

◆ 人教版

学法大视野
XUEFA DASHIYE

考一本

课程基础导练

高中选修 3-1

物理



海豚出版社
DOLPHIN BOOKS
中国国际出版集团



物理

高中选修 3-1 (人教版)

组编单位: 长沙市教育科学研究院

编写指导: 王 旭 卢鸿鸣 刘维朝

(按姓氏笔画) 陈来满 雷建军 黎 奇

本册主编: 程悦康 骆宪武
本册编者: 赖韵全 简觉明 吴朝晖 戴岳为 刘月娥
杨 丽 胡雁军 吴 迪 瞿成建 陈伟宏
毛海明 胡勇辉 彭立秋
本册审读: 杨爱吾 罗文炎 陈正球



海豚出版社
DOLPHIN BOOKS
中国国际出版集团

图书在版编目(CIP)数据

考一本·课程基础导练. 物理. 3-1: 选修 / 程悦康,
骆宪武主编. —北京: 海豚出版社, 2010.7

ISBN 978-7-5110-0321-8

I. ①考… II. ①程… ②骆… III. ①物理课—高中—习题 IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 135222 号

书 名: 考一本·课程基础导练 物理(选修 3-1)
作 者: 程悦康 骆宪武

责任编辑: 范劲松 葛致远
责任校对: 彭翠娥 胡宇波
装帧设计: 张 维 蒋 慧

出 版: 海豚出版社
网 址: <http://www.dolphin-books.com.cn>
地 址: 北京市百万庄大街 24 号 邮 编: 100037
客服电话: 0731-84322947 84313942 82254875
传 真: 0731-84322947 82322805
印 刷: 湖南版艺印刷有限公司
开 本: 16 开(880 毫米×1230 毫米)
印 张: 5
字 数: 166 千字
版 次: 2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月第 1 次印刷
标准书号: ISBN 978-7-5110-0321-8
定 价: 10.00 元

版权所有 侵权必究

PREFACE

编者寄语

积经年之底蕴,凝教学之精华。全新呈现在您面前的《考一本·课程基础导练》是由湖南省四大名校之长郡中学、雅礼中学联手倾力打造,经校内众多长年奋战在教学一线上的特、高级教师潜心编写而成的。长郡、雅礼两校此番在教辅用书上的联袂合作,尚属首次,而由各学科带头人牵头的作者队伍,也都是教育界的精兵强将。作为编者,我们有足够的理由相信,《考一本·课程基础导练》这套新型教辅用书必将给广大师生带来福音。

本套丛书立足于学业水平考试,跟踪服务新高考,以最新教材为依托,彰显教育教学新理念,整体来说,具有权威、同步、联动、实用等几大特色。

权威 本套丛书的编写团队,不仅具有扎实的教学功底,丰富的教学经验,而且深谙高中教育教学的规律和特点,由学科带头人领队的编写更是有力地保证了该套丛书的权威性。

同步 教与学一体,知识与能力同步,将“怎么学”与“怎么教”放在一起同步设计,以方法为主线实施教学,使学生不仅能轻松地掌握基础知识,而且能尽快地提高综合应用能力。本套丛书以全新的视角向广大师生介绍这种符合教学规律的立体化学习方案。

联动 教与学联动,相互促进,涵盖全部知识点的教法学法设计,抓住重难点的讲练结合编排,使这个主体充满鲜活而翔实的内容。

实用 本套丛书注重基础,突出实用、好用,并充分照顾到不同层次、不同阶段的学生学习时的实际需要,在知识和能力的安排上循序渐进,难易有度。书中例题和习题的选取充分考虑最新命题趋势,既博采众长,又自成系统。各分册体例相对统一,但又根据模块特点和各年级教学实际有所不同,各具特色。

踏破铁鞋无觅处。但愿《考一本·课程基础导练》正是您苦苦寻觅中的教辅用书,并祈求它的上乘品质能带给您成功的好运。

本套丛书的编辑与出版,得益于教育界、出版界众多知名人士的热情帮助和大力支持,他们提出了诸多很好的建议,在此谨表衷心感谢。恳切希望广大师生和教育专家在这套丛书问世后,多提宝贵意见,以便我们进一步修订完善。

编者

2010年7月

第一章 静电场	001
第 1 课时 电荷及其守恒定律	001
第 2 课时 库仑定律	003
第 3 课时 电场强度	005
第 4 课时 电势能和电势	008
第 5 课时 电势差	011
第 6 课时 电势差与电场强度的关系	013
第 7 课时 静电现象的应用	015
第 8 课时 电容器的电容	017
第 9 课时 带电粒子在电场中的运动	019
第 10 课时 第一章小结	022
第二章 恒定电流	025
第 1 课时 电源和电流	025
第 2 课时 电动势	027
第 3 课时 欧姆定律	028
第 4 课时 串联电路和并联电路	030
第 5 课时 焦耳定律	032
第 6 课时 导体的电阻	034
第 7 课时 闭合电路的欧姆定律(一)	036
第 8 课时 闭合电路的欧姆定律(二)	038
第 9 课时 多用电表的原理	040
第 10 课时 实验:练习使用多用电表	042
第 11 课时 实验:测定电池的电动势和内阻	044
第 12 课时 简单的逻辑电路	047
第 13 课时 第二章小结	049

目录

CONTENTS

第三章 磁场	053
第 1 课时 磁现象和磁场	053
第 2 课时 磁感应强度	054
第 3 课时 几种常见的磁场	057
第 4 课时 通电导线在磁场中受到的力(一)	059
第 5 课时 通电导线在磁场中受到的力(二)	062
第 6 课时 运动电荷在磁场中受到的力	064
第 7 课时 带电粒子在匀强磁场中的运动(一)	066
第 8 课时 带电粒子在匀强磁场中的运动(二)	068
第 9 课时 第三章小结	071

第一章 静电场

第1课时 电荷及其守恒定律

自主探究

情景导入

一静电体验者手摸静电球，结果“怒发冲冠”，如图所示。你体验过吗？你能说清产生这种现象的原因吗？你知道其中所包含的物理原理吗？



基础过关

1. 电荷：自然界存在两种电荷：_____和_____。用丝绸摩擦过的玻璃棒带_____，用毛皮摩擦过的硬橡胶棒带_____。电荷之间的相互作用规律为：同种电荷相互_____，异种电荷相互_____。

2. 使物体带电的方法有：_____起电，_____带电，_____起电。

(1) 原子的核式结构：构成物质的原子本身就是由带电微粒组成。原子包括_____（质子和中子）和核外_____。

(2) 摩擦起电的原因：不同物质的原子核束缚电子的能力_____同。实质：_____的转移。结果：两个相互摩擦的物体带上了_____电荷。

(3) 静电感应：把电荷移近不带电的导体，可以使导体带电的现象。利用静电感应使导体带电，叫做感应起电。

3. 电荷守恒定律：电荷既不能_____，也不能_____，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，在这种转移过程中，电荷的总量_____。电荷守恒定律是自然界的普遍规律，对宏观系统和微观世界都适用。

4. 电荷量、元电荷

(1) 电荷量指物体所带电荷的多少。单位是库仑，符号为C。物体不带电的实质是物体带有等量的异种电荷。

(2) 电子和质子带最小的电荷量，叫做元电荷，用 e 表示。 $e = \underline{\hspace{2cm}}$ C，任何物体带电量都是元电荷的_____。

互动新课堂

名师解读

1. 电荷量、元电荷

电荷量是物体带电荷的多少，电荷量只能是元电荷的整数倍。元电荷是电子和质子所带的电荷量，而不是电子或质子本身，表示为 $e = 1.60 \times 10^{-19}$ C。

2. 物体带电的本质

摩擦起电：两个不同种的物体相互摩擦，其中一个物体失去电子而带正电，另一个物体获得电子而带等量的负电。

接触起电：用一个不带电的物体去接触另一个带电的物体，带电物体的净电荷的一部分就会转移到原来不带电的物体上，使原来不带电的物体带电。接触带电的本质仍然是电子的转移。

感应起电：把金属导体放在电场中，导体内的自由电子由于受静电力作用而发生移动，使导体两端分别出现等量异种电荷。

电荷的中和：两个带有等量异种电荷的导体相互接触后电荷为零的现象，叫做电荷的中和。

典例精析

1. 电荷间的相互作用

带电物体间存在着相互作用，即同种电荷间相互排斥、异种电荷间相互吸引。带电物体还有吸引轻小物体的性质。

【例1】A、B、C三个塑料小球，A和B、B和C、C和A之间都是相互吸引的，如果A带正电，则（ ）

- A. B、C都带负电
- B. B球带负电，C球带正电
- C. B、C两球中必有一个带负电，另一个不带电
- D. B、C两球均不带电

【解析】因为带电物体有吸引轻小物体的性质，并且异种电荷相互吸引。既然A带正电，且A和B、C和A之间都是相互吸引的，则B、C应不带电或带负电。又因B和C相互吸引，B、C应带异种电荷或其中有一个不带电。综上所述

述, B、C两球中必有一个带负电, 另一个不带电。选C。

2. 电荷守恒定律的应用

电荷在转移过程中总量保持不变, 对于带有异种电荷的完全相同(外形与材料)的导体, 正、负电荷中和后, 剩余电荷将重新平均分配。

【例2】有两个完全相同的带电绝缘金属小球A、B, 分别带有电量 $Q_A=6.4 \times 10^{-9} \text{ C}$, $Q_B=-3.2 \times 10^{-9} \text{ C}$, 让两绝缘金属小球接触, 在接触过程中, 电子如何转移并转移了多少?

【解析】当两小球接触时, 带电量少的负电荷先被中和, 剩余的正电荷再重新分配。由于两小球相同, 剩余正电荷必均分, 即接触后两小球带电量

$$Q'_A=Q'_B=\frac{Q_A+Q_B}{2}=1.6 \times 10^{-9} \text{ C}$$

在接触过程中, 电子由B球转移到A球, 不仅将自身电荷中和, 且继续转移, 使B球带 Q'_B 的正电。这样, 共转移的电子电量为:

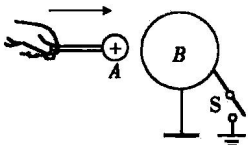
$$\Delta Q = -Q_B + Q'_B = 3.2 \times 10^{-9} \text{ C} + 1.6 \times 10^{-9} \text{ C} = 4.8 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$\text{转移的电子数 } N = \frac{\Delta Q}{e} = 3.0 \times 10^{10} \text{ 个}.$$

3. 静电感应现象

在静电感应现象的应用中, 应理解近端与远端的含义。如果导体接地, 则导体为近端, 接地端为远端。起电过程的实质是电子的得失, 即都是负电荷在转移, 而正电荷被束缚在原子核内, 不能随便移动。

【例3】如图所示, 放在绝缘支架上带正电的小球A, 靠近放在绝缘支架上不带电的导体球B, 导体球B用导线经开关S接地。把S合上的瞬间, 有电荷从_____流向_____; 再断开S, 则导体球B带_____电。



【解析】接通开关S, 导体球B接地, 导体球B和地球组成一个大导体, 导体内有大量的自由电子。自由电子受到A的正电荷的吸引, 都向A侧移动, 这样就在B导体上离A近的一端聚集了大量的自由电子, 远端地球失去了大量的自由电子, 带正电。所以把S合上的瞬间, 自由电子从地球流向B球, 这就是电荷守恒定律中的“电荷从物体的一部分转移到物体的另一部分”。断开S后, B与地球之间无法进行电荷转移, 则导体B带负的净电荷。

创新训练

基础巩固

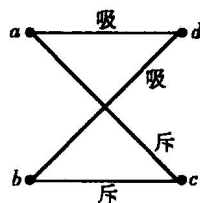
- 把两个完全相同的金属球A和B接触一下, 再分开一段距离, 发现两球相互排斥, 则A、B两球原来的带电情况可能是 ()
A. 带等量异种电荷 B. 带等量同种电荷

C. 带不等量异种电荷 D. 一个带电, 另一个不带电

- 下列叙述正确的是 ()
A. 摩擦起电是创造电荷的过程
B. 接触起电是电荷转移的过程
C. 玻璃棒无论和什么物体摩擦都会带正电
D. 带等量异号电荷的两个导体接触后, 电荷会消失, 这种现象叫电荷的湮没
- 关于电荷量, 下列说法错误的是 ()
A. 物体的带电荷量可以是任意值
B. 物体的带电荷量只能是某些值
C. 物体带电荷量的最小值为 $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
D. 一个物体带 $1.6 \times 10^{-9} \text{ C}$ 的正电荷, 这是它失去了 1.0×10^{10} 个电子的缘故
- 用一绝缘柄将一带正电玻璃棒a接触另一不带电玻璃棒b, 使之接触起电。以下说法正确的是 ()
A. 在此接触起电过程中, 玻璃棒a上的正电荷向玻璃棒b上转移
B. 在此接触起电过程中, 玻璃棒b上的负电子向玻璃棒a上转移
C. 在此接触起电过程中, 它们的电荷的代数和不变
D. 在此接触起电过程中, 电荷并不一定遵循电荷守恒定律
- 一带负电的绝缘金属小球被放在潮湿的空气中, 经过一段时间后, 发现该小球上的净电荷几乎不存在。这说明 ()
A. 小球上原有的负电荷逐渐消失了
B. 在此现象中, 电荷不守恒
C. 小球上负电荷减少的主要原因是潮湿的空气将电子导走了
D. 该现象是由于电子的转移引起的, 仍然遵循电荷守恒定律
- 某验电器金属小球和金属箔均不带电, 金属箔闭合。现将带负电的硬橡胶棒接近验电器金属小球, 则将出现的现象是 ()
A. 金属箔带负电, 其两片金属箔张开
B. 金属箔带正电, 其两片金属箔张开
C. 金属箔可能带正电, 也可能带负电, 但一定张开
D. 由于硬橡胶棒并没有接触验电器小球, 故两片金属箔因不带电仍闭合

能力提高

- 如图所示, a、b、c、d为四个带电小球, 两球之间的作用分别为a吸d, b斥c, c斥a, d吸b, 则 ()
A. 仅有两个小球带同种电荷
B. 有三个小球带同种电荷
C. c、d小球带同种电荷
D. c、d小球带异种电荷



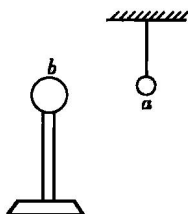
- 某验电器金属小球和金属箔均带负电, 金属箔处于张开状

态。现用绝缘柄将带有少量负电荷的硬橡胶棒向验电器的金属小球稍许移近,则验电器金属箔 ()

- A. 张角稍许增大
B. 张角稍许减小
C. 硬橡胶棒稍许靠近,使小球上的电子向金属箔移动
D. 硬橡胶棒稍许靠近,使金属箔上的质子向金属小球移动

9. 绝缘细线上端固定,下端挂一轻质小球 a , a 的表面镀有铝膜。在 a 近旁放一金属球 b 。开始时 a 、 b 都不带电,如图所示,现使 b 带电,则 ()

- A. b 将吸引 a , 吸引后不放开
B. b 先吸引 a , 接触后又把 a 排斥开
C. a 、 b 之间不发生相互作用
D. b 立即把 a 排斥开



10. 三个相同的金属球 A 、 B 、 C , 先让 A 球带上正电, 靠近相互接触的 B 、 C 球, 将 B 、 C 分开, 用手摸一下 A 球, 将 A 球上的电荷导入大地。若此时 B 球所带电荷量为 q , 用 A 球再去接触 B , 然后再接触 C , 最后 A 所带的电荷量是多少?

第2课时 库仑定律

自主探究

情景导入

给气球充气后在头发上摩擦, 然后将气球靠近空易拉罐。即使气球没有接触易拉罐, 易拉罐也会朝气球方向滚动。

再用另一只气球摩擦头发, 然后从相反方向靠近易拉罐, 观察易拉罐的运动情况。试试看, 看怎样才能在不接触易拉罐的情况下朝自己方向拉动易拉罐。

基础过关

1. 影响两电荷之间相互作用力的因素: (1) _____; (2) _____。

2. 点电荷: 点电荷是一个 _____ 的模型。在实际问题中, 只有当带电体间的距离远大于它们自身的线度以至于带电体的 _____ 和 _____ 对相互作用力的影响可以忽略不计时, 带电体才可视为点电荷。

3. 库仑定律

(1) 内容: 在 _____ 中两个点电荷的相互作用力跟 _____ 成正比, 跟 _____ 成反比, 作用力的方向在 _____。

(2) 公式: $F = \frac{kQ_1Q_2}{r^2}$, 式中物理量 Q 、 r 的单位分别是 _____ 和 _____。式中 $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ $\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, 叫做 _____。

(3) 适用条件: _____, _____。

互动新课堂

名师解读

1. 库仑定律公式为 $F = k \frac{Q_1Q_2}{r^2}$, 若两个电荷之间的距离 $r \rightarrow 0$ 时, 两个电荷间的库仑力 $F \rightarrow \infty$, 这种说法对吗? 库仑力的特点是什么?

(1) 库仑定律适用于真空中的点电荷之间的相互作用, 点电荷在空气中的相互作用也可以近似应用。当两个带电体的距离很小时, 两个带电体已不能再看作点电荷。

(2) 对于两个点电荷, r 为两个点电荷之间的距离; 对于两个均匀带电绝缘球体, 可将它们视为电荷集中于球心的点电荷, r 为两球心之间的距离; 对于两个带电金属球, 当距离较近时, 应考虑金属表面电荷的重新分布。所以该说法不正确。

(3) 库仑力也称为静电力, 它具有力的共性。两个点电荷之间相互作用的库仑力遵守牛顿第三定律; 它是矢量, 合成与分解时遵守平行四边形法则; 它可以与其他力平衡, 也可以使物体发生形变, 产生加速度。

2. 库仑定律中的“点电荷”应该怎样理解? 是不是带电体的体积足够小, 就可以看成点电荷?

当带电体的线度比起相互作用的距离小很多时, 带电体可视为点电荷。并不是带电体的体积足够小, 就可以看成点电荷。一个带电体能否被视为点电荷, 取决于自身的几何形状与带电体之间距离的比较, 与带电体的大小无关。

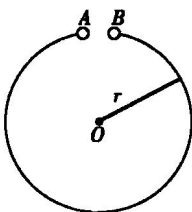
点电荷是一种理想模型, 与学过的“质点”的概念类似。

典例精析

1. 库仑定律的适用条件

库仑定律适用于计算真空中两点电荷间的相互作用力。对非点电荷间库仑力的计算,应根据对称性用微元法将非点电荷分割为可以视为点电荷的微元。

【例1】如图所示,半径为 r 的硬橡胶圆环单位长度带正电荷 q ,圆心 O 处放置一电荷量为 $-Q$ 的点电荷。现截去顶部极小一段 AB , AB 长度为 L ,静电力恒量为 k ,则剩余部分对 $-Q$ 的静电力的大小为_____。



【解析】假设将这个圆环缺口补上,并且已补缺部分的电荷分布与原有缺口的环体上的电荷分布一样,这样就形成一个电荷均匀分布的完整带电圆环。环上处于同一直径两端的微小部分所带电荷可视为两个相对应的点电荷,它们对圆心 O 处点电荷的作用力为0。至于补上的带电小段,由题给条件可视为点电荷,它对圆心 O 处点电荷作用力为:

$$F = k \frac{qLQ}{r^2}$$

所以,剩余部分对 $-Q$ 的静电力的大小为 F ,方向背离缺口。

2. 电荷守恒与库仑定律

两个完全相同的带电体接触后,电荷中和后将平均分配,另外还需考虑两带电体所带电荷的正负。

【例2】两个相同的金属小球,一个带电 $Q_1 = 4.0 \times 10^{-11} \text{ C}$,另一个带电 $Q_2 = -6.0 \times 10^{-11} \text{ C}$ 。

(1) 两球相距50 cm时,求它们之间的静电力;

(2) 把两球接触,分开后使它们仍相距50 cm,求它们之间的静电力。

【解析】(1) 两球相距50 cm时静电力大小为:

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = 9.0 \times 10^9 \times \frac{4.0 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{-11}}{0.5^2} \text{ N} =$$

$8.6 \times 10^{-11} \text{ N}$, 两球带异种电荷相互吸引。

(2) 两球接触后,部分电荷中和,净电荷为 $-2.0 \times 10^{-11} \text{ C}$ 。因两球相同,分开后各带 $-1.0 \times 10^{-11} \text{ C}$ 的电荷量,故它们之间的静电力大小为:

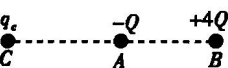
$$F' = k \frac{Q'_1 Q'_2}{r^2} = 9.0 \times 10^9 \times \frac{(1.0 \times 10^{-11})^2}{0.5^2} \text{ N} = 3.6 \times 10^{-12} \text{ N}, \text{ 两球带同种电荷相互排斥。}$$

3. 多个点电荷间的静电力平衡

当一个带电体受到多个静电力的作用而平衡时,通常利用共点力平衡条件来求解。

【例3】真空中相距3 m的光滑绝缘平面上,分别放置两个电荷量为 $-Q$ 、 $+4Q$ 的点电荷 A 、 B ,然后再在某一位置放置点电荷 C ,这时三个点电荷都处于平衡状态,求出点电荷 C 的电荷量以及相对 A 的位置。

【解析】根据题意,三个点电荷 q_c 、 $-Q$ 、 $+4Q$ 中每个点电荷都处于平衡状态,由此



可知,三个点电荷应位于同一直线上。设 $-Q$ 、 $+4Q$ 如图所示放置。为保证三个电荷都平衡,经代入数据分析, C 应放在 A 、 B 延长线左侧,且 C 应带正电,设为 q_c , AB 之间距离为 r , AC 之间距离为 r' 。

$$\text{以 } A \text{ 为研究对象, 则 } k \frac{q_c \cdot Q}{r'^2} = k \frac{Q \cdot 4Q}{r^2}$$

$$\text{以 } B \text{ 为研究对象, 则 } k \frac{q_c \cdot 4Q}{(r+r')^2} = k \frac{Q \cdot 4Q}{r^2}$$

$$\text{以 } C \text{ 为研究对象, 则 } k \frac{Q \cdot q_c}{r'^2} = k \frac{4Q \cdot q_c}{(r+r')^2}$$

由以上任意两个方程可得出 $q_c = 4Q$, $r' = r = 3 \text{ m}$ 。

4. 库仑定律的应用

在力电结合的问题中,关键点是准确分析物体的受力情况,了解库仑力的特点。

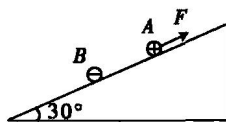
【例4】如图所示,带电小球 A 和

B 放在倾角为 30° 的光滑绝缘斜面上,

质量为 $m_1 = m_2 = 1 \text{ g}$,所带电荷量 q_1

$= q_2 = 10^{-7} \text{ C}$ 。 A 带正电, B 带负电。

沿斜面向上的恒力 F 作用于 A 球,可使 A 、 B 一起运动,且保持间距 $d = 0.1 \text{ m}$ 不变,求 F 。



【解析】两球相互吸引的库仑力为:

$$F_{\text{电}} = k \frac{q_1 q_2}{d^2} = 9 \times 10^{-3} \text{ N}$$

A 球和 B 球加速度相同,隔离 B 球,由牛顿第二定律:

$$F_{\text{电}} - m_2 g \sin 30^\circ = m_2 a \quad (1)$$

把 A 球和 B 球看成整体, A 、 B 间库仑力为系统内力,

由牛顿第二定律: $F - (m_1 + m_2) g \sin 30^\circ = (m_1 + m_2) a \quad (2)$

代入数据,由①式得 $a = 4 \text{ m/s}^2$,由②式得 $F = 1.8 \times 10^{-2} \text{ N}$ 。

创新训练

基础巩固

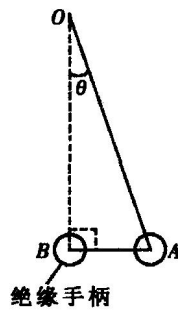
- 关于对库仑定律的理解,下面说法正确的是 ()
 - 对任何带电体之间的静电力进行计算,都可以使用该公式
 - 只要是点电荷之间的静电力计算,就可以使用该公式
 - 两个点电荷之间的静电力,无论是在真空中还是在介质中,一定是大小相等、方向相反的
 - 摩擦过的橡胶棒吸引碎纸屑,说明碎纸屑一定带正电
- 下列说法中正确的是 ()
 - 电子和质子在任何情况下都可视为点电荷
 - 均匀带电的绝缘球体在计算库仑力时可视为点电荷
 - 带电的细杆在一定条件下可视为点电荷
 - 带电的金属球一定不能视为点电荷
- 真空中有甲、乙两个点电荷,相距为 r ,它们间的静电力为 F 。若甲的电量变为原来的2倍,乙的电量变为原来的 $\frac{1}{3}$,距离变为 $2r$,则它们之间的静电力变为 ()

- A. $\frac{3F}{8}$ B. $\frac{F}{6}$ C. $\frac{8F}{3}$ D. $\frac{2F}{3}$

4. 半径为 R 的两个较大的金属球（距离较近）放在绝缘面上，若两球带等量同种电荷 Q 时，相互之间静电力大小为 F_1 ，两球带等量异种电荷 Q 与 $-Q$ 时，静电力大小为 F_2 ，则
A. $F_1 > F_2$ B. $F_1 < F_2$ C. $F_1 = F_2$ D. 不能确定
5. 在真空中，两个点电荷原来带的电荷量分别为 q_1 和 q_2 ，且相隔一定的距离。若先将 q_2 增加为原来的 3 倍，再将两点电荷间的距离缩小为原来的一半，则前后两种情况下两点电荷之间的库仑力之比为
A. 1:6 B. 1:12 C. 12:1 D. 6:1
6. 两个相同的均匀带电小球，分别带 $Q_1 = 1 \text{ C}$ ， $Q_2 = -2 \text{ C}$ ，在真空中相距 r 且静止，相互作用的静电力为 F 。
(1) 今将 Q_1 、 Q_2 、 r 都加倍，作用力如何变化？
(2) 只改变两电荷的电性，作用力如何变化？
(3) 只将 r 增大到 $3r$ ，作用力如何变化？
(4) 将两个球接触一下后，仍放回原处，作用力如何变化？
(5) 接 (4) 问，为使两球接触后，静电力的大小不变，应如何放置两球？

能力提高

7. 如图所示，悬挂在 O 点的一根不可伸长的绝缘细线下端有一个带电量不变的小球 A 。在两次试验中，均缓慢移动另一带同种电荷的小球 B ，当 B 到达悬点 O 的正下方并与 A 在同一水平线上， A 处于受力平衡时，悬线偏离竖直方向的角度为 θ 。若两次实验中 B 的电量分别为 q_1 和 q_2 ， θ 分别为 30° 和 45° ，则 q_2/q_1 为
()



- A. 2 B. 3 C. $2\sqrt{3}$ D. $3\sqrt{3}$
8. 如图所示， A 、 B 两点与点电荷 $+Q$ 在同一直线上，且 $AB = 0.1 \text{ m}$ 。已知一点电荷 q 在 B 点所受静电力 F_B 是在 A 点所受静电力 F_A 的 $\frac{25}{16}$ 倍，求 B 点到点电荷 Q 的距离。



9. 有 A 、 B 两带电小球， A 固定不动， B 的质量为 m ，在库仑力作用下， B 由静止开始运动。已知初始时刻， A 、 B 间的距离为 d ， B 的加速度为 a 。经过一段时间后， B 的加速度变为 $a/4$ ，此时， A 、 B 间的距离应为多少？

第 3 课时 电场强度

自主探究



情景导入

两个相隔一定距离的电荷之间有相互作用力，这种作用力与弹力、摩擦力不同。电荷间发生静电力时不需要直接接触。那么，这种相互作用力是通过什么发生作用的呢？



基础过关

1. 电场：带电体周围存在的一种物质。电场具有力的性质和能的性质。电场的基本性质是：_____。
电荷间的相互作用是通过_____来实现的。
2. 电场强度：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。
(1) 公式：_____， E 与 q 、 F 无关，取决于电场本身。

(2) 电场强度是矢量, 方向_____。

(3) 真空中点电荷的电场强度的决定式: _____。

3. 电场的叠加: 电场强度是矢量, 几个电场叠加在同一区域形成的合电场, 其场强可用矢量的合成定则(平行四边形定则)进行合成。

4. 电场线

(1) 电场线是为了形象地描述_____而假想的, 实际并不存在。

(2) 电场线起源于_____电荷(或无穷远处), 终止于_____电荷(或无穷远处), 电场线不闭合。

(3) 电场线上, 某点的切线方向表示_____, 电场线的疏密表示_____。它不表示电荷在电场中运动的轨迹。

(4) 电场线不相交, 在静电场中, 电场线不中断。

5. 匀强电场: 电场强度的大小和方向都相同的区域。在匀强电场中, 因为场强方向是相同的, 所以电场线是平行的, 又由于电场强度的大小相等, 所以电场线的密度是均匀的。

两块靠近的平行金属板互相正对, 分别带有等量的正、负电荷, 它们之间的电场除边缘外, 是_____。

互动新课堂

名师解读

1. 对电场、电场强度和电场力的理解

(1) 只要有电荷存在, 电荷周围就存在电场, 电场是电场力赖以存在的媒介, 是一种客观存在的物质, 具有物质的基本属性——质量和能量。

(2) 电场的基本性质有:

①放入电场中的任何带电体都将受到电场力的作用, 且同一点电荷在电场中不同点处受到的电场力的大小和方向都可能不一样, 这表示电场有力的性质。

②当带电体在电场中移动时, 电场力将对带电体做功, 这表示电场具有能量。

③电场能使放入其中的金属导体产生静电感应现象。

(3) 电场强度是描述电场强弱和方向的物理量, $E = \frac{F}{q}$ 是电场强度的定义式。电场中某点的电场强度由电场本身决定, 为了测量这个值, 在此处放入一个试探电荷 q , 看它受到的电场力是多少, 由此得出这个值 $E = \frac{F}{q}$ 。因此, 电场强度与试探电荷 q 无关。

(4) 点电荷的电场强度 $E = k \frac{Q}{r^2}$, 就是场源电荷 Q 在空间距离为 r 处激发的电场强度, E 与 Q 成正比, E 与 r^2 成反比。

(5) 电场力 $F = qE$ 是电场对放入电场中电荷的作用力, 由电场和电荷的电量共同决定, 适合于计算所有电场中点电

荷受到的电场力。

2. 为什么电场线不一定是带电粒子在电场中运动的轨迹?

带电粒子在电场中的运动轨迹由带电粒子受到的合外力和初速度决定, 运动轨迹上各点的切线方向是粒子速度的方向。

电场线描述电场的方向及定性地描述电场强弱, 它决定了带电粒子在电场中各点的受力方向和加速度方向。显然电场线不一定是带电粒子在电场中的运动轨迹。

只有当电场线是直线, 且带电粒子仅受电场力, 初速度为零或初速度与电场线平行时, 电场线才可能与带电粒子在电场中运动的轨迹重合。

典例精析

1. 对电场强度的理解

$E = \frac{F}{q}$ 是电场强度的定义, 适用于一切电场, 其中 q 是试探电荷的电荷量。电场中某点的电场强度由电场本身决定, E 与 q 、 F 无关。 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 适用于真空中的点电荷的电场, 其中 Q 是产生电场的电荷的电荷量。

【例1】 场源电荷 $Q = 2 \times 10^{-4} \text{ C}$, 是正点电荷; 检验电荷 $q = -2 \times 10^{-5} \text{ C}$, 是负电荷。它们相距 $r = 2 \text{ m}$ 并静止, 且都在真空中, 如图所示。求:

- (1) q 受的电场力;
- (2) q 所在的 B 点的场强 E ;
- (3) 只将 q 换为 $q' = 4 \times 10^{-5} \text{ C}$ 的正点电荷, 再求 q' 受力及 B 点的场强;
- (4) 将检验电荷拿去后再求 B 点场强。

【解析】 点电荷之间的作用力可以用库仑定律计算大小和判断方向。某点场强可以用点电荷场强公式 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 计算。另外还要注意电场是场源电荷产生的。电场强度与检验电荷存在与否无关。

(1) 由库仑定律得:

$$F = k \frac{Qq}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-5}}{2^2} \text{ N} = 9 \text{ N}, \text{ 方向}$$

在 A 与 B 的连线上, 且指向 A 。

(2) 由电场强度的定义: $E = \frac{F}{q} = k \frac{Q}{r^2}$

所以 B 点的电场强度为:

$$E = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-4}}{2^2} \text{ N/C} = 4.5 \times 10^5 \text{ N/C}, \text{ 方向由 } A$$

指向 B 。

(3) 由库仑定律:

$$F' = k \frac{Qq'}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-4} \times 4 \times 10^{-5}}{2^2} \text{ N} = 18 \text{ N}, \text{ 方}$$

向由 A 指向 B 。

$$E = \frac{F'}{q'} = k \frac{Q}{r^2} = 4.5 \times 10^5 \text{ N/C}, \text{ 方向由 } A \text{ 指向 } B。$$

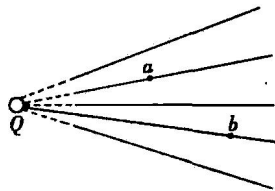
(4) 因 E 与 q 无关, $q=0$ 也不会影响 E 的大小与方向,

所以拿走 q 后场强不变。

2. 用电场线描述电场

电场线的疏密反映着场强的大小, 根据场强的大小则可以判定带电体的受力情况。电场强度的方向与电场线的切线方向相同。正电荷所受电场力方向与电场强度的方向相同, 负电荷所受电场力方向与电场强度方向相反。实际应用中应记住几种常见的电场线分布。

【例2】 如图所示, 实线是一簇未标明方向的由点电荷 Q 产生的电场线。若带电粒子 q ($|Q| \gg |q|$) 由 a 运动到 b , 电场力做正功。已知在 a 、 b 两点粒子所受电场力分别为 F_a 、 F_b , 则下列判断正确的是



- A. 若 Q 为正电荷, 则 q 带正电, $F_a > F_b$
 B. 若 Q 为正电荷, 则 q 带正电, $F_a < F_b$
 C. 若 Q 为负电荷, 则 q 带正电, $F_a > F_b$
 D. 若 Q 为负电荷, 则 q 带正电, $F_a < F_b$

【解析】 对已知条件的分析要抓住电场力做正功, 说明电场力方向已经确定为向外, 所以 Q 、 q 为同种电荷。

a 点的电场线密度比 b 点大, 电场强度大, 同一电荷受到的电场力大, $F_a > F_b$ 。如果 Q 是正电荷, 由于电场力对 q 做正功, q 受到的电场力方向向右, q 带正电, A 正确, B 不正确; 如果 Q 是负电荷, 由于电场力对 q 做正功, q 受到的电场力方向向右, q 带负电, C、D 不正确。选 A。

3. 电场的叠加

电场的叠加本质上就是电场强度的叠加, 故遵从平行四边形定则。同一直线上的电场叠加问题可转化为求代数和, 即同向相加、反向相减。

【例3】 在 x 轴上有两个点电荷, 一个带正电 Q_1 , 另一个带负电 $-Q_2$, 且 $Q_1 = 2Q_2$, 用 E_1 和 E_2 分别表示两个点电荷所产生的场强大小, 则在 x 轴上

- A. $E_1 = E_2$ 的点只有一处, 该处的合场强为零
 B. $E_1 = E_2$ 的点共有两处, 一处合场强为零, 另一处合场强为 $2E_2$
 C. $E_1 = E_2$ 的点共有三处, 其中两处合场强为零, 另一处合场强为 $2E_2$
 D. $E_1 = E_2$ 的点共有三处, 其中一处合场强为零, 另两处合场强为 $2E_2$

【解析】 设两点在 x 轴上的位置如图所示, 有一检验电荷 q 沿 x 轴从左向右移动。

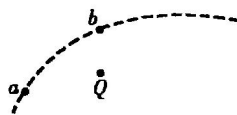


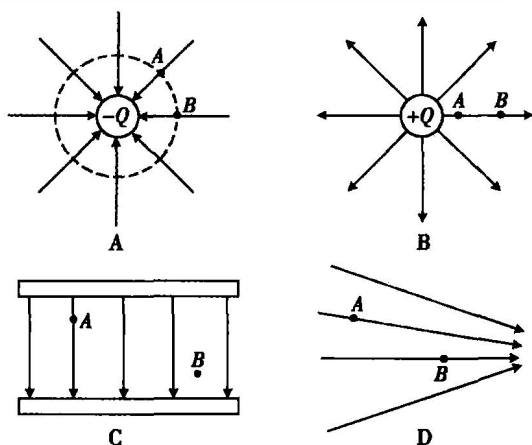
q 在 Q_1 左边区域时, 由于 $Q_1 = 2Q_2$, 它们对 q 的作用力不可能相等, 因此在 Q_1 的左边不存在 $E_1 = E_2$ 的点。在 Q_1 与 Q_2 之间以及 Q_2 的右边区域存在这样的两个点, 这样的点到 Q_1 的距离是它到 Q_2 距离的 $\sqrt{2}$ 倍, 恰满足了 $E_1 = E_2$ 。在 Q_1 与 Q_2 之间的这一点 E_1 和 E_2 的方向相同, 合场强为 $2E_2$ 。在 Q_2 的右边的这一点 E_1 和 E_2 的方向相反, 合场强为零。正确选项为 B。

创新训练

基础巩固

- 下面说法正确的是 ()
 A. 只要有电荷存在, 电荷周围就一定存在着电场
 B. 电场是一种物质, 它与物质一样, 是不依赖我们的感觉而客观存在的东西
 C. 电荷间的相互作用是通过电场产生的, 电场最基本的特征是对处在它里面的电荷有力的作用
 D. 电场是人为设想出来的, 其实并不存在
- 下列说法正确的是 ()
 A. 在一个以点电荷为中心, r 为半径的球面上各处的电场强度都相同
 B. $E = k \frac{Q}{r^2}$ 仅适用于真空中点电荷形成的电场
 C. 电场强度的方向就是放入电场中的电荷受到的电场力的方向
 D. 电场中某点场强的方向与试探电荷的正负无关
- 在电场中某点引入电量为 q 的正电荷, 这个电荷受到的电场力为 F , 则 ()
 A. 在这点引入电量为 $2q$ 的正电荷时, 该点的电场强度将等于 $F/2q$
 B. 在这点引入电量为 $3q$ 的正电荷时, 该点的电场强度将等于 $F/3q$
 C. 在这点引入电量为 $2e$ 的正离子时, 则离子所受的电场力大小为 $2e \cdot F/q$
 D. 若将一个电子引入该点, 则由于电子带负电, 所以该点的电场强度的方向将和在这点引入正电荷时相反
- 在某电荷 $+Q$ 的电场中有一点 P , P 与 Q 的距离为 r , 下列说法正确的是 ()
 A. 若放在 P 点的试探电荷减半, 则 P 点的场强减半
 B. P 点的场强越大, 则同一电荷在 P 点受到的静电力越大
 C. P 点的场强方向为试探电荷在该点所受静电力的方向
 D. 凡与 Q 相距为 r 的点场强均与 P 点的场强相同
- 如图所示, 点电荷 Q 固定, 虚线是带电量为 q 的微粒仅受电场力作用下的运动轨迹, 微粒的重力不计, a 、 b 是轨迹上的两个点, b 离 Q 较近, 下列判断正确的是 ()
 A. Q 、 q 的带电性质肯定不同
 B. 不管 Q 带什么性质的电荷, a 点的场强一定比 b 点的小
 C. 微粒通过 a 、 b 两点时, 加速度方向都是指向 Q
 D. 微粒通过 a 时的速度比通过 b 时的速度大
- 在下图各电场中, A 、 B 两点的电场强度相同的是 ()





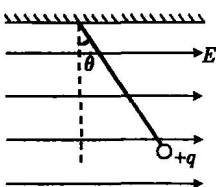
能力提高

7. 如图所示, 悬线下挂着带正电的小球, 它的质量为 m , 电荷量为 q 。整个装置处于水平向右的匀强电场中, 电场强度为 E , 则 ()

A. 小球平衡时, 悬线与竖直方向夹

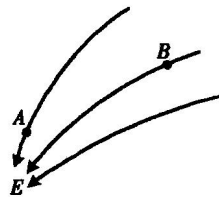
$$\text{角的正切为 } \tan \theta = \frac{Eq}{mg}$$

- B. 若剪断悬线, 则小球做曲线运动
C. 若剪断悬线, 则小球做匀速运动
D. 若剪断悬线, 则小球做匀加速直线运动

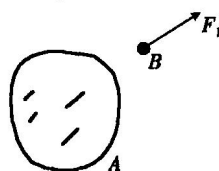


8. 如图所示是静电场的一部分电场线分布, 下列说法正确的是 ()

- A. 这个电场可能是负点电荷的电场
B. 点电荷 q 在 A 点处受到的电场力比在 B 点处受到的电场力大
C. 点电荷 q 在 A 点处的瞬时加速度比在 B 点处的瞬时加速度小 (不计重力)
D. 负电荷在 B 点处所受到的电场力的方向沿 B 点切线方向



9. 如图所示, 在一带负电的导体 A 附近有一点 B。如在 B 处放置一个 $q_1 = -2.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ 的试探电荷, 测出其受到的静电力 F_1 大小为 $4.0 \times 10^{-6} \text{ N}$, 方向如图所示, 则 B 处场强是多少? 如果换用一个 $q_2 = -2.0 \times 10^{-7} \text{ C}$ 的电荷放在 B 点, 其受力多大? 此时 B 处场强多大?



第 4 课时 电势能和电势

自主探究

情景导入

攀岩, 是户外体育爱好者最具挑战性的运动项目之一。攀岩者不仅需要熟练的攀岩技巧, 还需要过人的体力。攀岩者在攀岩过程中需要克服自身重力做功, 一步步地提高自己的重力势能。

电子在静电力作用下沿着与电场相反的方向运动时, 静电力做功吗? 电子在电场中有势能吗? 如果有, 这个势能与静电力做功有什么关系呢?

基础过关

1. 电场力做功特点: 在电场中移动电荷时, 电场力做功与路径_____, 只与初末位置_____。

2. 电势能: 电荷在电场中所具有的势能叫电势能。

(1) 电场力做功与电势能变化的关系: 电场力对电荷做正功时, 电荷电势能_____; 电场力对电荷做负功时, 电荷电势能_____; 电场力做功的数值_____电势能变化的数值, 即 $W = -\Delta E_p$ 。 ($W_{AB} = \Delta E_{pA} - E_{pB}$)

(2) 电荷在电场中某点的电势能等于_____。

(3) 电势能是电荷和_____所共有的, 是一个_____量, 它的大小和零电势 (能) 点选取有关, 具有_____。

3. 电势: 电荷在电场中某点的电势能跟它的电荷量的比值, 叫做该点的电势, 公式为: _____。

(1) 电势是标量。在国际单位制中, 电势的单位是_____简称_____。

(2) 电势由_____决定, 与试探电荷 q _____关; 电势具有_____ , 它的数值和零电势点选取有关。

(3) 物理学上通常选取_____的电势为零。

(4) 电场中_____电场线的方向电势逐渐降低。

4. 等势面: 电场中_____的各点构成的面叫做等势面, 其意义是从能量的角度形象地表示电场。

等势面的特点有:

(1) 电荷在同一等势面上移动, 电场力做的功为_____。

(2) 等势面一定跟电场线_____。

(3) 电场线总是从_____指向_____。

(4) 电场强度_____的地方, 等差的等势面也较密。

(5) 任意两个电势不等的等势面都_____相交。

5. 几种电场的电场线及等势面

(1) 等量同种电荷：在其连线上同种正（负）电荷中点电势_____。在其中垂面上同种正（负）电荷由中点到无穷远电势逐渐_____，无穷远电势为零。

(2) 等量异种电荷：在其连线上由正电荷到负电荷电势逐渐_____。在其中垂面上各点电势_____且都等于_____。

互动新课堂



名师解读

1. 电场强度、电势、电场线与等势面之间的联系

(1) 电场线与电势的联系：沿着电场线方向，电势越来越低；电场方向是电势降低最快的方向。

(2) 电场线与等势面的联系：电场线越密的地方，等差等势面也越密，电场线与通过该处的等势面垂直。

(3) 电场强度数值与电势数值无直接关系。场强大的地方电势不一定高；场强大小相等的各点电势不一定相等，场强为零的电势不一定为零。反之也一样。

2. 如何判断电势的高低及电势能的大小和正负

(1) 根据场源电荷判断：

离正的场源电荷越近，电势越高，正检验电荷的电势能（为正值）越大，负检验电荷的电势能（为负值）越小；离负的场源电荷越近，电势越低，正检验电荷的电势能（为负值）越小，负检验电荷的电势能（为正值）越大。

(2) 根据电场线判断：

顺着电场线的方向，电势逐渐降低，正（或负）检验电荷的电势能减少（或增加）；逆着电场线方向，电势逐渐升高，正（或负）检验电荷的电势能增加（或减少）。

(3) 根据电场力做功判断：

电场力对正电荷做正功时，正电荷由高电势（电势能大）的点移向低电势（电势能小）的点；电场力对负电荷做正功时，负电荷由低电势（电势能大）的点移向高电势（电势能小）的点。电场力做负功时，与上述情况相反。



典例精析

1. 电势高低的判断

沿电场线方向电势逐渐降低的性质是确定各点电势的高低关系的基本依据。

【例1】在静电场中，把一个电荷量 $q = 2.0 \times 10^{-5} \text{ C}$ 的负电荷由 M 点移到 N 点，电场力做功 $6.0 \times 10^{-4} \text{ J}$ ，由 N 点移到 P 点，电场力做负功 $1.0 \times 10^{-3} \text{ J}$ ，则 M 、 N 、 P 三点电势高低关系是_____。

【解析】首先画一条电场线，如图  所示。在中间位置附近画一点作为 M 点。因为 $M \rightarrow N$ 电场力做正功，而负电荷所受电场力与场强方向相反，则可确定 N 点在 M 点左侧。 $N \rightarrow P$ 电场力做负功，即沿着电场线移

动，又因 $1.0 \times 10^{-3} \text{ J} > 6.0 \times 10^{-4} \text{ J}$ ，所以肯定移过了 M 点，即 P 点位于 M 点右侧。这样， M 、 N 、 P 三点电势的高低关系是 $\varphi_N > \varphi_M > \varphi_P$ 。

2. 静电力做功与电势能的变化

静电力做的功等于电势能的减少量，电荷在某点的电势能与零势能点的选取有关，但静电力的功与零势能点的选取无关。在实际应用中应注意：电场力的方向；电荷移动方向和电场力方向的关系；电场力做正功还是做负功。

【例2】将带电量为 $6 \times 10^{-6} \text{ C}$ 的负电荷从电场中的 A 点移到 B 点，克服电场力做了 $3 \times 10^{-5} \text{ J}$ 的功，再从 B 移到 C ，电场力做了 $1.2 \times 10^{-5} \text{ J}$ 的功，则

(1) 电荷从 A 移到 B ，再从 B 移到 C 的过程中电势能共改变了多少？

(2) 如果规定 A 点的电势能为零，则该电荷在 B 点和 C 点的电势能分别为多少？

(3) 如果规定 B 点的电势能为零，则该电荷在 A 点和 C 点的电势能分别为多少？

【解析】(1) 因为 $W_{AC} = W_{AB} + W_{BC} = -3 \times 10^{-5} \text{ J} + 1.2 \times 10^{-5} \text{ J} = -1.8 \times 10^{-5} \text{ J}$ ，可见电势能增加了 $1.8 \times 10^{-5} \text{ J}$ 。

(2) 如果规定 A 点的电势能为零，由公式 $W_{AB} = E_{pA} - E_{pB}$ 得，该电荷在 B 点的电势能为：

$$E_{pB} = E_{pA} - W_{AB} = 0 - W_{AB} = 3 \times 10^{-5} \text{ J}$$

同理， C 点的电势能为：

$$E_{pC} = E_{pA} - W_{AC} = 0 - W_{AC} = 1.8 \times 10^{-5} \text{ J}.$$

(3) 如果规定 B 点的电势能为零，则该电荷在 A 点的电势能为： $E_{pA} = E_{pB} + W_{AB} = 0 + W_{AB} = -3 \times 10^{-5} \text{ J}$

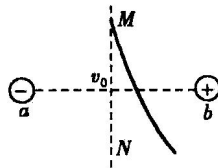
C 点的电势能为：

$$E_{pC} = E_{pB} - W_{BC} = 0 - W_{BC} = -1.2 \times 10^{-5} \text{ J}.$$

3. 熟悉典型电场的电场线、等势线（面）的特点，以及它们的电场强度、电势的特点

对典型电场可从电场、等势线（面）的特点加以了解，必要时也可用叠加原理进行计算。

【例3】在图中， a 、 b 带等量异种电荷， MN 为 ab 连线的中垂线。现有一个带电粒子从 M 点以一定初速度 v_0 射出，开始时一段轨迹如图中实线所示，不考虑粒子重力，则在飞越该电场的整个过程中



()

A. 该粒子带正电

B. 该粒子的动能先增大后减小

C. 该粒子的电势能先减小后增大

D. 该粒子运动到无穷远处后，速度的大小一定仍为 v_0

【解析】等量异种电荷连线的中垂线一定是等势线，且与无穷远处等电势，这是本题考查的重点。至于粒子的动能增减、电势能变化情况，可以根据粒子轨迹的弯曲情况结合动能关系判断出来。

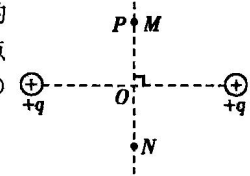
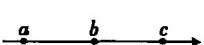
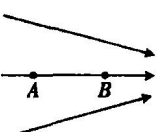
由粒子开始时一段轨迹可以判定，粒子在该电场中受到大致向右的电场力，因而可以判断粒子带负电，A 错。

因为等量异种电荷连线的中垂面是一个等势面，又由两个电荷的电性可以判定，由 a 到 b 电势逐渐升高。即逆着电场线，也就是沿着电场力移动，电场力做正功，粒子电势能减小，动能增加。

但因为 M 点所处的等量异种电荷连线的中垂面与无穷远等电势，所以在由 M 点到无穷远运动的过程中，电场力做的总功为零，所以粒子到达无穷远处时动能依然为原来值，即速度大小一定仍为 v_0 ，D 正确。因此电势能先减小后增大，动能先增大后减小，B、C 正确。故 B、C、D 正确。

创新训练

基础巩固

- 如图所示，对两个电量均为 $+q$ 的点电荷连线中点 O 和中垂线上某点 P 的认识中，正确的是 () 
 - $\varphi_O < \varphi_P$, $E_O > E_P$
 - $\varphi_O > \varphi_P$, $E_O < E_P$
 - 将正电荷从 O 点移到 P 点，电场力做正功
 - 将正电荷从 O 点移到 P 点，电场力做负功
- 下列关于电势高低的判断，正确的是 ()
 - 负电荷从 A 移到 B 时，外力做正功， A 点的电势一定较高
 - 负电荷从 A 移到 B 时，电势能增加， A 点的电势一定较低
 - 正电荷从 A 移到 B 时，其电势能增加， A 点的电势一定较低
 - 正电荷只在电场力作用下从静止开始，由 A 移到 B ， A 点的电势一定较高
- 下列说法中正确的有 ()
 - 沿电场线的方向，场强一定越来越小
 - 沿电场线的方向，电势一定越来越低
 - 沿电场线方向移动电荷，电势能逐渐减小
 - 在电场力作用下，正电荷一定从电势高处向电势低处移动
- 如图所示， a 、 b 、 c 是一条电场线上  的三个点，电场线的方向由 a 到 c ， a 、 b 之间的距离等于 b 、 c 之间的距离。用 φ_a 、 φ_b 、 φ_c 和 E_a 、 E_b 、 E_c 分别表示 a 、 b 、 c 三点的电势和电场强度，由图可以判定下列说法中正确的是 ()
 - $E_a = E_b = E_c$
 - $E_a > E_b = E_c$
 - $\varphi_a > \varphi_b > \varphi_c$
 - $\varphi_a - \varphi_b = \varphi_b - \varphi_c$
- 在如图所示的电场中有 A 、 B 两点，则下列判断正确的是 () 
 - 将电荷由 A 点移到 B 点电场力一定做正功
 - 将电荷由 A 点移到 B 点电场力可能做正功，可能不做功

- 正电荷在 A 点的电势能大于在 B 点的电势能
- 负电荷在 A 点的电势能大于在 B 点的电势能

能力提高

- 在场强大小为 E 的匀强电场中，一质量为 m 、带电量为 $+q$ 的物体以某一初速度沿电场反方向做匀减速直线运动，其加速度大小为 $0.8qE/m$ ，物体运动 s 距离时速度为零，则 ()
 - 物体克服电场力做功 qEs
 - 物体的电势能减少了 $0.8qEs$
 - 物体的电势能增加了 qEs
 - 物体的动能减少了 $0.8qEs$
- 将电荷从静止释放，只在电场力的作用下运动时，下面的说法正确的是 ()
 - 无论是正电荷还是负电荷，总是由低电势点向高电势点运动
 - 无论是正电荷还是负电荷，总是由高电势点向低电势点运动
 - 无论是正电荷还是负电荷，总是向电势能变小的方向运动
 - 无论是正电荷还是负电荷，总是向电势能变大的方向运动
- 如果把 $q = 1.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ 的电荷从无穷远移到电场中的 A 点，需要克服静电力做功 $W = 1.2 \times 10^{-4} \text{ J}$ 。求：
 - q 在 A 点的电势能和 A 点的电势各是多少？
 - q 未移入电场前 A 点的电势是多少？

第5课时 电势差

自主探究



情景导入

下图是最壮观的盘山公路，有99道弯。沿盘山公路弯曲曲走很远的路才能到达山顶，而直达山顶的羊肠小道却可以节省很多行程，但是比盘山公路陡峭了很多。地理上的等高线可以形象、直观地表示地势的陡峭程度。若将等高线类比于描述电场中电势高低的等势线，也可以描述电场中电势变化的快慢。



基础过关

1. 电场中两点间电势的差值叫电势差，也叫电压。公式为： $U_{AB} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
2. 电势差也可定义为：电荷在电场中两点间移动时，电场力做功跟电荷电量的比值，叫做电势差，用公式表示为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。
3. 电势差由 $\underline{\hspace{2cm}}$ 决定，与引入电荷 q 无关。
4. 电势差 U_{AB} 与 U_{BA} 的关系为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ，电场中 U_{AB} 、 U_{BC} 和 U_{AC} 之间的关系为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。
5. 电势差与重力场中的高度差类似，与零电势参考点的选取无关。

互动新课堂



名师解读

1. 正确理解电势差的正、负值的意义

电势差的正负既不是代数意义上的正负号，也不是物理中表示矢量方向的正负，而仅仅是表示一种比较关系。例如：如果 $U_{AB} = 8 \text{ V}$ ，说明 A 点的电势比 B 点高 8 V；如果 $U_{AB} = -8 \text{ V}$ ，说明 A 点的电势比 B 点低 8 V。

2. 怎样计算电场力做功

(1) 根据电势能的变化与电场力做功的关系式 $W = -\Delta E_p$ ，即 $W_{AB} = E_{pA} - E_{pB}$ 来计算。电场力做了多少功，就

有多少电势能和其他形式的能发生相互转化。

(2) 应用公式 $W_{AB} = qU_{AB}$ 计算

①带正、负符号进行运算：按照符号规定把电量 q 和移动过程的起、止位置的电势差 U_{AB} 的值代入公式计算。

符号规定：所移动的电荷若为正电荷， q 取正值；若为负电荷， q 取负值；移动过程的起点电势高于终点电势， U_{AB} 取正值；起点电势低于终点电势， U_{AB} 取负值。计算结果为正值，说明电场力对电荷做正功；为负值，则说明电场力对电荷做负功。

②绝对值运算：公式中的 q 和 U 都取绝对值，即公式变为 $W = |q| \cdot |U_{AB}|$ 。

正负功的判断：当正（或负）电荷从电势高的点移动到电势低的点时，电场力做正（或负）功；当正（或负）电荷从电势低的点移动到电势高的点时，电场力做负（或正）功。



典例精析

1. 电势差的概念

电场中两点间的电势差是由两点位置确定的量。电势差这个概念有两种描述，一是电场力做的功与电荷量的比值，二是两点电势的差值。

【例1】下列说法正确的是 ()

- A. A、B 两点的电势差等于将正电荷从 A 点移到 B 点时电场力所做的功
- B. 电势差是一个标量，但是有正值与负值之分
- C. 由于电场力做功跟移动电荷的路径无关，所以电势差也跟移动电荷的路径无关，只跟这两点的位置有关
- D. A、B 两点的电势差是恒定的，不随零电势面的不同而改变，所以 $U_{AB} = U_{BA}$

【解析】从电势差的定义可知 A 项错误；从电势差的特性可知电势差是标量，有正负之分，B 项正确；从电场力做功的特性及电势差的定义可知两点间电势差只与两点间的位置有关，C 项正确；电势差可以反映出两点电势的高低， $U_{AB} = -U_{BA}$ ，故 D 项错误。选 BC。

2. 电势差的计算

电场力做功与路径无关，只与始末位置有关，故 $W_{AC} = W_{AB} + W_{BC}$ 。公式 $U_{AB} = W_{AB}/q$ 中各量应代入数值（带符号）计算。也可代入绝对值计算，求出电势差的绝对值。再由其他方法确定符号。

【例2】有一个带电荷量 $q = -3 \times 10^{-6} \text{ C}$ 的点电荷，从某电场中的 A 点移到 B 点，电荷克服静电力做 $6 \times 10^{-4} \text{ J}$ 的功，从 B 点移到 C 点，静电力对电荷做 $9 \times 10^{-4} \text{ J}$ 的功，问：

- (1) AB、BC、CA 间电势差各为多少？
- (2) 如以 B 点电势为零，则 A、C 两点的电势各为多少？电荷在 A、C 两点的电势能各为多少？

【解析】(1) 方法一：先求电势差的绝对值，再判断