

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

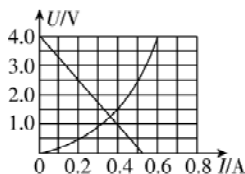
磁感应强度方向向左，则合磁感应强度不会为 0 ， D 点正上方，导线 A 、 B 产生的合磁感应强度方向向右，导线 C 产生的磁感应强度向左，则在 D 点正上方某点的合磁感应强度可能为 0 ，**D 正确**。

模块素养检测

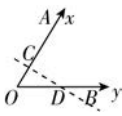
刷速度

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，或者向上做加速运动，或者线框以直导线为轴转动，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 V 时，电流约为 0.5 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 cm 处的 C 点电势 $\varphi_C = 10 \text{ V}$ ，沿 OB 方向，距离 O 点 5 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 θ ，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 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 $Q_1 = Q_2 = Q$ ，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

突破点：同一导线上电势相同，各电容器带电荷量会重新分布

关并稳定后，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 $\varphi = \varphi_0 \cos \frac{\pi}{2d}x$ ，对该函数求导数有 $E = \frac{\pi \varphi_0}{2d} \sin \frac{\pi}{2d}x$ ，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 $\sum qE \cdot \Delta x = E_k - 0$ ，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

高中必刷题 物理

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

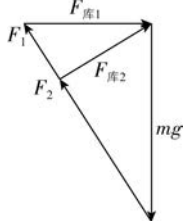
间距不变,又电容器两端的电压不变,则 MN 之间的电场强度不变, **D 错误**.

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 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 mL 的气体中酒精含量为 80 mg ,若电流小于 0.15 A ,则 R_p 大于 20Ω ,说明每 100 mL 的气体中酒精含量小于 80 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 V ,则此时 $R = R_p = 20 \Omega$,若电压表的示数大于 3 V ,则 $R_p < 20 \Omega$,此时每 100 mL 的气体中酒精含量大于 80 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 θ 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 $F_{库1} = \frac{kq_1 q_2}{L^2} = mg \tan \theta$, $F_{库2} = \frac{kq_2 q_0}{\left(\frac{L}{\cos \theta}\right)^2} = mg \sin \theta$,可得小球 P 的电荷量 $q_2 = \frac{q_1}{\cos \theta}$,故 **C 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 mA (17.2~17.4 mA) 69 V (2) ② 150 ③ 3.8 (3) 70 (68~71)

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

(2) 由题图丙可知,电阻箱示数为 $R = 0 \times 1\,000 \Omega + 1 \times 100 \Omega + 5 \times 10 \Omega + 0 \times 1 \Omega = 150 \Omega$;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 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 mA ,而表内电源的电动势为 $E = 3.8 \text{ V}$,表内总电阻为 150Ω ,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 70Ω .

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

(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° ,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

的时间为 $t_0 = \frac{\frac{L}{2}}{v} = \frac{0.1}{0.2} \text{ s} = 0.5 \text{ s}$,经时间 $t (0 < t < 0.5 \text{ s})$,金属框运动的位移为 $x = vt$,

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 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 $EqL = \frac{1}{2} mv_0^2$,

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

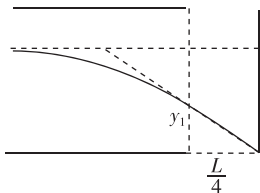
(2) 对从狭缝的几何中心飞出的粒子,进入 MN 后做类平抛运动,在水平方向有 $L = v_0 t$,

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

根据牛顿第二定律,有 $q \frac{U}{L} = ma$,

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

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

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 板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

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 θ , 则有 $\tan \theta = \frac{qE_1}{mg} = \frac{3}{4}$, 可得 $\theta =$

37° , 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, 丝线拉力变大, **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 $e \frac{k}{r_A} = m \frac{v_A^2}{r_A}$, $e \frac{k}{r_B} = m \frac{v_B^2}{r_B}$, 解得 $\frac{v_A}{v_B} = \frac{1}{1}$, 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 $\frac{y_1''}{y} = \frac{\frac{3}{2} \times \frac{9}{16} y}{y} = \frac{27}{32} < 1$, 若只增大长度为原来的 1.5 倍, y 与 L^2 成正比关系, 可得 $\frac{y_2''}{y} = \frac{\left(\frac{3}{2} \right)^2 \times \frac{9}{16} y}{y} = \frac{81}{64} > 1$, 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

关键点: 物块沿圆形轨道运动过程中电势能保持不变

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 $-qU_{QP} + mg \cdot 10x_0 = E_k$,

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