小
- 保持 K 接通, 在两极板间插入一块介质, 则极板上的电荷量增大
- 断开 K, 减小两极板间的距离, 则两极板间的电势差减小
- 断开 K, 在两极板间插入一块介质, 则极板上的电势差增大

精析

根据题意, 两金属板构成一个平行板电容器, 当电容器接上电源后, 两极板间的电场可视为匀强电场. 在匀强电场中, 沿场强方向的两点间的电势差 U 等于场强 E 和这两点间的距离 d 的乘积, 即 $U = Ed$ 或 $E = \frac{U}{d}$. 保持 K 接通, 表示两极板间的电势差 U 保持不变, 始终等于电源的电压, 这时若两极

板间的距离减小, 则场强应增大, 不是减小, 故选项 A 是错误的. 在电容器的两极板间插入一块介质, 电容器的电容 C 增大, 由于 K 保持接通, 电容器两极板间的电压 U 保持不变. 由电容器所带的电荷量 Q 跟两极板间的电势差、电容器电容间的

关系 $C = \frac{Q}{U}$ 可知, 当 C 增大时, 极板上的电荷量 Q 应增大, 故选项 B 是正确的. 断开 K 后, 电容器极板上的电荷量 Q 不会改变, 保持恒定. 两极板间的距离减小时, 电容 C 增大, 故两极板间的电势差 U 减小, 选项 C 正确. 在两极板间插入介质, 电容 C 增大. 当 K 断开时, 电容器极板上的电荷量 Q 保持不变, 故两极板间的电势差 U 应减小, 不是增大, 可见选项 D 是错误的.

答案 BC

点拨 平行板电容器的电容取决于介电常数 ϵ 、

正对面积 S 和两板间距 d , 与极板上电荷量 Q 和两极板间电压 U 无关. 电容器与电源相连而不断开时, 板间电压 U 保持不变; 电容器充电之后与电源断开则电荷量 Q 保持不变.

例 9 (广东、广西高考

卷) 在场强为 E 的匀强电场中固定放置两个小球 1 和 2, 它们的质量相等, 电荷量分别为 q_1 和 $-q_2$ ($q_1 \neq q_2$). 球 1 和球 2 的连线平行于电场线, 如图 1-4-7. 现同时放开 1 球和 2 球, 于是它们开始在电场力的作用下运动, 如果球 1 和 2 之间的距离可以取任意有限值, 则两球刚被放开时, 它们的加速度可能是()

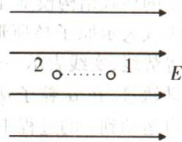


图 1-4-7

- 大小不等, 方向相同
- 大小不等, 方向相反
- 大小相等, 方向相同
- 大小相等, 方向相反

精析

两球间距离设为 r , 它们之间相互作用力 $F_0 = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$, 为引力, 取向右为正方向.

球 1 的加速度 $a_1 = \frac{q_1 E - F_0}{m}$, 球 2 的加速度 $a_2 = \frac{F_0 - q_2 E}{m}$, 当 $q_1 E - F_0 = F_0 - q_2 E$ 时, 即 $F_0 = \frac{1}{2} E(q_1 + q_2)$ 时, 两小球加速度大小、方向均相同, C 正确; 由于 $q_1 \neq q_2$, 所以 $q_1 E - F_0 \neq q_2 E - F_0$, 即不可能 a_1 与 a_2 大小相等, 方向相反. D 错误.

当 $q_1 E - F_0 > 0, F_0 - q_2 E > 0$ 时, 即 $k \frac{q_2}{r^2} < E$
 $< k \frac{q_1}{r^2} (q_2 < q_1)$, A 正确; 当 $q_1 E - F_0 > 0, F_0 - q_2 E < 0$ 时, 即 $E > k \frac{q_2}{r^2}$ 且 $E > k \frac{q_1}{r^2}$ 时, B 正确; 当
 $q_1 E - F_0 < 0, F_0 - q_2 E > 0$ 时, 即 $E < k \frac{q_2}{r^2}$ 且 $E < k \frac{q_1}{r^2}$ 时, B 正确。

答案 ABC

点拨 本题中两球受到的库仑力大小相等、方向相反, 电场力方向相反但大小不等, 分别对两小球受力分析, 用牛顿第二定律列出表达式, 再进行分析比较即可得出结论。

例 10 (全国高考卷) 图 1-4-8 虚线所示为静电场中的等势面 1、2、3、4, 相邻的等势面之间的电势差相等, 其中等势面 3 的电势为 0。一带正电的点电荷在静电力的作用下运动, 经过 a 、 b 点时的动能分别为 26 eV 和 5 eV。当此点电荷运动到某一位置, 其电势能变为 -8 eV 时, 它的动能应为 ()

A. 8 eV B. 13 eV C. 20 eV D. 34 eV

图 1-4-8

精析

由题意可知, 带正电的点电荷由 a 到 b 时其动能减少了 26 eV - 5 eV, 根据能量守恒定律可知, 其电势能必增加相等的数值。因为点电荷是正电荷, 所以由 a 到 b , 电势必增加。由题意又知各相邻的等势面电势差相等, 而等势面 3 的电势为零, 于是可知, 点电荷由 a 到 b 经图中所示的 1、2、3、4 各等势面时的电势能应分别为 -14 eV、-7 eV、0 eV、+7 eV。这样当电势能为 -8 eV 时, 点电荷必位于等势面 1 与 2 之间某处, 设此时动能为 E_k , 则由能量守恒可知 $E_k + (-8 \text{ eV}) = 26 \text{ eV} + (-14 \text{ eV})$, 即 $E_k = 20 \text{ eV}$, 可见选项 C 是正确的。本题设点电荷为正电荷是不必要的, 仅是为了使题目显得容易一些。其实, 无论点电荷带正电还是负电, 正确选项都是 C。

答案 C

点拨 首先根据能量守恒定律以及试题所给的已

知条件, 判断出各等势面的电势能, 再由能量守恒定律得出正确答案。

例 11 (全国高考卷) 水平放置的平行板电容器与一电池相连, 在电容器的两板间有一带正电的质点处于静止平衡状态。现将电容器两板间的距离增大, 则 ()

- A. 电容变大, 质点向上运动
 B. 电容变大, 质点向下运动
 C. 电容变小, 质点保持静止
 D. 电容变小, 质点向下运动

精析

根据 $C \propto \frac{\epsilon S}{d}$ 得电容器两板间 d 增大时电容 C 变小。电容器与电池相连则两板间电压 U 不变, 原来质点处于静止平衡状态, $G = F_{\text{电}} = qE = q \frac{U}{d}$, 将电容器两板间的距离 d 增大时, $F_{\text{电}} = qE = q \frac{U}{d}$, 减小, $G > F_{\text{电}}$, 质点将向下运动。故选 D。

答案 D

点拨 判断质点运动与否, 应分析质点受到的外力是否发生变化。本题可能变化的是电场力, 而电场力取决于场强。

例 12 (上海高考卷) 光滑水平面上一边长为 l 的正方形区域处在场强为 E 的匀强电场中, 电场方向与正方形一边平行, 一个质量为 m 、电荷量为 q 的小球由某边的中点, 以垂直于该边的水平初速度 v_0 进入该正方形区域, 当小球再次运动到该正方形区域的边缘时, 具有的动能可能为 ()

- A. 0 B. $\frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}qEl$
 C. $\frac{1}{2}mv_0^2$ D. $\frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{2}{3}qEl$

精析

如图 1-4-9 所示, 带正电小球 q 由正方形 $ABCD$ 的 AB 边中点 P 以初速 v_0 垂直射入, 若场强 E 沿 DA 方向, 则小球做匀减速直线运动, 当 $v_0^2 = \frac{2Eq_l}{m}$ 时, 到 CD 边速度为零, 则小球到 CD 边中点动能为零, 故 A 正确; 若 E 沿 DA 方向,

图 1-4-9

且 $E > \frac{mv_0^2}{2ql}$, 则小球开始做匀减速直线运动, 到正方形中某处速度减为零, 然后反向加速回到 P 点, 此时小球动能为 $\frac{1}{2}mv_0^2$, 故 C 正确; 当电场沿 AB 方向, 则小球会发生偏转, 从 AD 边或 BC 边离开电场, 或在 CD 上某点 (不在 CD 中点) 离开电场. 若从 AD 边或 BC 边离开电场, 则 $qE \cdot \frac{l}{2} = E_k - \frac{1}{2}mv_0^2$, 离开时动能 $E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}qEl$, 故 B 正确; 若从 CD 边离开电场, 偏转距离 $d < \frac{l}{2}$, 则 $qEd = E_k - \frac{1}{2}mv_0^2$, $E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 + qEd < \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}qEl$, D 错误.

答案 ABC

点拨 此题只要根据动能定理即可求得正确答案, 但很容易造成漏选, 因此在解题中应注意分析各种可能出现的情况.

例 13 (辽宁、广东高考卷) 图 1-4-10 为示波管中偏转电极的示意图, 相距为 d 、长度为 l 的平行板 A 、 B 加上电压后, 可在 A 、 B 之间的空间中 (设为真空) 产生电场 (设为匀强电场). 在 AB 左端距 A 、 B 等距离处的 O 点, 有一电荷量为 $+q$ 、质量为 m 的粒子以初速度 v_0 沿水平方向 (与 A 、 B 板平行) 射入 (如图 1-4-10). 不计重力, 要使此粒子能从 C 处射出, 则 A 、 B 间的电压就为 ()

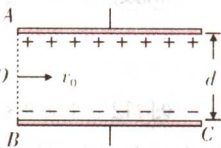


图 1-4-10

- A. $\frac{d^2 mv_0^2}{ql^2}$ B. $\frac{l^2 mv_0^2}{qd^2}$ C. $\frac{lmv_0^2}{qd}$ D. $q \frac{v_0}{dl} m$

精析

带电粒子在电场力作用下在竖直方向上做匀加速直线运动, 在竖直方向用牛顿第二定律和运动学公式有: $\frac{d}{2} = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{Eq}{m} \cdot t^2$

在水平方向带电粒子做匀速直线运动: $t = \frac{l}{v_0}$

由以上两式解得: $\frac{d}{2} = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{Eq}{m} \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{Eq}{m} \cdot \left(\frac{l}{v_0}\right)^2$

$$U = E \cdot d = \frac{d^2 mv_0^2}{ql^2}, \text{ 所以 A 选项正确.}$$

答案 A

点拨 带电粒子在电场中做类平抛运动, 分析时将粒子的运动分解为水平方向的匀速直线运动和竖直方向的初速度为零、加速度 $a = \frac{Eq}{m}$ 的匀加速运动, 再由 $U = E \cdot d$ 即可求得.

例 14 (辽宁高考卷) 一个匀强电场, 场强方向是水平的 (如图 1-4-11). 一个质量为 m 的带正电的小球, 从 O 点出发, 初速度的大小为 v_0 , 在电场力与重力的作用下, 恰能沿与场强的反方向成 θ 角的直线运动. 求小球运动到最高时时其电势能与在 O 点的电势能之差.

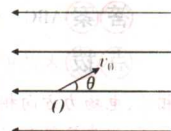


图 1-4-11

精析

设电场强度为 E , 小球电荷量为 q , 因小球做直线运动, 它受的电场力 qE 和重力 mg 的合力必沿此直线, 如图 1-4-12.

$$mg = qE \tan \theta$$

由此可知, 小球做匀减速运

动的加速度大小 $a = \frac{g}{\sin \theta}$

设从 O 到最高点的位移为 s , $v_0^2 = 2as$

运动的水平距离 $l = s \cos \theta$

两点的电势能之差 $\Delta W = qEl$

由以上各式得 $\Delta W = \frac{1}{2}mv_0^2 \cos^2 \theta$

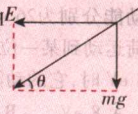


图 1-4-12

点拨 由功能关系知, 电势能的变化数值上等于电场力所做的功. 根据力和运动的关系可得合力与速度 v_0 在同一直线上, 从而得到电场力 qE 和重力 mg 的关系, 再根据牛顿第二定律求出电场力 qE 的大小, 由功的公式即可求得电势能的变化值.

例 15 如图 1-4-13, 电子在电势差为 U_1 的加速电场中由静止开始运动, 然后射入电势差为 U_2 的两块平行极板间的电场中, 射入方向跟极板平行. 整个装置处在真空中, 重力可忽略, 在满足电子能射出平行板区的条件下, 在下述四种情况中, 一定能使电子偏转角 θ 变大的是 ()

- A. U_1 变大, U_2 变大 B. U_1 变小, U_2 变大