

天骄之路中学系列



特级教师经典奉献高中高考用书

步步为赢

·物理·

Physics

雷雪伟（特级教师）主编
全国中学课程改革研究组 审定

电学



机械工业出版社
China Machine Press

www.tjzj.com

天骄之路中学系列

步 步 为 赢
物 理
电 学

雷雪伟 主编
全国中学课程改革研究组 审定



机械工业出版社

为正确引导广大师生进行高中各科课外学习或高考总复习,我们组织了北京市、湖北省、广东省、江苏省部分知名特高级教师和大学教授编写了本专题类丛书,作者是长期从事命题、阅卷工作,并多年工作在高考指导第一线,具有丰富的教学及应试经验,在高考引考信息上有敏锐的反应能力和独特的表述能力,其中不少是本省(市)学科带头人。本书严格按照国家教育部考试中心最新颁布的各科《考试说明》编写,不脱离教材,又高于教材,并融合了高考最新动态,内容丰富,覆盖面广,对学生备考有很大帮助。

“天骄之路”已在国家商标局注册(注册号:1600115),任何仿冒或盗用均属非法。

因编写质量优秀,读者好评如潮,“天骄之路”已独家获得国内最大的门户网站——新浪网(www.sina.com)在其教育频道中以电子版形式刊载;并与《中国教育报》、中国教育电视台合作开办教育、招生、考试栏目。

本书封面均贴有“天骄之路系列用书”激光防伪标志,内文采用浅绿色防伪纸印刷,凡无上述特征者为非法出版物。盗版书刊因错漏百出、印制粗糙,对读者会造成身心侵害和知识上的误解,希望广大读者不要购买。盗版举报电话:(010)82684321。

欢迎访问全国最大的中高考专业网站:“天骄之路教育网”(<http://www.tjzl.com>),以获取更多信息支持。

版权所有 翻印必究

图书在版编目(CIP)数据

步步为赢.物理.电学/雷雪伟主编.一北京:机械工业出版社,2003.8
(天骄之路中学系列)
ISBN 7-111-01278-X

I.步… II.雷… 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(2003)第 065110 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑:郑文斌 版式设计:沈玉莲
封面设计:雷海伟 责任印制:何全莉
中国农业出版社印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷
880mm × 1230mm 1/32·12.875 印张·519 千字
定价:13.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010)82685050 68326294
封面无防伪标均为盗版

编写说明

为使学生通过精辟讲解、适量练习及模拟测试,系统学习、复习、巩固、理解、消化、掌握所学的知识,提高学生分析问题、解决问题的综合运用能力以及高考应试能力,我们编写了本丛书。本丛书以各科专题形式出版,根据国家教育部考试中心最新颁布的各科《考试说明》中有关要求而编写的,具有较强的知识性、科学性、针对性和实用性。

其中物理科包括4本,即《力学》、《热光原》、《电学》、《实验与应用》,几乎涉及高考中所有独立的、占分较高的重点知识及题型。我们在编写过程中,以“基本步”为夯实基础的起点,以“提高步”为培养能力的终点,循序渐进,步步为“赢”。本丛书尽可能体现高考之最新信息,选材新,体例亦新;尽可能以精短文字破解各类试题之策略,使学生易于明白解题思路,掌握应试规律,得突破难点之要领;题型设计尽可能新颖,注重情境和背景创设,以达到提高综合运用能力的目的。

每本书题后均配有参考答案与解析,对有难度的题给予详尽的点拨与分析,使学生使用本丛书时能豁然开朗,触类旁通,扩大知识面。

建议学生在购买本丛书时,可视实际需要任择其一、其二或更多,以弥补自己之不足。通过此书要重点掌握规律与技巧,习得各方面知识的精华,以收举一反三之效。本丛书不仅可供高三学生复习备考之用,更适合于高一、高二学生平时夯实基础、强化练兵之用。

需要说明的是,为照顾广大考生的实际购买能力,使他们能在相同价位、相同篇幅内汲取到比其它书籍更多的营养,本书采用了小五号字和紧缩式排版,如有阅读上的不便,请谅解。

虽然在编写过程中,本着对考生认真负责的态度,章章推敲、节节细审、题题把关,力求能够帮助考生提高应试能力及解题技巧、方法,但书中也难免有疏忽和纰漏之处,恳请广大读者和有关专家不吝指正,读者对本书如有意见、建议和要求,请来信寄至:(100080)北京市海淀区中国人民大学北路大行基业大厦13层 天骄之路丛书编委会收。电话:(010)82685050,82685353,或点击“天骄之路教育网”(http://www.tjzl.com),在留言板上留言,也可发电子邮件。相信您一定会得到满意的答复。

本丛书在编写过程中,得到了各参编学校及国家优秀出版社机械工业出版社有关领导的大力支持,丛书的统稿及审校工作得到了北京大学、清华大学有关专家教授的协助和热情支持,在此一并谨致谢忱。

编者

2003年8月于北京大学燕园

目 录

状元经验点津	(1)
第一步 基本步	(3)
第一讲 电场	(3)
第一节 电荷 库仑定律	(3)
第二节 电场 电场强度	(7)
第三节 电场线	(12)
第四节 电场中的导体	(17)
第五节 电势差 电势	(21)
第六节 等势面	(26)
第七节 电势差与电场强度的关系	(31)
第八节 电容器 电容	(35)
第九节 带电粒子在匀强电场中的运动	(40)
第十节 静电的利用和防止	(49)
第二讲 恒定电流	(52)
第一节 欧姆定律	(52)
第二节 电阻定律 电阻率	(57)
第三节 电功和电功率	(63)
第四节 闭合电路欧姆定律	(70)
第五节 电压表和电流表 电阻的测量	(78)
第三讲 磁场	(85)
第一节 磁场 磁感线	(85)
第二节 安培力 磁感应强度	(93)
第三节 电流表的工作原理	(104)
第四节 磁场对运动电荷的作用	(112)
第五节 带电粒子在磁场中的运动、质谱仪	(124)
第六节 回旋加速器	(141)
第七节 安培分子电流假说 磁性材料	(141)
第四讲 电磁感应	(150)
第一节 电磁感应现象	(150)
第二节 法拉第电磁感应定律—感应电动势的大小	(159)
第三节 楞次定律—感应电流的方向	(170)
第四节 楞次定律的应用	(170)
第五节 自感	(189)
第六节 日光灯原理	(189)
第五讲 交变电流	(198)
第一节 交变电流的产生和变化规律	(198)
第二节 表征交变电流的物理量	(198)

注：每节均包含〔重点难点精析〕、〔解题方法指导〕、〔同步基础训练〕、〔思维拓展训练〕四个板块。

第三节	电感和电容对交变电流的影响	(207)
第四节	变压器	(212)
第五节	电能的输送	(212)
第六节	三相交变电流	(222)
第六讲	电磁场和电磁波	(227)
第一节	电磁振荡	(227)
第二节	电磁振荡的周期和频率	(233)
第三节	电磁场	(236)
第四节	电磁波	(236)
第五节	无线电波的发射和接收	(242)
第六节	电视雷达	(242)
第二步 提高步		(246)
第一讲 电场		(246)
〔高考热点题型〕		(246)
〔释疑防错诀窍〕		(249)
〔综合能力培养〕		(251)
〔综合攻关训练〕		(253)
第二讲 恒定电流		(257)
〔高考热点题型〕		(257)
〔释疑防错诀窍〕		(258)
〔综合能力培养〕		(260)
〔综合攻关训练〕		(262)
第三讲 磁场		(266)
〔高考热点题型〕		(266)
〔释疑防错诀窍〕		(268)
〔综合能力培养〕		(269)
〔综合攻关训练〕		(271)
第四讲 电磁感应		(275)
〔高考热点题型〕		(275)
〔释疑防错诀窍〕		(276)
〔综合能力培养〕		(278)
〔综合攻关训练〕		(281)
第五讲 交变电流		(283)
〔高考热点题型〕		(283)
〔释疑防错诀窍〕		(284)
〔综合能力培养〕		(286)
〔综合攻关训练〕		(287)
第六讲 电磁场和电磁波		(290)
〔高考热点题型〕		(290)
〔释疑防错诀窍〕		(290)
〔综合能力培养〕		(292)
〔综合攻关训练〕		(292)
参考答案提示		(295)

状元经验点津

❖ 扬奇志(北大生命科学学院生物系植物学专业):

中学物理课本中电学部分是难点,也是重点是历年高考的必考内容。如果电学的知识没有掌握好,物理的总分会受到很大影响。

电学主要由电和磁两部分组成,本人认为要学好电这部分内容,首先得学会分析电路图,找准各用电器之间的串并联关系;其次是运用并联电路中合适的规律、公式进行解题。

现在我就来谈谈怎样分析电路图,以理想电路为例(安培表电阻视为0,伏特表电阻视为无穷大,电源内阻视为0)。

要看懂电路图,首先要会分析电流是如何流经用电器形成回路的。主要原则是电流由电源正极流出,在导线分叉处选择无电阻的线路前进,若遇到伏特表则“断路”,若两条支路上都有电阻,则电流分成两支,同时流经这两条支路。

如图1,电流由电源正极出发到达A点,AC间无电阻,所以电流可直接到达C点,由C点出发,无论流向B还是D都存在电阻,而A点的另一条支路AB间也有电阻,所以,电流同时流过 R_1 、 R_2 、 R_3 ,到达D,由此可判断 R_1 、 R_2 、 R_3 之间为并联关系,然后电流又从D经过 R_4 回到电源负极,由此可判断 R_1 、 R_2 、 R_3 组成的整体跟 R_4 串联。

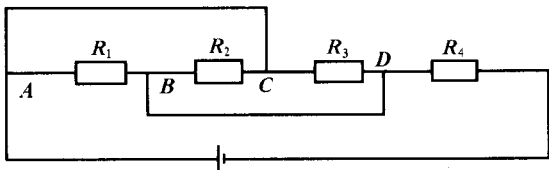


图1

分析清楚这些后,我相信就图1而言,无论出什么题都很容易解决了。

磁这部分内容一定要掌握“左右手定则”,电与磁之间相互转化的规律与条件。下面就以图2为例,介绍一些方法,解决有关的题。

图中 ab 是一根长为 L ,电阻为 R 的金属棒,两端接有导线,若 C 处接一电源,假设电源正极向上,则会形成环形电流,通过右手定则可判断环形电流产生

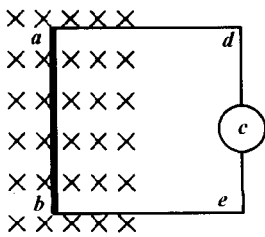


图2



的磁场方向为垂直纸面向外。

假如 ab 处有一个场强为 B 的匀强有界磁场(如图所示), c 处接一电源, 电源正极向上, 则通过左手定则可判断金属棒 ab 受到水平向右的力, 其大小可以通过公式 $F = BIL$ 计算。

如果在 c 处接电流表, 用外力拉动金属棒 ab , 使其以速度 v 匀速向右移动, 通过右手定则可判断电流表所示的电流方向, 即 $a \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow b \rightarrow a$ 。其原因是 ab 间产生了电势差, a 点为高电势, 则 ab 就起到了电源的作用, a 点为电源正极, b 点为电源负极, 所以可以形成电流, 其大小可通过公式 $I = E/R = BLv/R$ 来计算。

值得注意的一点是假如整个回路都处于同一个匀强磁场中, 并且 de 间是一根与 ab 相同的金属棒, 整个回路以相同速度在磁场内向右移动, 则不可能产生电流。因为 ab 和 de 都做切割磁力线运动, 产生相同的电势差, 其中 a 点和 d 点都为高电势, 所以相当于两个相同的电源正极与正极相连, 负极与负极相连, 不可能形成电流。

由上述分析可知, 磁可以转化为电, 电也能转化为磁。发电机就是根据回路中的一部分切割磁力线可以产生电流这一原理工作的。由于是导体匀速旋转切割磁力线, 所以产生的电流为交变电流, 这给人们带来了方便, 可以通过变压器来改变电压。变压器的原线圈(匝数为 n_1)将电转化为磁, 副线圈(匝数为 n_2)将磁转化为电。如果输入原线圈的电压为 U_1 , 输出副线圈的电压为 U_2 , 则 $U_1 : U_2 = n_1 : n_2$ 。

学生若掌握了上述内容, 就对物理电学部分的内容有一个全局的把握。



第一步 基本步

第一讲 电场

第一节 电荷 库仑定律



重点难点辨析

一、电荷 电荷守恒

1. 两种电荷

自然界中存在两种电荷:正电荷和负电荷。同种电荷相互排斥、异种电荷相互吸引。

2. 静电感应

把电荷移近不带电的导体,可以使物体带电,这种现象叫做静电感应。利用静电感应使物体带电,叫做感应起电。

3. 电荷守恒

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,在转移过程中电荷总量保持不变,这个结论叫做电荷守恒定律。

4. 元电荷

电荷量 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{C}$ 的电荷称为元电荷。

二、库仑定律

1. 内容

真空中两点电荷间的相互作用力跟它们电量的乘积成正比,跟它们之间距离的平方成反比,作用力方向在它们的连线上。

2. 公式

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}, \text{其中 } k = 9.0 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

说明:用公式计算库仑力时,不代入电量 Q 的正、负号,仅根据吸引或排斥来判断方向。



解题方法指导

【例 1】 两个相同的金属球,分别带有 $+4Q$ 和 $-6Q$ 的电量,两球相隔一定距离时,相互作用力的大小为 F ,若把它接触后再放回原处,两球相互作用力的大

小变为()

- A. $F/24$ B. $F/16$ C. $F/8$ D. $F/4$

精析 根据库仑定律,两球未接触前的相互作用力的大小为 $F = 24kQ^2/r^2$,两个带电金属球相互接触,由于中和效应总电量为 $4Q - 6Q = -2Q$,每个金属球带电 $-Q$,金属球放回原处,相互作用力的大小变为 $F' = k \frac{Q^2}{r^2}$,即 $F' = F/24$ 。

答案 A

【例2】 两个大小相同的小球带有同种电荷(可看作点电荷),质量分别为 m_1 和 m_2 ,带电量分别为 q_1 和 q_2 ,用绝缘线悬挂后,因静电力而使两悬线张开,分别与铅垂线方向成夹角 α_1 和 α_2 ,且两球处于一水平线上,如图 1-1-1 所示,若 $\alpha_1 = \alpha_2$,则下述结论正确的是()

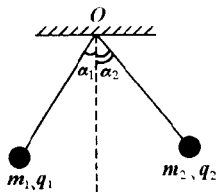


图 1-1-1

- A. q_1 一定等于 q_2
 B. 一定满足 $q_1/m_1 = q_2/m_2$
 C. m_1 一定等于 m_2
 D. 必须同时满足 $q_1 = q_2, m_1 = m_2$

精析 小球所处状态是静止平衡,用平衡条件求解。

小球 m_1 受三个力 T, F, mg 作用,以水平和竖直方向建立直角坐标系如图 1-1-2 所示,此时只需分解 T

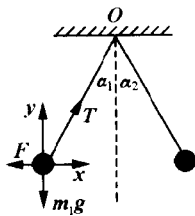


图 1-1-2

由平衡条件 $\Sigma F_x = 0, \Sigma F_y = 0$ 得

$$\begin{cases} k \frac{q_1 q_2}{r^2} - T \sin \alpha_1 = 0 \\ T \cos \alpha_1 - m_1 g = 0 \end{cases}$$

$$\tan \alpha_1 = k q_1 q_2 / m_1 g r^2$$

同理,对 m_2 分析得 $\tan \alpha_2 = k q_1 q_2 / m_2 g r^2$

因为 $\alpha_1 = \alpha_2$,所以 $\tan \alpha_1 = \tan \alpha_2, m_1 = m_2$

可见,只要 $m_1 = m_2$,不管 q_1 和 q_2 如何, α_1 都等于 α_2 。

答案 C

【例3】 如图 1-1-3 所示, A、B 两点电荷相距 $L = 2\text{m}$,质量大小为 $m_A = m_B/2 = 10\text{g}$,它们由静止开始运动(不计重力),开始时 A 的加速度为 a ,经过一段时间后, B 的加速度也为 a ,速率为 $v = 3\text{m/s}$,那么这两点电荷相距多少米;此时 A 的速率为多少。

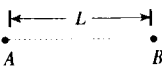


图 1-1-3

精析与解答 两电荷在库仑力作用下由静止开始运动,两电荷间的库仑力服从牛顿第三定律等大反向,由牛顿第二定律 $F = ma$ 得,电荷的加速度与质量成反

专项精练 步步登高

比,当 A 的加速度为 a 时, B 的加速度为 $\frac{a}{2}$, 经过一段时间后 B 的加速度为 a , 为初始时刻的 2 倍, 库仑力也成为原来的 2 倍。由 $F = \frac{kq_Aq_B}{r^2}$ 得 AB 两电荷间的距离为 $\sqrt{2}m$, 对 AB 两电荷组成的系统, 所受合外力为零, 故动量守恒, 则 $m_Av_A = m_Bv$, $v_A = \frac{m_Bv}{m_A} = 2 \times 3m/s = 6m/s$ 。



同步基础训练

1. 如图 1-1-4 所示, 两个带等量异种电荷的绝缘导体之间, 对称地放着两个相同的导体 ab, cd , 现用导线将 a, d 连接起来, 下列判断正确的是 ()

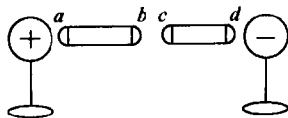


图 1-1-4

- A. 有电流沿导线从 a 流向 d
 B. 有电流沿导线从 d 流向 a
 C. 达到静电平衡后, a 端和 d 端均不带电
 D. 达到静电平衡后, b 端和 c 端均不带电
2. 如图 1-1-5 所示, 在真空中有一直径为 $10cm$ 的带电金属圆盘, 圆心为 O , 圆盘外有 A, B 两点的连线过圆心 O 且与圆盘垂直。已知 $OA = AB = 10cm$, 测得电量为 q 的正点电荷在 A 点时受到圆盘上电荷对它的作用力大小为 $4.0 \times 10^{-3}N$, 则将该点电荷 q 置于 B 点时受到圆盘上电荷对它的作用力大小为 ()

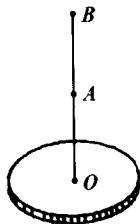


图 1-1-5

- A. $2.0 \times 10^{-3}N$
 B. $1.0 \times 10^{-3}N$
 C. $5.0 \times 10^{-3}N$
 D. 以上答案均不正确
3. 图 1-1-6 中的导体 A 带正电, 当带负电的导体 B 靠近 A 时, 则 A 带的 ()

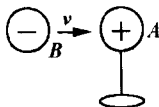


图 1-1-6

- A. 正电荷增加
 B. 负电荷增加
 C. 正、负电荷均增加
 D. 电荷数不变
4. 小球 A, B 以轻弹簧相连放在光滑绝缘的水平面上, 让 A, B 带等量的同种电荷后, 弹簧伸长为 x_1 , 系统静止。若使两球带电量都减半时, 系统仍然静止, 弹簧伸长量为 x_2 , 那么 ()
- A. $x_2 = x_1/2$ B. $x_2 > x_1/4$ C. $x_2 = x_1/4$ D. $x_2 < x_1/2$
5. 如图 1-1-7 所示, 半径相同的两个金属小球 A, B , 带有电荷量相等的电荷,

第二节 电场 电场强度



重点难点辨析

一、电场

电荷周围存在着电场。电场对放入其中的点电荷有力的作用,这是电场的力的性质。电场是客观存在的物质。

二、电场强度

公式 $E = \frac{F}{q}$ 是电场强度的定义式,它对任何带电体产生的电场都适用,具有普遍适用性。其中 F 是电量为 q 的点电荷放于电场中某点时,该点电荷所受到的电场力, q 为检验电荷,电场中某点的场强跟放在该点检验电荷 q 的大小及其受到的电场力 F 的大小无关。 $E = \frac{F}{q}$ 为该点电场强度的大小, E 是由电场本身的性质确定的,与检验电荷 q 的大小及有无无关。对确定电场中的确定点,不同的电荷在该点所受到的电场力不同,但该点电场强度是不变的,即检验电荷所受电场力 F 与检验电荷电量 q 的比值为—常数。 E 的方向与放在该点的正点电荷所受电场力的方向相同,与放在该点的负点电荷所受电场力的方向相反。

公式 $E = \frac{kQ}{r^2}$ 只适用于真空中的点电荷在距其本身为 r 处产生的电场的电场强度的计算, k 为常数,称为静电力恒量, Q 是产生电场电荷的电量。故 E 与 Q 成正比。

三、场强叠加原理

电场强度是矢量,如果空间同时存在几个电场,那么任一点的电场强度是这几个电场分别产生的场强的矢量和。



解题方法指导

【例1】如图1-1-11所示,一导体球A带有正电荷,当只有它存在时,它在空间P点产生的电场强度的大小为 E_A ,在A球球心与P点连线上有一带负电的点电荷B,当只有它存在时,它在空间P点产生的电场强度的大小为 E_B 。当A、B同时存在时,根据场强叠加原理,P点的场强大小应为()

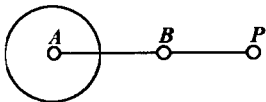


图1-1-11

- A. E_B B. $E_A + E_B$
C. $|E_A - E_B|$ D. 以上说法都不对

精析 一个带电导体球,当它周围无其他导体和带电体存在时,导体球上的



电荷将均匀地分布在导体球表面,根据题意,均匀分布在导体球上的电荷在 P 点产生的场强为 E_A ,当把点电荷放在 B 点后,虽然导体球所带的总电量未变,但因静电感应,导体球上的电荷将重新分布,直到达到静电平衡,这时导体球上的电荷在 P 点产生的场强 E'_A 不等于 E_A 。但点电荷是看作为几何点的带电体,它在 P 点产生的场强与周围是否有其他电荷存在无关,都是 E_B 。当点电荷与导体球 A 同时存在时, P 点的场强应由 E'_A 与 E_B 叠加而成,不是由 E_A 与 E_B 叠加而成,这样对场强叠加原理的理解就准确了。

由以上分析可知, A 项根本未计入导体球上的电荷产生的场强当然不对; B 项虽计入了导体球产生的场强,但对导体球上的电荷单独产生的场强理解错了,而且叠加时,两个场强的方向亦未考虑对; C 项虽考虑到了导体球上的电荷在 P 点的场强与点电荷在 P 点的场强方向相反,但对导体球上的电荷单独产生的场强的理解仍是错误的,故四个选项中只有 D 项是对的。

答案 D

【例2】 A 、 B 两个小球,质量均为 m ,用长度为 L 的绝缘细线相连,并悬挂于 O 点; A 、 B 分别带有正、负电荷,电量均为 q 。若沿水平向右的方向加一个场强为 E 的匀强电场,平衡时绝缘细线 OA 、 AB 与竖直方向的夹角 α 、 β 各多大? OA 、 AB 上的拉力 T_1 、 T_2 各多大?

精析与解答 根据 A 、 B 球的带电情况和电场方向,作图 1-1-12。以 A 、 B 球组成的系统为研究对象:它受 OA 的拉力 T_1 、竖直向下的重力 $2mg$ 和水平方向的电场力作用而平衡:

$$\begin{cases} T_1 \sin \alpha - qE + qE = 0 \\ T_1 \cos \alpha - 2mg = 0 \end{cases} \quad \text{解得 } \alpha = 0, T_1 = 2mg$$

即 OA 仍处在竖直方向上,它受到的拉力为 A 、 B 球的总重力。

以小球 B 为研究对象,分析受力情况并作受力图,如图 1-1-13 所示,图中 F 为 A 、 B 两个小球所带电荷的吸引力 ($F = kq^2/l^2$), T_2 为细线 AB 的拉力,由此可以列出 B 球的平衡方程:

$$\begin{cases} (F + T_2) \sin \beta = qE \\ (F + T_2) \cos \beta = mg \end{cases}$$

$$\text{解上述方程组得 } T_2 = \sqrt{(qE)^2 + (mg)^2} - k \frac{q^2}{l^2}$$

$$\beta = \arctan\left(\frac{qE}{mg}\right)$$

说明:本题告诉同学们,物体受到库仑力、电场力作用而处于平衡状态时的处理方法与力学中的处理方法相同。

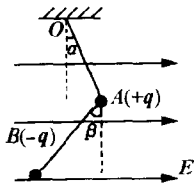


图 1-1-12

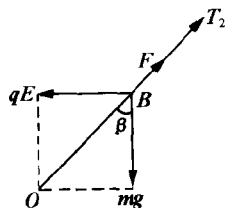


图 1-1-13

考场秘籍 步步为营



【例3】研究表明：地球表面的电场强度不为零。设地球表面电场强度的平均值为 $E(\text{N/C})$ ，则地球表面每平方米所带的电量为多少？（静电力常量为 k ）

精析与解答乍看起来，本题似乎不可想像，已知电场强度 E ，求电量问题，本节只涉及到两个公式：一是点电荷产生的电场的场强公式 $E = k \frac{Q}{r^2}$ ；二是电场强度的定义式。本题既不是点电荷的电场，也不存在试探电荷 q ，看起来用常规的思维方法似乎行不通。不妨设想地球是个规则球体。地球表面所带的电荷是均匀分布的，则地球可以看作是一个孤立的带电球体。这时，地球外面（包括地球表面）的电场，可以等效为一个点电荷在该区域所形成的电场，这个点电荷位于地球球心处，点电荷所带电荷量与地球表面所带的电荷量相等，那么，地球表面处的电场强度就等于这个点电荷在该处所产生电场的电场强度，基于以上分析，我们可作如下解答：

设地球表面所带电荷量为 Q ，地球半径为 R ，则地球表面处的电场强度为

$$E = k \frac{Q}{R^2}$$

得

$$Q = \frac{ER^2}{k}$$

地球表面每单位面积上电荷量为 $q = \frac{Q}{4\pi R^2} = \frac{E}{4\pi k} (\text{C/m}^2)$



同步基础训练

1. 电场强度 E 的定义式为 $E = \frac{F}{q}$ ()

- A. 此定义式只适用于点电荷产生的电场
- B. 上式中， F 是放入电场中的电荷所受的力， q 是放入电场电荷的电量
- C. 上式中， F 是放入电场中的电荷所受的力， q 是产生电场电荷的电量
- D. 在库仑定律的表达式 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 中， $k \frac{q_2}{r^2}$ 是点电荷 q_2 产生的电场在点电荷

q_1 处场强的大小； $k \frac{q_1}{r^2}$ 是点电荷 q_1 产生的电场在点电荷 q_2 处场强的大小

2. 如图 1-1-14 所示，在 x 轴上有两个点电荷，一个带正电 Q_1 ，一个带负电 Q_2 ，且 $Q_2 = Q_1/2$ ，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 ()

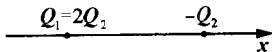


图 1-1-14

- A. $E_1 = E_2$ 的点只有一个，该处合场强为零
- 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 $2E_1$
- 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 $2E_1$
- 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 $2E_1$



3. 如图 1-1-15 甲所示, AB 是一个点电荷的电场线, 图乙是放在电场线上 a 、 b 处检验电荷的电量与所受到的电场力的函数图像, 下列说法正确的是()

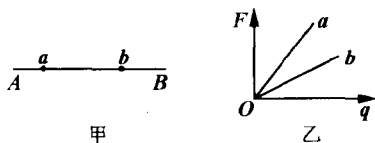


图 1-1-15

- A. 场源电荷带正电, 位于 A 侧
 B. 场源电荷带正电, 位于 B 侧
 C. 场源电荷带负电, 位于 A 侧
 D. 场源电荷带负电, 位于 B 侧
4. 如图 1-1-16 所示, 两个共轴的半圆柱面形电极间的缝隙中, 存在沿半径方向的电场, 带正电粒子流由电场区域的一端 M 射入电场, 沿图中虚线所示的半圆形轨道通过电场并从另一端 N 射出, 由此可知()



图 1-1-16

- A. 若入射粒子电量相等, 则出射粒子质量一定相等
 B. 若入射粒子电量相等, 则出射粒子动能一定相等
 C. 若入射粒子电量与质量比相等, 则出射粒子动量一定相等
 D. 若入射粒子电量与质量比相等, 则出射粒子动能一定相等
5. 如图 1-1-17 所示, 半径为 R 的硬塑胶圆环, 带有均匀分布的正电荷, 单位长度上的电量为 Q , 其圆心处的合场强为零, 现截去圆环右侧端极少一段 ΔL ($\Delta L < R$), 剩余部分在圆心 O 处产生场强, 下列判断正确的是()

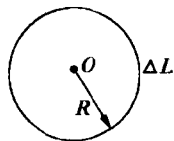


图 1-1-17

- A. O 处场强方向水平向左
 B. O 处场强方向水平向右
 C. O 处场强大小为 $k \frac{(2\pi R - \Delta L)Q}{R^2}$
 D. O 处场强大小为 $k \frac{\Delta L Q}{R^2}$
6. 如图 1-1-18 所示, P 、 Q 为两个点电荷, P 带正电, Q 带负电, 且带电量大小相等, 都是 q 。二者相距为 L , O 为 P 、 Q 连线的中点, 那么在 P 、 Q 连线上的各点()
- A. O 点的场强最大, 大小为 $\frac{4kq}{L^2}$
 B. O 点的场强最大, 大小为 $\frac{8kq}{L^2}$
 C. O 点的场强最小, 大小为 $\frac{8kq}{L^2}$
 D. O 点的场强最小, 大小为 0

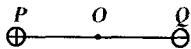


图 1-1-18

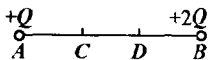


图 1-1-19

7. 如图 1-1-19 所示, A 、 B 两点各放有电量为 $+Q$ 和 $+2Q$ 的点电荷, A 、 B 、 C 、 D 四点在同一条直线上, 且 $AC = CD = DB$ 。将一正电荷从 C 点沿直线移到 D 点, 则()
- A. 电场力一直做正功
B. 电场力先做正功再做负功
C. 电场力一直做负功
D. 电场力先做负功再做正功



思维拓展训练

1. 如图 1-1-20 所示, 在等量点电荷连线的中垂线上取 A 、 B 、 C 、 D 四点, 其中 B 、 D 两点关于 O 点对称, 用 E_A 、 E_B 、 E_C 、 E_D 分别表示 A 、 B 、 C 、 D 四点处的场强大小, 则下列说法正确的是()
- A. $E_A > E_B$, $E_B = E_D$
B. $E_A > E_B$, $E_A < E_C$
C. 可能有 $E_A < E_B < E_C$, $E_B = E_D$
D. 可能有 $E_A = E_C < E_B$, $E_B = E_D$

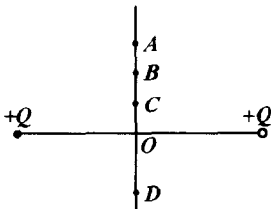


图 1-1-20

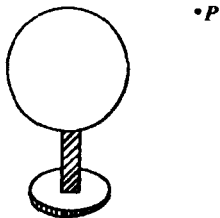


图 1-1-21

2. 一带电量为 q 的大金属球, 固定在绝缘的支架上, 如图 1-1-21 所示, 这时球外 P 点的电场强度为 E_0 , 当把一电量也是 q 的点电荷放在 P 点时, 测得点电荷受到的静电力为 f ; 当把一电量为 aq 的点电荷放在 P 点时, 测得作用于该点电荷的静电力为 F , 则在国际单位制中()
- A. f 的数值等于 qE_0
B. F 的数值等于 af
C. a 比 1 小得越多, F 的值越接近 aqE_0
D. a 比 1 小得越多, F 的值越接近 af
3. 如图 1-1-22 所示, 水平固定的小圆盘 A 带电量为 Q , 电势为零, 从盘心处 O 释放一质量为 m , 带电量为 $+q$ 的小球, 由于电场力的作用, 小球竖直上升的高度可达盘中心竖直线上的 C 点, $OC = h_1$, 又知道过竖直线上的 B 点时小球速度最大, 由此可确定 Q 所形成的电场中()
- A. B 点的场强
B. C 点的场强