

## 14. A 【命题点】机械波的描述

【解析】机械波在介质中的传播速度由介质决定,所以声波在空气和水中传播时的波速不同;各个质点的振动周期和频率由波源决定,等于波源的振动周期和频率,同一波源(点拨:听见的是轮船某一时刻的鸣笛声)产生的波的周期和频率相同;根据公式  $\lambda = \frac{v}{f} = vT$  可知波长不同, A 正确。

## 15. B 【命题点】功和能

【解析】无风时,雨滴受空气阻力的作用在地面附近会以恒定的速率竖直下落,速度不变,初、末状态动能不变,由动能定理可得  $mgh - W_f = 0$ , 可得克服空气阻力做的功  $W_f = mgh$ , B 正确。

一题多解 动力学+做功

雨滴在地面附近做匀速运动,受力平衡,则有  $f = mg$ , 下落高度  $h$  过程中,克服空气阻力做的功  $W_f = fh$ , 解得  $W_f = mgh$ 。

## 16. C 【命题点】原子能级跃迁和单位换算

【解析】铯原子从高能级跃迁到低能级满足  $h\nu = E_n - E_m$ ,  $h\nu$  的量级是  $10^{-5}$  eV,  $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ ,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ , 则跃迁发射的光子的频率量级为  $10^9 \text{ Hz}$ , C 正确。

## 17. D 【命题点】万有引力与航天和相对论时空观

选项	分析	正误
A	这批物资在轨速度远小于光速,所以质量不变(点拨:相对论效应发生在物体高速运动中)	×
B	这批物资静止在地面上时所受合力为零,在轨运行时处于完全失重状态,所受合力为地球的引力,比静止在地面上时大	×
C	这批物资在轨运行时和静止在地面上时所受地球引力分别为 $G \frac{Mm}{r^2}$ 和 $G \frac{Mm}{R^2}$ ( $r$ 为这批物资的轨道半径, $R$ 为地球半径), $R < r$ , 故物资静止在地面上时所受地球引力大	×
D	由 $G \frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r$ 可得,这批物资比地球同步卫星的角速度大,地球同步卫星的角速度与地球的自转角速度大小相等,则这批物资做圆周运动的角速度比地球自转的角速度大	√

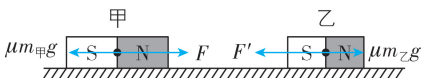
## 18. C 【命题点】带电粒子在电磁叠加场中的运动

【解析】假设电子打在  $a$  点,则有  $eE = evB$ , 由于  $\alpha$  粒子的速度  $v'$  小于电子的速度  $v$ , 所以  $2eE > 2ev'B$ ,  $\alpha$  粒子经过电磁叠加场后向右偏转,即其所受合力方向水平向右,即所受电场力方向水平向右,由于  $\alpha$  粒子带正电,所以电场方向水平向右,电子所受电场力方向水平向左,由于电子所受洛伦兹力和电场力等大反向,故磁场方向垂直纸面向里;假设电子打在  $b$  点,同理可得,电场方向水平向右,磁场方向垂直纸面

向里, C 正确。

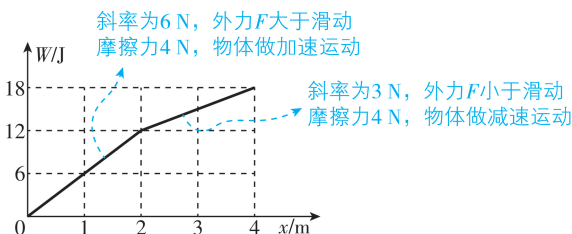
19. BD 【命题点】动量定理+牛顿第二定律

【解析】设乙对甲的磁力大小为  $F$ , 对两磁铁受力分析如图所示, 由牛顿第二定律和牛顿第三定律可知  $F = F'$ ,  $a = \frac{F}{m} - \mu g$ , 因为  $m_{\text{甲}} > m_{\text{乙}}$ , 所以  $a_{\text{甲}} < a_{\text{乙}}$ , 故在它们相互接近过程中的任一时刻  $v_{\text{甲}} < v_{\text{乙}}$ , A 错误; 由动量定理可知  $p = (F - \mu mg)t$ , 因为  $m_{\text{甲}} > m_{\text{乙}}$ , 所以  $p_{\text{甲}} < p_{\text{乙}}$ , B 正确, C 错误; 对甲、乙整体分析, 取向右为正方向, 甲和乙动量之和  $p' = (-\mu m_{\text{甲}}g + \mu m_{\text{乙}}g)t$ , 可知甲和乙的动量之和不为零, D 正确。



20. BC 【命题点】 $W-x$  图像+功和功率

【题图剖析】图像数据分析



【解析】 $W-x$  图像的斜率大小表示拉力的大小, 物体在  $0 \sim 2 \text{ m}$  过程中, 拉力  $F_1 = 6 \text{ N}$ , 在  $2 \sim 4 \text{ m}$  过程中, 拉力  $F_2 = 3 \text{ N}$ , 滑动摩擦力  $f = \mu mg = 4 \text{ N}$ 。物体在  $0 \sim 1 \text{ m}$  过程中, 由动能定理可知  $W_1 - fx_1 = \frac{1}{2}mv_1^2$ , 可得  $v_1 = 2 \text{ m/s}$ , 则拉力的功率  $P = F_1 v_1 = 12 \text{ W}$ , A 错误; 物体在  $0 \sim 4 \text{ m}$  过程中, 有  $W_4 - fx_4 = E_{k4}$ , 解得  $E_{k4} = 2 \text{ J}$ , B 正确; 在  $0 \sim 2 \text{ m}$  过程中, 物体克服摩擦力做的功  $W_f = fx_2 = 8 \text{ J}$ , C 正确; 物体在  $0 \sim 2 \text{ m}$  过程中做加速运动, 在  $2 \sim 4 \text{ m}$  过程中做减速运动, 故物体在  $x = 2 \text{ m}$  时速度最大, 动量最大, 由动能定理可知  $W_2 - fx_2 = \frac{1}{2}mv_2^2$ , 解得  $v_2 = 2\sqrt{2} \text{ m/s}$ ,  $p_m = mv_2 = 2\sqrt{2} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ , D 错误。

21. AD 【命题点】气体状态变化

【解析】对  $f$  中的气体缓慢加热, 气体受热膨胀, 体积增大, 左活塞挤压  $g$  中的气体, 右活塞挤压  $h$  中的气体, 最终稳定后, 弹簧处于压缩状态,  $g$ 、 $h$  中的气体体积减小, 因为右活塞对  $h$  中的气体做功, 故  $h$  中的气体内能增加, A 正确; 停止加热并达到稳定后, 将两活塞和弹簧以及  $g$  中的气体作为整体进行受力分析,  $f$  和  $h$  中的气体对整体的压力等大反向, 则  $f$  和  $h$  中的气体压强相等, D 正确;  $f$ 、 $g$ 、 $h$  中气体的初始状态全部相同, 可知  $\frac{p_f V_f}{T_f} = \frac{p_g V_g}{T_g} = \frac{p_h V_h}{T_h}$ , 且末状态等式仍成立, 对于  $f$  和  $g$  中的气体,  $f$  中的气体压强、体积均大于  $g$  中的气体压强、体积, 所以  $f$  中的气体温度大于  $g$  中的气体温度, B 错误; 对于  $f$  和  $h$  中的气体,  $f$  中的气体压强和  $h$  中的气体压强相等,  $f$  中的气体体积大于  $h$  中的气体体积, 所以  $f$  中的气体温度高于  $h$  中的气体温度, C 错误。

22. (1) 正极(1分) (2) C(1分) (3)  $R_2$ (2分) 电荷量(2分)

【命题点】观察电容器的充、放电现象实验

【解析】(1)多用电表使用时,应使电流从红表笔流入,从黑表笔流出,可得电池**正极**接红表笔。

(2)电容器放电过程中,电流逐渐变小,则小灯泡迅速变亮,然后亮度逐渐减小,等电容器最终放电完毕时,小灯泡熄灭,**C 正确**。

(3)图(b)中实线所示过程充电慢、耗时长,所以此时电路中接入的电阻阻值较大,即为  $R_2$ ;根据电流定义式  $I = \frac{q}{t}$  可知,  $I-t$  图像中的曲线与坐标轴所围成的面积表示**电荷量**。

**23.** (1)0.00 6(2分) 20.035(2分) 20.029(1分) (2)大于(2分) (3)82.5(1分) 1.82(2分) 9.83(2分)

【命题点】用单摆测量重力加速度的大小实验

【解析】(1)根据螺旋测微器的读数规则可知,图(a)中读数为  $0+0.6 \times 0.01 \text{ mm} = \mathbf{0.006 \text{ mm}}$ ;图(b)中读数为  $20 \text{ mm} + 3.5 \times 0.01 \text{ mm} = \mathbf{20.035 \text{ mm}}$ ,则摆球直径为  $20.035 \text{ mm} - 0.006 \text{ mm} = \mathbf{20.029 \text{ mm}}$ 。

(2)作出角度盘上移之后的对比图,由图可知当角度盘上数据一致时,上移之后的摆线角度**大于**  $5^\circ$ 。

(3)摆长 = 摆线长度 + 摆球半径,则摆长  $L = \mathbf{82.5 \text{ cm}}$ 。摆球摆到最低点时计数 1 次,则当计数



61 次时,周期  $T = \frac{t}{n-1} = \mathbf{1.82 \text{ s}}$ 。根据单摆周期公式  $T =$

$2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ ,可算得重力加速度为  $\mathbf{9.83 \text{ m/s}^2}$ 。

**24.**  $\frac{\sqrt{2gh}}{\tan \theta}$

【命题点】平抛运动+打水漂

【解析】当石子接触水面时的速度方向与水面夹角为  $\theta$  时,抛出速度最小,石子做平抛运动,根据平抛运动的速度和位移公式可得

水平方向上有  $v_x = v_0$  (2分)

竖直方向上有  $h = \frac{1}{2}gt^2$  (2分)

$v_y = gt$  (2分)

其中  $\tan \theta = \frac{v_y}{v_x}$  (2分)

联立各式解得  $v_0 = \frac{\sqrt{2gh}}{\tan \theta}$  (2分)

则抛出的最小速度为  $\frac{\sqrt{2gh}}{\tan \theta}$ 。

**25.** (1)8:1 (2)油滴 a 带负电 油滴 b 带正电 4:1

【命题点】复合场+共点力平衡+密立根油滴实验

【解析】(1)设油滴 a、b 的质量分别为  $m_a$ 、 $m_b$ ,半径分别为  $r_a$ 、 $r_b$ ,空气阻力大小与油滴半径、运动速率成正比,比例系数设为  $k$ 。

油滴 a 向下做匀速运动时受力平衡,根据平衡条件有

$m_a g = k r_a \cdot v_0$  (2分)

$m_a = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi r_a^3,$

油滴  $b$  向下做匀速运动时受力平衡,根据平衡条件有

$$m_b g = k r_b \cdot \frac{v_0}{4} \quad (2 \text{ 分})$$

$$m_b = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi r_b^3,$$

$$\text{解得 } r_a : r_b = 2 : 1, m_a : m_b = 8 : 1 \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 两极板加上电压后,上极板带正电,电场方向竖直向下,油滴  $a$  的速度变小,则阻力变小,所受电场力方向竖直向上,故油滴  $a$  带负电 (1 分)

油滴  $b$  的速度变大,则阻力变大,所受电场力方向竖直向下,故油滴  $b$  带正电 (1 分)

设油滴  $a$ 、 $b$  所带电荷量的绝对值分别为  $q_a$ 、 $q_b$ ,

油滴  $a$  向下做匀速运动时受力平衡,根据平衡条件有

$$m_a g = k r_a \cdot \frac{v_0}{2} + E q_a \quad (2 \text{ 分})$$

油滴  $b$  向下做匀速运动时受力平衡,根据平衡条件有

$$m_b g + E q_b = k r_b \cdot \frac{v_0}{2} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } q_a : q_b = 4 : 1 \quad (2 \text{ 分})$$

$$26. (1) \frac{B^2 L^3}{m R_0} \quad (2) \frac{3 B^4 L^6}{25 m R_0^2}$$

【命题点】磁场中的电路分析+动量+能量

【解析】(1) 金属框进入磁场的过程,

根据法拉第电磁感应定律有  $E = BLv$  (1 分)

$$\text{感应电流 } I = \frac{E}{4R_0} \quad (1 \text{ 分})$$

金属框右边框所受的安培力大小  $F_{\text{安}} = BIL$  (1 分)

$$\text{安培力的冲量大小 } I_F = \sum BIL \cdot \Delta t = \sum \frac{B^2 L^2 v}{4R_0} \cdot \Delta t \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{又 } \sum v \cdot \Delta t = L, \text{ 可得 } I_F = \frac{B^2 L^3}{4R_0} \quad (1 \text{ 分})$$

金属框完全进入磁场到即将离开磁场的过程中,左右两边产生的感应电动势相互抵消,无感应电流产生,不受安培力作用 (1 分)

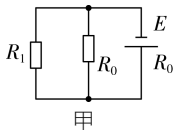
根据金属框进入磁场的情况可知,金属框出磁场时同样有

$$I_F = \frac{B^2 L^3}{4R_0} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{根据动量定理可得 } -2I_F = m \frac{v_0}{2} - mv_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_0 = \frac{B^2 L^3}{m R_0} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 金属框进入磁场过程,由于金属框的上、下边框处处与导轨始终接触良好,所以金属框的上、下边框被短路,作出等效电路如图甲所示,



设金属框速度大小为  $v_1$ ,

根据法拉第电磁感应定律有  $E = BLv_1$  (1 分)

$$\text{感应电流 } I = \frac{E}{\frac{2}{R_0} + \frac{1}{3R_0}} = \frac{3E}{5R_0} \quad (1 \text{ 分})$$

设金属框完全进入磁场时速度大小为  $v_2$ ,

$$\text{由动量定理可得} - \sum BIL \cdot \Delta t = mv_2 - mv_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{又 } \sum v_1 \cdot \Delta t = L,$$

$$\text{可得 } v_2 = \frac{2B^2 L^3}{5mR_0},$$

由能量守恒定律可得,此过程中电路中产生的总热量

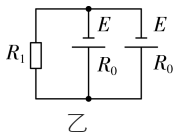
$$Q_{\text{总}1} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_2^2 \quad (1 \text{ 分})$$

由并联电路电流规律和  $Q = I^2 R t$  可知,  $R_1$  上产生的热量

$$Q_1 = \frac{2}{15}Q_{\text{总}1} = \frac{7B^4 L^6}{125mR_0^2} \quad (1 \text{ 分})$$

金属框完全进入磁场后到右边框运动到

磁场右边界时,等效电路如图乙所示,



$$\text{通过 } R_1 \text{ 的电流 } I_1 = \frac{E}{2R_0 + \frac{1}{2}R_0} = \frac{2E}{5R_0}, \text{ 即流过左右边框的电}$$

$$\text{流之和为 } \frac{2E}{5R_0} \quad (1 \text{ 分})$$

设金属框右边框刚要出磁场时速度大小为  $v_3$ ,

$$\text{由动量定理可得} - \sum BI_1 L \cdot \Delta t = mv_3 - mv_2 \quad (1 \text{ 分})$$

可得  $v_3 = 0$ , 金属框将停止运动。

由能量守恒定律可得,此过程中电路中产生的总热量

$$Q_{\text{总}2} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_3^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$R_1 \text{ 上产生的热量 } Q_2 = \frac{4}{5}Q_{\text{总}2} = \frac{8B^4 L^6}{125mR_0^2} \quad (1 \text{ 分})$$

在金属框整个运动过程中,电阻  $R_1$  产生的热量为  $Q = Q_1 +$

$$Q_2 = \frac{3B^4 L^6}{25mR_0^2} \quad (1 \text{ 分})$$