

物理参考答案

一、单选题(本题共 6 小题,每小题 4 分,共 24 分,在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的)

| 题号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|---|---|---|---|---|---|
| 答案 | C | C | C | B | B | C |

- C 【解析】**根据右手螺旋定则,通电螺线管在 A、C 两点产生的磁场方向斜向上,通电直导线 M 在 A、C 两点产生的磁场沿水平方向大小相等,方向相反,根据磁场的叠加,在 A、C 两点的磁感应强度大小相等,方向不同,A 错误;通电直导线 M 在 B、D 两点产生的磁场的磁感应强度大小相等,但方向相反,B 点竖直向下,D 点竖直向上,通电螺线管在 B 点和 D 点产生的磁场的磁感应强度方向均竖直向上,所以由磁场叠加原理可知,B 点的磁感应强度更小,B 错误;通电直导线 M 在图示位置时,通电螺线管在通电直导线 M 处产生的磁场的磁感应强度方向竖直向上,根据左手定则可知,通电直导线 M 所受安培力水平向左,根据牛顿第三定律可知,通电螺线管所受安培力水平向右,C 正确;根据通电螺线管周围磁感线分布特点可知,将通电直导线 M 水平向右移动到 D 点的过程中,通电直导线 M 所在位置的磁感应强度逐渐增大,则通电直导线 M 所受安培力逐渐增大,根据牛顿第三定律可知,通电螺线管所受安培力也逐渐增大,D 错误。故选 C。
- C 【解析】**D 形盒缝隙间电场变化周期为 T ,等于被加速的 ${}^2_1\text{H}$ 在磁场中运动的周期,即 $T = \frac{2\pi \cdot 2m}{qB}$;而质子在磁场中的运动周期为 $T_{\text{H}} = \frac{2\pi m}{qB}$,则该回旋加速器不可以加速质子,A 错误;仅调整磁场的磁感应强度大小,则 ${}^2_1\text{H}$ 在磁场中的运转周期将要变化,则该回旋加速器不可以加速 ${}^2_1\text{H}$ 粒子,B 错误; ${}^4_2\text{He}$ 在磁场中运动的周期 $T_{\text{He}} = \frac{2\pi \cdot 4m}{2qB} = \frac{2\pi \cdot 2m}{qB} = T$,则保持 B 和 T 不变,该回旋加速器可以加速 ${}^4_2\text{He}$ 粒子,且在回旋加速器中两粒子运动的半径也相同,则粒子运动的时间与 ${}^2_1\text{H}$ 粒子的相等,C 正确;根据 $qv_{\text{m}}B = m \frac{v_{\text{m}}^2}{R}$, $E_{\text{km}} = \frac{1}{2}mv_{\text{m}}^2 = \frac{B^2 q^2 R^2}{2m} \propto \frac{q^2}{m}$,可知 ${}^4_2\text{He}$ 加速后的最大动能与 ${}^2_1\text{H}$ 粒子不相等,D 错误。
- C 【解析】**电容器放电过程中,电荷量减少,电压减小,电流减小,A 错误;电容不随电压、电荷量的变化而变化,即电容保持不变,B 错误;根据 $C = \frac{Q}{U}$ 可得, $Q = CU = 40 \times 10^{-6} \times 4\,000\text{ C} = 0.16\text{ C}$,C 正确;一个脉冲时间内通过电极板放电进入身体的能量为 $E = \bar{P}t = 64 \times 10^3 \times 4 \times 10^{-3}\text{ J} = 256\text{ J}$,D 错误。
- B 【解析】**小球做平抛运动,欲使小球落在盒内,竖直方向下降的高度为 $h = 2a = \frac{1}{2}gt^2$,解得时间为 $t = \sqrt{\frac{4a}{g}}$,当小球落在 A 点时,水平方向通过的位移最小为 $x_{\text{min}} = a$,故抛出的最小速度为 $v_{\text{min}} = \frac{a}{t} = \frac{\sqrt{ga}}{2}$,当小球落在 C 点时,水平方向通过的位移最大为 $x_{\text{max}} = \sqrt{(2a)^2 + a^2} = \sqrt{5}a$,故抛出的最大速度为 $v_{\text{max}} = \frac{\sqrt{5}a}{t} = \frac{\sqrt{5ga}}{2}$,A、C、D 错误,B 正确。
- B 【解析】**根据闭合电路欧姆定律有 $E = I(R + r)$,由图乙可看出 $I_1 < I_2$,则 $R_1 > R_2$,A 错误;根据闭合电路欧姆定律和功率公式有 $E = I(R + r)$, $P = UI$,整理有 $E I_1 - r I_1^2 = E I_2 - r I_2^2$,最后有 $\frac{E}{r} = I_1 + I_2$,B 正确;根据闭合电路欧姆定律和功率公式有 $E = I(R + r)$, $P_0 = I_1^2 R_1 = I_2^2 R_2$,整理得 $I_1 = \frac{E}{r + R_1}$, $I_2 = \frac{E}{r + R_2}$,联立可得 $r^2 = R_1 R_2$,C 错误;电源的效率为 $\eta = \frac{P}{EI}$,由图乙可知 $P = P_0$, $I_1 < I_2$,则可计算出 $\eta_1 > \eta_2$,D 错误。故选 B。
- C 【解析】**释放时 A、B 的加速度为 a ,设此时弹簧的压缩量为 x_1 ,以 A、B 为整体,根据牛顿第二定律可得 $kx_1 - 2mgsin\theta = 2ma$,解得 $x_1 = \frac{2m(gsin\theta + a)}{k}$,当弹簧恢复原长时,物体 A、B 将分离,可知物体 A、B 分离时离释放点距离为 $\frac{2m(gsin\theta + a)}{k}$,故 A 错误;分离前,物体 A、B 先沿斜面向上加速运动,当到达 O 点,弹簧弹力等于 A、B 两物体总重力沿斜面向下的分力时,加速度为零,此时物体 A、B 的速度最大,之后物体 A、B 沿斜面向上减速运动,直到弹簧原长时,物体 A、B 将分离,故 B 错误;设开始系统静止在 O 点,弹簧的压缩量为 x_0 ,则有 $x_0 = \frac{2mgsin\theta}{k}$,释放点离 O

点距离为 $\Delta x = x_1 - x_0 = \frac{2m(g\sin\theta + a)}{k} - \frac{2mg\sin\theta}{k} = \frac{2ma}{k}$, 物体 A、B 从释放点到 O 点做加速度逐渐减小的加速运动, 过 O 点做加速度逐渐增大的减速运动, 若物体 A、B 不分离, 根据对称性可知, 物体 B 到达最高点离 O 点距离也为 $\frac{2ma}{k}$, 而实际上物体 A、B 在弹簧恢复原长时分离, 分离后物体 B 不再做加速度增大的减速运动, 而是做加速度为 $g\sin\theta$ 的减速运动, 可知物体 B 实际能到达的最高点离 O 点距离大于 $\frac{2ma}{k}$, 故 C 正确; 设释放点弹簧的弹性势能为 E_{p1} , 物体 A、B 分离时的速度为 v , 从释放点到分离过程, 由于分离时弹簧处于原长状态, 根据系统机械能守恒可得 $E_{p1} = \frac{1}{2} \times 2mv^2 + 2mgx_1 \sin\theta$, 可得此时物体 A 的动能满足 $\frac{1}{2}mv^2 < \frac{E_{p1}}{2}$, 设分离后物体 A 向上运动到最大距离处时的弹性势能 E_{p2} , 物体 A 从分离到最高点增加的重力势能为 $\Delta E_{p重}$, 根据机械能守恒可得 $\frac{1}{2}mv^2 = E_{p2} + \Delta E_{p重}$, 可得 $E_{p2} < \frac{1}{2}mv^2 < \frac{E_{p1}}{2}$, 故 D 错误。故选 C。

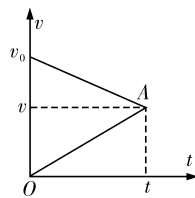
二、多选题(本题共 4 小题, 每小题 5 分, 共 20 分, 在每小题给出的四个选项中, 有多项符合题目要求。全部选对的得 5 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分)

| 题号 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|----|----|----|-----|
| 答案 | BD | BD | AB | ACD |

7. BD 【解析】根据 $\frac{GMm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ 可得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 由于飞船的轨道半径小于空间站的轨道半径, 则远距离导引完成后, 飞船绕地球运行的线速度大于空间站的线速度, 故 A 错误; 近距离导引过程中, 需要飞船点火加速, 则机械能增加, 故 B 正确; 姿态调整完成后, 飞船绕地球运行的轨道半径小于同步卫星的半径, 则周期小于 24 小时, 故 C 错误; 姿态调整完成后, 飞船沿径向接近空间站过程中, 需要控制飞船绕地球运行的角速度等于空间站的角速度, 故 D 正确。故选 BD。

8. BD 【解析】点电荷从 x_1 运动到 x_2 的过程中, 将运动阶段分成两段: 点电荷从 x_1 运动到 O 的过程中, 初速度为 0, 根据牛顿第二定律有 $a = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m}$, 电场强度 E 不变, 所以加速度 a 不变, 点电荷做匀加速运动; 点电荷从 O 运动到 x_2 的过程中, 根据牛顿第二定律有 $a = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m}$, 电场强度 E 先均匀增大再均匀减小, 所以加速度 a 先均匀增大再均匀减小, 速度不是均匀变化的, 故 A 错误, B 正确。点电荷从 O 运动到 x_1 的过程中, 根据动能定理有 $U_{Ox_1}q = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$, 点电荷从 O 运动到 x_2 的过程中, 根据动能定理有 $U_{Ox_2}q = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$, 所以电势差 $U_{Ox_1} = U_{Ox_2}$, 故 C 错误。点电荷在运动过程中仅有电场力做功, 动能和电势能之和保持不变, 点电荷在 x_1 、 x_2 位置动能最小, 则电势能最大, D 正确。

9. AB 【解析】法一: 设子弹的初速度为 v_0 , 与木块的共同速度为 v , 则由动量守恒定律有 $mv_0 = (M+m)v$; 系统产生的内能 $Q = fd = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m+M)v^2$, 木块得到的动能为 $E_{k1} = fs = \frac{1}{2}Mv^2$, 其中, f 为子弹与木块间的摩擦力, d 为子弹在木块内运动的位移, s 为木块相对于地面运动的位移, 变形可得 $Q = \frac{M+m}{m}E_{k1} > E_{k1}$, 故选项 A、B 正确。



法二: 本题也可用图像法, 画出子弹和木块的 $v-t$ 图像如图所示, 根据 $v-t$ 图像与坐标轴所围面积表示位移, $\triangle OAt$ 的面积表示木块的位移 s , $\triangle OA v_0$ 的面积表示子弹相对木块的位移 d , 系统产生的内能 $Q = fd$, 木块得到的动能 $E_{k1} = fs$, 从图像中很明显可以看出 $d > s$, 故系统产生的内能大于木块得到的动能。

10. ACD 【解析】根据粒子从 P 点垂直 ab 射入磁场, 从 Q 处进入无场区, 可判断粒子做圆周运动的半径 $R_1 = l$, 粒子在磁场中做圆周运动, 有 $qv_1B_0 = m\frac{v_1^2}{R_1}$, 解得 $\frac{qB_0}{m} = v_1$, 粒子速度变为 $v_2 = 2v_1$, 粒子在磁场中做圆周运动, 有 $R_2 = 2l$, 由数学知识可知, 粒子先以 Q 为圆心做 $\frac{2}{3}$ 个圆周运动到 ad 的中点 M, 再沿直线 MN 运动到 N ($Nc = l$), 再经过 $\frac{2}{3}$ 个圆周运动到 P 点, 沿直线 PM 运动到 M, 再经过 $\frac{2}{3}$ 个圆周运动到 N 点, 沿直线 NP 运动到 P, 之后重复上述运动, 粒子运动轨迹如图所示, 可知粒子在一个周期内经过 P 点两次。由 P 点沿圆弧运动到 M 点所用时间 $t_1 = \frac{2}{3} \times \frac{2\pi m}{qB_0}$, 由 M 点沿直线运动到 N 点所用时间 $t_2 = \frac{2\sqrt{3}l}{2v_1} = \frac{\sqrt{3}m}{qB_0}$, 粒子以 $2v_1$ 垂直 ab 向外经过 P, 则粒子运动的时间 $t = k(3t_1 + 3t_2)$, $k = 1, 2, 3$, 粒子运动的路程 $s = 2v_1k(3t_1 + 3t_2) = 2k(4\pi l + 3\sqrt{3}l)$, $k = 1, 2, 3$, 当 $k = 2$ 时为 A 选项, 而 B 选项无法取到, 故 A 正确, B 错误; 粒子以 $2v_1$ 大小与 ab 方向成 30° 角经过 P, 则 $t' = 2t_1 + t_2 + k(3t_1 + 3t_2)$, $k = 0, 1, 2, 3$,

粒子运动的路程 $s' = 2v_1 t' = 2 \left[\frac{8\pi l}{3} + \sqrt{3}l + k(4\pi l + 3\sqrt{3}l) \right]$, $k=0,1,2,3$, 当 $k=2$ 时为 C 选项, 当 $k=3$ 时为 D 选项, 故 CD 正确。故选 ACD。

三、实验题(本题共 2 小题,共 13 分)

11. (5 分,每空 1 分)(1)13.45 (2)升高 (3)> (4) $\frac{m_B}{\Delta t_1} = \frac{m_A}{\Delta t_3} - \frac{m_B}{\Delta t_2}$ (5)无

【解析】(1)图中读数为 13 mm+9×0.05 mm=13.45 mm

(2)滑块通过光电门 1 的时间大于通过光电门 2 的时间,说明光电门 1 到光电门 2 为加速运动,则左端较高,因此可调节 Q 使轨道右端升高。

(3)滑块 B 与 A 碰撞后被弹回,根据碰撞规律可知滑块 B 的质量较小,则有 $m_A > m_B$ 。

(4)若碰撞过程中动量守恒,取水平向左为正方向,根据公式有 $m_B \cdot \frac{d}{\Delta t_1} = m_A \cdot \frac{d}{\Delta t_3} - m_B \cdot \frac{d}{\Delta t_2}$,

整理得 $\frac{m_B}{\Delta t_1} = \frac{m_A}{\Delta t_3} - \frac{m_B}{\Delta t_2}$ 。

(5)根据(4)中分析可得最后的验证式中跟遮光条的宽度 d 无关,所以遮光条宽度的测量值有误差对验证碰撞过程动量守恒无影响。

12. (8 分)(2)见解析(1 分)

(3)1.4(2 分) 23(2 分) (4)小(3 分)

【解析】(2) $\frac{1}{U} - \frac{1}{R}$ 图线如下图 1 所示

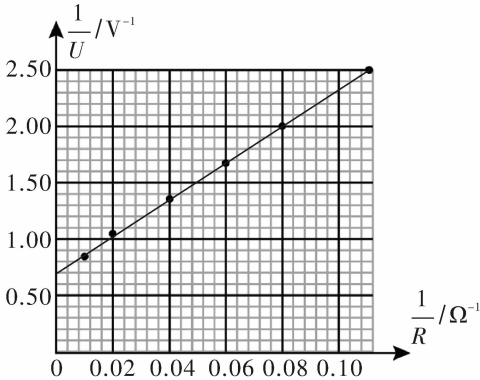


图 1

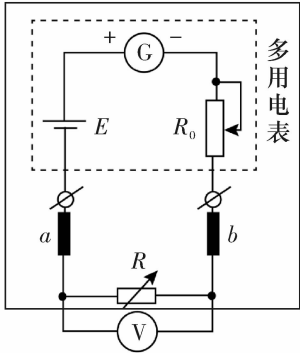


图 2

(3)根据欧姆定律得 $I = \frac{E}{R+r}$, $I = \frac{U}{R}$, 解得 $\frac{1}{U} = \frac{r}{E} \cdot \frac{1}{R} + \frac{1}{E}$

根据图像得 $\frac{1}{E} = 0.70$, $\frac{r}{E} = \frac{2.50 - 0.70}{0.11}$, 解得 $E = 1.4 \text{ V}$, $r = 23 \text{ } \Omega$

(4)电动势的测量值等于实线框内(见图 2)电路两端的电压,即电动势的测量值等于多用电表的路端电压,小于电源电动势,测量值比真实值偏小。

四、计算题(本题共 3 小题,共 43 分)

13. (10 分)【解析】(1)从左向右看,受力分析如图所示 (2 分)

由平衡条件得

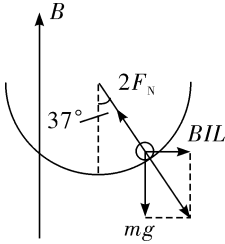
$BIL = mg \tan 37^\circ$ (2 分)

解得 $B = \frac{3mg}{4IL}$ (2 分)

(2)两个导轨对棒的支持力为 $2F_N$, 满足

$2F_N \cos 37^\circ = mg$ (2 分)

解得 $F_N = \frac{5}{8} mg$ (2 分)



14. (15 分)【解析】(1)设人相对滑板 A 起跳的竖直速度至少为 v_y ,

则有 $v_y^2 = 2gh$ (2 分)

因为人与滑板 A 的水平速度相同,所以人跳离滑板 A 时相对地面的最小速度大小为

$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = 4 \text{ m/s}$ (2 分)

(2)人跳起后, A 与 B 碰撞前后动量守恒,机械能守恒,设碰后 A 的速度为 v_1 , B 的速度为 v_2 , 则有

$m_A v_0 = m_A v_1 + m_B v_2$ (2 分)

$$\frac{1}{2}m_A v_0^2 = \frac{1}{2}m_A v_1^2 + \frac{1}{2}m_B v_2^2 \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得: } v_1 = -\frac{1}{6} \text{ m/s}, v_2 = \frac{1}{3} \text{ m/s} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

(3)人下落与B作用前后,水平方向动量守恒,设共同速度为 v_3 ,
 则有 $m_A v_0 + m_B v_2 = (m_A + m_B) v_3 \dots\dots\dots (3 \text{ 分})$

$$\text{代入数据得: } v_3 = \frac{7}{15} \text{ m/s} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

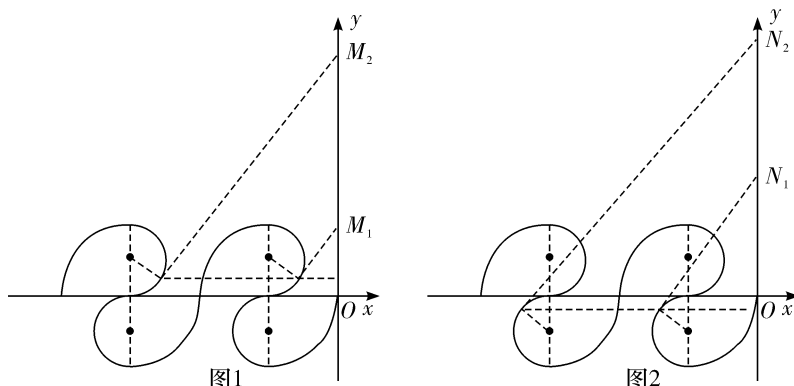
15. (18分)【解析】(1)在 $x>0$ 的区域内,液滴在竖直方向上做自由落体运动,则有 $y = \frac{1}{2}gt_1^2, v = gt_1$

$$\text{解得: } t_1 = 0.4 \text{ s}, v = 4 \text{ m/s} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$\text{液滴在水平方向上做匀减速运动减速到 } 0, x = \frac{1}{2}at_1^2, qE_1 = ma \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得: } E_1 = 1.875 \text{ N/C} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

(2)液滴进入 $x<0$ 的区域后,由于 $qE_2 = mg$,液滴做匀速圆周运动,运动轨迹如图1所示.



其做圆周运动的大、小圆半径分别为 r_1, r_2 ,运动周期分别为 T_1, T_2

$$\text{由 } qvB_0 = m \frac{v^2}{r_1}, 2qvB_0 = m \frac{v^2}{r_2} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得: } r_1 = 2 \text{ m}, r_2 = 1 \text{ m} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{又 } T_1 = \frac{2\pi m}{qB_0}, T_2 = \frac{\pi m}{qB_0} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得: } T_1 = \pi \text{ s}, T_2 = \frac{\pi}{2} \text{ s} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{液滴从 } P \text{ 点到第二次穿过 } x \text{ 轴经过的时间 } t = t_1 + \frac{T_1}{4} + \frac{T_2}{2} = \left(\frac{\pi}{2} + 0.4 \right) \text{ s} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

(3)情形一:若磁场消失时,液滴在 x 轴上方,如图1所示

$$OM_1 = \frac{r_1 - r_2 \cos 37^\circ}{\tan 37^\circ} + r_2 (1 - \sin 37^\circ) = 2 \text{ m} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$OM_2 = \frac{3r_1 - r_2 \cos 37^\circ}{\tan 37^\circ} + r_2 (1 - \sin 37^\circ) = \frac{22}{3} \text{ m} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{根据周期性可得,液滴穿过 } y \text{ 轴时的坐标 } y_n \text{ 满足: } y_n = \frac{(2n-1)r_1 - r_2 \cos 37^\circ}{\tan 37^\circ} + r_2 (1 - \sin 37^\circ) \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得: } y_n = \frac{16n-10}{3} \text{ m} (n=1, 2, 3, \dots) \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

情形二:若磁场消失时,液滴在 x 轴下方,如图2所示

$$ON_1 = \frac{r_1 + r_2 \cos 37^\circ}{\tan 37^\circ} - r_2 (1 - \sin 37^\circ) = \frac{10}{3} \text{ m} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$ON_2 = \frac{3r_1 + r_2 \cos 37^\circ}{\tan 37^\circ} - r_2 (1 - \sin 37^\circ) = \frac{26}{3} \text{ m} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{根据周期性可得,液滴穿过 } y \text{ 轴时的坐标 } y_n \text{ 满足: } y_n = \frac{(2n-1)r_1 + r_2 \cos 37^\circ}{\tan 37^\circ} - r_2 (1 - \sin 37^\circ) \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得: } y_n = \frac{16n-6}{3} \text{ m} (n=1, 2, 3, \dots) \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$