

## 物理试题参考答案及评分标准

2024.04

一、选择题：本题共 40 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~8 题只有一项符合题目要求，第 9~12 题有两项符合题目要求。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
答案	B	B	C	A	C	A	D	B	AC	AD	BD	BC

7. D 提示：D 选项，若  $a$ 、 $b$ 、 $c$  处的电荷仍固定不动，将  $d$  处的电荷移到  $O$  处，因  $c$  处的电荷在  $O$ 、 $d$  两点的电势相等，则  $c$  处的电荷使  $d$  处的电荷移到  $O$  处引起的电势能不变。

8. 提示：弹簧拉压形变等大，对应弹力大小均为  $F_{\text{弹}}$ 。

$$\text{静止时: } F_{\text{弹}} = \frac{3}{8}mg$$

$$\text{稳定转动时物体 } A: F_{\text{弹}} = \frac{m_A v^2}{0.8L}$$

$$\text{解得 } W = \frac{1}{2}m_A v^2 = \frac{3}{20}mgL$$

三、非选择题：共 60 分。

13.(5) ①  $1.0 \times 10^{-9}$  ②  $10^{16}$  ③  $3.2 \times 10^{-4}$  (每空 2 分, 共 6 分)

14.(2) 丙 < (3) 1.50 1.00 (每空 2 分, 共 8 分)

15. 解：(1) 光线在  $B$  点恰好发生全反射，

$$\text{临界角 } C' = 45^\circ \quad ①$$

$$n = \frac{1}{\sin C'} \quad ②$$

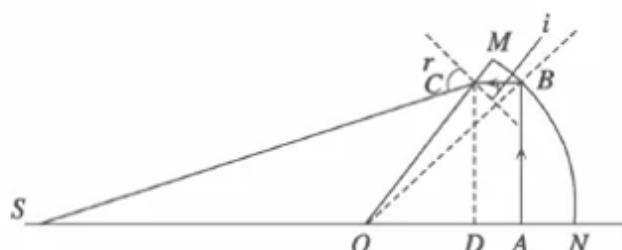
$$\text{解得 } n = \sqrt{2} \quad ③$$

(2) 在直角  $\triangle OAB$  中,  $AB = OB \sin 45^\circ \quad ④$

$$AB = \sqrt{3}a$$

$$\text{在 } \triangle OBC \text{ 中}, \frac{OB}{\sin 120^\circ} = \frac{BC}{\sin 15^\circ} \quad ⑤$$

$$BC = (\sqrt{3} - 1)a$$



在 $OM$ 界面,由折射定律得, $n = \frac{\sin r}{\sin i}$  ⑥

在 $\triangle SCD$ 中, $SC = \frac{DC}{\sin 15^\circ}$  ⑦

$SC = (\sqrt{6} + 3\sqrt{2})a$

$t = \frac{AB + BC}{C} + \frac{SC}{C}$  ⑧

解得  $t = \frac{(2\sqrt{2} + 3\sqrt{6})a}{c}$  ⑨

评分参考:⑧式2分,①②③⑨每式1分,④⑤⑥⑦每式0.5分,共8分。

16. 解:(1)  $v \sin \theta = g \cdot \frac{t}{2}$  ①

解得  $t = 0.8s$  ②

(2) 喷出的水沿半径方向的位移为  $d = v \cos \theta \cdot t$  ③

喷出的水垂直于半径方向的位移为  $x = \omega r \cdot t$  ④

喷泉中的水落到喷泉水面形成的圆的半径  $R = \sqrt{(r + d)^2 + x^2}$  ⑤

解得  $R = \sqrt{10} m$  ⑥

评分参考:①⑤式每式2分,②③④⑥每式1分,共8分。

17. 解:(1) 粒子在第I象限做类平抛运动,

水平方向:  $2L = v_0 t_1$  ①

竖直方向:  $L = \frac{v_y}{2} t_1$  ②

得:  $v_y = v_0$

又  $v_y^2 = 2a_2 L$  ③

$v_0^2 = 2a_1 x$  ④

$qE_1 = ma_1$  ⑤

$qE_2 = ma_2$  ⑥

解得  $x = \frac{L}{2}$  ⑦

(2) 粒子进入第四象限时速度与 $x$ 轴正向夹角 $\theta$

$\tan \theta = \frac{v_y}{v_0}$  ⑧

$\theta = 45^\circ$

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} \quad ⑨$$

$$v = \sqrt{2} v_0$$

$$r_1 \cdot \sin 45^\circ = 2L \quad ⑩$$

$$r_1 = 2\sqrt{2} L$$

$$qvB = \frac{mv^2}{r_1} \quad ⑪$$

$$\text{综上: } B = \frac{v_0}{2KL} \quad ⑫$$

$$(3) \text{ 第一象限 } t_2 = \frac{2x}{v_0} \quad ⑬$$

$$\text{第四象限 } t_3 = \frac{3}{8} T \quad ⑭$$

$$T = \frac{2\pi r_1}{v} \quad ⑮$$

$$\text{由 } ①⑬⑭⑮ \text{ 得 } t = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{(6 + 3\pi)L}{2v_0} \quad ⑯$$

(4) 过  $F$  点做无磁场区域半圆的切线, 切点为  $P$ 。做  $FP$  的中垂线交  $OF$  于  $Q$ ,  $Q$  为第三象限轨迹圆的圆心。

则

$$r_2 = \frac{(2 + \sqrt{2})L}{2} \quad ⑰$$

$$qvB = m \frac{v^2}{r_2} \quad ⑱$$

$$\text{得 } v = \frac{(2 + \sqrt{2})v_0}{4} \quad ⑲$$

评分参考:(1)共5分;③④两式1分,⑤⑥两式1分,①②⑦每式1分。

(2)共4分:⑧⑨两式1分,⑩⑪⑫每式1分。

(3)共2分:⑬⑭⑮三式1分,⑯式1分。

(4)共3分:⑰⑱⑲每式1分。共14分

18.解:(1)设滑块  $P$ 、 $Q$ 、长木板的质量分别为  $m$ 、 $3m$ 、 $3m$ , 滑块  $P$  返回到  $B$  点时的速度大小为  $v_1$ , 与滑块  $Q$  碰后到达  $C$  点的速度大小为  $v_2$ 。

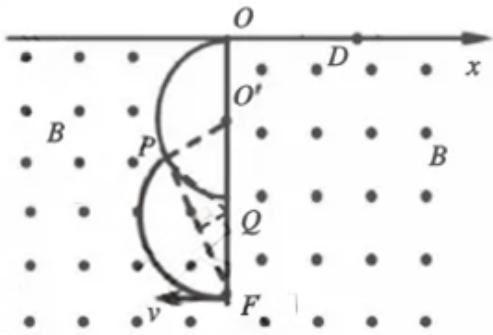
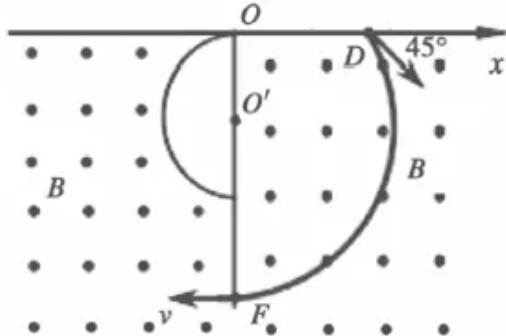
$$\text{滑块 } P \text{ 碰后返回 } B \text{ 时: } F + mg = m \frac{v_1^2}{R} \quad ①$$

$$\text{滑块 } P \text{ 碰后返回 } B \text{ 过程: } \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = mg \cdot 2R \quad ②$$

$$v_2 = -2\sqrt{6} \text{ m/s}$$

$$\text{滑块 } P \text{ 碰后返回 } C \text{ 时: } F' - mg = m \frac{v_2^2}{R} \quad ③$$

$$\text{得 } F' = 70N \quad ④$$



(2) 设滑块P、Q发生弹性碰撞前, 滑块P到B点时的速度大小为 $v_3$ , 到达C点的速度大小为 $v_4$ , 滑块P、Q发生弹性碰撞后, 滑块Q的速度为 $v_5$

$$\text{滑块P由B至C过程: } \frac{1}{2}mv_4^2 - \frac{1}{2}mv_3^2 = mg \cdot 2R$$

滑块P、Q发生弹性碰撞:

$$mv_4 = mv_2 + 3mv_5 \quad (5)$$

$$\frac{1}{2}mv_4^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2} \times 3mv_5^2 \quad (6)$$

$$v_5 = 2\sqrt{6} \text{ m/s}, v_4 = 4\sqrt{6} \text{ m/s}$$

$$\frac{1}{2}mv_4^2 - \frac{1}{2}mv_3^2 = mg \cdot 2R$$

得 $v_3 = 4\sqrt{5}$  m/s, 因 $4\sqrt{5}$  m/s < 10m/s, 滑块P放上传送带后做匀加速直线运动

$$v_3^2 = 2\mu g L_1 \quad (7)$$

$$\text{传送带两转轴间距离为 } L_1 = 5 \text{ m} \quad (8)$$

(3) 滑块Q滑上长木板后, 滑块Q做匀减速直线运动, 长木板做匀加速直线运动, 滑块Q经时间t与长木板挡板相碰, 二者各自相对地前进 $x_1$ 、 $x_2$ , 长木板长度 $L_2$ 。

$$\text{滑块Q: } a_1 = \mu_1 g \quad (9)$$

$$\text{长木板: } a_2 = \frac{\mu_1 3mg - \mu_2 6mg}{3m} \quad (10)$$

$$L_2 = v_5 t - \frac{1}{2}a_1 t^2 - \frac{1}{2}a_2 t^2 \quad (11)$$

$$\text{另有 } v_5 - v_6 = a_1 t \quad (12)$$

$$v_7 = a_2 t \quad (13)$$

$$\text{得 } a_1 = 4 \text{ m/s}^2, a_2 = 2 \text{ m/s}^2, v_6 = \sqrt{6} \text{ m/s}, v_7 = \frac{\sqrt{6}}{2} \text{ m/s}, t = \frac{\sqrt{6}}{4} \text{ s}$$

滑块Q和挡板发生弹性碰撞

$$3mv_6 + 3mv_7 = 3mv_8 + 3mv_9 \quad (14)$$

$$\frac{1}{2} \times 3mv_6^2 + \frac{1}{2} \times 3mv_7^2 = \frac{1}{2} \times 3mv_8^2 + \frac{1}{2} \times 3mv_9^2 \quad (15)$$

$$\text{得滑块 } v_8 = \frac{\sqrt{6}}{2} \text{ m/s, 木板 } v_9 = \sqrt{6} \text{ m/s} \quad (16)$$

(4) 碰后, 滑块Q和长木板分别向右做匀加速直线运动和匀减速直线运动, 各自加速度大小为 $a_1$ 、 $a_2'$ , 用时 $t'$ 二者达到共速 $v'$ , 各自前进 $x_1'$ 、 $x_2'$ , 然后共同匀减速至零, 加速度大小 $a$ , 前进 $x_2''$

$$a_2' = \frac{\mu_1 3mg + \mu_2 6mg}{3m} \quad (17)$$

$$v' = v_8 + a_1 t' \quad ⑯$$

$$v' = v_9 - a_2' t' \quad ⑰$$

$$\text{又 } x_2' = \frac{v_9 + v'}{2} t' \quad ⑱$$

$$\text{得 } a_2' = 6 \text{m/s}^2, t' = \frac{\sqrt{6}}{20} \text{s}, v' = \frac{7\sqrt{6}}{10} \text{m/s}, x_2' = \frac{51}{200} \text{m}$$

后共同匀减速直线

$$a = \mu_2 g \quad ⑲$$

$$x_2'' = \frac{v'^2}{2a} \quad ⑳$$

$$x_2 = \frac{1}{2} a_2 t^2 \quad ㉑$$

$$\text{得 } a = 1 \text{m/s}^2, x_2'' = \frac{147}{100} \text{m}, x_{2\text{总}} = 2.1 \text{m}, x_1 = \frac{9}{4} \text{m}, x_2 = \frac{3}{8} \text{m}$$

$$\text{最终所求为 } Q = \mu_2 \cdot 6mg \cdot (x_2 + x_2' + x_2'') \quad ㉒$$

$$\text{得 } Q = 12.6 \text{J} \quad ㉓$$

评分参考:(1)共3分:①③两式1分,②④每式1分;

(2)共3分:⑤⑥每式1分,⑦⑧两式1分;

(3)共5分:⑨⑩两式1分,⑪式1分,⑫⑬两式1分,⑭⑮两式1分,⑯式1分;

(4)共5分:⑰⑱⑲⑳每式0.5分,㉑㉒㉓三式1分,㉔㉕每式1分,共16分。