

联考答案解析

1、【答案】C

【详解】A. 富兰克林通过实验发现，雷电性质与摩擦产生的电的性质完全相同并命名了正电荷和负电荷，故 A 错误，不符合题意；

B. 哥白尼大胆反驳地心说，提出了日心说，开普勒发现行星沿椭圆轨道运行规律，故 B 错误，不符合题意；

C. 卡文迪什通过扭秤实验装置在实验室中测出万有引力常量，是运用了微小量放大法，故 C 正确，符合题意；

D. 在研究加速度与合外力、质量关系的实验中，运用了控制变量法。故 D 错误，不符合题意；

2、【答案】C

【详解】A. 令悬挂 A、B 球的细绳与竖直方向的夹角分别为 α 、 θ ，则有

$$\sin \alpha = \frac{6L}{10L} = \frac{3}{5}, \quad \sin \theta = \frac{4L}{5L} = \frac{4}{5}$$

解得

$$\alpha = 37^\circ, \quad \theta = 53^\circ$$

对 A、B 球分别进行分析，均受到重力与细绳的拉力，均由重力与拉力的合力提供向心力，则有

$$T_A \cos \alpha = mg, \quad T_B \cos \theta = mg$$

解得

$$4T_A = 3T_B$$

故 A 错误；

B. 对 A、B 球分别进行分析，均受到重力与细绳的拉力，均由重力与拉力的合力提供向心力，则有

$$mg \tan \alpha = m \frac{4\pi^2 \cdot 6L}{T_A^2}, \quad mg \tan \theta = m \frac{4\pi^2 \cdot 4L}{T_B^2}$$

解得

$$T_A = \frac{2\sqrt{6}}{3} T_B$$

故 B 错误；

C. 两球离地高度为 $6L$ ，同时剪断两根细绳，小球做平抛运动，则有

$$6L = \frac{1}{2} g t^2$$

解得

$$t = 2\sqrt{\frac{3L}{g}}$$

两球同时落地，故 C 正确；

D. 对 A、B 球分别进行分析，均受到重力与细绳的拉力，均由重力与拉力的合力提供向心力，则有

$$mg \tan \alpha = m \frac{v_A^2}{6L}, \quad mg \tan \theta = m \frac{v_B^2}{4L}$$

平抛运动过程有

$$x_A = v_A t, \quad x_B = v_B t$$

落地点到 O 点的距离

$$L_A = \sqrt{(6L)^2 + x_A^2}, \quad L_B = \sqrt{(4L)^2 + x_B^2}$$

解得

$$L_A = 3\sqrt{10}L, \quad L_B = 4\sqrt{5}L$$

故 D 错误。

3、【答案】B

【详解】分析乙图情形，设重球对木板的压力为 F_N ，

对木板 B 分析，应满足 $mg > \mu_2 F_N$

对木板 A 分析，应满足 $mg + \mu_2 F_N \leq \mu_1 F_N$

所以， $\mu_1 F_N \geq mg + \mu_2 F_N > 2\mu_2 F_N$ ，即 $\mu_1 > 2\mu_2$ ，A 和 C 选项错误。

分析丙图情形，

对 A 和 B 整体分析， $a = \frac{2mg - \mu_1 F_N}{2m}$ ，

对 B 单独分析，计算 A 和 B 之间的摩擦力， $mg - f = ma$ ，解得 $f = \frac{\mu_1 F_N}{2}$ ，

应该满足 $f = \frac{\mu_1 F_N}{2} \leq \mu_2 F_N$ ，解得， $\mu_1 \leq 2\mu_2$ ，故 D 选项错误，B 选项正确。

4、【答案】A

【详解】如右图：角 G 等于 120° ， $2\theta_2 = 60^\circ$ ， $\theta_2 = 30^\circ$ ， $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = n = \sqrt{2}$

则 $\theta_1 = 45^\circ$ ， $\theta_4 = 2(\theta_1 - \theta_2) = 30^\circ$ 故选择 A 正确

5、【答案】C

【详解】A. 由万有引力提供向心力有

$$\frac{GMm}{r^2} = mr \frac{4\pi^2}{T^2}$$

可得

$$r^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2}$$

其中 M 代表太阳的质量，可知可以求出水星与地球轨道半径之比，无法求得质量之比，故 A 错误；

B. 一年时间设为 T ，则 $T_{\text{地}} = T$ ， $T_{\text{水}} = \frac{1}{4} T$ ，两次大距时间间隔为

$$\Delta t = \frac{2\pi}{\frac{2\pi}{\frac{1}{4}T} - \frac{2\pi}{T}}$$

一年内能看到水星的次数为

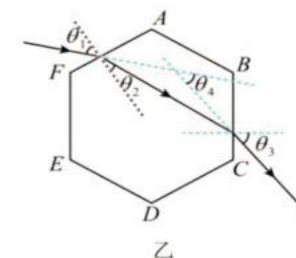
$$N = 2 \times \frac{T}{\Delta t}$$

解得

$$N = 6$$

故 B 错误；

C. 由 A 项分析知水星与地球轨道半径之比为 $\frac{\sqrt[3]{4}}{4}$ ，根据几何关系可知大距时，水星和太阳距角的正弦



值约为 $\frac{\sqrt[3]{4}}{4}$, 故 C 正确;

D. 开普勒第二定律是针对同一环绕天体而言的, 太阳分别与水星和地球的连线在相同时间内扫过的面积不相等, 故 D 错误。

6. 【答案】D

【详解】A. 当发电机线圈以角速度 ω 匀速转动时, 产生的感应电动势最大值为 $E_m = NB \cdot 2L^2\omega$, 有效值为 $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}NBL^2\omega$, 理想变压器原线圈输入电压为 $U_0 = E = \sqrt{2}NBL^2\omega$, 匝数为 n_1 的副线圈输出电压 $U_1 = IR_1$, 由变压器变压公式 $\frac{U_0}{U_1} = \frac{n_0}{n_1} = \frac{\sqrt{2}NBL^2\omega}{IR_1}$, 可知 $U_0 = \frac{n_0}{n_1}IR_1$, 选项 A 错误。

B. 由变压器变压公式 $\frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2}{n_1}$, 解得电阻 R_2 两端的电压为 $U_2 = \frac{n_2IR_1}{n_1}$, 通过电阻 R_2 的电流为 $I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{n_2IR_1}{n_1R_2}$, 选项 B 错误;

C. $U_0 = \frac{n_0}{n_1}IR_1 = \sqrt{2}NBL^2\omega$, $\omega = \frac{\sqrt{2}n_0IR_1}{2n_1NBL^2}$ 选项 C 错误;

D. 其他条件不变, 因为 $\frac{U_0}{U_1} = \frac{n_0}{n_1}$, n_1 减小则 U_1 也减小, $U_1 = IR_1$, U_1 也减小则 I 减小, 同理 $\frac{U_0}{U_2} = \frac{n_0}{n_2}$, U_2 不变, $U_2 = I_2R_2$, I_2 不变, 由 $n_0I_0 = n_1I + n_2I_2$, 可知 I_0 减小。故选项 D 正确。

7. 【答案】A

【详解】A. 重力的瞬时功率 P 可以表示为 $P = mgv_y = mgv\cos\theta$, 其中 v 是小球的速度, 当 a_y 为 0 时, v_y 最大, 此时重力瞬时功率达到最大, 故有

$mg = T\sin\theta$, $T - mg\sin\theta = m\frac{v^2}{R}$, $mgR\sin\theta = \frac{1}{2}mv^2$ 联立解得 $\sin\theta = \frac{\sqrt{3}}{3}$, 所以 A 正确。

B. 冲量 I 可以表示为 $I = F\Delta t$, 其中 F 是力, Δt 是时间。在摆动过程中, 细绳对小球的拉力 T 不为零, 拉力对小球的冲量就不为零。所以选项 B 错误。

C. 小球从 P 点运动到最低点 Q 的过程中, 加速度 a 可以分解为切向加速度 a_t 和法向加速度 a_n 。其合加速为 $a^2 = a_n^2 + a_t^2 = (g\cos\theta)^2 + (2g\sin\theta)^2 = g^2 + 3(g\sin\theta)^2 = g^2 + \frac{3}{2}g^2(1 - \cos 2\theta)$

当 $\theta = \pi/4$ 时加速度最大, 故小球从 P 点到 Q 点加速度先增大后减小, 选项 C 错误

D. 由上述分析可知, 小球竖直方向的平均加速度小于 g , 所以小球从 P 点到 Q 点所用的时间 $t > \sqrt{\frac{2L}{g}}$,

故选项 D 错误

8. 【答案】BD

【详解】A. 由图像上同侧法画图像可知甲乙起振方向都是向下, 这样才会出现在原点处向下振动加强, 所以 A 错误;

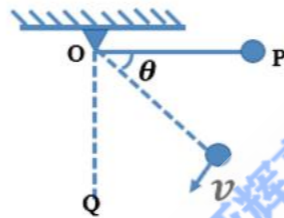
B. 因为: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1m}{1s} = 1m/s$, $T = \frac{\lambda}{v} = 4s$, $f = \frac{1}{T} = 0.25Hz$, B 正确;

C. $t = 3s$ 时, Q 质点的位移为 $-6cm$, C 错误。

D. $0 \sim 1s$ 时 p 点运动的路程是 $3cm$; $1 \sim 3s$ 时 p 点运动路程为 $0cm$, $3s$ 总路程 $3cm$, D 正确。

9. 【答案】AD

【详解】A. 由题意知, 三根金属辐条始终有一根在磁场中切割磁感线, 切割磁感线的金属辐条相当于内阻为 r 的电源, 另外两根金属辐条和定值电阻 R_0 并联, 辐条进出磁场前后电流的大小、方向均改变, 故 A 正确;



B、C. 电路的总电阻 $R = \frac{4r}{3}$, 圆环匀速转动时感应电动势 $E = BL\frac{\omega L}{2} = \frac{BL^2\omega}{2}$

所以定值电阻 R_0 两端的电压 $U = \frac{E}{R} \cdot \frac{r}{3} = \frac{BL^2\omega}{8}$

通过定值电阻 R_0 的电流 $I = \frac{U}{r} = \frac{BL^2\omega}{8r}$ 故 B 错误, C 错误;

D. 圆环转动一周, 定值电阻 R_0 产生的热量 $Q = I^2rT = \frac{\pi B^2 L^4 \omega}{32r}$ 故 D 正确。

10. 【答案】CD

【详解】A. 设弹性绳的劲度系数为 k , $BC = h$, 当小球运动到 F 点时, $CF = s$, BF 与 CE 的夹角为 α , 如图所示

弹性绳拉力沿水平、竖直方向的分力分别为

$$F_{\text{水平}} = kBF \cos \alpha = ks \text{ 与 } s \text{ 成正比}$$

$$F_{\text{竖直}} = kBF \sin \alpha = kh = 2mg$$

则小球所受的滑动摩擦力大小为

$$F_f = \mu(F_{\text{竖直}} - mg) = \mu(kh - mg) = \frac{1}{2}mg$$

即小球从 C 运动到 E 的过程中所受滑动摩擦力不变, 故 A 错误;

B. 小球从 C 运动到 E 的过程中, 由动能定理得

$$qEL - F_f L + W = 0$$

$$qE = 2mg$$

$$W = -\frac{3}{2}mgL$$

故 B 错误

C.

$$W = -\frac{0 + kL}{2}L = -\frac{1}{2}kL^2$$

结合 B 选项解得

$$kL = 3mg$$

在 D 点, 有

$$F_f + F_{\text{水平}} = \frac{1}{2}mg + \frac{1}{2}kL = 2mg = qE$$

即小球的合外力为零, 加速度为零, 速度最大, 故 C 正确;

D. 由以上分析可得

$$W = \frac{3}{4}mgL$$

若在 E 点给小球一个向左的速度 v , 小球恰好能回到 C 点, 从 E 到 C 过程中, 由动能定理得

$$-W - qEL - F_f L = 0 - \frac{1}{2}mv^2$$

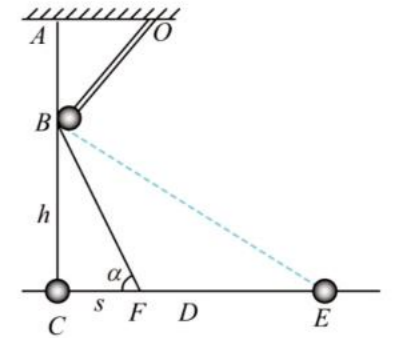
解得

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

故 D 正确;

11. (每空 2 分, 共 6 分) 【答案】(1) 1.2 (2) 0.5 1.05

【详解】(1) 相邻两个计数点间的时间间隔 $T = 0.1s$, 纸带中 CD 段的平均速度为



$$v_{CD} = \frac{x_{CD}}{T} = \frac{0.12}{0.1} \text{ m/s} = 1.2 \text{ m/s}$$

(2) 纸带的横宽 d 对应横坐标中的时间长度为 $T=0.1\text{s}$

该同学每迈一步的时间为 $t=5T=0.5\text{s}$

可把图像看成 $v-t$ 图像, 同学一步幅为图像一个周期内每段纸带面积之和, 该同学的速度为

$$v = \frac{s}{t} = \frac{(8.8+11+12+11+9.7) \times 10^{-2}}{0.5} \text{ m/s} = 1.05 \text{ m/s}$$

12.(每空 2 分, 共 8 分) 【答案】增大 $\frac{R_2}{r_x+R_1+R_2}$ 6.0V 0.50Ω

【详解】(1) 因为电流计电流向上, 所以需增大 R_2 的电压, 故增大 R_2 阻值, 当 G 表示数为零时

$$\frac{E_x}{r_x + R_1 + R_2} R_2 = E_0$$

得

$$\frac{E_0}{E_x} = \frac{R_2}{r_x + R_1 + R_2}$$

(2) 把

$$\begin{aligned} E_0 &= 1.5\text{V} \\ R_1 &= 4.0\Omega \\ R_2 &= 1.5\Omega \\ R'_1 &= 8.5\Omega \\ R'_2 &= 3.0\Omega \end{aligned}$$

代入

$$\frac{E_x}{r_x + R_1 + R_2} R_2 = E_0$$

联立得

$$\begin{aligned} r_x &= 0.50\Omega \\ E_x &= 6.0\text{V} \end{aligned}$$

13. (7 分) 【答案】(1) 20cm^3 (2) $\frac{1}{24}$

【详解】(1) 气垫内气体与环境温度始终相等, 根据玻意耳定律有 $p_0V_0 = p_1V_1$ 1 分

根据平衡条件有 $p_1S = \frac{1}{2}mg + p_0S$ 1 分

解得 $V_1 = 20\text{cm}^3$ 1 分

(2) 当气体温从 15°C 上升到 27°C 时, 根据理想气体状态方程有 $\frac{p_0V_0}{t_0+273} = \frac{p_0V_2}{t_1+273}$ 1 分

解得 $V_2 = 25\text{cm}^3$ 1 分

则漏出的气体体积为 $\Delta V = V_2 - V_0 = 1\text{cm}^3$ 1 分

膨胀后气体密度相同, 则漏出的气体与气垫内剩余气体的质量之比为 $\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{1}{24}$ 1 分

14. (15 分) 【答案】(1) $\frac{1}{4}R$ (2) $\frac{11}{3}mg$ (2) $\sqrt{\frac{gR}{3}}$

【详解】(1) 物块 a 在圆弧面上运动时, 物块 a 和 b 组成的系统水平方向动量守恒,

则 $mv_a = 3mv_b$ 即 $mx_a = 3mx_b$ 1 分

又因为 $x_a + x_b = R$ 1 分

解得 $x_b = \frac{1}{4}R$, $x_a = \frac{3}{4}R$ 1 分

(2) 设物块 a 第一次运动到 A 点时速度为 v_1 , 圆弧体的速度为 v_2 ,

根据水平方向动量守恒有 $mv_1 = 3mv_2$ 1 分

根据机械能守恒有 $mgR = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2} \times 3mv_2^2$ 1 分

解得: $v_1 = \sqrt{\frac{3gR}{2}} = 3v_2$; $v_2 = \sqrt{\frac{gR}{6}}$

$$F_N - mg = \frac{mv_{\text{相对}}^2}{R} = \frac{m(v_1+v_2)^2}{R}, \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$F_N = \frac{11}{3}mg \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

由牛顿第三定律可得 $F'_N = F_N = \frac{11}{3}mg$ 1 分

(3) 设物块 a 与弹簧作用前的速度为 v_3 , 根据动能定理 $-\mu mg\chi_{AB} = \frac{1}{2}mv_3^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ 1 分

设 a 与弹簧作用结束后瞬间的速度为 v_4 , 物块 c 的速度为 v_5 , a 与弹簧作用过程,

根据动量守恒定律 $mv_3 = mv_4 + 3mv_5$ 1 分

根据机械能守恒 $\frac{1}{2}mv_3^2 = \frac{1}{2}mv_4^2 + \frac{1}{2} \times 3mv_5^2$ 1 分

解得 $v_4 = -\frac{1}{2}v_3$, $v_5 = \frac{1}{2}v_3$ 1 分

分

由于物块 a 刚好不再能滑上圆弧面, 故物块 a 第二次滑过 AB 段后的速度 v_6 等于 v_2 ,

根据动能定理 $-\mu mg\chi_{AB} = \frac{1}{2}mv_6^2 - \frac{1}{2}mv_4^2$ 1 分

$$\text{联立解得: } v_3 = \sqrt{\frac{4gR}{3}}, v_4 = -\sqrt{\frac{gR}{3}} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

故物块 a 与弹簧相碰后第一次返回 B 点时速度大小为 $\sqrt{\frac{gR}{3}}$

15. (18 分) 【答案】(1) 200V (2) 2cm (3) (3cm, 0)

【详解】(1) 粒子在电场中运动的过程中, 沿极板方向和垂直于磁场方向分别做匀速运动和匀加速直线运动

$$l = v_0t \quad \text{①} \quad v_y = at \quad \text{②} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$q \frac{U}{d} = ma \quad \text{③} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\tan\theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{\sqrt{3}}{3} \quad \text{④} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{由①②③④可得 } U = \frac{\sqrt{3}mdv_0^2}{3ql} = 200\text{V} \quad \text{⑤} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

(2) 粒子进入磁场时, 速度和位置

$$v = \frac{v_0}{\cos\theta} \quad \text{⑥} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$y_0 = \frac{1}{2}at^2 \quad \text{⑦} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

在 $0 \sim t_0$ 时间内,

$$T_1 = \frac{2\pi m}{qB_0} = 2\pi \times 10^{-7}\text{s} \quad t_0 = \frac{T_1}{3} \quad \text{⑧} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

即 $0 \sim t_0$ 时间内速度方向偏转了 $\frac{2\pi}{3}$

做圆周运动的半径为 R_1 , 根据牛顿第二定律

$$qvB_0 = m \frac{v^2}{R_1} \quad \textcircled{9} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

联立⑥⑨解得 $R_1 = 2\text{cm}$ 1 分

综上所述可得在 $0 \sim t_0$ 时间内粒子运动轨迹圆心 C_1 在 X 轴上, 故 $0 \sim t_0$ 时间内粒子运动过程中距 x 轴的最

大距离为 2cm 1 分

(3) 在 $t_0 \sim 2t_0$ 时间内,

$$qv(2B_0) = m \frac{v^2}{R_2} \quad \textcircled{10} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$T_2 = \frac{2\pi m}{q(2B_0)} = \pi \times 10^{-7} \text{s} \quad \textcircled{11} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$t_0 = \frac{2}{3} T_2 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$2t_0$ 时刻, 粒子的速度方向与 $t = 0$ 时刻相同 1 分

根据运动的周期性, 粒子的运动轨迹示意如图

$4t_0$ 时刻粒子的位置坐标

$$x_4 = 2(R_1 \sin\theta + R_1) - 2(R_2 \sin\theta + R_2) \quad \square \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$y_4 = y_0 - 2R_1 \cos\theta + 2R_2 \cos\theta \quad \textcircled{13} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

整理得

$$x_4 = \sqrt{3} \frac{mv_0}{qB_0} = 3\text{cm} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$y_4 = \frac{\sqrt{3}}{6} l - \frac{mv_0}{qB_0} = 0\text{cm} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

