

全品



教辅图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30⁺年创始人专注教育行业

攻略

GONGLUESHOUC

手册

主 编 肖德好

高中物理

必修第三册 RJ

CONTENTS



攻略手册

第九章 静电场及其应用	攻 001
方法攻略 1 接触起电电荷分配巧判断	攻 001
方法攻略 2 用“近端与远端”分析感应起电	攻 001
模型攻略 3 三个自由点电荷静态平衡求解规律	攻 002
方法攻略 4 “整体隔离法”求解库仑力平衡	攻 003
方法攻略 5 电场强度的叠加方法	攻 004
方法攻略 6 求解电场强度的方法——对称法	攻 005
方法攻略 7 求解电场强度的方法——补偿法	攻 006
方法攻略 8 求解电场强度的方法——微元法	攻 007
要点攻略 9 两种等量点电荷的电场线	攻 007
要点攻略 10 电场线与轨迹结合问题	攻 009
方法攻略 11 等效法解静电平衡	攻 010
第十章 静电场中的能量	攻 011
要点攻略 12 静电力做功的特点	攻 011
方法攻略 13 判断电势高低的两种办法	攻 011
方法攻略 14 电势能增减的判断方法	攻 012
要点攻略 15 “一式三推论”理解电势差与电场强度的关系	攻 013
要点攻略 16 等量异种点电荷的电场线和等势面	攻 014
要点攻略 17 等量同种点电荷的电场线和等势面	攻 015
方法攻略 18 “等分法”秒解电场强度	攻 016
方法攻略 19 静电场中的 $\varphi-x$ 图像	攻 017
方法攻略 20 静电场中的 $E-x$ 图像	攻 017
方法攻略 21 静电场中的 E_k-x 和 E_p-x 图像	攻 018
实验攻略 22 巧用“面积”估算电荷量	攻 019
模型攻略 23 平行板电容器的动态分析	攻 020
方法攻略 24 动能定理快解带电粒子的加速运动	攻 021
溯源攻略 25 二级推论快解带电粒子的偏转运动	攻 022

模型攻略 26	带电粒子在“等效重力场”中的处理方法	攻 023
模型攻略 27	分析带电粒子在交变电场中的运动	攻 024
第十一章	电路及其应用	攻 026
溯源攻略 28	导体中电流的微观表达式的推导及其应用	攻 026
要点攻略 29	伏安特性曲线	攻 027
要点攻略 30	串联和并联电路规律及其应用	攻 028
方法攻略 31	“节点法”简化电路	攻 029
方法攻略 32	电流表的内、外接法	攻 030
方法攻略 33	滑动变阻器的两种接法	攻 031
方法攻略 34	电表改装速解	攻 032
实验攻略 35	多用电表原理及其读数	攻 033
第十二章	电能 能量守恒定律	攻 035
要点攻略 36	纯电阻电路和非纯电阻电路	攻 035
方法攻略 37	闭合电路的欧姆定律	攻 036
溯源攻略 38	纯电阻电路中电源的最大输出功率推导	攻 036
模型攻略 39	电源与电阻的 $U-I$ 图像分析	攻 038
模型攻略 40	动态电路分析	攻 039
方法攻略 41	电路故障判断	攻 040
模型攻略 42	含容电路分析	攻 041
实验攻略 43	外接法测量电源电动势和内阻	攻 041
实验攻略 44	内接法测量电源电动势和内阻	攻 043
实验攻略 45	伏伏法测电阻	攻 044
实验攻略 46	安安法测电阻	攻 046
实验攻略 47	等效替代法测电阻	攻 047
实验攻略 48	半偏法（安阻或伏阻法）测电阻	攻 048
实验攻略 49	电桥法测电阻	攻 049
第十三章	电磁感应与电磁波初步	攻 051
要点攻略 50	磁感线特点	攻 051
方法攻略 51	巧判磁通量变化量	攻 052
要点攻略 52	磁感应强度的理解	攻 053
方法攻略 53	磁感应强度叠加	攻 054

方法攻略 1 接触起电电荷分配巧判断

通关攻略

方法解读

电荷的分配规律

(1) 在两小球接触时, 电荷先中和后分配.

(2) 两个完全相同的金属球接触后再分开, 电荷的分配规律:

① 若两球带同种电荷, 电荷量分别为 Q_1 和 Q_2 , 则接触后两球的电荷量相等. $Q_1' = Q_2' = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$.

② 若两球带异种电荷, 电荷量分别为 Q_1 和 $-Q_2$, 则接触后两球的电荷量相等. $Q_1' = Q_2' = \frac{Q_1 - Q_2}{2}$.

典型示例

示例 完全相同的两金属小球 A 、 B 带有相同大小的电荷量, 相隔一定的距离, 让第三个完全相同的不带电金属小球 C , 先后与 A 、 B 接触后移开.

(1) 若 A 、 B 两球带同种电荷, 求接触后两球带电荷量大小之比;

(2) 若 A 、 B 两球带异种电荷, 求接触后两球带电荷量大小之比.

【解析】 (1) 设 A 、 B 带电荷量均为 q , 则 A 、 C 接触后, A 、 C 带电荷量为 $q_A = q_{C1} = \frac{1}{2}q$, C 与 B 接触后,

B 、 C 带电荷量为 $q_B = q_{C2} = \frac{\frac{1}{2}q}{2} = \frac{3}{4}q$,

故 A 、 B 带电荷量大小之比为 $q_A : q_B = \frac{1}{2}q : \frac{3}{4}q = 2 : 3$

(2) 设 A 带正电荷, B 带负电荷, 且所带电荷量大小均为 Q 则 C 与 A 接触后, A 、 C 带电荷量为 $Q_A' =$

$Q_C' = +\frac{1}{2}Q$

C 与 B 接触后, B 、 C 带电荷量为 $Q_B' = Q_C'' = \frac{\frac{1}{2}Q - Q}{2} = -\frac{1}{4}Q$, 故 A 、 B 带电荷量大小之比为

$|Q_A' : Q_B'| = \frac{1}{2}Q : \frac{1}{4}Q = 2 : 1$

【答案】 (1) $2 : 3$ (2) $2 : 1$

备考攻略

攻略 1 如果是几个完全相同的导体球无限次接触, 可利用数列公式来计算最终的带电荷量,

攻略 2 若结合极限思想, 其实相当于把这几个球用导线连起来, 净电荷在几个球上平均分配.

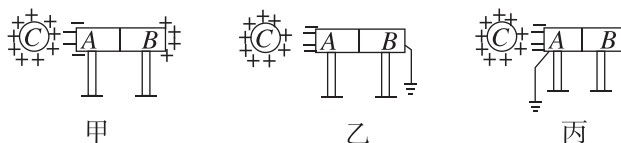
方法攻略 2 用“近端与远端”分析感应起电

通关攻略

方法解读

(1) 当带电体靠近导体时, 导体靠近带电体的一端带异种电荷, 远离带电体的一端带同种电荷, 如图甲所示.

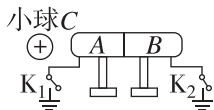
(2) 导体接地时, 该导体与地球可视为一个导体, 而且该导体可视为近端导体, 带异种电荷, 地球就成为远端导体, 带同种电荷, 如图乙、丙所示.



说明:用手摸一下导体,再移开手指,相当于先把导体接地,然后再与大地断开。

典型示例

示例 如图所示在绝缘支架上的导体 A 和导体 B 按图中方式接触放置,原先 A、B 都不带电,先让开关 K_1 、 K_2 均断开,现在将一个带正电小球 C 放置在 A 左侧,以下判断正确的是 ()



- A. 只闭合 K_1 , 则 A 左端不带电, B 右端带负电
- B. 只闭合 K_2 , 接着移走带电小球, 最后将 AB 分开, A 带负电
- C. K_1 、 K_2 均闭合时, A、B 两端均不带电
- D. K_1 、 K_2 均闭合时, A 左端带负电, B 右端不带电

【解析】 只闭合开关 K_1 时, 由于静电感应的作用, 金属导体 B 右端带的正电荷会被从大地上来的负电荷中和, 所以导体右端不再带有电荷, 左端带负电, 故 A 错误; 当闭合开关 K_2 时, 由于静电感应的作用, 金属导体 B 右端带的正电荷会被从大地上来的负电荷中和, 所以导体 B 右端不再带有电荷, 左端带负电, 接着移走带电小球, A 端的负电会被中和而都不带电, 最后将 A、B 分开, 则 A 端和 B 端均不带电, 故 B 错误; K_1 、 K_2 均闭合时, 导体 A、B 的近端还是 A 端会感应异种电荷带负电, 远端通过接地线变成了无穷远, 故 B 端不带电, 故 C 错误, D 正确。

【答案】 D

备考攻略

攻略 1 抓住静电感应的本质是导体中的自由电子受带正(负)电物体吸引(排斥)而靠近(远离), 将异种电荷吸引到离带电体最近的地方, 将同种电荷排斥到离带电体最远的地方。

攻略 2 分清“近端”和“远端”, 要注意, 导体接地后就相当于导体和整个大地成为了一个导体。

模型攻略 3 三个自由点电荷静态平衡求解规律

通关攻略

1. 模型建构

三个点电荷, 放在一条直线上, 它们只受其他两个点电荷的作用力而处于平衡状态。

2. 模型规律

- (1)“三点共线”——三个点电荷分布在同一直线上;
- (2)“两同夹异”——正、负电荷相互间隔;
- (3)“两大夹小”——中间电荷的电荷量最小;
- (4)“近小远大”——中间电荷靠近电荷量较小的电荷。

典型示例

示例 1 两个可自由移动的点电荷分别放在 A、B 两处, 如图所示. A 处电荷带负电, 电荷量为 Q_1 , B 处电荷带负电, 电荷量为 Q_2 , 且 $Q_2 = 5Q_1$, 另取一个可以自由移动的点电荷 Q_3 , 放在 AB 直线上, 欲使整个系统处于平衡状态, 则 ()



- A. Q_3 为负电荷, 且放于 B 右方
- B. Q_3 为负电荷, 且放于 A 左方
- C. Q_3 为正电荷, 且放于 A、B 之间
- D. Q_3 为正电荷, 且放于 B 右方

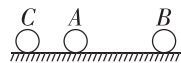
【解析】 若 Q_3 为负电荷, 且放于 B 右方, 则 Q_1 对 Q_3 的静电力和 Q_2 对 Q_3 的静电力方向均向右, 整个系统不可能处于平衡状态, A 错误; 若 Q_3 为负电荷, 且放于 A 左方, 则 Q_1 对 Q_3 的静电力和 Q_2 对 Q_3 的静电力方向均向左, 整个系统不可能处于平衡状态, B 错误; 若 Q_3 为正电荷, 且放于 A 、 B 之间, 则 Q_1 对 Q_3 的电场力向左, Q_2 对 Q_3 的电场力向右, 再用同样的方法研究 A 、 B 的受力情况, 可知整个系统可能处于平衡状态, C 正确; 若 Q_3 为正电荷, 且放于 B 右方, 则 Q_1 对 Q_3 的电场力和 Q_2 对 Q_3 的电场力方向均向左, 整个系统不可能处于平衡状态, D 错误。

【答案】 C

示例 2 真空中有两个距离为 r 的点电荷 A 和 B , 它们位于同一条直线上, 带电荷量分别为 $q_1 = -q$ 和 $q_2 = 4q$. 若 A 、 B 固定, 则在此条直线上的什么位置放入第三个点电荷 C , 可使点电荷 C 处于平衡状态?

对 C 的电荷量及电性有无要求?

【解析】 若 C 受力平衡, 则必须和 A 、 B 在同一条直线上, 因为 A 、 B 带异号电荷, 所以 C 不可能在它们中间. 根据库仑力和距离的二次方成反比, 可推知 C 应该在 A 、 B 的连线上, 且在 A 的外侧 (离带电荷量少的电荷近一点的地方), 如图所示.



设 C 与 A 的距离是 x , 根据库仑定律和平衡条件得

$$k \frac{q_3 |q_1|}{x^2} = k \frac{q_3 q_2}{(x+r)^2}$$

将已知量代入, 解得 $x = r$ ($x = -\frac{r}{3}$ 舍去)

对 C 的电荷量及电性均没有要求.

【答案】 在 A 的外侧距离为 r 处 对 C 的电性和电荷量均没有要求

备考攻略

攻略 1 同一直线上的三个自由点电荷都处于平衡状态时, 每个电荷受到的合力均为零.

攻略 2 对于三个自由电荷的平衡问题, 只需对其中两个电荷列平衡方程, 不必再对第三个电荷列平衡方程.

攻略 3 若两个点电荷固定, 让新引入的一个自由点电荷平衡, 则只能确定其位置, 对其电性和电荷量无要求.

方法攻略 4 “整体隔离法”求解库仑力平衡

通关攻略

方法应用

分析静电力作用下点电荷的平衡问题时, 方法仍然与力学中分析物体的平衡方法一样, 具体步骤如下:

(1) 确定研究对象: 如果有几个物体相互作用, 要依据题意, 适当选取“整体法”或“隔离法”.

(2) 对研究对象进行受力分析, 此时多了静电力 ($F = \frac{kQ_1 Q_2}{r^2}$).

(3) 根据 $F_{\text{合}} = 0$ 列方程, 若采用正交分解, 则有 $F_x = 0, F_y = 0$.

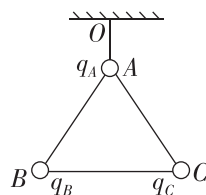
(4) 求解方程.

典型示例

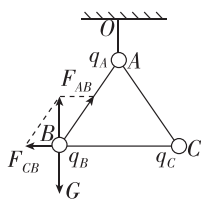
示例 1 (多选) 如图所示, 用三根长度相同的绝缘细线将三个带电小球连接后悬挂在空中, 三个带电小球质量相等, A 球带正电, 平衡时三根绝缘细线都是直的, 但拉力都为零. 则

()

- A. B 球和 C 球都带负电荷
- B. B 球带负电荷, C 球带正电荷
- C. B 球和 C 球所带电荷量不一定相等
- D. B 球和 C 球所带电荷量一定相等



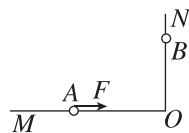
【解析】以 B 球为研究对象, B 球受重力及 A 、 C 球对 B 球的静电力而处于平衡状态, 则 A 、 C 球对 B 球的静电力的合力应与重力大小相等、方向相反, 而静电力的方向只能沿两电荷的连线方向, 则 A 球对 B 球的静电力应指向 A , C 球对 B 球的静电力应指向 B 球的左侧, 由此可知, B 、 C 球都应带负电荷, A 正确, B 错误; 由受力分析图可知, A 球对 B 球的静电力应为 C 球对 B 球的静电力的 2 倍, 故 C 球所带电荷量应为 A 球所带电荷量的一半, 同理分析 C 球可知, B 球所带电荷量也应为 A 球所带电荷量的一半, 故 B 、 C 球所带电荷量相等, C 错误, D 正确.



【答案】 AD

示例 2 如图所示, MON 是固定的光滑绝缘直角杆, MO 沿水平方向, NO 沿竖直方向, A 、 B 为两个套在此杆上的带有同种电荷的小球. 用一指向竖直杆的力 F 作用在 A 球上, 使两球均处于静止状态, 现将 A 球沿水平方向向右缓慢拉动一小段距离后, A 、 B 两小球可以重新平衡. 则后一种平衡状态与前

一种平衡状态相比较, 下列判断正确的是 ()



- A. A 、 B 两小球间的库仑力变大, A 球对 MO 杆的压力变大
- B. A 、 B 两小球间的库仑力变小, A 球对 MO 杆的压力变小
- C. A 、 B 两小球间的库仑力变小, A 球对 MO 杆的压力不变
- D. A 、 B 两小球间的库仑力变大, A 球对 MO 杆的压力不变

【解析】 设 MO 杆对 A 球的支持力为 F_N , 以 A 、 B 球系统为研究对象, 竖直方向有 $F_N = G_A + G_B$, 故 MO 杆对 A 球的支持力不变, 由牛顿第三定律可知, A 球对 MO 杆的压力不变. 设 A 、 B 两小球间的库仑力为 F_c , F_c 和杆 NO 的夹角为 θ , 以 B 为研究对象, 竖直方向有 $F_c \cos \theta = G_B$, 由于 A 球沿水平方向向右移动过程中 θ 减小, 则 $\cos \theta$ 增大, 故 F_c 减小, 所以 C 正确.

【答案】 C

备考攻略

攻略 1 在共点力(包括库仑力)的平衡中, 解决动态平衡类问题常用图解法, 图解法就是在对物体进行受力分析(一般受三个力)的基础上, 若满足有一个力大小、方向均不变, 另有一个力方向不变, 可画出这三个力的封闭矢量三角形来分析力的变化情况的方法.

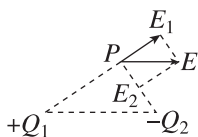
攻略 2 如果有一个力是恒力, 另外两个力方向都变化, 且题目给出了空间几何三角形关系, 多数情况下力的矢量三角形与空间几何三角形相似, 可利用相似三角形对应边成比例来进行计算.

方法攻略 5 电场强度的叠加方法

通关攻略

1. 方法解读

在几个点电荷共同形成的电场中, 电场中任意一点的总电场强度等于各个点电荷在该点各自产生的电场强度的矢量和.



2. 方法应用

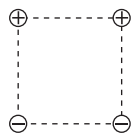
电场强度是矢量, 对于同一直线上电场强度的合成, 可先规定正方向, 进而把矢量运算转化成代数运算, 对于互成角度的电场强度的叠加, 合成时遵循平行四边形定则.

典型示例

示例 如图所示,四个点电荷所带电荷量的绝对值均为 Q ,分别固定在正方形的四个顶点上,已知正方形边长为 a ,静电力常量为 k ,则正方形两条对角线交点处的电场强度

()

- A. 大小为 $\frac{4\sqrt{2}kQ}{a^2}$,方向竖直向上
- B. 大小为 $\frac{2\sqrt{2}kQ}{a^2}$,方向竖直向上
- C. 大小为 $\frac{4\sqrt{2}kQ}{a^2}$,方向竖直向下
- D. 大小为 $\frac{2\sqrt{2}kQ}{a^2}$,方向竖直向下



【解析】 根据题意可得,四个点电荷到对角线交点的距离均为 $r = \frac{\sqrt{2}}{2}a$,每个点电荷在交点处产生的电场强度大小均为 $E = k \frac{Q}{r^2}$,两个正点电荷的合场强方向竖直向下,大小为 $E_{\text{正}} = \sqrt{2}E$,两个负点电荷的合场强方向竖直向下,大小为 $E_{\text{负}} = \sqrt{2}E$,所以交点处的电场强度大小为 $E' = E_{\text{正}} + E_{\text{负}} = 2\sqrt{2}E = 2\sqrt{2}k \frac{Q}{r^2} = 4\sqrt{2}k \frac{Q}{a^2}$,方向竖直向下,C正确.

【答案】 C

备考攻略

计算电场强度的几种方法

攻略1 利用定义式 $E = \frac{F}{q}$ 和决定式 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 求解.

攻略2 利用场的叠加原理求解:若在空间中同时存在多个点电荷,则这时在空间某一点的电场强度等于各个点电荷单独存在时在该点产生的电场强度的矢量和,利用场的叠加法则——平行四边形定则求解.在叠加时,还可以使用三角形定则、正交分解法等进行求解.

攻略3 巧妙而合适地假设置额外电荷,或将电荷巧妙地分割,使问题简化而求得未知的电场强度.

方法攻略6 求解电场强度的方法——对称法

通关攻略

1. 方法解读

对称法是指在研究物理问题时,利用研究对象的对称特性来分析和处理问题的方法.

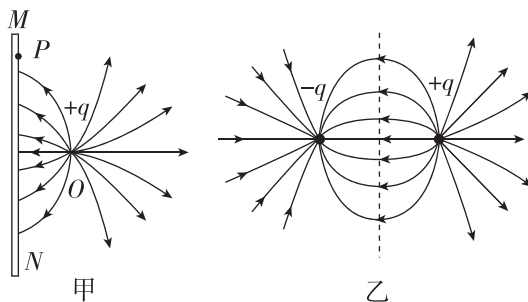
2. 方法应用

对称法解题就是采用对物理问题中出现的各种对称特性进行分析和推理,可以避免烦琐的物理分析和数学推导,而直接利用事物之间的对称关系得出结论,从而快速解题,事半功倍.

典型示例

示例 (等效法) MN 为足够大的不带电的金属板,在其右侧距离为 d 的位置放一个电荷量为 $+q$ 的点电荷 O ,金属板右侧空间的电场分布如图甲所示, P 是金属板表面上与点电荷 O 距离为 r 的一点.几位同学想求出 P 点的电场强度大小,但发现很难,经过研究,他们发现图甲的电场分布与图乙中虚线右侧的电场分布是一样的.图乙是两等量异种点电荷周围的电场线分布图,两点电荷的电荷量的大小均为 q ,它们之间的距离为 $2d$,虚线是两点电荷连线的中垂线,静电力

常量为 k .由此他们分别对甲图中 P 点的电场强度方向和大小作出以下判断,其中正确的是 ()



- A. 方向沿 P 点和点电荷的连线向左, 大小为 $\frac{2kqd}{r^3}$
- B. 方向沿 P 点和点电荷的连线向左, 大小为 $\frac{2kq\sqrt{r^2-d^2}}{r^3}$
- C. 方向垂直于金属板向左, 大小为 $\frac{2kqd}{r^3}$
- D. 方向垂直于金属板向左, 大小为 $\frac{2kq\sqrt{r^2-d^2}}{r^3}$

【解析】 从图乙中可以看出, P 点电场强度方向垂直于金属板向左; 正、负点电荷在 P 点产生的电场相叠加, 合场强大小为 $E = 2k \frac{q}{r^2} \cos \theta = 2k \frac{q}{r^2} \cdot \frac{d}{r} = 2k \frac{qd}{r^3}$, 故选项 C 正确.

【答案】 C

备考攻略

攻略 1 找出对称性(如: 物理过程的对称性、运动轨迹的对称性、镜像的对称性、几何形状的对称性等)是关键.

攻略 2 利用空间上对称分布的电荷形成的电场具有对称性的特点, 可使复杂电场的叠加计算问题大为简化.

方法攻略 7 求解电场强度的方法——补偿法

通关攻略

1. 方法解读

有些物理问题根据已有条件不能建立完整的模型, 这时就需要给原来的问题补充一些条件, 组成一个完整的新模型, 这样, 求解原模型的问题就变为求解新模型与补充条件的差值问题. 这就是补偿法.

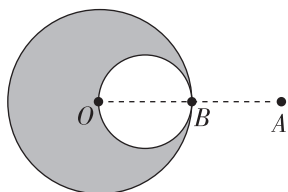
2. 方法应用

求解有缺口的均匀带电圆环、均匀带电球体等的场强问题时, 可用补偿法解决.

典型示例

示例 已知均匀带电球体在球的外部产生的电场与一个位于球心的、电荷量相等的点电荷产生的电场相同. 如图所示, 半径为 R 的球体上均匀分布着电荷量为 Q 的电荷, 在过球心 O 的直线上有 A 、 B 两个点, O 和 B 、 B 和 A 间的距离均为 R . 现以 OB 为直径在球内挖一球形空腔, 若静电力常量为 k , 球的体积公式为 $V = \frac{4}{3}\pi r^3$, 则 A 点处的电场强度大小为 ()

- A. $\frac{5kQ}{36R^2}$
- B. $\frac{7kQ}{36R^2}$



- C. $\frac{7kQ}{32R^2}$
- D. $\frac{3kQ}{16R^2}$

【解析】 未挖空腔时, $E_A = \frac{kQ}{(2R)^2} = \frac{kQ}{4R^2}$, 挖出的球体在 A 点产生的电场强度 $E_A' = \frac{k \frac{Q}{8}}{\left(\frac{3}{2}R\right)^2} = \frac{kQ}{18R^2}$, 所以挖成空腔后的带电体在 A 点产生的电场强度 $E = E_A - E_A' = \frac{7kQ}{36R^2}$, 选项 B 正确.

【答案】 B

备考攻略

攻略 1 补偿法属于割补法, 可利用力学(如万有引力)思想进行分析.

攻略 2 将有缺口的带电圆环补全为圆环, 或将半球面补全为球面, 然后再应用对称的特点进行分析, 有时还要用到微元思想.

方法攻略 8 求解电场强度的方法——微元法

通关攻略

1. 方法解读

微元法就是将研究对象分割成若干微小的单元,或从研究对象上选取某一“小单元”加以分析,从而可以化繁为简,使变量、难以确定的量转化为常量、容易确定的量。

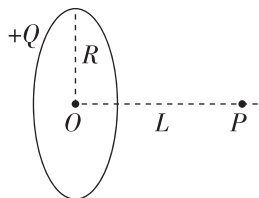
2. 方法应用

求解均匀带电圆环、带电平面、带电直杆等在某点产生的场强问题,可应用微元法.用该方法可以使一些复杂的物理过程用我们熟悉的物理规律迅速解决,使所求的问题简单化。

典型示例

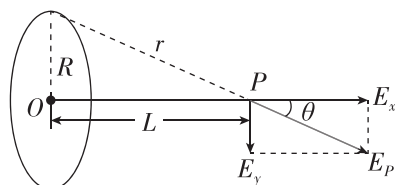
示例 一半径为 R 的圆环上均匀地带有电荷量为 Q 的电荷,在垂直于圆环平面过圆环圆心的轴上有一点 P ,它与环心 O 的距离为 $OP=L$. 设静电力常量为 k ,关于 P 点的电场强度 E ,下列四个表达式中只有一个是正确的,请你根据所学的物理知识,通过一定的分析,判断正确的表达式是 ()

- A. $\frac{kQ}{R^2+L^2}$
 B. $\frac{kQL}{R^2+L^2}$
 C. $\frac{kQR}{\sqrt{(R^2+L^2)^3}}$
 D. $\frac{kQL}{\sqrt{(R^2+L^2)^3}}$



【解析】 设想将圆环等分为 n 个小段,当 n 相当大时,每一小段都可以看成点电荷,其所带电荷量为 $q = \frac{Q}{n}$,由点电荷的电场强度公式可求得每一个点电

荷在 P 点处产生的电场强度均为 $E_P = k \frac{Q}{nr^2} = k \frac{Q}{n(R^2+L^2)}$,由对称性可知,各小段带电环在 P 点处产生的电场强度垂直于轴向的分量 E_y 相互抵消,而沿轴向的分量 E_x 之和即为圆环在 P 点处产生的电场强度 E ,故 $E = nE_x = n \cdot \frac{kQ}{n(R^2+L^2)} \cdot \cos \theta = \frac{kQL}{r(R^2+L^2)}$,而 $r = \sqrt{L^2+R^2}$,联立解得 $E = \frac{kQL}{\sqrt{(R^2+L^2)^3}}$,D 正确。



【答案】 D

备考攻略

攻略 1 使用微元法处理问题,需将某过程或某物理量其分解为“元过程”或“微元”。

攻略 2 在电场中,当一个带电体体积较大,已不能视为点电荷时,可把带电体利用微元法的思想分成很多小块,每块可以看成点电荷,用点电荷电场叠加的方法计算这个带电体的场强。

要点攻略 9 两种等量点电荷的电场线

通关攻略

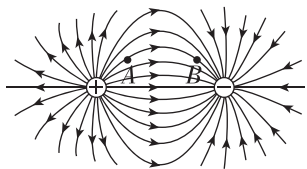
【要点】 等量异(同)种点电荷的电场

	等量异种点电荷	等量同种(正)点电荷
电场线分布图		

	等量异种点电荷	等量同种(正)点电荷
连线上的场强大小	O 点最小,从 O 点沿连线向两边逐渐变大	O 点为零,从 O 点沿连线向两边逐渐变大
中垂线上的场强大小	O 点最大,从 O 点沿中垂线向两边逐渐变小	O 点为零,从 O 点沿中垂线向两边先变大后变小
关于 O 点对称的点 A 与 A' 、 B 与 B' 的场强	等大同向	等大反向

典型示例

示例 1 用电场线能很直观、很方便地比较电场中各点的电场强度强弱.如图是等量异种点电荷形成电场的电场线, A 、 B 为同一电场线上的两点,以下说法正确的是 ()



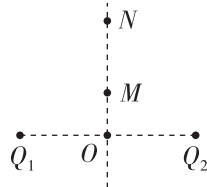
- A. A 、 B 两点电场强度相同
- B. 两个电荷连线(直线)上的电场强度,连线中点电场强度最小
- C. 将一正点电荷从 A 点无初速度释放,一定会沿电场线运动到 B 点
- D. 两个电荷连线(直线)的中垂线上各点电场强度方向相同,大小相等

【解析】 电场线的切线方向表示电场强度的方向,因此 A 、 B 两点电场强度方向不同,故 A 错误;依据电场线的疏密,来体现电场强度的强弱,因此两个电荷连线(直线)上的电场强度,连线中点电场强度最小,故 B 正确;若将一正点电荷从 A 点无初速度释放,假设正点电荷沿电场线运动到 B 点,则该电荷做曲线运动,而正点电荷的受力时刻沿电场线的切线即轨迹的切线,与正点电荷做曲线运动受力指向轨迹凹侧相矛盾,因此正点电荷不会沿着电场线从 A 到 B ,故 C 错误;依据电场线的疏密,来体现电场强度的强弱,因此两个电荷连线(直线)的中垂线上,从两个电荷连线中点到无穷远,电场强度越来越小,电场线

的切线方向表示电场强度的方向,因此中垂线上各点电场强度方向一致,故 D 错误.

【答案】 B

示例 2 如图所示, Q_1 、 Q_2 是两个电荷量相等的点电荷, O 点为它们连线的中点, M 、 N 为连线中垂线上的两点.下列说法正确的是 ()



- A. 若 Q_1 、 Q_2 均带正电,则在中垂线上, O 点的电场强度为零
- B. 若 Q_1 、 Q_2 均带正电,则 M 点的电场强度一定大于 N 点的电场强度
- C. 若 Q_1 带正电、 Q_2 带负电,则 M 点的电场强度一定比 N 点电场强度小
- D. 若 Q_1 带正电、 Q_2 带负电,则在中垂线上, O 点的电场强度最小

【解析】 若 Q_1 、 Q_2 均带正电,它们在点 O 处产生的电场强度大小相等、方向相反,互相抵消,则中点 O 的场强为零, A 正确;若 Q_1 、 Q_2 均带正电,中点 O 的场强为零,中垂线上无穷远处场强也为 0,从 O 点到无穷远处,场强先增大后减小,所以无法确定 M 、 N 两点的场强大小, B 错误;若 Q_1 带正电、 Q_2 带负电,由等量异种点电荷的电场线分布可知,由 O 到 N ,电场强度一直减小, C、D 错误.

【答案】 A

备考攻略

攻略 等量同种和异种电荷的电场是高考中常考的两个场,一是记住电场线的形状,二是主要记住连线和中垂线上场的分布情况,三是根据叠加原理和对称性理解电场强度的特点.

要点攻略 10 电场线与轨迹结合问题

通关攻略

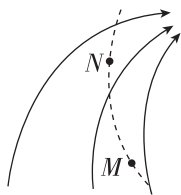
要点1 带电粒子仅受静电力作用做曲线运动时,静电力指向轨迹曲线的内侧.静电力沿电场线方向或电场线的切线方向,粒子速度方向沿轨迹的切线方向.

要点2 分析方法

- (1)由轨迹的弯曲情况,结合电场线确定静电力的方向;
- (2)由静电力和电场线的方向可判断电荷的正负;
- (3)由电场线的疏密程度可确定静电力的大小,再根据牛顿第二定律,可判断带电粒子加速度的大小;
- (4)根据力和速度的夹角,由静电力做功的正负,动能的增大还是减小,可以判断速度变大还是变小,从而确定不同位置的速度大小关系.

典型示例

示例1 某电场线分布如图所示,一带电粒子沿图中虚线所示途径运动,先后通过 M 点和 N 点,以下说法正确的是 ()

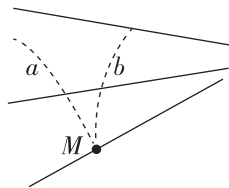


- A. M 、 N 点的场强 $E_M > E_N$
- B. 粒子在 M 、 N 点的加速度 $a_M > a_N$
- C. 粒子在 M 、 N 点的速度 $v_M > v_N$
- D. 粒子带正电

【解析】 电场线越密集场强越大,根据题图可知 $E_M < E_N$, M 点场强小,粒子受到的电场力就小,加速度小, A、B 错误;根据粒子运动的轨迹弯曲方向可知受到的电场力斜向右上,所以粒子带正电,又因为从 M 到 N 点,静电力方向与速度方向的夹角小于 90° ,所以静电力都做正功,动能都增大,所以有 $v_M < v_N$, C 错误, D 正确.

【答案】 D

示例2 如图所示,实线为不知方向的三条电场线,从电场中 M 点以相同速度垂直于电场线方向飞出 a 、 b 两个带电粒子,仅在静电力作用下的运动轨迹如图中虚线所示,则 ()



- A. a 一定带正电, b 一定带负电
- B. a 的速度将减小, b 的速度将增大
- C. a 的加速度将减小, b 的加速度将增大
- D. 两个粒子的动能,一个增大一个减小

【解析】 带电粒子做曲线运动,所受的静电力方向指向轨迹的内侧,由于电场强度的方向未知,所以粒子带电性质不确定,故 A 错误;从图中轨迹可以看出,速度方向与力的方向的夹角都小于 90° ,所以静电力都做正功,动能都增大,速度都增大,故 B、D 错误;电场线密的地方电场强度大,电场线疏的地方电场强度小,所以 a 受到的静电力减小,加速度减小,而 b 受到的静电力增大,加速度增大,故 C 正确.

【答案】 C

备考攻略

攻略 解题时要善于从题目中提取关键信息,如粒子的运动轨迹、电场线的分布等,将这些信息与所学的物理知识和分析方法相结合.对于复杂的问题,可以逐步分析,先确定一些容易判断的物理量,再以此为基础推导其他物理量.

方法攻略 11 等效法解静电平衡

通关攻略

1. 方法解读

解决本类问题的关键是知道导体达到静电平衡状态的本质是外部电场与导体上感应电荷的电场等大反向,导致其内部的电场强度处处为 0,导体内部的电荷不受静电力作用,因此不再发生定向移动.

2. 方法应用

求处于静电平衡状态的导体的感应电荷产生的电场强度的方法

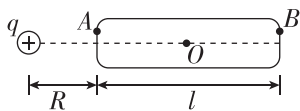
(1)先求出外电场产生的电场强度 $E_{\text{外}}$ 的大小和方向.

(2)由于导体处于静电平衡状态,则满足静电平衡条件 $E_{\text{合}}=0$.

(3)由 $E_{\text{外}}+E_{\text{感}}=0$,求出感应电场产生的电场强度 $E_{\text{感}}$ 的大小和方向.

典型示例

示例 (多选)[2024·河北衡水中学月考] 如图所示,原来不带电、长为 l 的匀质导体棒水平放置,现将一个电荷量为 $+q$ ($q>0$) 的点电荷放在棒的中心轴线上且距棒的左端长为 R 处, A 、 B 分别为导体棒左右两端的一点,静电力常量为 k . 当棒达到静电平衡后,下列说法正确的是 ()



- A. 棒的两端都感应出负电荷
- B. 棒上感应电荷在棒的中心 O 处产生的电场强度方向水平向右
- C. 棒上感应电荷在棒的中心 O 处产生的电场强度方向水平向左

D. 棒上感应电荷在棒的中心 O 处产生的电场强度

$$\text{大小 } E = k \frac{q}{\left(R + \frac{l}{2}\right)^2}$$

【解析】 由静电感应可知,棒左端感应出负电荷,右端感应出正电荷, A 错误;点电荷 q 在棒中心 O 处产生的电场方向向右,根据平衡关系可知,棒上感应电荷在棒中心 O 处产生的电场方向向左,与点电荷 q 在棒中心 O 处产生的电场强度大小相同,为 $E =$

$$\frac{kq}{\left(R + \frac{l}{2}\right)^2}, \text{C、D 正确, B 错误.}$$

【答案】 CD

备考攻略

攻略 1 处于静电平衡的导体内部电场强度处处为 0.

攻略 2 静电平衡的导体是一个等势体,表面是等势面.

攻略 3 静电平衡的导体外表面的电场强度垂直于导体表面.