

第九章

静电场

第24讲 电容器 带电粒子在电场中的运动



栏目导航

知识梳理·易错辨析

核心考点·重点突破

名师讲坛·素养提升



高考

2025^版
轮总复习

知识梳理 · 易错辨析

知识梳理

一、电容器 电容

1. 电容器

(1)电荷量：一个极板所带电荷量的绝对值。

(2)电容器的充、放电

①充电：使电容器带电的过程，充电后电容器两极板带上等量的异种电荷，电容器中储存电场能。

②放电：使充电后的电容器失去电荷的过程，放电过程中电场能转化为其他形式的能。

2. 电容

(1)意义：表示电容器容纳电荷本领的物理量。

(2)定义式： $C = \frac{Q}{U} = \frac{\Delta Q}{\Delta U}$ 。

(3)单位：法拉(F)， $1 \text{ F} = \underline{\quad 10^6 \quad} \mu\text{F} = \underline{\quad 10^{12} \quad} \text{pF}$ 。



3. 平行板电容器

(1)影响因素：平行板电容器的电容与两极板的正对面积成正比，与电介质的相对介电常数成正比，与两极间的距离成反比。

(2)决定式： $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ ， k 为静电力常量。

二、带电粒子在电场中的运动

1. 带电粒子在电场中的加速

(1)处理方法：利用动能定理 $qU = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ 。

(2)适用范围：任何电场。

2. 带电粒子在匀强电场中的偏转

(1)研究条件：带电粒子垂直于电场方向进入匀强电场。

(2)处理方法：类似于平抛运动，应用运动的合成与分解的方法。

①沿初速度方向做匀速直线运动，运动时间 $t = \frac{L}{v_0}$ 。

②沿电场方向，做初速度为零的匀加速直线运动。

$$\begin{aligned}
 & \text{加速度: } a = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m} = \frac{Uq}{md} \\
 & \text{运动时间} \begin{cases} \text{a. 能飞出平行板电容器: } t = \frac{L}{v_0} \\ \text{b. 打在平行极板上: } y = \frac{1}{2}at^2 = \\ \frac{1}{2} \cdot \frac{qU}{md}t^2 \quad t = \sqrt{\frac{2mdy}{qU}} \end{cases} \\
 & \text{离开电场时的偏移量: } y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{qUL^2}{2mv_0^2d} \\
 & \text{离开电场时的偏转角: } \tan \theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{qUL}{mv_0^2d}
 \end{aligned}$$

2

易错辨析

1. 电容器所带的电荷量是指每个极板所带电荷量的代数和。(×)
2. 电容器的电容与电容器所带电荷量成反比。(×)
3. 放电后的电容器电荷量为零，电容也为零。(×)
4. 带电粒子在匀强电场中只能做类平抛运动。(×)
5. 带电粒子在电场中，只受电场力时，也可以做匀速圆周运动。(×)
6. 示波管屏幕上的亮线是由于电子束高速撞击荧光屏而产生的。(×)
7. 带电粒子在电场中运动时重力一定可以忽略不计。(×)

高考

2025^版
轮总复习

核心考点 · 重点突破

考点 1 平行板电容器的动态分析

(能力考点·深度研析)

1. 对公式 $C = \frac{Q}{U}$ 的理解

电容 $C = \frac{Q}{U}$ ，不能理解为电容 C 与 Q 成正比、与 U 成反比，一个电容器电容的大小是由电容器本身的因素决定的，与电容器是否带电及带电多少无关。

2. 电容器两类问题的比较

分类	充电后与电池两极相连	充电后与电池两极断开
不变量	U	Q
d 变大	C 变小 $\rightarrow Q$ 变小、 E 变小	C 变小 $\rightarrow U$ 变大、 E 不变
S 变大	C 变大 $\rightarrow Q$ 变大、 E 不变	C 变大 $\rightarrow U$ 变小、 E 变小
ε_r 变大	C 变大 $\rightarrow Q$ 变大、 E 不变	C 变大 $\rightarrow U$ 变小、 E 变小



3. 运用电容的定义式和决定式分析电容器相关物理量变化的思路

(1) 确定不变量，分析是电压不变还是所带电荷量不变。

(2) 用决定式 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 分析平行板电容器电容的变化。

(3) 用定义式 $C = \frac{Q}{U}$ 分析电容器所带电荷量或两极板间电压的变化。

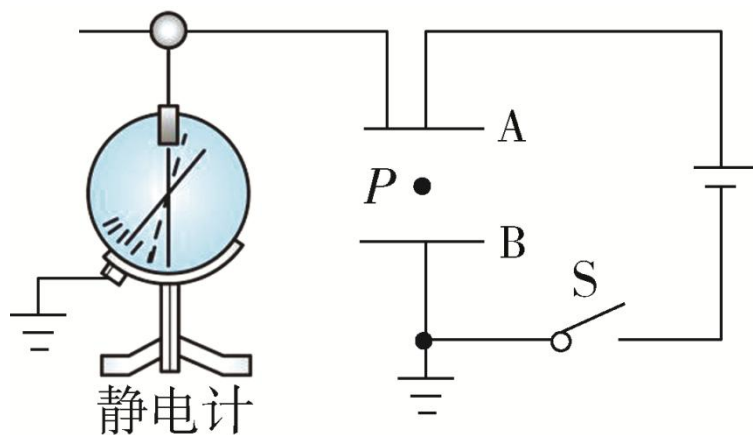
(4) 用 $E = \frac{U}{d}$ 分析电容器两极板间电场强度的变化。

(5) 用 $E = \frac{4\pi k Q}{\epsilon_r S}$ 分析电容器两极板间电场强度的变化。



►考向1 电容器动态分析的两种情况


例^① (多选)(2024·河南高三阶段练习)如图所示,水平正对的金属板A、B与干电池连接,B板接地,静电计的电荷量、导线以及电池的内阻均不计。开关S闭合,一带负电的油滴静止于两板间的P点。下列说法正确的是(**BC**)

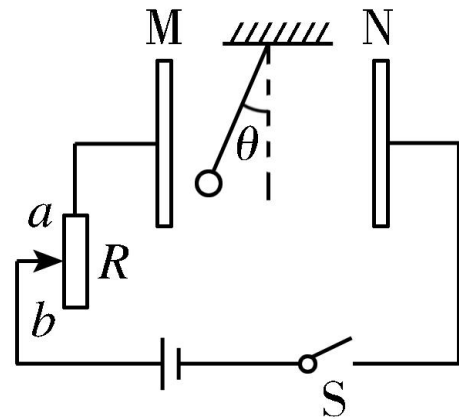


- A. 若仅将A板上移一些,则静电计指针的张角减小
- B. 若仅将B板下移一些,则油滴向下运动
- C. 若断开S,且仅将B板下移一些,则油滴的电势能减小
- D. 若断开S,且仅在A、P间插入玻璃板,则油滴向上运动

【解析】 金属板 A、B 与干电池连接，两板间电势差不变，A 板上移，静电计指针的张角不变，故 A 错误；根据 $E = \frac{U}{d}$ ，若仅将 B 板下移一些，板间电场强度减小，竖直向上的电场力减小，而重力不变，则油滴受合外力向下，将向下运动，故 B 正确；若断开 S，极板电荷量不变，根据 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ ， $Q = CU$ ， $E = \frac{U}{d}$ ，可得 $E = \frac{4\pi k Q}{\epsilon_r S}$ ，仅将 B 板下移一些，板间电场强度不变，P 点与零电势 B 板间电势差 $U' = Ed'$ 增大，则 P 点电势增大，带负电的油滴在 P 点的电势能减小，故 C 正确；若断开 S，且仅在 A、P 间插入玻璃板，则介电常数增大，由 $E = \frac{4\pi k Q}{\epsilon_r S}$ 可知，电场强度减小，则竖直向上的电场力减小，而重力不变，则油滴受合外力向下，将向下运动，故 D 错误。

►考向2 电容器中的平衡问题

 如图所示，M、N是平行板电容器的两个极板， R 为滑动变阻器，用绝缘细线将一带负电的小球悬于电容器内部。闭合开关S，给电容器充电后，悬线偏离竖直方向的夹角为 θ ，下列说法正确的是(D)



- A. 保持S闭合，将滑动变阻器的滑片向 **b** 端滑动，则 θ 减小
- B. 保持S闭合，将M板向N板靠近，则 θ 不变
- C. 断开S，在靠近M板内侧插入一定厚度的陶瓷片，则 θ 增大
- D. 断开S，将N板向上移动少许，则 θ 增大

【解析】 小球平衡时，由平衡条件知 $qE = mg \tan \theta$ ，保持 S 闭合，电容器两极板间的电势差等于电源的电动势，保持不变，将滑动变阻器的滑片向 b 端滑动，则 θ 不会变，A 项错误；保持 S 闭合，电容器两极板间的电势差等于电源的电动势，保持不变，根据公式 $E = \frac{U}{d}$ 可知，将 M 板向 N 板靠近时，电场强度变大，电场力变大，故 θ 增大，B 项错误；断开 S，电容器带电荷量不变，根据电容的定义式 $C = \frac{Q}{U}$ ，平行板电容器的电容公式 $C = \frac{\epsilon_r S}{4k\pi d}$ ，电压与电场强度公式 $U = Ed$ ，可得 $E = \frac{4k\pi Q}{\epsilon_r S}$ ，在靠近 M 板内侧插入一定厚度的陶瓷片，则 ϵ_r 变大，电场强度减小，故 θ 减小，C 项错误；断开 S，电容器带电荷量不变，据 $E = \frac{4k\pi Q}{\epsilon_r S}$ ，将 N 板向上移动少许，S 减小，电场强度增大，电场力增大，则 θ 增大，D 项正确。故选 D 项。

反思提升

对于电容器中的平衡问题，主要分析电容器的变化对物体平衡的影响，一般思路是 d 、 S 、 ε_r 变化 $\rightarrow C$ 变化 $\rightarrow U$ 变化 $\rightarrow E$ 变化 \rightarrow 电场力 $F = Eq$ 变化 $\xrightarrow{\text{影响}}$ 平衡，显然，场强 E 是联系电容器与物体平衡的桥梁，是解题的核心。

考点 2

带电粒子(或带电体)在电场中的直线运动

(能力考点·深度研析)

1. 带电粒子(或带电体)在电场中运动时是否考虑重力的处理方法

(1)基本粒子：如电子、质子、 α 粒子、离子等，除有说明或明确的暗示以外，一般都不考虑重力(但并不忽略质量)。

(2)带电颗粒：如液滴、油滴、尘埃、小球等，除有说明或有明确的暗示以外，一般都要考虑重力。

2. 做直线运动的条件

(1) 粒子所受合外力 $F_{\text{合}} = 0$ ，粒子静止或做匀速直线运动。

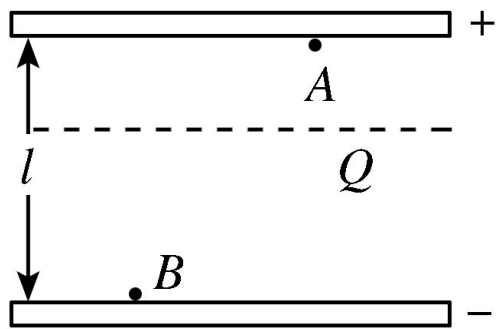
(2) 粒子所受合外力 $F_{\text{合}} \neq 0$ ，且合外力与初速度方向在同一条直线上，带电粒子将做变速直线运动；若电场为匀强电场，则带电粒子做匀变速直线运动。



►考向 1 仅在电场力作用下的直线运动

例^③ 如图所示, 一充电后的平行板电容器的两极板相距 l , 在正极板附近有一质量为 m 、电荷量为 $q_1 (q_1 > 0)$ 的粒子 A ; 在负极板附近有一质量也为 m 、电荷量为 $-q_2 (q_2 > 0)$ 的粒子 B , 仅在电场力的作用下两粒子同时从静止开始运动。已知两粒子同时经过一平行于正极板且与其相距 $\frac{3}{7}l$ 的平面 Q , 两粒子间相互作用力可忽略, 不计重力, 则以下说法正确的是(**B**)

- A. 电荷量 q_1 与 q_2 的比值为 3 : 7
- B. 电荷量 q_1 与 q_2 的比值为 3 : 4
- C. 粒子 A 、 B 通过平面 Q 时的速度之比为 9 : 16
- D. 粒子 A 、 B 通过平面 Q 时的速度之比为 3 : 7



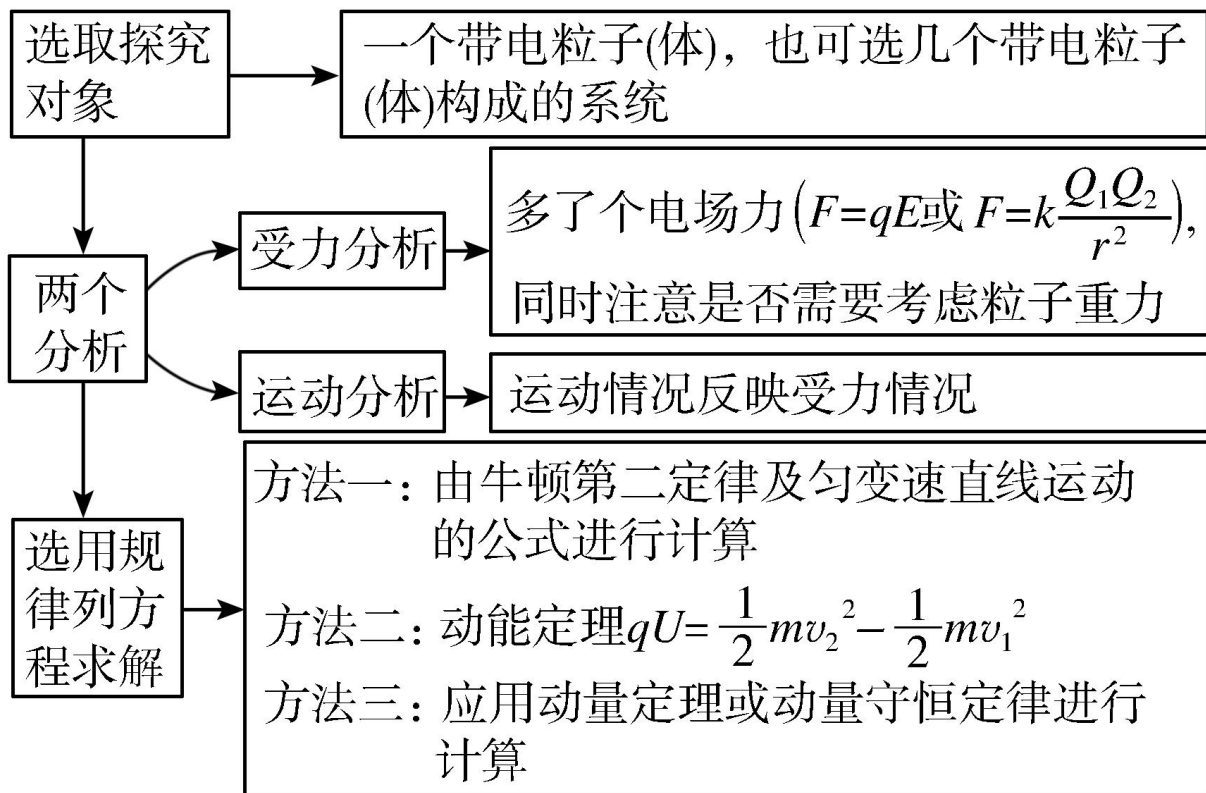
【解析】 设电场强度大小为 E , 两粒子的运动时间 t 相同, 对粒子 A ,

有 $a_1 = \frac{q_1 E}{m}$, $\frac{3}{7}l = \frac{1}{2} \cdot \frac{q_1 E}{m} \cdot t^2$, 对粒子 B , 有 $a_2 = \frac{q_2 E}{m}$, $\frac{4}{7}l = \frac{1}{2} \cdot \frac{q_2 E}{m} \cdot t^2$, 联立解

得 $\frac{q_1}{q_2} = \frac{3}{4}$, 选项 A 错误, B 正确; 由动能定理得 $qEx = \frac{1}{2}mv^2 - 0$, 求得 $\frac{v_1}{v_2} =$

$\frac{3}{4}$, 选项 C、D 错误。

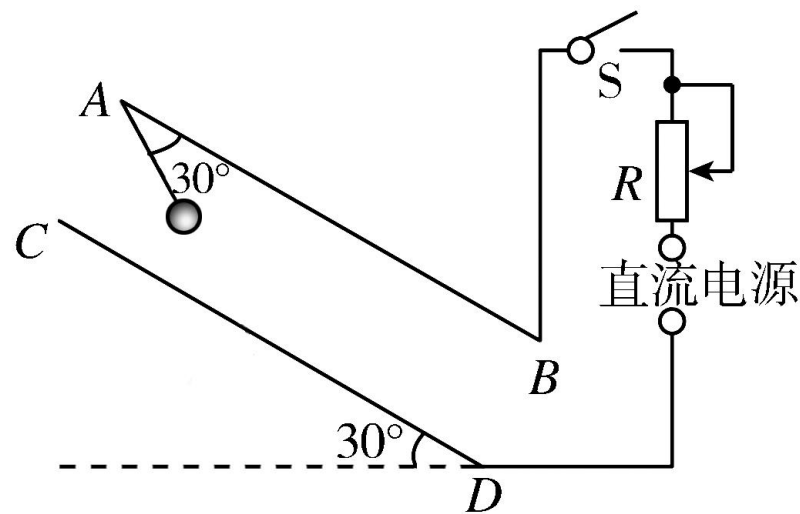
带电粒子(体)在电场中直线运动的分析方法



►考向2 带电体在静电力和重力作用下的直线运动

例^④ (2023·浙江卷) AB 、 CD 两块正对的平行金属板与水平面成 30° 角固定, 竖直截面如图所示。两板间距 10 cm , 电荷量为 $1.0 \times 10^{-8}\text{ C}$ 、质量为 $3.0 \times 10^{-4}\text{ kg}$ 的小球用长为 5 cm 的绝缘细线悬挂于 A 点。闭合开关 S , 小球静止时, 细线与 AB 板夹角为 30° ; 剪断细线, 小球运动到 CD 板上的 M 点(未标出), 则(**B**)

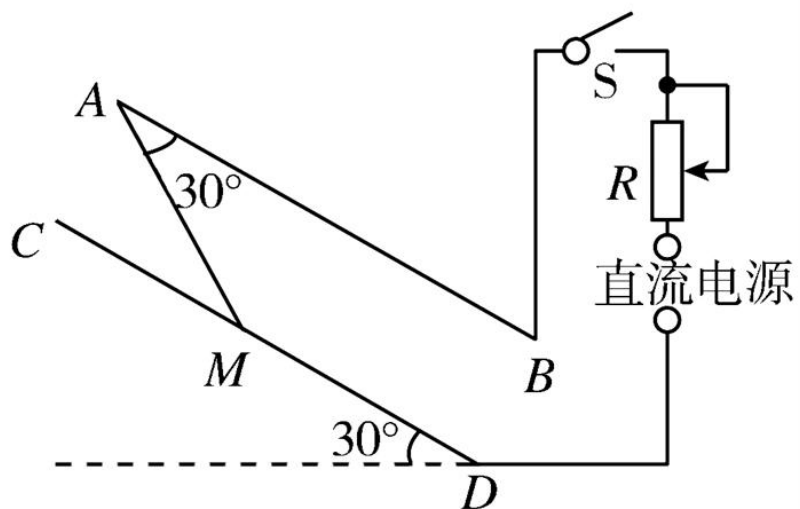
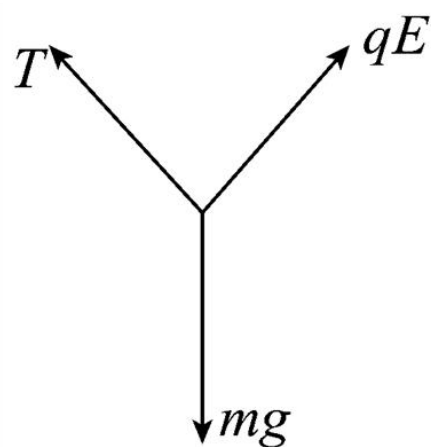
- A. MC 距离为 $5\sqrt{3}\text{ cm}$
- B. 电势能增加了 $\frac{3}{4}\sqrt{3} \times 10^{-4}\text{ J}$
- C. 电场强度大小为 $\sqrt{3} \times 10^4\text{ N/C}$
- D. 减小 R 的阻值, MC 的距离将变大



【解析】 根据平衡条件和几何关系，对小球受力分析

如图所示

根据几何关系可得 $T = qE$ ， $T \sin 60^\circ + qE \sin 60^\circ = mg$ ，
联立解得 $T = qE = \sqrt{3} \times 10^{-3} \text{ N}$ ，剪断细线，小球做匀加速
直线运动，如图所示



根据几何关系可得 $L_{MC} = d \tan 60^\circ = 10\sqrt{3}$ cm 故 A 错误；根据几何关系可得小球沿着电场力方向的位移 $x = (10 - 5 \sin 30^\circ) = 7.5$ cm，与电场力方向相反，电场力做功为 $W_{\text{电}} = -qEx = -\frac{3}{4}\sqrt{3} \times 10^{-4}$ J，则小球的电势能增加 $\frac{3}{4}\sqrt{3} \times 10^{-4}$ J，故 B 正确；电场强度的大小 $E = \frac{qE}{q} = \sqrt{3} \times 10^5$ N/C，故 C 错误；减小 R 的阻值，极板间的电势差不变，极板间的电场强度不变，所以小球的运动不会发生改变， MC 的距离不变，故 D 错误。故选 B。

考点 3

带电粒子(或带电体)在电场中的偏转

(能力考点·深度研析)

1. 带电粒子在匀强电场中偏转时的两个结论

(1)不同的带电粒子从静止开始经过同一电场加速后再从同一偏转电场射出时, 偏移量和偏转角总是相同的。

$$\text{证明: 由 } qU_0 = \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{qU_1}{md} \cdot \left(\frac{l}{v_0}\right)^2$$

$$\tan \theta = \frac{qU_1l}{mdv_0^2}$$

$$\text{得: } y = \frac{U_1l^2}{4U_0d}, \quad \tan \theta = \frac{U_1l}{2U_0d}$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/205033141323012013>