

# 物理评分细则

## 一、选择题 (4×10=40)

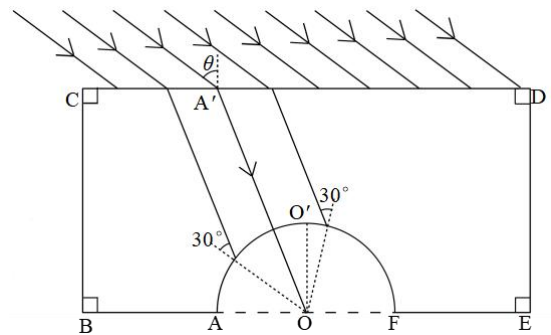
题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	A	B	C	B	A	B	A	CD	AC	AD

- 1. A【解析】**A: Th 原子具有放射性, A 正确; BD: 根据电荷数守恒和质量数守恒可以得到衰变产生的是  ${}^0_{-1}e$ , 属于  $\beta$  衰变, B 错误; 图 1 的核反应  ${}^{232}_{90}\text{Th} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{233}_{90}\text{Th}$ , D 错误; C:  ${}^{233}_{92}\text{U}$  的中子数是 141,  ${}^{232}_{90}\text{Th}$  的中子数是 142, 则 C 错误。
- 2. B【解析】**同种电荷相互排斥, 因此, a、b 靠近的过程中 (或 c、d 靠近的过程中), 电荷之间的排斥力做负功, 系统电势能增加, 故 “c、d” 系统电势能为正值; 异种电荷相互吸引, a、c 靠近的过程中, 电荷之间的吸引力做正功, 系统电势能减少, 故 “a、c” 系统电势能为负值; “a、b、c、d” 系统电势能可能为零, 但也可能为正值或者负值。
- 3. C【解析】**由图 c 可知, 电流 c 的周期、频率不是电流 a、b 的周期、频率之和; 由题意和题图可知, 电流 a、b 的瞬时值之和为电流 c 的瞬时值; 由图 c 可知, 电流 c 的最大值不等于电流 a、b 的最大值之和。
- 4. B【解析】**由波形图, 波源的起振方向相反,  $x=0$  离两波源距离相同, 因此  $x=0$  是振动减弱点, 振幅为 2cm, 通过 0.2s 质点开始振动, 波形图波长 4m, 可以知道波传播速度 20m/s, 则质点振动周期 0.2s, 则 B 选项正确。
- 5. A【解析】**伴星的轨道半径为  $r_2 = \frac{M}{M+m}L$ ,  $M$  增加, 故  $r$  增加; 黑洞与伴星间的万有引力为  $F = G \frac{Mm}{L^2}$ ,  $M > m$ , 且  $M+m$  保持不变, 由数学知识可知, 随着  $m$  的减小,  $F$  减小; 双星系统的周期为  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L^3}{G(M+m)}}$ , 系统总质量不变, 两者间距不变, 故这段时间内, 系统周期不变; 系统的总动能为  $E = \frac{1}{2}Mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}M\omega^2 r_1^2 + \frac{1}{2}m\omega^2 r_2^2 = \frac{1}{2}\omega^2 L^2 \frac{Mm}{M+m}$ , 由数学知识可知,  $E$  减小。
- 6. B【解析】**A: 释放时, 小球受到两个弹簧弹力则受到的回复力大小为  $2kx_0$ , 则 A 错误; C: 根据能量守恒, 小球回到平衡位置弹性势能全部转化为小球的动能, 此时速度最大:  $\frac{1}{2}mv^2 = 2 \times \frac{1}{2}kx_0^2$  解得  $v = x_0 \sqrt{\frac{2k}{m}}$ , C 错误。BD: 当偏离平衡位置距离为  $x$  时, 受到的回复力大小为  $2kx$ , 则比例系数为  $2k$ , 因此小球振动周期为  $2\pi \sqrt{\frac{m}{2k}}$ , 振动方程为  $x = x_0 \cos(\sqrt{\frac{2k}{m}}t)$ , B 正确、D 错误。
- 7. A【解析】** $F_1 > F_2$  时, 设 1 绳与竖直方向的夹角为  $\alpha$ , 对整体, 有  $F_1 - F_2 = 2mg \tan \alpha$ , 设 2 绳与竖直方向的夹角为  $\beta$ , 对乙球, 有  $F_2 = mg \tan \beta$ ; 当  $F_1 = 2F_2$  时,  $\alpha < \beta$ , 故 A 正确; 当  $F_1 = 3F_2$  时,  $\alpha = \beta$ , 故 BC 错误。 $F_1 < F_2$  时, 设 1 绳与竖直方向的夹角为  $\alpha$ , 对整体, 有  $F_2 - F_1 = 2mg \tan \alpha$ , 设 2 绳与竖直方向的夹角为  $\beta$ , 对乙球, 有  $F_2 = mg \tan \beta$ , 易知  $\alpha < \beta$ , D 错误。
- 8. CD【解析】**刚开始运动时, 金属棒的加速度为  $a_0 = \frac{F}{m}$ , 并非无穷大, 故图线的切线并不竖直, 不是纵轴; 拉力  $F$  对金属棒做正功, 安培力对金属棒做负功, 总功等于金属棒的动能变化, 故  $F$  做的功大于金属棒动能的增加量;  $v-t$  图像与横轴所围的面积为对应时间内的位移, 对金属棒,  $t$  时刻, 有  $I = \frac{BLv}{R}$ ,

$F - ILB = ma$ ， $0 \sim t$  时间内，由动量定理，有  $Ft - \bar{I}LBt = mv - 0$ ，其中  $\bar{I} = \frac{BL\bar{v}}{R}$ 、 $x = \bar{v}t$ ，解得

$$a = \frac{F}{m} - \frac{B^2 L^2 v}{mR}、v = \frac{FRt - B^2 L^2 x}{mR}$$

9. AC 【解析】A：由几何关系得  $OA' = \frac{5}{2}R$ ，则折射角  $\sin \alpha = \frac{OA}{OA'} = \frac{2}{5}$ ，因此单色光在该材料中的折射率为  $n = \frac{\sin \theta}{\sin \alpha} = 2$ ，则 A 正确；B：从 A' 点射入光在材料中的传播时间  $t = \frac{OA' - R}{v} = \frac{1.5R}{\frac{c}{2}} = \frac{3R}{c}$ ，则 B 错误；C：单色光在材料中发生全反射的临界角为  $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{1}{2}$ ，即临界角为  $30^\circ$ ；如图所示，根据光路图的对称性，圆弧 AOF 上上有光射出的区域相对 O 点张开的角度为  $60^\circ$ ，则 C 正确；D：从 O' 射出的光可类比于平行玻璃砖，因此一定不会在 O' 点发生全反射，D 错误。



10. AD 【解析】对 B，由平衡条件易知，绳中张力大小保持  $F_T = 15\text{N}$  不变；对 A，由牛顿第二定律，有  $F_T + F_{f1} = m_1 \omega^2 r_1$ ，其中  $-5\text{N} \leq F_{f1} \leq +5\text{N}$ ，解得 A 不滑动时允许的角速度范围为  $5\text{rad/s} \leq \omega \leq \sqrt{50}\text{rad/s}$ ；同理可得 C 不滑动时允许的角速度范围为  $\sqrt{30}\text{rad/s} \leq \omega \leq \sqrt{70}\text{rad/s}$ ；故要使两者均不相对转盘滑动， $\sqrt{30}\text{rad/s} \leq \omega \leq \sqrt{50}\text{rad/s}$ ；当  $\omega = \sqrt{37.5}\text{rad/s}$ ，A 所受摩擦力为 0，当  $\omega = \sqrt{50}\text{rad/s}$ ，C 所受摩擦力为 0，故可知，角速度在  $\sqrt{30}\text{rad/s} \leq \omega \leq \sqrt{50}\text{rad/s}$  内缓慢增加时，A 所受摩擦力向向外减小后向内增大，C 所受摩擦力一直向内减小。

11. (1)  $-\frac{2g}{d^2}$  (填  $\frac{2g}{d^2}$  不扣分) (2) 7.950 大于 (每空 2 分)

【解析】(1) 由机械能守恒定律，有  $mg(h_p - h) = \frac{1}{2}m\left(\frac{d}{t}\right)^2$ ，解得  $\frac{1}{t^2} = \frac{2g}{d^2}h_p - \frac{2g}{d^2}h$ ，可知“ $\frac{1}{t^2} - h$ ”

图线的斜率为  $k = -\frac{2g}{d^2}$ ；

(2) 螺旋测微器读数为  $d' = (7.5 + 45.0 \times 0.01)\text{mm} = 7.950\text{mm}$ ，小于摆锤截面的标称直径，由  $k = -\frac{2g}{d^2}$  可知，根据  $d'$  作的“ $\frac{1}{t^2} - h$ ”图线的斜率大于依据标称直径计算结果所绘制图线的斜率。

12. (1) 大于 (2) 低  $\frac{aL}{U}$  (3) 0.26 0.96 面积 (每空 2 分)

【解析】(1) 若金属导体中的载流子是束缚粒子，则所加电压赋予粒子的能量需要超过粒子的束缚能，才能使粒子脱离束缚而运动起来；即在导体中的引起电流需要的电压的阈值为不等于零的有限值。

(2) 金属导体向右做减速运动，电子由于惯性将相对金属晶格向右运动，向导体右端聚集，使得导体右端带负电，左端带正电，其在导体内部激发的静电场向右，电子受到静电力向左，稳定后，设导体内电场强度为  $E$ ，则有  $E = U/L$ ，电子随导体一起减速，有  $eE = ma$ ，联立可得  $e/m = aL/U$ 。

(3)  $R = U/I = 1.50/1.56 = 0.96(\Omega)$ ，由实验数据可知， $R \propto 1/d^2$ ，金属丝的电阻与截面面积成反比，金属丝中的电流是体积传导的。

13. (1)  $\frac{V_0}{8}$  (2)  $\frac{64V}{V_0}$

【解析】(1) 对被压缩的气体，有

$$p_0V_0=8p_0V_1,$$

解得  $V_1=$ ;

(2) 设需要打气  $n$  次, 则对储气罐原来的气体和新打入的气体整体, 有

$$np_0V_0+8p_0\times 16V=12p_0\times 16V,$$

解得  $n = \frac{64V}{V_0}$ 。

3分

2分

3分

2分

14. (1)  $\frac{1}{4}mv_0^2$  (2)  $\frac{v_0^2}{g}$

【解析】(1) 由斜抛运动规律可知, 炮弹在最高点的速度为

$$v_x = v_0 \cos 45^\circ$$

2分

设两块碎片的初速度分别为  $v_1$ 、 $v_2$ , 则由动量守恒定律, 有

$$0 = \frac{m}{2}v_1 \sin 45^\circ - \frac{m}{2}v_2 \sin 45^\circ$$

2分

$$mv_0 \cos 45^\circ = \frac{m}{2}v_1 \cos 45^\circ + \frac{m}{2}v_2 \cos 45^\circ$$

2分

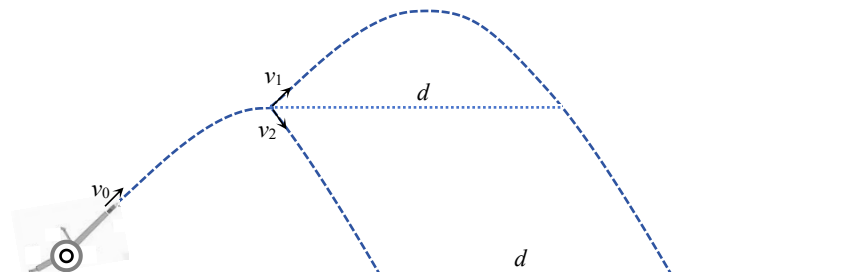
解得

$$v_1 = v_2 = v_0;$$

故炮弹爆炸前后系统增加的机械能为

$$\Delta E = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}m(v_0 \cos 45^\circ)^2 = \frac{1}{4}mv_0^2。$$

2分



(2) 斜上抛的碎片比斜下抛的碎片多运动的水平位移, 就是斜上抛的碎片落回爆炸时所在高度时的水平位移, 有

$$d = v_0 \cos 45^\circ t,$$

2分

$$-v_0 \sin 45^\circ = v_0 \sin 45^\circ - gt$$

2分

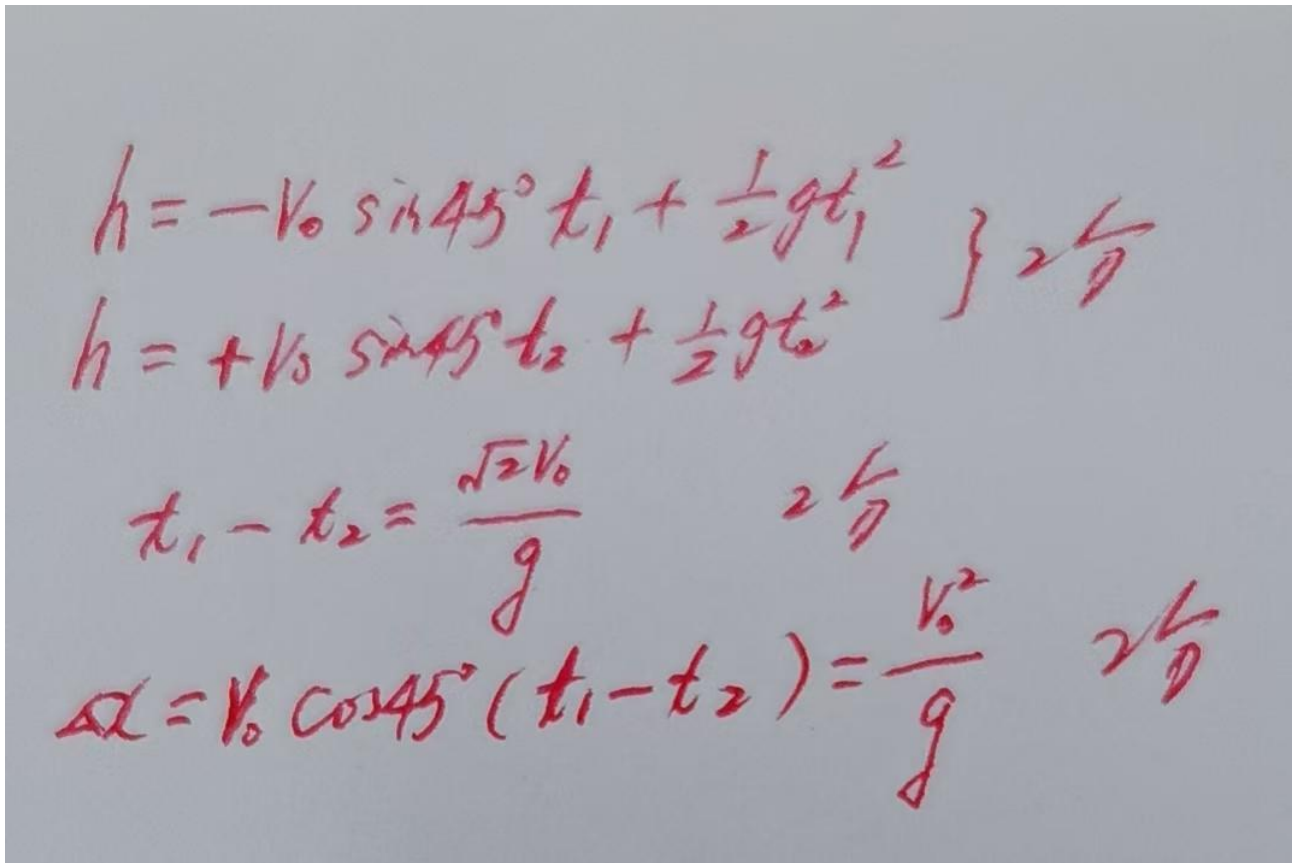
解得

$$d = \frac{v_0^2}{g}。$$

2分

[说明]第(2)问若用竖直速度的变化来计算两碎片的时间差, 也很方便: 设两碎片落地竖直速度为  $v_y$ , 则有  $-v_y = v_0 \sin 45^\circ - gt_1$ ,  $v_y = v_0 \sin 45^\circ + gt_2$ ,  $d = v_0 \cos 45^\circ (t_1 - t_2)$ 。

补充解法(下图):



15. (1)  $\sqrt{\frac{2eU}{m}}$  (2)  $\frac{2\pi m v_0}{eB}$  (3)  $\frac{128\pi^2 U}{9B_0^2 l^2}$

【解析】(1) 电子在 K、A 之间加速时，由动能定理，有

$$eU = \frac{1}{2} m v_0^2 - 0, \quad \text{2分}$$

$$\text{解得 } v_0 = \sqrt{\frac{2eU}{m}}. \quad \text{2分}$$

(2) 电子进入匀强磁场后，在垂直磁场方向做匀速圆周运动，平行磁场方向做匀速直线运动，电子运动轨迹为等距螺旋线。

设电子回旋半径为  $R$ ，由牛顿第二定律，有

$$evB = m \frac{v^2}{R}, \text{ 解得 } R = \frac{mv}{eB}; \quad \text{2分}$$

设电子回旋周期为  $T$ ，则有

$$T = \frac{2\pi R}{v}, \quad (\text{直接写 } T = \frac{2\pi m}{eB} \text{ 扣 2 分}) \quad \text{2分}$$

则电子在  $T$  内沿磁场方向前进的距离为  $d = v_0 T$ ; 2分

$$\text{联立解得 } d = \frac{2\pi m v_0}{eB} \quad (\text{用第一问的 } v_0 \text{ 表示, 只扣结果 2 分}). \quad \text{2分}$$

(3) 由 (2) 可知，电子在磁场中做螺旋运动的螺距与横向速度大小无关；

设电子在位置  $x$  附近的磁感应强度为  $B$ ，则电子在垂直轴线的平面内旋转的角速度  $\omega$  满足

$$evB = m \frac{v^2}{R}, \quad \omega = \frac{v}{R}, \quad 1 \text{ 分}$$

电子沿轴线方向向右运动  $\Delta x$  距离经历的时间  $\Delta t = \frac{\Delta x}{v_0}$ , 则  $\Delta t$  内电子在垂直轴线的平面内偏转的角度

为  $\Delta\theta = \omega\Delta t$ , 联立解得  $\Delta\theta = \frac{eB}{mv_0} \Delta x$  1 分

在  $0 \leq x \leq \frac{l}{4}$  内, 由图丙, 有  $B = \frac{B_0}{l/4} x = \frac{4B_0}{l} x$ ,

故在此范围内, 电子在垂直轴线的平面内转过的角度为

$$\theta_1 = \Sigma\Delta\theta = \Sigma \frac{4eB_0}{lmv_0} \cdot x\Delta x = \frac{4eB_0}{lmv_0} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{l}{4}\right)^2; \quad 1 \text{ 分}$$

在  $\frac{l}{4} \leq x \leq \frac{3l}{4}$  内, 电子在垂直轴线的平面内转过的角度为  $\theta_2 = \Sigma\Delta\theta = \frac{eB_0}{mv_0} \cdot \frac{l}{2}$ ; 1 分

在  $\frac{3l}{4} \leq x \leq l$  内, 电子在垂直轴线的平面内转过的角度为  $\theta_3 = \theta_1$ ;

电子汇聚处满足  $\theta_1 + \theta_2 + \theta_3 = n \cdot 2\pi$ , 1 分

$B_m$  从零逐渐增大到  $B_0$  时, 荧光屏上光斑面积第一次达到最小, 有  $n=1$ ;

联立解得  $\frac{e}{m} = \frac{128\pi^2 U}{9B_0^2 l^2}$ . 1 分

[说明] 第 (3) 问在磁场变化区域用平均磁感应强度计算, 得到正确结果的也给分。