



物理答案

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	A	B	D	C	D	B	C	AD	BC	BCD

1. **解析】**橡皮和笔盖均从桌面飞出并落到水平地面上，下落高度相同，故运动时间相同，而笔盖的水平射程更大，则笔盖飞出桌面的初速度更大，故 A 正确，B 错误。橡皮和笔盖都做平抛运动，加速度相同，速度的变化率相同，因此速度变化一样快，故 C、D 错误。
2. **解析】**当球 B 放在 a 点时，对 A 球受力分析可知，只有当球 B 带负电，对球 A 有吸引力时球 A 才可能静止在斜面上，故 A 错误。当球 B 放在 b 点，要使球 A 能静止，则球 B 应带负电，对球 A 的吸引力正好等于 A 的重力，斜面对球 A 无作用，故 B 正确。当球 B 放在 c 点时，无论带正电还是带负电，对球 A 的力始终垂直于斜面，无法与重力的作用效果抵消，故 C、D 错误。
3. **解析】**万有引力提供合力，根据牛顿第二定律 $G\frac{Mm}{r^2} = ma$ 可知，卫星在近地轨道和转移轨道上经过 A 点的加速度应相同，转移轨道上经过 A 点时的加速度应大于经过 B 点时的加速度，故 A、B 错误。在转移轨道上运动时，只有万有引力对卫星做功，故卫星的机械能保持不变，故 C 错误。卫星从近地轨道进入运行轨道的过程中需要加两次速，即发动机对卫星做两次正功，根据功能关系，卫星的机械能增大，故 D 正确。
4. **解析】**做匀速圆周运动的物体，其合外力应始终指向圆心，乘客除受座舱提供的作用力外还受重力的作用，故 A 错误。摩天轮转动一周的过程中，乘客的动能保持不变，则合外力做功为零，乘客所受重力做功为零，故乘客所受座舱提供的作用力做功也为零，故 B 错误。摩天轮转动一周的过程中，重力的冲量等于重力与周期的乘积，方向竖直向下，不为零，故 C 正确。座舱从最高点到最低点的过程中，尽管乘客的速率保持不变，但速度方向与重力方向的夹角始终在发生变化，故重力的功率也在变化，故 D 错误。
5. **解析】**由题干图可知，电子从 M 到 N 的速度先增大后减小，说明电场力先向右后向左，由于电子带负电，则电场强度的方向先向左后向右，AB 选项中电场强度的方向均向右，故 A、B 错误。根据电场强度的方向可知电势随 x 的变化是先升高后降低，故 C 错误。根据能量守恒定律，电子的动能随时间先增大后减小，则其电势能应先减小后增大，O 点电势为 0，电子在 O 点具有的电势能也为 0，故 D 正确。
6. **解析】**0~ t_1 时刻，由图可知 $a_1 = \frac{v_1}{t_1}$ ，设空气阻力大小为 f，根据牛顿第二定律有 $f + mg = ma_1$ ， $t_1 \sim t_2$ 时刻，由图可知 $a_2 = \frac{v_2}{t_2 - t_1}$ ，根据牛顿第二定律有 $mg - f = ma_2$ ，联立可得

$g = \frac{1}{2} \times \left(\frac{v_1}{t_1} + \frac{v_2}{t_2 - t_1} \right)$, $f = \frac{m}{2} \times \left(\frac{v_1}{t_1} - \frac{v_2}{t_2 - t_1} \right)$, 故 B 正确。由于不知道运动员的质量, 故无法求出空气阻

力的大小, 故 A 错误。因不知空气阻力, 故无法求出运动员质量, 故 C 错误。 $t_2 \sim t_3$ 时刻, 设水对运动员

的作用力为 F , 由图可知 $a_3 = \frac{v_2}{t_3 - t_2}$, 根据牛顿第二定律有 $F - mg = ma_3$, 解得 $F = mg + ma_3$, 虽然

已求得 g , 仍然因为不知道质量, 无法求出水对运动员的作用力, 故 D 错误。

7. **解析】**摩擦力对二者的冲量大小相等, 即合力对二者的冲量大小相等, 所以二者动量的变化大小相等, 故 A 错误。设滑块的对地位移为 x_1 , 木板的对地位移为 x_2 , 二者的相对路程为 Δx , 画出二者的速度时间图像, 可知 $x_1 > 2x_2$ 、 $x_1 < 2\Delta x$ 、 $\Delta x > x_2$ 。设二者间的滑动摩擦力大小为 f , 则 $f \cdot x_1 > f \cdot 2x_2$, 即滑块动能的减少量大于木板动能增加量的 2 倍, 故 B 错误。 $f \cdot x_1 < f \cdot 2\Delta x$, 即滑块动能的减少量小于摩擦生热的 2 倍, 故 C 正确。 $f \cdot \Delta x > f \cdot x_2$, 即摩擦生热大于木板动能的增加量, 故 D 错误。

8. **解析】**尘埃带负电, 进入电场后向金属片方向偏转, 根据曲线运动中合力与轨迹的关系可知金属片带正电, 铜丝带负电, 故 A 正确。到达金属片之前尘埃所受电场力对尘埃做正功, 电势能减小, 动能增加, 故 C 错误, D 正确。顺着轨迹方向电场线越来越稀疏, 表明尘埃所受电场力越来越小, 故加速度越来越小, 故 B 错误。

9. **解析】**篮球接触地面后应先做加速运动, 当地面对篮球的弹力大于重力后, 篮球再做减速运动, 反向过程篮球先做加速运动, 当地面对篮球的弹力小于重力后篮球再做减速运动, 故 A 错误。设刚接触地面时的速度大小为 v_1 , 反弹后刚离开地面时的速度大小为 v_2 , 下降过程有 $2gh_1 = v_1^2$, 上升过程有 $2gh_2 = v_2^2$, 解得 $v_1 = 6\text{m/s}$, $v_2 = 4\text{m/s}$, 接触地面的过程中, 规定向上为正, 根据动量定理: $(F - mg)\Delta t = mv_2 - (-mv_1)$, 解得 $\Delta t = 0.05\text{s}$, 故 B 正确。小巴同学测量到的作用力应为整个接触过程中的最大值, 因此真实的平均作用力应比小巴同学的测量结果小, 故 C 正确。篮球恰好完全覆盖水渍的大小以测量平均作用力的大小, 这样的物理方法应为等效思想, 故 D 错误。

10. **解析】** A 在匀强电场中做匀加速直线运动, $qE = ma$, $d = \frac{1}{2}at^2$, 解得 $t = \sqrt{\frac{2md}{qE}}$, 故 A

错误。为使 B 能与 A 产生相互作用, 则 B 离开电场时的速度应大于 A 离开电场的速度, 对 A :

$$qEd = \frac{1}{2}mv_A^2, \text{解得 } v_A = \sqrt{\frac{2qEd}{m}}, \text{ 设 } B \text{ 的带电荷量为 } q_B, \text{ 对 } B: q_BEd = \frac{1}{2} \times \frac{m}{4} \times v_B^2, \text{ 解得 } v_B = \sqrt{\frac{8q_BEd}{m}},$$

$$\text{令 } v_B > v_A, \text{ 解得 } q_B > \frac{q}{4}, \text{ 故 B 正确。若 } B \text{ 的电荷量也为 } q, \text{ 由上述可知 } B \text{ 离开电场时 } v_B = 2\sqrt{\frac{2qEd}{m}},$$

与 A 相互作用的过程中动量守恒, 动能与电势能相互转化, 当 A 和 B 共速时有最大电势能, 设共同速



度大小为 v , $mv_A + \frac{m}{4}v_B = \left(m + \frac{m}{4}\right)v$, $\frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2} \times \frac{m}{4}v_B^2 - \frac{1}{2}\left(m + \frac{m}{4}\right)v^2 = E_{p\max}$, 解得 $E_{p\max} = \frac{1}{5}qEd$,

故 C 正确。以 B 离开电场时为初态, 以 A 和 B 最终相隔无穷远为末状态, 末态 A、B 之间也无相互作用,

即电势能为 0, 要求末态 B 的速度 $u_B < 0$, 设 B 的带电荷量为 q_B , 对 B: $q_BEd = \frac{1}{2} \times \frac{m}{4} \times v_B^2$, 解

得 $v_B = \sqrt{\frac{8q_BEd}{m}}$, 设末态 A 和 B 速度分别为 u_A 和 u_B , 根据动量和能量守恒,

$mv_A + \frac{m}{4}v_B = mu_A + \frac{m}{4}u_B$, $\frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2} \times \frac{m}{4}v_B^2 = \frac{1}{2}mu_A^2 + \frac{1}{2} \times \frac{m}{4}u_B^2$, $u_B < 0$, 联立解得 $q_B > \frac{16}{9}q$, 故 D 正确。

非选择题: 共 6 小题, 共 64 分。

11. (每空 2 分, 共 6 分)

- (1) >
- (2) 17.2
- (3) 0.09~0.11 均可

(2) 电容器放电瞬间两端电压为 300V, 放电电流为 0.58A, 所以电路总电阻约为 517.2Ω, 所以闪光管等效电阻为 17.2Ω。

(3) 由图丙可知电量为 $2.84 \times 10^{-5}C \sim 3.24 \times 10^{-5}C$, 两端电压为 300V, 求得电容为 $0.09\mu F \sim 0.11\mu F$ 。

12. (除特殊标注外, 每空 2 分, 共 8 分)

(1) $\frac{md^2}{2t^2} \quad mgL(1 - \cos\alpha)$

(2) $-\frac{d^2}{2gL}$

(3) 速度测量值偏大或(和)下摆高度测量值偏小 (1 分) $k = -\frac{d^2(L+r)}{2gl^2}$ (1 分)

(2) 由 $\frac{md^2}{2t^2} = mgL(1 - \cos\alpha)$ 可得 $\cos\alpha = 1 - \frac{d^2}{2gL} \cdot \frac{1}{t^2}$ 。

(3) 由 $\frac{d}{l} = \frac{v}{L+r}$ 可得小球速度为 $v = \frac{(L+r)d}{lt}$, 由机械能守恒定律可得 $k = -\frac{d^2(L+r)}{2gl^2}$ 。

13. (10 分)

解: (1) 根据平衡条件有 $qE = mg \tan\theta$ ①

解得 $E = 7.5 \times 10^4 N/C$ ②

(2) 在等效重力最低点拉力最大, 由能量关系可得

$mgL \cos\theta - EqL(1 - \sin\theta) = \frac{1}{2}mv^2$ ③

在最低点: $T - \frac{mg}{\cos \theta} = m \frac{v^2}{L}$ ④

解得 $T = 0.225N$ ⑤

评分标准: 本题共 10 分。正确得出①~⑤式各给 2 分。

14. (10 分)

解: (1) 由牛顿第二定律得 $\mu m_1 g = m_1 a$ ①

由匀变速直线运动的位移公式得 $d = v_0 t_0 - \frac{1}{2} a t_0^2$ ②

解得 $d = 16m$ ③

(2) 由匀变速直线运动的速度公式得 $v_1 = v_0 - a t_0$ ④

碰撞过程动量、能量守恒可知 $m_1 v_1 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$, $\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_1 v'^2_1 + \frac{1}{2} m_2 v'^2_2$ ⑤

解得 $v'_1 = -2m/s$, $v'_2 = 4m/s$ ⑥

(3) 由动量定理可知摩擦力对滑块 A 的总冲量 $I = (m_1 v_1 - m_1 v_0) + (-m_1 v'_1)$ ⑦

解得 $I = -2N \cdot s$, 负号表示方向水平向左 ⑧

评分标准: 本题共 10 分。正确得出③、⑤式各给 2 分, 其余各式各给 1 分。

15. (12 分)

解: (1) 微粒从 O 点运动到下极板, 由动能定理可得 $mg \frac{d}{2} - Eq \frac{d}{2} = \frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$ ①

解得 $v_1 = \sqrt{\frac{5}{3} g d}$ ②

(2) 若要求沿水平方向发射的微粒均能被极板收集, 求电场强度大小 E 的取值范围。

水平方向发射的微粒做类平抛运动, 对恰好打在极板边缘的微粒, 有 $2d = v_0 t$ ③

$\frac{d}{2} = \frac{1}{2} a t^2$ ④

若微粒重力大于电场力, 微粒打在下极板: $mg - E_1 q = ma$ ⑤

微粒被收集的电场强度范围为 $0 \leq E \leq E_1$

若微粒重力小于电场力, 微粒打在上极板: $E_2 q - mg = ma$ ⑥

微粒被收集的电场强度范围为 $E \geq E_2$

综上, 沿水平方向发射的微粒均能被极板收集, 电场强度的取值范围为 $0 \leq E \leq \frac{3mg}{4q}$ 或

$E \geq \frac{5mg}{4q}$ ⑦

(3) 设速度方向与竖直方向成 α 角时, 微粒恰好能够打在上极板: $mg - E'q = ma'$

竖直方向: $(v_0 \cos \alpha)^2 = 2a' \frac{d}{2}$ ⑧

$v_0 \cos \alpha = a' t'$ ⑨

水平方向: $x' = v_0 \sin \alpha \cdot t'$ ⑩

解得 $\alpha = 45^\circ$ 且 $x' = d$ ，速度方向与竖直方向夹角在 $0 \sim 45^\circ$ 范围内的微粒打在上极板，面积为

$$S = \pi d^2 \quad \text{⑪}$$

评分标准：本题共 12 分。正确得出⑪式给 2 分，其余各式各给 1 分。其他正确解法可酌情给分。

16. (18 分)

解：(1) A 物体从 E 点运动到碰撞之前，由动能定理有 $m_A g 2h \sin \theta = \frac{1}{2} m_A v_0^2 - 0$ ①

A 与 B 碰撞过程，由动量守恒定律有 $m_A v_0 = (m_A + m_B) v_{AB}$ ②

AB 碰后在斜面上上滑到最高点，由动能定理有 $-(m_A + m_B) g \frac{h}{2} = 0 - \frac{1}{2} (m_A + m_B) v_{AB}^2$ ③

联立以上各式可得 $\frac{m_A}{m_B} = \sqrt{2} + 1$ ④

(2) 从 A 物块释放到第一次碰撞前： $m_A g \sin \theta = m_A a$ ， $2h = \frac{1}{2} a t_{\text{斜面}}^2$ ⑤

所以 $t_1 = t_{\text{斜面}} + \frac{h}{v_0} = 5 \sqrt{\frac{h}{2g}}$

AB 第一次弹性碰撞： $m_A v_0 = m_A v_A + m_B v_B$ ⑥

$\frac{1}{2} m_A v_0^2 = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2$ ⑦

解得 $v_A = -\frac{1}{2} v_0$ ， $v_B = \frac{1}{2} v_0$

A 反弹后在斜面上上滑/下滑的时间均为 $t'_{\text{斜面}} = \frac{v_0}{a} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ⑧

碰后 A 从 H 点向左运动滑上斜面再下滑再次回到 F 点的时间 $t_2 = \frac{h}{\frac{v_0}{2}} + 2t'_{\text{斜面}} = 3 \sqrt{\frac{2h}{g}}$

碰后 B 从 H 点向右运动反弹后再次回到 F 点的时间 $t'_2 = 3 \frac{h}{\frac{v_0}{2}} = 3 \sqrt{\frac{2h}{g}}$

两物块在 F 点发生第二次碰撞： $-m_A v_A - m_B v_B = m_A v'_A + m_B v'_B$ ⑨

$\frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2 = \frac{1}{2} m_A v'^2_A + \frac{1}{2} m_B v'^2_B$ ⑩

解得 $v'_A = -v_0$ ， $v'_B = 0$

碰后 A 上滑后再下滑再次回到 F 点的时间 $t_3 = 2t_{\text{斜面}} = 8 \sqrt{\frac{h}{2g}}$ ，然后两物块在 F 点发生第三次碰撞，因

此从 A 物块释放开始到两物块发生第三次碰撞的时间为 $t = t_1 + t_2 + t_3 = 19 \sqrt{\frac{h}{2g}}$

⑪

(3) AB 碰撞过程动量守恒： $m_A v_0 = m_A v_A + m_B v_B$ ⑫



可得 $\frac{m_A}{m_B} = \frac{v_B}{v_0 - v_A}$ (质量比)

$$AB \text{ 碰撞过程动能不增加: } \frac{1}{2}m_A v_0^2 \geq \frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2 \quad (13)$$

将两式的右侧含 A 的项移到左边, 两式相除可得 $v_0 + v_A \geq v_B$ (速度关系)

设 A 静止时到 H 点的距离为 x , 由几何关系, B 运动的路程为 $x + \frac{h}{2}$ ($0 \leq x < \frac{h}{2}$)

根据 AB 碰后的运动方向可以分两种情况讨论:

情况一: AB 碰后均向右运动

$$\text{则 } AB \text{ 碰后 } A \text{ 减速为 } 0 \text{ 的过程: } -\mu m_A g x = 0 - \frac{1}{2}m_A v_A^2, \text{ 解得 } v_A = \sqrt{2\mu g x} \quad (14)$$

$$\text{碰后 } B \text{ 减速为 } 0 \text{ 的过程: } -\mu m_B g \left(x + \frac{h}{2}\right) = 0 - \frac{1}{2}m_B v_B^2, \text{ 解得 } v_B = \sqrt{2\mu g \left(x + \frac{h}{2}\right)} \quad (15)$$

代入速度关系, $\sqrt{2gh} + \sqrt{2\mu g x} \geq \sqrt{2\mu g \left(x + \frac{h}{2}\right)}$, 解得在 $0 \leq x < \frac{h}{2}$ 时不等式恒成立

代入质量比, $\frac{m_A}{m_B} = \frac{\sqrt{2\mu g \left(x + \frac{h}{2}\right)}}{\sqrt{2gh} - \sqrt{2\mu g x}} = \frac{\sqrt{x + \frac{h}{2}}}{\sqrt{h} - \sqrt{x}}$, 在 $0 \leq x < \frac{h}{2}$ 范围内 x 增大, $\frac{m_A}{m_B}$ 增大, 则取值范围为

$$\frac{\sqrt{2}}{2} \leq \frac{m_A}{m_B} < 2 + \sqrt{2} \quad (16)$$

情况二: AB 碰后 A 向左运动再返回

$$\text{则 } AB \text{ 碰后速度为 } v_A = -\sqrt{2\mu g x}, v_B = \sqrt{2\mu g \left(x + \frac{h}{2}\right)}$$

代入速度关系, $\sqrt{2gh} - \sqrt{2\mu g x} \geq \sqrt{2\mu g \left(x + \frac{h}{2}\right)}$, 解得 $0 \leq x \leq \frac{h}{16}$

$$\text{代入质量比, } \frac{m_A}{m_B} = \frac{\sqrt{2\mu g \left(x + \frac{h}{2}\right)}}{\sqrt{2gh} + \sqrt{2\mu g x}} = \frac{\sqrt{x + \frac{h}{2}}}{\sqrt{h} + \sqrt{x}}, \text{ 令 } f(x) = \frac{\sqrt{x + \frac{h}{2}}}{\sqrt{h} + \sqrt{x}}$$

对函数求导, 可得 $f'(x) = \frac{\sqrt{h} \cdot \sqrt{x} - \frac{h}{2}}{2 \cdot \sqrt{x + \frac{h}{2}} \cdot \sqrt{x} \cdot (\sqrt{h} + \sqrt{x})^2}$, 在 $0 \leq x \leq \frac{h}{16}$ 范围内, $f'(x) < 0$, $f(x)$ 为减函

$$\text{数, 则 } f\left(\frac{h}{16}\right) \leq \frac{m_A}{m_B} \leq f(0), \text{ 代入可得 } \frac{3}{5} \leq \frac{m_A}{m_B} \leq \frac{\sqrt{2}}{2} \quad (17)$$

根据以上两种情况, 可得两物块质量之比的取值范围为 $\frac{3}{5} \leq \frac{m_A}{m_B} < 2 + \sqrt{2}$ (18)

评分标准: 本题共 18 分。正确得出①~⑩式各给 1 分。其他正确解法可酌情给分。