

感应强度如图所示,由某点处的磁感应强度与导线中的电流大小成正比,与该点到导线的距离成反比,可知  $B_A = B_B = B_C$ ,三者的合磁感应强度大小为  $B_0$ ,由矢量合成法则和几何知识可得  $B_A = B_B = B_C = \frac{1}{2}B_0$ ,将导线  $C$  中的电流方向改为垂直于纸面向里,大小不变,  $B_C$  反向,则  $O$  点的磁感应强度变为  $0$ , **B 错误**;若将导线  $C$  中的电流方向改为垂直于纸面向里,大小变为  $2I$ ,则  $B_C$  与原方向相反,大小

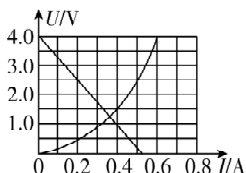
变为  $B_0$ ,  $O$  点的磁感应强度大小变为  $\frac{1}{2}B_0$ ,方向与原方向相反, **C 错误**;  $C$ 、 $D$  两点之间,导线  $A$ 、 $B$  产生的合磁感应强度方向向左,导线  $C$  产生的磁感应强度方向向左,则合磁感应强度不会为  $0$ ,  $D$  点正上方,导线  $A$ 、 $B$  产生的合磁感应强度方向向右,导线  $C$  产生的磁感应强度向左,则在  $D$  点正上方某点的合磁感应强度可能为  $0$ , **D 正确**.

## 模块素养检测

### 刷速度

**1. A** 【解析】根据产生感应电流的条件可知,导线中电流均匀增大,穿过矩形线框  $abcd$  的磁通量变化,能产生感应电流, **A 正确**;线框向下做匀速运动、向上做加速运动或者以直导线为轴转动,穿过线框的磁通量都不变化,没有感应电流产生, **B、C、D 错误**.

**2. D** 【解析】由电源的  $U-I$  图像可知,电源的内阻为  $r = \frac{4.0 - 1.0}{0.4} \Omega = 7.5 \Omega$ , **A 错误**;由小灯泡的  $U-I$  图像可知,当小灯泡两端的电压为  $2.5 \text{ V}$  时,电流为  $0.5 \text{ A}$ ,则它的电阻约为  $R = \frac{U}{I} = \frac{2.5}{0.5} \Omega = 5 \Omega$ , **B 错误**;把电源和小灯泡组成闭合回路,如图所示将电源的  $U-I$  图像画在小灯泡的  $U-I$  图像中,则交点为电路的工作点,由图可知小灯泡两端的电压约为  $U' = 1.3 \text{ V}$ ,电流约为  $I' = 0.37 \text{ A}$ ,小灯泡的功率约为  $P = I'U' = 0.48 \text{ W}$ , **C 错误, D 正确**.



**3. B** 【解析】如图所示,沿  $OA$  方向,距离  $O$  点  $2.5 \text{ cm}$  处的  $C$  点电势  $\varphi_C = 10 \text{ V}$ ,沿  $OB$  方向,距离  $O$  点  $5 \text{ cm}$  处的  $D$  点电势  $\varphi_D = 10 \text{ V}$ ,则  $CD$  为等势线,由几何关系知  $CD \perp OA$ ,沿电场线方向电势逐渐降低, **关键点**: 电场线与等势线垂直,找到等势线,再结合电势的高低,即可判断出电场线的方向  
所以场强方向沿  $AO$  方向,大小为  $E = \frac{\varphi_C}{OC} = 400 \text{ V/m}$ , **B 正确**.

**方法总结** 解答此类问题,作出等势线是关键.匀强电场中,一条直线上相隔等距离的点,电势差相同.

**一题多解** 设电场线方向与  $OA$  方向的夹角为  $\theta$ ,与  $OB$  方向的夹角为  $60^\circ - \theta$ ,  $O$  点的电势为  $0$ ,则沿  $OA$  方向,有  $U_1 = Ed_1 \cos \theta$ ,沿  $OB$  方向,有  $U_2 = Ed_2 \cos(60^\circ - \theta)$ ,代入数据解得  $\theta = 0^\circ$ ,说明电场强度方向与  $OA$  平行,由题图可知,沿  $OA$  方向电势升高,则电场强度方向沿  $AO$  方向,大小为  $E = \frac{40}{10 \times 10^{-2}} \text{ V/m} = 400 \text{ V/m}$ ,故 **B 正确**.

**4. B** 【解析】因  $AB \parallel DE$ ,故  $\varphi_B - \varphi_A = \varphi_D - \varphi_E$ ,可得  $\varphi_E = 5 \text{ V}$ ,则电子在  $E$  点的电势能为  $-5 \text{ eV}$ , **A 错误**;由以上分析得  $B$ 、 $E$  两点连线为等势线,则场强方向垂直于  $BE$  向上,该匀强电场的场强大小  $E = \frac{U_{BA}}{L \sin 60^\circ} = \frac{5 - (-4)}{2\sqrt{3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times 10^{-2}} \text{ V/m} = 300 \text{ V/m}$ , **B 正确**;

因  $AF \parallel BE$ ,则  $AF$  为等势线,  $A$  点电势等于  $F$  点电势, **C 错误**;因为  $U_{BD} = \varphi_B - \varphi_D = -9 \text{ V}$ ,假设质子从  $B$  点进入电场后能到达  $D$  点,根据动能定理得  $eU_{BD} = E_k - E_{k0}$ ,解得  $E_k = 0$ ,质子到达  $D$  点需要有水平方向的初速度,电场强度的方向为  $CA$  方向,故质子受到竖直向上的静电力,水平方向的速度不变,故若质子能到达  $D$  点,则速度不会为  $0$ ,  $E_k \neq 0$ ,假设错误,故质子不能到达  $D$  点, **D 错误**.

**5. C** 【解析】由电容的决定式  $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ ,可得  $\frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{4}$ ,由电容的定义式  $C = \frac{Q}{U}$  以及  $Q_1 = Q_2$ ,解得  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{4}{1}$ ,故 **A 错误**;闭合开关后,  $C_1$  放电,  $C_2$  充电,则流过  $R$  的电流方向为  $b \rightarrow a$ ,故 **B 错误**;  $C_1$  放电,  $U_1$  减小,  $C_2$  充电,  $U_2$  增大,所以闭合开关并稳定后,两板间电压  $U$  介于  $U_1$ 、 $U_2$  之间,故 **C 正确**;闭合开关并 **关键点**: 同一导线上电势相同,各电容器带电荷量会重新分布

稳定后,两电容器电压相同,由  $Q = CU$  解得  $Q'_1 : Q'_2 = C_1 : C_2 = 1 : 4$ ,故 **D 错误**.

**6. B** 【解析】沿电场方向电势降低,根据题图可知,电场方向沿  $x$  轴正方向,  $\varphi-x$  图线切线斜率的绝对值表示电场强度的大小,根据题图可知,  $0 \sim 2d$  过程,电场强度先增大后减小,由题图可知  $\varphi = \varphi_0 \cos \frac{\pi}{2d} x$ ,对该函数求导数可得  $E = \frac{\pi \varphi_0}{2d} \sin \frac{\pi}{2d} x$ ,可知  $E-x$  图像呈现正弦函数关系,故 **A 错误**;由于粒子仅受电场力作用,根据上述分析结合牛顿第二定律可知,  $a-x$  图像呈现正弦函数关系,故 **B 正确**;根据动能定理有  $\sum qE \Delta x = E_k - 0$ ,结合上述分析可知,  $E_k-x$  图像不是一次函数图像,故 **C 错误**;由于  $E_p = q\varphi$ ,粒子带正电,所以  $E_p-x$  图像与  $\varphi-x$  图像具有相同的变化情况,故 **D 错误**.

**7. C** 【解析】静止或匀速运动时,  $N$  板不动,电容器的电容不变,又电容器两端的电压不变,则电容器带电荷量不变,所以回路中无电流,电阻  $R$  的热功率为零, **A 错误**;向前匀速运动

突然减速时,  $N$  板向前运动, 则板间距变小, 根据  $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$  可知, 电容器的电容增大,  $U$  不变, 由  $Q = CU$  可知, 电容器所带电荷量增加, **B 错误**; 由静止突然向前加速时,  $N$  板向后运动, 则板间距增大, 根据  $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$  可知, 电容器的电容减小, 电容器所带电荷量减少, 则电容器放电, 电流由  $b$  向  $a$  流过电流表, **C 正确**; 保持向前的匀减速运动时,  $N$  板不动, 电容器的板

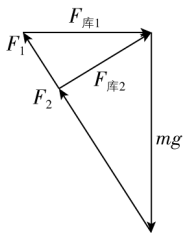
间距不变, 又电容器两端的电压不变, 则  $MN$  之间的电场强度不变, **D 错误**.

**8. BD** 【解析】由安培定则知, 两通电直导线在  $O$  点处产生的磁场方向都向下,  $O$  点处的磁感应强度不为零, 故 **A 错误**; 同理可判断,  $a$ 、 $c$  两点处的磁感应强度大小相等, 方向相同, 故

**B 正确**; 由安培定则知,  $M$  点的导线在  $a$  处产生的磁感应强度  $B_{Ma}$  方向竖直向上,  $N$  点的导线在  $a$  处产生的磁感应强度  $B_{Na}$  方向竖直向下, 由于  $M$  距离  $a$  点近, 故  $B_{Ma} > B_{Na}$ , 故  $a$  点合磁感应强度竖直向上, 同理, 两通电直导线在  $d$  点处产生的合磁感应强度方向竖直向下, 故  $a$ 、 $d$  两处的磁感应强度不相同, 故 **C 错误**;  $bd$  连线上, 两导线在  $O$  处产生的磁感应强度最大且方向相同, 故  $O$  点处的磁感应强度最大, 故 **D 正确**.

**9. BD** 【解析】由题图乙可知, 随酒精浓度的增加,  $R_p$  的阻值减小, 电路中的总电流增大,  $R$  两端的电压增大, 即电压表的示数增大, 因此气体中酒精浓度与电压表示数不成反比, **A 错误**; 因为  $R$  为定值电阻, 电压表测  $R$  两端的电压, 电流表测通过  $R$  的电流, 根据欧姆定律得  $R = \frac{U}{I}$ , 可知电压表示数与电流表示数比值保持不变, **B 正确**; 当电流表的示数为  $0.15 \text{ A}$  时, 根据欧姆定律得  $R + R_p = \frac{U_{ab}}{I} = \frac{6 \text{ V}}{0.15 \text{ A}} = 40 \Omega$ , 解得  $R_p = 20 \Omega$ , 由题图乙可知, 此时对应的每  $100 \text{ mL}$  的气体中酒精含量为  $80 \text{ mg}$ , 若电流小于  $0.15 \text{ A}$ , 则  $R_p$  大于  $20 \Omega$ , 说明每  $100 \text{ mL}$  的气体中酒精含量小于  $80 \text{ mg}$ , 说明驾驶员不是处于醉驾状态, **C 错误**; 若电压表的示数为  $3 \text{ V}$ , 则此时  $R = R_p = 20 \Omega$ , 若电压表的示数大于  $3 \text{ V}$ , 则  $R_p < 20 \Omega$ , 此时每  $100 \text{ mL}$  的气体中酒精含量大于  $80 \text{ mg}$ , 说明驾驶员处于醉驾状态, **D 正确**.

**10. ACD** 【解析】如图所示作出小球  $Q$  受力的矢量三角形, 可知将  $P$  沿竖直墙壁缓慢向上移动至  $PQ$  连线与水平方向成  $\theta$  角的过程中,  $P$  对  $Q$  的作用力一直减小, 故 **A 正确**; 由矢量图可知轻绳的拉力先大于小球  $Q$  的重力, 后小于小球  $Q$  的重力, 故 **B 错误**; 由题图可知两球间距变为原来的  $\frac{1}{\cos \theta}$  倍, 根据平衡条件以及库仑定律有  $F_{\text{库}1} = \frac{kq_1 q_2}{L^2} = mg \tan \theta$ ,  $F_{\text{库}2} =$



根据平衡条件以及库仑定律有  $F_{\text{库}1} = \frac{kq_1 q_2}{L^2} = mg \tan \theta$ ,  $F_{\text{库}2} =$

$$\frac{kq_2 q_0}{\left(\frac{L}{\cos \theta}\right)^2} = mg \sin \theta, \text{ 可得小球 } P \text{ 的电荷量 } q_2 = \frac{q_1}{\cos \theta}, \text{ 故 } \mathbf{C \text{ 正}}$$

确; 根据平衡条件有  $F_1 = \frac{mg}{\cos \theta}$ ,  $F_2 = mg \cos \theta$ , 故  $F_2 = F_1 \cos^2 \theta$ , 故 **D 正确**.

**11. (1)**  $17.3 \text{ mA}$  ( $17.2 \sim 17.4 \text{ mA}$ )  $69 \text{ V}$  **(2)** ②  $150$  ③  $3.8$  **(3)**  $70$  ( $68 \sim 71$ )

【解析】(1) 选择开关接 1 时测电流, 其分度值为  $0.5 \text{ mA}$ , 读数为  $17.3 \text{ mA}$ ; 选择开关接 3 时测电压, 其分度值为  $2 \text{ V}$ , 读数为  $69 \text{ V}$ .

(2) 由题图丙可知, 电阻箱示数为  $R = 0 \times 1000 \Omega + 1 \times 100 \Omega + 5 \times 10 \Omega + 0 \times 1 \Omega = 150 \Omega$ ; 由题图乙可知, 指针指在  $C$  处时, 电流表示数为  $I = 12.5 \text{ mA} = 0.0125 \text{ A}$ ,  $C$  处电阻为中值电阻, 则电表内阻为  $r = 150 \Omega$ , 电源电动势  $E = I(R + r) = 0.0125 \times (150 + 150) \text{ V} \approx 3.8 \text{ V}$ .

(3) 根据第 (1) 问可知, 电流为  $17.3 \text{ mA}$ , 调零后将电表红黑表笔与某一待测电阻相连, 此时电路中的电流也为  $17.3 \text{ mA}$ , 而表内电源的电动势为  $E = 3.8 \text{ V}$ , 表内总电阻为  $150 \Omega$ , 由闭合电路欧姆定律可知  $R' = \left( \frac{3.8}{0.0173} - 150 \right) \Omega \approx 70 \Omega$ , 所以待测电阻的阻值为  $70 \Omega$ .

**12. (1)**  $5 \times 10^{-5} \text{ Wb}$  **(2)**  $4 \times 10^{-4} \text{ Wb}$

$$\mathbf{(3)} B_t = \frac{0.01}{(2t+1)^2} \text{ T} (0 < t < 0.5 \text{ s})$$

【解析】(1) 题图所示位置穿过金属框的磁通量为  $\Phi = BS = B \cdot \frac{1}{2} \left( \frac{L}{2} \right)^2 = \frac{1}{8} BL^2 = 5 \times 10^{-5} \text{ Wb}$ .

(2) 若将金属框以  $bc$  为轴, 向纸面外转动  $180^\circ$ , 穿过金属框的磁通量为

$$\Phi' = -BS' = -B \cdot \left[ L^2 - \frac{1}{2} \left( \frac{L}{2} \right)^2 \right] = -\frac{7}{8} BL^2 = -3.5 \times 10^{-4} \text{ Wb},$$

则磁通量的变化量大小为  $\Delta \Phi = |\Phi' - \Phi| = 4 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ .

(3) 由题意可知, 金属框上  $b$  点由题图所示位置运动到  $P$  点

$$\text{的时间为 } t_0 = \frac{\frac{L}{2}}{v} = \frac{0.1}{0.2} \text{ s} = 0.5 \text{ s}, \text{ 经时间 } t (0 < t < 0.5 \text{ s}), \text{ 金属}$$

框运动的位移为  $x = vt$ ,

$$\text{穿过金属框的磁通量为 } \Phi_t = B_t S_t = B_t \cdot \frac{1}{2} \left( x + \frac{L}{2} \right)^2 = \frac{B_t}{2} \left( x + \frac{L}{2} \right)^2,$$

金属框中不产生感应电流, 则穿过金属框的磁通量不发生变化, 有  $\Phi_t = \Phi$ ,

可得磁感应强度  $B_t$  随时间  $t$  变化的关系式

$$B_t = \frac{0.01}{(2t+1)^2} \text{ T} (0 < t < 0.5 \text{ s}).$$

**13. (1)**  $\frac{mv_0^2}{2qL}$  **(2)**  $\frac{mv_0^2}{q}$  **(3)**  $25\%$

【解析】(1) 粒子从  $P$  到  $Q$ , 根据动能定理有  $EqL = \frac{1}{2} mv_0^2$ ,

$$\text{解得 } E = \frac{mv_0^2}{2qL}.$$

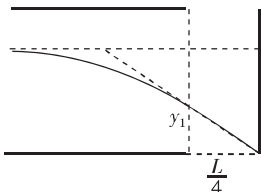
(2) 对从狭缝的几何中心飞出的粒子, 进入  $MN$  后做类平抛运动, 在水平方向有  $L = v_0 t$ ,

在竖直方向做匀变速运动, 有  $\frac{L}{2} = \frac{1}{2} a t^2$ ,

根据牛顿第二定律, 有  $q \frac{U}{L} = ma$ ,

$$\text{联立解得 } U = \frac{mv_0^2}{q}.$$

(3) 打在  $K$  板上的粒子在  $M、N$  板间电场中的偏移量  $y$  始终为  $\frac{L}{2}$ , 某粒子恰好经过  $K$  板下边缘的运动轨迹如图所示,



设粒子离开电场时距  $N$  板的距离为  $y_1$ , 由几何关系有

$$\frac{\frac{L}{2}}{y_1} = \frac{\frac{L}{2}}{\frac{L}{4}},$$

$$\text{解得 } y_1 = \frac{L}{4},$$

因粒子数与缝隙长度成线性关系, 设能打到  $K$  板上的粒子

$$\text{数为 } n, \text{ 有 } \frac{n}{N} = \frac{L - \frac{L}{2} - \frac{L}{4}}{L} = \frac{1}{4},$$

所以能打到  $K$  上的粒子数占从狭缝飞出的粒子总数的 25%.

$$14. (1) \frac{3\sqrt{2gR}}{2} \quad (2) \frac{25}{4}mg \quad (3) (3R, 0) \text{ 和 } (9R, 0)$$

【解析】(1) 带负电小球从  $A$  点由静止释放到  $C$  点过程, 根据动能定理可得  $mg \cdot 3R - qE_1 R = \frac{1}{2}mv_c^2 - 0$ , 解得小球经过  $C$

$$\text{点时的速度大小为 } v_c = \frac{3\sqrt{2gR}}{2}.$$

(2) 在电场  $E_1$  中, 带负电小球受到的重力和电场力的合力大小为  $F_{\text{合}} = \sqrt{(qE_1)^2 + (mg)^2} = \frac{5}{4}mg$ , 设重力和电场力的

合力与竖直方向的夹角为  $\theta$ , 则有  $\tan \theta = \frac{qE_1}{mg} = \frac{3}{4}$ , 可得  $\theta =$

$37^\circ$ , 则当小球在第 III 象限圆弧轨道  $BC$  上运动到 小球与圆心连线沿重力和电场力的合力方向时, 小球的速度最大, 受

突破点: 小球运动到等效最低点时受到的支持力最大

到轨道的支持力最大, 设为  $D$  点, 则小球从  $A$  点由静止释放到  $D$  点过程, 根据动能定理可得  $mg(2R + R \cos \theta) - qE_1(R - R \sin \theta) = \frac{1}{2}mv_D^2 - 0$ , 解得  $v_D = \sqrt{5gR}$ , 在  $D$  点, 根据牛顿第二

定律可得  $N_{\text{max}} - \frac{5}{4}mg = m \frac{v_D^2}{R}$ , 联立解得小球受到轨道支持

力的最大值为  $N_{\text{max}} = \frac{25}{4}mg$ .

(3) 在第 IV 象限电场中, 小球受到的电场力竖直向上, 大小

为  $qE_2 = 2mg$ , 小球从  $C$  点以  $v_c = \frac{3\sqrt{2gR}}{2}$  的速度进入第 IV 象

限内的电场  $E_2$  中做类平抛运动, 加速度大小为  $a = \frac{qE_2 - mg}{m} = g$ , 方向竖直向上; 假设小球在电场  $E_2$  中经过  $x$

轴, 有  $R = \frac{1}{2}at^2$ ,  $x = v_c t$ , 解得  $t = \sqrt{\frac{2R}{g}}$ ,  $x = 3R$ , 可知小球刚好

从电场  $E_2$  的右边界经过  $x$  轴, 此时小球竖直向上的分速度为  $v_y = at = \sqrt{2gR}$ , 小球进入第 I 象限后做斜抛运动, 之后再

次经过  $x$  轴, 根据斜抛运动规律有  $t' = 2 \frac{v_y}{g} = 2 \sqrt{\frac{2R}{g}}$ ,  $x' =$

易错点: 不要忽略小球从  $x$  轴上方经过  $x$  轴的情况  $v_c t' = 6R$ , 此时小球与  $x$  轴交点的横坐标为  $x_1 = 3R + 6R = 9R$ , 此后小球不会再经过  $x$  轴, 则小球运动到  $y$  轴右侧后与  $x$  轴的交点坐标为  $(3R, 0)$  和  $(9R, 0)$ .

## 题型专练一 新定义 新情境专练

### 素养

1. A 【解析】磁荷在磁场中受到的磁场力大小  $F = \text{磁场强度} \times \text{磁荷量} = 3 \text{ A/m} \times 6 \text{ N} \cdot \text{m/A} = 18 \text{ N}$ , 故 A 正确.

2. B 【解析】由光子的能量公式  $E = h\nu$  可知, 频率越大的光子能量越大, 根据  $c = \lambda\nu$  可得, 波长越长, 光子的频率越小, 故 A 错误, B 正确; 光子的能量大小与光源的强度无关, 故 C、D 错误.

3. B 【解析】此实验利用了电流的热效应, 老旧电池的内阻比较大, 使得电路中电流较小, 电流的热效应不明显, 故 A 错误; 根据电阻定律  $R = \rho \frac{l}{S}$ , 若  $a = b = c$ , 材料相同, 则电阻率相同,  $a$  段横截面积最小,  $c$  段横截面积最大, 则  $a$  段电阻最大,  $c$  段电阻最小, 此实验利用了电流热效应, 根据  $P = I^2 R$ , 由于电流相等,  $a$  段电阻最大, 则  $a$  段的功率最大,  $a$  段最先燃烧, 故 B 正确, D 错误; 用来制作标准电阻的材料, 温度变化时, 电阻

率变化很小, 而金属导体的电阻率随温度的变化而变化, 且变化较大, 不可以用锡来制作标准电阻, 故 C 错误.

4. C 【解析】根据感应起电原理可知, 最上方的硬币会带正电, 硬币所带正电荷与小球所带的负电荷相互吸引, 随着硬币数量增加, 引力不断变大, 则丝线上的拉力不断变大, A、B 错误, C 正确; 用手从最上方硬币依次向下触摸 (不戴绝缘手套) 硬币, 最上方硬币始终带正电, 最下方硬币所带的负电荷会经过人体导向大地, D 错误.

关键点拨 感应起电: 近端带异种电荷, 远端带同种电荷.

5. A 【解析】设电荷量分别为  $q$ 、 $2q$ 、 $3q$  的微粒所在位置对应的电场强度分别为  $E_1$ 、 $E_2$ 、 $E_3$ , 由平衡条件得  $E_1 = \frac{mg}{q}$ ,  $E_2 = \frac{mg}{2q}$ ,  $E_3 = \frac{mg}{3q}$ , 则  $E_1 : E_2 : E_3 = \frac{1}{1} : \frac{1}{2} : \frac{1}{3}$ , 而它们距导体棒的距

## 高中必刷题 物理

离之比总是 1:2:3, 可知某点电场强度的大小与该点到导体棒的距离成反比, 则任意一点的电场强度大小可表示为

$E = \frac{k}{r}$  ( $k$  为常量), 由于电子绕导体棒做匀速圆周运动, 则有

$$e \frac{k}{r_A} = m \frac{v_A^2}{r_A}, e \frac{k}{r_B} = m \frac{v_B^2}{r_B}, \text{解得 } \frac{v_A}{v_B} = \frac{1}{1}, \text{故选 A.}$$

❗ 易错点: 不能正确构建圆周运动模型, 无法确定向心力的来源或大小

6. D 【解析】带电尘埃在矩形通道内做类平抛运动, 在沿电场力的方向上的位移为  $y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{Uq}{2hm} \left( \frac{L}{v_0} \right)^2$ , 根据  $Q = v_0 S$  可得

$$y = \frac{Uq}{2hm} \left( \frac{Ldh}{Q} \right)^2 = \frac{Uqh}{2m} \left( \frac{Ld}{Q} \right)^2, \text{又 } \frac{d'}{d} = \frac{3}{4}, \text{那么调整后与调整前吸收的尘埃之比为 } \frac{y'}{y} = \left( \frac{d'}{d} \right)^2 = \frac{9}{16}, \text{故 A、B 错误; 为保证}$$

将带负电的尘埃完全收集, 使得  $y''$  大于等于  $y$  即可, 若只增大电压为原来的 1.5 倍,  $y$  与电压  $U$  成正比关系, 可得  $\frac{y''}{y} =$

$$\frac{\frac{3}{2} \times \frac{9}{16} y}{y} = \frac{27}{32} < 1, \text{若只增大长度为原来的 1.5 倍, } y \text{ 与 } L^2 \text{ 成}$$

$$\text{正比关系, 可得 } \frac{y''}{y} = \left( \frac{3}{2} \right)^2 \times \frac{9}{16} = \frac{81}{64} > 1, \text{故 C 错误, D 正确.}$$

7. AC 【解析】由题图可知, 导电液体与金属电极构成了电容器, 电容器的两极分别是金属电极  $P$  和导电液体, 故 A 正确;

根据  $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ , 绝缘电介质层越厚,  $d$  越大, 电容器的电容越小, 故 B 错误; 若打开容器出口处阀门 K, 随着液面高度降低, 正对面积变小, 由  $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$  可知电容器的电容变小, 又因为金属电极带电荷量不变, 则电容器的电荷量不变, 根据  $C = \frac{Q}{U}$ , 可知电容器的电压增大, 静电计指针的偏角将增大, 故 C 正确, D 错误.

8. (1) 4 m/s (2) 6 N (3) 3.2 J

【解析】(1) 根据题意可知, 物块恰好通过最高点  $C$ , 轨道对物块没有作用力, 由牛顿第二定律得  $mg + \frac{kQ_1 q_1}{r^2} = m \frac{v_C^2}{r}$ , 解得  $v_C = 4 \text{ m/s}$ .

(2) 根据题意可知, 物块从  $B$  到  $C$  的过程中, 由动能定理有  $-mg \cdot 2r = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$ , 解得  $v_B = 2\sqrt{14} \text{ m/s}$ , 在  $B$  点, 由牛

顿第二定律有  $F_N + \frac{kQ_1 q_1}{r^2} - mg = m \frac{v_B^2}{r}$ , 解得  $F_N = 6 \text{ N}$ , 由牛顿第三定律可知, 物块在圆形轨道最低点  $B$  时对轨道的压力大小  $F'_N = F_N = 6 \text{ N}$ .

(3) 根据题意, 物块由静止运动到  $B$  点过程中, 由能量守恒定律有  $E_p = \mu m g l_{AB} + \frac{1}{2}mv_B^2$ , 解得  $E_p = 3.2 \text{ J}$ .

## 题型专练二 开放题专练

### 刷素养

1. (1)  $\frac{F_1 - F_2}{10q}$  (2)  $\frac{31(F_1 - F_2)}{10q} x_0$  (小正方形个数在 30~32 范围内均可) (3)  $\frac{31(F_1 - F_2)}{10} x_0 + 10mgx_0$

【解析】(1) 小球  $B$  位于  $P$  点时, 所受静电力大小为  $F_P = F_1 - F_2$ ,

故球体  $A$  在  $P$  点激发的电场强度大小为  $10E_0 = \frac{F_P}{q} = \frac{F_1 - F_2}{q}$ ,

$$\text{解得 } E_0 = \frac{F_1 - F_2}{10q}.$$

(2)  $E-x$  图线与  $x$  轴所围成的面积表示  $P$ 、 $Q$  两点的电势差,

❗ 关键点: 清楚  $E-x$  图线与横轴所围面积的含义

在  $0 \sim 10x_0$  之间, 小正方形个数约为 31 (30~32 范围内均可)

个, 故  $P$ 、 $Q$  间电势差  $U_{PQ} = 31U_0 = 31E_0 x_0 = \frac{31(F_1 - F_2)}{10q} x_0$ .

(3) 设小球  $B$  运动到  $P$  点时的动能为  $E_k$ , 对于小球  $B$  从  $Q$  点运动到  $P$  点的过程, 根据动能定理有  $-qU_{QP} + mg \cdot 10x_0 = E_k$ ,

其中  $U_{QP} = -U_{PQ}$ , 解得  $E_k = \frac{31(F_1 - F_2)}{10} x_0 + 10mgx_0$ .

2. (1) a. 见解析 b.  $G \frac{Mm}{r_2} - G \frac{Mm}{r_1}$  (2) a.  $2L$  b.  $\pi L \sqrt{\frac{mL}{kqQ}}$

【解析】(1) a. 设引力做功为  $W_{引}$ , 根据动能定理有  $W_{引} = \Delta E_k$ ,

引力做功与引力势能变化量  $\Delta E_p$  的关系为  $W_{引} = -\Delta E_p$ , 故有  $\Delta E_k + \Delta E_p = 0$ , 由此可知, 动能与引力势能之和守恒.

b. 卫星从  $A$  运动到  $B$  的过程中, 动能与引力势能之和守恒, 有  $\Delta E_k + \Delta E_p = 0$ , 其中  $\Delta E_p = E_{pB} - E_{pA}$ ,

$$\text{解得 } \Delta E_k = E_{k1} - E_{k2} = G \frac{Mm}{r_2} - G \frac{Mm}{r_1}.$$

(2) a. 当  $B$  绕  $A$  做匀速圆周运动时, 库仑力提供向心力, 有

$$k \frac{qQ}{L^2} = m \frac{v^2}{L},$$

当  $B$  靠近  $A$  时, 由动能定理得  $W_{电} = \frac{1}{2}mv^2$ ,

$$\text{由功能关系有 } W_{电} = k \frac{qQ}{L} - k \frac{qQ}{L'},$$

解得  $L' = 2L$ .

b. 将  $B$  的直线运动视为无限“扁”的椭圆运动, 其半长轴为  $\frac{L'}{2} = L$ ,

设  $B$  绕  $A$  以半径  $L$  做匀速圆周运动时的周期为  $T$ , 有  $t = \frac{T}{2}$ ,

库仑力提供向心力有  $k \frac{qQ}{L^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} L$ ,

$$\text{解得 } t = \pi L \sqrt{\frac{mL}{kqQ}}.$$