

高分密码

GAOFENMIMA

蔡晔 主编

高考与自主招生 对接

学习奥赛思维 | 破解高考疑难 | 掌握高分密码 | 突破自主招生

高二物理

学优生必做疑难题典，
尖子生必备高分密码！

广西教育出版社

畅销11年《奥赛对接》作者
重磅新作！

高分密码

GAOFENMIMA

高考与自主招生

对接

高二物理

主 编 蔡 晔

副主编 王 雪

编 者 刘久华 张华斌

 广西教育出版社

· 南宁 ·

图书在版编目(CIP)数据

高分密码. 高考与自主招生对接. 高二物理 / 蔡晔主编. —南宁: 广西教育出版社, 2013. 4

ISBN 978-7-5435-7212-6

I. ①高… II. ①蔡… III. ①中学物理课—高中—教学参考资料
IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 074109 号

策划编辑: 孙 梅

责任编辑: 潘姿汝 韦 玮

☆

出版人: 张华斌

出版发行: 广西教育出版社

地址: 广西南宁市鲤湾路 8 号 邮政编码: 530022

电话: 0771-5865797

本社网址: <http://www.gxeph.com>

电子信箱: gxeph@vip.163.com

印刷: 北京兴湘印务有限公司

开本: 787mm×1092mm 1/16

印张: 16

字数: 375 千

版次: 2013 年 4 月第 1 版

印次: 2013 年 4 月第 1 次印刷

书号: ISBN 978-7-5435-7212-6

定价: 29.80 元

如发现印装质量问题,影响阅读,请与出版社联系调换。

致读者

——“工欲善其事，必先利其器。”

——学习的“利器”是什么？

——它是攻克知识疑难点的方法、它是破解难题的技巧、它是提升学科思维水平的途径、它是获取考试高分的密码。

——怎样才能拥有这些“利器”？

——我们来帮您！

本书通过挖掘知识疑难点、易混点、竞赛及自主招生命题点，以点带面，归纳知识规律；剖析考试压轴题、陷阱题、自主招生题、奥赛题，举一反三，透析思维方法，为您揭晓考试高分的密码，打通直达一流名校深造的快速道。

本书内容特色

1. 紧贴教材，紧扣高考

为使本书更贴近教学、贴近高考，我们特别邀请了多位一线名师、教学专家、一流名校高材生，反复研究“课标”、最近五年的高考、奥赛、自主招生真题，梳理教材的知识点，归纳重点、难点，确定本书的编写体例和内容结构。

2. 三维设计，阶梯提升

本书将“课标”知识点及高考、奥赛、自主招生命题考点整合成专题，按各年级教学进度安排次序，每个专题通过“知识对接”“思维对接”“能力对接”三个维度设计，逐步培养学生更高层次的技能。“知识对接”将高中教材中的基础知识点与奥赛初赛和自主招生考点对接讲解，有效地拓展学生的知识面，帮助学生思维迁移；“思维对接”将高考中难题与自主招生真题、奥赛初赛试题根据考点间的关联性对接讲解，拓展考点外延、打通思维隧道、整合解题方法；“能力对接”学以致用方能固化知识形成能力，本栏目通过对思维对接中典型例题的变式题训练，指导学生及时检测自身能力。

以“知识对接”——“思维对接”——“能力对接”的三维学习模式，细分类、集中训、巧点拨，模拟练，各个击破高考题、自主招生题、奥赛题，构建一个循序渐进的学习和检测的有机体系，让学生的学习更高效、更轻松。

本书功能特色

1. 学习奥赛：精选近十年奥赛初赛试题，挖掘试题考点，精讲考点知识，剖析解题思维，归纳题型解题方法，举一反三。

2. 备考自主招生：收集整理自主招生真题，按考点归类，总结自主招生命题特点，把握命题趋势。

3. 破解高考疑难: 本书内容选取了近五年高考疑难考点和疑难考题, 分别与奥赛题、自主招生题进行考点、题型对接, 培养学生举一反三的创新思维能力, 教会学生轻松破解高考难题, 赢得高分。

本书编写队伍

本书编者为来自北京、江苏、山东、广东、湖北等省市重点中学一线资深教师及著名课外辅导机构提优班名师。通过他们的倾力打造, 确保了本书内容的高品质与功能的实用性。

本书使用指导

1. 中学生 学习成绩在优良, 升学目标为二本院校的读者, 可将本书作为冲刺一本的提分宝典;

2. 学优生 学习成绩在优秀, 升学目标为一本院校, 想通过自主招生考试, 获得重点大学高考加分的读者, 可将本书作为挑战自招的高分利器;

3. 尖子生 学习成绩在优异, 升学目标为重点院校, 想通过自主招生考试, 获得名牌大学高考加分的读者, 可将本书作为跨越一流名校的必备法宝;

4. 重点班、实验班、提高班 本书内容难度较大, 可弥补一般教辅书难度较低的不足, 能满足重点中学理科实验班日常学习和训练用书需要。

《高分密码 高考与自主招生对接》(物理)分为高一、高二、高考三个分册, 其中高一、高二分册适合同步使用, 为您提前备战高考与自招考试做准备, 便于您提前自学、随时复习和考前复习; 高考分册为您冲刺阶段提供杀手锏, 便于您一轮、二轮复习使用。

由于编写时间较短, 难免存在一些不足, 欢迎读者朋友批评斧正, 联系方式见封底!

编者

使用说明

知识对接

要点 1 电势

1. 定义

(1) 电势具有相对性, 在描述一个电场的电势分布时, 须首先设定某一点的电势为零, 在电学中, 一般设无穷远处或者与大地相连处的电势为零。

(2) 某一点的电势为 $\varphi_p = \frac{W}{q}$,

式中, W 为把检验电荷 q 从 P 点移到零电势点时电场力所做的功。

知识对接

本栏目由一流名校骨干教师精心编写, 对高考和自主招生考试中的重、难知识点进行梳理、精讲, 对自主招生和奥赛考试用到的拓展知识重点讲解, 深入浅出, 旨在帮助学生拓宽知识、夯实基础。适合高中学生自学奥赛知识, 对高中基础知识进行补充。

思维对接

考点 1 库仑定律与力学知识的综合 □□1

【考点剖析】高考中库仑定律经常和电荷守恒定律结合起来考查, 这里要注意电荷分配的原则: 完全相同的带电金属球相接触, 同种电荷总电量是平均分配, 异种电荷则是先中和后平分。

(海南高考) 三个相同的金属小球 1、2、3 分别置于绝缘支架上, 各球之间的距离远大于小球的直径。球 1 的带电量为 q , 球 2 的带电量为 nq , 球 3 不带电且离球 1 和球 2 很远, 此时球 1、2 之间作用力的大小为 F 。现使球 3 先与球 2 接触, 再与球 1 接触, 然后将球 3 移至远处, 此时 1、2 之间作用力的大小仍为 F , 方向不变。由此可知 ()

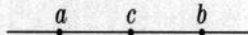
- A. $n=3$ B. $n=4$ C. $n=5$ D. $n=6$

思维对接

本栏目荟萃近 5 年来高考、自主招生试题及近 10 年来奥赛初赛难度略高于高考的经典题, 根据题目所考查的知识加以归纳、整理成考点, 并通过“考点剖析”栏目总结该考点在高考、自主招生考试中的考查形式、答题技巧及必备知识等, 使考生了解命题规律, 全方位把握题型和答题方法, 知己知彼, 百战不殆。

能力对接

1. 要点 1、2、3 考点 1、2



如图所示, a 、 b 、 c 为某个电场中同一条电场线上的三个点, 其中 c 为 ab 的中点。已知 a 、 b 两点的电势分别为 $\varphi_a = -2\text{ V}$, $\varphi_b = 8\text{ V}$, 则下列叙述中正确的是

- A. 该电场在 c 点处的电势一定为 3 V
B. a 点处的场强 E_a 一定小于 b 点处的场强 E_b
C. 正电荷从 a 点运动到 b 点的过程中电势能一定增大
D. 如果正电荷只受电场力作用, 则从 a 点运动到 b 点的过程中动能一定增大

能力对接

本栏目针对“知识对接”“思维对接”中的“要点”和“考点”选取考查方式更加灵活、难度略高、综合性更强的题目供考生练习。题目选自各省高考真题、自主招生真题、各省市的模拟题及冲刺考试中的易错题、陷阱题、压轴题。让考生能够根据自己的学习情况, 有的放矢地选择题目进行练习, 高效地巩固学习成果。

- ★ 您在探寻解难题的规律吗?
- ★ 您在期待快速提高成绩吗?
- ★ 您在梦想考试获得满分吗?
- ★ 您在憧憬着跨入一流名校深造吗?

“高分密码”为您开启思维的密码, 给您送去学习的金钥匙, 助您突破高分, 梦想成真!

目录

第一章 静电场	1	专题7 洛伦兹力	71
专题1 电场力的性质	1	知识对接	71
知识对接	1	思维对接	72
思维对接	3	能力对接	81
能力对接	7	专题8 带电粒子在复合场中的运动	84
专题2 电场能的性质	10	知识对接	84
知识对接	10	思维对接	86
思维对接	11	能力对接	98
能力对接	16	第四章 电磁感应定律	102
专题3 电容器、带电粒子在电场中的运动	18	专题9 楞次定律和自感	102
知识对接	18	知识对接	102
思维对接	20	思维对接	103
能力对接	27	能力对接	110
第二章 恒定电流	31	专题10 电磁感应定律的综合问题	114
专题4 直流电路	31	知识对接	114
知识对接	31	思维对接	115
思维对接	34	能力对接	125
能力对接	40	第五章 交变电流	131
专题5 电学实验	43	专题11 交变电流	131
知识对接	43	知识对接	131
思维对接	46	思维对接	133
能力对接	58	能力对接	142
第三章 磁场	62	第六章 热学	145
专题6 安培力	62	专题12 热学	145
知识对接	62	知识对接	145
思维对接	63	思维对接	148
能力对接	68		



能力对接	157	第九章 动量守恒定律	189
第七章 机械振动 机械波	160	专题 15 动量守恒定律	189
专题 13 机械振动、机械波	160	知识对接	189
知识对接	160	思维对接	190
思维对接	164	能力对接	205
能力对接	173	第十章 近代物理	207
第八章 光学	177	专题 16 近代物理	207
专题 14 光学	177	知识对接	207
知识对接	177	思维对接	209
思维对接	179	能力对接	215
能力对接	186	参考答案与解析	217

第一章 静电场

专题 1 电场力的性质

知识对接

要点 1 电荷守恒定律

电荷既不能被创造,也不能被消灭,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,在转移的过程中,电荷总量不变.这就是电荷守恒定律.

要点 2 库仑定律

1. 库仑定律的理解

(1)内容:真空中两个点电荷间的相互作用力,跟它们电荷量的乘积成正比,跟它们间距离的平方成反比,作用力的方向在它们的连线上.

(2)公式: $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$,其中比例常数 k 叫做静电力常量, $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$.

(3)条件:①真空中;②点电荷.

2. 易错点:(1)库仑力的正负不表示力的大小,而表示库仑力的性质.当两带电体所带电荷同号时, $F > 0$,库仑力为斥力;当两带电体所带电荷异号时, $F < 0$,库仑力为引力.因此,用库仑定律进行计算时,不必将符号代入,只需判断力的性质即可.

(2)两个带电体之间的库仑力是一对作用力和反作用力.

(3)库仑定律的公式 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 只适用于真空中的点电荷(在空气中近似成立). $r \rightarrow 0$ 时,不能认为力 F 无穷大,因为此时公式已不再成立.

(4)两导体球间库仑力可应用公式进行定性比较.用 r 表示两球球心之间的距离,则当两球带同种电荷时, $F < k \frac{q_1 q_2}{r^2}$;反之,当两球带异种电荷时, $F > k \frac{q_1 q_2}{r^2}$.

要点 3 电场强度

1. 定义:电场强度是一个从力学角度定义的物理量. F 即电场力,是一个既与电场有关,又与检验电荷有关的量,但 F 与 q 的比值却是一个定值,即 $E = \frac{F}{q}$.物理学中有很多用比值来定义的物理量,根据这种定义法的特点,可以由 q 在电场中所受的力 F 来确定某点场强 E 的强弱及方向,但某点 E 值的大小及方向,既与检验电荷 q 无关,也与 q 在该点所受的力无关,仅与二者的比值有关.

2. 对电场强度的理解:(1) $E = \frac{F}{q}$ 是电场强度的定义式,适用于任何电场.电场强度的

矢量方向与正电荷在该点受到的电场力方向相同。

(2) 点电荷周围场强公式: $E = \frac{kQ}{r^2}$, 其中, Q 为产生该电场的电荷(即场源电荷)。

(3) 匀强电场的场强公式: $E = \frac{U}{d}$, 其中, d 为两点间沿电场线方向上的距离。

3. 电场强度的叠加

若空间某一点受到不止一个电荷所产生的电场的影 响, 则它们所形成的电场在该点是以合电场的形式存在的。因为场强是矢量, 故它们的合成是用矢量叠加原理即平行四边形法则来合成的。

★ 4. 均匀带电球壳内外的电场

(1) 内部的场强: 由库仑定律可知, 球壳内部场强处处为零。

(2) 外部的场强: 由球的对称性及微积分原理可知, 球壳外某一点 P 的场强为 $E_P = k \frac{Q}{r^2}$, 式中, k 为静电常数, Q 为球壳所带电量, r 为 P 点到球心的距离。注意: 此结论与球壳的半径无关。

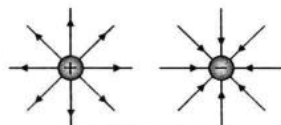
4 电场线

1. 电场线的定义: 为了直观、形象地描述电场中各点场强的强弱及方向, 在电场中画出一系列的曲线, 使曲线上各点的切线方向表示该点的场强方向, 曲线的疏密表示电场的强弱。

2. 性质: (1) 始于正电荷(或无穷远), 止于负电荷(或无穷远); (2) 任何两条电场线都不能相交。

要熟悉以下几种典型电场的电场线的分布规律:

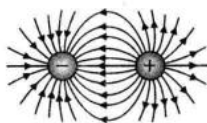
① 孤立的正、负点电荷周围的电场(图 1-1);



点电荷的电场线

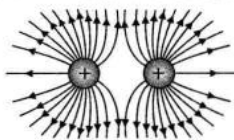
图 1-1

② 等量异种电荷(图 1-2)和等量同种电荷(图 1-3)周围的电场;



等量异种点电荷的电场线

图 1-2



等量同种点电荷的电场线

图 1-3

③ 匀强电场。

3. 应用

利用电场线可以进行以下判断:

(1) 电场力的方向——正电荷的受力方向和电场线方向相同, 负电荷的受力方向和电场线方向相反;

(2) 场强的大小(定性)——电场线的疏密可定性判断电场强度的强弱;

(3) 电势的高低与电势降落的快慢——沿电场线的方向电势降低, 场强的方向是电势降落最快的方向;

(4) 等势面的疏密——电场越强的地方, 等势面越密集; 电场越弱的地方, 等势面越稀疏。

本书标★号为高考拓展知识



思维对接

考点1 库仑定律与力学知识的综合

□□1

【考点剖析】高考中库仑定律经常和电荷守恒定律结合起来考查,这里要注意电荷分配的原则:完全相同的带电金属球相接触,同种电荷总电荷是平均分配,异种电荷则是先中和后平分.库仑定律是“平方反比定律”,计算时要格外谨慎.

例1 (海南高考)三个相同的金属小球1、2、3分别置于绝缘支架上,各球之间的距离远大于小球的直径.球1的带电量为 q ,球2的带电量为 nq ,球3不带电且离球1和球2很远,此时球1、2之间作用力的大小为 F .现使球3先与球2接触,再与球1接触,然后将球3移至远处,此时球1、2之间作用力的大小仍为 F ,方向不变.由此可知 ()

- A. $n=3$ B. $n=4$ C. $n=5$ D. $n=6$

思路探究 前后两次作用力不变,这个作用力是库仑力,列出库仑力相等即可.

满分解答 设球1、2间距离为 R ,则 $F = \frac{nq^2}{R^2}$,球3与球2接触后,它们带的电量均为 $\frac{nq}{2}$,再球3与球1接触后,它们带的电量均为 $\frac{(n+2)q}{4}$,最后 $F = \frac{n(n+2)q^2}{8R^2}$,由以上两式得: $n=6$.

例2 (2013·华约自招)一个点电荷 Q ,距离一个原子为 r ,由于受到 Q 产生的电场作用,原子核外电子的中心和原子核有所偏离,简单近似为一对间距为 $l(l \ll r)$,大小为 q 的正负电荷.把这样的东西叫电偶极子,令 $p=ql$.已知 p 正比于原子处的电场.这样点电荷就会受到原子提供的合外力.求:

(1)电偶极子受到的是排斥力还是吸引力?

(2)将 Q 变为 $2Q$,点电荷受到的合外力变成原来的多少倍?

(3)将 r 变为 $r/2$,点电荷受到的合外力变成原来的多少倍?

思路探究 电偶极子的正负电荷中,必定有一种能与 Q 相互吸引,该种电荷应在靠近 Q 的一端.带电体对较近的异种电荷的吸引力大于对较远电荷的排斥力.

满分解答 (1)如图1-4所示,点电荷受到的合外力是吸引力,故电偶极子受到其反作用力也是吸引力.

(2)电偶极子在点电荷 Q 处产生的电场强度为

$$E = \frac{kq}{(r-l)^2} - \frac{kq}{r^2} = \frac{kq}{r^2} \left(1 - \frac{l}{r} \right)^{-2} - \frac{kq}{r^2} \approx$$

$$\frac{2kql}{r^3} = \frac{2kp}{r^3}$$

由题意“ p 正比于原子处的电场”,又点电荷 Q 在原子处的场强满足 $E' = \frac{kQ}{r^2}$,故当 Q 变为 $2Q$ 时, p 变为原来的2倍,所以点电荷处的场强是原来的2倍.由此点电荷受到的合外力是原来的4倍.

(3)由(2)的结论可知, r 变为 $r/2$ 时, p 变为原来的4倍,点电荷处的场强变为原来的32倍,点电荷受到的合外力变为原来的32倍.

例3 (华约·卓越联盟自招)如图1-5所示,用等长绝缘线分别悬挂两个质量、电量都相同的带电小球A和B,两线上端固定于O点,B球固定在O点正下方.当A球静止时,两悬线夹角为 θ .能保持夹角 θ 不变的方法是 ()

规律 本题的“方向不变”四个字非常重要,直接限定了最开始的作用力是斥力,这是题目中的隐含的条件,找出了这个点,其余的部分就是常规计算了.

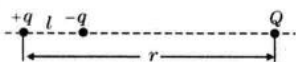


图1-4

规律 带电体力学问题的分析方法与纯力学问题的分析方法一样,要学会把电学问题力学化,一般步骤:(1)确定研究对象,有几个物体相互作用时,要依据题意,适当选取整体法和隔离法,一般是先整体后隔离;(2)对研究对象进行受力分析;(3)列平衡方程或根据牛顿第二定律列方程求解(经常用到动量守恒定律和动能定理等).

- A. 同时使两悬线长度减半
- B. 同时使 A 球的质量和电量都减半
- C. 同时使两球的质量和电量都减半
- D. 同时使两悬线长度和两球的电量都减半

思路探究 本题考查共点力的平衡, 利用共点力平衡

中的相似三角形法的原理结合 A 电荷各个力的表达式即可解决此题.

满分解答 设两球间的距离为 d , 则 $F = kq_A \cdot q_B/d^2$,

同时根据三角形相似得 $T = mg, 2mgsin(\theta/2) = F$,

得 $sin(\theta/2) = kq_A \cdot q_B/2mgd^2$, 将各选项的变量代入可知选 BD.

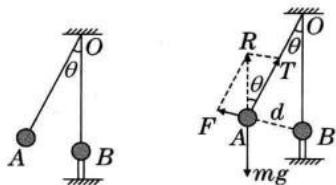


图 1-5

规律 本题的关键是要从题干中找到突破点, 突破点在“能保持角 θ 不变的方法”, 在角度不变的情况下, 几个力的比例不变, 之后需要用题干已知信息表达出选项的内容, 找对方法, 则题目难度不大.

考点 2 电场强度的表达

【考点剖析】 场强的计算公式是 $E = F/q$, 不过有时候也可以借助转化法求出场强. 比如, 根据场电荷和感应电荷在导体内部的合场强为 0, 可以确认在导体内部的同一点, 感应电荷的场强与场电荷的场强大小相等、方向相反. 类似于根据物体的状态和已知力判断未知力.

例 4 (高考全国卷 II) 在雷雨云下沿竖直方向的电场强度为 10^4 V/m. 已知一半径为 1 mm 的雨滴在此电场中不会下落, 取重力加速度大小为 10 m/s², 水的密度为 10^3 kg/m³. 这雨滴携带的电荷量的最小值约为 ()

- A. 2×10^{-9} C
- B. 4×10^{-9} C
- C. 6×10^{-9} C
- D. 8×10^{-9} C

思路探究 电场力与平衡条件的结合.

满分解答 带电雨滴在电场力和重力作用下保持静止, 根据平衡条件电场力和重力必然等大

$$\text{反向得 } mg = Eq, \text{ 则 } q = \frac{mg}{E} = \frac{\rho g \frac{4}{3} \pi r^3}{E} = \frac{10^3 \times \frac{4}{3} \times 3.14 \times 10^{-9} \times 10}{10^4} = 4 \times 10^{-9} \text{ C.}$$

规律 与复杂的实际背景结合的题目是近几年考查的热点题型, 对于这类题首先要做的是从题干中提取出准确的物理模型, 本题的根本模型是二力平衡, 其次是其中有一个力是电场力, 然后分别列出电场力和重力公式即可.

例 5 (四川高考) 如图 1-6 所示, ABCD 为固定在竖直平面内的轨道, AB 段光滑水平, BC 段为光滑圆弧, 对应的圆心角 $\theta = 37^\circ$, 半径 $r = 2.5$ m, CD 段平直倾斜且粗糙, 各段轨道均平滑链接, 倾斜轨道所在区域有场强大小为 $E = 2 \times 10^5$ N/C、方向垂直于斜轨向下的匀强电场. 质量 $m = 5 \times 10^{-2}$ kg、电荷量 $q = +1 \times 10^{-6}$ C 的小球 (视为质点) 被弹簧枪发射后, 沿水平轨道向左滑行, 在 C 点以速度 $v_0 = 3$ m/s 冲上斜轨. 以小物体通过 C 点时为计时起点, 0.1 s 以后, 场强大小不变, 方向反向. 已知斜轨与小物体之间的动摩擦因素为 $\mu = 0.25$. 设小物体的电荷量保持不变, 取 $g = 10$ m/s², $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$.

(1) 求弹簧枪对小物体做的功;

(2) 在斜轨上小物体能到达的最高点为 P , 求 CP 的长.

思路探究 本题考查匀变速运动的问题, 结合了功能关系、电场力.

满分解答 (1) 设弹簧枪对小物体做功为 W , 由动能定理得

$$W - mgr(1 - \cos\theta) = \frac{1}{2}mv_0^2, \quad \textcircled{1}$$

代入数据得 $W = 0.475 \text{ J}$. ②

(2) 取沿平直斜轨向上为正方向. 设小物体通过 C 点进入电场后的加速度为 a_1 ,

$$\text{由牛顿第二定律得 } -mgsin\theta - \mu(mg\cos\theta + qE) = ma_1, \quad \textcircled{3}$$

小物体向上做匀减速运动, 经 $t_1 = 0.1 \text{ s}$ 后, 速度达到 v_1 , 有

$$v_1 = v_0 + a_1 t_1, \quad \textcircled{4}$$

由③④可知 $v_1 = 2.1 \text{ m/s}$, 设运动的位移为 s_1 , 有

$$s_1 = v_0 t_1 + \frac{1}{2} a_1 t_1^2. \quad \textcircled{5}$$

电场力反向后, 设小物体的加速度为 a_2 , 由牛顿第二定律得

$$-mgsin\theta - \mu(mg\cos\theta - qE) = ma_2, \quad \textcircled{6}$$

设小物体以此加速度运动到速度为 0, 运动的时间为 t_2 , 位移为 s_2 , 有

$$0 = v_1 + a_2 t_2, \quad \textcircled{7}$$

$$s_2 = v_1 t_2 + \frac{1}{2} a_2 t_2^2. \quad \textcircled{8}$$

设 CP 的长度为 s , 有 $s = s_1 + s_2$. ⑨

联立相关方程, 代入数据解得 $s = 0.57 \text{ m}$. ⑩

例 6 (上海竞赛) 有一个均匀的带电球体, 球心在 O 点, 半径为 R , 电荷体密度为 ρ , 球体内有一个球形空腔, 空腔球心在 O' 点, 半径为 R' , $OO' = a$, 如图 1-7 所示, 试求空腔中各点的场强.

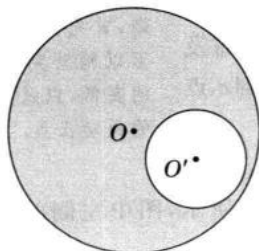


图 1-7

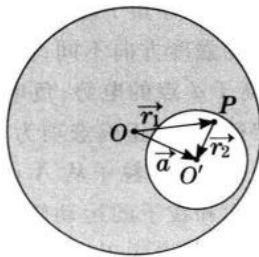


图 1-8

思路探究 空腔中各点的场强应为等效大球体和小球体产生的合场强. 这里涉及两个知识点的应用: 一是均匀带电球体的场强定式(它来自叠加原理, 这里具体用到的是球体内部的结论, 即“剥皮法则”); 二是填补法.

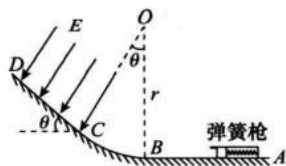


图 1-6

规律 本题最复杂的部分在于小车在重力场和电场组成的复合场中的运动, 而且在这个过程中还存在着电场的反向. 抛开复杂的题境, 从力与运动研究题中对象的基本情况, 小车开始时做匀减速运动, 后来换一个加速度依然做匀减速运动, 仅此而已, 复杂问题简单化是解这道题的关键.

满分解答 将球体和空腔看成完整的带正电的大球和带负电(电荷体密度相等)的小球的集合,对于空腔中任意一点 P , 设 $OP = \vec{r}_1, O'P = \vec{r}_2$, 则“大球”激发的场强为

$$\vec{E}_1 = k \frac{\rho \frac{4}{3} \pi r_1^3}{r_1^2} = \frac{4}{3} k \rho \pi \vec{r}_1, \text{方向由 } O \text{ 指向 } P.$$

“小球”激发的场强为 $\vec{E}_2 = k \frac{\rho \frac{4}{3} \pi r_2^3}{r_2^2} = \frac{4}{3} k \rho \pi \vec{r}_2$, 方向由 P 指向 O' .

\vec{E}_1 和 \vec{E}_2 的合场强 $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \frac{4}{3} k \rho \pi (\vec{r}_1 + \vec{r}_2) = \frac{4}{3} k \rho \pi \vec{a}$, 所以空腔中的场强大小为 $\frac{4}{3} k \rho \pi \vec{a}$, 方向由 O 点指向 O' 点, 与空腔中的位置无关. 如图 1-8.

规律 电场强度为矢量, 空间某点的场强为各电场在该点产生场强的矢量和.

考点 3 电场线的理解与应用

□□3

【考点剖析】 电场线是电场的表现形式, 它的切线方向表示电场的方向, 它的疏密表示场强的大小, 所以电场线密的地方场强大, 电场线疏的地方场强小, 由此也能了解, 单根电场线无法判断电场的场强大小, 这类判断性的题目在高考中经常出现.

例 7 (重庆高考) 空间中 P 、 Q 两点处各固定一个点电荷, 其中 P 点处为正点电荷, P 、 Q 两点附近电场的等势面分布如图 1-9 所示, a 、 b 、 c 、 d 为电场中的四个点, 则()

- A. P 、 Q 两点处的电荷等量同种
- B. a 点和 b 点的电场强度相同
- C. c 点的电势低于 d 点的电势
- D. 负电荷从 a 到 c , 电势能减少

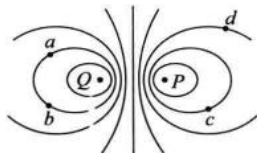


图 1-9

思路探究 以特殊电场模型为载体综合考查电场线、电势、电势能等概念.

满分解答 根据等势线及电场线(根据电场线垂直等势线画出即可)分布特点可知 PQ 两点处为等量异种电荷; 其中 a 、 b 两点电场强度方向不同; 由电场线的分布及走向可知 c 点电势高于 d 点的电势; 负电荷由 a 点到 c 点电场力做正功, 电势能减小. 正确选项为 D.

规律 处理含等势面的电场问题, 首先要画出电场线, 电场线可以辅助判断场强大小和电势的高低, 以及移动电荷时电场力的做功正负.

例 8 (江苏高考) 一粒子从 A 点射入电场, 从 B 点射出, 电场的等势面和粒子的运动轨迹如图 1-10 所示, 图中左侧前三个等势面彼此平行, 不计粒子的重力. 下列说法正确的有

- A. 粒子带负电荷
- B. 粒子的加速度先不变, 后变小
- C. 粒子的速度不断增大
- D. 粒子的电势能先减小, 后增大

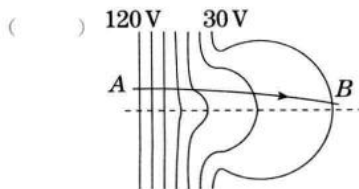


图 1-10

思路探究 根据电场线与等势面垂直并指向电势低的等势面确定电场线的方向,根据等势面的疏密确定电场的强弱,根据运动轨迹确定粒子受力的方向,根据电场力做功情况确定电势能的变化。

满分解答 电场线与等势面垂直,可知右侧虚线上方电场线斜向右上方,而在电场力的作用下粒子轨迹向下弯曲,根据曲线运动的特点,可以说明电场力指向轨迹内侧,与场强方向相反,所以粒子带负电,A正确;等势面先是平行等距,后变得稀疏,则电场强度先是不变,后变小,即电场力(加速度)先不变,后变小,B正确;根据电场力做功 $W=qU$,电场力做负功,所以粒子速度不断减小,C错误;电场力始终做负功,由功能关系可知,粒子电势能始终增大,所以D错误。

规律 解决此类问题应注意以下几个要点:(1)带电粒子轨迹的切线方向为该点处的速度方向;(2)带电粒子所受合力(往往仅为电场力)应指向轨迹曲线的凹侧,根据电场力与场强方向的关系(同向或反向)或电场力做正功还是负功等,进一步确定其他量。

变式题 (华为自主招生)图1-11中是由两块不平行的导体板组成的电容器,若使两板分别带有电量为 $+q$ 和 $-q$ 的电荷,正确反映两板间电场线分布的图是 ()

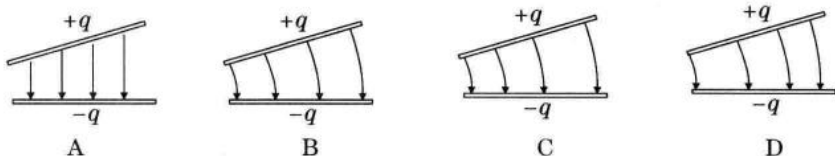


图1-11

思路探究 不平行极板间的电场需要通过平行极板间的电场来推导,然后结合电荷特性判断。

满分解答 因导体板是等势面,电场线与等势面处处垂直,故A错;借助 $U=Ed$ 进行分析,因两板的电势差相等,距离越近,电场强度越大,电场线也就越密集,选项C正确。

规律 本题体现了自主招生的一个特点:重视考查对知识的活学活用,也就是迁移能力,要求能够通过对熟悉模型和新模型的分析比较,得出新的结论。不平行极板同学们没有接触过,平行极板间的电场以及异性电荷相互吸引这些同学们肯定都是掌握的,如何通过已有的知识和结论推出新的结论,这个需要同学们在平时的学习中有意识地训练。

能力对接

1. 要点2 如图1-12所示, a 、 b 是两个带有同种电荷的小球,用绝缘丝线悬挂于同一点,

考点1 两球静止时,它们距水平面的高度相等,绳与竖直方向的夹角分别为 α 、 β ,且 $\beta > \alpha$ 。若同时剪断两根细线,空气阻力不计,两球带电量不变,则 ()

- A. a 球的质量比 b 球的大
B. a 、 b 两球同时落地
C. a 球的带电量比 b 球的大
D. a 、 b 两球飞行的水平距离相等

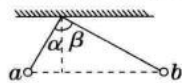


图1-12

2. 要点2 如图1-13所示, A 、 B 是带有等量的同种电荷的两小球,

考点1 它们的质量都是 m ,它们的悬线长度是 L ,悬线上端固定在同一点 O , B 球悬线竖直且被固定, A 球在力的作用下偏离 B 球 x

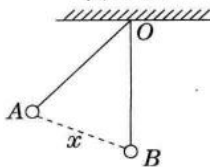


图1-13

的地方静止平衡,此时 A 球受到绳的拉力为 F_T . 现保持其他条件不变,用改变 A 球质量的方法,使 A 球在距 B 球 $\frac{x}{2}$ 处平衡,则 A 球受到绳的拉力为 ()

- A. F_T B. $2F_T$ C. $4F_T$ D. $8F_T$

3. 要点 2 如图 1-14 所示,在匀强电场中,将质量为 m 、带电荷量为 q 的一带电小球由
考点 1、2 静止释放,如果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 ,那么匀强电场的场强大小 ()

- A. 唯一值是 $\frac{mg \tan \theta}{q}$
B. 最大值是 $\frac{mg \tan \theta}{q}$
C. 最小值是 $\frac{mg \sin \theta}{q}$
D. 以上都不正确



图 1-14

4. 要点 4 如图 1-15 所示, AB 是某个点电荷的一根电场线,在电场线上 O 点由静止
考点 2、3 释放一个负电荷,它仅在电场力作用下沿电场线向 B 运动,下列判断正确的是 ()

- A. 电场线由 B 指向 A,该电荷做加速运动,加速度越来越小
B. 电场线由 B 指向 A,该电荷做加速运动,其加速度大小变化因题设条件不足不能确定
C. 电场线由 A 指向 B,电荷做匀加速运动
D. 电场线由 B 指向 A,电荷做加速运动,加速度越来越大

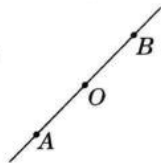


图 1-15

5. 要点 4 (上海高考)如图 1-16 所示,质量分别为 m_A 和 m_B 的两小球带
考点 1、3 有同种电荷,电荷量分别为 q_A 和 q_B ,用绝缘细线悬挂在天花板上. 平衡时,两小球恰处于同一水平位置,细线与竖直方向间夹角分别为 θ_1 与 θ_2 ($\theta_1 > \theta_2$). 两小球突然失去各自所带电荷后开始摆动,最大速度分别为 v_A 和 v_B ,最大动能分别为 E_{kA} 和 E_{kB} ,则 ()

- A. m_A 一定小于 m_B
B. q_A 一定大于 q_B
C. v_A 一定大于 v_B
D. E_{kA} 一定大于 E_{kB}

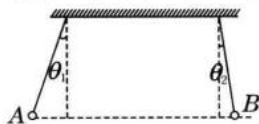


图 1-16

6. 要点 3 物理学中有些问题的结论不一定必须通
考点 2 过计算才能验证,有时只需要通过一定的分析就可以判断结论是否正确. 如图 1-17 所示为两个彼此平行且共轴的半径分别为 R_1 和 R_2 的圆环,两圆环上的电荷量均为 q ($q > 0$),而且电荷均匀分布. 两圆环的圆心 O_1 和 O_2 相距为 $2a$,连线的中点为 O ,轴上的 A 点在 O 点右侧与 O 点相距为 r ($r < a$). 试分析判断,下列关于 A 点处电场强度大小 E 的表达式(式中 k 为静电力常量)正确的是 ()

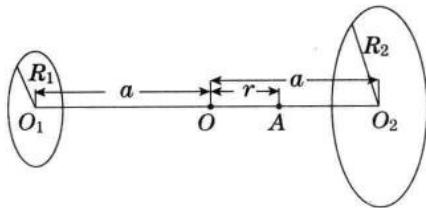


图 1-17

$$A. E = \left| \frac{kqR_1}{R_1^2 + (a+r)^2} - \frac{kqR_2}{R_2^2 + (a-r)^2} \right|$$

$$B. E = \left| \frac{kqR_1}{[R_1^2 + (a+r)^2]^{\frac{3}{2}}} - \frac{kqR_2}{[R_2^2 + (a-r)^2]^{\frac{3}{2}}} \right|$$

$$C. E = \left| \frac{kq(a+r)}{R_1^2 + (a+r)^2} - \frac{kq(a-r)}{R_2^2 + (a-r)^2} \right|$$

$$D. E = \left| \frac{kq(a+r)}{[R_1^2 + (a+r)^2]^{\frac{3}{2}}} - \frac{kq(a-r)}{[R_2^2 + (a-r)^2]^{\frac{3}{2}}} \right|$$

7. 要点 2 如图 1-18 所示, 绝缘水平面上静止着两个质量均为

考点 1、2 m 、电荷量均为 $+Q$ 的物体 A 和 B (A、B 均可视为质点), 它们间的距离为 r , 与水平面间的动摩擦因数均为 μ . 求:

(1) A 受的摩擦力为多大?

(2) 如果将 A 的电荷量增至 $+4Q$, 两物体开始运动, 当它们的加速度第一次为零时, A、B 各运动了多远距离?

8. 要点 2 在一绝缘支架上, 固定着一个带正电的小球 A, A 又通过一

考点 1 长为 10 cm 的绝缘细绳连着另一个带负电的小球 B, B 的质量为 0.1 kg, 电荷量为 $\frac{1}{9} \times 10^{-6}$ C, 如图 1-19 所示, 将小球 B 缓缓拉离

竖直位置, 当绳与竖直方向的夹角为 60° 时, 将其由静止释放, 小球 B 将在竖直面内做圆周运动. 已知释放瞬间绳刚好张紧, 但无张力. g 取 10 m/s^2 . 求:

(1) 小球 A 的带电荷量;

(2) 小球 B 运动到最低点时绳的拉力.

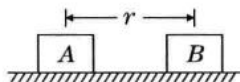


图 1-18

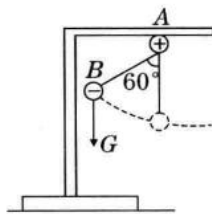


图 1-19