

电容器 带电粒子在电场中的运动

考点一 电容器及平行板电容器的动态分析

1. 电容器

(1)组成：由两个彼此绝缘又相距很近的导体组成。

(2)带电荷量：一个极板所带电荷量的绝对值。

(3)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)定义：电容器所带的电荷量与电容器两极板之间的电压之比。

(2)定义式： $C = \frac{Q}{U}$

(3)单位：法拉(F)、微法(μF)、皮法(pF). $1\text{ F} = 10^6\ \mu\text{F} = 10^{12}\text{ pF}$ 。

(4)意义：表示电容器容纳电荷本领的高低。

(5)决定因素：由电容器本身物理条件(大小、形状、极板相对位置及电介质)决定，与电容器是否带电及电压无关。

3. 平行板电容器的电容

(1)决定因素：正对面积、相对介电常数、两板间的距离。

(2)决定式： $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$

技巧点拨

1. 两类典型问题

(1)电容器始终与恒压电源相连，电容器两极板间的电压 U 保持不变。

(2)电容器充电后与电源断开，电容器两极板所带的电荷量 Q 保持不变。

2. 动态分析思路

(1) U 不变

①根据 $C = \frac{Q}{U} = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 先分析电容的变化，再分析 Q 的变化。

②根据 $E = \frac{U}{d}$ 分析场强的变化。

③根据 $U_{AB}=E \cdot d$ 分析某点电势变化.

(2) Q 不变

①根据 $C=\frac{Q}{U}=\frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 先分析电容的变化, 再分析 U 的变化.

②根据 $E=\frac{U}{d}=\frac{4k\pi Q}{\epsilon_r S}$ 分析场强变化.

③当改变 d 时, E 不变.

例题精练

1. (多选)由电容器电容的定义式 $C=\frac{Q}{U}$ 可知()

- A. 若电容器不带电, 则电容 C 为零
- B. 电容 C 与电容器所带电荷量 Q 成正比
- C. 电容 C 与所带电荷量 Q 无关
- D. 电容在数值上等于使两板间的电压增加 1 V 时所需增加的电荷量

2. 一平行板电容器两极板之间充满云母介质, 接在恒压直流电源上. 若将云母介质移出, 则电容器()

- A. 极板上的电荷量变大, 极板间电场强度变大
- B. 极板上的电荷量变小, 极板间电场强度变大
- C. 极板上的电荷量变大, 极板间电场强度不变
- D. 极板上的电荷量变小, 极板间电场强度不变

3. 如图 1 所示, 平行板电容器带有等量异种电荷, 与静电计相连, 静电计金属外壳和电容器下极板都接地, 在两极板间有一固定在 P 点的点电荷, 以 E 表示两板间的电场强度, E_p 表示点电荷在 P 点的电势能, θ 表示静电计指针的偏角. 若保持下极板不动, 将上极板向下移动一小段距离至图中虚线位置, 则()

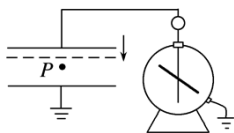


图 1

- A. θ 增大, E 增大
- B. θ 增大, E_p 不变
- C. θ 减小, E_p 增大
- D. θ 减小, E 不变

考点二 带电粒子(带电体)在电场中的直线运动

1. 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 $F_{\text{合}} \neq 0$ 且与初速度共线，带电粒子将做加速直线运动或减速直线运动.

2. 用动力学观点分析

$$a = \frac{qE}{m}, \quad E = \frac{U}{d}, \quad v^2 - v_0^2 = 2ad.$$

3. 用功能观点分析

$$\text{匀强电场中: } W = Eqd = qU = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\text{非匀强电场中: } W = qU = E_{k2} - E_{k1}$$

例题精练

4.一匀强电场，场强方向是水平的，如图 2 所示，一个质量为 m 、电荷量为 q 的带正电的小球，从 O 点出发，初速度的大小为 v_0 ，在电场力和重力作用下恰好能沿与场强的反方向成 θ 角做直线运动，重力加速度为 g ，求：

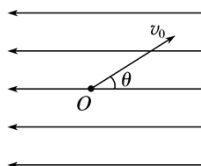


图 2

(1)电场强度的大小；

(2)小球运动到最高点时其电势能与 O 点的电势能之差.

考点三 带电粒子在电场中的偏转

运动规律

(1)沿初速度方向做匀速直线运动， $t = \frac{l}{v_0}$ (如图 3).

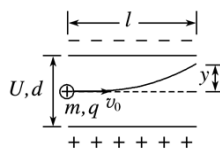


图 3

(2)沿电场力方向做匀加速直线运动

$$\text{①加速度: } a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{qU}{md};$$

$$\text{②离开电场时的偏移量: } y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{qUl^2}{2mdv_0^2};$$

③离开电场时的偏转角: $\tan \theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{qUl}{mdv_0^2}$.

技巧点拨

1. 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.

证明: 由 $qU_0 = \frac{1}{2}mv_0^2$

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

$$\tan \theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{qU_1l}{mdv_0^2}$$

得: $y = \frac{U_1 l^2}{4U_0 d}$, $\tan \theta = \frac{U_1 l}{2U_0 d}$

y 、 θ 均与 m 、 q 无关.

(2)粒子经电场偏转后射出,合速度的反向延长线与初速度延长线的交点 O 为粒子水平位移的中点,即 O 到偏转电场边缘的距离为偏转极板长度的一半.

2. 功能关系

当讨论带电粒子的末速度 v 时也可以从能量的角度进行求解: $qU_y = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$, 其中 $U_y =$

$\frac{U}{d}y$, 指初、末位置间的电势差.

例题精练

5. 如图 4 所示,一电子枪发射出的电子(初速度很小,可视为零)进入加速电场加速后,垂直射入偏转电场,射出后偏转位移为 Y . 要使偏转位移增大,下列哪些措施是可行的(不考虑电子射出时碰到偏转极板的情况)()

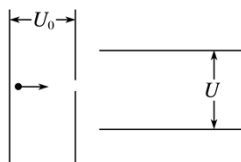


图 4

- A. 增大偏转电压 U
- B. 增大加速电压 U_0
- C. 增大偏转极板间距离
- D. 将发射电子改成发射负离子

6.如图 5, 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 、带电荷量分别为 $+q$ 和 $-q$ 的两粒子, 由 a 、 c 两点先后沿 ab 和 cd 方向以速率 v_0 进入矩形区域(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()

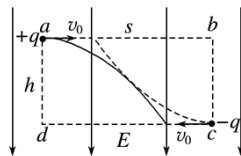


图 5

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

拓展点 实验：观察电容器的充、放电现象

1. 实验原理

(1) 电容器的充电过程

如图 6 所示, 当开关 S 接 1 时, 电容器接通电源, 在电场力的作用下自由电子从正极板经过电源向负极板移动, 正极板因失去电子而带正电, 负极板因获得电子而带负电. 正、负极板带等量的正、负电荷. 电荷在移动的过程中形成电流.

在充电开始时电流比较大(填“大”或“小”), 以后随着极板上电荷的增多, 电流逐渐减小(填“增大”或“减小”), 当电容器两极板间电压等于电源电压时电荷停止移动, 电流 $I=0$.

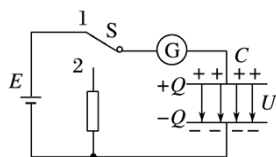


图 6

(2) 电容器的放电过程

如图 7 所示, 当开关 S 接 2 时, 相当于将电容器的两极板直接用导线连接起来, 电容器正、负极板上电荷发生中和. 在电子移动过程中, 形成电流.

放电开始电流较大(填“大”或“小”), 随着两极板上的电荷量逐渐减小, 电路中的电流逐渐减小(填“增大”或“减小”), 两极板间的电压也逐渐减小到零.

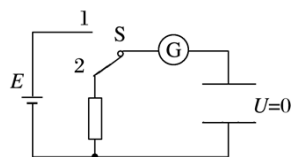


图 7

2. 实验步骤

(1)按图 8 连接好电路.

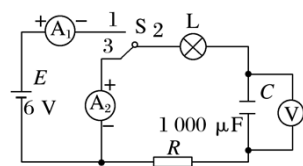


图 8

(2)把单刀双掷开关 S 打在上面,使触点 1 和触点 2 连通,观察电容器的充电现象,并将结果记录在表格中.

(3)将单刀双掷开关 S 打在下面,使触点 3 和触点 2 连通,观察电容器的放电现象,并将结果记录在表格中.

(4)记录好实验结果,关闭电源.

3. 注意事项

(1)电流表要选用小量程的灵敏电流计.

(2)要选择大容量的电容器.

(3)实验要在干燥的环境中进行.

例题精练

9. 图 9(a)所示的电路中, K 与 L 间接一智能电源,用以控制电容器 C 两端的电压 U_C .如果 U_C 随时间 t 的变化如图(b)所示,则下列描述电阻 R 两端电压 U_R 随时间 t 变化的图象中,正确的是()

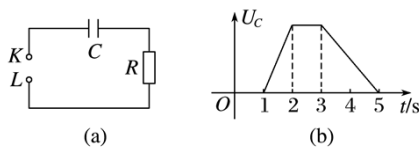
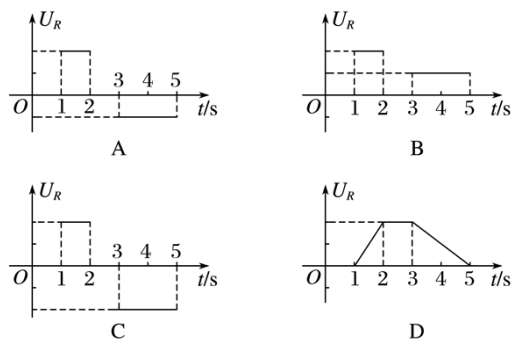


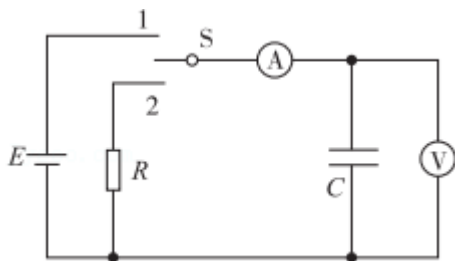
图 9



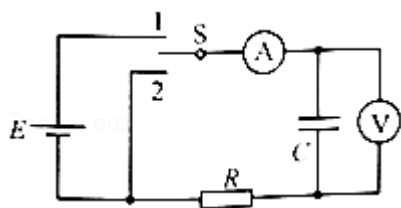
综合练习

一. 选择题（共 16 小题）

- 1.（无锡期末）某同学利用如图所示的实验电路观察电容器的充、放电现象，下列说法正确的是（ ）



- A. 把开关 S 接 1，电压表和电流表示数均逐渐增大
B. 把开关 S 先接 1 再断开，断开后电压表示数立即变为零
C. 电容器充电与放电过程，通过电流表的电流方向相同
D. 电容器放电过程，电压表和电流表示数均逐渐减小
- 2.（浏阳市期中）一充电后的平行板电容器保持两极板的正对面积、间距和电荷量不变，在两极板间插入一电介质，其电容 C 和两极板间的电势差 U 的变化情况是（ ）
- A. C 和 U 均增大
B. C 和 U 均减小
C. C 减小， U 增大
D. C 增大， U 减小
- 3.（如皋市期中）“观察电容器的充、放电现象”的实验电路图如图所示，已知电容器的电容为 C ，电容器充电后两极板间的电压为 U ，下列说法正确的是（ ）



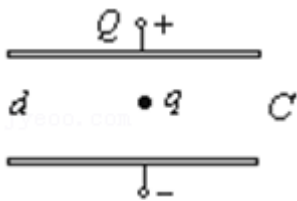
- A. 开关 S 接 1 后，电流表、电压表的示数均逐渐变大
B. 开关 S 从 1 断开后，电容器的带电量为 $2CU$
C. 开关 S 从 1 断开后接 2 时，流过电阻 R 的电流方向向左
D. 放电的过程中，电容器把储存的能量转化为电路中其他形式的能量

滨海新区期末) 半导体指纹传感器, 多用于手机、电脑、汽车等设备的安全识别, 如图所示。

传感器半导体基板上有大量金属颗粒, 基板上的每一点都是小极板, 其外表面绝缘。当手指的指纹一面与绝缘表面接触时, 由于指纹凹凸不平, 凸点处与凹点处分别与半导体基板上的小极板形成正对面积相同的电容器, 使每个电容器的电压保持不变, 对每个电容器的放电电流进行测量, 即可采集指纹。指纹采集过程中, 下列说法正确的是 ()

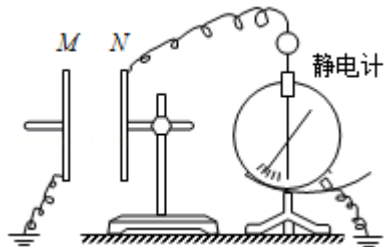


- A. 指纹的凹点处与小极板距离远, 电容大
 - B. 指纹的凸点处与小极板距离近, 电容小
 - C. 手指挤压绝缘表面, 电容器两极间的距离减小, 电容器带电量增大
 - D. 手指挤压绝缘表面, 电容器两极间的距离减小, 电容器带电量减小
5. (重庆校级模拟) 如图所示, 平行板电容器电容为 C , 板距为 d , 上板带正电, 下板带负电, 电荷量均为 Q 且保持不变, 两板间的电场视为匀强电场. 有一带电量为 $-q$ 的油滴正好静止在平行板的正中央, 则 ()

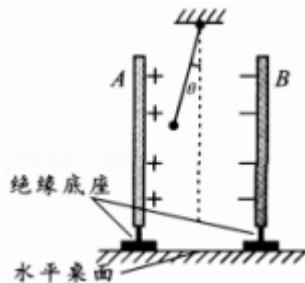


- A. 油滴的质量为 $\frac{Qq}{dCg}$
 - B. 油滴的质量为 $k\frac{8Qq}{d^2}$
 - C. 将上板稍向上移时, 油滴将向上运动
 - D. 将上板稍向右移动时, 油滴将向下运动
6. (2011 秋·湘潭期末) 下列关于电容器的电容说法正确的是 ()
- A. 电容器所带电荷量越多, 电容就越大
 - B. 电容器两极板间的电压越高, 电容就越大
 - C. 电容器两极板间距离增大, 电容就越大
 - D. 电容器正对面积增大, 电容就越大
7. (

海淀区校级模拟) 如图所示, 两块相互靠近的平行金属板组成的平行板电容器, 极板 N 与静电计相连, 极板 M 与静电计的外壳均接地。用静电计测量平行板电容器两极板间的电势差 U 。在两板相距一定距离 d 时, 给电容器充电, 静电计指针张开一定角度。在整个实验过程中, 保持电容所带电量 Q 不变, 下面的操作中将使静电计指针张角变大的是 ()



- A. 仅将 M 板向上平移
 - B. 仅将 M 板向右平移
 - C. 仅在 M、N 之间插入云母板
 - D. 仅在 M、N 之间插入金属板, 且不和 M、N 接触
8. (成都模拟) 如图, A、B 是竖直正对放置的一对已充电的平行金属板, 两板之间为匀强电场, 用绝缘细线悬挂着的带电小球静止时, 细线与竖直方向的夹角为 θ 。下列判定正确的是 ()



- A. 小球带正电
 - B. 仅平移 B 板使两板间的距离适当增大, θ 角将保持不变
 - C. 仅平移 B 板使两板间的正对面积适当减小, θ 角将保持不变
 - D. 仅剪断细线, 在离开或碰到极板前, 小球将做曲线运动
9. (顺义区校级期中) 在“研究平行板电容器的电容与哪些因素有关”的实验中, 用电容表可以直接测量出该平行板电容器的电容大小。某同学在测量中, 记录了一些测量结果, 参看下表, 表中的数据是测量出的电容大小。在实验误差的允许范围内, 可以得到的最直接的结论是 ()

实验	极板	介质	板间	正对面积

次数	材料	材料	距离	S	$\frac{3}{4}S$	$\frac{1}{2}S$	$\frac{1}{4}S$
①	铜	橡胶	d	680pF	530pF	380pF	230pF

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/547142044163006150>