

物理参考答案

一、单项选择题：本题共 7 小题，每小题 4 分，共 28 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。

题号	1	2	3	4	5	6	7
答案	B	A	B	C	C	D	D

【解析】

1. 水由表面张力形成“膜”，水黾是受到该膜的支持力而不沉入水中，小血珠沿细管上升是毛细现象，在篾圈上形成油膜是油分子之间表面张力的作用，表面张力使液体表面积有收缩的趋势，真空环境下呈球状，故选 B。
2. $x-t$ 图上， $x=0$ 、 $x=50\text{m}$ 处为完成交接棒的点，故 A 正确，B 错误。 t_2 、 t_3 均是甲领先，故 C、D 错误。
3. 电势能 $E_p = q\varphi$ ， $q > 0$ ，故 b 点 φ 最小即电势能最小，故 A 错误。电场力做功 $W = qU$ ，由动能定理 $E_k = W = qU$ ，运动过程中 a 、 b 间的电势差 U 最大，故过 b 点时动能最大，故 B 正确。 φ 的极值处 $E = 0$ ，故 C 错误。粒子会在 $\varphi = 0$ 的两点间往返运动，故 D 错误。
4. 渡河时间由竖直方向运动决定，甲、乙渡河时间均为 $t = \frac{d}{v \sin \theta}$ ，故 A、B 错误。甲的合速度竖直，分解可得水流速度大小为 $v_0 \cos \theta$ ，则乙到达对岸水平位移为 $x = 2v \cos \theta \frac{d}{v \sin \theta} = \frac{2d}{\tan \theta}$ ，甲水平位移为 0，故 C 正确。若水流速度 $v_0 > v$ ，甲无论什么航向合运动均无法竖直，故 D 错误。
5. 正负粒子均向右通过流量计，由左手定则判断正离子受到向上的洛伦兹力，负离子受到向下的洛伦兹力，故 N 点的电势应小于 M 点，故 A 错误。同样联立得 $U = 2B \sqrt{\frac{Q}{\pi v}}$ ，故电势差与 v 有关，故 B 错误。 $Q = \frac{v \pi d^2}{4}$ ，流量计上下极板电势差稳定时有 $Bqv = q \frac{U}{d}$ ，联立得 $U = \frac{4BQ}{\pi d}$ ，因此内径 d 变小时电势差 U 增大，故 C 正确。通过流量计流量 $Q = \frac{v \pi d^2}{4}$ 恒定，故 v 减小时 d 增大，故 D 错误。
6. $U-I$ 图像可视为以 MN 端输入电压为电源的 $U-I$ 图像，纵截距为电动势 $U_{\text{有}} = 200\text{V}$ ，故峰值 $U_{\text{m}} = 200\sqrt{2}\text{V}$ ，斜率绝对值为内阻 $R_0 = 20\Omega$ ，故 A、B 错误。可将变压器及副线圈上负

载等效成阻值为 $\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 R$ 的电阻，故滑片向 b 端滑动，接入阻值变小，路端电压 U 增大，

故 C 错误。当内电阻与等效电阻相等时滑动变阻器消耗功率最大，有 $\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 R = R_0$ ，得

$R = 9R_0$ ，故 D 正确。

7. 对小球 A 、 B 受力分析并建立平衡方程可得 $N_A \sin 37^\circ = m \frac{4\pi^2}{T_A^2} \cdot 6L$ ， $N_A \cos 37^\circ = mg$ ，

$N_B \cos 37^\circ = m \frac{4\pi^2}{T_B^2} \cdot 4L$ ， $N_B \sin 37^\circ = mg$ ，解得绳的拉力 $N_A = \frac{3}{4} N_B$ ，圆周运动周期

$T_A^2 = \frac{3}{8} T_B^2$ ，故 A、B 错误。同时时间断轻绳后 A 、 B 均作平抛运动，下落时间 $t = \sqrt{\frac{24L}{g}}$ 相同，

故 C 错误。再次写出两球牛顿第二定律 $mg \tan 37^\circ = \frac{mv_A^2}{6L}$ ， $mg \tan 53^\circ = \frac{mv_B^2}{4L}$ ，得 $v_A = \sqrt{\frac{9}{2}} gL$ ，

$v_B = \sqrt{\frac{16}{3}} gL$ ，则平抛至落地水平位移 $x_A = v_A t = 6\sqrt{3}L$ ， $x_B = v_B t = 8\sqrt{2}L$ ，最终两球与 O 点

的距离 $d_A = \sqrt{x_A^2 + (6L)^2} = 12L$ ， $d_B = \sqrt{x_B^2 + (4L)^2} = 12L$ ，故 D 正确。

二、多项选择题：本题共 3 小题，每小题 5 分，共 15 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得 5 分，选对但不全的得 3 分，有错选的得 0 分。

题号	8	9	10
答案	AD	CD	ABD

【解析】

8. 设任意时刻轻绳与竖直方向夹角为 θ ，对小球受力分析得到平衡方程 $F = mg \sin \theta$ ，轻绳拉力 $T = mg \cos \theta$ 。故 θ 从 0° 缓慢转至 60° 的过程中， F 逐渐增大， T 逐渐减小，故 A、D 正确，故 B、C 错误。

9. 月地检验的思路为——假设 F_1 、 F_2 均满足与两物体质量乘积成正比、与距离平方成反比的

规律，则由牛顿第二定律 $F_1 = \frac{GM_{\text{地}}M_{\text{月}}}{r^2} = M_{\text{月}}a$ ， $F_2 = \frac{GM_{\text{地}}m_{\text{物}}}{R^2} = Mg$ ，可推得 $\frac{a}{g} = \left(\frac{R}{r}\right)^2$ 。

a 由测定月地距离 r 、月球绕地球公转周期 T 计算确定， g 可由地球表面自由落体实验测得。而牛顿提出月地检验时，尚未测出引力常量 G 的准确数值。综上所述，故 A、B 错误，C、D 正确。

10. 当 $k = 0$ ，粒子从圆形 O 点沿半径方向向外发射如图 1 甲所示，由几何关系 $r_1^2 + R^2 = (2R - r_1)^2$ ，

$r_1 = \frac{3}{4}R = \frac{mv_1}{qB}$, 故 $v_1 = \frac{3qBR}{4m}$, 故 A 正确。当 $k=1$, 速度为 $\frac{3qBR}{4m}$ 的粒子其半径为 $r_1 = \frac{3R}{4}$

其入射点在内环上, 向纸面内各个方向均匀发射, 如图乙中的 θ , 当入射方向与环的半径夹角 θ , 那么进入磁场再进入内圆再进入磁场时都夹角是 θ , 也就是不会从外圆出去, 由几何关系可知: 在图中 OM 线上方 180° 范围入射的粒子都会从外圆出去, 在 OM 线下方 180° 范围入射的粒子都会从外圆出去, 所以当 $k=1$, 速度为 $\frac{3qBR}{4m}$ 的粒子中, 从环外圆

出去的粒子数和被约束在环外圆以内的粒子数的比值为 $1:1$, 故 B 正确。当 $k=0.5$, 由几何关系, 图 3 中 M 点发出速度大小相同的粒子, 从 A 点向上进入磁场, α 角最大, 最有可能出磁场外圆, 反之如果它都没有出去则这个速度大小的粒子向其他方向发射也不会出磁场, 由余弦定理 $(2R-r_2)^2 = r_2^2 + R^2 - 2Rr_2 \cos 120^\circ$, 得 $r_2 = \frac{3}{5}R = \frac{mv_2}{qB}$, 所以 $v_2 = \frac{3qBR}{5m}$,

所以速度小于 $\frac{3qBR}{5m}$ 的粒子都不会从环的外圆出去, 故 D 正确。同理, 由几何关系图丙中

M 点发出的粒子, 从 B 点向下进入磁场, β 角最大, 最有可能不出磁场外圆, 若它刚好不出, 则 $r_3 = R = \frac{mv_3}{qB}$, 所以 $v_3 = \frac{qBR}{m}$, 速度大于 v_3 的粒子都会出磁场; 介于 v_2 到 v_3 之间的粒子要看发射方向, 一部分出磁场, 一部分不出磁场, 故 C 错误。

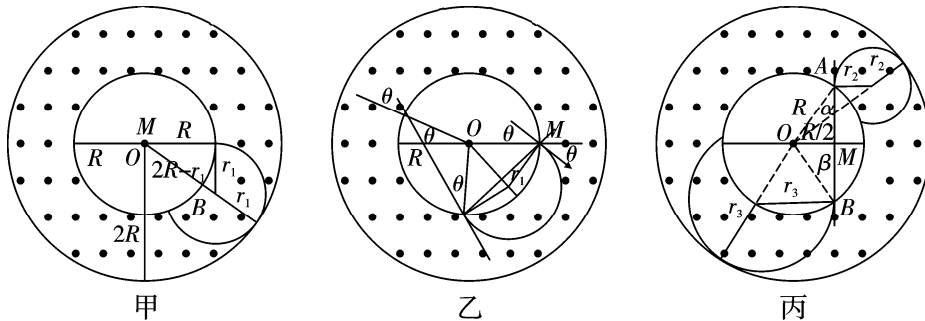


图 1

三、非选择题: 本题共 5 小题, 共 57 分。

11. (每空 2 分, 共 6 分)

- (1) 光疏介质
- (2) 小于
- (3) 1.60

【解析】 (1) 由 θ_1 大于 θ_2 , 所以介质 1 是光疏介质, 介质 2 是光密介质。

(2) 光从棱镜射入宝石时在界面处发生了全反射, 所以棱镜的折射率大, 是光密介质, 宝石的折射率小, 是光疏介质。

(3) 由关系式: $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$, 乙图中的明暗分界线表示恰好发生全反射, 故临界角为 67.1° , 此时宝石中的折射角恰好为 90° , 故 $n_1 \sin 67.1^\circ = n_2 \sin 90^\circ$, 即 $n_2 = 1.74 \times 0.921 = 1.60254$, 取 3 位有效数字 $n_2 = 1.60$ 。

12. (除特殊标注外, 每空 2 分, 共 9 分)

(1) 1.696 (1.695~1.699 均给分)

(2) 分压

(3) C

(4)
$$\frac{I_1 r_1 \pi d^2 R_0}{4L(I_2 R_0 - I_1 R_0 - I_1 r_1)} \quad (3 \text{ 分})$$

【解析】 (1) 读数在 1.695~1.699mm 之间都正确。

(2) 滑动变阻器最大电阻 20Ω , 而待测电阻丝电阻为 100Ω 左右, 用分压的调节方式更合理。

(3) 让大量程的表在干路上, 故 B 错误。当 A_1 表接近满偏时 A_2 表电流才 100mA 左右, A_2 表的读数指针偏转幅度太小, 故 A、D 错误。当 A_1 表接近满偏时, A_2 表的读数也在满偏左右, 指针的偏转幅度更合理, 此时这部分电路所占电压大约为 8V , 滑动变阻器的分压控制也很合理, 故 C 正确。

(4) 由欧姆定律电阻丝的电阻 $R_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{I_1 r_1}{I_2 - I_1 - I_{R_0}}$, $I_{R_0} = \frac{U_{R_0}}{R_0} = \frac{I_1 r_1}{R_0}$, $R_x = \rho \frac{L}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2}$,

可以求得
$$\rho = \frac{I_1 r_1 \pi d^2 R_0}{4L(I_2 R_0 - I_1 R_0 - I_1 r_1)}。$$

13. (10 分)

解: (1) 超声波在介质 2 中传播时 $T = 1 \times 10^{-5} \text{s}$ ①

由于在传播过程中波的频率是不变的, 根据公式 $T = \frac{1}{f}$, 在两种介质中传播时周期不变,

则在介质 1 中传播时

$$v_1 = \frac{\lambda_1}{T} = \frac{2 \times 10^{-2} \text{m}}{1 \times 10^{-5} \text{s}} = 2 \times 10^3 \text{m/s} \quad \text{②}$$

(2) 超声波在介质中匀速传播

$$\lambda_2 = v_2 T \quad \text{③}$$

$$\lambda_2 = 1.5 \times 10^{-2} \text{m} \quad \text{④}$$

$T = 0\text{s}$ 时, B 点在平衡位置且沿负向振动, $0.75\text{cm} = \frac{\lambda}{2}$, 得此时 C 点在平衡位置且向正向振动 ⑤

C 的振动方程为

$$y = 5 \times 10^{-6} \sin 2\pi \times 10^5 t \quad ⑥$$

得 $t = \frac{2}{3} \times 10^{-5} \text{s}$ 时 C 的位移为

$$y_C = -\frac{5\sqrt{3}}{2} \times 10^{-6} \text{m} \quad ⑦$$

所以 C 的路程为

$$L_C = y_C + 2A = \left(\frac{5\sqrt{3}}{2} + 10 \right) \times 10^{-6} \text{m} \quad ⑧$$

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

14. (14 分)

解: (1) 将重力沿垂直棱线 AD 和沿着 AD 分解为 G_1 和 G_2 , 如图 2 甲所示。画出垂直 AD 面上的受力如图乙所示。

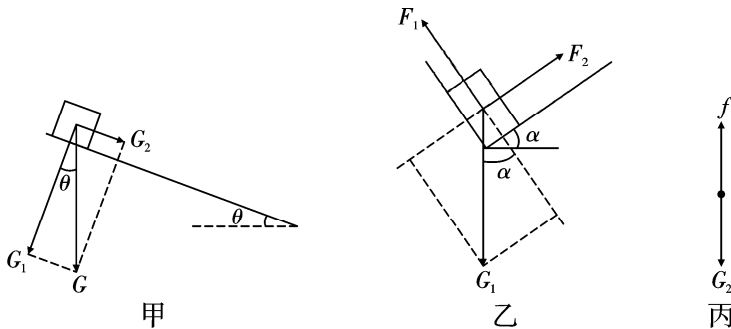


图 2

由平衡知识得

$$F_1 = mg \cos \theta \cdot \cos \alpha \quad ①$$

$$\text{由 } f = \mu F_1 \quad ②$$

$$\text{解得: } f = \frac{200}{3} \text{N} \quad ③$$

(2) 由受力如图丙得

$$F_{\text{合}} = G_2 - f \quad ④$$

$$F_{\text{合}} = ma$$

$$\text{解得: } a = 10\text{m/s}^2 \quad ⑤$$



由静止到与传送带等速

$$t_1 = \frac{v}{a} = 1\text{s} \quad \text{⑥}$$

$$x_1 = \frac{1}{2}vt_1 = 5\text{m} \quad \text{⑦}$$

由于 $\tan \theta < \mu$ ，故等速后货物与传送带相对静止

$$t_2 = \frac{15 - x_1}{10} = 1\text{s} \quad \text{⑧}$$

$$\text{故 } t = t_1 + t_2 = 2\text{s} \quad \text{⑨}$$

(3) 两者相对滑动时产生的热量为 Q

$$Q = fL_{\text{相对}} = \frac{1000}{3}\text{J} \quad \text{⑩}$$

以时间 t 内传送带及传送的 n 个货物为对象，电机多做的功为

$$W = n\frac{1}{2}mv^2 + Qt - nmgh \quad \text{⑪}$$

得增加的功率

$$\Delta P = \frac{W}{t} = \frac{1000}{3}W \quad \text{⑫}$$

评分标准：本题共 14 分。正确得出⑨、⑩式各给 2 分，其余各式各给 1 分。

15. (18 分)

解：(1) 由题知棒甲做匀加速直线运动

$$a = \frac{BI_0L}{m} = 1\text{m/s}^2 \quad \text{①}$$

由运动公式

$$\frac{1}{2}at^2 = d \quad \text{②}$$

$$\text{解得： } t = \sqrt{\frac{2d}{a}} = 1\text{s} \quad \text{③}$$

甲向左滑过磁场的过程中，甲作电源与定值电阻串联，易知总电阻

$$R_{\text{总}} = 2R_0 = 4\Omega \quad \text{④}$$

故通过定值电阻的电荷量等于通过回路的总电荷量为

$$q_{\text{总}} = \frac{\Delta\Phi}{R_{\text{总}}} = \frac{BLd}{R_{\text{总}}} = \frac{1}{8}\text{C} \quad \text{⑤}$$

(2) 由 (1) 可知棒甲在碰前的速度为

$$v_0 = at = 1\text{m/s} \tag{6}$$

以向右为正，两棒发生弹性碰撞，有

$$mv_0 = mv_1 + kmv_2, \quad \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}kmv_2^2 \tag{7}$$

$$\text{解得: } v_1 = \frac{1-k}{1+k}\text{m/s}, \quad v_2 = \frac{2}{1+k}\text{m/s} \tag{8}$$

为使棒甲碰后向左滑动，显然应有 $v_1 < 0$ ，即 $k > 1$ ⑨

碰后甲向左穿过磁场，假定其可以滑过虚线 a ，令其滑到虚线 a 时的速度大小为 v'_1

由动量定理有

$$\sum \frac{B^2 L^2 v}{R_{\text{总}}} \cdot \Delta t = \frac{B^2 L^2 d}{R_{\text{总}}} = m(|v_1| - v'_1) \tag{10}$$

$$\text{解得: } v'_1 = \frac{k-1}{k+1} - \frac{1}{8}$$

为满足题意应有 $v'_1 > 0$ ，解得 $k > \frac{9}{7}$ ⑪

综上，应有 $k > \frac{9}{7}$ ⑫

(3) 乙在右侧磁场中运动时，甲已经离开左侧磁场，故此时乙作电源，甲与定值电阻并联，有

$$R'_{\text{总}} = \frac{1}{2}R_0 = 1\Omega \tag{13}$$

对乙应用动量定理，在极短时间内，有 $\frac{B^2 L_x^2 v_x}{R_{\text{总}}} \cdot \Delta t = km \cdot \Delta v$ ，令 $\Delta x = v_x \cdot \Delta t$ ，可利用微元法思想作如下推导：

元法思想作如下推导：

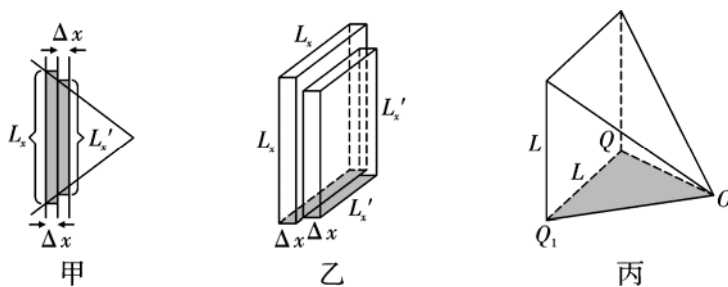


图 3



则对全过程有

$$\sum \frac{B^2 L_x^2 \Delta x}{R_{\text{总}}} = \frac{B^2}{R_{\text{总}}} \sum \Delta V = \frac{B^2}{R_{\text{总}}} \cdot V_{\text{四棱锥}} = km(v_2 - v'_2) \quad (14)$$

其中 v'_2 是乙到达 O 点时的速度

$$V_{\text{四棱锥}} = \frac{1}{3} \cdot L^2 \cdot h = \frac{1}{3} \cdot L^2 \cdot \frac{\frac{1}{2}L}{\tan \frac{\theta}{2}} = \frac{2}{9} \text{m}^3 \quad (15)$$

$$\text{解得: } v'_2 = \frac{2}{1+k} - \frac{2}{9k} (\text{m/s}) \quad (16)$$

$$\text{若乙能滑过 } O \text{ 点, 显然应有 } v'_2 > 0, \text{ 解得 } k > \frac{1}{8} \quad (17)$$

显然 (2) 中 k 的范围是上述结果的子集, 即 (2) 中所求 k 的范围能确保棒乙滑过 O 点

(18)

评分标准: 本题共 18 分。正确得出①~⑱式各给 1 分。