

## 参考答案、提示及评分细则

1. B 该衰变为  $\alpha$  衰变, A 错误; X 为  ${}^4_2\text{He}$ , 质子数为 2, B 正确; 半衰期不受温度压强影响, C 错误. 若一次衰变过程中的质量亏损为  $\Delta m$ , 则该过程放出的核能应为  $\Delta mc^2$ , D 错误.
2. D 瓦片受重力, 两侧的支持力和摩擦力, 共 5 个力, A 错误; 檩条对瓦片作用力应为支持力与摩擦力的合力, 方向竖直向上, B 错误; 摩擦力等于  $mg\sin\theta$ , 减小檩条的倾斜角度  $\theta$  时, 摩擦力减小, C 错误. 檩条对瓦片的两个弹力等大, 合力等于  $mg\cos\theta$ , 当增大檩条间的距离  $d$  时, 两弹力夹角增大, 则两弹力增大, D 正确.
3. D 挤气球的过程, 气球的体积减小, 因此外界对气球做功, AB 错误; 该过程温度不变, 根据气态方程可知:  $p_1V_1 = p_2V_2$ ,  $V$  减小,  $p$  增大, 一定量的理想气体内能只由温度决定, 温度不变, 内能不变, 外界对气体做的功等于气体放出的热量, 故 C 错误, D 正确.
4. C 带电粒子只有经过 MN 板间时被加速, 即带电粒子每运动一周被加速一次. 电场的方向不需改变, 只在 MN 间加速, 所以该回旋加速器可以加速其他比荷不同的带正电粒子, 故 AB 正确; 当粒子从 D 形盒中出来时, 速度最大, 根据  $r = \frac{mv}{qB}$  得  $v_{\max} = \frac{qBr_D}{m}$ , 知加速粒子的最大速度与 D 形盒半径  $r_D$  有关, 与板间电压无关. 可知增大板间电压, 粒子最终获得的最大速度不变, 故 C 错误, D 正确.
5. D 飞镖飞出后在水平方向做匀速直线运动, 竖直方向做匀加速直线运动; 开始时飞镖落于靶心下方, 说明在飞镖水平方向飞行  $L$  时, 下落高度较大, 而水平方向  $L = v_0t$ , 竖直方向  $h = \frac{1}{2}gt^2$ , 联立可得  $h = \frac{1}{2}g\frac{L^2}{v_0^2}$ , 为减小  $h$ , 可以减小  $L$  或增大  $v_0$ , 也可以适当提高  $h$ , 故 AB 不符合题意, D 符合题意; 平抛运动规律和物体的质量无关, 故 C 不符合题意.
6. C 由图可知, 交流电的周期为 0.02 s, 则转速为  $n = \frac{1}{T} = 50$  r/s, A 错误; 电压表测量的是有效值, 故示数不为零, B 错误; 温度升高, 热敏电阻阻值减小, 故副线圈回路中消耗的功率  $P = \frac{U^2}{R}$  增大, 根据  $P = UI$  可知  $I$  增大, 电流表的示数变大, C 正确; 输出功率决定输入功率, 故输入功率增大, D 错误.
7. D 由图知  $r_2 - r_1 = 2r$ ,  $r_1 + r_2 = 6r$ , 解得  $r_1 = 2r$ ,  $r_2 = 4r$ , 所以 A、B 的轨道半径之比为 1 : 2; 设地球质量为  $M$ , 卫星质量为  $m$ , 卫星的轨道半径和线速度分别为  $r$ 、 $v$ . 由  $\frac{GMm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ , 得  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ , A、B 的线速度之比为  $\sqrt{2} : 1$ , 故 AB 错误; 由  $\frac{r_1^3}{T_1^2} = \frac{r_2^3}{T_2^2}$ ,  $r_1 < r_2$  可知 A 的轨道半径小于 B 的轨道半径, A 的运动周期小于 B 的运动周期, C 错误; 由  $a = \frac{GM}{r^2}$  可得:  $\frac{a_1}{a_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$  即  $\frac{a_1}{a_2} = \frac{4}{1}$ , D 正确.
8. ABD 初速度可视为零的正一价钠离子仅在电场力的作用下, 从图中的 A 点运动到 B 点, 则电场线由 A 到 B, 沿电场线方向电势逐渐降低, 所以 A 点电势大于 B 点电势, 故 A 正确; 钠离子运动过程中电场力做正功, 电势能减小, 故 B 正确; 膜内的电场可看作匀强电场, 故电场强度不变, 故电场力不变, 故加速度不变, 故 C 错误; 根据动能定理可知  $qU = \frac{1}{2}mv^2$ , 则膜电位上升时, 钠离子进入细胞内的速度变大, 故 D 正确.
9. ACD 假设两列波传播速度为  $v$ , 则  $2v \times 0.2 \text{ s} = x_{AB}$ , 解得  $v = 0.2 \text{ m/s}$ , B 错误; 由图甲乙可知两列波的周期均为 1 s, 所以两列波的波长为  $\lambda = vT = 0.2 \text{ m}$ , 两列波在 A、B 外侧均相距  $\Delta x = 0.8 \text{ m} = 4\lambda$ , 两列波的起振方向相反, 所以直线上 A、B 外侧均为振动减弱点. 故 AD 正确; 两列波传至 C 点所需要的时间为  $t = \frac{0.4 \text{ m}}{0.2 \text{ m/s}} = 2 \text{ s}$ , 又因为 C 点与 A、B 两点的距离差相等, 为振动减弱点, 所以  $t = 4 \text{ s}$  内直线上 C 点通过的路程为零, 故 C 正确.
10. AD 根据题意可知, 当牵引力等于阻力时, 平衡车的速度达到最大值, 由公式  $P = Fv$  可得, 最大速度为  $v_m = \frac{P}{F} = \frac{P}{f}$ , 故 A 正确; 车速为  $v_0$  时的牵引力为  $F = \frac{P}{v_0}$ , 由牛顿第二定律可得  $\frac{P}{v_0} - f = ma$ , 解得  $a = \frac{P}{mv_0} - \frac{f}{m}$ , 故 B 错误; 在时间  $t$  内由动能定理:  $Pt - fx = \frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ , 则  $x = \frac{Pt}{f} + \frac{mv_0^2}{2f} - \frac{mv_m^2}{2f}$ , 故 C 错误; 平衡车从  $v_0$  到最大速度  $v_m$ , 由动能定理得  $Pt + W = \frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ , 解得在时间  $t$  内阻力做的功为

$$W = \frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 - Pt, \text{ 故 D 正确.}$$

11. (1)钩码重力(2分) (2) $\frac{d^2}{2L(\Delta t)^2}$ (3分) (3)不需要(2分)

解析:(1)本实验采用了控制变量的方法,为了研究小车加速度与质量的关系,操作中应保持合力不变,即保持钩码重力不变;

(2)小车运动到 B 时的速度为  $v = \frac{d}{\Delta t}$ , 根据运动学公式  $v^2 - 0 = 2aL$ , 得  $a = \frac{d^2}{2L(\Delta t)^2}$ ;

(3)加配重片后,小车及配重片合外力仍为 0.

12. (1)8.00(2分) 17.0 或 17(1分) (2) $\frac{1}{I}$ (2分) (3) $\frac{k(R_0+r)}{a}$ (2分)  $\frac{\pi d^2(R_0+r)}{4a}$ (2分)

解析:(1)由图甲可知,游标的最小分度为 0.02 mm,且游标第 0 个小格与主尺对齐,则游标卡尺的读数为  $d = 8 \text{ mm} + 0 \times 0.02 \text{ mm} = 8.00 \text{ mm}$ ;用多用电表欧姆挡“ $\times 1$ ”倍率,由图乙可知,电阻为  $R_0 = 17.0 \times 1 \Omega = 17.0 \Omega$ ;

(2)根据电阻定律可知,金属丝接入电路的电阻为  $R = \rho \frac{L}{\pi d^2} = \frac{4\rho L}{\pi d^2}$ ,由闭合回路欧姆定律有  $I = \frac{E}{R + R_0 + r}$ ,

整理可得  $L = \frac{\pi d^2 E}{4\rho} \cdot \frac{1}{I} - \frac{\pi d^2}{4\rho}(R_0 + r)$ ,可知,  $L - \frac{1}{I}$  的图像为直线,则以  $\frac{1}{I}$  为横轴;

(3)由(2)分析,结合  $L - \frac{1}{I}$  图像可得  $\frac{\pi d^2 E}{4\rho} = k$ ,  $\frac{\pi d^2}{4\rho}(R_0 + r) = a$ ,解得  $E = \frac{k(R_0 + r)}{a}$ ,  $\rho = \frac{\pi d^2(R_0 + r)}{4a}$

13. 解:(1)光路图及相关量如图所示,光束在 AB 边上折射,由折射定律得

$$\frac{\sin i}{\sin \alpha} = n \quad (1 \text{ 分})$$

由几何关系可知  $\alpha + \beta = 60^\circ$  (1分)

由几何关系和反射定律得  $\beta = \beta' = \angle B$  (1分)

联立以上各式,代入  $i = 60^\circ$  得  $n = \sqrt{3}$  (1分)

(2)由  $n = \frac{c}{v}$  (1分)

解得  $v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{\sqrt{3}} \text{ m/s} = \sqrt{3} \times 10^8 \text{ m/s}$  (2分)

由几何关系可知,光在棱镜中的路程为  $l = \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ m} + \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ m} = \frac{5\sqrt{3}}{6} \text{ m}$  (1分)

故光在棱镜中传播的时间为  $t = \frac{l}{v} = \frac{\frac{5\sqrt{3}}{6}}{\sqrt{3} \times 10^8} \text{ s} \approx 8.3 \times 10^{-9} \text{ s}$  (2分)

14. 解:(1)设棒到达 MN 时的速度为  $v$ ,物块下落的高度为  $h = x_{PQ} - x_{MN} = 2.5 \text{ m}$

这个过程中棒和物块组成的系统机械能守恒  $mgh = \frac{1}{2} \cdot 2mv^2$  (1分)

解得  $v = \sqrt{gh} = 5 \text{ m/s}$  (1分)

(2)设这个过程所用时间为  $t_1$ ,由运动学公式  $h = \frac{v}{2}t_1$ ,解得  $t_1 = 1 \text{ s}$  (1分)

由图乙可知此时磁感应强度  $B = 2 \text{ T}$

在 MN 位置进入磁场时感应电动势为  $E = BLv$  (1分)

回路中的电流  $I = \frac{E}{R+r}$  (1分)

解得  $I = 10 \text{ A}$  (1分)

(3)棒进入磁场时安培力  $F = BIL$

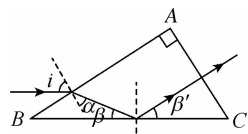
解得  $F = 10 \text{ N} = mg$

进入磁场时,棒受的安培力大小等于物块所受的重力,所以棒在磁场中做匀速直线运动,设在磁场中的运动时间为  $t_2$ ,由运动学公式  $x_{MN} = vt_2$ ,解得  $t_2 = 3 \text{ s}$  (1分)

$t_2 + t_1 = 4 \text{ s}$  (1分)

所以棒被卡住的同时磁感应强度  $B$  开始变化,  $0 \sim 4 \text{ s}$  电路中产生的焦耳热  $Q_1 = I^2(R+r)t_2 = 150 \text{ J}$  (1分)

$4 \sim 6 \text{ s}$ ,由法拉第电磁感应定律  $E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t}S = 7.5 \text{ V}$  (1分)



$$\text{产生的热量 } Q_2 = \frac{E^2}{R+r} t_2 = 225 \text{ J} \quad (1 \text{ 分})$$

6~8 s 没有感应电流产生,产生的热量  $Q_3 = 0 \text{ J}$  (1 分)

所以 0~8 s 产生的焦耳热  $Q = Q_1 + Q_2 = 375 \text{ J}$  (1 分)

15. 解:(1)根据题意可知,小球从静止释放到 A 点过程中,由动能定理有

$$m_0 gh = \frac{1}{2} m_0 v_0^2$$

$$\text{解得 } v_0 = 6 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{小球在 A 点,由牛顿第二定律有 } F_N - m_0 g = m_0 \frac{v_0^2}{R} \quad (1 \text{ 分})$$

解得  $F_N = 8.4 \text{ N}$ ,由牛顿第三定律可得,小球到达轨道最低点时对轨道的压力大小为  $8.4 \text{ N}$ ,方向竖直向下 (1 分)

(2)根据题意可知,小球与滑块碰撞过程中,系统动量守恒,能量守恒,则有  $m_0 v = m_0 v_1 + m_2 v_2$  (1 分)

$$\frac{1}{2} m_0 v^2 = \frac{1}{2} m_0 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_1 = 0, v_2 = 6 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

(3)根据题意可知,滑块以速度  $v_2$  滑上滑板,滑板所受平台的最大静摩擦力为  $f_1 = \mu_1 (m_1 + m_2) g = 1.5 \text{ N}$

滑板受滑块的滑动摩擦力为  $f_2 = \mu_2 m_2 g = 1.5 \text{ N}$

可知,滑板保持静止不动滑块在滑板上向右匀减速,设滑块滑到滑板右侧时速度为  $v_3$ ,由动能定理有

$$-\mu_2 m_2 g L = \frac{1}{2} m_2 v_3^2 - \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_3 = 5 \text{ m/s}$$

滑块与滑板发生弹性碰撞,系统动量守恒和能量守恒,设碰后两者速度分别为  $v_4, v_5$ ,

$$\text{则有 } m_2 v_3 = m_2 v_4 + m_1 v_5 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{2} m_2 v_3^2 = \frac{1}{2} m_2 v_4^2 + \frac{1}{2} m_1 v_5^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_4 = 1 \text{ m/s}, v_5 = 6 \text{ m/s}$$

此后,滑块与滑板分别向右做匀加速直线运动和匀减速直线运动,假设在 P 点前两者共速,速率为  $v_6$ ,对滑块和滑板,分别由动量定理有

$$\mu_2 m_2 g t = m_2 v_6 - m_2 v_4 \quad (1 \text{ 分})$$

$$-\mu_2 m_2 g t - \mu_1 (m_1 + m_2) g t = m_1 v_6 - m_1 v_5 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_6 = 2.25 \text{ m/s}, t = 0.25 \text{ s}$$

$$\text{此过程,滑板位移为 } x_1 = \frac{1}{2} (v_5 + v_6) t = \frac{33}{32} \text{ m} < s - L \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{滑块位移为 } x'_1 = \frac{1}{2} (v_4 + v_6) t = \frac{13}{32} \text{ m}$$

$$\text{滑块相对滑板向左的位移为 } \Delta x = x_1 - x'_1 = \frac{5}{8} \text{ m} < L \quad (1 \text{ 分})$$

说明滑块未离开滑板,故假设成立,共速后,因  $\mu_2 > \mu_1$ ,两者相对静止做加速度大小为  $a = \mu_1 g = 3 \text{ m/s}^2$  的匀减速直线运动直至停止,由公式  $v^2 - v_6^2 = 2ax$  (1 分)

$$\text{可得,两者的位移为 } x_2 = \frac{v_6^2}{2a} = \frac{27}{32} \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

则有  $x_1 + x_2 = 1.875 \text{ m} > s - L$  滑块会碰到玩具小熊,故此次挑战不成功. (1 分)