



浙江省

导学案

主题
与
练
好

全品

学
练
考

高中物理

必修第三册 RJ

细分课时

分层设计

落实基础

突出重点

天津出版传媒集团

天津人民出版社

Contents

09 第九章 静电场及其应用

PART NINE

1 电荷	导 117
2 库仑定律	导 120
3 电场 电场强度	导 122
习题课:电场的力的性质	导 125
4 静电的防止与利用	导 127

10 第十章 静电场中的能量

PART TEN

1 电势能和电势	导 130
2 电势差	导 132
3 电势差与电场强度的关系	导 135
习题课:电场的能的性质	导 137
※专题课:电场线和等势面的综合应用	导 139
4 电容器的电容	导 140
实验:观察电容器的充、放电现象	导 143
5 带电粒子在电场中的运动	导 145
※专题课:带电粒子在交变电场中的运动	导 148
※专题课:带电粒子在重力场与电场中的运动	导 149

11 第十一章 电路及其应用

PART ELEVEN

1 电源和电流	导 152
2 导体的电阻	导 154

3	实验:导体电阻率的测量	导 157
	第 1 课时 测量工具的使用及实验电路的基础设计	导 157
	第 2 课时 导体电阻率的测量	导 161
4	串联电路和并联电路	导 163
5	实验:练习使用多用电表	导 165
	※专题课:测量电阻的其他方法	导 169

12 第十二章 电能 能量守恒定律

PART TWELVE

1	电路中的能量转化	导 173
2	闭合电路的欧姆定律	导 175
	※专题课:闭合电路的功率及电源效率问题	导 176
	※专题课:闭合电路的动态分析、含有电容器的电路	导 179
3	实验:电池电动势和内阻的测量	导 181
4	能源与可持续发展	导 185

13 第十三章 电磁感应与电磁波初步

PART THIRTEEN

1	磁场 磁感线	导 187
2	磁感应强度 磁通量	导 190
3	电磁感应现象及应用	导 192
4	电磁波的发现及应用	导 193
5	能量量子化	导 195

◆ 参考答案	导 197
--------	-------

1 电荷

新课程标准	学业质量水平
1. 通过实验,了解静电现象 2. 能用原子结构模型和电荷守恒的知识分析静电现象	1. 知道自然界存在两种电荷,并且只存在两种电荷,知道电荷量的概念及其国际单位 2. 知道同种电荷相互排斥、异种电荷相互吸引 3. 了解使物体带电的方法,会从物质微观结构的角度认识物体带电的本质 4. 理解电荷守恒定律 5. 关注存在元电荷的事实,知道元电荷的概念,知道电荷量不能连续变化

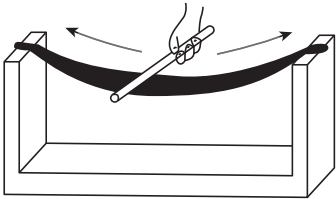
学习任务一 认识电荷

[教材链接] 阅读教材,完成下列填空:

(1)两种电荷:_____电荷和_____电荷.
 (2)电荷量(Q 或 q):电荷的_____. 电荷量的单位是_____,符号为 C .
 (3)电荷间相互作用:同种电荷相互_____,异种电荷相互_____.
 (4)电中性:原子是由带正电的_____,不带电的_____以及带负电的_____组成的,每个原子中_____的正电荷数量与_____的负电荷数量一样多,所以整个原子对外界表现为_____.
 (5)摩擦起电的实质:当两种不同的物体相互摩擦时,一些受束缚较_____的电子会转移到另一个物体上,于是原来电中性的物体由于得到电子而带_____电,失去电子的物体则带_____电,本质上是_____造成的.
 (6)自由电子和离子:金属中原子的外层电子往往会脱离原子核的束缚而在金属中自由运动,这种能自

由运动的电子叫作_____,失去自由电子的原子便成为带正电的_____.

例 1 如图所示,均不带电的橡胶棒与毛皮摩擦后,橡胶棒带负电,毛皮带正电,这是因为 ()

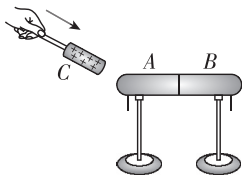


- A. 空气中的正电荷转移到了毛皮上
 B. 空气中的负电荷转移到了橡胶棒上
 C. 毛皮上的电子转移到了橡胶棒上
 D. 橡胶棒上的电子转移到了毛皮上

[反思感悟] _____

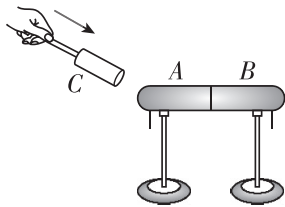
学习任务二 探究静电感应

[科学探究] 如图所示,分别用绝缘柱支撑的导体 A 和 B ,使它们彼此接触. 起初它们不带电,贴在下部的金属箔片是闭合的.



- (1)把带正电荷的物体 C 移近导体 A ,金属箔片 _____ (选填“张开”或“不变”).
 (2)这时把 A 和 B 分开,然后移去 C ,金属箔片张角 _____ (选填“变小”“变大”或“不变”).
 (3)再让 A 和 B 接触,金属箔片 _____ (选填“闭合”或“张角变小”).

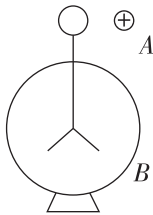
例 2 [2024·余姚中学月考] 如图所示,两个不带电的导体 A 和 B,用一对绝缘柱支撑使它们彼此接触.把一带正电荷的物体 C 置于 A 附近,贴在 A、B 下部的金属箔都张开 ()



- A. 此时 A 带正电, B 带负电
- B. 此时 A 带正电, B 带正电
- C. 移去 C, 贴在 A、B 下部的金属箔都闭合
- D. 先把 A 和 B 分开, 然后移去 C, 贴在 A、B 下部的金属箔都闭合

[反思感悟]

变式 1 如图所示,用起电机使金属球 A 带上正电荷,并靠近验电器 B, 则 ()



- A. 验电器金属箔片不张开, 因为金属球 A 没有和验电器上的金属小球接触
- B. 验电器金属箔片张开, 因为整个验电器都感应出了正电荷
- C. 验电器金属箔片张开, 因为整个验电器都感应出了负电荷
- D. 验电器金属箔片张开, 因为验电器的金属箔片上感应出了正电荷

[反思感悟]

【要点总结】

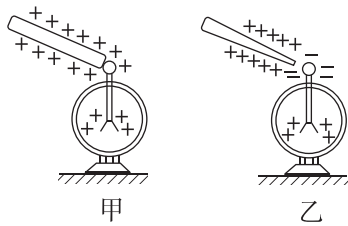
1. 三种起电方式的比较

	摩擦起电	感应起电	接触起电
产生及条件	两不同物体摩擦时	导体靠近带电体时	导体与带电体接触时
现象	两物体带上等量异种电荷	导体两端出现等量异种电荷, 且电性与原带电体“近异远同”	导体带上与带电体相同电性的电荷
原因	不同物质的原子核对核外电子的束缚力不同而发生电子得失	导体中的自由电子受带正(负)电物体吸引(排斥)而靠近(远离)	自由电荷在带电体与导体之间发生转移
实质	均为电荷在物体之间或物体内部的转移		

2. 验电器的两种应用方式及原理

(1)带电体接触验电器: 当带电的物体与验电器上面的金属球接触时, 有一部分电荷转移到验电器上, 与金属球相连的两个金属箔片带上同种电荷, 因相互排斥而张开, 如图甲.

(2)带电体靠近验电器: 当带电体靠近验电器的金属球时, 带电体会使验电器的金属球感应出异种电荷, 而金属箔片上会感应出同种电荷(感应起电), 两个金属箔片在斥力作用下张开, 如图乙.



学习任务三 追寻守恒量——电荷守恒定律

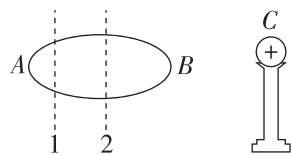
[教材链接] 阅读教材, 完成下列填空:

(1)电荷守恒定律: 电荷既不会创生, 也不会消灭, 它只能从一个物体 _____ 到另一个物体, 或者从物体的一部分 _____ 到另一部分; 在转移过程中, 电

荷的总量保持 _____.

(2)电荷守恒定律更普遍的表述: 一个与外界没有电荷 _____ 的系统, 电荷的 _____ 保持不变.

例 3 有三个相同的绝缘金属小球 A、B、C, 其中 A 小球带有 $3 \times 10^{-3} \text{ C}$ 的正电荷, B 小球带有 $2 \times 10^{-3} \text{ C}$ 的负电荷, 小球 C 不带电. 先让小球 C 与小球 A 接触后分开, 再让小球 B 与小球 A 接触后分开, 最后让小球 B 与小球 C 接触后分开, 试求这时三个小球的带电荷量分别为多少?



- A. $Q_A > 0, Q_B < 0, |Q_A| = |Q_B|$
 B. $Q_A > 0, Q_B < 0, |Q_A| < |Q_B|$
 C. $Q'_A > 0, Q'_B < 0, |Q'_A| = |Q'_B|$
 D. $Q'_A < 0, Q'_B > 0, |Q'_A| < |Q'_B|$

[反思感悟]

【要点总结】

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. $Q'_1 = Q'_2 = \frac{Q_1 - Q_2}{2}$.

变式 2 (不定项) [2024 · 诸暨中学期末] 将带正电荷 Q 的导体球 C 靠近不带电的导体. 若沿虚线 1 将导体分成 A、B 两部分, 这两部分所带电荷量分别为 Q_A 、 Q_B ; 若沿虚线 2 将导体分成两部分, 这两部分所带电荷量分别为 Q'_A 和 Q'_B . 下列判断正确的是 ()

学习任务四 元电荷

[教材链接] 阅读教材, 完成下列填空:

- (1) 元电荷: 迄今为止, 实验发现的最小电荷量就是电子所带的电荷量. 人们把这个最小的电荷量叫作元电荷, 用 e 表示. $e = \underline{\hspace{2cm}} \text{ C}$, 元电荷 e 的数值最早是由美国物理学家 测得的. 所有带电体的电荷量都是 e 的 倍.
 (2) 比荷: 带电粒子的电荷量与 之比叫作比荷.

[物理观念] (1) 元电荷是最小的电荷量, 而不是实物粒子, 元电荷无正、负之分.

(2) 虽然质子、电子的电荷量等于元电荷, 但不能说质子、电子是元电荷.

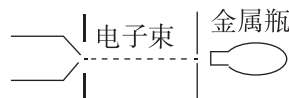
例 4 (不定项) 关于电荷量, 以下说法中正确的是 ()

- A. 物体所带的电荷量可以为任意实数
 B. 物体所带的电荷量只能是某些特定值
 C. 物体带电荷量为 $+1.60 \times 10^{-9} \text{ C}$, 这是因为该物体失去了 1.0×10^{10} 个电子
 D. 物体所带电荷量的最小值为 $1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$

[反思感悟]

变式 3 如图所示, 通过调节控制电子枪产生的电子束, 使其每秒有 10^4 个电子到达收集电子的金属瓶, 经过一段时间, 金属瓶上带有 $-8 \times 10^{-12} \text{ C}$ 的电荷, 求:

- (1) 金属瓶上收集到的电子数目;
 (2) 实验的时间.



// 随堂巩固 //

1. (认识电荷)东汉王充在《论衡·乱龙篇》中有“顿牟掇芥,磁石引针”的描述,显示了中国古人对电磁的正确认知。“顿牟掇芥”意思是玳瑁的壳经摩擦后会产生静电,可以吸引芥一类的轻小物体.下列说法正确的是 ()

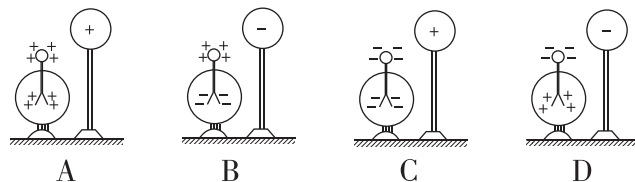
- A. 玳瑁壳摩擦后创造了电荷
- B. 玳瑁壳摩擦后转移了电荷
- C. 玳瑁壳摩擦后一定带正电
- D. 轻小物体原本一定也带电

2. (对电荷守恒定律的理解)关于电荷守恒定律,下列叙述不正确的是 ()

- A. 一个物体所带的电荷量总是守恒的
- B. 在与外界没有电荷交换的情况下,一个系统所带的电荷量总是守恒的
- C. 在电荷转移的过程中,电荷的总量保持不变

D. 电荷守恒定律并不意味着带电系统一定和外界没有电荷交换

3. (静电感应)使带电的金属球靠近不带电的验电器,验电器的箔片张开.各图表示验电器上感应电荷的分布情况,其中正确的是 ()



4. (元电荷)一个带电质点的电荷量数据不完整,只能看清 $6. \underline{\hspace{1cm}} \times 10^{-18} \text{ C}$,你认为该带电质点的电荷量可能是 ()

- A. $6.2 \times 10^{-18} \text{ C}$
- B. $6.4 \times 10^{-18} \text{ C}$
- C. $6.6 \times 10^{-18} \text{ C}$
- D. $6.8 \times 10^{-18} \text{ C}$

2 库仑定律

新课程标准	学业质量水平
1. 知道点电荷模型 2. 知道两个点电荷间的相互作用规律 3. 体会探究库仑定律过程中的科学思想和方法	1. 知道点电荷的概念,知道将带电体看作点电荷的条件,体会类比方法在科学研究中的作用 2. 通过实验探究电荷间的相互作用力,理解库仑定律的含义及其表达式,知道静电力常量,会用库仑定律进行有关的计算 3. 了解库仑扭秤实验巧妙解决电荷量、微小库仑力的测量问题,体会对称、微小量放大和类比等思想方法

学习任务一 电荷之间的作用力

[模型建构] 理想化模型——点电荷

(1)点电荷是只有电荷量,没有 、 的理想化模型,类似于力学中的质点,实际中并不存在.

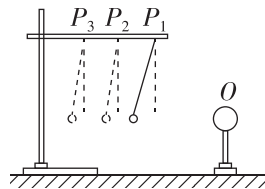
(2)带电体能否看成点电荷视具体问题而定,不能单凭它的大小和形状下结论.若带电体的大小比带电体间的 小得多,则带电体的大小及形状就可以忽略,此时带电体就可以看成点电荷.

例 1 (不定项)[2024·嘉兴一中月考] 下列关于点电荷和元电荷的说法中错误的是 ()

- A. 只有很小的球形带电体才可以看成点电荷
- B. 电荷量为 $1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ 的带电体叫作元电荷
- C. 任何带电体的电荷量都是元电荷的整数倍
- D. 带电体间的距离比它们本身的大小大得多,以致带电体的形状、大小及电荷分布状况对它们之间的作用力的影响可以忽略不计时,带电体就可以视为点电荷

例 2 (不定项) 如图所示, O 是一个带电的物体, 若把系在丝线上的带电小球先后挂在横杆上的 P_1 、 P_2 、 P_3 位置, 可以比较小球在不同位置所受带电物体的作用力的大小, 这个力的大小可以通过丝线偏离竖直方向的角度 θ 显示出来(小球与物体 O 在同一水平线上). 若物体 O 的电荷量用 Q 表示, 小球的电荷量用 q 表示, 物体与小球间的距离用 d 表示, 物体和小球之间的作用力大小用 F 表示. 则下列对该实验的判断正确的是 ()

- A. 可用控制变量法, 探究 F 与 Q 、 q 、 d 的关系
 B. 保持 Q 、 q 不变, 减小 d , 则 θ 变大, 说明 F 与 d 成反比
 C. 保持 Q 、 d 不变, 减小 q , 则 θ 变小, 说明 F 与 q 有关
 D. 保持 q 、 d 不变, 减小 Q , 则 θ 变小, 说明 F 与 Q 成正比



学习任务二 库仑定律

[科学探究] (1) 实验原理: 如图所示, A 和 C 之间的作用力使悬丝扭转, 通过悬丝扭转的角度来比较力的大小.

(2) 实验方法: 控制变量法.

(3) 实验步骤:

① 改变 A 和 C 之间的距离 r , 记录每次悬丝扭转的角度, 便可找出力 F 与 _____ 的关系.

② 改变 A 和 C 的电荷量 q_1 和 q_2 , 记录每次悬丝扭转的角度, 便可找出力 F 与 _____ 之间的关系.

(4) 实验结论

- ① 力 F 与距离 r 的二次方成反比, 即 _____.
 ② 力 F 与 q_1 和 q_2 的乘积成正比, 即 _____.

综合以上实验结论可得 $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$, k 叫作静电力常量, $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$.

[教材链接] 阅读教材, 完成下列填空.

库仑定律的内容: 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 _____, 与它们的距离的二次方 _____, 作用力的方向在它们的连线上.

例 3 [2024 · 杭州二中期末] 使两个完全相同的金属小球 (均可视为点电荷) 分别带上 $-3Q$ 和 $+5Q$ 的电荷后, 将它们固定在相距为 a

的两点, 它们之间库仑力的大小为 F_1 . 现用绝缘工具使两小球相互接触后, 再将它们固定在相距为 $2a$ 的两点, 它们之间库仑力的大小为 F_2 . 则 F_1 与 F_2 之比为 ()

- A. $2:1$ B. $4:1$ C. $16:1$ D. $60:1$

变式 1 两个半径均为 R 的金属球所带电荷量分别为 Q_1 和 Q_2 , 当两球球心距离为 $3R$ 时, 相互作用的库仑力为 F , 则 ()

- A. $F = k \frac{Q_1Q_2}{(3R)^2}$ B. $F > k \frac{Q_1Q_2}{(3R)^2}$
 C. $F < k \frac{Q_1Q_2}{(3R)^2}$ D. 无法确定 F 的大小

【要点总结】

应用库仑定律需要注意的几个问题

(1) 真空中两个静止的点电荷, 在空气中的作用与真空中相差很小, 因此在空气中也可使用库仑定律.

(2) 应用库仑定律公式计算库仑力时不必将表示电荷性质的正、负号代入公式中, 只将其电荷量的绝对值代入公式中算出力的大小即可, 力的方向根据“同种电荷相互排斥, 异种电荷相互吸引”的原则另行判断.

(3) 库仑定律表达式 $F = k \frac{q_1q_2}{r^2}$ 适用于点电荷, 当 $r \rightarrow 0$ 时, 带电体不能看作点电荷, 库仑定律及其表达式不再适用.

(4) 库仑定性研究得出库仑定律, 但是没有精确测出静电力常量. 静电力常量是一个无误差常数, 是根据麦克斯韦的相关理论计算出来的.

学习任务三 静电力的计算

[物理观念] 静电力具有 _____ 的一切性质, 静电力叠加的本质是矢量叠加, 满足 _____.

[科学思维] 静电力作用下带电体平衡问题的分析

思路

(1) 确定研究对象.

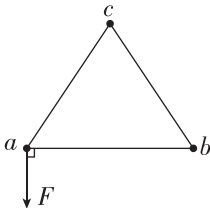
(2) 对研究对象进行受力分析, 只是此时受力多了静电力.

(3)根据矢量合成法则,采用力的合成与分解法或者正交分解法对各力进行合成和分解,根据平衡条件列方程求解出静电力.

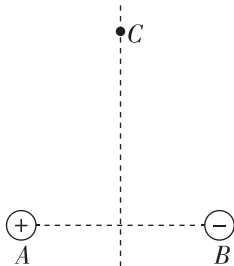
例 4 [2024·平湖中学月考] 如图所示,带电荷量分别为 q_a 、 q_b 、 q_c 的小球 a 、 b 、 c (均可视为点电荷),固定在等边三角形的三个顶点上, a 球所受库仑力的合力 F 方向垂直于 a 、 b 的连线,则:

(1) a 、 b 间为 _____, a 、 c 间为 _____. (均选填“引力”或“斥力”)

(2) $\frac{q_c}{q_b}$ = _____.



变式 如图所示,分别在 A 、 B 两点放置点电荷 $Q_1 = +2 \times 10^{-14} \text{ C}$ 和 $Q_2 = -2 \times 10^{-14} \text{ C}$,在 A 、 B 连线的垂直平分线上有一点 C ,且 $AB = AC = BC = 6 \times 10^{-2} \text{ m}$.若有一电子静止放在 C 点处,则它所受的库仑力的大小和方向如何?



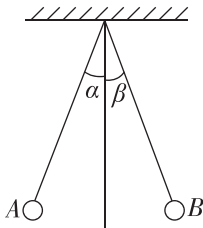
// 随堂巩固 //

1. (对点电荷概念的理解)下列关于点电荷的说法正确的是 ()

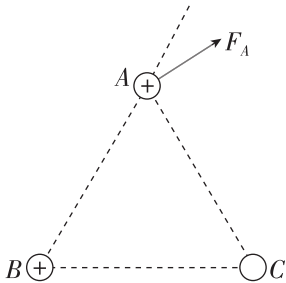
- A. 点电荷一定是电荷量很小的电荷
- B. 点电荷是一种理想化模型,实际不存在
- C. 只有体积很小的带电体才能看作点电荷
- D. 体积很大的带电体一定不能看作点电荷

2. (库仑定律的应用)如图所示,用两根同样长的细绳把两个带同种电荷的小球悬挂在一点,两球的质量相等, A 球所带的电荷量大于 B 球所带的电荷量.两球静止时,悬挂小球的细绳与竖直直线的偏角分别为 α 和 β ,则 ()

- A. $\alpha > \beta$
- B. $\alpha = \beta$
- C. $\alpha < \beta$
- D. 无法确定



3. (静电力)如图所示,有三个点电荷 A 、 B 、 C 位于一个等边三角形的三个顶点上,已知 A 、 B 都带正电荷, A 所受 B 、 C 两个电荷的静电力的合力如图中 F_A 所示,则可以判定点电荷 C 的电性 ()



- A. 一定是正
- B. 一定是负
- C. 可能是正,也可能是负
- D. 无法判断

3 电场 电场强度

新课程标准	学业质量水平
1. 知道电场是一种物质 2. 了解电场强度 3. 体会用物理量之比定义新物理量的方法 4. 会用电场线描述电场	1. 知道电荷间的相互作用是通过电场实现的,了解电场是物质存在的形式之一 2. 体会用比值定义物理量的方法,理解电场强度的定义、公式、单位、方向 3. 知道点电荷的电场和匀强电场,能推导点电荷的电场强度的公式,并能进行有关计算.知道电场强度的叠加原理,并能应用这一原理进行有关计算 4. 知道电场线的定义和特点,会用电场线描述电场强度的大小和方向.会用电场线描述各种典型电场

学习任务一 对电场、电场强度的理解

[教材链接] 阅读教材,完成下列填空:

- (1)电场的产生:电场是在电荷周围存在的一种_____,电荷与电荷之间的力的作用通过_____来实现.静止电荷产生的电场,叫作_____.
- (2)电场的基本性质:电场对放入其中的电荷有_____的作用.
- (3)电场强度的定义:放入电场中某点的试探电荷所受的_____跟它的_____之比叫作该点的电场强度.
- (4)电场强度的大小: $E=$ _____;单位:_____,符号:_____;方向:规定与_____在该点所受的静电力方向相同,与_____在该点所受的静电力方向相反.
- (5)电场强度的物理意义:描述电场的_____和方向的物理量,是矢量.

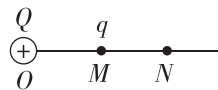
例 1 [2024·山东日照一中期末] 由电场强度的定义式 $E=\frac{F}{q}$ 可知,在电场中的同一点 ()

- A. 电场强度 E 跟 F 成正比,跟 q 成反比
- B. 一个不带电的小球在 P 点受到的电场力为零,则 P 点的场强一定为零
- C. 若移去试探电荷 q ,该点的电场强度就变为零
- D. 若移去试探电荷 q ,该点的电场强度不变

变式 1 [2024·嘉兴一中月考] 在真空中 O 点放一个点电荷,电荷量为 $Q=+1.0\times 10^{-9}$ C,直线 MN 通过 O 点, O 、 M 的距离 $r=30$ cm, M 点放一个电荷量为 $q=-1.0\times 10^{-10}$ C 的试探电荷,如图所示.已

知静电力常量 $k=9.0\times 10^9$ N·m²/C²,求:

- (1) q 在 M 点受到的作用力;
- (2) M 点的电场强度;
- (3)拿走 q 后 M 点的电场强度.



【要点总结】

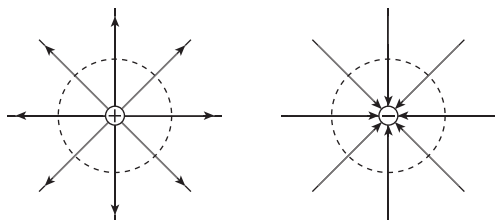
正确理解公式 $E=\frac{F}{q}$

(1)公式 $E=\frac{F}{q}$ 是电场强度的定义式,适用于一切电场.该式给出了测量电场中某一点的电场强度的方法,应当注意,电场中某一点的电场强度与是否测量及如何测量无关.

(2)公式 $E=\frac{F}{q}$ 仅定义了电场强度的大小,其方向需另外规定.物理学上规定电场强度的方向是放在该处的正电荷所受静电力的方向.

学习任务二 电场线

[物理观念] 观察下面点电荷的电场线分布图,请总结出它们的特点.

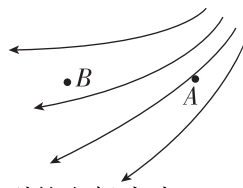


- (1)点电荷的电场线呈_____,正点电荷的电场线向外至_____,负点电荷则相反,如图所示.
- (2)以点电荷为球心的球面上,电场线_____,但方向不同,说明_____大小相等,但方向不同.

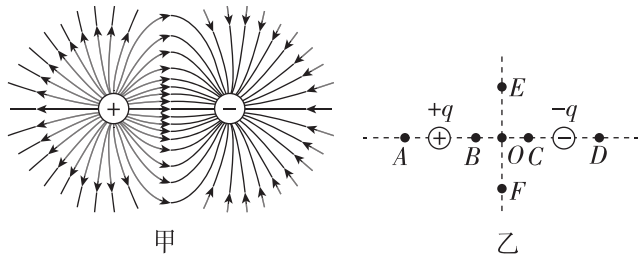
(3)同一条电场线上,_____方向相同,但大小不等.

例 2 电场中某区域的电场线分布如图所示, A 、 B 是电场中的两点,则 ()

- A. 正电荷在 A 点由静止释放,电场线就是它的运动轨迹
- B. 同一点电荷放在 A 点时受到的电场力比放在 B 点时受到的电场力小
- C. 因为 B 点没有电场线,所以电荷在 B 点不受电场力作用
- D. A 点的电场强度比 B 点的大



例3 (不定项)用电场线能很直观、很方便地比较电场中各点的电场强弱.如图甲所示是等量异种点电荷形成的电场的电场线,图乙中给出了场中的一些点, O 是电荷连线的中点, E 、 F 是连线中垂线上关于 O 对称的两点, B 、 C 和 A 、 D 是连线上关于 O 对称的两组点,则 ()



- A. B 、 C 两点的电场强度大小相等,方向相同
B. A 、 D 两点的电场强度大小相等,方向相反

- C. E 、 O 、 F 三点比较, O 点的电场强度最大
D. B 、 O 、 C 三点比较, O 点的电场强度最大

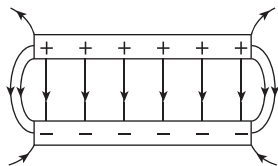
【要点总结】

电场线的特点

- (1) 电场线的疏密反映了电场强度的大小,电场线上某点的切线方向反映了电场强度的方向.
- (2) 电场线是人为画出的,是为了形象描述电场而假想的一些线(实际并不存在).
- (3) 电场线从正电荷或无限远处出发,终止于无限远处或负电荷.
- (4) 电场线不相交,不闭合.若电场线在某点相交,则交点相对两条电场线有两个切线方向,该点的电场强度方向有两个,这是不可能的.
- (5) 电场线不是轨迹.电场线是人为引入的,而轨迹是客观存在的,轨迹由初速度和加速度(合力)共同决定.

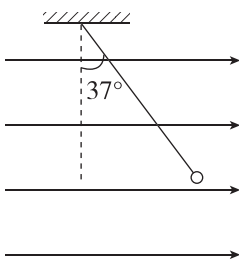
学习任务三 匀强电场的理解和计算

[物理观念] 如果电场中各点的电场强度的_____相等、_____相同,这个电场就叫作匀强电场.电场线是间隔_____的平行线.相距很近的一对带等量异种电荷的平行金属板,它们之间的电场除边缘外,可以看作匀强电场.



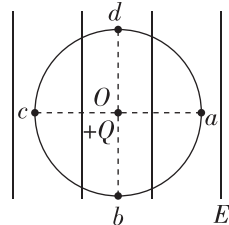
例4 [2024·效实中学期末] 如图所示,用一条绝缘轻绳悬挂一个带正电的小球,小球质量为 $1.0 \times 10^{-2} \text{ kg}$,所带电荷量为 $7.5 \times 10^{-8} \text{ C}$,现加一水平方向的匀强电场,平衡时绝缘轻绳与竖直方向成 37° 角, g 取 10 m/s^2 , $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$,则 ()

- A. 小球受到的拉力大小为 $8.0 \times 10^{-2} \text{ N}$
B. 电场强度大小为 $1.0 \times 10^5 \text{ N/C}$
C. 改变场强方向,仍使小球静止在原位置,则电场强度的最小值为 $8.0 \times 10^5 \text{ N/C}$
D. 剪断轻绳,带电小球将做类平抛运动



变式2 如图所示,在电场强度为 E 的匀强电场中,以 O 点为圆心, r 为半径作一圆周,在 O 点固定一电荷量为 $+Q$ 的点电荷, a 、 b 、 c 、 d 为相互垂直且过圆心的两条直线和圆周的交点,且 bd 平行于电场线.当把一试探电荷 $+q$ 放在 d 点恰好平衡(不计重力)时:

- (1) 匀强电场的电场强度 E 的大小、方向如何?
- (2) 试探电荷 $+q$ 放在点 c 时,受力 F_c 的大小、方向如何?
- (3) 试探电荷 $+q$ 放在点 b 时,受力 F_b 的大小、方向如何?



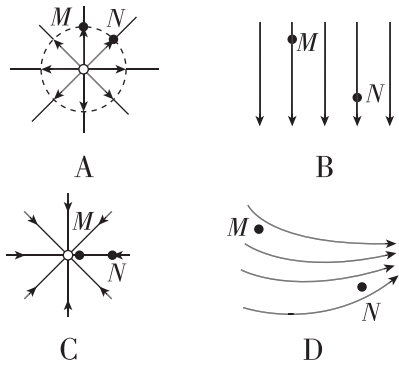
// 随堂巩固 //

1. (对电场的理解)(不定项)关于电场,下列说法正确的是 ()
- 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,它与其他物质一样,不依赖我们的感觉而客观存在

- C. 电荷间的相互作用是通过电场产生的,电场最基本的性质是对放在其中的电荷有力的作用
D. 电场只能存在于真空中和空气中,不可能存在于物体中

2. (对电场强度的理解)(不定项)关于电场强度和静电力,以下说法正确的是 ()
- A. 电荷所受的静电力越大,该点的电场强度一定越大
- B. 在点电荷的电场中,以该点电荷为圆心、 r 为半径的球面上各点的电场强度相同
- C. 若空间某点的电场强度为零,则试探电荷在该点受到的静电力也为零
- D. 在电场中某点放入试探电荷 q ,该点的电场强度为 $E = \frac{F}{q}$;取走 q 后,该点的电场强度仍然为 $E = \frac{F}{q}$

3. (电场线的应用)如图所示为四个电场的电场线,其中 A 和 C 图中的小圆圈都表示一个点电荷,A 图中虚线是一个圆,B 图中几条直线间距相等且互相平行,则在图中 M、N 两处电场强度相同的是 ()



习题课：电场的力的性质

学业质量水平

- 进一步熟练掌握库仑定律、电场强度公式
- 熟练掌握两等量同种点电荷和两等量异种点电荷的电场线分布特点
- 建立形象化的思维模型,体会用电场线解决问题的方便性
- 掌握解决带电体动力学问题的思路和方法,进一步建立解决电场中平衡问题和动力学问题的思维模型

学习任务一 库仑力作用下的力学问题

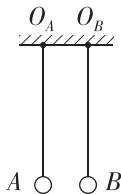
[科学思维] (1)分类:平衡类与非平衡类.

(2)涉及库仑力的力学问题,其解题思路与力学中的问题一样,只是在原来受力的基础上多了库仑力.

(3)解题思路:

- ①弄清物理情景,确定研究对象;
- ②对研究对象进行受力分析(已知力、重力、库仑力、弹力、摩擦力),画出受力图;
- ③应用平衡条件或牛顿第二定律列方程求解.

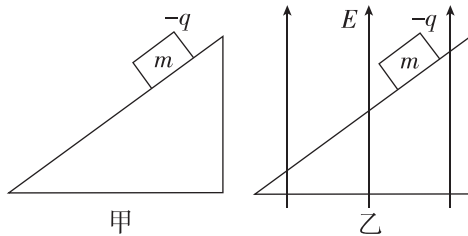
例 1 (不定项)如图所示,把 A、B 两个相同的导电小球分别用长为 0.10 m 的绝缘细线悬挂于 O_A 和 O_B 两点.用丝绸摩擦过的玻璃棒与 A 球接触,棒移开后将悬点 O_B 移到 O_A 点固定.两球接触后分开,平衡时距离为 0.12 m.已测得小球质量是 4.8×10^{-3} kg,带电小球可视为点电荷,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,静电力常量 $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$.下列说法正确的是 ()



- A. 两球所带电荷量相等
- B. A 球所受的静电力为 $6.0 \times 10^{-2} \text{ N}$
- C. B 球所带的电荷量为 $2.4 \times 10^{-7} \text{ C}$
- D. A、B 两球连线中点处的电场强度为 0

[反思感悟]

例 2 [2024 · 杭州高级中学月考] 未加外电场时,电荷量为 $-q$ 、质量为 m 的滑块能静止在绝缘斜面上,如图甲所示.现加一竖直向上的匀强电场,如图乙所示,下列说法正确的是 ()



- A. 加电场后,滑块受到的重力变大
- B. 加电场后,滑块将沿斜面加速下滑
- C. 加电场后,滑块将沿斜面匀速下滑
- D. 加电场后,滑块仍然静止

[反思感悟]

学习任务二 电场强度的叠加

[科学思维] 计算电场强度的几种方法

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

(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.

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

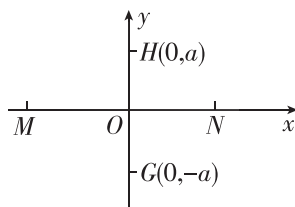
例 3 直角坐标系 xOy 中, M 、 N 两点位于 x 轴上, G 、 H 两点的坐标如图所示. M 、 N 两点各固定一负点电荷, 一电荷量为 Q 的正点电荷置于 O 点时, G 点处的电场强度恰好为零. 静电力常量用 k 表示. 若将该正点电荷移到 G 点, 则 H 点处的电场强度大小和方向分别为 ()

A. $\frac{3kQ}{4a^2}$, 沿 y 轴正方向

B. $\frac{3kQ}{4a^2}$, 沿 y 轴负方向

C. $\frac{5kQ}{4a^2}$, 沿 y 轴正方向

D. $\frac{5kQ}{4a^2}$, 沿 y 轴负方向



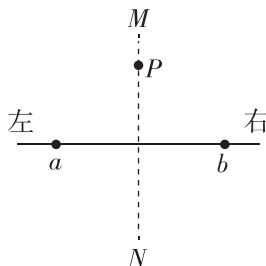
变式 1 (不定项) 如图所示, a 、 b 是两个点电荷, 它们的电荷量分别为 Q_1 、 Q_2 , MN 是 a 、 b 连线的中垂线, P 是中垂线上的一点. 下列情况中能使 P 点的电场强度方向指向 MN 的左侧的是 ()

A. a 、 b 都是正电荷, 且 $Q_1 < Q_2$

B. a 是正电荷, b 是负电荷, 且 $Q_1 > |Q_2|$

C. a 是负电荷, b 是正电荷, 且 $|Q_1| < Q_2$

D. a 、 b 都是负电荷, 且 $|Q_1| < |Q_2|$



学习任务三 电场线与轨迹结合问题

[科学思维] 仅受静电力的带电粒子运动问题的解题技巧

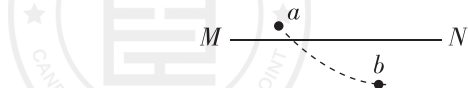
(1) 解题时首先根据带电粒子轨迹弯曲的方向判断出受力的方向, 带电粒子所受的静电力方向沿电场线指向轨迹的凹侧. 注意: 若电性未知, 则不能根据受力方向判断电场强度的方向.

(2) 根据电场线的疏密判断出受力大小关系和加速度大小关系.

(3) 带电粒子的轨迹的切线方向为该处的速度方向.

(4) 根据静电力的方向与速度方向的夹角是锐角还是钝角判断速度大小变化, 从而确定静电力的做功情况.

例 4 如图所示, MN 是一正点电荷产生的电场中的一条电场线. 一个带负电的粒子(不计重力)仅在静电力作用下从 a 到 b 穿越这条电场线的轨迹如图中虚线所示, 下列结论正确的是 ()



A. 点电荷一定位于 M 点的左侧

B. 带电粒子从 a 到 b 的过程中, 动能逐渐减少

C. 带电粒子在 a 点的加速度小于在 b 点的加速度

D. a 点的电场强度大于 b 点的电场强度

[反思感悟]

变式 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 ()

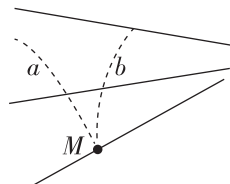
A. a 一定带正电, b 一定带负电

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

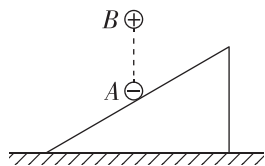
[反思感悟]



// 随堂巩固 //

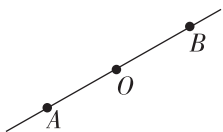
1. (库仑力作用下的平衡问题)(不定项)如图所示,可视为点电荷的小球 A 、 B 分别带负电和正电, B 球固定,其正下方的 A 球静止在绝缘斜面上,则 A 球受力个数可能为 ()

- A. 2 个
B. 3 个
C. 4 个
D. 5 个



2. (电场线与轨迹结合问题)如图所示, AB 是某个点电荷的一根电场线,在电场线上 O 点由静止释放一个负电荷,它仅在静电力作用下沿电场线向 B 运动,下列判断一定正确的是 ()

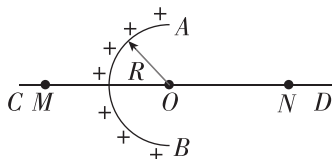
- A. 电场线由 B 点指向 A 点,该电荷做加速运动,加速度越来越小
B. 电场线由 B 点指向 A 点,该电荷做加速运动,其加速度大小变化情况由题设条件不能确定



- C. 电场线由 A 点指向 B 点,该电荷做匀加速运动
D. 电场线由 B 点指向 A 点,该电荷做加速运动,加速度越来越大

3. (电场的叠加)[2024·台州中学月考] 均匀带电的球壳在球外空间产生的电场等效于电荷集中于球心处产生的电场. 如图所示,在半球面 AB 上均匀分布正电荷,总电荷量为 q ,球面半径为 R , CD 为通过半球面顶点与球心 O 的轴线,在轴线上有 M 、 N 两点, $OM = ON = 2R$. 已知 M 点的电场强度大小为 E ,则 N 点的电场强度大小为 ()

- A. $\frac{kq}{2R^2} - E$
B. $\frac{kq}{4R^2}$
C. $\frac{kq}{4R^2} - E$
D. $\frac{kq}{4R^2} + E$



4 静电的防止与利用

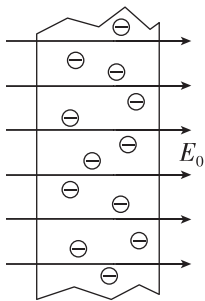
新课程标准	学业质量水平
1. 了解生产生活中关于静电的利用与防护 2. 利用静电平衡的特点分析尖端放电与静电屏蔽的原理	1. 分析生产生活中的静电现象的产生原因 2. 了解静电平衡的特点,知道静电平衡下的导体内部电场强度处处为零 3. 知道静电在激光打印、静电喷漆、静电除尘等技术中的应用原理 4. 了解避雷针的工作原理,对有害的静电现象提出有效的防护措施等

学习任务一 静电平衡

[科学推理] 如图所示,不带电的金属导体放到电场中,导体内的自由电子将发生定向移动,使导体两端出现等量异号电荷. 请思考下列问题:

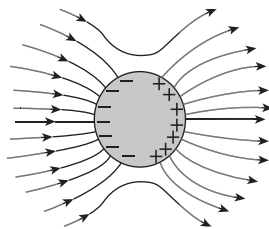
- (1) 自由电子定向移动的原因: 自由电子受到 _____ 的静电力作用而定向移动,运动方向与电场的方向 _____.

- (2) 自由电子不能一直定向移动的原因: 感应电荷产生的 _____ 与外加电场方向 _____,阻碍电子的定向移动,当这两个电场的电场强度大小

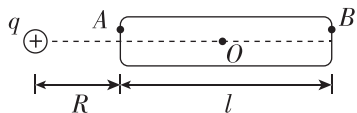


_____ 时,电子的定向移动终止.

[物理观念] 将导体放置于电场中会发生 _____ 现象,感应电荷在导体内部产生的感应电场与原电场发生 _____,当导体内部的电场强度 $E = 0$ 时,导体内自由电子不再发生定向移动,此时导体达到 _____ 状态. 其本质是分布在导体外表面的电荷在导体内部产生的电场与外加电场的合电场强度为 0,即 $E_0 = -E'$.



例 1 [2024·效实中学期末] 如图所示,原来不带电,长为 l 的导体棒水平放置,现将一个电荷量为 $+q$ ($q>0$) 的点电荷放在棒的中心轴线上距离棒的左端 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 处产生的电场强度大小 $E = k \frac{q}{\left(R + \frac{l}{2}\right)^2}$
 D. 若用一根导线将 A 、 B 相连,导线上会产生电流

变式 1 (不定项) 关于静电感应和静电平衡,以下说法正确的是 ()

- A. 静电感应是导体内的自由电子受静电力作用的结果
 B. 处于静电平衡状态时,导体所占空间各处电场强度均为零
 C. 导体内的自由电子都不运动称为静电平衡
 D. 处于静电平衡状态时,导体内部将没有多余的“净”电荷

【要点总结】

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.

学习任务二 尖端放电

【教材链接】 阅读教材,完成下列填空:

- (1) 在导体的外表面,越尖锐的位置,电荷的 _____ 越大,周围的电场强度越大.
 (2) 电离:导体尖端周围的强电场使空气中残留的带电粒子发生剧烈运动,并与空气分子碰撞,从而使空气分子中的正、负电荷 _____ 的现象.
 (3) 尖端放电:导体尖端周围被强电场电离的粒子中,所带电荷与导体尖端的电荷符号相反的粒子由于被吸引而奔向尖端,与尖端上的电荷 _____,相当于导体从尖端 _____ 电荷的现象.
 (4) 应用:建筑物的顶端安装上避雷针以达到避免雷击的目的;高压设备中导体的表面尽量 _____,以减少电能损失.

例 2 (不定项) [2024·温州中学月考] 关于避雷针,以下说法正确的是 ()

- A. 避雷针避雷是中和云层中的异种电荷
 B. 避雷针避雷利用了尖端放电现象

- C. 为了美观,通常把避雷针顶端设计成球形
 D. 避雷针安装在高大建筑物顶部,且必须接地

变式 2 [2021·浙江 6 月选考] 如图所示,在火箭发射塔周围有钢铁制成的四座高塔,高塔的功能最有可能的是 ()

- A. 探测发射台周围风力的大小
 B. 发射与航天器联系的电磁波
 C. 预防雷电击中待发射的火箭
 D. 测量火箭发射过程的速度和加速度



【要点总结】

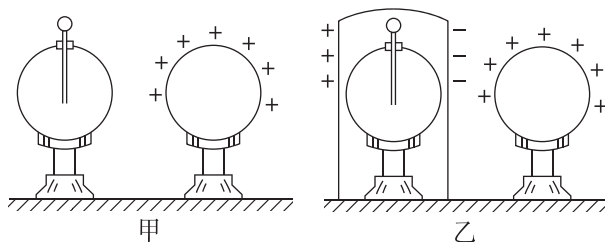
尖端放电的原因:导体尖端电荷密度大,周围的电场强度大,把周围的空气电离,带电粒子在强电场的作用下加速撞击空气中的分子,使它们进一步电离,所带电荷与导体尖端的电荷符号相反的粒子被吸引而奔向尖端,与尖端上的电荷中和.

学习任务三 静电屏蔽

【科学探究】 探究处于静电平衡状态下的空腔导体上电荷分布的特点

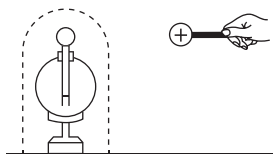
- (1) 将验电器放在带正电的金属球的附近(如图甲所示),验电器上的箔片 _____ (选填“会”或“不会”) 张开.
 (2) 若用金属网罩将验电器罩住,使带电的金属球靠近验电器(如图乙所示),则验电器的箔片 _____

(选填“会”或“不会”) 张开.



(3)像这样放入电场中的导体壳,由于_____,壳内电场强度为_____,外电场对壳内的仪器不会产生影响,金属壳的这种作用叫作静电屏蔽.

例3 如图所示,带电金属球靠近验电器.下列关于验电器的箔片的说法正确的是 ()



- A. 若不放金属网罩,则箔片张开
- B. 若放金属网罩,则箔片张开
- C. 无论放不放金属网罩,箔片都不张开
- D. 只要带电金属球所带电荷量足够大,无论放不放金属网罩,箔片都会张开

【要点总结】

静电屏蔽的实质是静电感应现象,使金属壳内感应电荷的电场和外加电场的矢量和为零,好像是金属壳将外电场“挡”在外面,即所谓的屏蔽作用,其实是壳内两种电场并存,矢量和为零而已.

学习任务四 静电吸附

【教材链接】 阅读教材,完成下列填空:

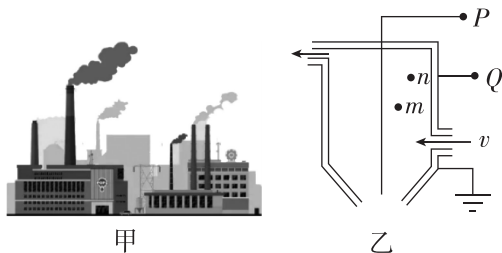
(1)静电除尘:设法使空气中的尘埃带电,在_____作用下,尘埃到达电极而被收集起来.

(2)静电喷漆:接负高压的涂料雾化器喷出的油漆微粒_____,在静电力作用下,这些微粒向着作为_____的工件运动,并沉积在工件的表面,完成喷漆工作.

(3)静电复印:复印机的核心部件是有机光导体鼓,在没有光照时是_____,有光照时是导体.复印机复印的工作流程:充电、曝光、显影、转印、放电.

例4 很多以煤为燃料的工厂,每天排出的烟气带走大量的煤粉,如图甲所示,这不仅浪费燃料,而且严重污染环境,为了消除烟气中的煤粉,如图乙所示为静电除尘示意图, m 、 n 为金属管内两点.在 P 、 Q 两

点加高压电,金属管内空气被电离.电离出来的电子在电场力的作用下,遇到烟气中的煤粉,使煤粉带负电,导致煤粉被吸附到管壁上,排出的烟就清洁了.就此示意图,下列说法正确的是 ()



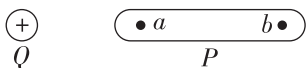
- A. Q 接电源的正极,且电场强度 $E_m = E_n$
- B. Q 接电源的正极,且电场强度 $E_m > E_n$
- C. P 接电源的正极,且电场强度 $E_m = E_n$
- D. P 接电源的正极,且电场强度 $E_m > E_n$

// 随堂巩固 //

1. (静电的利用)[2024·绍兴一中月考] 下列事例中属于利用静电的是 ()

- A. 制药生产中药品由于静电吸引尘埃
- B. 煤矿里,静电火花会引起瓦斯爆炸
- C. 印刷厂里的纸张之间摩擦带电,使纸张吸附在一起
- D. 喷漆时,使油漆微粒带负电,在静电力作用下沉积到工件表面

2. (静电平衡)如图所示, Q 为一带正电的点电荷, P 为原来不带电的枕形金属导体, a 、 b 为导体内的两点.当导体 P 处于静电平衡状态时 ()



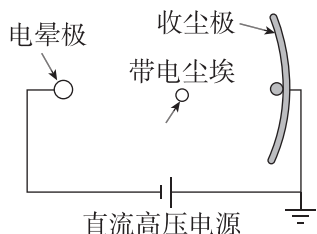
- A. a 、 b 两点的电场强度大小 E_a 、 E_b 的关系为 $E_a > E_b$
- B. a 、 b 两点的电场强度大小 E_a 、 E_b 的关系为 $E_a < E_b$

C. 感应电荷在 a 、 b 两点产生的电场强度大小 E'_a 和 E'_b 的关系是 $E'_a > E'_b$

D. 感应电荷在 a 、 b 两点产生的电场强度大小 E'_a 和 E'_b 的关系是 $E'_a = E'_b$

3. (静电吸附)(不定项)静电除尘器除尘原理如图所示.尘埃在电场中通过某种机制带电,在静电力的作用下向收尘极迁移并沉积,以达到除尘目的.下列表述正确的是 ()

- A. 带电尘埃带正电
- B. 电场方向由收尘极指向电晕极
- C. 带电尘埃所受的静电力方向与电场方向相同



D. 在同一位置,带电荷量越多的尘埃所受的静电力越大