

机密★启用前

山东省 2020 年普通高中学业水平等级考试

物理试题参考答案

一、单项选择题

1. D 2. B 3. A 4. D 5. A 6. C 7. B 8. C

二、多项选择题

9. AC 10. BD 11. ACD 12. BC

三、非选择题

13.

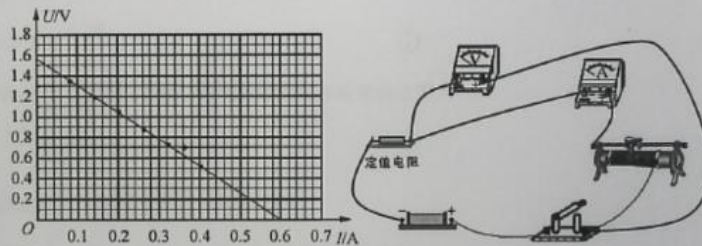
(1) 0.32 或 0.33; 3.1

(2) 9.4

14.

(1) B

(2) ①如下左图; ② R_1 ; ③如下右图



15. 解:

设火罐内气体初始状态参量分别为 p_1 、 T_1 、 V_1 ，温度降低后状态参量分别为 p_2 、 T_2 、 V_2 ，罐的容积为 V_0 ，由题意知

$$p_1 = p_0, T_1 = 450\text{K}, V_1 = V_0, T_2 = 300\text{K}, V_2 = 20V_0/21 \quad \text{①}$$

由理想气体状态方程得

$$\frac{p_0 V_0}{T_1} = \frac{p_2 \cdot \frac{20}{21} V_0}{T_2} \quad (2)$$

代入数据得

$$p_2 = 0.7 p_0 \quad (3)$$

对于抽气罐，设初态气体状态参量分别为 p_3 、 V_3 ，末态气体状态参量分别为 p_4 、 V_4 ，罐的容积为 V'_0 ，由题意知

$$p_3 = p_0, V_3 = V'_0, p_4 = p_2 \quad (4)$$

由玻意耳定律得

$$p_0 V'_0 = p_2 V_4 \quad (5)$$

联立 (2) (5) 式，代入数据得

$$V_4 = \frac{10}{7} V'_0 \quad (6)$$

设抽出的气体的体积为 ΔV ，由题意知

$$\Delta V = V_4 - \frac{20}{21} V'_0 \quad (7)$$

故应抽出气体的质量与抽气前罐内气体质量的比值为

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{\Delta V}{V_4} \quad (8)$$

联立 (2) (5) (7) (8) 式，代入数据得

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{1}{3} \quad (9)$$

16. 解：

(1) 在 M 点，设运动员在 $ABCD$ 面内垂直 AD 方向的分速度为 v_1 ，由运动的合成与分解规律得

$$v_1 = v_M \sin 72.8^\circ \quad (1)$$

设运动员在 $ABCD$ 面内垂直 AD 方向的分加速度为 a_1 ，由牛顿第二定律得

$$mg \cos 17.2^\circ = ma_1 \quad \text{②}$$

由运动学公式得

$$d = \frac{v^2}{2a_1} \quad \text{③}$$

联立①②③式，代入数据得

$$d = 4.8\text{m} \quad \text{④}$$

(2) 在 M 点，设运动员在 $ABCD$ 面内平行 AD 方向的分速度为 v_2 ，由运动的合成与分解规律得

$$v_2 = v_M \cos 72.8^\circ \quad \text{⑤}$$

设运动员在 $ABCD$ 面内平行 AD 方向的分加速度为 a_2 ，由牛顿第二定律得

$$mg \sin 17.2^\circ = ma_2 \quad \text{⑥}$$

设腾空时间为 t ，由运动学公式得

$$t = \frac{2v_1}{a_1} \quad \text{⑦}$$

$$L = v_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2 \quad \text{⑧}$$

联立①②⑤⑥⑦⑧式，代入数据得

$$L = 12\text{m} \quad \text{⑨}$$

17. 解：

(1) 设粒子经加速电场到 b 孔的速度大小为 v ，粒子在区域 I 中，做匀速圆周运动对应圆心角为 α ，在 M 、 N 两金属板间，由动能定理得

$$qU = \frac{1}{2} mv^2 \quad \text{①}$$

在区域 I 中，粒子做匀速圆周运动，磁场力提供向心力，由牛顿第二定律得

$$qvB = m \frac{v^2}{R} \quad \text{②}$$

联立①②式得

$$R = \frac{\sqrt{2mqU}}{qB} \quad \text{③}$$

由几何关系得

$$d^2 + (R - L)^2 = R^2 \quad \text{④}$$

$$\cos\alpha = \frac{\sqrt{R^2 - d^2}}{R} \quad \text{⑤}$$

$$\sin\alpha = \frac{d}{R} \quad \text{⑥}$$

联立①②④式得

$$L = \frac{\sqrt{2mqU}}{qB} - \sqrt{\frac{2mU}{qB^2} - d^2} \quad \text{⑦}$$

(2) 设区域 II 中粒子沿 z 轴方向的分速度为 v_z , 沿 x 轴正方向加速度大小为 a , 位移大小为 x , 运动时间为 t , 由牛顿第二定律得

$$qE = ma \quad \text{⑧}$$

粒子在 z 轴方向做匀速直线运动, 由运动合成与分解的规律得

$$v_z = v \cos\alpha \quad \text{⑨}$$

$$d = v_z t \quad \text{⑩}$$

粒子在 x 方向做初速度为零的匀加速直线运动, 由运动学公式得

$$x = \frac{1}{2} at^2 \quad \text{⑪}$$

联立①②⑤⑧⑨⑩⑪式得

$$x = \frac{md^2 E}{4mU - 2qd^2 B^2} \quad \text{⑫}$$

(3) 设粒子沿 y 方向偏离 z 轴的距离为 y , 其中在区域 II 中沿 y 方向偏离的距离为 y' , 由运动学公式得

$$y' = v \sin \alpha \quad (13)$$

由题意得

$$y = L + y' \quad (14)$$

联立①④⑥⑨⑩⑬⑭式得

$$y = R - \sqrt{R^2 - d^2} + \frac{d^2}{\sqrt{R^2 - d^2}} \quad (15)$$

(4) s_1 、 s_2 、 s_3 分别对应氦核 ${}^3_1\text{H}$ 、氦核 ${}^4_2\text{He}$ 、质子 ${}^1_1\text{H}$ 的位置。

18. 解:

(1) P 与 Q 的第一次碰撞, 取 P 的初速度方向为正方向, 由动量守恒定律得

$$mv_0 = mv_{P1} + 4mv_{Q1} \quad (1)$$

由机械能守恒定律得

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_{P1}^2 + \frac{1}{2} \cdot 4mv_{Q1}^2 \quad (2)$$

联立①②式得

$$v_{P1} = -\frac{3}{5}v_0 \quad (3)$$

$$v_{Q1} = \frac{2}{5}v_0 \quad (4)$$

故第一次碰撞后 P 的速度大小为 $\frac{3}{5}v_0$, Q 的速度大小为 $\frac{2}{5}v_0$.

(2) 设 P 、 Q 第一次碰撞后 Q 上升的高度为 h_1 , 对 Q 由运动学公式得

$$0 - v_{Q1}^2 = 2 \cdot (-2g \sin \theta) \cdot \frac{h_1}{\sin \theta} \quad (5)$$

联立①②⑤式得

$$h_1 = \frac{v_0^2}{25g} \quad (6)$$

设 P 运动至与 Q 刚要发生第二次碰撞前的位置时速度为 v_{Q2} , 第一次碰后至第二次碰前,

对 P 由动能定理得

$$\frac{1}{2}mv_{02}^2 - \frac{1}{2}mv_{P1}^2 = -mgh_1 \quad (7)$$

联立①②⑤⑦式得

$$v_{02} = \frac{\sqrt{7}}{5}v_0 \quad (8)$$

P 与 Q 的第二次碰撞, 设碰后 P 与 Q 的速度分别为 v_{P2} 、 v_{Q2} , 由动量守恒定律得

$$mv_{02} = mv_{P2} + 4mv_{Q2} \quad (9)$$

由机械能守恒定律得

$$\frac{1}{2}mv_{02}^2 = \frac{1}{2}mv_{P2}^2 + \frac{1}{2} \cdot 4mv_{Q2}^2 \quad (10)$$

联立①②⑤⑦⑨⑩式得

$$v_{P2} = -\frac{3}{5} \times \frac{\sqrt{7}}{5}v_0 \quad (11)$$

$$v_{Q2} = \frac{2}{5} \times \frac{\sqrt{7}}{5}v_0 \quad (12)$$

设第二次碰撞后 Q 上升的高度为 h_2 , 对 Q 由运动学公式得

$$0 - v_{Q2}^2 = 2 \cdot (-2g \sin \theta) \cdot \frac{h_2}{\sin \theta} \quad (13)$$

联立①②⑤⑦⑨⑩⑬式得

$$h_2 = \frac{7}{25} \cdot \frac{v_0^2}{25g} \quad (14)$$

设 P 运动至与 Q 刚要发生第三次碰撞前的位置时速度为 v_{03} , 第二次碰后至第三次碰前,

对 P 由动能定理得

$$\frac{1}{2}mv_{03}^2 - \frac{1}{2}mv_{P2}^2 = -mgh_2 \quad (15)$$

联立①②⑤⑦⑨⑩⑬⑮式得

$$v_{03} = \left(\frac{\sqrt{7}}{5}\right)^2 v_0 \quad (16)$$

P 与 Q 的第三次碰撞, 设碰后 P 与 Q 的速度分别为 v_{P3} 、 v_{Q3} , 由动量守恒定律得

$$mv_{03} = mv_{P3} + 4mv_{Q3} \quad (17)$$

由机械能守恒定律得

$$\frac{1}{2}mv_{03}^2 = \frac{1}{2}mv_{P3}^2 + \frac{1}{2} \cdot 4mv_{Q3}^2 \quad (18)$$

联立①②⑤⑦⑨⑩⑬⑮⑰⑱式得

$$v_{P3} = -\frac{3}{5} \times \left(\frac{\sqrt{7}}{5}\right)^2 v_0 \quad (19)$$

$$v_{Q3} = \frac{2}{5} \times \left(\frac{\sqrt{7}}{5}\right)^2 v_0 \quad (20)$$

设第三次碰撞后 Q 上升的高度为 h_3 , 由运动学公式得

$$0 - v_{Q3}^2 = 2 \cdot (-2g \sin \theta) \cdot \frac{h_3}{\sin \theta} \quad (21)$$

联立①②⑤⑦⑨⑩⑬⑮⑰⑱⑳式得

$$h_3 = \left(\frac{7}{25}\right)^2 \cdot \frac{v_0^2}{25g} \quad (22)$$

.....

总结可知, 第 n 次碰撞后, 物块 Q 上升的高度为

$$h_n = \left(\frac{7}{25}\right)^{n-1} \cdot \frac{v_0^2}{25g} \quad (n=1,2,3,\dots) \quad (23)$$

(3) 当 P 、 Q 达到 H 时, 两物块到此处的速度可视为零, 对两物块运动全过程由动能定理得

$$0 - \frac{1}{2}mv_0^2 = -(m+4m)gH - \tan \theta \cdot 4mg \cos \theta \cdot \frac{H}{\sin \theta} \quad (24)$$

解得

$$H = \frac{v_0^2}{18g} \quad (25)$$

(4) 设 Q 第一次碰撞至速度减为零需要的时间为 t_1 ，由运动学公式得

$$v_{Q1} = 2gt_1 \sin \theta \quad (26)$$

设 P 运动到斜面底端时的速度为 v_{P1}' ，需要的时间为 t_2 ，由运动学公式得

$$v_{P1}' = v_{P1} + gt_2 \sin \theta \quad (27)$$

$$v_{P1}'^2 - v_{P1}^2 = 2sg \sin \theta \quad (28)$$

设 P 从 A 点到 Q 第一次碰后速度减为零处匀减速运动的时间为 t_3

$$v_{02} = (-v_{P1}) - gt_3 \sin \theta \quad (29)$$

当 A 点与挡板之间的距离最小时

$$t_1 = 2t_2 + t_3 \quad (30)$$

联立 (26) (27) (28) (29) (30) 式，代入数据得

$$s = \frac{(8\sqrt{7} - 13)v_0^2}{200g \sin \theta} \quad (31)$$