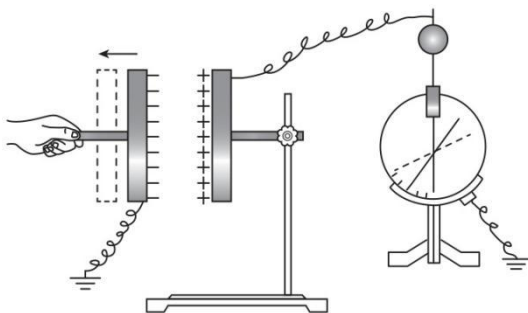


课时作业 45 电容器 带电粒子在电场中的运动

基础达标练

1. [2024·浙江6月选考卷·6, 3分] 图示是“研究电容器两极板间距对电容大小的影响”实验, 保持电荷量不变, 当极板间距增大时, 静电计指针张角增大, 则 ()

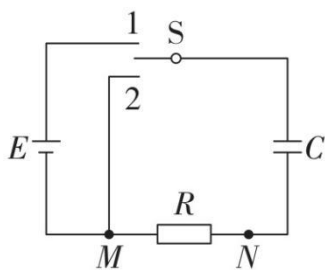


- A. 极板间电势差减小 B. 电容器的电容增大
C. 极板间电场强度增大 D. 电容器储存能量增大

【答案】D

【解析】根据 $Q = CU$ 、 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 可知, 当极板间距增大时电容减小, 由于电容器的带电荷量不变, 极板间电势差增大, 故 A、B 错误; 根据 $E = \frac{U}{d}$ 得 $E = \frac{4\pi k Q}{\epsilon_r S}$, 当极板间距增大时, 场强不变, 故 C 错误; 增大极板间距, 需要克服电场力做功, 电容器储存能量增大, 故 D 正确。

2. [2024·甘肃卷·7, 4分] 一平行板电容器充放电电路如图所示。开关 S 接 1, 电源 E 给电容器 C 充电; 开关 S 接 2, 电容器 C 对电阻 R 放电。下列说法正确的是 ()



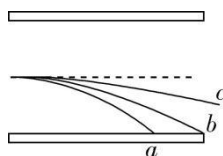
- A. 充电过程中, 电容器两极板间电势差增加, 充电电流增加
B. 充电过程中, 电容器的上极板带正电荷, 流过电阻 R 的电流由 M 点流向 N 点
C. 放电过程中, 电容器两极板间电势差减小, 放电电流减小

D. 放电过程中，电容器的上极板带负电荷，流过电阻 R 的电流由 N 点流向 M 点

【答案】C

【解析】充电过程中，随着电容器带电荷量的增加，电容器两极板间电势差增加，充电电流在减小，故 A 错误；根据电路图可知，充电过程中，电容器的上极板带正电荷，流过电阻 R 的电流由 N 点流向 M 点，故 B 错误；放电过程中，随着电容器带电荷量的减小，电容器两极板间电势差减小，放电电流在减小，故 C 正确；根据电路图可知，放电过程中，电容器的上极板带正电荷，流过电阻 R 的电流由 M 点流向 N 点，故 D 错误。

3. 多选 如图所示，三个相同的带电粒子 a 、 b 、 c （不计重力）同时从同一位置沿同一方向垂直于电场线射入平行板电容器间的匀强电场，它们的运动轨迹已标出，不考虑带电粒子间的相互作用，下列说法中正确的是（ ）

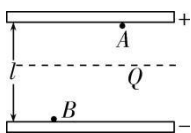


- A. b 飞离电场的同时， a 刚好打在下极板上
- B. b 和 c 同时飞离电场
- C. 进入电场时， c 的速度最大， a 的速度最小
- D. 在电场中运动的过程中， c 的动能增加量最小， a 、 b 的动能增加量相同

【答案】ACD

【解析】三个粒子相同，故进入电场后，受到的电场力相同，即加速度相同，在竖直方向上均做初速度为零的匀加速直线运动，偏移量 $y = \frac{1}{2}at^2$ ，则 $t_a = t_b > t_c$ ，故 B 错误，A 正确；三个粒子在水平方向上均做匀速直线运动，故有 $v = \frac{x}{t}$ ，因为 $x_b = x_c > x_a$ ， $t_a = t_b > t_c$ ，所以有 $v_c > v_b > v_a$ ，故 C 正确；根据动能定理有 $qU = Eqy = \Delta E_k$ ，可知 c 的动能增加量最小， a 、 b 的动能增加量相同，故 D 正确。

4. 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，不计粒子重力，则以下说法正确的是（ ）

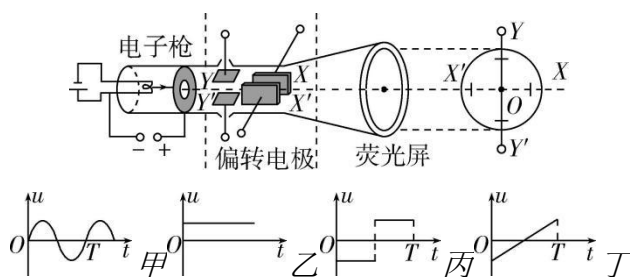


- A. 电荷量 q_1 与 q_2 的比值为 3:7
- B. 电荷量 q_1 与 q_2 的比值为 3:4
- C. 粒子A、B通过平面Q时的速度大小之比为 9:16
- D. 粒子A、B通过平面Q时的速度大小之比为 3:7

【答案】B

【解析】设电场强度大小为 E ，两粒子的运动时间相同，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 $qEx = \frac{1}{2}mv^2 - 0$ ，解得 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{3}{4}$ ，选项 C、D 错误。

5. 示波器可以用来观察电信号随时间变化的情况，其核心部件是示波管，其原理如图， XX' 为水平偏转电极， YY' 为竖直偏转电极。已知 T 很小，以下说法正确的是（ ）



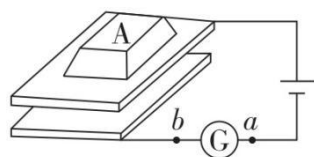
- A. XX' 加图丙波形电压、 YY' 不加信号电压，屏上出现一个亮点
- B. XX' 加图乙波形电压、 YY' 加图甲波形电压，屏上将出现两条竖直亮线
- C. XX' 加图丁波形电压， YY' 加图乙波形电压，屏上将出现一条竖直亮线
- D. XX' 加图丁波形电压， YY' 加图甲波形电压，屏上将出现图甲所示图线

【答案】D

【解析】 YY' 不加信号电压，竖直侧移为 0， XX' 加图丙波形电压，屏上出现两个亮点，故 A 错误； XX' 加图乙波形电压，则水平方向侧移一定， YY' 加图甲波形电压，则竖直方向侧移呈现正弦式规律变化，则屏上将出现一条竖直亮线，故 B

错误； XX' 加图丁波形电压，为扫描电压，水平方向侧移在均匀变化， YY' 加图乙波形电压，电压一定，竖直方向侧移一定，则屏上将出现一条水平亮线，故 C 错误； XX' 加图丁波形电压， YY' 加图甲波形电压，则屏上将出现图甲所示图线，故 D 正确。

6. [2024·广西南宁模拟] **多选** 计算机键盘的每一个键下面都粘连一小块金属片，与该金属片隔有一定空隙的是另一块小的固定金属片，这两块金属片组成一个小电容器。电路简化如图所示，G 为电流计。当键被按下时（ ）



- A. 稳定后两金属片之间的电压变小
- B. 小电容器的电容变大
- C. 按下过程中电流从 b 向 a 流过电流计
- D. 小电容器的带电荷量减小

【答案】BC

【解析】 稳定后两金属片之间的电压始终等于电源电动势，A 错误；键被按下，两金属片之间的距离 d 减小，由 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 可知，电容增大，由 $C = \frac{Q}{U}$ 可知，小电容器的带电荷量增大，即小电容器处于充电状态，电路中电流方向由 b 到 a 流过电流计，B、C 正确，D 错误。

7. [2024·广东东莞模拟] 如图所示，让 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 和 ${}^4_2\text{He}$ 的混合物由静止开始从 A 点经同一加速电场加速，然后穿过同一偏转电场。下列说法正确的是（ ）



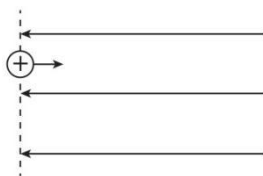
- A. 进入偏转电场时三种粒子具有相同的速度
- B. 进入偏转电场时三种粒子具有相同的动能
- C. 三种粒子从不同位置沿不同方向离开偏转电场
- D. 三种粒子从相同位置沿相同方向离开偏转电场

【答案】D

【解析】设粒子的质量为 m ，电荷量为 q ，加速电场电压为 U_1 ，偏转电场电压为 U_2 ，板长为 L ，板间距离为 d ；粒子经过加速电场过程，根据动能定理可得 $qU_1 = \frac{1}{2}mv_0^2$ ，得 $v_0 = \sqrt{\frac{2qU_1}{m}}$ ，可知 ${}_1^1\text{H}$ 、 ${}_1^2\text{H}$ 进入偏转电场时具有相同的动能， ${}_2^4\text{He}$ 进入偏转电场时的动能最大； ${}_1^2\text{H}$ 、 ${}_2^4\text{He}$ 进入偏转电场时具有相同的速度， ${}_1^1\text{H}$ 进入偏转电场时的速度最大，故 A、B 错误。粒子经过偏转电场的过程做类平抛运动，则有 $L = v_0 t$ ， $y = \frac{1}{2}at^2$ ， $v_y = at$ ， $a = \frac{qU_2}{md}$ ，联立可得 $y = \frac{U_2 L^2}{4dU_1}$ ，粒子离开偏转电场时速度方向与水平方向的夹角 θ 满足 $\tan\theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{U_2 L}{2dU_1}$ ，可知粒子经过偏转电场的偏转位移与粒子的电荷量和质量均无关，则 ${}_1^1\text{H}$ 、 ${}_1^2\text{H}$ 和 ${}_2^4\text{He}$ 经过加速电场和偏转电场的轨迹相同，三种粒子从相同位置沿相同方向离开偏转电场，故 C 错误，D 正确。

能力强化练

8. [2024·广东珠海模拟] 多选 一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电粒子（重力不计）以速度 v_0 逆着电场线方向射入有左边界的匀强电场，电场强度为 E （如图所示），则（ ）

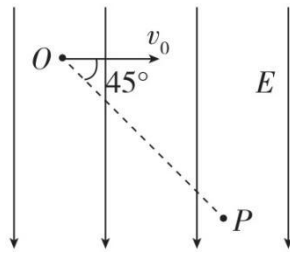


- A. 粒子射入的最大深度为 $\frac{mv_0^2}{qE}$
- B. 粒子射入的最大深度为 $\frac{mv_0^2}{2qE}$
- C. 粒子在电场中运动的最长时间为 $\frac{mv_0}{qE}$
- D. 粒子在电场中运动的最长时间为 $\frac{2mv_0}{qE}$

【答案】BD

【解析】粒子从射入到速度为零，由动能定理得 $-Eqx_{\max} = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ，最大深度 $x_{\max} = \frac{mv_0^2}{2qE}$ ，由 $v_0 = at$ 、 $a = \frac{Eq}{m}$ 可得 $t = \frac{mv_0}{Eq}$ ，由对称性可得粒子在电场中运动的最长时间为 $t_{\max} = 2t = \frac{2mv_0}{Eq}$ ，B、D 正确，A、C 错误。

9. [2024·吉林长春模拟] 如图所示，空间存在着竖直向下的匀强电场，一个质量为 m 、电荷量为 q ($q > 0$) 的带电粒子以水平方向的初速度 v_0 由 O 点射入，刚好通过竖直平面内的 P 点，已知 O 、 P 连线与初速度方向的夹角为 $\theta = 45^\circ$ ，不计粒子的重力，则 O 、 P 两点间的电势差 U_{OP} 为 ()

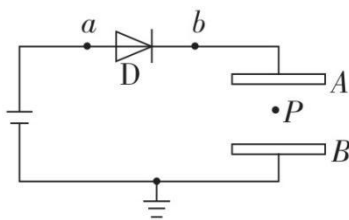


- A. $\frac{mv_0^2}{2q}$ B. $\frac{mv_0^2}{q}$ C. $\frac{2mv_0^2}{q}$ D. $\frac{5mv_0^2}{2q}$

【答案】C

【解析】粒子所带电荷量为正，则其所受的静电力方向竖直向下，设 OP 长度为 L ，分析可知，粒子在电场中做类平抛运动，根据平抛运动规律，在竖直方向有 $L\sin\theta = \frac{1}{2}at^2$ ，水平方向有 $L\cos\theta = v_0t$ ，由牛顿第二定律有 $qE = ma$ ，即 $a = \frac{qE}{m}$ ，则 O 、 P 两点间的电势差 $U_{OP} = EL\sin\theta$ ，联立解得 $U_{OP} = \frac{2mv_0^2}{q}$ ，C 正确，A、B、D 错误。

10. [2024·安徽五校联盟联考] 如图所示，D 是一只理想二极管，电流只能从 a 流向 b ，而不能从 b 流向 a 。平行板电容器的 A 、 B 两极板间有一带电油滴，电荷量为 q (电荷量很小不会影响两极板间电场的分布)，带电油滴在 P 点处于静止状态。以 Q 表示电容器储存的电荷量， U 表示两极板间电压， φ_P 表示 P 点的电势， E_P 表示带电油滴在 P 点的电势能。若保持极板 A 不动，将极板 B 稍向下平移，则下列说法中正确的是 ()



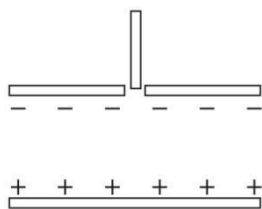
- A. Q 减小 B. U 减小 C. φ_P 减小 D. E_P 减小

【答案】D

【解析】保持极板A不动，将极板B稍向下平移，板间距离 d 增大，根据电容的决定式 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 知，电容 C 减小；电容器的电压不变时，则电容器所带电荷量将要减小，由于二极管具有单向导电性，所以电容器的电荷量 Q 保持不变；由于电容 C 减小，由电容的定义式 $C = \frac{Q}{U}$ ，可知两极板间电压 U 变大；根据 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ ， $C = \frac{Q}{U}$ ， $E = \frac{U}{d}$ ，可得 $E = \frac{4\pi k Q}{\epsilon_r S}$ ，板间电场强度 E 不变， P 点与B板间电势差 $U_{PB} = Ed_{PB}$ ， U_{PB} 增大，根据 $U_{PB} = \varphi_P - \varphi_B$ 可知 P 点的电势增大，根据平衡条件可知带电油滴带负电，根据 $E_P = q\varphi_P$ 可知油滴在 P 点的电势能 E_P 减小，A、B、C错误，D正确。

素养综合练

11. 多选 如图所示，水平放置的平行板电容器间存在着竖直向上的匀强电场，电容器外无电场，上极板中心有一小孔。现将一长度为 L 的均匀带电绝缘细杆的下端对齐小孔，然后由静止释放，细杆下落的最大距离为 $\frac{2}{3}L$ （未到达下极板）。已知绝缘细杆的质量为 m 、总带电荷量为 q ，重力加速度为 g ，不计空气阻力，则下列说法正确的是（ ）



- A. 细杆带正电
B. 细杆下降过程中的加速度先增大后减小
C. 从静止释放到下落至最低点的过程中，细杆的电势能增加了 $\frac{2}{3}mgL$
D. 平行板电容器间的电场强度大小为 $\frac{3mg}{q}$

【答案】ACD

【解析】若细杆带负电，则细杆将受到竖直向下的电场力，所以细杆会一直加速，根据题意，细杆应先向下加速后向下减速，则细杆带正电，故 A 正确；设进入电场的细杆长度为 x ，则 $mg - qE \frac{x}{L} = ma$ ，所以随着细杆下落，进入电场的长度 x 不断增大，加速度应先向下减小后向上增大，故 B 错误；从静止释放到下落至最低点的过程中，细杆增加的电势能等于减少的重力势能 $\frac{2}{3}mgL$ ，故 C 正确；由动能定理得 $mg \cdot \frac{2}{3}L - \bar{F} \cdot \frac{2}{3}L = 0$ ，由于细杆所受电场力为 $F = qE \frac{x}{L}$ ，即细杆进入电场所受电场力与进入电场的细杆长度成正比，所以 $\bar{F} = \frac{0 + \frac{2}{3}qE}{2}$ ，解得 $E = \frac{3mg}{q}$ ，故 D 正确。