

题号	1	2	3	4	5	6	7	8
答案	D	A	C	C	CD	AB	BD	BD

一、单项选择题:本题共 4 小题,每小题 4 分,共 16 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。

1.【答案】D

【解析】根据质量数和电荷数守恒可知,Y 为 α 粒子,贯穿能力很弱,A 错误;衰变会释放能量,B 错误;半衰期是大量原子核衰变的统计规律,少量原子核不适用,C 错误;衰变过程释放能量,生成物的比结合能大,D 正确。

2.【答案】A

【解析】根据动量定理, $\frac{1}{2}(F_1+F_2)t-\mu mg t=0$,解得 $\mu=0.3$,由图乙可知, $t=1$ s 时,拉力大小 $F=7$ N,根据牛顿第二定律 $F-\mu mg=ma$,解得 $a=0.5$ m/s²,A 正确。

3.【答案】C

【解析】设甲图中线框的面积为 S_1 、乙图中线框的面积为 S_2 ,线框甲中的电动势有效值 $E_1=\frac{\sqrt{2}}{2}BS_1\omega$,图乙中线框转动产生的电动势有效值 $E_2=\sqrt{2}BS_2\omega$,图丙中线框转动产生的电动势有效值 $E_3=\frac{\sqrt{2}}{2}BS_3\times 3\omega$,根据几何关系 $S_3=\frac{S_1+S_2}{2}$,解得 $E_3=\frac{3}{2}E_1+\frac{3}{4}E_2$,C 正确。

4.【答案】C

【解析】设光在 A 点的折射角为 r ,则 $n=\frac{\sin\theta}{\sin r}$,根据题意知,光在液面刚好发生全反射的临界角 $C=r+37^\circ$,则 $\sin(r+37^\circ)=\frac{1}{n}$,解得 $\tan r=\frac{3}{4}$,则液体对光的折射率 $n=\frac{25}{24}$,C 正确。

二、多项选择题:本题共 4 小题,每小题 6 分,共 24 分。每小题有两项符合题目要求。全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。

5.【答案】CD

【解析】由于 $AB=CD$,所以圆轨道的半径和椭圆轨道的半长轴相等,根据开普勒第三定律可知,甲、乙两卫星运行的周期相等,A 错误;由于甲、乙运行周期相同,因此如果第一周甲经过 P 点时不能与乙相遇,则此后永远不可能在 P 点相遇,B 错误;甲卫星经过 P 点时的加速度与乙卫星经过 P 点时的加速度大小相等、方向相同,均指向地心,C 正确;乙卫星在 B 点速度大于卫星在经过 B 点的圆轨道上速度,卫星在经过 B 点的圆轨道上运行速度大于甲卫星运行的速度,同理分析,乙卫星在 D 点速度小于卫星在经过 D 点的圆轨道上的速度,而卫星在经过 D 点的圆轨道上的速度小于甲卫星在 C 点的速度,D 正确。

6.【答案】AB

【解析】工件加速运动过程中,摩擦力大小不变,速度增大,摩擦力做功的功率变大,匀速运动时,为静摩擦力,大小不变,摩擦力做功的功率不变,A 正确;工件匀速运动时,工件的机械能增大,传送带对工件做正功,B 正确;若传送带匀速运行的速度减小些,工件从 A 运动到 B 重力势能增量不变,动能增量减小,传送带对工件做功减小,C 错误;若传送带匀速运动的速度增大,工件运动到 B 点的速度增大,动能增量增大,传送带对工件做功增多,D 错误。

7. 【答案】BD

【解析】粒子从 $x=0$ 运动到 $x=x_0$ 的过程中, 电场强度越来越大, 加速度逐渐增大, A 错误; 粒子从 $x=0$ 运动到 $x=x_0$ 的过程中, 电场力做功为 $W_1 = qU_1 = qS_1$, B 正确; 粒子运动到 $x=2x_0$ 处的速度最大, C 错误; 根据动能定理 $qS_1 + q(S_2 + S_2) = \frac{1}{2}mv_m^2$, 解得 $v_m = 2\sqrt{\frac{qS_1}{m}}$, D 正确.

8. 【答案】BD

【解析】根据牛顿第二定律, $\frac{B^2 L^2 v_0}{2R} = ma$, 金属棒 a 进磁场时的加速度大小为 $a = \frac{B^2 L^2 v_0}{2mR}$, A 错误; 由于 a 、 b 两金属棒从导轨 MN 端水平抛出后做平抛运动的水平位移之比为 $2:1$, 因此 a 、 b 离开轨道时的速度大小之比为 $2:1$, 设 b 离开轨道时的速度大小为 v , 则 a 离开轨道时的速度大小为 $2v$, 根据动量守恒定律 $mv_0 = 2mv + mv$, 解得 $v = \frac{1}{3}v_0$, 金属棒 b 做平抛运动的水平位移 $x = v\sqrt{\frac{2h}{g}} = \frac{v_0}{3}\sqrt{\frac{2h}{g}}$, B 正确; 金属棒 a 中产生的焦耳热 $Q = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}m\left(\frac{1}{3}v_0\right)^2 - \frac{1}{2}m\left(\frac{2}{3}v_0\right)^2 \right] = \frac{1}{9}mv_0^2$, C 错误; 设两金属棒在磁场中相对运动的位移为 x , 对 a 研究, 根据动量定理 $B\frac{BLx}{2R}L = mv_0 - m \times \frac{2}{3}v_0$, 解得 $x = \frac{2mRv_0}{3B^2 L^2}$, D 正确.

三、非选择题: 共 60 分. 考生根据要求作答.

9. 【答案】(3 分)

变大(1 分, 其他结果均不得分) 变大(2 分, 其他结果均不得分)

【解析】将 Q 端缓慢水平向右移, 导线的有效长度变大, 受到的安培力变大; 将 Q 端缓慢竖直向下移, 导线的有效长度变大, 导线受到的安培力变大.

10. 【答案】(3 分)

负(1 分, 其他结果均不得分) 2.25(或 $\frac{9}{4}$, 2 分)

【解析】由质点 P 的振动方程可知, 波动周期 $T=1$ s, $t=0$ 时刻质点 P 在平衡位置向上振动, 则 $t=0.5$ s 时刻, 质点 P 在平衡位置向下振动, 由此可知, 波沿 x 轴负方向传播; 由图像可知, 波长 $\lambda=2$ m, 波速 $v = \frac{\lambda}{T} = 2$ m/s; 质点 P 的平衡位置坐标 $x=2$ m + 2 m $\times \frac{1}{8} = 2.25$ m.

11. 【答案】(3 分)

$\left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right) \frac{mv_0}{qB}$ (1 分, 其他结果均不得分) $\frac{\sqrt{15}mv_0}{2qB}$ (1 分, 其他结果均不得分) 不(1 分, 其他结果均不得分)

【解析】根据题意, 粒子在磁场中做圆周运动的半径 $r = \frac{mv_0}{qB}$, 则荧光屏到 y 轴的距离为 $\frac{r}{2}$, 沿 x 轴正向射出的粒子经磁场偏转后, 打在荧光屏上的位置离 x 轴的最近距离 $y_1 = r + r\cos 30^\circ = \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right) \frac{mv_0}{qB}$; 所有粒子打在荧光屏上的位置离 x 轴的最远距离为 $y_2 = \sqrt{(2r)^2 - \left(\frac{r}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{15}mv_0}{2qB}$; 通过旋转圆可知, 当粒子打在荧光屏上的位置到最高点时, 粒子打在荧光屏上时的速度垂直于直径并不垂直荧光屏, 因此粒子不可能垂直打在荧光屏上.

12. 【答案】(6 分)

(1) ACD(2 分, 部分选对得 1 分, 有选错的不得分)

(2) $\sqrt{x_0} + \sqrt{x_1} = \sqrt{x_2}$ (2 分, 结果正确, 形式不同可以同样得分)

(3) $x_0 = 4x_3$ (2 分, 或 $\sqrt{x_0} = 2\sqrt{x_3}$, 结果正确, 形式不同可以同样得分)

【解析】(1) 根据实验原理可知, 实验中需要小物块 A 两次均从曲面轨道上的同一位置由静止释放, 以保证它经过 O 点时的速度相同, A 正确; 根据动能定理可知, 实验中不需要保证曲面轨道光滑, B 错误; 动量守恒定律的关系式涉及物体的质量, 所以需要测量小物块 A、B 的质量 m_A 、 m_B , C 正确; 为了防止碰撞后小物块 A 反弹, 因此小物块 A、B 的质量需要满足 $m_A > m_B$, D 正确;

(2) 由于小物块的材质相同, 则小物块与水平桌面之间的动摩擦因数相同, 对小物块, 根据牛顿第二定律可得 $\mu mg = ma$, 解得小物块做匀减速直线运动的加速度均为 $a = \mu g$. 单独释放小物块 A 时, 设其经过 O 点时的速度为 v_0 , 根据匀变速直线运动的规律有 $0 - v_0^2 = -2ax_0$, 设小物块 A、B 在 O 点碰撞后瞬间的速度分别为 v_1 、 v_2 , 则有 $0 - v_1^2 = -2ax_1$, $0 - v_2^2 = -2ax_2$, 碰撞过程中由动量守恒定律, 可得 $m_A v_0 = m_A v_1 + m_B v_2$, 整理可得 $m_A \sqrt{x_0} = m_A \sqrt{x_1} + m_B \sqrt{x_2}$, 若小物块 A、B 发生弹性碰撞, 则由机械能守恒定律可得 $\frac{1}{2} m_A v_0^2 = \frac{1}{2} m_A v_1^2 + \frac{1}{2} m_B v_2^2$, 整理可得 $m_A x_0 = m_A x_1 + m_B x_2$, 联立解得 $\sqrt{x_0} + \sqrt{x_1} = \sqrt{x_2}$;

(3) 设小物块 A、C 在 O 点碰撞后瞬间的速度为 v_3 , 则有 $0 - v_3^2 = -2ax_3$, 碰撞过程中动量守恒, 则有 $m_A v_0 = (m_A + m_C) v_3$, 联立解得 $x_0 = 4x_3$.

13. **【答案】**(8 分)

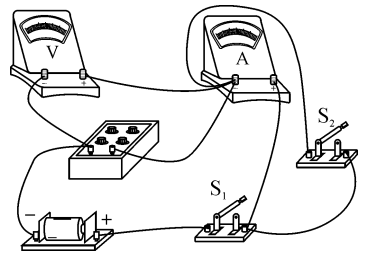
(1) 如图所示(2 分, 其他正确接法都对)

(2) $\frac{UR_0}{IR_0 - U}$ (2 分, 其他结果均不得分)

(3) $\frac{R_V}{bR_V - k}$ $\frac{kR_V}{bR_V - k}$ (每空 2 分, 其他结果均不得分)

【解析】(2) 根据欧姆定律, $R_V = \frac{U}{I - \frac{U}{R_0}} = \frac{UR_0}{IR_0 - U}$.

(3) 根据闭合电路欧姆定律, $E = U + \left(\frac{U}{R} + \frac{U}{R_V}\right)r$, 得到 $\frac{1}{U} = \frac{r}{E} \cdot \frac{1}{R} + \frac{1}{E} \left(1 + \frac{r}{R_V}\right)$, 结合题意, $k = \frac{r}{E}$, $\frac{1}{E} \left(1 + \frac{r}{R_V}\right) = b$, 解得 $E = \frac{R_V}{bR_V - k}$, $r = \frac{kR_V}{bR_V - k}$.



14. **【答案】**(1) $\frac{(4k-1)mg}{S}$ (2) $\frac{3(4k-1)}{16} T_0$

【解析】(1) 对 B 部分气体研究, 设温度升高后 B 部分气体的压强为 p_B

根据理想气体状态方程 $\frac{\frac{5mg}{S}hS}{T_0} = \frac{p_B \cdot \frac{5}{4}hS}{kT_0}$ (2 分)

解得 $p_B = \frac{4kmg}{S}$ (1 分)

设升温后 A 气体的压强为 p_A , 对活塞研究, 则 $p_A = \frac{4kmg}{S} - \frac{mg}{S} = \frac{(4k-1)mg}{S}$ (1 分)

按步骤得分, 步骤齐全且结果正确, 得满分; 若结果错误, 扣除结果分后, 其余按步骤得分.

(2) 开始时, A 部分气体的压强 $p_{A0} = \frac{5mg}{S} - \frac{mg}{S} = \frac{4mg}{S}$ (1 分)

设升温后 A 部分气体的温度为 T_A , 根据理想气体状态方程 $\frac{\frac{4mg}{S}hS}{T_0} = \frac{\frac{(4k-1)mg}{S} \times \frac{3}{4}hS}{T_A}$ (2 分)

解得 $T_A = \frac{3(4k-1)}{16} T_0$ (1 分)

按步骤得分, 步骤齐全且结果正确, 得满分; 若结果错误, 扣除结果分后, 其余按步骤得分.

15.【答案】(1) 1×10^{-4} T (2)1 m 30° (3) $25 \sqrt{53+8\sqrt{3}}$ N/C

【解析】(1)设粒子在磁场 I 中做圆周运动的圆心在 O_1 点,在磁场 II 中做圆周运动的的圆心在 O_2 点, O_1O_2

与 x 轴的夹角为 θ ,根据几何关系 $\sin \theta = \frac{r}{2r} = \frac{1}{2}$ (1分)

解得 $\theta = 30^\circ$ (1分)

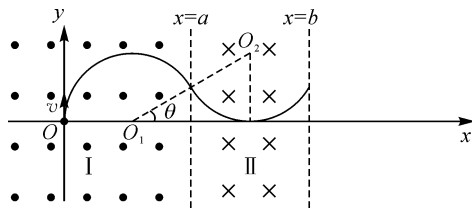
设粒子在磁场中做圆周运动的半径为 r ,根据题意

$$r + r \cos 30^\circ = a$$

解得 $r = 2$ m (1分)

$$\text{根据牛顿第二定律 } qv_0 B = m \frac{v_0^2}{r}$$

解得 $B = 1 \times 10^{-4}$ T (1分)



按步骤得分,步骤齐全且结果正确,得满分;若结果错误,扣除结果分后,其余按步骤得分.

(2)设粒子在磁场 II 中与 x 轴相切点的坐标为 $x = x_1$,则 $x_1 = r + 2r \cos \theta = (2 + 2\sqrt{3})$ m (1分)

由于 $x = a$ 和 $x = b$ 之间的距离为 $2\sqrt{3}$ m,因此切点刚好在 $x = a$ 和 $x = b$ 连线中点,根据对称性,粒子在 $x = b$ 点出射点的位置到 x 轴的距离 $d = r \sin \theta = 1$ m (1分)

设粒子进入电场时速度方向与 $x = b$ 之间的夹角为 α ,根据对称性可知, $\alpha = \theta = 30^\circ$ (1分)

按步骤得分,步骤齐全且结果正确,得满分;若结果错误,扣除结果分后,其余按步骤得分.

(3)粒子经电场偏转后第一次经过 x 轴时位置为 $x = (4 + 3\sqrt{3})$ m、方向垂直于 x 轴,设电场强度沿 x 轴方向的分量为 E_1 .粒子沿 x 轴方向做匀减速直线运动,则

$$\Delta x = \frac{1}{2} v_x t \quad (1分)$$

$$v_x = v_0 \sin 30^\circ$$

$$\Delta x = (4 + 3\sqrt{3}) \text{ m} - b = 2 \text{ m} \quad (1分)$$

$$\text{又 } v_x = a_1 t$$

$$\text{根据牛顿第二定律 } qE_1 = ma_1$$

解得 $E_1 = 50$ N/C (1分)

设匀强电场沿 y 轴方向的分量为 E_2 ,沿 y 轴方向的加速度大小 $a_2 = \frac{qE_2}{m}$ (1分)

$$\text{根据运动学公式 } -d = v_y t - \frac{1}{2} a_2 t^2$$

$$v_y = v_0 \cos 30^\circ$$

解得 $E_2 = (100\sqrt{3} + 25)$ N/C (1分)

因此匀强电场的电场强度大小 $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = 25 \sqrt{53 + 8\sqrt{3}}$ N/C (1分)

按步骤得分,步骤齐全且结果正确,得满分;若结果错误,扣除结果分后,其余按步骤得分.

16.【答案】(1)2 m/s (2)0.8 s (3) $0.8n(n-1) + 0.4$ (m) ($n=1,2,3,\dots$)

【解析】(1)设 B 与 A 碰前 B 的速度大小为 v_0 ,根据动能定理有 $FL = \frac{1}{2} m v_0^2 - 0$ (1分)

解得 $v_0 = 2$ m/s (1分)

按步骤得分,步骤齐全且结果正确,得满分;若结果错误,扣除结果分后,其余按步骤得分.

(2) A 与 B 的碰撞为弹性碰撞,设碰撞后 B 的速度大小为 v_1 、 A 的速度大小为 v_2 ,根据动量守恒定律有 $m v_0 = m v_1 + m v_2$ (1分)

根据能量守恒定律有 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2$ (1分)

解得 $v_1 = 0, v_2 = 2 \text{ m/s}$ (1分)

碰撞后 A 做匀速直线运动, B 做初速度为零的匀加速度直线运动.

碰撞前, B 做匀加速运动的加速度 $a_B = \frac{F}{m} = 5 \text{ m/s}^2$ (1分)

设第一次碰撞后到第二次碰撞所用时间为 t_1 , 则 $v_2 t_1 = \frac{1}{2} a_B t_1^2$

解得 $t_1 = 0.8 \text{ s}$ (1分)

按步骤得分, 步骤齐全且结果正确, 得满分; 若结果错误, 扣除结果分后, 其余按步骤得分.

(3) 第二次碰撞前瞬间 B 速度 $v_0' = a_B t_1 = 4 \text{ m/s}$ (1分)

设 B 与 A 第二次碰后速度分别为 v_1', v_2' , 由动量守恒定律与能量守恒定律得

$$mv_0' + mv_2 = mv_1' + mv_2' \quad (1 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{2}mv_0'^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}mv_1'^2 + \frac{1}{2}mv_2'^2$$

解得 $v_1' = 2 \text{ m/s}, v_2' = 4 \text{ m/s}$ (1分)

由于 A、B 质量相等, 两者发生弹性碰撞后, 速度发生交换, 根据上述弹性碰撞动量守恒定律与机械能守恒定律表达式求出的碰后速度可知, 碰撞后, B 对 A 的相对速度大小仍然为 $v_{\text{相}} = 2 \text{ m/s}$

相对加速度为 $a_{\text{相}} = a_B = 5 \text{ m/s}^2$ (1分)

若前一次碰撞到后一次碰撞经历时间为 Δt , 则有 $0 = v_{\text{相}} \Delta t - \frac{1}{2} a_{\text{相}} (\Delta t)^2$

解得 $\Delta t = 0.8 \text{ s}$ (1分)

可知, 从第一次碰撞后, 每经历相同的 $\Delta t = 0.8 \text{ s}$, 两者就碰撞一次, $v_{\text{相}} = -a_B \Delta t = -2 \text{ m/s}$ (1分)

即每一次碰撞前瞬间, A 的速度均比 B 的速度小 2 m/s , 由于 A、B 质量相等, 两者发生弹性碰撞后, 速度发生交换, 则每一次碰撞后, A 的速度均增大 2 m/s .

结合上述, 第一次碰后到第二次碰时 A 的位移 $x_1 = v_1' \Delta t = 2 \times 0.8 \text{ m} = 1.6 \text{ m}$ (1分)

第二次碰后到第三次碰时 A 的位移 $x_2 = v_2' t = 4 \times 0.8 \text{ m} = 3.2 \text{ m}$

第 $(n-1)$ 次碰后 A 的位移 $x_{n-1} = v_{n-1}' t = 2(n-1) \times 0.8 \text{ m} = 1.6(n-1) \text{ m}$ ($n=1, 2, 3, \dots$) (1分)

物块 B 从初始位置到第 n 次碰撞时, 物块 B 的位移 $x_{\text{总}} = 1.6[1+2+\dots+(n-1)] + 0.4$

解得 $x_{\text{总}} = 0.8n(n-1) + 0.4 \text{ (m)}$ ($n=1, 2, 3, \dots$) (1分)

按步骤得分, 步骤齐全且结果正确, 得满分; 若结果错误, 扣除结果分后, 其余按步骤得分.