2019年泉州市高二物理竞赛试卷（答案）

一、不定项选择题：本题共 4 小题，每小题 6 分，共 24 分。在每小题给出的四个选项中，有一项或多项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

题号	1	2	3	4
答案	CD	AD	D	C

二、填空题：本题共 4 小题，每小题 6 分，共 24 分。

5. $3\sqrt{3}$m/s，　60°

6. 20 N，0°。

7. $\dfrac{24p_0}{7}$，$\dfrac{96p_0}{35\rho hS}+\dfrac{3g}{5}$。

8. 0.625W，5Ω。

三、计算题：本题共 6 小题，共 102 分。

9.（15 分）解：

（1）经过槽底的平面折射成像

$$\frac{n_1}{h}+\frac{n_0}{v}=\frac{n_0-n_1}{\infty}$$ ①（**3 分**）

空气折射率 $n_0=1$

求得 $v=-\dfrac{3h}{4}$ ②（**2 分**）

即像到槽底的距离为$\dfrac{3h}{4}$

（2）放上平凹透镜后，先经过透镜上表面球面折射成像

$$\frac{n_1}{h}+\frac{n_2}{v_1}=\frac{n_2-n_1}{-R}$$ ③（**3 分**）

透镜球面半径 $R=2h$

再经过槽底的平面折射成像

$$\frac{n_2}{u_2}+\frac{n_0}{v_2}=\frac{n_0-n_2}{\infty}$$ ④（**3 分**）

其中 $u_2=-v_1$

联立求得像距 $v_2=-\dfrac{12h}{17}$ ⑤（**2 分**）

所以，像向下移动，移动的距离为

$\Delta v=|v-v_2|=\dfrac{3h}{68}$ ⑥（**2 分**）

10.（15 分）解：

（1）Q 使金属球壳发生静电感应，外表面上的感应电荷可分为两部分。根据电像法，第一部分的像电荷带电量 $Q'=\frac{R}{d}Q$　　① **（2 分）**

像电荷到球心的距离 $x=\frac{R^2}{d}$　　② **（2 分）**

另一部分感应电荷均匀分布在球壳的外表面，带电量 $Q''=\frac{R}{d}Q$。　　③ **（1 分）**

电量为 q 的点电荷使球壳内表面感应出的电荷为 $q'=-q$，外表面感应出的电荷为 $q''=q$，内表面的 q' 与 O 点处的 q 对 Q 总作用力为零，所以，只有外表面均匀分布的 $q''+Q''$ 以及像电荷 Q' 对 Q 有作用力，即

$F=k\frac{QQ'}{(d-x)^2}-k\frac{Q(q''+Q'')}{d^2}$　　④ **（3 分）**

把 Q'、q''、Q''、x 代入可得

$F=k\frac{RdQ^2}{(d^2-R^2)^2}-k\frac{Q(qd+QR)}{d^3}$　　⑤ **（2 分）**

（2）像电荷的带电量 Q' 和点电荷 Q 在 O 点处的总电势贡献为零，外表面均匀分布的 $q''+Q''$ 以及内表面感应出的电荷为 q' 在球心处总的电势贡献为

$U=k\frac{(q''+Q'')}{R}+k\frac{q'}{R}=k\frac{Q'}{R}=k\frac{Q}{d}$　　**（3 分）**

点电荷 q 所具有的电势能为

$W=Uq=k\frac{Qq}{d}$　　⑥ **（2 分）**

11.（18 分）解：

（1）等压膨胀过程中，有 $\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$　　① **（2 分）**

氦气的最高温度为 $T_2=\frac{V_2}{V_1}T_1=900\text{K}$　　② **（2 分）**

绝热膨胀过程中 $T_2V_2^{\gamma-1}=T_3V_3^{\gamma-1}$　　③ **（2 分）**

$T_3=T_1=300\text{K}$　　④

$\gamma=\frac{C_P}{C_V}=\frac{\frac{5R}{2}}{\frac{3R}{2}}=\frac{5}{3}$　　⑤

氦气的最大体积为 $V_3=V_2(\frac{T_2}{T_3})^{1/(\gamma-1)}=31.2\text{L}$　　⑥ **（2 分）**

（2）氦气总的吸热量就是等压膨胀过程中的吸热量，在此过程中，

氦气压强为 $p_1 = \dfrac{\nu RT_1}{V_1} = 2.49\times10^5\text{Pa}$ ⑦（**2 分**）

对外做的功为 $W_1 = p_1(V_2 - V_1) = 9.96\times10^2\text{J}$ ⑧（**2 分**）

内能增量为 $\Delta E_1 = \nu C_V(T_2 - T_1) = 1.50\times10^3\text{J}$ ⑨（**2 分**）

根据热力学第一定律可得，总吸热量为

$Q_{总} = W_1 + \Delta E_1 = 2.50\times10^3\text{J}$ ⑩（**2 分**）

在整个过程中，温度回到初始温度，$\Delta E_{总} = 0$，则对外所做的总功为

$W_{总} = Q_{总} = 2.50\times10^3\text{J}$ ⑪（**2 分**）

12.（18 分）解：

（1）设前后轮对地的压力分别为 N_1、N_2，有

$\mu(N_1+N_2)=ma_1$ ①（**2 分**）

$N_1+N_2=mg$ ②（**2 分**）

设刹车过程中滑行距离为 s_1，由牛顿运动定律，有

$v^2=2a_1s_1$ ③（**2 分**）

由①②③可得 $s_1=\dfrac{v^2}{2\mu g}$ ④（**2 分**）

对合质心取力矩，有

$\mu(N_1+N_2)y-N_1x_1+N_2x_2=0$ ⑤（**2 分**）

由②⑤可得 $N_1=\dfrac{x_2+\mu y}{x_1+x_2}mg$ ⑥（**2 分**）

$N_2=\dfrac{x_1-\mu y}{x_1+x_2}mg$ ⑦（**2 分**）

（2）不发生危险，应有 $N_2>0$ ⑧（**2 分**）

由⑦⑧可得 $x_1>\mu y$ ⑨（**2 分**）

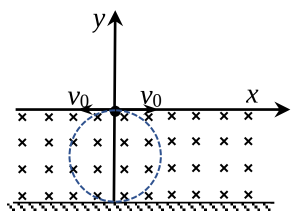
13.（18 分）解：

（1）设小球同时具有水平向右和向左的初速度 v_0，并且满足

$qBv_0=mg$ ①（**2 分**）

小球以速度 v_0 向右做匀速直线运动的同时，以速度 v_0 逆时针做匀速圆周运动，根据题意可知，其轨道半径为

$R=\dfrac{h}{2}$ ②（**1 分**）



洛伦兹力提供向心力，根据牛顿第二定律得

$qBv_0=\dfrac{mv_0^2}{R}$ ③（**2 分**）

由以上三个式子可得

$v_0=\sqrt{\dfrac{gh}{2}}$　　$B=\dfrac{m}{q}\sqrt{\dfrac{2g}{h}}$　　④（**2分**）

小球的运动角速度为

$\omega=\dfrac{v_0}{R}=\sqrt{\dfrac{2g}{h}}$　　⑤（**2分**）

小球在任意时刻的位置坐标为

$x=v_0t-R\sin\omega t$　　$y=-R(1-\cos\omega t)$　　⑥（**2分**）

把 v_0、R、ω 代入可得

$x=\sqrt{\dfrac{gh}{2}}t-\dfrac{h}{2}\sin\sqrt{\dfrac{2g}{h}}t$　　$y=-\dfrac{h}{2}\left(1-\cos\sqrt{\dfrac{2g}{h}}t\right)$　　⑦（**2分**）

（2）在运动轨迹的最低点处，小球向右做匀速直线运动的速度 v_0，与做匀速圆周运动的速度 v_0 同向，所以小球的合速度为

$v=2v_0=\sqrt{2gh}$　　⑧（**2分**）

其受到的竖直向上的洛伦兹力大小为 qBv，根据牛顿第二定律得

$qBv-mg=\dfrac{mv^2}{\rho}$　　⑨（**2分**）

所以　$\rho=2h$　　⑩（**1分**）

14.（18分）解：

(1) 设青蛙起跳的速度为 v，与水平方向夹角为 θ，水平位移为 x，运动时间为 t，有

$x=v\cos\theta\, t$　　①（**1分**）

$v\sin\theta=g\dfrac{t}{2}$　　②（**1分**）

由①②可得 $x=\dfrac{v^2\sin2\theta}{g}$，即当 $\theta=45°$　　③（**1分**）

距离最大 $x=L$。可得 $v=\sqrt{gL}$　　④（**1分**）

青蛙能到达的最大高度为 $y=\dfrac{v^2}{2g}=\dfrac{L}{2}$　　⑤（**1分**）

(2) 设青蛙向右跳离时速度为 v_1，小车速度为 v_2，运动时间为 t'，所求距离为 s，有

$\dfrac{1}{2}mv^2=\dfrac{1}{2}mv_1^2+\dfrac{1}{2}Mv_2^2$　　⑥（**1分**）

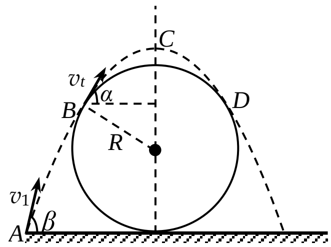
$mv_1\cos\theta=Mv_2$　　⑦（**1分**）

$v_1\sin\theta=g\dfrac{t'}{2}$　　⑧（**1分**）

$s=(v_1\cos\theta+v_2)\,t'$　　⑨（**1分**）

由③④⑥⑦⑧⑨可得 $s=\dfrac{2m+2M}{m+2M}L$ ⑩（**1 分**）

(3) 如图，临界情况为轨迹与球同时相切于 B 和 D， 设青蛙到达该处时速度为 v_t，与水平方向夹角为 α，在跳跃的过程中, 有



$\dfrac{1}{2}mv^2=\dfrac{1}{2}mv_3^2+\dfrac{1}{2}Mv_4^2$ ⑪（**1 分**）

$mv_3\cos\beta=Mv_4$ ⑫（**1 分**）

从 A 到 B 过程, 有

$\dfrac{1}{2}mv_3^2=\dfrac{1}{2}mv_t^2+mgR\,(1+\cos\alpha)$ ⑬（**1 分**）

$(v_3\sin\beta)^2-(v_t\sin\alpha)^2=2gR\,(1+\cos\alpha)$ ⑭（**1 分**）

从 B 到 C 过程, 有 $v_t\sin\alpha=gt''$ ⑮（**1 分**）

$v_t t''\cos\alpha=R\sin\alpha$ ⑯（**1 分**）

由④⑥⑦⑪⑫⑬⑭可得 $R=\dfrac{ML}{2[(1+\cos\alpha+\dfrac{1}{2\cos\alpha})(M+m(\cos\dfrac{3\pi}{8})^2)]}$ ⑯（**1 分**）

当 α=45°时， 可得球最大值 $R=\dfrac{ML}{2[(1+\sqrt{2})(M+m(\cos\dfrac{3\pi}{8})^2)]}$ ⑯（**1 分**）