

第 6.3 节 电容器 带电粒子在电场中的运动

{INCLUDEPICTURE"第六章 3.tif"}

要点一 平行板电容器的动态分析

1.如图 6-3-1,一平行板电容器的两极板与一电压恒定的电源相连,极板水平放置,极板间距为 d ,在下极板上叠放一厚度为 l 的金属板,其上部空间有一带电粒子 P 静止在电容器中,当把金属板从电容器中快速抽出后,粒子 P 开始运动,重力加速度为 g 。粒子运动加速度为()

{INCLUDEPICTURE"14GKH-2.TIF"}

图 6-3-1

- A. $\frac{l}{d}g$ B. $\frac{d-l}{d}g$ C. $\frac{l}{d-l}g$
D. $\frac{d}{d-l}g$

2.如图 6-3-2 所示,电路中 R_1 、 R_2 均为可变电阻,电源内阻不能忽略,平行板电容器 C 的极板水平放置。闭合电键 S ,电路达到稳定时,带电油滴悬浮在两板之间静止不动。如果仅改变下列某一个条件,油滴仍能静止不动的是()

{INCLUDEPICTURE"14DG-15.TIF"}

图 6-3-2

- A. 增大 R_1 的阻值 B. 增大 R_2 的阻值
C. 增大两板间的距离 D. 断开电键 S

3.(多选)美国物理学家密立根通过研究平行板间悬浮不动的带电油滴,比较准确地测定了电子的电荷量。如图 6-3-3 所示,平行板电容器两极板 M 、 N 相距 d ,两极板分别与电压为 U 的恒定电源两极连接,极板 M 带正电。现有一质量为 m 的带电油滴在极板中央处于静止状态,且此时极板带电荷量与油滴带电荷量的比值为 k ,则()

{INCLUDEPICTURE"15WL6-82.TIF"}

图 6-3-3

- A. 油滴带负电
B. 油滴带电荷量为 $\frac{mg}{Ud}$
C. 电容器的电容为 $\frac{kmgd}{U^2}$
D. 将极板 N 向下缓慢移动一小段距离,油滴将向上运动

要点二 带电粒子在电场中的直线运动

[典例] 如图 6-3-4 所示,在 A 点固定一正电荷,电量为 Q ,在离 A 高度为 H 的 C 处由静止释放某带同种电荷的液珠,开始运动瞬间向上的加速度大小恰好等于重力加速度 g 。已知静电力常量为 k ,两电荷均可看成点电荷,不计空气阻力。求:

{INCLUDEPICTURE"15WL6-84.tif"}

图 6-3-4

(1)液珠的比荷;

(2)液珠速度最大时离 A 点的距离 h ;

(3)若已知在点电荷 Q 的电场中, 某点的电势可表示成 $\varphi=\{\text{eq \f(kQ,r)\}}$, 其中 r 为该点到 Q 的距离(选无限远的电势为零)。求液珠能到达的最高点 B 离 A 点的高度 r_B 。

[针对训练]

1.如图 6-3-5 所示,在某一真空中,只有水平向右的匀强电场和竖直向下的重力场,在竖直平面内有初速度为 v_0 的带电微粒,恰能沿图示虚线由 A 向 B 做直线运动。那么()

{INCLUDEPICTURE"15WL6-83.TIF"}

图 6-3-5

- A. 微粒带正、负电荷都有可能 B. 微粒做匀减速直线运动
C. 微粒做匀速直线运动 D. 微粒做匀加速直线运动

2. 如图 6-3-6 所示,充电后的平行板电容器水平放置,电容为 C ,极板间距离为 d ,上极板正中有一小孔。质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的小球从小孔正上方高 h 处由静止开始下落,穿过小孔到达下极板处速度恰为零(空气阻力忽略不计,极板间电场可视为匀强电场,重力加速度为 g)。求:

{INCLUDEPICTURE"14GKL-68.TIF"}

图 6-3-6

- (1)小球到达小孔处的速度;
(2)极板间电场强度大小和电容器所带电荷量;
(3)小球从开始下落运动到下极板处的时间。(提示:可以考虑运动学公式和动量定理)

要点三 带电粒子在匀强电场中的偏转

[典例] 如图 6-3-7, 场强大小为 E 、方向竖直向下的匀强电场中有一矩形区域 $abcd$, 水平边 ab 长为 s , 竖直边 ad 长为 h 。质量均为 m 、带电量分别为 $+q$ 和 $-q$ 的两粒子, 由 a 、 c 两点先后沿 ab 和 cd 方向以速率 v_0 进入矩形区 (两粒子不同时出现在电场中, 不计重力)。若两粒子轨迹恰好相切, 则 v_0 等于 ()

{INCLUDEPICTURE"14GS-9.TIF"}

图 6-3-7

- A. $\sqrt{\frac{s}{2}}\sqrt{\frac{2qE}{mh}}$ B. $\sqrt{\frac{s}{2}}\sqrt{\frac{qE}{mh}}$
C. $\sqrt{\frac{s}{4}}\sqrt{\frac{2qE}{mh}}$ D. $\sqrt{\frac{s}{4}}\sqrt{\frac{qE}{mh}}$

[针对训练]

1. 如图 6-3-8 所示, 正方体真空盒置于水平面上, 它的 $ABCD$ 面与 $EFGH$ 面为金属板, 其他面为绝缘材料。 $ABCD$ 面带正电, $EFGH$ 面带负电。从小孔 P 沿水平方向以相同速率射入三个质量相同的带正电液滴 A 、 B 、 C , 最后分别落在 1、2、3 三点, 则下列说法正确的是 ()

{INCLUDEPICTURE"15WL6-85.TIF"}

图 6-3-8

- A. 三个液滴在真空盒中都做平抛运动 B. 三个液滴的运动时间不一定相同
C. 三个液滴落到底板时的速率相同 D. 液滴 C 所带电荷量最多

2. 如图 6-3-9 所示, 平行金属板 A 、 B 水平正对放置, 分别带等量异号电荷。一带电微粒水平射入板间, 在重力和电场力共同作用下运动, 轨迹如图中虚线所示, 那么 ()

{INCLUDEPICTURE"14DG-17.TIF"}

图 6-3-9

- A. 若微粒带正电荷, 则 A 板一定带正电荷
B. 微粒从 M 点运动到 N 点电势能一定增加
C. 微粒从 M 点运动到 N 点动能一定增加
D. 微粒从 M 点运动到 N 点机械能一定增加

3. 如图 6-3-10 所示, 水平放置的平行板电容器, 两板间距为 $d=8\text{ cm}$, 板长为 $l=25\text{ cm}$, 接在直流电源上, 有一带电液滴以 $v_0=0.5\text{ m/s}$ 的初速度从板间的正中央水平射入, 恰好做匀速直线运动, 当它运动到 P 处时迅速将下板向上提起 $\sqrt{4.3}\text{ cm}$, 液滴刚好从金属板末端飞出, 求:

{INCLUDEPICTURE"15WL6-86.TIF"}

图 6-3-10

- (1) 将下板向上提起后, 液滴的加速度大小;
(2) 液滴从射入电场开始计时, 匀速运动到 P 点所用时间为多少? (g 取 10 m/s^2)

