

第九章 静电场及其应用/1

1 电荷/1【作业 P119】

2 库仑定律/4【作业 P121】

专题强化 1 库仑定律的应用/6【作业 P123】

3 电场 电场强度/8

第 1 课时 电场强度 电场强度的叠加/8【作业 P125】

第 2 课时 电场线 匀强电场/11【作业 P127】

专题强化 2 静电场中力的性质/14【作业 P129】

4 静电的防止与利用/16【作业 P131】

章末素养提升/18

第十章 静电场中的能量/21

1 电势能和电势/21【作业 P133】

2 电势差/24【作业 P135】

3 电势差与电场强度的关系/26【作业 P137】

专题强化 3 电场线、等势面与带电粒子运动轨迹问题 等分法的应用/29【作业 P139】

专题强化 4 静电场中的功能关系及图像问题/31【作业 P141】

4 电容器的电容/33

第 1 课时 电容器的电容/33【作业 P143】

第 2 课时 平行板电容器的电容/36【作业 P145】

5 带电粒子在电场中的运动/38

第 1 课时 带电粒子在电场中的运动/38【作业 P147】

第 2 课时 带电粒子在电场中偏转的推论和示波管的原理/40【作业 P149】

专题强化 5 带电粒子在交变电场中的运动/42【作业 P151】

专题强化 6 带电粒子在电场和重力场中的运动/44【作业 P153】

章末素养提升/47

第十一章 电路及其应用/49

1 电源和电流/49【作业 P155】

2 导体的电阻/52【作业 P157】

3 串联电路和并联电路/55

第 1 课时 串联电路和并联电路 滑动变阻器的两种接法/55【作业 P159】

第 2 课时 电表的改装 电流表的内接法和外接法/58【作业 P161】

4 实验：导体电阻率的测量/60

第 1 课时 实验：长度的测量及测量工具的选用/60【作业 P163】

第 2 课时 实验：金属丝电阻率的测量/63【作业 P165】

5 实验: 练习使用多用电表/66【作业 P167】

专题强化 7 电阻的测量/70【作业 P169】

章末素养提升/73

第十二章 电能 能量守恒定律/75

1 电路中的能量转化/75【作业 P171】

2 闭合电路的欧姆定律/77

第 1 课时 闭合电路的欧姆定律/77【作业 P173】

第 2 课时 路端电压与负载的关系 电阻表的原理/79【作业 P175】

专题强化 8 闭合电路的功率 两种 UI 图像的对比/82【作业 P177】

专题强化 9 闭合电路的动态分析 含有电容器的电路 故障分析/84【作业 P179】

3 实验: 电池电动势和内阻的测量/86

第 1 课时 伏安法测电池电动势和内阻/86【作业 P181】

第 2 课时 伏阻法和安阻法测电池电动势和内阻/89【作业 P183】

4 能源与可持续发展/91【作业 P185】

章末素养提升/94

第十三章 电磁感应与电磁波初步/96

1 磁场 磁感线/96【作业 P187】

2 磁感应强度 磁通量/99【作业 P189】

3 电磁感应现象及应用/102【作业 P191】

4 电磁波的发现及应用/104【作业 P193】

5 能量量子化/106【作业 P195】

章末素养提升/108

第九章

静电场及其应用



1 电荷

[学习目标] 1.知道自然界中的两种电荷及它们之间相互作用的规律,知道电荷量的概念及单位。2.理解摩擦起电、感应起电和接触起电(重难点)。3.理解电荷守恒定律的内容(重点)。4.知道元电荷的概念,体会电荷量是不连续的。

一、电荷

- 1.自然界中有两种电荷: _____ 电荷和 _____ 电荷。用丝绸摩擦过的玻璃棒带正电荷,用毛皮摩擦过的橡胶棒带负电荷。
- 2.电荷量: 电荷的多少,用 Q 或 q 表示,在国际单位制中,它的单位是 _____, 符号是 C。正电荷的电荷量为 _____ 值, 负电荷的电荷量为 _____ 值。
- 3.每个原子中 _____ 的正电荷数量与 _____ 的负电荷数量 _____, 所以整个原子对外界表现为 _____。
- 4.电荷间有相互作用力, 同种电荷相互 _____, 异种电荷相互 _____, 两电荷间的相互作用力大小 _____, 方向 _____, 作用在同一条直线上。
- 5.两物体发生相互吸引的作用时未必都带电, 因为带电体不管是带正电荷还是带负电荷, 都有 _____ 轻小物体的性质。
- 6.比较带电体带电的多少时, 比较的是其电荷量的 _____, 绝对值大的带电多。尽管电荷量有正、负值之分, 但 “+” “-” 号仅代表电荷的种类, 不表示大小。

『易错辨析』

- (1) 电荷的正负是人为规定的。()
- (2) 摩擦过的琥珀能够吸引羽毛, 说明羽毛带了电。()

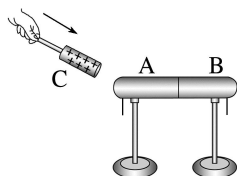
二、物体的三种起电方式 验电器

1. 摩擦起电

原因：当两种物质组成的物体互相摩擦时，一个物体上的一些受束缚较弱的_____会_____到另一个物体上，于是原来_____的物体由于_____而带负电，_____的物体则带正电。同一物体与不同种类的物体摩擦时，可能带不同种类的电荷。

2.将一个带电体与另一个不带电的导体接触，就可以使不带电的物体带上与带电体电性相同的电荷，叫作_____。

3.感应起电



如图所示，取一对用绝缘柱支持的导体 A 和 B，使它们彼此接触。起初它们不带电，贴在下部的两片金属箔是闭合的。

①手握绝缘棒把带正电荷的带电体 C 移近导体 A，金属箔有什么变化？

②这时手持绝缘柱把导体 A 和 B 分开，然后移开 C，金属箔又有什么变化？

③再让导体 A 和 B 接触，又会看到什么现象？

(1)定义：利用静电感应使金属导体带电的过程。

(2)规律：近端(靠近带电体端)感应出_____电荷，远端(远离带电体端)感应出_____电荷(均选填“异种”或“同种”)。

(3)本质：电子从物体的一部分_____。

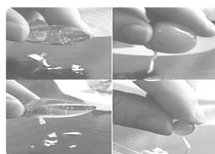
4.验电器

(1)作用：检验物体_____。

(2)原理：同种电荷相互_____。

(3)静电计：把金属箔换成_____，并用_____制作外壳的验电器。

【例 1】 (2024·合肥市第一中学高二期中)如图所示，摩擦过的琥珀靠近桌面上的碎纸屑时，发现纸屑飞起来与琥珀接触后又快速地离开，关于这个现象，下列说法正确的是()



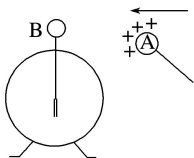
A.摩擦过的琥珀不带电

B.碎纸屑原来带正电

C.纸屑飞起来是万有引力的结果

D.纸屑与琥珀接触后又快速地离开是因为纸屑带上琥珀同种电荷

【例 2】 如图所示，用起电机使金属球 A 带正电，将 A 靠近验电器上的金属小球 B，则()



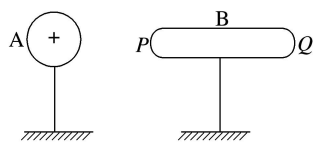
- A. 验电器的金属箔不会张开，因为球 A 没有和 B 接触
- B. 验电器的金属箔张开，因为整个验电器都带上了正电
- C. 验电器的金属箔张开，因为整个验电器都带上了负电
- D. 验电器的金属箔张开，因为验电器下部的两片金属箔都带上了正电

拓展 1 若验电器带正电，用一根带大量负电荷的金属棒接触验电器的金属球，金属箔的张角将如何变化？

拓展 2 若验电器带正电，当一个带负电的金属球 A 靠近验电器上的金属球 B 时，验电器中金属箔的张角将如何变化？

拓展 3 若验电器带正电，当一个不带电的金属球 A 靠近验电器上的金属球 B 时，验电器中金属箔的张角又将如何变化？

【例 3】 如图所示，不带电导体 B 在靠近带正电荷的导体 A 后，P 端及 Q 端分别感应出负电荷和正电荷，则以下说法正确的是()

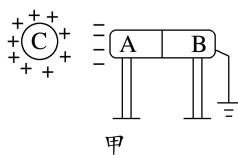


- A. 若用导线将 Q 接地，然后断开，再取走导体 A，则导体 B 将带负电
- B. 若用导线将 Q 接地，然后断开，再取走导体 A，则导体 B 将带正电
- C. 若用导线将 Q 接地，然后断开，再取走导体 A，则导体 B 将不带电
- D. 若用导线将 P 接地，然后断开，再取走导体 A，则导体 B 将带正电

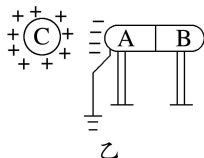
■ 总结提升 ■

静电感应中导体接地问题分析

1. 如图甲所示，当 B 接地时，在导线的连接下，导体 A、B 和大地组成了一个新导体，这时近端为 A，而远端为大地。由于静电感应，A 带负电，而 B 原来感应出的正电荷被大地流来的负电荷中和了，所以 B 不带电。



2.如图乙所示,如果是 A 接地,近端仍然为 A(这里很容易错误地认为 B 为近端或远端),远端为大地。由于静电感应, A 仍然带负电,而 B 感应出的正电荷被从大地流来的负电荷中和,所以 B 不带电。



3.如果前面两种情况不是接地,而是改为用手触摸 A 或 B, 则结果相同。

三、电荷守恒定律 元电荷

1.电荷守恒定律

(1)内容: 电荷既不会_____,也不会_____,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_____保持不变。

(2)电荷守恒定律的另一表述是: 一个与外界没有电荷交换的系统,电荷的_____保持不变。

2.元电荷

(1)元电荷: 最小的_____,即_____所带电荷量的大小。所有带电体所带电荷量只能是元电荷的_____。

(2)元电荷的值 $e=$ _____,由物理学家_____测定。

(3)比荷: 带电粒子的_____与其_____之比叫作比荷。

电子的比荷为: $\frac{e}{m_e}=1.76 \times 10^{11} \text{ C/kg}$ 。

3.电中性: 物体所带的正电荷和负电荷在数量上_____,对外不显电性,表现为不带电的状态。

4.电中和: 两个带_____异种电荷的物体相互接触时,都恢复成不带电的情形。

5.元电荷不是实际粒子,仅表示_____电荷量单元,没有正、负。

6.质子和正电子所带的电荷量为_____元电荷,它们_____(填“是”或“不是”)元电荷,质子和正电子是实际存在的粒子。

『易错辨析』

(1)所谓“电荷的中和”是正、负电荷一起消失了。()

(2)物体所带的电荷量可能为 $6.0 \times 10^{-18} \text{ C}$ 。()

(3)物体带电荷量为 $+1.60 \times 10^{-9} \text{ C}$,这是因为失去了 1.0×10^{10} 个电子。()

【例 4】完全相同的两金属小球 A、B 带有等量电荷,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。

■ 总结提升 ■

接触起电时电荷量的分配规律

当两个完全相同的金属球接触后，电荷量将平均分配。

- (1)若两个完全相同的金属球最初带同种电荷，接触后电荷量相加后均分；
- (2)若两个完全相同的金属球最初带异种电荷，则接触后电荷先中和再均分。

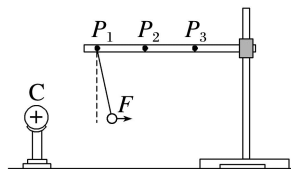
材质、形状、大小不同的导体接触时电荷量一般不能平均分配。

2 库仑定律

[学习目标] 1.了解库仑定律探究过程,体会实验与类比在定律的建立过程中发挥的重要作用。2.知道点电荷的概念,明确带电体可以看作点电荷的条件(重点)。3.理解库仑定律的内容、公式及适用条件(重点)。4.理解静电力的概念,会用库仑定律进行有关计算(难点)。

一、电荷之间的作用力 库仑的实验

如图,带正电的带电体 C 置于铁架台旁,把系在丝线上带正电的小球先后挂在 P_1 、 P_2 、 P_3 等位置。



(1)改变悬点位置,即改变带电体 C 与带电小球之间的距离,作用力会如何改变?

(2)在同一位置增大小球所带的电荷量,作用力又会怎样变化?

(3)电荷之间作用力的大小与哪些因素有关?

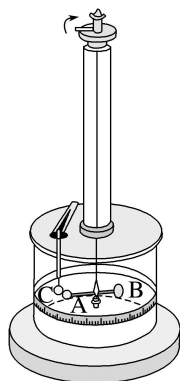
「梳理与总结」

1.探究方法:_____法。

2.探究过程及结果

实验条件	实验现象	实验结果
电荷量一定	电荷间的距离_____, 偏角越小	电荷之间的作用力随着距离的_____
电荷间的距离一定	电荷量_____, 偏角越大	电荷之间的作用力随着电荷量的_____

3.库仑扭秤实验用到的方法有_____和_____。(如图所示)



二、库仑定律

1.库仑定律

(1)内容：真空中两个静止点电荷之间的相互作用力，与它们的_____成正比，与它们的距离的_____成反比，作用力的方向在_____，这个规律叫作库仑定律。这种电荷之间的相互作用力叫作_____或_____。

(2)表达式： $F=$ _____，其中 r 指的是两点电荷间的距离； $k=$ _____ $\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ ，叫作静电力常量。

2.点电荷

定义：当带电体之间的距离比它们自身的大小_____，以致带电体的_____、_____及_____对它们之间的作用力的影响可以忽略时，这样的带电体可以看作带电的点，叫作_____。

『思考与讨论』

1.当两个电荷之间的距离 $r \rightarrow 0$ 时，能否根据 $F=k\frac{q_1q_2}{r^2}$ 推出两电荷之间的库仑力 $F \rightarrow \infty$ ？

2.(来自教材改编)两个半径为 r 的金属球，球心间距离为 $3r$ ，现使两球带上等量同种电荷 q ，它们之间的库仑力 $F=k\frac{q^2}{9r^2}$ ，对吗？若使两球带上等量异种电荷，库仑力为 $F=k\frac{q^2}{9r^2}$ ，对吗？

『提炼·总结』

1.不能根据公式 $F=k\frac{q_1q_2}{r^2}$ 认为当 r 趋于 0 时， F 趋近于无穷大。因为当 r 趋于 0 时，带电体不能视为点电荷。

2.对于不能看作点电荷的带电体，不能直接应用库仑定律的公式计算静电力，但静电力仍存在。

3.对于两个半径较小的、电荷均匀分布的带电球体，电荷中心与球心重合，两球上电荷之间的距离等于两球心之间的距离。

4.对于两个半径较大的带电金属球，由于同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引，两球上电荷中心的距离并不等于两球球心间的距离，不能把金属球看成点电荷进行计算。

『易错辨析』

(1)两电荷的电荷量越大，它们间的静电力就越大。()

(2)只要是体积很小的带电体就能看作点电荷。()

(3)两点电荷之间的作用力是相互的，其方向相反，但电荷量大的对电荷量小的电荷作用力大。()

(4)只要是均匀的球形带电体，不管球的大小如何，都能看作点电荷。()

【例 1】 A 、 B 、 C 三点在同一直线上， $AB:BC=1:2$ ， B 点位于 A 、 C 之间，在 B 处固定一电荷量为 Q 的点电荷。当在 A 处放一电荷量为 $+q$ 的点电荷时， B 处点电荷所受的静电力为 F ；移去 A 处点电荷，在 C 处放一电荷量为 $-2q$ 的点电荷，则 B 处点电荷所受的静电力为()

A. $-\frac{F}{2}$

B. $\frac{F}{2}$

C. $-F$

D. F

【例 2】(2024·天津市高二期末)真空中两个相同的带等量异种电荷的金属小球 A 和 B(均可看作点电荷), 分别固定在两处, 两球之间的静电力大小为 F 。现用一个不带电的同样的金属小球 C 先与 A 接触, 再与 B 接触, 然后移开 C, 此时 A、B 之间的静电力大小是()

A. $\frac{1}{8}F$

B. $8F$

C. $\frac{1}{16}F$

D. $16F$

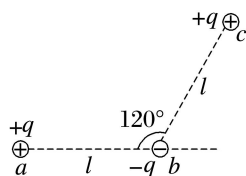
■ 总结提升 ■

1. 利用库仑定律计算库仑力大小时, 不必将表示电性的正、负号代入公式, 只代入 q_1 、 q_2 的绝对值即可。
2. 利用同种电荷相互排斥、异种电荷相互吸引来判断库仑力的方向。

三、静电力计算

1. 微观带电粒子间的万有引力_____库仑力。在研究微观带电粒子的相互作用时, 可以把万有引力忽略。
2. 两点电荷间的库仑力与周围是否存在其他电荷_____(填“有关”或“无关”)。
3. 两个或两个以上点电荷对某一个点电荷的作用力, 等于各点电荷单独对这个点电荷的作用力的_____。这个结论叫作静电力叠加原理。
4. 任何一个带电体都可以看成是由许多_____组成的, 如果知道带电体上的电荷分布, 根据_____就可以求出带电体之间的静电力的大小和方向。

【例 3】(2025·眉山市高二期中)如图所示, 真空中, a 、 b 、 c 三处分别固定电荷量为 $+q$ 、 $-q$ 、 $+q$ 的三个点电荷。已知静电力常量为 k , $ab=bc=l$, $\angle abc=120^\circ$ 。则 b 处点电荷受到 a 、 c 两处点电荷的库仑力的合力大小为()



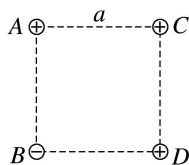
A. $\frac{3kq^2}{l^2}$

B. $\frac{\sqrt{3}kq^2}{l^2}$

C. $\frac{3kq^2}{2l^2}$

D. $\frac{kq^2}{l^2}$

【例 4】(2024·杭州市东方中学高二期末)在边长为 a 的正方形的每一顶点都放置一个电荷量大小为 q 的点电荷, 点电荷的正负如图所示, 静电力常量为 k 。如果保持它们的位置不变, 则位于 A 点的点电荷受到其他三个电荷的静电力的合力大小是()



A. $\frac{2kq^2}{a^2}$

B. $(\sqrt{2}-\frac{1}{2})\frac{kq^2}{a^2}$

C. $(\frac{1}{2}+\sqrt{2})\frac{kq^2}{a^2}$

D. $\frac{3kq^2}{2a^2}$

■ 总结提升 ■

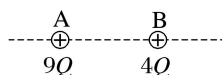
1. 静电力具有力的一切性质，静电力之间可以叠加，也可以与其他力叠加。
2. 非点电荷间静电力的计算：将带电体看成由很多点电荷组成，利用库仑定律和静电力叠加进行求解。
3. 当多个带电体同时存在时，任一带电体同时受到多个静电力的作用，可以利用力的平行四边形定则求合力。

专题强化 1 库仑定律的应用

[学习目标] 1.会利用库仑定律分析同一直线上三个点电荷的平衡问题(重点)。2.会利用库仑定律分析非共线力作用下带电体的平衡问题(重点)。3.会处理库仑力作用下带电体的动力学问题(难点)。

一、同一直线上三个点电荷的平衡问题

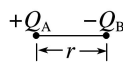
A、B 两个点电荷，相距为 r ，A 带有 $9Q$ 的正电荷，B 带有 $4Q$ 的正电荷(如图)



(1)A 和 B 固定，如何放置一个电荷量为 q 的正点电荷 C，才能使点电荷 C 处于平衡状态？若将 C 换成等量负电荷 C'，C'平衡的位置是否发生变化？

(2)如果 A 和 B 是自由的，如何放置第三个点电荷 D，使系统处于平衡状态，求 D 的位置、电性和电荷量大小。

(3)如图，A、B 是两个自由的点电荷，相距为 r ，A 带有 $9Q$ 的正电荷，B 带有 $-4Q$ 的负电荷，放置第三个点电荷 E，使系统处于平衡状态，求 E 的位置、电性和电荷量大小。



「提炼·总结」

1.两个电荷固定，第三个电荷平衡问题

只需要确定第三个电荷位置即可，对其电性和所带电荷量没有要求。

2.三个自由电荷的平衡问题

(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。根据平衡条件可得，电荷间的关系为：

“三点共线”——三个点电荷分布在同一条直线上；

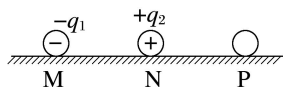
“两同夹异”——正、负电荷相互间隔；

“两大夹小”——中间电荷的电荷量最小；

“近小远大”——中间电荷靠近电荷量较小的电荷。

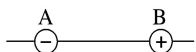
(2)对于三个自由电荷的平衡问题，只需对其中两个电荷列平衡方程，不必再对第三个电荷列平衡方程。

【例 1】 (2024·重庆市九龙坡区高二期末)如图所示，光滑绝缘的水平桌面的同一直线上，放置三个可视为点电荷的小球 M、N 和 P，其中 M 和 N 固定，带电荷量分别为 $-q_1$ 和 $+q_2$ ，若小球 P 能保持静止，则 ()



- A.P 一定带正电, $q_1=q_2$
 B.P 一定带负电, $q_1=q_2$
 C.P 可能带正电, $q_1>q_2$
 D.P 可能带负电, $q_1<q_2$

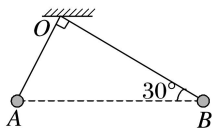
【例 2】 如图所示, 光滑绝缘的水平地面上有相距为 L 的自由点电荷 A、B, 电荷量分别为 $-4Q$ 和 $+Q$, 今引入第三个点电荷 C, 使三个点电荷都处于平衡状态, 则 C 的电荷量和放置的位置是()



- A. $-Q$, 在 A 左侧距 A 为 L 处
 B. $-2Q$, 在 A 左侧距 A 为 $\frac{L}{2}$ 处
 C. $-4Q$, 在 B 右侧距 B 为 L 处
 D. $+2Q$, 在 A 右侧距 A 为 $\frac{3L}{2}$ 处

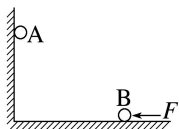
二、非共线力作用下带电体的平衡问题

【例 3】 (2025·渭南市高二期中)如图所示, 用两根不可伸长的绝缘细线悬挂于 O 点的带电小球 A、B(均视为质点)静止时处于同一水平线上。已知 A 球的质量为 m 、电荷量为 Q_1 , O 、A 间的距离为 L , $AO \perp BO$, $\angle OBA=30^\circ$, 静电力常量为 k , 重力加速度大小为 g 。求:



- (1) A、B 两球间的库仑力大小 F ;
 (2) B 球的电荷量 Q_2 。

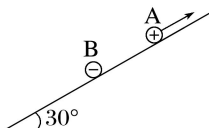
针对训练 (2025·广州市高二期中)竖直墙面与水平地面均光滑且绝缘, 小球 A、B 带同种电荷, 现用水平向左的推力 F 作用于小球 B, 两球分别静止在竖直墙和水平地面上, 如图所示, 如果将小球 B 向左推动少许, 当两球重新达到平衡时, 与原来的平衡状态相比较()



- A. 地面对小球 B 的支持力不变
 B. 推力 F 将不变
 C. 两小球之间的距离变小
 D. 竖直墙面对小球 A 的弹力变大

三、含库仑力的动力学问题

【例 4】 (2024·湖北罗田县第一中学高二期中)如图所示, 带电小球 A 和 B(可视为点电荷)放在倾角为 30° 的光滑固定绝缘斜面上, A 球的质量为 $2m$, 所带电荷量为 $+q$, B 球的质量为 m , 所带电荷量为 $-q$ 。沿斜面向上的恒力作用于 A 球, 可使 A、B 保持间距 r 不变沿斜面向上做匀加速直线运动, 已知重力加速度为 g , 静电力常量为 k , 求:



(1)加速度的大小;

(2)恒力的大小。

■ 总结提升 ■

分析静电力作用下点电荷的平衡或动力学问题, 步骤如下:

(1)确定研究对象: 适当采用“整体法”或“隔离法”;

(2)对研究对象进行受力分析, 画示意图(受力和运动过程);

(3)根据平衡条件或牛顿第二定律列方程;

(4)解方程求出待求量。

3 电场 电场强度

第1课时 电场强度 电场强度的叠加

[学习目标] 1.知道电场的概念及电场的基本性质。2.理解电场强度及其定义式,并能用该公式进行有关计算(重点)。3.掌握点电荷的电场和电场强度的叠加(难点)。

一、电场 电场强度

1.电场

电荷之间通过_____相互作用。电场和磁场已被证明是一种客观存在。场像分子、原子等实物粒子一样具有能量,因而场也是物质存在的一种形式。

静止电荷产生的电场叫作_____。它的基本性质是对放入电场的电荷有_____的作用。

2.电场强度

(1)试探电荷与场源电荷

①试探电荷:为了便于研究电场各点的性质而引入的电荷,是电荷量和体积都_____的点电荷。

②场源电荷:_____的带电体所带的电荷,也叫源电荷。

(2)电场强度

①定义:放入电场中某点的试探电荷,所受的_____与它的_____之比,叫作该点的电场强度。

②定义式: $E = \frac{F}{q}$ (适用于一切电场)。

③单位: _____, 符号是_____。

④方向

规定:与正电荷在该点所受的静电力的方向_____;与负电荷在该点所受的静电力的方向_____。

⑤电场强度反映了电场的力的性质,但与试探电荷受到的静电力大小_____ (填“有关”或“无关”)。

⑥电场中某点的电场强度 E 是唯一的,是由电场本身的特性(形成电场的电荷及空间位置)决定的,与是否放入试探电荷_____ (填“有关”或“无关”)。

『易错辨析』

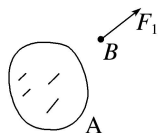
(1) $E = \frac{F}{q}$ 中的 q 是场源电荷。()

(2)若电场中某点放置负试探电荷,则该点的电场强度方向与放置正试探电荷时相反。()

(3)若电场中的某点不放试探电荷,则该点的电场强度为0。()

(4) 电场强度公式 $E = \frac{F}{q}$ 表明, 电场强度的大小与试探电荷的电荷量 q 成反比, 若 q 减半, 则该处的电场强度变为原来的 2 倍。()

【例 1】 在一带负电荷的导体 A 附近有一点 B, 如在 B 处放置一个 $q_1 = -2.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ 的电荷, 测出其受到的静电力 F_1 大小为 $4.0 \times 10^{-6} \text{ N}$, 方向如图, 则:



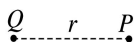
(1) B 处电场强度多大? 方向如何?

(2) 如果换成一个 $q_2 = +4.0 \times 10^{-7} \text{ C}$ 的电荷放在 B 点, 其受力多大? 此时 B 处电场强度多大?

(3) 如果将 B 处电荷拿走, B 处的电场强度是多大?

二、点电荷的电场

如图所示, 在电荷量为 Q 的正点电荷的电场中, P 点到 Q 的距离为 r , 则 Q 在 P 点的电场强度是多大? 方向如何?



「梳理与总结」

1. 点电荷的电场强度

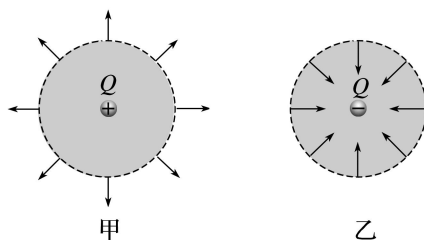
(1) 表达式: _____。

(2) 适用条件: _____。

2. 点电荷电场强度的方向

当 Q 为正电荷时, 电场强度 E 的方向沿半径_____ (如图甲);

当 Q 为负电荷时, 电场强度 E 的方向沿半径_____ (如图乙)。



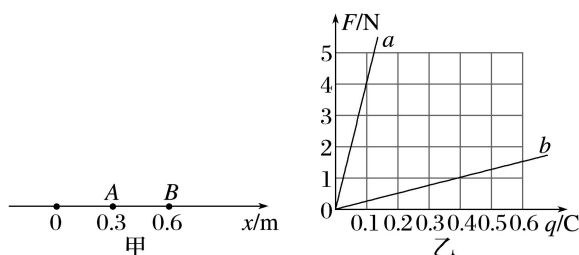
注意：如果以 Q 为圆心、 r 为半径作一个球面，则球面上各点的电场强度大小相等，但方向不同。

【易错辨析】

(1) 根据公式 $E=k\frac{Q}{r^2}$ 可知，电场中某点的电场强度与场源电荷所带的电荷量 Q 成正比，与 r^2 成反比。()

(2) 由 $E=k\frac{Q}{r^2}$ 可知，在离点电荷非常近的地方($r \rightarrow 0$)，电场强度 E 可达无穷大。()

【例 2】 (来自教材改编) 在一个点电荷 Q 的电场中，建立如图甲所示的一维坐标系，坐标轴上 A 、 B 两点的坐标分别为 0.3 m 和 0.6 m。在 A 、 B 两点分别放置试探电荷，其受到的静电力跟试探电荷的电荷量的关系，如图乙中直线 a 、 b 所示，力的正方向与 x 轴正方向相同。



(1) 求 A 点和 B 点的电场强度；

(2) 点电荷 Q 所在位置的坐标是多少？

■ 总结提升 ■

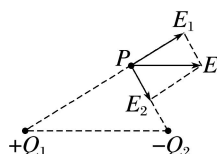
$E=\frac{F}{q}$ 与 $E=k\frac{Q}{r^2}$ 的比较

项目	$E=\frac{F}{q}$ (定义式)	$E=k\frac{Q}{r^2}$ (决定式)
意义及用途	给出了一种量度电场强弱的方法	指明了点电荷电场强度大小的决定因素
适用范围	一切电场	真空中点电荷的电场

E 与各量关系	E 的大小与 F 、 q 的大小无关	$E \propto Q, E \propto \frac{1}{r^2}$
Q 或 q 的意义	q 是试探电荷的电荷量, Q 是场源电荷的电荷量	

三、电场强度的叠加

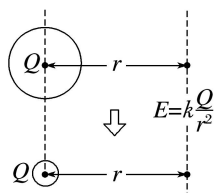
1. 若场源是多个点电荷, 则某点的电场强度等于各个点电荷单独在该点产生的电场强度的矢量和。如图所示, P 点的电场强度 E 等于点电荷 $+Q_1$ 和 $-Q_2$ 在该点产生的电场强度_____。



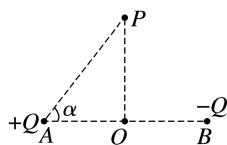
2. 对于较大的不能视为点电荷的带电体的电场强度, 可把带电体分成很多小块, 只要每块足够小, 就可以看成点电荷, 用点电荷电场强度叠加的方法计算。

3. 均匀带电球体(或球壳)外某点电场强度的计算

如图所示, 均匀带电球体(或球壳)外某点的电场强度 $E = k\frac{Q}{r^2}$, 式中 r 是球心到该点的距离($r > R$, R 为球的半径), Q 为整个球体(或球壳)所带的电荷量。



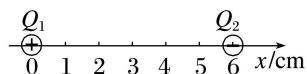
【例 3】 (2024·天津市武清区高二期中) 如图所示, 相距为 $2d$ 的 A 、 B 两点固定着等量异种点电荷, 电荷量分别为 $+Q$ 和 $-Q$ 。在 AB 连线的中垂线上取一点 P , $PO \perp AB$, $\alpha = 60^\circ$ 。已知静电力常量为 k 。求:



(1) O 点的电场强度大小和方向;

(2) P 点的电场强度大小和方向。

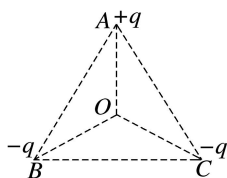
针对训练 (来自教材) 如图所示, 真空中有两个点电荷, $Q_1 = 4.0 \times 10^{-8} \text{ C}$, $Q_2 = -1.0 \times 10^{-8} \text{ C}$, 分别固定在 x 轴的坐标为 0 和 6 cm 的位置上。



(1) x 轴上哪个位置的电场强度为 0?

(2) x 轴上哪些位置的电场强度的方向是沿 x 轴的正方向的？

【例 4】 如图所示，等边三角形 ABC 的三个顶点分别固定三个点电荷 $+q$ 、 $-q$ 、 $-q$ ，已知三角形边长为 $\sqrt{3}L$ ，静电力常量为 k ，则该三角形中心 O 点处的电场强度大小、方向如何？



第 2 课时 电场线 匀强电场

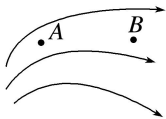
[学习目标] 1.知道什么是电场线并掌握电场线的特点。2.会用电场线描述电场，熟记几种常见的电场线(重点)。3.知道孤立正负点电荷、等量同种(异种)点电荷电场线的分布特点，掌握两个等量同种(异种)点电荷连线及中垂线上的电场变化规律(重难点)。4.知道什么是匀强电场以及匀强电场的特点(重点)。

一、电场线

电场线的特点

- (1)电场线从_____出发，终止于_____。不是闭合曲线。
- (2)电场线在电场中_____，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)电场线的_____可以用来比较各点电场强度的大小。电场强度较大的地方电场线较密，电场强度较小的地方电场线较疏。
- (4)电场线是为了形象描述电场而假想的曲线，实际不存在。

【例 1】 (2024·厦门市杏南中学高二月考)如图所示的电场中，有 A 、 B 两点，下列说法中正确的是()

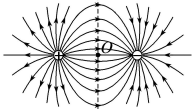


- A. A 点的电场强度小于 B 点的电场强度
- B. A 、 B 两点的电场强度大小与放置于该点的电荷有关
- C.正电荷在 A 点受到的静电力方向与该点的电场强度方向相同
- D.负电荷在 A 点受到的静电力方向与该点的电场强度方向相同

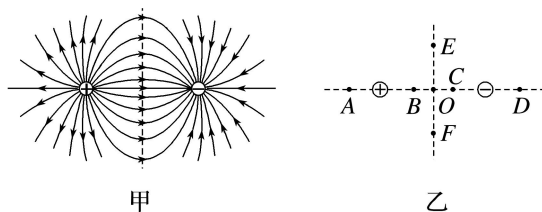
二、几种常见的电场线

认真观察常见的几种电场线的分布情况，完成下面填空。

电场	电场线	简要描述
正点电荷		以点电荷为球心的球面上各点电场强度大小____，方向____
负点电荷		以点电荷为球心的球面上各点电场强度大小____，方向____
等量同种点电荷		1.由左向右，两点电荷连线上的电场强度先变____后变____。 连线中点 O 电场强度为____ 2.两点电荷连线中点 O 沿中垂线到无限远，电场强度先变____后变____

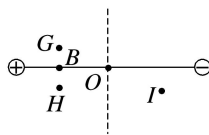
		3.关于 O 点对称的两点电场强度_____ (选填 “等大同向” 或 “等大反向”)
等量 异种 点电荷		1.由左向右, 两点电荷连线上的电场强度先变____后变____ 2.从两点电荷连线中点 O 沿中垂线到无限远, 电场强度逐渐变____ 3.关于 O 点对称的两点电场强度_____ (选填 “等大同向” 或 “等大反向”)

【例 2】 (多选) 电场线能很直观、方便地比较电场中各点电场强度的大小。如图甲是等量异种点电荷形成电场的电场线, 图乙是场中的一些点, O 是两电荷连线的中点, E 、 F 是连线中垂线上相对 O 对称的两点, B 、 C 和 A 、 D 也相对 O 对称。则()



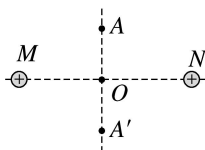
- A. B 、 C 两点电场强度大小和方向都相同
- B. A 、 D 两点电场强度大小相等, 方向相反
- C. E 、 O 、 F 三点比较, O 点电场强度最大
- D. B 、 O 、 C 三点比较, O 点电场强度最小

拓展 如图, G 、 H 两点关于等量异种点电荷连线轴对称, G 、 I 关于 O 点中心对称, 下列说法正确的是()



- A. G 、 H 两点电场强度相同
- B. H 、 I 两点电场强度相同
- C. G 、 I 两点电场强度相同
- D. G 点电场强度大于 B 点电场强度

【例 3】 (2024·四川省宁南中学校高二期中) 如图所示, M 、 N 两点固定两个等量的正点电荷(场源电荷), 其连线的中垂线上 A 、 A' 两点关于 O 点对称, 在 A 点由静止释放一个带负电的粒子, 不计粒子的重力, 粒子的电荷量远小于场源电荷的电荷量, 下列说法中正确的是()



- A. 中垂线上从 A 到 O 到 A' 电场强度的大小一定先减小后增大
- B. 粒子运动到 O 点时加速度为零，速度达最大值
- C. 粒子在从 A 点到 O 点运动的过程中，加速度越来越大，速度越来越大
- D. 粒子越过 O 点后，速度越来越小，加速度越来越大，直到速度减小为零

三、匀强电场

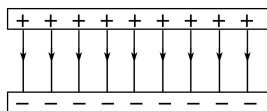
1. 定义：如果电场中各点的电场强度_____、_____，这个电场就叫作匀强电场。

2. 特点：

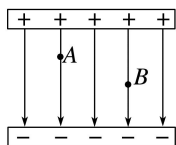
(1) 匀强电场的电场线是相互_____且_____的直线；

(2) 电场线的疏密程度_____，即电场线分布_____。

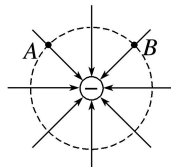
3. 举例：两块等大、正对的、带等量异种电荷的平行金属板相互靠近时，它们之间的电场(边缘除外)可以看作匀强电场。



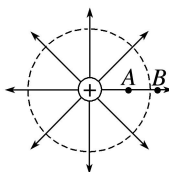
【例 4】 (2025·眉山市高二期中) 如图是某四个电场中的电场线分布图，其中 A 、 B 两点的电场强度相同的是()



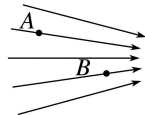
A



B

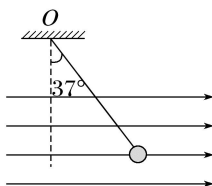


C



D

【例 5】 用细线将质量为 $m=4 \times 10^{-3} \text{ kg}$ 的带电小球悬挂在 O 点下，当空间中有方向为水平向右，电场强度大小为 $E=1 \times 10^4 \text{ N/C}$ 的匀强电场时，小球静止后细线与竖直方向成 37° 角，如图所示。($\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, g 取 10 m/s^2)



(1)请画出小球的受力分析图，并分析小球所带电荷的电性；

(2)求小球的带电荷量 q ；

(3)求细线的拉力大小。

专题强化2 静电场中力的性质

[学习目标] 1.会利用几种特殊方法求解带电体的电场强度(重难点)。2.会分析电场线与带电粒子运动轨迹结合的问题(重点)。3.会分析电场中的动力学问题(难点)。

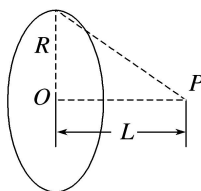
一、非点电荷电场强度的求解

求解点电荷的电场强度时,一般可用公式 $E=\frac{F}{q}$ 、 $E=\frac{kQ}{r^2}$ 计算。但当一个带电体的体积较大时,已不能看作点电荷,求这个带电体在某处的电场强度时,常用微元法、对称法、补偿法等方法,化难为易。

1.微元法

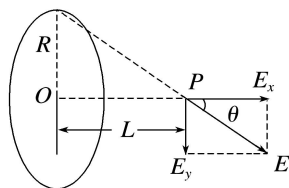
把带电体分成很多小块,每小块都可以看成点电荷,用点电荷电场叠加的方法计算。

【例1】 如图甲所示,均匀带电圆环所带电荷量为 Q , 半径为 R , 圆心为 O , P 为垂直于圆环平面中心轴上的一点, $OP=L$, 静电力常量为 k , 求 P 点的电场强度大小时:



甲

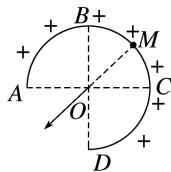
设想将圆环看成由 n 个相同的小段组成,当 n 相当大时,每一小段都可以看成一个点电荷,其所带电荷量 $Q'=\underline{\hspace{2cm}}$, 由点电荷电场强度公式可求得每一小段带电体在 P 点产生的电场强度大小 $E=\underline{\hspace{2cm}}$, 如图乙中所示, E 垂直于中心轴的分量 E_y 相互抵消,而沿轴方向的分量 E_x 之和即为带电圆环在 P 点的电场强度 E_P , 即 $E_P=\underline{\hspace{2cm}}$ 。



乙

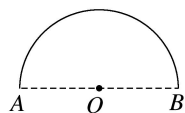
2.对称法

带电体所带电荷或部分电荷对称分布,可应用对称性解决问题,使问题简单化。



例如:均匀带电的圆环有一个 $\frac{1}{4}$ 圆弧的缺口,判断 O 点的电场强度方向时,由于圆环上任何两个关于圆中心对称的两点在 O 点产生的电场强度矢量和为零,故可以等效为弧 BC 在 O 点产生的电场强度,弧 BC 上关于 OM 对称的两点在 O 点产生的电场强度沿 MO 方向,故 O 点的电场强度沿 MO 方向。

【例 2】



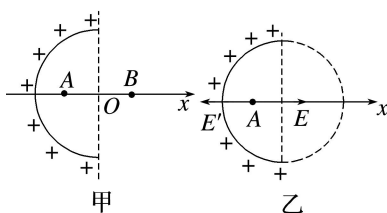
如图所示，一个绝缘半圆环上均匀分布有同种电荷，固定在绝缘水平面上，在圆弧的圆心处放有一个点电荷，点电荷受到的静电力为 F ，若截走圆弧的 $\frac{1}{2}$ ，则圆心处的点电荷受到的静电力大小变为()

- A. $\frac{\sqrt{2}}{2}F$ B. $\frac{1}{2}F$ C. $\frac{\sqrt{3}}{2}F$ D. $\frac{1}{3}F$

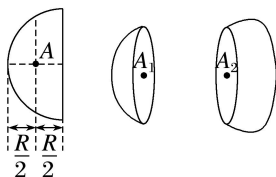
3. 补偿法

当带电体的形状不完整，如有缺口的带电圆环或球面，通常将它补全为完整的圆环或球面，根据作差法求解。

例如：已知均匀带电球壳内部电场强度处处为零。如图甲，半球球壳电荷量为 $+q$ ， A 、 B 两点关于半球球壳心 O 点对称，且半球壳在 A 点产生的电场强度大小为 E 。求半球壳在 B 点产生的电场强度大小时，可以将题目中半球壳补成一个均匀带电的完整球壳，如图乙，设右半球在 A 点产生的电场强度大小为 E' 。由于均匀带电球壳内部电场强度处处为零，则 E 和 E' 大小相等。根据对称性可知，左半球在 B 点产生的电场强度大小也为 E 。



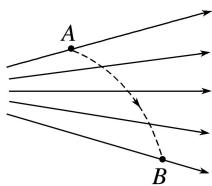
【例 3】 如图所示，将表面均匀带正电的半球壳，沿线轴分成厚度相等的两部分，然后将这两部分移到很远的距离，设分开后球表面仍均匀带电，左半部分在 A_1 点的电场强度大小为 E_1 ，右半部分在 A_2 点的电场强度的大小为 E_2 ，则有()



- A. $E_1 = E_2$ B. $E_1 < E_2$
C. $E_1 > E_2$ D. 大小无法确定

二、电场线与带电粒子的运动轨迹结合的问题

若实线为电场线，虚线为带电粒子的运动轨迹，带电粒子只受静电力的作用从 A 点向 B 点运动。回答以下问题：



- (1)画出粒子在 A 点的运动方向和加速度方向；
- (2)判断粒子的电性；
- (3)判断粒子从 A 到 B 过程中，加速度大小的变化情况；
- (4)判断粒子从 A 到 B 过程中，速度大小的变化情况。

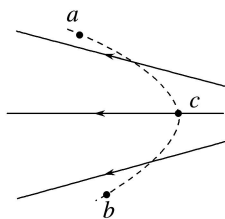
『提炼·总结』

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。

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。

【例 4】某电场的电场线分布如图所示，虚线为某带电粒子只在静电力作用下的运动轨迹， a 、 b 、 c 是轨迹上的三个点，则()

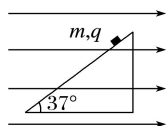


- A.粒子一定带负电
- B.粒子一定是从 a 点运动到 b 点
- C.粒子在 c 点的加速度一定大于在 b 点的加速度
- D.粒子在电场中 c 点的速度一定大于在 a 点的速度

三、电场中的动力学问题

分析带电体在电场中的加速运动时，与力学问题分析方法完全相同，牛顿第二定律仍适用。

【例 5】 如图所示，光滑固定斜面(足够长)倾角为 37° ，一带正电的小物块质量为 m 、电荷量为 q ，置于斜面上，当沿水平方向加如图所示的匀强电场时，带电小物块恰好静止在斜面上，从某时刻开始，电场强度变化为原来的 $\frac{1}{2}$ ，重力加速度 g 取 10 m/s^2 ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ 。求：



(1)原来的电场强度大小(用字母表示)；

(2)小物块运动的加速度；

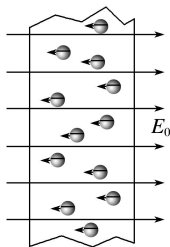
(3)小物块第 2 s 末的速度大小和前 2 s 内的位移大小。

4 静电的防止与利用

[学习目标] 1.知道什么是静电平衡,能掌握静电平衡状态下导体的特点(难点)。2.知道导体上电荷的分布特征,了解尖端放电、静电屏蔽现象及其成因(重点)。3.了解静电除尘、静电喷漆、静电复印的工作原理。

一、静电平衡

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种电荷。请思考下列问题:



(1)自由电子定向移动的原因是什么?定向移动的方向如何?

(2)自由电子能否一直定向移动?为什么?

「梳理与总结」

1.静电平衡:导体内的自由电子不再发生_____的状态。

2.处于静电平衡状态的导体,其内部的电场强度处处为____,即外电场 E_0 和感应电荷产生的电场 E' 的关系为 $E_0 = -E'$ 。

3.导体上电荷的分布:

(1)静电平衡时,导体_____没有净电荷(未被抵消的电荷),电荷只分布在导体的_____。

(2)在导体外表面,越尖锐的位置,电荷的密度(单位面积的电荷量)_____,凹陷的位置几乎没有电荷。

4.处于静电平衡状态的导体,其外表面任一点的电场强度方向跟该点的表面_____。

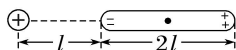
「易错辨析」

(1)处于静电平衡状态下的导体表面和内部的合电场强度均为零。()

(2)静电平衡时,导体内部不再有电荷的定向移动。()

(3)一个孤立的带电体,在自身所带电荷的电场中,处于静电平衡状态,不具有静电平衡的特点。()

【例1】 (2024·重庆市高二期末)如图所示,一长为 $2l$ 且粗细均匀的导体棒原来不带电,现将一电荷量为 $+q$ 的点电荷放在其中轴线上距其左端 l 处,静电力常量为 k ,当该导体棒达到静电平衡后,棒上感应电荷在棒内中心处产生的电场强度大小为()



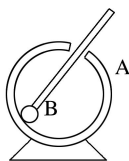
- A. 0 B. $\frac{kq}{4l^2}$ C. $\frac{kq}{l^2}$ D. $\frac{4kq}{l^2}$

■ 总结提升 ■

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是：

- (1) 先求出外电场电场强度 $E_{\text{外}}$ 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 $E_{\text{感}}$ 的大小和方向。

【例 2】 一个带绝缘底座的空心金属球 A 带有 $4 \times 10^{-8} \text{ C}$ 的正电荷，上端开有适当小孔，有绝缘柄的金属小球 B 带有 $2 \times 10^{-8} \text{ C}$ 的负电荷，使 B 球和 A 球内壁接触，如图所示，则 A、B 所带电荷量分别为 ()



- A. $Q_A=1 \times 10^{-8} \text{ C}$ $Q_B=1 \times 10^{-8} \text{ C}$
 B. $Q_A=2 \times 10^{-8} \text{ C}$ $Q_B=0$
 C. $Q_A=0$ $Q_B=2 \times 10^{-8} \text{ C}$
 D. $Q_A=4 \times 10^{-8} \text{ C}$ $Q_B=-2 \times 10^{-8} \text{ C}$

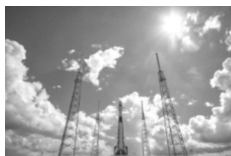
二、尖端放电

1. 空气的电离：在一定条件下，导体尖端电荷_____很大，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_____，这个现象叫作空气的电离。
2. 尖端放电：所带电荷与导体尖端的电荷符号相反的粒子，由于被_____，而与尖端上的电荷_____，相当于导体从尖端_____的现象。
3. 尖端放电的应用与防止：
 - (1) 应用：避雷针是利用尖端放电避免雷击的一种设施。
 - (2) 防止：高压设备中导体的表面尽量_____会减少电能的损失。

『易错辨析』

- (1) 验电器的金属杆上端固定一个金属球而不是做成针尖状，这是为了防止尖端放电。()
- (2) 避雷针避雷的原理是尖端放电能将云层中的电荷中和。()
- (3) 为了美观，通常把避雷针顶端设计成球形。()
- (4) 为了避免因尖端放电而损失电能，高压输电导线表面要尽量光滑。()

【例 3】 (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()

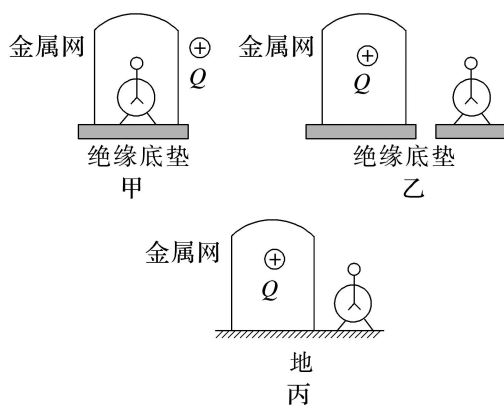


- A.探测发射台周围风力的大小
- B.发射与航天器联系的电磁波
- C.预防雷电击中待发射的火箭
- D.测量火箭发射过程的速度和加速度

三、静电屏蔽

- 1.定义: 导体壳(或金属壳)内达到静电平衡后, 外电场对内部_____产生影响, 金属壳的这种作用叫作静电屏蔽。
- 2.实质: 静电屏蔽的实质是利用了_____现象, 使金属壳内的感应电荷的电场和外加电场的电场强度矢量和为_____。
- 3.航天器经过地球大气层时, 与大气层高速摩擦产生高温, 在航天器周围形成等离子体, 对航天器产生静电屏蔽作用, 导致地面控制中心与航天器的通信暂时中断。
- 4.电梯轿厢通常是用不锈钢做的, 因此在封闭的电梯里手机通信中断, 也是发生了静电屏蔽。

【例 4】 下列关于静电屏蔽实验的说法正确的是()

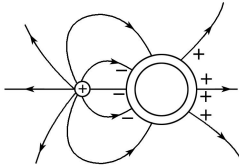
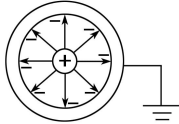


- A.甲图中验电器的金属箔张开
- B.乙图中验电器的金属箔不会张开
- C.丙图中验电器的金属箔不会张开
- D.甲、乙、丙三图中验电器的金属箔都张开

■ 总结提升 ■

静电屏蔽的两种情况

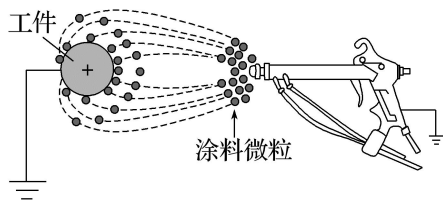
	屏蔽外电场(外屏蔽)	屏蔽内电场(全屏蔽或内屏蔽)
--	------------	----------------

图示		
实现过程	因场源电荷产生的电场与导体球壳表面上感应电荷产生的电场在空腔内的合电场强度为零，达到静电平衡状态，起到屏蔽外电场的作用	当空腔外部接地时，外表面的感应电荷被中和，外部电场消失，起到屏蔽内电场的作用
最终结论	导体内空腔不受外界电荷影响	接地导体空腔外部不受内部电荷影响
本质	静电感应与静电平衡，用于做静电屏蔽的材料只能是导体，不能是绝缘体	

四、静电吸附

- 1.静电吸附：在电场中，带电粒子受到_____的作用，向着电极运动，最后被吸附在电极上的现象。
- 2.静电除尘：当空气中的尘埃带电时，在_____作用下，尘埃到达电极而被收集起来的过程。
- 3.静电喷漆：接负高压的涂料雾化器喷出的油漆微粒带负电，在静电力作用下，这些微粒向着作为_____的工件运动，并沉积在工件表面的过程。
- 4.静电复印：复印机应用了_____的原理。

【例 5】 (多选)(2024·龙岩市高二期中)静电喷漆是利用静电吸附现象制造的，其喷涂原理如图所示，则以下说法正确的是()



- A.在喷枪喷嘴与被喷涂工件之间有一强电场
- B.涂料微粒一定带正电
- C.涂料微粒一定带负电
- D.涂料微粒可能带正电，也可能带负电

章末素养提升

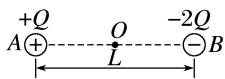
素养再现

物理 观念	与电荷有关的概念	1.点电荷：带电体的_____、_____及_____对它们之间的作用力的影响可以忽略时 2.场源电荷：_____的带电体所带的电荷 3.试探电荷：放入后不影响要研究的电场及用来研究电场各点的性质的电荷 4.元电荷：最小的_____, 即_____所带电荷量的大小 5.比荷：带电体的_____与_____的比值
	两个定律	1.电荷守恒定律：电荷既不会_____, 也不会_____, 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_____保持不变 2.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_____成正比, 与它们的距离的_____成反比, 作用力的方向在_____. 这个规律叫作库仑定律。这种电荷之间的相互作用力叫作_____或_____
	电场强度	1.定义式: $E=\frac{F}{q}$ (适用于_____电场) 决定式: $E=k\frac{Q}{r^2}$ (适用于_____) 2.电场线：电场中画出假想的曲线, 每点的_____表示该点的_____方向, 疏密表示电场的_____, 特点是_____, _____
科学思维	理想化模型	点电荷
	控制变量法	库仑定律的探究
	微小量放大法	库仑扭秤实验
	比值定义法	$E=\frac{F}{q}$
	形象描述	电场线
科学探究	1.通过实验观察, 了解静电现象, 探究物体带电的本质 2.通过探究如何得出库仑定律, 体会库仑扭秤实验的科学思想和方法 3.通过实验模拟和定量分析的方法, 探究描述电场强弱的物理量, 获得探究体验	

科学态度 与责任	1.会从微观的角度认识物体带电的本质
	2.通过实验观察静电现象，培养严谨细致的科学态度
	3.通过了解生活中关于静电的利用和防护，能对利用和防护静电的一些行为发表自己的观点，有进行科学普及的兴趣和责任感

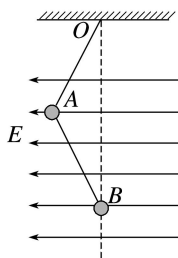
提能训练

【例 1】(2024·广东部分名校高二期末联考)如图所示， A 、 B 是两个电荷量分别为 $+Q$ 、 $-2Q$ 的点电荷，距离为 L ，其连线中点为 O ，静电力常量为 k 。 O 点处的电场强度大小为()



- A. $12k\frac{Q}{L^2}$ B. $8k\frac{Q}{L^2}$
C. $4k\frac{Q}{L^2}$ D. $k\frac{Q}{L^2}$

【例 2】(多选)(2025·天津市第一中学高二期中)如图所示，用两段长度相等的绝缘细绳顺次连接质量相等的 A 、 B 两小球，悬挂于天花板的 O 点。现在让 A 、 B 两小球分别带上电荷，电性和电荷量均未知，并且加上一水平向左的匀强电场。不考虑两小球之间的相互作用，装置平衡时 A 、 B 两小球的位置如图所示， B 球刚好在 O 点的正下方，则下列说法中正确的是()



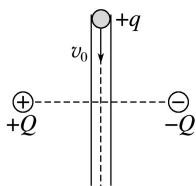
- A. 小球 A 、 B 所带电性一定是相反的
B. 小球 A 与小球 B 的电荷量之比一定是 2:1(不考虑电性的正负号)
C. 细绳 OA 的拉力大小是细绳 AB 的拉力大小的 2 倍
D. 若只增加小球 A 的带电荷量，装置平衡后小球 B 仍能位于 O 点正下方

■ 总结提升 ■

静电力与平衡知识的综合应用

- 1.同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引。静电力与重力、弹力一样，在解题中要注意力学规律的应用及受力分析。
- 2.带电体在电场中的平衡问题，实际上属于力学平衡问题，仅多了一个静电力而已。求解时，需应用有关力学的平衡知识，在正确的受力分析基础上，应用共点力作用下物体的平衡条件，灵活选用合适的方法(如合成法、分解法、矢量图解法、相似三角形法、整体法与隔离法等)求解。

【例 3】(2024·安徽省岳西中学高二月考)如图所示为两个固定在同一水平面上的点电荷，距离为 d ，电荷量分别为 $+Q$ 和 $-Q$ 。在它们的中垂线上水平固定一根内壁光滑的绝缘细管，一电荷量为 $+q$ 的小球(忽略重力)缓慢经过细管，则()



- A. 小球的加速度先减小后增大
- B. 小球的速度先减小后增大
- C. 小球受到的库仑力最大值为 $\frac{8kQq}{d^2}$
- D. 管壁对小球的弹力最大值为 $\frac{4kQq}{d^2}$

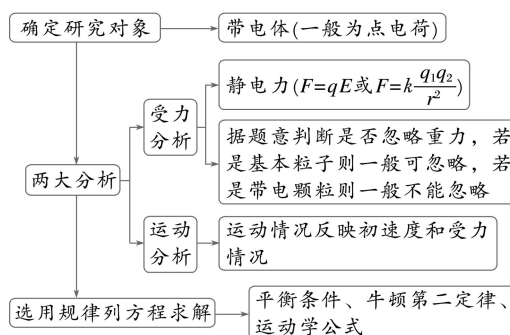
■ 总结提升 ■

带电体在电场中的运动问题

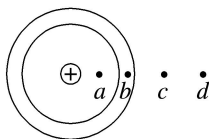
1. 问题综述

带电体在电场中运动是一类综合性很强的问题，解决这类问题时，常把带电体看作点电荷，应用牛顿运动定律、动能定理等求解。电场分为匀强电场和非匀强电场两种类型。

2. 解题思路

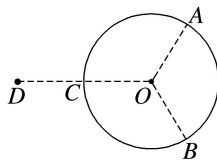


【例 4】(2024·哈尔滨市第一中学高二质检)如图所示，较厚的空腔球形导体壳中有一个正点电荷，则图中 a 、 b 、 c 、 d 各点处的电场强度大小关系为()



- A. $E_a > E_b > E_c > E_d$
- B. $E_a > E_c = E_d > E_b$
- C. $E_a > E_c > E_d > E_b$
- D. $E_a < E_b < E_c = E_d$

【例 5】 (2024·南阳市六校高二期中)如图所示，半径为 R 的带电荷量为 $+Q$ 的绝缘圆环，圆心为 O ，电荷量均匀分布。 A 、 B 、 C 为圆环的三等分点， $OD=2R$ 。现将 A 、 B 两处长为 Δl 的电荷取走， D 点放置一电荷量为 q 的点电荷， O 处电场强度恰好为零，则()



A. D 处的点电荷一定带正电

B. C 点电场强度为零

C. q 的绝对值为 $\frac{2\Delta l}{\pi R}Q$

D. A 、 B 两点电场强度相同

