

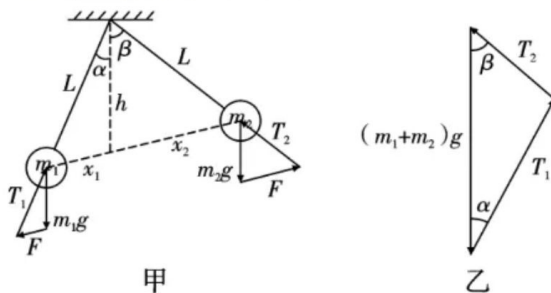
物理参考答案

选择题：共 10 小题，共 36 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~7 题只有一项符合题目要求，每小题 3 分；第 8~10 题有多项符合题目要求，每小题 5 分，全部选对的给 5 分，选对但不全的给 3 分，有选错的给 0 分。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	C	B	D	C	A	B	D	AC	ACD	ACD

【解析】

1. 电势差的正负表示谁与谁相比，不代表大小；电势能的正负表示比零大还是比零小，代表大小；电势的正负表示比零大还是比零小，表示大小。正负号表示大小时，要参与大小的比较；不表示大小时，不参与大小的比较。场强的大小与电势的高低无必然联系。
2. 由位移公式 $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ ，整理得 $\frac{x}{t} = v_0 + \frac{1}{2}at$ 。结合图像可知甲、乙两列车的初速度大小分别为 $v_{甲0} = 1\text{m/s}$ 、 $v_{乙0} = 8\text{m/s}$ ，甲、乙两列车的加速度分别为 $a_{甲} = 2\text{m/s}^2$ 、 $a_{乙} = -1.5\text{m/s}^2$ 。两列车做匀变速运动，速度均为正，运动方向相同，故 A 错误。当 $t = 4\text{s}$ 时， $v_{甲} = 9\text{m/s}$ $v_{乙} = 2\text{m/s}$ ；根据 $\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2}$ ，两列车在 $0 \sim 4\text{s}$ 内的平均速度相同，位移相同，即两者距离先变大后变小，在 $t = 4\text{s}$ 时再次对齐，故 B 正确，C、D 错误。
3. 由题意知两小球相互排斥，所以两球带同种电荷，故 A 错误。两小球所受到的静电力大小相等，即 $F = k\frac{q_1q_2}{r^2}$ ，可知 F 与 r 为某定值时，只能推出两球电量的乘积为某定值，不能推出 q_1 与 q_2 的具体值，所以二者可能相等，也可能不相等，故 B 错误。对两小球进行受力分析，其所受力构成的矢量三角形如图甲所示，根据三角形相似对 m_1 有 $\frac{F}{T_1} = \frac{x_1}{L}$ ；对 m_2 有 $\frac{F}{T_2} = \frac{x_2}{L}$ ，则有 $T_2x_2 = T_1x_1$ ， $x_2 > x_1$ ，则 $T_2 < T_1$ ，故 C 错误。（或者使用整体法受力分析，如图乙所示，由于 $\alpha < \beta$ ，则有 $T_2 < T_1$ ）。对 m_1 有 $\frac{F}{m_1g} = \frac{x_1}{h}$ ；对 m_2 有 $\frac{F}{m_2g} = \frac{x_2}{h}$ ，则有 $m_2x_2 = m_1x_1$ ， $x_2 > x_1$ ，则 $m_2 < m_1$ ，故 D 正确。



4. 当滑动变阻器的滑动触头从 a 滑向 b 端过程中, 并联电阻值 $R_{\text{并}}$ 先增大后减小, 则

$U = \frac{R_{\text{并}}}{R_{\text{并}} + r} E$ 先增大后减小, 干路电流 I_2 先减小后增大, 故 A 错误, C 正确。 R_1 所在支路

的电阻 $R_{\text{支}1}$ 一直增大, R_2 所在支路的电阻 $R_{\text{支}2}$ 一直减小, 且 $I_2 = \frac{U}{R_{\text{支}2}} + \frac{U}{R_{\text{支}1}}$, 则 I_1 一直减小,

故 B 错误。 $U = E - I_2 r$, 则 $\frac{\Delta U}{\Delta I_2} = r$ 一直不变, 故 D 错误。

5. 设线框 ANB 电阻为 R , 则线框 AMB 段电阻为 $\frac{3R}{2}$, 电源提供电压为 U , 线框与电路接触的

两点距离为 L , 则线框 ANB 部分所受安培力大小 $F = BIL = B \frac{U}{R} \times L = \frac{BUL}{R} = F$, 则 AMB 部

分所受安培力为 $\frac{2}{3}F$, 两部分所受安培力均向上, 所以整个线框所受安培力的大小

$F' = \frac{5}{3}F$, 故选 A。

6. 由左手定则知, 电子向后表面偏转, 则前表面的电势比后表面的高, 故 A 错误。稳定后,

电子受力平衡得 $F_{\text{洛}} = evB = e \frac{U}{b}$, 解得 $U = Bbv$, 结合电流的微观表达式 $I = neSv = nevdb$,

可得 $U = \frac{BI}{ned}$, 故 B 正确, D 错误。闭合开关, 电压为霍尔电压 U , 电阻 $R = \rho \frac{b}{ad}$, 则电

流为 $\frac{Uad}{\rho b}$, 故 C 错误。

7. 当粒子以速率 $v = \frac{L}{3t_0}$ 入射时, 粒子恰好能全部水平射出, 则其竖直位移为

$\frac{1}{2}d = \frac{1}{2} \frac{E_1 q}{m} t_0 \cdot 3t_0$, 故 $E_1 = \frac{dm}{3qt_0^2}$, 故 A 错误。 竖直方向最大速度 $v_y = \frac{E_1 q}{m} t_1 = \frac{E_2 q}{m} t_2$ 。 由图

可知 $t_1 : t_2 = 1 : 2$, 则 $E_1 : E_2 = 2 : 1$, 故 B 错误。 速率 v 大小在 $\left[\frac{L}{3t_0}, \frac{L}{t_0} \right]$ 变化时, 设板

间运动时间为 t , 则其变化范围为 $[t_0, 3t_0]$, $v_y = \frac{E_1 q t_0}{m} - \frac{E_2 q}{m} (t - t_0) = \frac{3E_1 q t_0}{2m} - \frac{E_1 q t}{2m}$, $v_x = \frac{L}{t}$,

速度偏角 $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \left(\frac{3E_1 q t_0}{2m} - \frac{E_1 q t}{2m} \right) \frac{t}{L} = \frac{d}{6L t_0^2} (3t_0 - t)t$, 则当 $3t_0 - t = t$ 时, 即 $t = \frac{3}{2}t_0$ 时,

$\tan \alpha$ 存在最大值为 $\frac{3d}{8L}$, 即 $\tan \alpha$ 的变化范围为 $\left[0, \frac{3d}{8L} \right]$, 故 C 错误。 无电场区域偏转距离



$Y_2 = L \tan \alpha = \frac{d}{6t_0^2}(3t_0 - t)t$ ，电场中的偏转距离 $Y_1 = \frac{1}{6}d + \frac{d}{12t_0^2}(5t_0 - t)(t - t_0)$ ，偏转距离

$$Y = \frac{d}{6t_0^2}(3t_0 - t)t + \frac{d}{6} + \frac{d}{12t_0^2}(5t_0 - t)(t - t_0) = \frac{d}{6} + \frac{d}{12t_0^2}(-3t^2 + 12t_0t - 5t_0^2)。当 $t = -\frac{b}{2a} =$$$

$-\frac{12t_0}{2 \times (-3)} = 2t_0$ 时，偏转距离 Y 取最大，为 $\frac{3d}{4}$ ，从中央线处出发的粒子，到达屏幕时距 P

点的最大距离为 $\frac{3d}{4} + \frac{d}{2} = \frac{5d}{4}$ 。当 $t = t_0$ 或 $t = 3t_0$ 时，偏转距离 Y 取最小，为 $\frac{d}{2}$ 。同时出发

的各个粒子在偏转过程中的运动都是一致的。因此落在屏上的粒子到屏上 P 点的距离范围

为 $\left[\frac{d}{2}, \frac{5d}{4}\right]$ ，故 D 正确。

8. 由于 $F_1 = F_2$ ，对 A 、 B 小车及弹簧整体而言，受力平衡。对 B 小车有 $k\Delta x = F_2$ ， $\Delta x = \frac{F_2}{k}$ ，

AB 两车间距为 $l + \frac{F}{k}$ ，故 A 正确，B 错误。由于 $F_1 > F_2$ ，相对静止时， A 、 B 小车及弹簧

整体向右加速，对整体根据牛顿第二定律有 $F_1 - F_2 = 2ma$ ，可得 $a = \frac{F_1 - F_2}{2m}$ ；对 B 小车有

$k\Delta x - F_2 = ma$ ；联立两式可得弹簧的伸长量为 $\Delta x = \frac{F_1 + F_2}{2k}$ ，故稳定后， AB 两车间距为

$l + \frac{F_1 + F_2}{2k}$ ，故 C 正确，D 错误。

9. 根据 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ ，则 $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$ ， $\frac{T_{45}}{T_{静}} = \sqrt{\left(\frac{r_{45}}{r_{静}}\right)^3}$ ，可得 $T_{45} = \frac{1}{8}T_{静}$ ，故 A 正确，B 错误。

若四十五号卫星轨道平面与赤道平面垂直，则可能其轨道处处有太阳光到达，故 C 正确。

若四十五号卫星与地球同向转动，则它 24h 内相对地球转 7 圈。由于它在地球上的观测范围较大，若计时开始时，地面固定标志物在观测范围内，则一天卫星能观测到 8 次；若其在观测范围外，则一天卫星能够观测到 7 次，故 D 正确。

10. a 、 b 发生弹性碰撞，碰撞过程系统动量守恒、机械能守恒，以水平向左为正方向。由动

量守恒定律有 $mv_0 = mv_1 + 3mv_2$ ；由机械能守恒定律得 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}3mv_2^2$ ，解得



$v_1 = -\frac{1}{2}v_0$, $v_2 = \frac{1}{2}v_0$ 。 b 满足 $mgh = \frac{1}{2}mv_0^2$, 碰后 $E_k = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{8}mv_0^2 = \frac{1}{4}mgh$, 所以第一次

碰撞后 b 会被反弹至高度为 $\frac{1}{4}h$ 处, 故 A 正确。因为机械能守恒, $\frac{1}{2}mv_0^2 > \frac{1}{2}mv_1^2$, 因此

不论如何调整 b 的质量, 其反弹后均不能超过释放位置, 故 B 错误。当 a 、 b 停在水平面上时, 两物块到此处的速度均可视为零, 对两物块运动全过程, 由动能定理得

$\mu 3mgs = mgh$, 解得 $s = \frac{h}{3\mu}$, 故 C 正确。画 $v-t$ 图像知, 若第二次碰撞发生在 a 停下时,

则之后每次碰撞都发生在 a 停下后。第一碰撞到第二次碰撞之间, a 运动时间 $t_1 = \frac{v_2}{\mu g}$,

移动距离 $s_1 = \frac{v_2^2}{2\mu g}$, b 运动时间 $t_2 = \frac{2v_2}{g \sin 30^\circ} + \frac{s_1}{v_2}$, 若 $t_1 \leq t_2$, 则可保证 a 速度减为零之前,

b 不会与之发生碰撞, 即 $\mu \geq \frac{1}{8}$, 故 D 正确。

非选择题: 共 6 小题, 共 64 分。

11. (每空 2 分, 共 6 分)

(1) D

(2) 28

(3) A

【解析】(1) 调指针定位螺丝, 使电表的指针指到左侧零刻度线, 故 A 正确。欧姆调零时, 红黑表笔短接后, 调节欧姆调零旋钮, 使指针指到右侧“0 Ω ”处, 故 B 正确。换挡后, 要重新进行欧姆调零, 故 D 错误。

(3) 电流小于 0.6A, 线圈电阻约为 28 Ω , $U = IR = 16.8V$, 故 A 正确。开关闭合前, 滑动变阻器电阻最大, 滑片置于最左端, 故 B 错误。电表为直流电表, 接线柱应接在直流, 故 C 错误。电压表选择“量程 0~15V, 内阻约为 15k Ω ”, 由 $R_x^2 < R_A \cdot R_V$ 知待测电阻属于小电阻, 应该选择电流表外接。图中接法正确, 故 D 错误。

12. (除特殊标注外, 每空 2 分, 共 8 分)

(1) 1.2 3

(2) 9.6

(3) 无影响 (1 分) 偏大 (1 分)



【解析】由闭合电路的欧姆定律易得 $E = \frac{R_1 - R_2}{b_1 - b_2}$ 、 $r = \frac{R_1 - R_2}{b_1 - b_2} b_1 - R_1$ 、 $R_0 = k \frac{R_1 - R_2}{b_1 - b_2}$ 。考

虑电流传感器的影响，有 $\frac{E}{I} = r + R_1 + R_{\text{传}} + R_0 L$ ，可知 $\frac{1}{I} = \frac{r + R_1 + R_{\text{传}}}{E} + \frac{R_0 L}{E}$ ，同理可得

$\frac{1}{I} = \frac{r + R_2 + R_{\text{传}}}{E} + \frac{R_0 L}{E}$ 。所以 $b_1 - b_2 = \frac{R_1 - R_2}{E}$ ， $E = \frac{R_1 - R_2}{b_1 - b_2}$ 。因此电流传感器内阻对电源

电动势测量无影响。 $b_1 = \frac{r + R_1 + R_{\text{传}}}{E}$ ， $r = E b_1 - R_1 - R_{\text{传}}$ ，即 $r = \frac{R_1 - R_2}{b_1 - b_2} b_1 - R_1 - R_{\text{传}}$ ，对比

上述测量值知测量值偏大。图中所测为电流传感器和电源内阻之和，比电源内阻大。

13. (10分)

解：(1) 设每根弹簧的伸长为 Δx ，则有 $mg = 2k\Delta x$ ①

得 $\Delta x = \frac{mg}{2k}$ ②

(2) 指针指到 0 刻度上方，安培力向上，金属框 $MNPQ$ 中电流逆时针， $P \rightarrow Q$ ③

电流逆时针： $2 \cdot k \left(\Delta x - \frac{d}{2} \right) + NBIL = mg$ ④

解得 $I = \frac{kd}{NBL}$ ⑤

电流顺时针： $2 \cdot k \left(\frac{d}{2} + \Delta x \right) = mg + NBIL$

解得 $I = \frac{kd}{NBL}$

通过以上计算知：无论电流是顺时针还是逆时针，电流的最大值都是 $I = \frac{kd}{NBL}$

或者：由 $2k\Delta x' = \Delta F$ ，即 $2 \cdot k \frac{d}{2} = NBIL$ (3分)

得 $I = \frac{kd}{NBL}$ (2分)

评分标准：本题共 10 分。正确得出②式给 1 分，正确得出④式给 3 分，其余各式各给 2 分。

14. (10分)

解：(1) 在加速电场运动，有 $qU = \frac{1}{2}mv^2 - 0$ ①

水平方向匀速运动，有 $L = vT_1$ ②



可得比荷 $\frac{q}{m} = \frac{L^2}{2UT_1^2}$ ③

(2) 偏转电场不影响水平方向的运动, 在飞行区时间不变。反射区, 竖直方向做匀速直线运动, 水平方向减速为零的时间 $v = aT$ ④

减速时加速度为 $a = \frac{qE}{m}$ ⑤

减速为零的时间为 $T = \frac{mv}{qE} = \frac{1}{E} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$ ⑥

故运动时间 $T_2 = T_1 + 2T = \left(\frac{L}{\sqrt{2U}} + \frac{2\sqrt{2U}}{E} \right) \sqrt{\frac{m}{q}}$ ⑦

可得 $\frac{q}{m} = \frac{1}{T_2^2} \left(\frac{L}{\sqrt{2U}} + \frac{2\sqrt{2U}}{E} \right)^2 = \frac{L^2}{2UT_2^2} + \frac{8U}{T_2^2 E^2} + \frac{4L}{ET_2^2}$ ⑧

评分标准: 本题共 10 分。正确得出①、②式各给 2 分, 其余各式各给 1 分。

15. (12 分)

解: (1) 轨迹如图甲所示, 几何关系可知

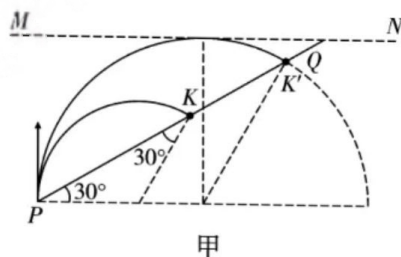
$$\sqrt{3}r_1 = PK = \frac{\sqrt{3}}{2}d$$

$$\therefore r_1 = \frac{d}{2} \quad ①$$

$$\text{又 } qv_0 B = m \frac{v_0^2}{r_1} \quad ②$$

$$\therefore r_1 = \frac{mv_0}{qB}$$

$$\therefore v_0 = \frac{qBd}{2m} \quad ③$$



(2) 当轨迹和 MN 相切时, 在接收屏上位置最远, 轨迹如图甲

$$r_2 = d \quad ④$$

$$PK' = \sqrt{3}r_2 = \sqrt{3}d \quad ⑤$$

$$K'Q = (2 - \sqrt{3})d \quad ⑥$$

(3) 可知上端发射正粒子, 下端发射负粒子, 才能使两个粒子均击中屏幕。且两粒子从发射到击中屏幕的轨迹组合成一个整圆。当 $\theta = 30^\circ$ 时, 两粒子的轨迹长度之差为零, 则发射两粒子的时间间隔为零。之后随 θ 增大, 时间差逐渐增大。



$$qvB = m \frac{v^2}{r_3}$$

$$\text{得 } r_3 = (4 - 2\sqrt{3})d > \frac{d}{2}, \text{ 即 } 2r_3 > d$$

则可知当发射管旋转角度达到某值后，向左上发射的正粒子将飞出磁场区域，则不符合题意，设转动 θ 后正粒子刚好不飞出磁场区域，则其轨迹与 MN 相切，如图乙，由几何关系可知

$$r_3 + r_3 \sin \theta = 2d \sin 30^\circ \quad \textcircled{7}$$

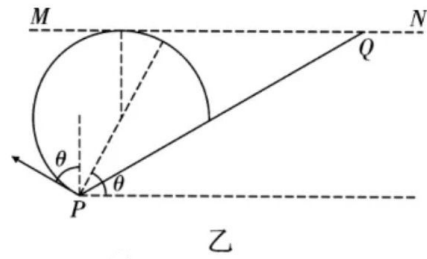
$$\therefore \theta = 60^\circ \quad \textcircled{8}$$

\therefore 此时初速度与 PQ 成 120° 角

$$\therefore t_1 = \frac{2}{3}T = \frac{2}{3} \cdot \frac{2\pi m}{qB} \quad \textcircled{9}$$

$$t_2 = \frac{1}{3}T = \frac{2\pi m}{3qB} \quad \textcircled{10}$$

$$\therefore \Delta t = \frac{2\pi m}{3qB} \quad \textcircled{11}$$



评分标准：本题共 12 分。正确得出②式给 2 分，其余各式各给 1 分。

16. (18 分)

解：(1) 沿直线运动从 P 到 Q ，则一定做匀速直线运动

$$qE = mg \quad \textcircled{1}$$

$$E = \frac{mg}{q} \quad \textcircled{2}$$

(2) 运动轨迹如图甲所示

$$\sqrt{2}r = 2a$$

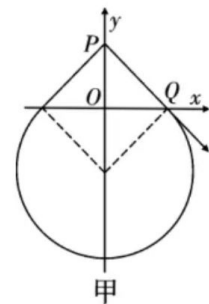
$$\therefore r = \sqrt{2}a \quad \textcircled{3}$$

$$\text{又 } qvB = m \frac{v^2}{r} \quad \textcircled{4}$$

$$\therefore v = \frac{qBr}{m} = \frac{\sqrt{2}qBa}{m}$$

$$\therefore t_1 = \frac{\sqrt{2}a}{v} = \frac{m}{qB} \quad \textcircled{5}$$

$$\text{又 } t_2 = \frac{3}{4}T = \frac{3}{4} \cdot \frac{2\pi m}{qB} = \frac{3\pi m}{2qB} \quad \textcircled{6}$$





$$\therefore t = 2t_1 + t_2 = \frac{2m}{qB} + \frac{3\pi m}{2qB} = \left(2 + \frac{3}{2}\pi\right) \frac{m}{qB} \quad \textcircled{7}$$

(3) 对于一般情况下运动轨迹如图乙所示

$$QQ' = 2R\sin 45^\circ = \sqrt{2}R \quad \textcircled{8}$$

$$Q'Q_1 = 2 \times \frac{a}{2} = a \quad \textcircled{9}$$

$$\therefore Q'O = \sqrt{2}R - a$$

若小球与挡板能碰撞需满足

$$(\sqrt{2}R - a)\tan 45^\circ + \frac{a}{4}\tan 45^\circ > \frac{a}{2} \quad \textcircled{10}$$

$$(\sqrt{2}R - a)\tan 45^\circ - \frac{a}{4}\tan 45^\circ < \frac{a}{2} \quad \textcircled{11}$$

$$\therefore \frac{7}{4}a > \sqrt{2}R > \frac{5}{4}a$$

设粒子最终离开磁场时与挡板相碰 n 次，若能回到 P 点，则出射点坐标为 $-a$

$$\therefore (n+1)\sqrt{2}R - na = 2a \quad \textcircled{12}$$

$$\therefore \sqrt{2}R = \frac{n+2}{n+1}a \quad \textcircled{13}$$

$$\therefore \frac{5}{4}a < \frac{n+2}{n+1}a < \frac{7}{4}a$$

$$\therefore \frac{1}{3} < n < 3 \quad \textcircled{14}$$

$$\text{当 } n=1 \text{ 时, } \sqrt{2}R = \frac{2}{3}a, R = \frac{3\sqrt{2}a}{4} = \frac{mv_1}{qB}, \therefore v_1 = \frac{3\sqrt{2}qBa}{4m} \quad \textcircled{15}$$

$$\text{当 } n=2 \text{ 时, } \sqrt{2}R = \frac{4}{3}a, R = \frac{2\sqrt{2}a}{3} = \frac{mv_2}{qB}, \therefore v_2 = \frac{2\sqrt{2}qBa}{3m} \quad \textcircled{16}$$

评分标准：本题共 18 分。正确得出①、⑫式各给 2 分，其余各式各给 1 分。

