



荣德基 总主编

在思维里顿悟
在理解中通透
在运用上熟练
——这就是点拨

特育名师

点拔®

用科学的CETC差距理论策划创作

新课标
高中物理

选修3-1 | 配人教版

吉林教育出版社



荣德基 总主编

骨干教师

点拔

新课标

高中物理选修3-1

(配人教版)

总主编:荣德基

本册主编:孟庆新

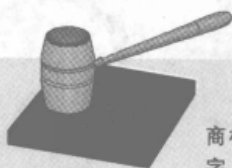
吉林教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

特高级教师点拨·高中物理. 3-1:选修/荣德基主编. —长春:吉林教育出版社, 2008. 1
ISBN 978-7-5383-5378-5

I. 特… II. 荣… 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(2007)第 203775 号



律 师 声 明

据读者投诉并经调查,近来发现某些出版社在出版书籍时假冒、盗用注册商标“典瑞”二字,或者使用与“典瑞”读音、外形相近、相似的其他文字。这种违背诚信原则,混淆视听,欺骗和误导读者的行为,不仅严重违反了《中华人民共和国商标法》等一系列法律法规,侵害了北京典点瑞泰图文设计有限责任公司及读者的合法权益,而且还违背了市场经济社会公平竞争的基本准则,严重扰乱了市场秩序。为此,本律师受北京典点瑞泰图文设计有限责任公司的委托,发表如下声明:

1. “典瑞”二字为专用权属于北京典点瑞泰图文设计有限责任公司的注册商标,核定的商标类别为第16类印刷出版物和第41类书籍出版,商标注册证号分别为:3734778和3734779。

2. 任何单位或者个人,未经北京典点瑞泰图文设计有限责任公司的书面许可使用,在书籍印制、出版时使用“典瑞”或者与此二字字形、字音相近、相似的其他文字为商标的,均属非法,北京典点瑞泰图文设计有限责任公司保留向任何一个印刷、出版、销售上述书籍的侵权人追究法律责任的权利。

3. 本律师同时提醒广大读者,购买书籍时请认准注册商标“典瑞”。

北京中济律师事务所

律师:段彦

侵权举报电话:(010) 67220969

2007年3月15日

特高级教师点拨·高中物理

荣德基 总主编

责任编辑 常德澍

装帧设计 典点瑞泰

出版 吉林教育出版社(长春市同志街1991号) 邮编 130021

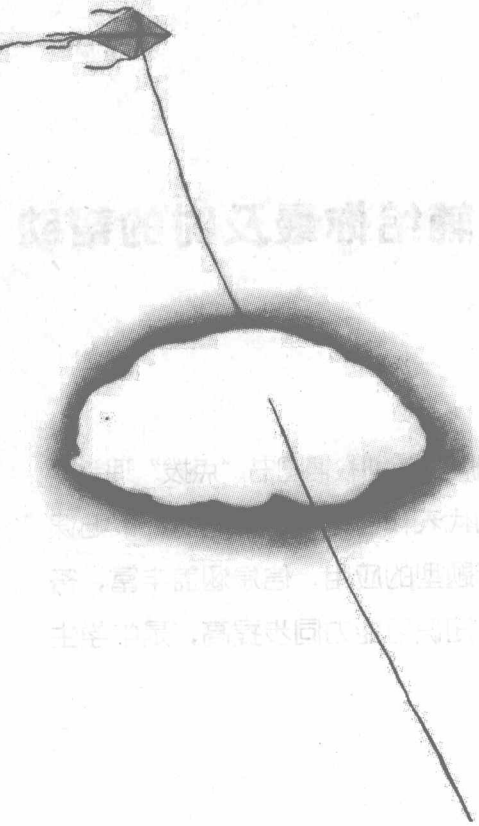
发行 吉林教育出版社

印刷 北京云浩印刷有限责任公司

开本 890×1240 16开本 33.75印张 字数 1016千字

版次 2008年1月第1版 2008年1月第1次印刷

定价 58.10元(全4册)



青春

青春是一首歌

这首歌，是五千年来飞天长袖中私藏的花瓣

这首歌，是雪山高原静立的清纯雪莲

这首歌，是山间缭绕的冬不拉的袅袅余音

这首歌，是《点拨》，有我优美的歌词，有你清澈的歌喉

青春是一段路

这段路，有“野火烧不尽，春风吹又生”的温暖情怀

这段路，有狂放的心境，有深沉的意志

这段路，有恢弘的想象，有奔放的性情

这段路，是《点拨》，是我的生命之泉，是你的火山喷发

青春是一本书

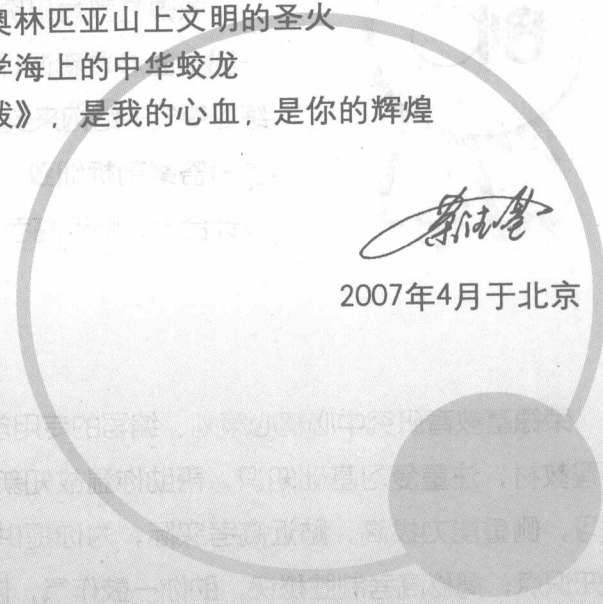
这本书，镌刻着不懈追求的夸父精神

这本书，浸透了大成殿前古柏的绿阴

这本书，燃烧了奥林匹亚山上文明的圣火

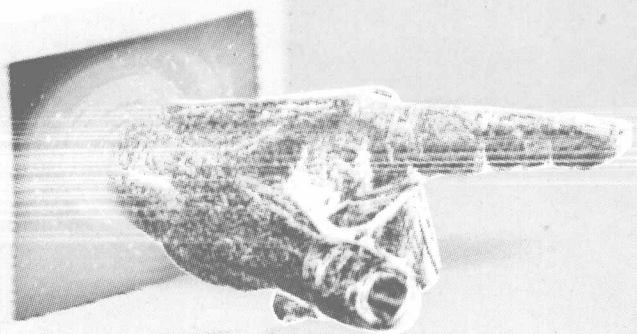
这本书，升腾了学海上的中华蛟龙

这本书，是《点拨》，是我的心血，是你的辉煌



陈永亮

2007年4月于北京



荣德基教辅特色

—— 荣德基教辅给你最及时的帮助

点 拨



荣德基教育研究中心倾力打造的核心品牌，首创教辅图书“点拨”理念，是最能体现荣德基CETC差距学习理论的代表作。该书讲练结合，紧贴课程标准，注重对知识点的归纳总结，对新题型的应用，信息涵盖丰富，答案点拨精准到位。基础与拔高双向并重，知识与能力同步提高，是中学生在听课、练习、考试中的必备图书。

典 中 点



荣德基教育研究中心的经典作品。与《点拨》并驾齐驱，同为教辅市场的著名品牌。该书以“荣德基CETC差距学习法”为创新之魂，高屋建瓴，题型丰富，梯度分明，难易适当，处处闪现新课标之精华，注重对学习方法与学习技巧的提升，在回顾中提升，在检测中提升。真正让学生知在书中、行在书中、乐在书中！

剖 析



荣德基教育研究中心的得力之作，是学生学习的特色知识素材库，是一部全面渗透新课标理念的教辅书。板块按“基础篇、应用篇、拔高篇、练习篇”的结构来安排，构建了科学严密的学习体系，步步为营，节节拔高。参考答案剖析细致，思路清晰，突破难点，总结规律。单元（章）检测卷设计合理，贴近高考，使学生及时找出差距，消灭差距，提高自我。

《点拨高考》

荣德基教育研究中心精心策划、编写的专用备考图书，第一轮依托课本，梳理教材，注重复习基础知识，帮助你温故知新，激活记忆。第二轮专题练习，侧重能力拔高，贴近高考实际，为你提供丰富的资源，全面解析高考知识点，揭秘高考制胜秘诀，助你一鼓作气，信心饱满，决战高考。



点 拨 高 考

目录

第1章 静电场

第1节 电荷及其守恒定律	1	第7节 闭合电路的欧姆定律	51
第2节 库仑定律	3	第8节 多用电表	54
第3节 电场强度	6	第9节 实验:测定电池的电动势和内阻	58
第4节 电势能和电势	10	第10节 简单的逻辑电路	63
第5节 电势差	14	本章复习	67
第6节 电势差与电场强度的关系	17	第2章过关测试题	69
第7节 静电现象的应用	20	选修3-1 第一阶段测试题	72
第8节 电容器的电容	23		
第9节 带电粒子在电场中的运动	26		
本章复习	31		
第1章过关测试题	33		

第2章 恒定电流

第1节 电源和电流	35		
第2节 电动势	37		
第3节 欧姆定律	40		
第4节 串联电路和并联电路	42		
第5节 焦耳定律	46		
第6节 电阻定律	49		

第3章 磁场

第1节 磁现象和磁场	74		
第2节 磁感应强度	78		
第3节 几种常见的磁场	79		
第4节 磁场对通电导线的作用力	82		
第5节 磁场对运动电荷的作用力	85		
第6节 带电粒子在匀强磁场中的运动	89		
本章复习	94		
第3章过关测试题	96		
选修3-1 模块过关测试题	99		
参考答案及点拨	101		



第1章 静电场

第1节 电荷及其守恒定律

I. 阅读教材 整合提炼

一、电荷

1. 概念:自然界中共有两种电荷,即 正电荷 和 负电荷,其作用的基本特点是:同种电荷相互接近则 排斥,异种电荷相互接近则 吸引。
2. 使物体起电的方法有三种,即 摩擦起电、接触起电、感应起电,其实质都是 电荷的转移。
- (1)摩擦起电:当两个物体互相摩擦时,一些束缚得不紧的电子往往从一个物体转移到另一个物体,于是原来电中性的物体由于得到电子而带 负电,失去电子的物体则带 正电。
- (2)感应起电:当一个带电体靠近导体时,由于电荷间相互吸引或排斥,导体中的自由电荷便会趋向或远离带电体,使导体靠近带电体的一端带 异种电荷,远离的一端带 同种电荷,这种现象叫 静电感应。利用静电感应使金属导体带电的过程叫 感应起电。
- (3)接触起电:一个带电物体如果接触另一个导体,电荷会转移到这个导体上,使这个导体也带电,这种现象称为 接触起电。

二、电荷守恒定律

1. 无数事实表明,电荷既不能创造,也不能消灭,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,在转移过程中,电荷的总量 保持不变。这个结论叫做电荷守恒定律。
电荷守恒定律也可表述为:一个与外界没有电荷交换的系统,电荷的代数和总是保持不变的。
2. 在一定条件下,电荷是可以产生和湮没的,但电荷的代数和不变。如一对正、负电子可以同时湮没,转化为光子。
3. 电荷守恒定律是自然界重要的基本规律之一。

三、元电荷

1. 电荷量:又叫电量,它表示了电荷的多少,其单位是 库仑,简称为 库,用 C 表示。
2. 元电荷:最小的电荷量叫做 元电荷,用 e 表示,则 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。
3. 比荷:即电荷量与质量的比,电子的比荷为 $\frac{e}{m_e} = \frac{1.6 \times 10^{-19}}{0.91 \times 10^{-30}} \text{ C/kg}$ 。

你答对了吗?

一、1. 正电荷;负电荷;互相排斥;互相吸引

2. 摩擦起电;接触起电;感应起电;电子的转移;负电;正电;异种电荷;同种电荷;静电感应;感应起电;接触起电

二、1. 保持不变

三、1. 库仑;库;C

2. 元电荷; $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

3. $1.76 \times 10^{11} \text{ C/kg}$

II. 预习效果评估

(101)

1. 毛皮与橡胶棒摩擦后,毛皮带正电,这是因为()
A. 毛皮上的一些电子转移到橡胶棒上了
B. 毛皮上的一些正电荷转移到橡胶棒上了
C. 橡胶棒上的一些电子转移到毛皮上了
D. 橡胶棒上的一些正电荷转移到毛皮上了
2. 如图 1-1-1 所示的是一个带正电的验电器,当一个金属球 A 靠近验电器上的金属小球 B 时,验电器中金属箔片的张角减小,则()
A. 金属球 A 可能不带电
B. 金属球 A 一定带正电
C. 金属球 A 可能带负电
D. 金属球 A 一定带负电

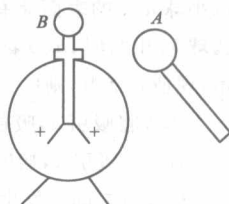


图 1-1-1

III. 重难点探究

一、接触带电的电荷分配规律

有两个完全相同的金属球 a 、 b , 让 a 带电量为 Q , b 不带电, 若 a 、 b 接触, 可以认为两球均分原来的电荷, 这时 a 、 b 均带 $\frac{Q}{2}$ 的电荷; 如果 a 、 b 两球开始带异种电荷, 当它们接触时, 先进行电中和, 再均分。

二、辨析“中性”和“中和”

“中性”和“中和”是两个完全不同的概念, “中性”是指原子或物体所带的正电荷和负电荷在数量上相等, 对外不显电性, 表现为不带电的状态。可见, 任何不带电的物体, 实际上其中都有等量的异种电荷。 “中和”是指两个带等量异种电荷的物体相互接触时, 由于正负电荷间的吸引作用, 电荷发生转移, 最后都达到中性状态的一个过程。

三、验电器的构造及作用

验电器构造如图 1-1-2 所示, 图中上部是一个金属板(也有用金属球的), 它和金属杆相接, 金属杆穿过橡皮塞, 其下端挂两片极薄的金箔, 封装在玻璃瓶内, 检验时, 把物体与金属板接触, 如果物体带电, 就有一部分电荷传到两片金箔上, 金箔由于带了同种电荷, 彼此排斥而张开, 所带的电荷越多, 张开的角度越大; 如果物体不带电, 则金箔不动。当已知物体带电时, 若要识别它所

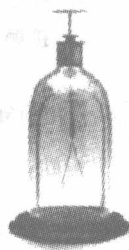


图 1-1-2

带电荷的种类,只要先把带电体与金属球接触一下,使金箔张开,然后,再用已知的带足够多正电的物体接触验电器的金属板,如果金箔张开的角度更大,则表示该带电体所带的电荷为正的;反之,如果金箔张开的角度减小,或先闭合而后张开,则表示带电体所带的电荷是负的。

以上事实意味着,带电体在增加同种电荷时,电荷的量值增大;带电体在增加异种电荷时,电荷的量值减小。因此,人们通常将正、负电荷分别表示为正值和负值。例如,将带有等量异种电荷的物体相接触,它们所带正、负电荷之代数和为零,表现为对外的电效应相互抵消,就如不带电一样。这时,它们呈电中性。这种现象叫做电中和。

IV. 出题角度归纳 体验创新

出题角度一

静电感应的理解及应用

【例1】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1-1-3所示,现使 b 带电,则()

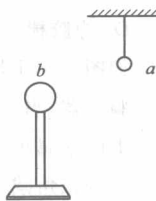


图 1-1-3

- A. b 将吸引 a , 吸住后不放开
- 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

解 B b 球带电后,使 a 产生静电感应,感应的结果是 a 靠近 b 的一侧出现与 b 异种的感应电荷,远离 b 的一侧出现与 b 同种的感应电荷。虽然 a 上的感应电荷等量异号,但因为异种电荷离 b 更近,所以, b 对 a 的电场力为引力。当 b 吸引 a 使两者接触后,由于接触带电, b 、 a 又带上同种电荷,有斥力作用,因而又把 a 排斥开,所以 B 正确。

→ 题眼点拨 分析此类题需将静电感应知识、电荷间的作用特点结合起来,综合分析。

→ 类题解法揭示 1. 熟记电荷间相互作用规律是正确求解的前提。

2. 适当结合力学有关知识,如力的平衡等知识。

→ 小试牛刀 (101)

1. 有一个质量很小的小球 A ,用绝缘细线悬挂着,当用毛皮摩擦过的硬橡胶棒 B 靠近它时,看到它们互相吸引,接触后又互相排斥,则下列说法正确的是()

- A. 接触前, A 、 B 一定带异种电荷
- B. 接触前, A 、 B 可能带有异种电荷
- C. 接触前, A 球一定不带任何电荷
- D. 接触后, A 球一定带电荷

出题角度二

电荷守恒定律的理解

【例2】有两个完全相同的带电金属小球 A 、 B ,分别带有电荷量 $Q_1 = 6.4 \times 10^{-9} \text{ C}$, $Q_2 = -3.2 \times 10^{-9} \text{ C}$,让两金属小球接触,在接触过程中,电子如何转移并转移了多少?

解 当两小球接触时,电荷量少的负电荷先被中和,剩余的

正电荷再重新分配。由于两小球完全相同,剩余的正电荷必被均分,即接触后两小球带电荷量相等。

$$Q'_A = Q'_B = (Q_A + Q_B)/2 = \frac{6.4 \times 10^{-9} - 3.2 \times 10^{-9}}{2} \text{ C} = 1.6 \times$$

10^{-9} 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,共转移的电子电荷量为

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

$$\text{转移的电子数 } n = \frac{\Delta Q}{e} = \frac{4.8 \times 10^{-9}}{1.6 \times 10^{-19}} = 3.0 \times 10^{10} (\text{个}).$$

→ 题眼点拨 本题求解的关键是正确理解电荷守恒定律的含义。

→ 类题解法揭示 在接触起电中,当两导体带不等量异种电荷时,先中和,然后将剩余的电荷重新分配。如果两导体的形状和大小相同,剩余电荷将平均分配,如果两导体的形状和大小不同,电荷不再平均分配,高中阶段不考虑此种情况。

→ 类题易错点揭示 三种起电方式易混淆。其异同点是:(1)相同点:实质相同,都是电子的转移;(2)不同点:摩擦起电和接触起电两物体必须接触,而感应起电两物体只需靠近。

→ 小试牛刀 (101)

2. 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. 此接触起电过程并不一定遵循电荷守恒定律

V. 巩固提升 评估反馈

A 组 教材针对性训练 (101)

一、选择题

1. 下列说法正确的是()

- A. 电子和质子都是元电荷
- B. 存在一个带电体,它的电荷量为 205.5 倍的元电荷
- C. 元电荷是最小的带电单位
- D. 元电荷没有正、负之分

2. 导体 A 带 $5Q$ 的正电荷,另一完全相同的导体 B 带 $-Q$ 的负电荷,将两导体接触一会儿后再分开,则 B 导体的电荷量为()

- A. $-Q$
- B. Q
- C. $2Q$
- D. $4Q$

二、填空题

3. 把电荷移近导体,可以使导体靠近电荷的部分_____,这种现象叫静电感应;感应起电是使物体中的正负电荷_____,使电荷从物体的一部分_____到另一部分。

三、解答题

4. 外形完全相同的小球 A 、 B 各带同种电荷 q_1 、 q_2 ,两者接触后



再分开,每个小球的电荷量是多少?若两者带异种电荷 q_1 , q_2 ,则接触后再分开,每个小球带电量大小是多少?

B 组 能力提升训练 (101)

5. 下面关于电现象的叙述,正确的是()
- A. 玻璃棒无论与什么物体摩擦都带正电,橡胶棒无论与什么物体摩擦都带负电
- B. 摩擦可以起电,是普遍存在的现象,相互摩擦的两个物体同时带等量的异种电荷
- C. 带电现象的本质是电子的转移,呈电中性的物体得到电子就一定显负电性,失去电子就一定显正电性
- D. 摩擦起电的过程,是通过摩擦创造等量异种电荷的过程
6. 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,它们带的电荷量如下表所示,表中 e 为元电荷。

	π^+	π^-	u	d	$\bar{u}$	$\bar{d}$
带的电荷量	$+e$	$-e$	$+\frac{2}{3}e$	$-\frac{1}{3}e$	$-\frac{2}{3}e$	$+\frac{1}{3}e$

- 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
7. A、B、C 三个塑料小球, A 和 B, B 和 C, C 和 A 之间都互相吸引,如果 A 球带正电,则()
- A. B、C 球都带负电
- B. B 球带负电, C 球带正电
- C. B、C 球中必有一个带负电,另一个不带电
- D. B、C 球都不带电
8. 关于元电荷,下列说法中正确的是()

- A. 元电荷实质上是指电子和质子本身
- B. 所有带电体的电荷量一定等于元电荷的整数倍
- C. 元电荷的值通常取 $e=1.60\times 10^{-19}\text{C}$
- D. 电荷量 e 的数值最早是由美国物理学家密立根用实验测得的
9. 如图 1-1-4 所示,在带电荷量为 $+Q$ 的带电体 C 右侧有两个相互接触的不带电的金属导体 A 和 B,均放在绝缘支座上。若先将 C 移走,再把 A、B 分开,则 A _____ 电, B _____ 电;若先将 A、B 分开,再移走 C,则 A _____ 电, B _____ 电。

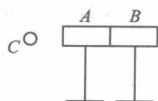


图 1-1-4

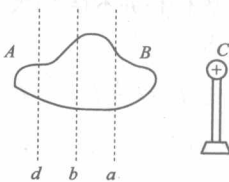


图 1-1-5

10. 如图 1-1-5 所示,左边是一个原先不带电的导体,右边 C 是后来靠近导体的带正电金属球,若用绝缘工具沿图示某条虚线将导体切开,分导体为 A、B 两部分,这两部分所带电量的数值分别为 Q_A 、 Q_B ,则下列结论正确的有()
- A. 沿虚线 d 切开, A 带负电, B 带正电,且 $Q_B > Q_A$
- B. 只有沿虚线 b 切开,才有 A 带正电, B 带负电,并 $Q_B = Q_A$
- C. 沿虚线 a 切开, A 带正电, B 带负电,且 $Q_B > Q_A$
- D. 沿任意一条虚线切开,都有 A 带正电, B 带负电,而 Q_A 、 Q_B 的值与所切的位置有关

C 组 触摸高考 (101)

11. (2006, 北京理综, 6 分) 使带电的金属球靠近不带电的验电器, 验电器的箔片张开。图 1-1-6 中表示验电器上感应电荷的分布情况, 正确的是()

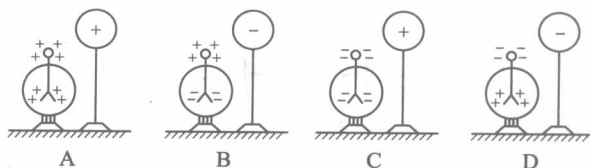


图 1-1-6

第2节 库仑定律

I. 阅读教材 整合提炼

一、库仑定律

1. 库仑定律: 真空中两个静止点电荷之间的相互作用力, 与它们的电荷量的乘积成 _____, 与它们的距离的二次方成 _____, 作用力的方向在它们的 _____。

说明: (1) 电荷间的相互作用力称为静电力或库仑力。

- (2) 库仑定律适用于真空中两个静止的点电荷, 在空气中也 _____。

- (3) 空间中有多个电荷时, 某电荷受的静电力是其他所有电荷单独对其作用的静电力的 _____。

2. 点电荷: 当带电体间的距离比它们自身的大小大得多, 以致带电体的形状、大小及电荷分布情况对它们之间相互作用力的影响可以 _____ 时, 这样的带电体就可以看作带电的点, 叫做点电荷。

特点: (1) 点电荷是只有电荷量, 没有大小、形状的理想化模型, 类似于力学中的质点, 实际中 _____。

(2) 一个带电体能否看作点电荷, 是相对于具体问题而言的, 不能单凭其 _____ 确定。

二、库仑的实验

1. 用库仑扭秤做实验时, 改变两个球之间的距离, 记录每次悬丝扭转的角度, 便可找到力 F 与距离 r 的关系: 力 F 与距离 r 的

二次方成_____，即 $F \propto \frac{1}{r^2}$ 。

2. 电荷间的作用力与电荷量的关系：力 F 与 q_1 和 q_2 的乘积成_____，即 $F \propto q_1 q_2$ ，库仑定律的表达式_____。

说明：(1)在国际单位制中，电荷量的单位是库仑(C)，力的单位是_____，距离的单位是_____。

(2) k 是静电力常量 $k = \underline{\hspace{2cm}}$ ，其意义是两个电荷量为1C的点电荷，在真空中相距1m时，相互作用力是_____N。

你答对了吗？

一、1. 正比；反比；连线上；近似成立；矢量和

2. 忽略不计；并不存在；大小和形状

二、1. 反比

2. 正比； $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ ；牛顿(N)；米(m)； $9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ ； 9.0×10^9

II. 预习效果评估 (101)

1. 下面关于点电荷的说法正确的是()

A. 点电荷可以是带电荷量很大的带电体

B. 带电体体积很大时不能看成点电荷

C. 点电荷带的电荷量可能是 $2.56 \times 10^{-20} \text{ C}$

D. 大小和形状对作用力影响可以忽略的带电体可以看作点电荷

2. 有两个半径为 r 的金属球，相距为 l (l 不满足远大于 r)，带电荷量分别为 Q_1 、 Q_2 ，如图1-2-1所示，则它们之间的静电力()

A. $k \frac{Q_1 Q_2}{(l+2r)^2}$

B. 大于 $k \frac{Q_1 Q_2}{(l+2r)^2}$

C. 小于 $k \frac{Q_1 Q_2}{(l+2r)^2}$

D. 无法确定

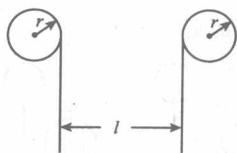


图 1-2-1

3. 两个放在绝缘架上的相同金属球相距 d ，球的半径比 d 小得多，两球分别带 q 和 $3q$ 的同种电荷，相互斥力为 $3F$ 。现将这两个金属球接触，然后分开，仍放回原处，则它们的相互斥力将变为()

A. 0

B. F

C. $3F$

D. $4F$

4. 两个质量相同的带正电的小球 a 、 b ， a 球所带电荷量比 b 球大，放在光滑的水平绝缘板上，相距一定的距离，若同时释放两球，它们的加速度大小()

A. a 大

B. b 大

C. 一样大

D. 无法比较

III. 重难点探究

一、库仑定律的再理解

由库仑定律表达式 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 可以得到：当两个电荷之间的距离 $r \rightarrow 0$ 时，电荷之间的库仑力 $F \rightarrow \infty$ ，这显然不可能的。库仑

定律的适用条件是真空中的点电荷，也就是说，只有真空中的两个点电荷之间才满足 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 这个式子，当 $r \rightarrow 0$ 时，虽然从数学上会得出 $F \rightarrow \infty$ 的结论，但是它忽视了表达式成立的条件。当 $r \rightarrow 0$ 时，两个电荷已经不能看成是点电荷了，也就不能运用库仑定律计算两电荷之间的相互作用力了。

二、万有引力定律和库仑定律的对比

两个规律极具相似性，但本质不同，万有引力是物体间的相互吸引力，库仑力既能是吸引力又能是排斥力。前者在天体间表现明显，后者在微观带电粒子间表现明显。

(1)适用条件极其相似，前者是质点后者是点电荷。

(2)都是场力，都是通过场来传递的，前者是引力场，后者是电场。

IV. 出题角度归纳 体验创新

出题角度一

静电力与万有引力的比较

【例1】两个带电小球，质量都是1kg，带的电荷量都为 $2.0 \times 10^{-5} \text{ C}$ ，相隔较远，以至于两球可看作点电荷，试求它们之间的静电力与万有引力之比。

$$\text{解：} \frac{F_{\text{电}}}{F_{\text{引}}} = \frac{k \frac{q_1 q_2}{r^2}}{G \frac{m_1 m_2}{r^2}} = \frac{k q^2}{G m^2} = \frac{9 \times 10^9 \times (2.0 \times 10^{-5})^2}{6.67 \times 10^{-11} \times 1^2} =$$

5.4×10^{10} 。

可见，对于一般的带电体，静电力比万有引力大得多，万有引力也可忽略不计。

→ 题眼点拨：因为两球都可看作点电荷，所以可以直接应用库仑定律和万有引力定律计算静电力和万有引力。

→ 类题解法揭示：一般带电体受的重力通常都比较大，所以不能忽略，而一些粒子像电子、质子、原子核等，因为其本身质量非常小，而与地球之间的万有引力也很小，所以受到的重力往往可忽略不计。

→ 小试牛刀 (101)

1. 设一星球带负电，一电子粉尘悬浮在距星球表面1000km的地方，若将同样的电子粉尘带到距星球表面2000km的地方并相对于该星球无初速释放，则此电子粉尘()

A. 向星球下落

B. 仍在原处悬浮

C. 推向太空

D. 无法判断

出题角度二

库仑定律与力的平衡的综合考查

【例2】两个电荷量分别为 Q 和 $4Q$ 的负电荷 a 、 b ，在真空中相距为 l ，如果引入另一个点电荷 c ，正好能使这三个电荷都处于静止状态，试确定电荷 c 的位置、电性及它的电荷量。

解：依题意作图，如图1-2-2所示，

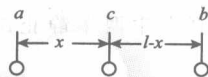


图 1-2-2

设电荷 c 与 a 相距为 x ，则 b 与 c 相距为 $l-x$ ， c 的电荷量



为 q_c 。

对电荷 c , 其所受的库仑力的合力为零, 即 $F_a = F_b$ 。

根据库仑定律有: $k \frac{q_c Q}{x^2} = k \frac{q_c 4Q}{(l-x)^2}$,

解得: $x_1 = \frac{1}{3}l, x_2 = -l$ 。

由于 a, b 均为负电荷, 只有当电荷 c 处于 a, b 之间时, 其所受库仑力才可能方向相反, 合力为零, 因此 $x_2 = -l$ 舍去。

三个电荷都处于静止状态, 即 a, b 电荷所受静电力的合力为零, 对 a 来说, b 对它的作用力是向左的斥力, 所以 c 对 a 的作用力应是向右的引力, 这样, 可以判定电荷 c 的电性必定为正。

又由 $F_a = F_b$, 得 $k \frac{q_c Q}{(\frac{l}{3})^2} = k \frac{4Q^2}{l^2}$, 即 $q_c = \frac{4}{9}Q$ 。

【题眼点拨】解此类题时的分析求解要综合考虑库仑定律, 电荷间相互作用特点、力的平衡等知识。

【类题解法揭示】带电体平衡问题的分析方法与前面力学中物体的平衡分析方法一样, 应先分析物体的受力情况, 再根据物体平衡条件解决问题。

【类题易错点揭示】求解此类题要防止顾此失彼, 应全面考虑电性及平衡条件。学生易错之处是考虑问题不全面。

【小试牛刀】(101)

2. 在空间 A, B 两点分别固定正电荷 q_1 和负电荷 q_2 , 且 q_1 所带电荷量比 q_2 所带电荷量要多, 若引入第三个电荷 q_3 , 且使该点电荷处于平衡状态, 则()

- A. q_3 仅有一个平衡位置
- B. q_3 有两个平衡位置
- C. q_3 只能带负电荷
- D. q_3 可能带正电荷, 也可能带负电荷

出题角度三

巧用割补法

【例3】一半径为 R 的绝缘球壳上均匀地带有电荷量为 $+Q$ 的电荷, 另一电荷量是 $+q$ 的点电荷放在球心 O 上, 由于对称性, 点电荷受力为零, 现在球壳上挖去半径为 $r (r \ll R)$ 的一个小孔, 则此时位于球心的点电荷所受到力的大小为多少? 方向如何? (已知静电力常量为 k)

解: 如图 1-2-3 所示, 由于球壳上带电均匀, 原来每条直径两端相等的一小块圆面上的电荷对球心点电荷的力互相平衡。现在球壳上 A 处挖去半径为 r 的小圆孔后, 其他直径两端电荷对球心点电荷的力仍互相平衡, 则点电荷所受合力就是与 A 相对的 B 处, 半径也等于 r 的一小块圆面上电荷对它的力 F 。

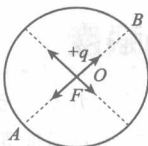


图 1-2-3

B 处这一小块圆面上的电荷量为: $q_B = \frac{\pi r^2}{4\pi R^2} Q = \frac{r^2}{4R^2} Q$,

由于半径 $r \ll R$, 可以把它看成点电荷。根据库仑定律, 它对中心点电荷的作用力大小为:

$$F = k \frac{q_B q}{R^2} = k \frac{\frac{r^2}{4R^2} Q q}{R^2} = \frac{k q Q r^2}{4R^4},$$

其方向由球心指向小孔中心。

儿童相见不相识, 笑问客从何处来。

【题眼点拨】本题求解时灵活运用了对称的思想及近似的处理方法。

【类题解法揭示】本题两处用到了近似: (1) 挖去小圆孔后, 认为电荷在球壳上的分布不改变; (2) 把 B 处圆面上的电荷看成点电荷, 这也是解决物理问题的基本方法之一。

V. 巩固提升 评估反馈

A 组教材针对性训练 (101)

一、选择题

1. 如图 1-2-4 所示, 大小可以不计的带有同种电荷的小球 A 和 B 互相排斥, 静止时两球位于同一水平面, 绝缘细线与竖直方向的夹角分别为 α 和 β , 且 $\alpha < \beta$, 由此可知()

A. B 球带的电荷量较多

B. B 球质量较大

C. B 球受的拉力较大

D. 两球接触后, 再静止下来, 两绝缘线与竖直方向的夹角变为 α', β' , 则仍有 $\alpha' < \beta'$

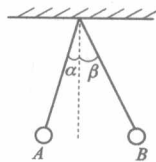


图 1-2-4

2. 如图 1-2-5 所示, 竖直绝缘墙壁上的 Q 处有一个固定的质点 A 。在 Q 的正上方 P 点用绝缘细线悬挂着另一个质点 B 。 A, B 两质点因带同种电荷而相斥, 致使悬线与竖直方向成 θ 角, 由于存在缓慢的漏电使 A, B 两质点的带电荷量逐渐减少, 在电荷漏完之前细线对 P 点的拉力大小将()

A. 保持不变

B. 先变小后变大

C. 逐渐减小

D. 逐渐增大

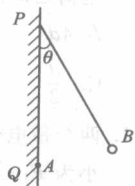


图 1-2-5

二、填空题

3. 如图 1-2-6 所示, q_1, q_2, q_3 分别表示在一条直线上的三个点电荷, 已知 q_1 与 q_2 之间的距离为 l_1 , q_2 与 q_3 之间的距离为 l_2 , 且每个电荷都处于平衡状态。

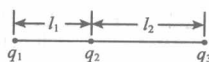


图 1-2-6

(1) 如果 q_2 为正电荷, 则 q_1 为 _____ 电荷, q_3 为 _____ 电荷。

(2) q_1, q_2, q_3 三者所带电荷量大小之比是 _____。

三、解答题

4. 如图 1-2-7 所示, 一个挂在绝缘细线下端的带正电的小球 B , 静止在图示位置, 若固定的带正电小球 A 的电荷量为 Q , B 球的质量为 m , 带电荷量为 q , $\theta = 30^\circ$, A 和 B 在同一条水平线上, 整个装置处于真空中, 求 A, B 两球间的距离。

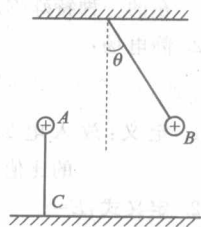


图 1-2-7

5. 如图 1-2-8 所示, A、B 是带等量同种电荷的小球, A 固定在竖直放置的 10cm 长的绝缘杆上, B 静止于倾角为 30° 的绝缘光滑斜面上, 此时, B 球恰与 A 球等高, 若 B 球的质量为 $30\sqrt{3}\text{g}$, 则 B 球带电荷量是多少? (g 取 10m/s^2)

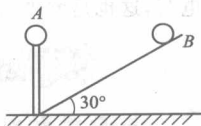


图 1-2-8

$$\text{解得 } q_1 = \frac{1}{2} (a \pm \sqrt{a^2 - 4b}) = \frac{1}{2} (3 \times 10^{-8} \pm \sqrt{9 \times 10^{-16} - 4 \times 10^{-16}}) \text{C}.$$

根号中的数值小于 0, 但经检查, 运算无误。试指出求解过程中存在的问题并给出正确的答案。

9. 长为 L 的绝缘细线下系一带正电的小球 A, 其带电量为 Q , 悬于 O 点, 如图 1-2-9 所示, 当在 O 点另外固定一个带正电荷的小球 B 时, 如果 A 球在最低点静止, 则细线拉力是 A 球重力 mg 的两倍。现将 A 球拉至图中位置 ($\theta = 60^\circ$), 放开 A 球让它摆动 (两球可视为质点), 问:

(1) 固定在 O 处的小球 B 的带电荷量为多少?

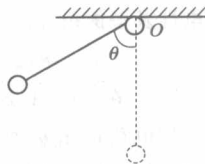


图 1-2-9

(2) 摆球回到最低点时悬线拉力为多大?

B 组能力提升训练 (102)

6. 两点电荷相距为 d , 相互作用力为 F ; 保持两点电荷电量不变, 改变它们之间的距离, 使之相互作用力大小变为 $4F$, 则两电荷之间的距离应变为 ()
- A. $4d$ B. $2d$
- C. $\frac{d}{2}$ D. $\frac{d}{4}$
7. 两个带电金属球, 当它们带同种电荷时, 它们之间的作用力大小为 F_1 ; 当它们带异种电荷且电荷量与前相同, 距离与前相同时, 它们之间的作用力大小为 F_2 , 则 ()
- A. $F_1 = F_2$ B. $F_1 < F_2$
- C. $F_1 > F_2$ D. 不能确定
8. “真空中两个静止点电荷相距 10cm”, 它们之间的相互作用力大小为 $9 \times 10^{-4} \text{N}$. 当它们合在一起时, 成为一个带电荷量为 $3 \times 10^{-8} \text{C}$ 的点电荷。问原来两电荷的带电荷量各为多少?

某同学求解如下:

$$\text{根据电荷守恒定律: } q_1 + q_2 = 3 \times 10^{-8} \text{C} = a \quad \text{①},$$

$$\text{根据库仑定律: } q_1 q_2 = \frac{r^2}{k} \cdot F = \frac{(10 \times 10^{-2})^2}{9 \times 10^9} \times 9 \times 10^{-4} \text{C}^2 = 1 \times 10^{-15} \text{C}^2 = b \quad \text{②},$$

$$\text{将②以 } q_2 = b/q_1 \text{ 代入①式得: } q_1^2 - aq_1 + b = 0.$$

第3节 电场强度

I. 阅读教材 整合提炼

一、电场的概念

1. 在电荷的周围存在着由它产生的电场, 电场是在电荷周围存在的一种特殊物质, 它的性质是传递电荷间的 _____。
2. 静电场: _____ 电荷产生的电场叫静电场。

二、电场强度

1. 定义: 放入电场中某点的电荷所受的静电力 F 跟它的 _____ 的比值, 叫做该点的电场强度。
2. 定义式: $E = \frac{F}{q}$ 。
3. 国际单位: 牛/库 (N/C), 伏/米 (V/m)。
4. 物理意义: 描述电场 _____ 的物理量, 与试探电荷受到的静

电力大小无关。

5. 电场强度既有大小, 又有方向, 是 _____。

三、点电荷的电场, 电场强度的叠加

1. 点电荷的电场

(1) 公式: $E = \frac{kQ}{r^2}$ 。

(2) 方向: 如果以 Q 为中心, r 为半径作一球面, 则球面上各点的电场强度大小相等, 当 Q 为正电荷时, E 的方向沿半径 _____, 当 Q 为负电荷时, E 的方向沿半径 _____。

2. 电场强度的叠加

(1) 电场中某点的电场强度为各个点电荷单独在该点产生的电场强度的 _____, 这种关系叫做电场强度的叠加。

(2) 比较大的带电体的电场, 可把带电体分做若干小块, 每小块



看成点电荷,用点电荷电场叠加的方法计算带电体的电场。

- (3)电场的可叠加性也是电场与普通物质的重要区别,场强的叠加本质是矢量叠加,所以应该用_____定则计算。

四、电场线

1. 电场线是画在电场中的一条条有_____的曲线,曲线上每点的切线方向表示该点的电场强度方向。

2 电场线的特点:

- (1)电场线从正电荷或无限远出发,终止于_____。
- (2)电场线在电场中不_____,不_____,这是因为在电场中任意一点的电场强度不可能有两个方向。
- (3)在同一幅图中,电场强度较大的地方电场线较_____,电场强度较小的地方电场线较_____,因此可以用电场线的疏密来表示电场强度的相对大小。
- (4)几种常见电场的电场线如图 1-3-1 所示。

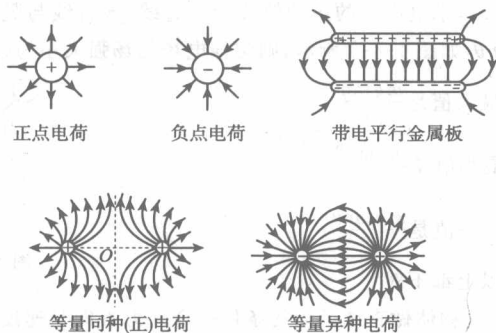


图 1-3-1

五、匀强电场

1. 电场中各点电场强度的大小_____,方向_____,这个电场叫匀强电场。
 2. 匀强电场的电场线是间隔相等的_____。
- 你答对了吗?
- 一、1. 相互作用 2. 静止
- 二、1. 电荷量 q 2. $\frac{F}{q}$ 4. 力的性质 5. 矢量
- 三、1. $k\frac{Q}{r^2}$; 向外; 向内 2. 矢量和 3. 平行四边形
- 四、1. 方向 2. 无限远或负电荷; 相交; 闭合; 密; 疏
- 五、1. 相等; 相同 2. 平行线

II. 预习效果评估

(102)

1. 电场中有一点 P , 下列说法中正确的是()
 - A. 若放在 P 点的电荷量减半, 则 P 点的场强减半
 - B. 若 P 点没有放电荷, 则 P 点场强为零
 - C. P 点场强越大, 则同一电荷在 P 点受到的电场力越大
 - D. P 点在场强方向与放在该点的电荷的受力方向相同
2. 关于电场线的说法中, 正确的是()
 - A. 电场线既能描述电场的方向, 也能描述电场的强弱
 - B. 电场线就是带电粒子在电场中运动的轨迹
 - C. 电场线是人们为了使电场形象化而假设的从正电荷出发至负电荷终止的曲线, 它不是实际存在的线
 - D. 电场线是假设出来的一组曲线(或直线), 所以它不能用实验方法来模拟

孤帆远影碧空尽, 唯见长江天际流。

3. 把质量为 m 的正点电荷 q 从电场中静止释放, 在它运动的过程中, 如果不计重力, 下面说法正确的是()

- A. 点电荷的运动轨迹必定和电场线重合
- B. 点电荷的速度方向, 必定和所在点的电场线的切线方向一致
- C. 点电荷的加速度方向, 必定和所在点的电场线的切线方向垂直
- D. 点电荷的受力方向, 必定和所在点的电场线的切线方向一致

III. 重难点探究

一、电场线与带电粒子在电场中的运动轨迹的关系

如果电场线是直线, 且带电粒子初速度为零或初速度方向在这条直线上, 那么带电粒子的受力与其速度在一条直线上, 带电粒子做加速直线运动或减速直线运动, 运动轨迹和电场线重合。

如果电场线是条直线, 带电粒子有一定的初速度且初速度方向不在这条直线上, 那么带电粒子在运动过程中速度方向要向着受力方向改变, 其轨迹是曲线。

如果电场线是曲线, 无论带电粒子是否有初速度, 由于其受力方向在不断发生改变, 带电粒子由于惯性, 其运动速度方向不可能每时每刻都与受力方向一致, 所以其轨迹一定不与电场线重合。

总之, 电场线是为了形象地描述电场而引入的假想曲线, 规定电场线上每点的切线方向为该点的场强方向, 即在该点受力产生加速度的方向, 电场线与运动轨迹不能混为一谈, 不能认为电场线就是带电粒子在电场中运动的轨迹。

二、两个场强公式 $E = \frac{F}{q}$ 和 $E = k\frac{Q}{r^2}$ 的比较

$E = k\frac{Q}{r^2}$ 适用于真空中点电荷产生的电场, 式中的 Q 是场源

电荷的电荷量, E 与场源电荷 Q 密切相关; $E = \frac{F}{q}$ 是场强的定义式, 适用于任何电场, 式中的 q 是试探电荷的电荷量, E 与试探电荷的电荷量 q 无关。

在点电荷 Q 的电场中不存在 E 相同的两个点, 两点在以 Q 为圆心的同一个圆周上时, E 的大小相等但方向不同; 两点在以 Q 为圆心的同一半径上时, E 的方向相同而大小不等。

IV. 出题角度归纳 体验创新

出题角度一

$E = \frac{F}{q}$ 与 $E = k\frac{Q}{r^2}$ 的比较

【例 1】下列说法中, 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. $E = \frac{kQ}{r^2}$ 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

解:B、D 因为电场强度是矢量,有方向,故 A 错误; $E=\frac{kQ}{r^2}$

仅适用于真空中点电荷形成的电场,B 正确;电场强度的方向就是放入电场中的正电荷受到的电场力的方向,C 错误;电场中某点的场强仅由电场本身决定,与试探电荷无关,故 D 正确。

题眼点拨:本题的分析关键是理解电场强度的矢量性及公式的适用条件。

类题解法揭示:电场强度是描述电场的力的性质的物理量。

虽然 $E=\frac{F}{q}$,但 E 与 F 和 q 都无关,电场强度是由电场本身决定的。 $E=\frac{F}{q}$ 是从检验电荷的角度上定义的场强,绝不能理解成 E 与 F 成正比,与 q 成反比。

小试牛刀 (102)

1. 对于由点电荷 Q 产生的电场,下列说法正确的是()

A. 电场强度的定义式仍成立,即 $E=F/Q$,式中的 Q 就是产生电场的点电荷

B. 在真空中,电场强度的表达式为 $E=\frac{kQ}{r^2}$,式中 Q 就是产生电场的点电荷

C. 在真空中, $E=\frac{kQ}{r^2}$,式中 Q 是检验电荷

D. 以上说法都不对

出题角度二

电场强度的叠加

【例2】在 x 轴上有两个电荷,一个带正电荷量 Q_1 ,一个带负电荷量 $-Q_2$, $Q_1=2Q_2$,用 E_1 和 E_2 ,分别表示两个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,该处合场强为零

B. $E_1=E_2$ 的点只有两处,一处合场强为零,另一处合场强为 $2E_2$

C. $E_1=E_2$ 的点只有三处,其中两处合场强为零,另一处合场强为 $2E_2$

D. $E_1=E_2$ 的点有三处,其中一处合场强为零,另两处合场强为 $2E_2$

解:B 如图 1-3-2 所示,点电荷 Q_1 、 Q_2 分别置于原点 O 和坐标为 x_0 处,设 Q_1 、 Q_2 在 x 处产生的电场强度分别为 E_1 、 E_2 ,则

$$E_1=kQ_1/x^2 \quad ①,$$

$$E_2=kQ_2/(x-x_0)^2 \quad ②,$$

$$\text{已知 } Q_1=2Q_2 \quad ③,$$

当 $E_1=E_2$ 时,由①②③式解得:

$$x_1=(2-\sqrt{2})x_0,$$

$$x_2=(2+\sqrt{2})x_0,$$

即 $E_1=E_2$ 的点有两处,

一是 Q_1 、 Q_2 之间 $x_1=(2-\sqrt{2})x_0$ 处,

二是 Q_2 右侧 $x_2=(2+\sqrt{2})x_0$ 处,

又因为 Q_1 带正电, Q_2 带负电,

所以 x_1 处合场强为 $2E_2$, x_2 处合场强为零,故 B 正确。

题眼点拨:求解此题关键在于运用矢量运算的方法去分析。

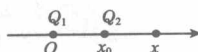


图 1-3-2

类题解法揭示:解此类题的基本思路:(1)明确有几个场源(电荷)在你所考查的空间或位置激发电场;(2)分析各个场源在你所考查的位置或空间激发电场的强弱和方向;(3)根据场叠加原理,多个场源激发电场的合场强应等于各个电场单独存在时在该点产生的场强的矢量和,各个场强方向若在同一条直线上,可用代数运算法,如不在一条直线上用矢量合成的平行四边形定则来运算。

类题易错点揭示:电场强度的矢量运算是易错之处。电场强度的方向与电荷在电场中所受电场力的方向有时相同,有时相反。若为正电荷,两者相同;若为负电荷,两者相反。

出题角度三

与力的矢量合成结合

【例3】在匀强电场中,将一质量为 m ,电荷量为 q 的小球由静止释放,带电小球的运动轨迹为一直线,该直线与竖直方向的夹角为 θ ,如图 1-3-3 所示,则匀强电场的场强大小为()

A. 最大值是 $\frac{mg \tan \theta}{q}$

B. 最小值是 $\frac{mg \sin \theta}{q}$

C. 唯一值是 $\frac{mg \tan \theta}{q}$

D. 以上都不对

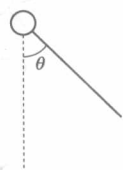


图 1-3-3

解:B 物体做直线运动的条件是合外力方向与速度方向在同一条直线上,即垂直于速度方向的合外力为零,故电场力最小值,就等于重力垂直于速度方向的分力,即 B 正确。

题眼点拨:求解本题的关键是理解并应用力与运动的关系。

类题解法揭示:带电粒子的运动轨迹是由带电粒子受到的合外力情况及初速度情况来决定的。运动轨迹上各点的切线方向是粒子速度的方向,只有当电场线是直线,而带电粒子仅受电场力作用,且速度与电场线平行时,其轨迹才与电场线重合。

小试牛刀 (102)

2. 如图 1-3-4 所示,A 为带正电且电荷量为 Q 的金属板,沿金属板的垂直平分线,在距板 r 处用绝缘细线悬挂一质量为 m 、带正电且电荷量为 q 的小球,小球受水平向右的电场力偏转 θ 角而静止,试求小球所在处的电场强度。(小球半径可忽略)

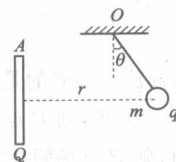


图 1-3-4

V. 巩固提升 评估反馈

A 组 教材针对性训练 (102)

一、选择题

1. 在一个电场中, a 、 b 、 c 、 d 四个点分别引入检验电荷时,电荷所受到的电场力 F 与引入电荷的电荷量之间的函数关系如图 1-3-5 所示,下列说法中正确的()

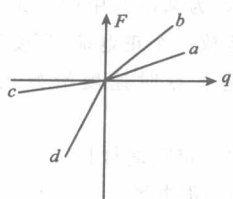


图 1-3-5

- A. 这个电场是匀强电场
 B. a, b, c, d 四点的电场强度大小关系是 $E_d > E_b > E_a > E_c$
 C. 同一点的电场强度随检验电荷电荷量的增加而增加
 D. 无法比较以上四点的电场强度的大小
2. 在电场中的 P 点放一检验电荷 $-q$, 它所受的电场力为 F , 则关于 P 点的场强的说法中, 正确的是 ()
- A. $E_P = \frac{F}{q}$, 方向与 F 方向相同
 B. 取走 $-q$, 则 $E_P = 0$
 C. 若检验电荷为 $-2q$, $E_P' = 2E_P$
 D. E_P 与检验电荷的电荷量的多少及是否放入无关

二、填空题

3. 如图 1-3-6 所示, 在 x 轴上坐标为 $+1$ 的点上固定一个电荷量为 $+4Q$ 的点电荷, 数轴原点处固定一个电荷量为 $-Q$ 的点电荷。那么在数轴上, 电场强度方向沿 x 轴负方向的点所在的区域是_____。

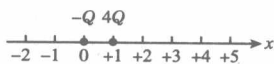


图 1-3-6

三、解答题

4. 如图 1-3-7 所示, 一质量为 m 、带电荷量为 $+q$ 的点电荷, 在电场力作用下以恒定的速率 v_0 经过同一圆弧上的 A, B, C 三点, 已测得 $\widehat{AC} = s$, 从 A 到 C 速度方向转过 θ 角。求 A, B, C 三点场强的大小是多少? 并分析这个电场是什么性质的电荷所激发的电场? 场源电荷的电荷量是多少?

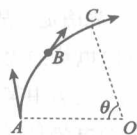


图 1-3-7

5. 质量为 m 的带电小球用绝缘细线系住并悬挂于匀强电场中, 如图 1-3-8 所示, 静止时 θ 角为 60° , 求:

(1) 小球带何种电性?

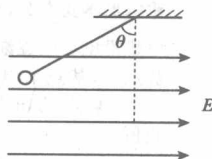


图 1-3-8

(2) 若将绝缘细线烧断后 $2s$ 末小球的速度多大? (g 取 $10m/s^2$)

B 组能力提升训练 (102)

6. 以下关于电场和电场线的说法中正确的是 ()
- A. 电场、电场线都是客观存在的物质, 因此电场线不仅能在空间相交, 也能相切
 B. 在电场中, 凡是电场线通过的点场强不为零, 不画电场线区域内的点的场强为零
 C. 同一检验电荷在电场线密集的地方所受电场力大
 D. 电场线是人们假设的用以形象地表示电场强弱和方向的曲线, 客观上是并不存在的
7. 一正电荷在电场中由 P 到 Q 做加速运动且加速度越来越大, 则图 1-3-9 所示的四个电场线图正确的是 ()

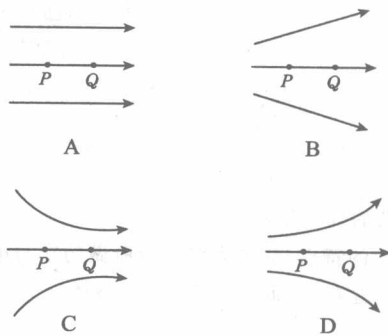


图 1-3-9

8. 如图 1-3-10 所示, 是静电场的一部分电场线的分布, 下列说法正确的是 ()
- A. 这个电场可能是负点电荷形成的电场
 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 B 点处瞬时加速度小 (不计重力)
 D. 负电荷在 B 点处受到电场力的方向沿 B 点切线方向

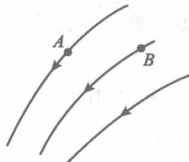


图 1-3-10

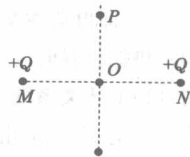


图 1-3-11

9. 如图 1-3-11 所示, M, N 为两个等量同种电荷, 在其连线的中垂线上的 P 点放一静止的点电荷 q (负电荷), 不计重力, 下列说法中正确的是 ()
- A. 点电荷在从 P 到 O 的过程中, 加速度越来越大, 速度也越

来越大

- B. 点电荷在从 P 到 O 的过程中, 加速度越来越小, 速度越来越大
- C. 点电荷运动到 O 点时加速度为零, 速度达最大值
- D. 点电荷越过 O 点后, 速度越来越小, 加速度越来越大, 直到粒子速度为零
10. 如图 1-3-12 甲所示, AB 是一点电荷产生的电场中的一条电场线, 图 1-3-12 乙则是在电场线上 a 、 b 两处的检验电荷的电荷量大小与所受电场力大小之间的函数图象, 由此可以判断()

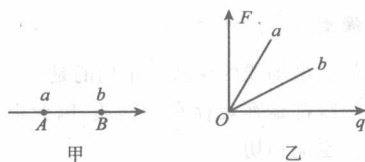


图 1-3-12

- A. 场源是正电荷, 位置在 B 侧
- B. 场源是正电荷, 位置在 A 侧
- C. 场源是负电荷, 位置在 A 侧
- D. 场源是负电荷, 位置在 B 侧

11. 如图 1-3-13 所示, 为某电场中的一条电场线, 在 a 点静止地放一个正电荷(所受重力不能忽略), 到达 b 点时速度恰好为零, 则()



图 1-3-13

- A. 电场线的方向一定竖直向上
- B. 该电场一定是匀强电场
- C. 该电荷从 $a \rightarrow b$ 是变加速运动
- D. 该电荷在 a 点受到的电场力一定比在 b 点受到的电场力小, 且 b 点的场强最大

C 组 触摸高考 (102)

12. (2006, 全国理综 II, 6 分) ab 是长为 l 的均匀带电细杆, P_1 、 P_2 是位于 ab 所在直线上的两点, 位置如图 1-3-14 所示。 ab 上电荷产生的静电场在 P_1



图 1-3-14

- 处的场强大小为 E_1 , 在 P_2 处的场强大小为 E_2 。则以下说法正确的是()
- A. 两处的电场方向相同, $E_1 > E_2$
- B. 两处的电场方向相反, $E_1 > E_2$
- C. 两处的电场方向相同, $E_1 < E_2$
- D. 两处的电场方向相反, $E_1 < E_2$

第 4 节 电势能和电势

I. 阅读教材 整合提炼

一、静电力做功

1. 静电力做功的计算公式: $W =$ _____。
2. 静电力做功的特点: 静电力对电荷所做的功与电荷的起始位置和终止位置有关, 而与电荷经过的路径 _____。

二、电势能

1. 电势能: 由于移动电荷时静电力做的功与移动的路径无关, 电荷在电场中具有 _____, 这种势能叫做电势能。
2. 电场力做功与电势能变化的关系
电势能之所以变化, 是因为有电势能转化成其他形式的能, 或者有其他形式的能转化为电势能。电势能的改变与电场力做功相联系, 其关系是: _____, 即静电力做正功, 电荷电势能一定 _____, 静电力做负功, 电荷电势能一定 _____。
3. 若规定电荷在 B 点的电势能为零, $E_{pB} = 0$, 则 $E_{pA} =$ _____, 即电荷在某点的电势能, 等于静电力把它从该点移动到零势能位置时 _____。
- 说明: (1) 上述关系既适应于匀强电场, 也适用于 _____; 既适应于正电荷, 也适用于 _____。
- (2) 电荷在电场中某点的电势能的大小与零电势点的选取 _____, 但电荷在某两点之间的电势能之差与零电势点的选取 _____。
- (3) 通常把电荷在离场源电荷无限远处的电势能规定为零, 或把电荷在 _____ 的电势能规定为零。

三、电势

1. 电势

- (1) 定义: 电荷在电场中某一点的电势能与它的 _____ 的比值, 叫做这一点的电势, 用 φ 表示
- (2) 定义式: $\varphi =$ _____。
- (3) 在国际单位制中, 电势的单位是 _____ (V), $1V = 1J/C$ 。
- (4) 电势是标量, 只有大小, 没有 _____。

2. 电势的特点: (1) 电势的相对性。电势是相对的, 根据公式, 只有先确定了某点的电势以后, 才能确定电场中其他点的电势。

- (2) 电势的固有性。电势 φ 是表示电场能量属性的一个物理量, 电场中某点处 φ 的大小是由电场本身的条件决定的。

- (3) 电势是标量。电势是只有大小, 没有方向的物理量。

3. 电势和电势能的比较:

	电势 φ	电势能 E_p
1	反映电场的能的性质的物理量	反映电场和处于其中的电荷共同具有的能量
2	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
3	电势沿电场线逐渐降低, 取定零电势点后, 某点的电势高于零时, 为正值; 某点的电势低于零时, 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
4	单位: 伏特	单位: 焦耳
5	联系: $E_p = q\varphi$	$W = -\Delta E_p$

四、等势面

1. 等势面: 电场中电势相等的点构成的面叫等势面。
2. (1) 点电荷电场中的等势面: 以点电荷为球心的一簇球面, 如



图 1-4-1 所示。

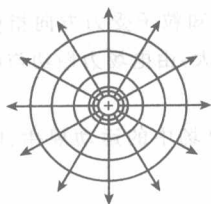


图 1-4-1

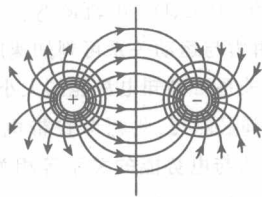


图 1-4-2

(2) 等量异种点电荷电场中的等势面: 是两簇对称曲面, 如图 1-4-2 所示。

(3) 等量同种点电荷电场中的等势面: 是两簇对称曲面, 如图 1-4-3 所示。

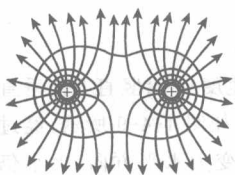


图 1-4-3

(4) 匀强电场中的等势面是垂直于电场线的一簇平面, 如图 1-4-4 所示。

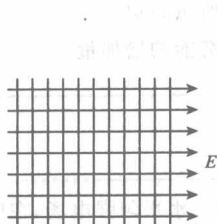


图 1-4-4

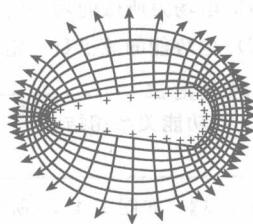


图 1-4-5

(5) 形状不规则的带电导体附近的电场线及等势面, 如图 1-4-5 所示。

3. 等势面的特点:

- (1) 等势面一定与电场线_____, 即跟场强的方向垂直。
- (2) 电场线总是由电势高的等势面指向_____的等势面。
- (3) 在匀强电场中, 两个等势面间的距离是相等的, 但在非匀强电场中, 两个等势面间的距离并不恒定, 场强大的地方, 两等势面的距离_____。
- (4) 在同一等势面上移动电荷时, 电场力_____。

你答对了吗?

一、1. $F \cos \theta$

2. 无关

二、1. 势能

2. $W = -\Delta E_p$; 减少; 增加

3. W_{AB} ; 做的功; 非匀强电场; 负电荷; 有关; 无关; 大地表面上

三、1. 电量; $\frac{E_p}{q}$; 伏特; 方向

四、3. 垂直; 电势低; 小; 做功为零

II. 预习效果评估

(102)

1. 电场中有 A、B 两点, 把电荷从 A 点移到 B 点的过程中, 电场力对电荷做正功, 则()

A. 电荷的电势能减少

相见时难别亦难, 东风无力百花残。

B. 电荷的电势能增加

C. A 点的场强比 B 点的场强大

D. A 点的场强比 B 点的场强小

2. 如图 1-4-6 所示, A、B 是同一条电场线上的两点, 下列说法正确的是()



图 1-4-6

A. 正电荷在 A 点具有的电势能大于在 B 点具有的电势能

B. 正电荷在 B 点具有的电势能大于在 A 点具有的电势能

C. 负电荷在 A 点具有的电势能大于在 B 点具有的电势能

D. 负电荷在 B 点具有的电势能大于在 A 点具有的电势能

3. 下列说法中, 正确的是()

A. 当两个带正电的点电荷相互靠近时, 它们之间的库仑力增大, 它们的电势能也增大

B. 当两个带负电的点电荷相互靠近时, 它们之间的库仑力增大, 它们的电势能也增大

C. 一个带正电的点电荷与一个带负电的点电荷相互靠近时, 它们之间的库仑力增大, 它们的电势能也增大

D. 一个带正电的点电荷与一个带负电的点电荷互相靠近时, 它们之间的库仑力减小, 它们的电势能也减小

4. 下列关于电场性质的说法, 正确的是()

A. 电场强度大的地方, 电场线一定密, 电势也一定高

B. 电场强度大的地方, 电场线一定密, 但电势不一定高

C. 电场强度为零的地方, 电势一定为零

D. 电势为零的地方, 电场强度一定为零

III. 重难点探究

一、电场中各点的电势有高有低, 如何判断电势的高低

电场具有力的性质和能的性质, 描述电场的物理量有电势、电势能、电场力、电场力做功等, 为了更好地描述电场, 还有电场线、等势面等概念, 可以从多个角度判断电势高低。

1. 在正电荷产生的电场中, 离电荷越近电势越高, 在负电荷产生的电场中, 离电荷越近, 电势越低。
2. 电势的正负。若以无穷远处电势为零, 则正点电荷周围各点电势为正, 负点电荷周围各点电势为负。
3. 利用电场线判断电势高低。沿电场线的方向电势越来越低。
4. 根据只在电场力作用下电荷的移动情况来判断。只在电场力作用下, 电荷由静止开始移动, 正电荷总是由电势高的点移向电势低的点; 负电荷总是由电势低的点移向电势高的点。但它们都是由电势能高的点移向电势能低的点。

二、如何理解等势面及其与电场线的关系

1. 电场线总是与等势面垂直的 (因为如果电场线与等势面不垂直, 电场在等势面上就有分量, 在等势面上移动电荷, 电场力就会做功), 因此, 电荷沿电场线移动, 电场力必定做功, 而电荷沿等势面移动, 电场力必定不做功。
2. 在同一电场中, 等差等势面的疏密也反映了电场的强弱, 等势面密处, 电场线也密, 电场强, 反之则弱。
3. 已知等势面, 可以画出电场线; 已知电场线, 也可以画出等势面。
4. 电场线反映了电场的分布情况, 是一簇带箭头的不闭合的有向曲线, 而等势面是一系列的电势相等的点构成的面, 可以是