

## 物理参考答案

选择题：共 10 小题，共 43 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 4 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	A	C	D	C	B	C	D	AD	BD	BC

**【解析】**

3. 轨道高度加倍，线速度会变小，故 A 错误。周期一定比同步卫星的 24 小时周期小，故 B 错误。由于该卫星轨道近似于近地卫星，线速度接近 7.9km/s，故 C 错误。向心加速度

$$a = \frac{GM}{r^2}, \text{ 代入相关数据计算，可知 D 正确。}$$

4. 根据动量守恒，飞行器动量变化量方向应与喷气方向相反，故 A 错误。每次喷气后，飞行器的总质量减小而喷气的动量变化量不变，导致飞行器速度变化增量不同，故 B 错误。根

据动量守恒： $n$  次喷气后， $n \cdot \Delta m \cdot v = (M - n \cdot \Delta m)v_M$ ，得  $v_M = \frac{n \cdot \Delta m \cdot v}{M - n \cdot \Delta m}$ ，故 C 正确。

飞行器加速利用的是飞行器喷气的反作用力，故 D 错误。

5. 导体棒受安培力偏左，由左手定则可判断，导体棒中电流方向为由  $a$  指向  $b$ ，故 A 错误。由受力分析可知，安培力始终与悬线拉力垂直， $T = mg \cos \theta$ ，悬线与竖直方向的夹角变大，则  $T$  变小， $F_{安} = mg \sin \theta = BIL$ ， $F_{安}$  变大，电流应变大，故 B 正确，C 错误。安培力做正功，故 D 错误。

6. 一群处于  $n = 4$  能级的氢原子向低能级跃迁时最多可产生  $C_4^2 = 6$  种光子，故 A 错误。图乙中不知道电源正负极，没办法判断在光电管 AK 之间加的正向还是反向电压，所以滑片 P 向右滑动时，电流变化情况没法判断，故 B 错误。只有频率为  $\nu_a$  和  $\nu_b$  的光能使它发生光电效应，那么这两种光子必定是  $n = 4$  能级向  $n = 1$  能级跃迁和  $n = 3$  能级向  $n = 1$  能级跃迁产生的，由图丙可知  $b$  光的频率较大，则  $b$  光为  $n = 4$  能级向  $n = 1$  能级跃迁产生的，所以  $b$  光的光子能量为 12.75eV，故 C 正确。产生的光电子运动方向为由 K 极指向 A 极，则电流方向为由 A 极指向 K 极，故 D 错误。

7. 气体压强是由气体分子对器壁的碰撞导致的，故 A 错误。对气缸和活塞整体分析有  $F = (M + m)g \sin \theta$ ，对活塞受力分析有  $F + p_1 S = mg \sin \theta + p_0 S$ ，代入数据解得  $p_1 = 8 \times 10^4 \text{ Pa}$ ，故 B 错误。气缸内气体的温度从  $T_1$  上升到  $T_2$ ，此时气缸底部恰好接触到斜面底端的挡板的过程中，封闭气体的压强不变，则有  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ ，得  $T_2 = 280 \text{ K}$ ，故 C 错误。该过程中内能增大，为  $\Delta U = kT_2 - kT_1$ ，气体对外做功  $W = -p_1(V_2 - V_1)$ ，根据热力学第一定律有  $\Delta U = W + Q$ ，解得  $Q = 0.1 \text{ J}$ ，故 D 正确。
9. 两列波的振幅均为  $A$ ，故 A 错误。两列波振动频率相同，振动方向均沿  $y$  轴，会发生干涉现象，故 B 正确。质点只会在  $y$  方向振动，可知 C 错误。此时  $M$  点和  $N$  点振动方向相同，将这两点看成波源，则点  $C$  到这两点的波程差为  $0.5 \text{ m}$ ，为 1 倍半波长，即奇数倍半波长，所以  $C$  点为减弱点，故 D 正确。
10. 根据题意可知  $Eq = mg$ ，重力与电场力的合力为  $\sqrt{2}mg$ ，方向垂直于  $AB$  面向下，滑块在  $AB$  轨道下滑时，有  $-\mu\sqrt{2}mg = ma$ ，解得  $a = -g$ ，加速度大小为  $g$ ，故 A 错误。由几何关系可知  $x_{PB} = R$ ，滑块在  $BC$  轨道的  $B$  点对轨道有最大压力，设此时滑块的速度为  $v$ ，轨道对滑块的支持力为  $F_N$ ，有  $-\mu\sqrt{2}mgx_{PB} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ，解得  $v = \sqrt{2gR}$ ，根据牛顿第二定律，有  $F_N = \sqrt{2}mg + m\frac{v^2}{R}$ ，解得  $F_N = (2 + \sqrt{2})mg$ ，根据牛顿第三定律，滑块在  $BC$  轨道中对轨道的最大压力为  $F'_N = F_N = (2 + \sqrt{2})mg$ ，故 B 正确。从  $B$  点到  $C$  点，电场力做负功，滑块需克服电场力做功为  $W_{克} = Eq \cdot \sqrt{2}R = \sqrt{2}mgR > \frac{1}{2}mv^2$ ，所以滑块在到达  $C$  点前已经减速到 0，后反向滑回到  $B$  点，滑块从  $B$  点出发到滑回到  $B$  点的过程中，合力做功为零，所以速度大小不变，仍为  $v$ ，然后沿  $BA$  轨道上向上滑行，由于在  $BA$  轨道只有摩擦力做负功，所以最后会停在  $AB$  轨道上，故 C 正确。分析可知，滑块滑回  $B$  点时，速度依然为  $v = \sqrt{2gR}$ ，设在  $AB$  轨道上滑行  $x_1$  后减速为 0，有  $-\mu\sqrt{2}mgx_1 = 0 - \frac{1}{2}mv^2$ ，解得  $x_1 = R$ ，所以滑块在  $AB$  轨道上运动的总路程为  $s = x_{PB} + x_1 = 2R$ ，故 D 错误。



非选择题：共 5 小题，共 57 分。

11. (除特殊标注外，每空 2 分，共 7 分)

(1) AC

(2)  $\frac{4}{3}$

(3) 偏大 (3 分)

【解析】(3) 根据  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ ，图丙中相当于  $i$  和  $r$  都减小相同的角度  $\Delta\theta$ ，因  $r < i$ ，根据

三角函数的性质可判断  $\frac{\sin i}{\sin r} < \frac{\sin(i - \Delta\theta)}{\sin(r - \Delta\theta)}$ ，故折射率测量值偏大。

12. (除特殊标注外，每空 2 分，共 9 分)

(2) B

(3)  $b_1 \quad \frac{b_1}{a_3} - \frac{b_1}{a_1}$

(4)  $\left(\frac{b_1}{d} - 1\right)\left(\frac{b_1}{a_3} - \frac{b_1}{a_1}\right)$  (3 分)

【解析】(2) 闭合开关  $S_1$  和  $S_2$  时， $R_x$  被短路，此时有  $U = E - I(r + R_A)$ ，则  $U - I$  图像的纵截距为  $E$ ，斜率的绝对值为  $r + R_A$ ；断开开关  $S_2$  时， $R_x$  接入电路，此时  $U = E - I(R_x + r + R_A)$ ，则  $U - I$  图像的纵截距为  $E$ ，斜率的绝对值为  $R_x + r + R_A$ ，可见图像①和②的纵截距相同，但图像②的斜率的绝对值更大，故 B 正确。

(3) 由 (2) 结合图知，电源电动势  $E = b_1$ ， $r + R_A = \frac{b_1}{a_1}$ ， $R_x + r + R_A = \frac{b_1}{a_3}$ ；联立可得待

测电阻的阻值为  $R_x = \frac{b_1}{a_3} - \frac{b_1}{a_1}$ 。

(4) 图乙中由闭合电路欧姆定律有  $E = (U + IR_A) + \left(I + \frac{U + IR_A}{R_x}\right)r$ ，化简得  $U = \frac{R_x}{r + R_x}E -$

$\left(\frac{rR_x}{r + R_x} + R_A\right)I$ ，即  $d = \frac{R_x}{r + R_x}E$ ，结合 (3) 中  $E$  和  $R_x$  的结果可得  $r = \left(\frac{b_1}{d} - 1\right)\left(\frac{b_1}{a_3} - \frac{b_1}{a_1}\right)$ 。



13. (10分)

解：(1) 小球在竖直方向做自由落体运动，落地所需时间  $t_0 = \sqrt{\frac{2H}{g}} = 1\text{s}$  ①

小球在水平方向做匀减速运动  $x = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2$  ②

可得  $a = 5\text{m/s}^2$

小球所受风力大小  $F = ma$  ③

可得  $F = 5\text{N}$  ④

(2) 小球射出至落地的过程由动能定理有  $mgH - Fx_{OA} = E_k - \frac{1}{2} m v_0^2$  ⑤

得  $E_k = 50\text{J}$  ⑥

或：

竖直方向速度  $v_y = gt = 10\text{m/s}$  (1分)

水平方向速度  $v_x = v_0 - at = 0$  (1分)

动能  $E_k = \frac{1}{2} m v_y^2 = 50\text{J}$  (2分)

(列动能定理“分量式”求解得出正确答案的扣1分)

评分标准：本题共10分。正确得出③、④式各给1分，其余各式各给2分。

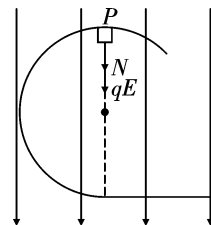
14. (13分)

解：(1) 小滑块运动到位置  $P_2$  时速度为  $v_1$ ，由动能定理得  $-\mu mgl = \frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$  ①

解得  $v_1 = \sqrt{v_0^2 - 2\mu gl}$  ②

(2) 由题意可知，电场方向如图，场强最大时，小滑块恰能通过位置  $P$ ，后沿挡板滑至  $P_5$ ，设小滑块在位置  $P$  的速度为  $v$ ，匀强电场的电场强度为  $E$ ，由动能定理得

$-\mu mgl - qE \cdot 2r = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$  ③





$$\text{恰能通过图示位置 } P \text{ 时, } N=0, \text{ 有 } qE = m \frac{v^2}{r} \quad \textcircled{4}$$

$$\text{可得 } E = \frac{m(v_0^2 - 2\mu gl)}{5qr} \quad \textcircled{5}$$

$$(3) \text{ 设金属棒产生的电动势为 } E_1, \text{ 平行板电容器两端的电压为 } U, U = Ed \quad \textcircled{6}$$

$$\text{导体棒切割磁感线有 } E_1 = Bhv_m \quad \textcircled{7}$$

$$\text{由全电路的欧姆定律得 } E_1 = I(R + R) \quad \textcircled{8}$$

$$U = IR \quad \textcircled{9}$$

$$\text{联立可得 } v_m = \frac{2md(v_0^2 - 2\mu gl)}{5qBhr} \quad \textcircled{10}$$

评分标准：本题共 13 分。正确得出①、③、④式各给 2 分，其余各式各给 1 分。

15. (18 分)

$$\text{解：(1) 带电粒子在电场中运动时, } qE_y = qE \cos 37^\circ = ma_y, \text{ 得 } a_y = \frac{4qE}{5m} \quad \textcircled{1}$$

$$\text{粒子经 } t_1 \text{ 第一次到达 } P \text{ 点, 此时粒子在 } y \text{ 方向上速度为 } -v_0, \text{ 则 } 2v_0 = a_y t_1 \quad \textcircled{2}$$

$$\text{得 } t_1 = \frac{5mv_0}{2qE} \quad \textcircled{3}$$

注：利用  $y$  方向位移为零求解同样给分

$$(2) qE_x = qE \sin 37^\circ = ma_x, \text{ 得 } a_x = \frac{3qE}{5m} \quad \textcircled{4}$$

$$\text{由 } x_p = \frac{1}{2} a_x t_1^2 \text{ 得 } x_p = \frac{15mv_0^2}{8qE} \quad \textcircled{5}$$

设粒子第一次经过  $P$  点时速度大小为  $v_p$ ，方向与  $x$  轴正向夹角为  $\alpha$

$$\text{由 } qv_p B = m \frac{v_p^2}{r}, \text{ 得第一次在磁场中圆周运动半径 } r = \frac{mv_p}{qB} \quad \textcircled{6}$$

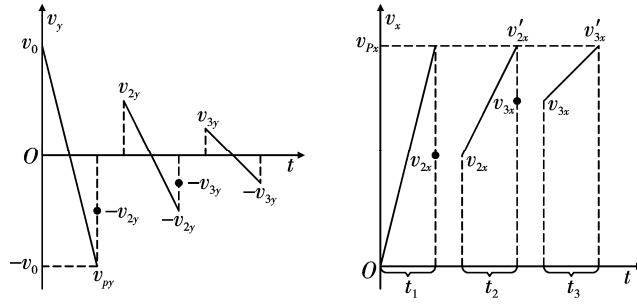
$$\text{半径在 } x \text{ 轴方向的投影: } r_x = r \sin \alpha = \frac{mv_p \cdot \sin \alpha}{qB} = \frac{mv_{py}}{qB} = \frac{mv_0}{qB} \quad \textcircled{7}$$

$$\text{由 } x_p = 2r_x \quad \textcircled{8}$$

$$\text{得 } B = \frac{16E}{15v_0} \quad \textcircled{9}$$



(3)



如图所示，每次碰后在磁场中偏转后回到电场，以及在电场中偏转后进行下一次碰前，过  $x$  轴时  $y$  方向速度大小不变，设第  $n$  次碰后  $y$  方向速度为  $v_{(n+1)y}$ ，则

$$\text{碰撞过程中，} y \text{ 方向动量守恒：} mv_0 = 2mv_{2y} = 3mv_{3y} = \dots = (n+1)mv_{(n+1)y} \quad (10)$$

$$\text{第 } n \text{ 次在磁场中圆周运动半径的 } x \text{ 轴投影 } r_{nx} = \frac{(n+1)mv_{(n+1)y}}{qB} = \frac{mv_0}{qB}$$

$$\text{即每次碰后，经磁场后都要向 } -x \text{ 方向返回 } \Delta x = x_p \quad (11)$$

第  $n$  次在电场中运动时，在  $y$  方向做匀变速直线运动，

$$2nmv_{ny} = qE_y t_n, \text{ 得 } t_n = \frac{2nmv_{ny}}{qE_y} = \frac{2mv_0}{qE_y} = t_1 \quad (12)$$

$$\text{即每次在电场中偏转时间相同 } \Delta t = t_1 = \frac{5mv_0}{2qE}, \text{ 第一次碰前 } x \text{ 方向速度：} v_{px} = \frac{qE_x}{m} \Delta t = \frac{3}{2}v_0$$

$$\text{与第①个静止微粒碰撞，} x \text{ 方向动量守恒：} mv_{px} = 2mv_{2x}, \text{ 得 } v_{2x} = \frac{1}{2}v_{px}$$

在磁场中偏转后回到电场时  $x$  方向速度仍为  $v_{2x}$

$$\text{第二次碰前 } x \text{ 方向速度：} v'_{2x} = v_{2x} + \frac{qE_x}{2m} \Delta t = \frac{1}{2}v_{px} + \frac{1}{2}v_{px} = v_{px}$$

$$\text{与第②个静止微粒碰撞，} x \text{ 方向动量守恒：} 2mv'_{2x} = 3mv_{3x}, \text{ 得 } v_{3x} = \frac{2}{3}v'_{2x} = \frac{2}{3}v_{px}$$

$$\text{第三次碰前 } x \text{ 方向速度：} v'_{3x} = v_{3x} + \frac{qE_x}{3m} \Delta t = \frac{2}{3}v_{px} + \frac{1}{3}v_{px} = v_{px}$$

$$\text{易知，第 } (n-1) \text{ 次碰后 } x \text{ 方向速度为：} v_{nx} = \frac{n-1}{n}v_{px} = \frac{n-1}{n} \cdot \frac{3}{2}v_0 \quad (13)$$



第  $n$  次碰前  $x$  方向速度:  $v'_{nx} = v_{px} = \frac{3}{2}v_0$

第  $(n-1)$  次碰后到第  $n$  次碰前, 沿  $+x$  方向前进距离  $\Delta x_n = \frac{v_{nx} + v'_{nx}}{2} \Delta t$ , 得  $\Delta x_n = (2 - \frac{1}{n})x_p$

⑭

综上, 第  $n$  个微粒的位置坐标  $x_n = \Delta x_1 + (-x_p + \Delta x_2) + (-x_p + \Delta x_3) + \dots + (-x_p + \Delta x_n)$

$$x_n = (n+1)x_p - \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n}\right)x_p \text{ 或 } x_n = nx_p - \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n}\right)x_p$$

$$\text{得 } x_n = (n+1)\frac{15mv_0^2}{8qE} - \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n}\right)\frac{15mv_0^2}{8qE} \text{ 或 } x_n = n\frac{15mv_0^2}{8qE} - \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n}\right)\frac{15mv_0^2}{8qE}$$

⑮

评分标准: 本题共 18 分。正确得出①、②、③式各给 2 分, 其余各式各给 1 分。