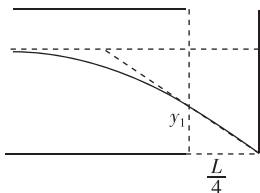


根据牛顿第二定律,有  $q \frac{U}{L} = ma$ ,

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

(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)  $\frac{3\sqrt{2gR}}{2}$  (2)  $\frac{25}{4}mg$  (3)  $(3R, 0)$  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

### 刷素养

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  $y = \frac{Uq}{2hm} \left( \frac{Ldh}{Q} \right)^2 = \frac{Uqh}{2m} \left( \frac{Ld}{Q} \right)^2$ , 又  $\frac{d'}{d} = \frac{3}{4}$ , 那么调整后与调整前吸收的尘埃之比为  $\frac{y'}{y} = \left( \frac{d'}{d} \right)^2 = \frac{9}{16}$ , 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  $\frac{y_1''}{y} = \frac{3}{2} \times \frac{9}{16} = \frac{27}{32} < 1$ , 若只增大长度为原来的 1.5 倍,  $y$  与  $L^2$  成正比关系, 可得  $\frac{y_2''}{y} = \left( \frac{3}{2} \right)^2 \times \frac{9}{16} = \frac{81}{64} > 1$ , 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  $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi kd}$ , 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  $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi kd}$  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  $E_p = \mu mgl_{AB} + \frac{1}{2}mv_B^2$ , 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  $10E_0 = \frac{F_P}{q} = \frac{F_1 - F_2}{q}$ ,

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  $\Delta E_p = E_{pB} - E_{pA}$ ,

解得  $\Delta E_k = E_{pA} - E_{pB} = G \frac{Mm}{r_2} - G \frac{Mm}{r_1}$ .

(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  $W_{电} = \frac{1}{2}mv^2$ ,

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  $k \frac{qQ}{L^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} L$ ,

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