

## 物理(二)参考答案

1. B 根据质量数和电荷数守恒可知,四个核反应方程分别为 ${}^1_1\text{N}+{}^4_2\text{He}\rightarrow{}^{12}_6\text{C}+{}^1_0\text{H}$ , ${}^{27}_{13}\text{Al}+{}^4_2\text{He}\rightarrow{}^{30}_{15}\text{P}+{}^1_0\text{n}$ , ${}^{19}_9\text{F}+{}^4_2\text{He}\rightarrow{}^{22}_{10}\text{Ne}+{}^1_0\text{n}$ , ${}^{23}_{11}\text{Na}+{}^4_2\text{He}\rightarrow{}^{26}_{12}\text{Mg}+{}^1_0\text{n}$ ,选项 B 正确.

2. C 根据  $\varphi-x$  图像的切线斜率表示电场强度,可知 M 点的电场强度小于 N 点的电场强度,即有  $E_M < E_N$ ;由公式  $E_p = q\varphi$ ,电子在低电势处电势能大、在高电势处电势能小,可得  $E_{pM} > E_{pN}$ ,选项 C 正确.

3. A 由  $\frac{GMm}{R^2} = mg$  和  $\frac{GMm}{R^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}R$  可得  $T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$ ,于是有  $T_1 : T_2 = \sqrt{6} : 2$ ,选项 A 正确.

4. D 图甲中按住锁扣时,会挤走吸盘与墙面之间的大部分空气,剩余气体的气压仍等于外界的大气压,选项 A、B 错误;图乙中盘盖内外气体没有压力差,选项 C 错误;图乙中扳下锁扣,吸盘中剩余气体体积增大,根据玻意耳定律,吸盘中剩余气体的气压减小,吸盘中气体与外界大气存在很大的压力差使得盘盖以很大的压力压住吸盘,选项 D 正确.

5. C  $t=4\text{ s}$  时,柔软金属丝圈的形状处于稳定状态,则此时金属丝圈为圆形,圆半径为  $\frac{\sqrt{2}}{2}\text{ m}$ ,此时回路中的感应电动势

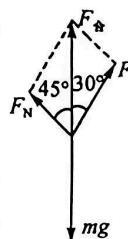
$$E = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S = \frac{\pi}{8}\text{ V}, \text{ 感应电流 } I = \frac{E}{R} = \frac{\pi}{8}\text{ A}, \text{ 又 } t=4\text{ s 时}, B = 4 - \frac{1}{4} \cdot 4(\text{T}) = 3\text{ T}, \text{ 此时金属丝的张力大小为}$$

$$F = \frac{1}{2}BI \cdot 2r = \frac{3\sqrt{2}\pi}{16}\text{ N}, \text{ 选项 C 正确.}$$

6. D 设物体 B 的质量为 M,物体 B 所受拉力为 F,则有  $F = Mg$ ,对小球 A 受力分析,如图所示,由正弦定理

$$\text{得 } \frac{mg}{\sin 105^\circ} = \frac{F_N}{\sin 30^\circ} = \frac{F}{\sin 45^\circ}, \text{ 解得 } F_N = \frac{\sqrt{6}-\sqrt{2}}{2}mg, M = (\sqrt{3}-1)m, \text{ 选项 A、B 错误;}$$

右侧滑轮受两侧轻绳的拉力以及轻杆的作用力,由力的平衡条件可知两轻绳作用力的合力与轻杆的作用力大小相等、方向相反,所以轻杆对右侧滑轮的作用力方向斜向右上方,选项 C 错误;左侧滑轮受两侧轻绳的拉力以及轻杆的



作用力,由几何关系可知两侧轻绳的夹角为  $120^\circ$ ,由力的平衡条件可知两轻绳作用力的合力与轻杆的作用力大小相等、方向相反,又  $F = (\sqrt{3}-1)mg$ ,所以轻杆对左侧滑轮的作用力大小为  $(\sqrt{3}-1)mg$ ,选项 D 正确.

7. D 轮胎做匀速圆周运动的过程中, $F_N = mg - F\sin\alpha$ , $F_t = \mu F_N$ ,代入数据解得,轮胎所受滑动摩擦力的大小  $F_t = 155\text{ N}$ ,

选项 A 错误;利用微元法可得,轮胎绕场地运动一周,克服摩擦力做功  $W_f = F_t \cdot 2\pi R = 2480\sqrt{11}\pi\text{ J}$ ,易知,轮胎绕场地运动一周,轻绳的拉力做功  $W_F = W_f = 2480\sqrt{11}\pi\text{ J}$ ,选项 B 错误;轮胎绕场地做匀速圆周运动,根据牛顿第二定律有

$$\sqrt{(F\cos 37^\circ)^2 - F_t^2} = m\frac{v^2}{R}, \text{ 代入数据解得 } v = \sqrt{11}\text{ m/s}, \text{ 选项 C 错误;轮胎转动一周的时间为 } T = \frac{2\pi R}{v}, \text{ 该过程中轻绳}$$

拉力做功的平均功率为  $P_F = \frac{W_F}{T} = 155\sqrt{11}\text{ W}$ ,选项 D 正确.

8. AD 根据斜抛运动规律有  $X = v_0 \cos 30^\circ t$ , $H = \frac{1}{2}g\left(\frac{t}{2}\right)^2$ , $v_0 \sin 30^\circ = g\frac{t}{2}$ ,联立三式得  $X = \frac{v_0^2 \sin 60^\circ}{g}$ ,解得  $v_0 =$

$10\text{ m/s}$ , $t = 1\text{ s}$ , $H = 1.25\text{ m}$ ,选项 A 正确,B、C 错误;若投射点位置不变,篮球以与水平面成  $60^\circ$  的倾角准确落于篮筐,则篮球进筐的速度大小仍为  $10\text{ m/s}$ ,选项 D 正确.

9. AC 由题意可知,三个灯泡的额定电流均为  $I = \frac{P}{U} = 1 \text{ A}$ ,由于三个灯泡均能正常发光,则原线圈的电流为  $I_1 = I = 1 \text{ A}$ ,副线圈的电流为  $I_2 = 2I = 2 \text{ A}$ ,由变压器原理得  $\frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1}$ ,解得  $\frac{n_1}{n_2} = \frac{2}{1}$ ,选项 A 正确;交流电源的频率为  $f = \frac{1}{T} = 50 \text{ Hz}$ ,由于变压器不能改变交流电的频率,因此流过灯泡  $L_2$  的电流的频率为  $50 \text{ Hz}$ ,选项 B 错误;由题意可知,变压器副线圈的输出电压为  $U_2 = 10 \text{ V}$ ,由  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ,解得  $U_1 = 20 \text{ V}$ ,灯泡  $L_1$  两端的电压也为  $10 \text{ V}$ ,则交流电源输出的有效电压为  $U = 30 \text{ V}$ ,交流电源电压的最大值为  $U_m = \sqrt{2}U = 30\sqrt{2} \text{ V}$ ,交流电源的圆频率为  $\omega = \frac{2\pi}{T} = 100\pi \text{ rad/s}$ ,又  $t=0$  时刻交流电源电压的瞬时值为  $0$ ,则交流电源的瞬时表达式为  $u = 30\sqrt{2} \sin 100\pi t (\text{V})$ ,选项 C 正确;若断开灯泡  $L_3$ ,负载电阻的阻值变大,流过原线圈的电流减小,则流过灯泡  $L_1$  的电流减小,灯泡  $L_1$  两端的电压减小,变压器原线圈的输入电压增大,副线圈的输出电压增大,灯泡  $L_2$  将烧毁,选项 D 错误.

10. BC 简谐波由  $P$  向  $Q$  传播,波刚好传到  $Q$  点时, $Q$  点的振动方向沿竖直方向,选项 A 错误;若  $Q$  点向上振动,则  $P$ 、 $Q$  两点之间的距离为  $x = (n + \frac{1}{4})\lambda (n=0,1,2,3\cdots)$ ,整理得  $\lambda = \frac{4x}{4n+1} (n=0,1,2,3\cdots)$ , $n=0$  时  $\lambda = 4.8 \text{ m}$ ,若  $Q$  点向下振动,则  $P$ 、 $Q$  两点之间的距离为  $x = (n + \frac{3}{4})\lambda (n=0,1,2,3\cdots)$ ,整理得  $\lambda = \frac{4x}{4n+3} (n=0,1,2,3\cdots)$ , $n=0$  时  $\lambda = 1.6 \text{ m}$ ,选项 B 正确;若  $Q$  点向上振动,则波速为  $v = \lambda f = \frac{24}{4n+1} (n=0,1,2,3\cdots)$ ,绳波的传播速度为  $v = 4.8 \text{ m/s}$  时, $n=1$ ;绳波的传播速度为  $v = 12 \text{ m/s}$  时, $n = \frac{1}{4}$ ;若  $Q$  点向下振动,则波速为  $v = \lambda f = \frac{24}{4n+3} (n=0,1,2,3\cdots)$ ,绳波的传播速度为  $v = 12 \text{ m/s}$  时, $n = -\frac{1}{4}$ ,选项 C 正确,D 错误.

11. (1) 29 000 (2分) (2)  $\frac{1}{I}$  (1分)  $\frac{R_0+r_k}{b}$  (2分)  $\frac{k}{b}$  (2分)

解析:(1)将电流表 G 改装成量程为  $3 \text{ V}$  的伏特表,需串联定值电阻的阻值为  $R_0 = \frac{U_m}{I_g} - r_k = 29\ 000 \ \Omega$

(2)忽略改装电压表的分流对干路电流的影响,根据闭合电路的欧姆定律有  $E = I(R_0 + r_k) + \frac{I(R_0 + r_k)}{R} \cdot r$ ,变化可得

$\frac{1}{I} = \frac{R_0 + r_k}{E} + \frac{(R_0 + r_k)r}{E} \cdot \frac{1}{R}$ ,可见图像选取了  $\frac{1}{I}$  为纵坐标,结合题图乙可得  $b = \frac{R_0 + r_k}{E}$ , $k = \frac{(R_0 + r_k)r}{E}$ ,解得  $E = \frac{R_0 + r_k}{b}$ , $r = \frac{k}{b}$ .

12. (1) 匀速 (1分) (2)  $\frac{d}{t_0}$  (1分)  $\frac{d^2}{2l \cdot t_0^2}$  (2分) (3)  $\frac{1}{l^2}$  (1分)  $\frac{2klmg}{d^2} - Nm$  (2分)  $\frac{d^2}{2klg}$  (2分)

解析:(1)遮光条两次遮光的时间相等,则木块在做匀速直线运动,由平衡条件有  $mg = \mu(Nm + M)g$ .

(2)遮光条通过光电门的速度大小为  $v = \frac{d}{t_0}$ ,该过程的加速度大小为  $a = \frac{d^2}{2l \cdot t_0^2}$ .

(3)根据牛顿第二定律可得  $nmg + n \cdot \mu mg = [(N+1)m + M] \frac{d^2}{2l} \cdot \frac{1}{l^2}$ ,结合(1)可得  $n = \frac{(Nm + M)d^2}{2mgl} \cdot \frac{1}{l^2}$ ,可见横轴

为  $\frac{1}{l^2}$ ,依题意有  $\frac{(Nm + M)d^2}{2mgl} = k$ ,解得  $M = \frac{2klmg}{d^2} - Nm$ ,由(1)得  $\mu = \frac{m}{Nm + M} = \frac{d^2}{2klg}$ .

13. 解:(1)依据题意作出光路图,如图所示

由于  $DE \parallel AC$ , 则  $\angle BDE = 30^\circ$

由几何关系可知, 光束从  $S$  射入棱镜的折射角为  $r = 30^\circ$  (1分)

由折射定律得  $n = \frac{\sin(90^\circ - \alpha)}{\sin r}$  (1分)

解得  $n = \sqrt{2}$  (1分)

又由几何关系得  $AB = \frac{BC}{\tan \angle A} = \sqrt{3}L$  (1分)

$E$  为  $BC$  的中点, 则  $D$  为  $AB$  的中点, 故有  $AD = \frac{\sqrt{3}}{2}L$

由几何关系得  $AD = 2AS \cos 30^\circ$  (1分)

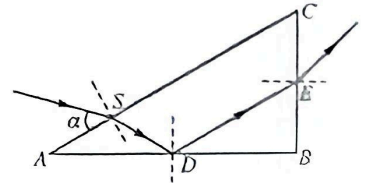
解得  $AS = \frac{L}{2}$  (1分)

(2) 光在棱镜中传播的距离为  $x = SD + DE$  (1分)

又  $SD = AS = \frac{L}{2}$ ,  $DE = L$  (1分)

光在棱镜中的传播速度为  $v = \frac{c}{n}$  (1分)

光在棱镜中传播的时间为  $t = \frac{x}{v} = \frac{3\sqrt{2}L}{2c}$  (1分)



14. 解:(1)由洛伦兹力提供向心力, 则有

$$qvB = \frac{mv^2}{r} \quad (2分)$$

可得粒子在磁场 I 中运动的轨迹半径为

$$r_1 = \frac{mv}{qB_1} = 1.6 \text{ m} \quad (1分)$$

粒子在磁场 II 中运动的轨迹半径为

$$r_2 = \frac{mv}{qB_2} = 0.4 \text{ m} \quad (1分)$$

(2) 作出粒子的运动轨迹如图所示 (1分)

设粒子在  $x$  轴上到达的最远位置与原点的距离为  $x_1$ , 由图中几何关系可知

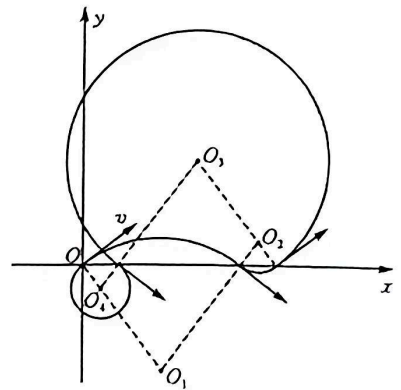
$$x_1 = 2r_1 \sin 37^\circ + 2r_2 \sin 37^\circ = 2.4 \text{ m} \quad (1分)$$

粒子在  $x$  轴上到达的最远位置的坐标为  $(2.4 \text{ m}, 0)$  (1分)

由牛顿第二定律有  $qvB = mr \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2$  (2分)

可得粒子在磁场 I、II 中运动的周期分别为

$$T_1 = \frac{2\pi m}{qB_1} = 1.6\pi \times 10^{-3} \text{ s} \quad (1分)$$



$$T_2 = \frac{2\pi m}{qB_2} = 0.4\pi \times 10^{-3} \text{ s} \quad (1 \text{ 分})$$

由轨迹图可知粒子从出发至第一次回到 O 点所用的时间为

$$t = T_1 + T_2 = 2\pi \times 10^{-3} \text{ s} \quad (2 \text{ 分})$$

15. 解: (1) 在滑块相对长木板运动的过程中

滑块向右做匀加速运动  $a_1 = \mu g = 1 \text{ m/s}^2$  (1 分)

长木板向右做匀减速运动  $a_2 = \frac{\mu mg}{M} = 1 \text{ m/s}^2$  (1 分)

设经历时间  $t$  滑块与长木板第一次发生碰撞, 则

$$v_0 t - \frac{1}{2} a_2 t^2 - \frac{1}{2} a_1 t^2 = l \quad (1 \text{ 分})$$

代入数据解得  $t = 1 \text{ s}$  (1 分)

第一次碰撞前瞬间

滑块的速度大小  $v_1 = a_1 t = 1 \text{ m/s}$  (1 分)

长木板的速度大小  $v_2 = v_0 - a_2 t = 9 \text{ m/s}$  (1 分)

(2) 滑块与长木板组成的系统动量守恒, 最终滑块与长木板共速, 有

$$M v_0 = (M + m) v \quad (1 \text{ 分})$$

解得  $v = 5 \text{ m/s}$  (1 分)

对于系统, 由能量守恒得  $\frac{1}{2} M v_0^2 = \frac{1}{2} (m + M) v^2 + \mu m g s$  (1 分)

代入数据解得  $s = 25 \text{ m}$  (1 分)

由于  $s = 2l + 7(\text{m})$  (1 分)

可得, 最终滑块与长木板相对静止时, 滑块距长木板左端的距离

$$\Delta x = l - 7(\text{m}) = 2 \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 滑块与木板发生第一次弹性碰撞, 有

$$M v_2 + m v_1 = M v_4 + m v_3 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{2} M v_2^2 + \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} M v_4^2 + \frac{1}{2} m v_3^2 \quad (1 \text{ 分})$$

解得  $v_3 = 9 \text{ m/s}, v_4 = 1 \text{ m/s}$  (1 分)

由此可知, 质量相等的物体发生弹性碰撞时, 会交换速度, 因此滑块在与长木板相互作用的过程中, 等效速度小的物体

一直匀加速, 速度大的物体一直匀减速, 最终二者共速 (1 分)

对等效速度大的物体, 由动量定理有  $-\mu m g \Delta t = M v - M v_0$  (1 分)

解得  $\Delta t = 5 \text{ s}$  (1 分)