

1. B 根据题意,核反应方程为 ${}_{90}^{232}\text{Th} + x {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{92}^{233}\text{U} + y {}_{-1}^0\text{e}$,根据质量数、电荷数守恒有 $232 + x = 233, 90 = 92 + y \times (-1)$,解得 $x=1, y=2$,B 项正确.

2. D 弹簧波形成过程中质点振动方向与波的传播方向平行,即弹簧波为纵波,A 项错误;推、拉弹簧的周期即为弹簧上质点的振动周期,根据波动与振动的关系可知,波动周期等于弹簧上质点的振动周期,因此推、拉弹簧的周期越小,则波动的周期越小,由于介质一定,波的传播速度一定,由公式 $\lambda = vT$ 可知,推、拉弹簧的周期越小,弹簧波的波长越小,B 项错误;标记物振动的速度是质点在平衡位置往复运动的速度,随时间周期性变化,机械波的速度是波动沿波的传播方向传播的速度,在同一介质中波的传播速度恒定,C 项错误;振动沿波传播到标记物,使标记物由静止开始振动,标记物获得了能量,这个现象表明机械波能传递能量,D 项正确.

3. A 根据题意可知,气球缓慢上升的过程中,球内气体的压强减小,温度不变,气体的体积变大,气球不漏气,则气体对外做功,内能不变,A 项正确,B、D 项错误;分子平均动能由温度决定,气体温度不变,气体分子的平均动能不变,C 项错误.

4. A 设汽车匀速运动的速度大小为 v ,匀加速运动的时间为 t' ,根据对称性可知, $8x = 2 \times \frac{1}{2}vt' + vt$,匀加速运动过程, $x = \frac{1}{2}vt'$,解得 $t' = \frac{1}{3}t$,由 $x = \frac{1}{2}a(t')^2$,解得 $x = \frac{1}{18}at^2$,B、C、D 项错误,A 项正确.

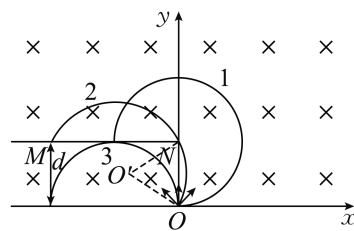
5. C 物块甲向右运动,木箱静止,木箱相对物块向左运动,滑动摩擦力阻碍相对运动,则甲对木箱的摩擦力方向向右,A 项错误;设甲、乙和木箱的总质量为 M ,地面对木箱的支持力为 F ,甲、乙的质量均为 m ,乙向下运动的加速度大小为 a ,对甲、乙整体研究,有 $mg - \mu mg = 2ma$,分析可知,乙运动的加速度 a 恒定,对甲、乙和木箱整体竖直方向的力与运动研究,根据牛顿第二定律有 $Mg - F = ma$,由此分析,地面对木箱的支持力大小 F 不变,B 项错误;设绳子的拉力大小为 T ,对甲研究,根据牛顿第二定律有 $T - \mu mg = ma$,对乙研究,根据牛顿第二定律有 $mg - T = ma$,解得 $a = 2.5 \text{ m/s}^2, T = 7.5 \text{ N}$,C 项正确,D 项错误.

6. D 根据题意可知,质点 N 的速度与质点 M 做圆周运动时在竖直方向的分速度相等,设质点 M 做匀速圆周运动的角速度为 ω ,半径为 r ,则质点 M 运动的线速度大小 $v = \omega r$,则在 t 时刻,质点 M 在竖直方向分速度 $v_1 = v \cos \omega t = \omega r \cos \omega t$,则 A、B、C 项错误,D 项正确.

7. C 粒子在磁场中做匀速圆周运动,根据向心力公式有 $qvB = \frac{mv^2}{R}$,解得 $R = d$,故 A 项错误.当粒子沿 x 轴正方向射出后,轨迹如图中轨迹 1 所示,薄板上表面接收到的粒子离 y 轴最近,根据几何关系,最近距离 $s_1 = d$;当粒子恰好通过 N 点到达薄板上方时,如图中轨迹 2 所示,薄板上表面接收到的粒子离 y 轴最远,根据几何关系可知,最远距离 $s_2 = \sqrt{3}d$,故薄板的上表面接收到粒子的区域长度为 $l_1 = s_2 - s_1 = (\sqrt{3} - 1)d$,B 项错误.当粒子沿 y 轴正方向射出后,如图中轨迹 3 所示,粒子的轨迹恰好与薄板相切,此时薄板下表面接收到的粒子离 y 轴最远,根据几何关系可知,最远距离

$s_3 = d$,因此薄板下表面接收到粒子的区域长度为 $l_2 = d$,C 项正确.粒子恰好打到薄板下表面 N 点时转过的圆心角最小,此时粒子在磁场中运动时间最短,根据几何关系可知, $\triangle OO'N$ 为正三角形,因此 ON 段圆弧所对的圆心角为 60° ,因此有 $t_{\min} = \frac{60^\circ}{360^\circ} \times$

$\frac{2\pi m}{qB} = \frac{\pi m}{3qB}$,故 D 项错误.



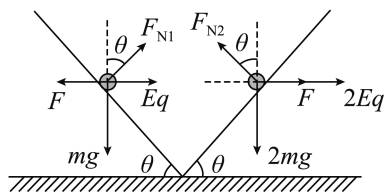
8. B 根据题意,变压器原线圈输入电压有效值为 $U_1 = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 12 \text{ V}$,滑动触头 P 位于副线圈正中间,根据变压器原、副线圈电压比与匝数比的关系可知, $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{\frac{1}{2}n_2}$,解得 $U_2 = 18 \text{ V}$,要使电流表的

示数变为 2.0 A ,则电阻箱电阻应调为 $R = \frac{U_2}{I} = 9 \Omega$,A 项错误;若电阻箱的阻值不变,则副线圈两端的电压应为 $U'_2 = 2 \times 6 \text{ V} = 12 \text{ V}$,副线圈接入电路的匝数应调为其总匝数的 $\frac{1}{3}$,B 项正确;输入端电压调为 $u = 12\sqrt{2} \sin(50\pi t) \text{ V}$ 时,变压器副线圈输出电压有效值不变,不会导致电流的变化,大小仍然为 $I_1 = \frac{U_2}{R} = 3.0 \text{ A}$,C 项错误;将输入电压峰值减小一半,则输入电压有效值变为 6 V ,可知输出电压为 9 V ,副线圈电流变为 $\frac{1}{2}I_1 = 1.5 \text{ A}$,D 项错误.

9. BC 根据题意,卫星甲变轨后轨道为环月椭圆轨道,卫星乙变轨后轨道为环月圆轨道,根据题意可知,卫星甲椭圆轨道半长轴为 $r' = \frac{1}{2}(a+b+2R)$,根据开普勒第三定律有 $\frac{(r')^3}{T^2} = \frac{r^3}{T^2}$,解得 $r = \frac{a+b}{2} + R$,A 项错误,B 项正确;对卫星乙环月运动研究,万有引力提供向心力,可得 $\frac{GMm}{r^2} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r$,可得 $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$,C 项正确,D 项错误.

10. ABD 设甲、乙两球间的库仑力大小为 F ,轨道倾角均为 θ ,对甲、乙两球分别进行受力分析,如图所示.对甲球研究,根据平衡条件有 $F_{N1} \cos \theta = mg, F = F_{N1} \sin \theta + Eq$;对乙球研究有 $F_{N2} \cos \theta = 2mg, F_{N2} \sin \theta = F + 2Eq$.解得 $F = 4Eq$,故 $\frac{F_1}{F_2} = \frac{4Eq - Eq}{4Eq + 2Eq} = \frac{1}{2}$,

同时有 $F = \frac{kq \cdot 2q}{L^2}$,解得 $E = \frac{kq}{2L^2}$,故 A、B 项正确.若将甲、乙互换位置,假设两者仍能保持静止,对甲研究有 $F'_{N1} \cos \theta = mg, F'_{N1} \sin \theta = F + Eq$,对乙研究有 $F'_{N2} \cos \theta = 2mg, F'_{N2} \sin \theta + 2Eq = F$,联立得 $F + 4Eq = 0$,无解,假设不成立,故 C 项错误.若撤去甲,对乙球研究,根据动能定理有 $2mg \cdot \frac{L}{2} \tan \theta - 2Eq \cdot \frac{L}{2} = \frac{1}{2} \times 2mv^2$,结合前面分析可知 $\tan \theta = \frac{3Eq}{mg}$,解得 $v = \sqrt{\frac{kq^2}{mL}}$,故 D 项正确.



11. (1) c (2) 失重 d (每空 2 分)

解析: (1) 平衡阻力的方法: 调整轨道的倾斜度, 使小车不受牵引时, 能拖动纸带沿轨道做匀速运动, 故选 c 项。

(2) 根据图丙加速度随时间变化的图像可知, $t=4\text{ s}$ 时, 加速度方向向下, 故物体处于失重状态; 对物体研究, 根据牛顿第二定律有 $F_N - mg = ma$, 整理得 $a = \frac{1}{m} \cdot F_N - g$, 可知 $a - F_N$ 图像的斜率为 $\frac{1}{m}$, 纵轴的截距为 $-g$, 故将物体质量增大一倍, 图像斜率变小, 纵轴截距不变, 其 $a - F_N$ 图像为图丁中的图线 d。

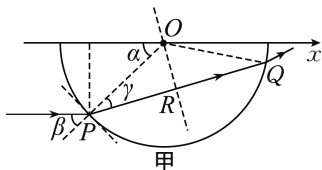
12. (1) 短接 0 (2) $\times 10$ 160 (3) 2.8 (每空 2 分)

解析: (1) 测量前, 要进行欧姆调零: 将滑动变阻器的阻值调至最大, 闭合开关 S_1, S_2 , 此时电阻表处于“ $\times 1$ ”挡, 将红表笔与黑表笔短接, 调节滑动变阻器的阻值, 使指针指向 0 刻度位置。

(2) 用该电阻表对阻值为 $150\ \Omega$ 的标准电阻进行试测, 为使指针指在中值电阻附近, 减小测量误差, 应选用电阻表的“ $\times 10$ ”挡; 进行电阻调零后, 将电阻接在两表笔间, 指针指向图乙中的虚线位置, 则该电阻的测量值为 $16 \times 10\ \Omega = 160\ \Omega$ 。

(3) 根据闭合电路欧姆定律有 $E = I_1(r + R_g + R_{\text{阻}})$, $E = I_2(r + R_g + R'_{\text{阻}})$, 将 $I_1 = 10\text{ mA}$, $I_2 = 20\text{ mA}$ 代入, 联立可得 $r = 7\ \Omega$, $E = 2.8\text{ V}$ 。

13. (1) 根据题意, 作出光路图如图甲所示。



设 OP 与 x 轴负方向的夹角为 α , 激光在 P 点的入射角为 β , 折射角为 γ , 根据几何关系可得

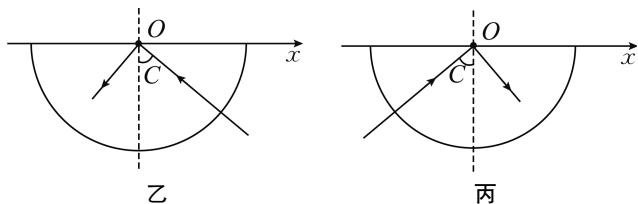
$$\sin \alpha = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}R}{R}, \cos \gamma = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}R}{R}, \alpha = \beta, \quad (2\text{ 分})$$

$$\text{解得 } \beta = 45^\circ, \gamma = 30^\circ. \quad (2\text{ 分})$$

$$\text{根据折射定律, 玻璃砖的折射率 } n = \frac{\sin \beta}{\sin \gamma} = \sqrt{2}. \quad (2\text{ 分})$$

(2) 光在 O 点发生全反射的临界角满足 $\sin C = \frac{1}{n}$, 可得 $C = 45^\circ$. (2 分)

要使激光能在圆心 O 点发生全反射, 激光必须指向 O 点射入, 刚好在 O 点发生全反射的临界光线如图乙或丙所示。



只要入射角大于等于 45° , 即可发生全反射, 则使激光能在圆心 O 点发生全反射, 入射光线与 x 轴之间夹角范围为 $(0, 45^\circ]$. (2 分)

14. (1) 小球从最下端以速度 v_0 抛出到运动到 M 正下方与 M 距离为 L 的位置时, 设小球的速度大小为 v , 绳子的拉力大小为 T ,

根据机械能守恒定律有

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = mg \cdot 2L + \frac{1}{2}mv^2, \quad (1\text{ 分})$$

$$\text{在该位置时根据向心力公式有 } T - mg = m \frac{v^2}{L}, \quad (1\text{ 分})$$

$$\text{解得 } v = 4\sqrt{5}\text{ m/s}, T = 17\text{ N}. \quad (2\text{ 分})$$

(2) 设小球做平抛运动的时间为 t , 水平位移为 x , 根据平抛运动规律有 $x = vt$, (1 分)

$$2L = \frac{1}{2}gt^2, \quad (1\text{ 分})$$

$$\text{解得 } x = 4\text{ m}. \quad (2\text{ 分})$$

(3) 设小球初速度为 v'_0 时, 小球经过 N 点正上方绳子恰不松弛, 设小球在 N 正上方时的速度大小为 v' , 根据向心力公式有

$$mg = m \frac{(v')^2}{2L}, \quad (2\text{ 分})$$

从最低点到 N 点正上方, 由动能定理有

$$-mg \cdot 5L = \frac{1}{2}m(v')^2 - \frac{1}{2}m(v'_0)^2, \quad (2\text{ 分})$$

$$\text{解得 } v'_0 = 2\sqrt{15}\text{ m/s}. \quad (2\text{ 分})$$

15. (1) 第 1 根导体棒刚进入磁场时产生的感应电动势为 $E = BLv_0$, (1 分)

$$\text{此时回路的电流为 } I = \frac{E}{2R}, \quad (1\text{ 分})$$

$$\text{此时导体棒受到的安培力 } F_{\text{安}} = BIL, \quad (1\text{ 分})$$

$$\text{此时导体棒所受安培力的功率 } P = F_{\text{安}} v_0 = \frac{B^2 L^2 v_0^2}{2R}. \quad (2\text{ 分})$$

(2) 第 2 根导体棒从进入磁场到速度减为 0 的过程中, 根据动量定理有

$$-B\bar{I}L \cdot \Delta t = 0 - mv_0, \quad (1\text{ 分})$$

$$\text{其中 } \bar{I} \cdot \Delta t = q, \quad (1\text{ 分})$$

$$\text{解得 } q = \frac{mv_0}{BL}. \quad (2\text{ 分})$$

(3) 由于每根导体棒均以初速度 v_0 进入磁场, 速度减为 0 时被锁定, 则根据能量守恒定律可知, 每根导体棒进入磁场后产生的总热量均为 $Q = \frac{1}{2}mv_0^2$, (1 分)

第 1 根导体棒进入磁场到速度减为 0 的过程中, 导轨右端定值电阻 R 上产生的热量

$$Q_{R1} = \frac{1}{2}Q, \quad (1\text{ 分})$$

第 2 根导体棒进入磁场到速度减为 0 的过程中, 导轨右端定值电阻 R 上产生的热量 $Q_{R2} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3}Q$, (1 分)

第 3 根导体棒进入磁场到速度减为 0 的过程中, 导轨右端定值电阻 R 上产生的热量 $Q_{R3} = \frac{1}{3} \times \frac{1}{4}Q$, (1 分)

第 n 根导体棒进入磁场到速度减为 0 的过程中, 导轨右端定值电阻 R 上产生的热量 $Q_{Rn} = \frac{1}{n} \cdot \frac{1}{n+1}Q$, (1 分)

则从第 1 根导体棒进入磁场到第 n 根导体棒速度减为 0 的过程中, 导轨右端定值电阻 R 上产生的总热量

$$Q_R = Q_{R1} + Q_{R2} + Q_{R3} + \cdots + Q_{Rn}, \quad (2\text{ 分})$$

$$\text{根据数学知识可知 } \frac{1}{n} \cdot \frac{1}{n+1} = \frac{1}{n} - \frac{1}{n+1},$$

$$\text{解得 } Q_R = \frac{n}{n+1}Q = \frac{nmv_0^2}{2(n+1)} (n=1, 2, 3, \cdots). \quad (2\text{ 分})$$