

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】题图甲中磁铁向右插入不闭合线圈,线圈中磁通量发生变化,但由于线圈不闭合,线圈中不会产生感应电流,**A 正确**;题图乙中正方形金属线圈水平向右移动,穿过线圈的磁通量保持不变,线圈中不会产生感应电流,**B 错误**;题图丙中的闭合导线框若以竖直边为轴在磁场中旋转,穿过导线框的磁通量一直为零,不能产生感应电流,**C 错误**;题图丁中圆形金属线圈水平放置在通电直导线的正下方,穿过线圈的磁通量一直为零,保持不变,线圈中没有感应电流产生,**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 $U' = 1.3$ V,电流约为 $I' = 0.37$ A,小灯泡的功率约为 $P = I'U' = 0.48$ W,**C 错误**,**D 正确**.

3. B 【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

易错点:容易直接考虑电流方向不同,误认为磁感应强度方向相反

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 错误**.

4. B 【解析】如图所示,沿 OA 方向,距离 O 点2.5 cm处的 C 点电势 $\varphi_C = 10$ V,沿 OB 方向,距离 O 点5 cm处的 D 点电势 $\varphi_D = 10$ 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,所以场强方向沿 AO 方向,大小为 $E = \frac{\varphi_C}{OC} = 400$ 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**.

5. B 【解析】因 $AB \parallel DE$,故 $\varphi_B - \varphi_A = \varphi_D - \varphi_E$,可得 $\varphi_E = 5$ 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 $U_{BD} = \varphi_B - \varphi_D = -9$ 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**.

6. 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

突破点:同一导线上电压相同,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**.

7. 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, $\varphi-x$ 图线斜率的绝对值表示电场强度的大小,根据题图可知,0~ $2d$ 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 $E = |\varphi'| = \frac{\pi \varphi_0}{2d} \sin \frac{\pi}{2d}x$,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

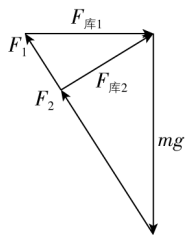
像呈现正弦函数关系,故 **B 正确**;根据动能定理有 $qEx = E_k - 0$, 结合上述分析得 $E_k = \frac{\pi q \varphi_0 x}{2d} \sin \frac{\pi}{2d} x$, 可知, $E_k - x$ 图像不是一次函数图像,故 **C 错误**;由于 $E_p = q\varphi$, 粒子带正电, 所以 $E_p - x$ 图像与 $\varphi - x$ 图像具有相同的变化情况,故 **D 错误**.

- 8. 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**.

- 9. D** 【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 $R = \frac{U}{I}$ 可知电压表示数与电流表示数比值保持不变, **B 错误**; 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. B** 【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 $F_{\text{库}1} = \frac{kq_1 q_0}{L^2} = mg \tan \theta$,

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

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**. 本题选说法不正确的, 故选 **B**.

- 11. (1)** 17.3 mA ($17.2 \sim 17.4 \text{ mA}$) 69 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 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 $R = 0 \times 1000 \Omega + 1 \times 100 \Omega + 5 \times 10 \Omega + 0 \times 1 \Omega = 150 \Omega$; 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 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 $x = vt$,

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

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

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

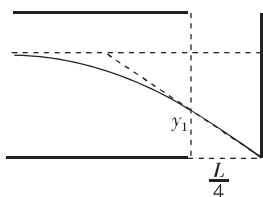
(2) 对从狭缝的几何中心飞出的粒子, 进入 MN 后做类平抛运动, 在水平方向有 $L = v_0 t$,

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 $q \frac{U}{L} = ma$,

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

(3) 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, 设能打到极板上的粒子

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

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 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 $t' = 2 \frac{v_y}{g} = 2 \sqrt{\frac{2R}{g}}$, $x' = v_c t' = 6R$, 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 $(9R, 0)$.

易错点: 不要忽略小球从 x 轴上方经过 x 轴的情况

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(不带绝缘手套)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

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

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

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

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

(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)

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

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

$$\text{解得 } E_k = \frac{31(F_1 - F_2)}{10} x_0 + 10mgx_0.$$

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

开放题专练

【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 $\Delta E_p = E_{pB} - E_{pA}$,

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

(2) a. 当 B 绕 A 做匀速圆周运动时, 库仑力提供向心力, 有

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

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

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

$$\text{解得 } L' = 2L.$$

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 $t = \frac{T}{2}$,

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

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