

## 14. D 【命题点】对电磁感应知识的理解

【解析】管道高频焊机的工作原理主要是利用了电磁感应现象中涡流的热效应,而电磁感应现象的发现者是法拉第,D 正确。

▶知识拓展 在高中阶段,库仑通过实验得出了库仑定

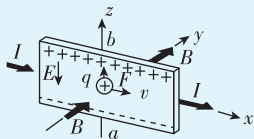
律,即  $F = k \frac{Qq}{r^2}$ , 对应真空中两个

点电荷之间的受力情况;洛伦兹

发现了洛伦兹力,即  $F = qvB$ , 对应

带电粒子在磁场中运动的受力情况;霍尔发现了霍尔效应,即当电流垂直于外磁场通过半导体时,形成电流的带电粒子在洛伦兹力作用下发生偏转,  $a$ 、 $b$  间出现电势差,当自由电荷所受电场力与洛伦兹力平衡时,  $a$ 、 $b$  间的电势差保持

恒定,则有  $Bvq = Eq = \frac{Uq}{d}$ , 可得  $v = \frac{U}{Bd}$ 。



## 15. A 【命题点】万有引力定律的应用

【解析】卫星绕球形星体表面做匀速圆周运动,由万有引力提

供向心力可知  $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} R$ , 又  $M = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3$ , 可得  $T =$

$\sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$ , A 正确。

▶方法拓展 此类问题还可能会以星体因自转而瓦解的

最大角速度方面进行设题。星体自转的最大角速度,即刚好对应星体赤道上物体所受支持力为零时的角速度,则有

$G \frac{Mm}{R^2} = m\omega_{\max}^2 R$ , 又  $M = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3$ , 可得  $\omega_{\max} = \sqrt{\frac{4}{3} \pi G \rho}$  (只

与星体密度有关,与星体质量、半径无关)。

## 16. B 【命题点】平抛运动

【解析】摩托车从  $a$  到  $b$  或从  $a$  到  $c$  均做平抛运动,由平抛运动的规律可知,水平方向做匀速直线运动,有  $x = vt$ , 竖直方向做

自由落体运动,有  $y = \frac{1}{2} gt^2$ , 联立可得  $v^2 = \frac{x^2 g}{2y}$ , 则  $\frac{E_2}{E_1} = \frac{v_2^2}{v_1^2} = 18$ ,

B 正确。

▶一题多解 由题意可知,摩托车从  $a$  到  $b$  过程与从  $a$  到  $c$

过程中,均做平抛运动,根据  $mgH = \frac{1}{2} mv_y^2$  可得,在竖直方向有

$\frac{v_{yc}^2}{v_{yb}^2} = \frac{2}{1}$ , 又在平抛运动中有  $\frac{v_y^2}{v_x^2} = \frac{4H^2}{x^2}$ , 可得  $\frac{E_2}{E_1} = \frac{v_{x_2}^2}{v_{x_1}^2} = 18$ 。

▶技巧必背

在平抛运动中,速度方向  $\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{2y}{x}$ , 即

速度的反向延长线与水平位移的交点在其水平位移的中点处。

## 17. D 【命题点】带电粒子的加速、偏转问题

【解析】电子束在  $M$ 、 $N$  之间需要加速,故  $N$  处的电势高于  $M$

处的电势, **A 错误**; 若增大  $M$ 、 $N$  之间的加速电压, 会使得电子获得的速度变大, 电子在磁场中偏转, 洛伦兹力提供向心力, 有  $Bvq = m \frac{v^2}{R}$ , 可得电子的偏转轨迹半径  $R = \frac{mv}{qB}$ , 则电子在磁场中运动轨迹的半径变大, 电子出磁场时偏转角减小,  $P$  点向右移, **B 错误**; 电子进入磁场中向下偏转, 由左手定则可知, 偏转磁场的方向垂直于纸面向里, **C 错误**; 根据  $R = \frac{mv}{qB}$  可知, 偏转磁场的磁感应强度越大, 电子的运动轨迹半径越小, 在偏转磁场中偏转越明显,  $P$  点向左移, **D 正确**。

**易错警示** 本题的易错点在于混淆了电子的电性, 错将电子视为正电荷, 从而得到完全相反的结论, 电子在加速电场中受力方向与电场方向相反; 在磁场中应用左手定则时四指指向其运动的反方向。

### 18. C 【命题点】核聚变反应

**【解析】**由题意知,  $1 \text{ kg}$  海水中全部氘核发生聚变反应所释放的能量约为  $\frac{1.0 \times 10^{22}}{6} \times 43.15 \times 1.6 \times 10^{-13} \text{ J} \approx 1.151 \times 10^{10} \text{ J}$ , 其与质量为  $M$  的标准煤燃烧时释放的热量相等, 则标准煤的质量  $M = \frac{1.151 \times 10^{10}}{2.9 \times 10^7} \text{ kg} \approx 400 \text{ kg}$ , **C 正确**。

**一题多解** 本题为估算, 所以只需要保留到整数位即可。一个氘核发生聚变释放能量大约  $7 \text{ MeV}$ ,  $1 \text{ kg}$  海水中氘核大约释放  $7 \times 10^{22} \text{ MeV}$  能量, 约为  $1 \times 10^{10} \text{ J}$ , 则标准煤的质量约为  $400 \text{ kg}$ 。

### 19. AD 【命题点】远距离输电

**【解析】**设输电线的电阻为  $R$ ,  $A$  处输送的电功率为  $P$ , 由题意可知, 当输电电压为  $U$  时, 输电线中的电流  $I = \frac{P}{U}$ , 输电线上损耗的电功率  $\Delta P = I^2 R = \frac{P^2 R}{U^2}$ , 到达  $B$  处时, 电压下降  $\Delta U = \frac{PR}{U}$ , 当输电电压从  $550 \text{ kV}$  变成  $1100 \text{ kV}$  时, 输电线上损耗的电功率  $\Delta P' = \frac{1}{4} \Delta P$ , 到达  $B$  处电压下降  $\Delta U' = \frac{1}{2} \Delta U$ , **A、D 正确**。

**方法拓展** 用户得到功率的相关计算

(1) 输送功率一定时:  $P_{\text{用}} = P - P_{\text{线}} = P - \left(\frac{P}{U}\right)^2 R_{\text{线}}$ , 用户得到的功率随输电电压的增大而增大。

(2) 输送电压一定时:  $P_{\text{用}} = P - P_{\text{线}} = P - \left(\frac{P}{U}\right)^2 R_{\text{线}} = -\left(\frac{R_{\text{线}}}{U^2}\right) \cdot \left(P - \frac{U^2}{2R_{\text{线}}}\right)^2 + \frac{U^2}{4R_{\text{线}}}$ , 当输送的功率  $P = \frac{U^2}{2R_{\text{线}}}$  时,  $P_{\text{用max}} = \frac{U^2}{4R_{\text{线}}}$ , 此时效率  $\eta = 50\%$ 。

## 20. ABC 【命题点】圆环形带电体的电场与电势分布

【解析】由题图可知,带电圆环上半部分带正电,下半部分带负电,电势由上至下降低,在圆环上关于  $ab$  对称地截取两小段,  $ab$  连线直径上的点为等量异种点电荷电场的连线中点,可知  $ab$  连线为等势线,电势相等, **B 正确**;同理可知,  $c, d$  两点并不在等势线上, **D 错误**;由电场叠加原理和对称规律可知,  $a, b$  两点电场强度大小相等,方向相同,同理可知,  $c, d$  两点电场强度大小相等,方向相同, **A、C 正确**。

**易错警示** 本题的易错点在于错误地从  $ab$  外侧选取关于  $ab$  对称的两点,从而得到  $a, b$  两点的电场强度大小相等,方向相同,而忽略了  $ab$  连线是等势线,从而导致漏选 B。

## 21. BC 【命题点】多次碰撞问题

【解析】取运动员与物块组成的系统为研究对象,背离挡板运动的方向为正方向,由动量守恒定律可知,运动员第 1 次推出物块后有  $0 = Mv_1 - mv$ ,物块第 1 次追上运动员有  $mv + Mv_1 = (m+M)v'_1 = 2mv$ ,运动员第 2 次推出物块后有  $(m+M)v'_1 = Mv_2 - mv$ ,即  $(2 \times 2 - 1)mv = Mv_2$ ,物块第 2 次追上运动员有  $Mv_2 + mv = (m+M)v'_2, \dots$ ,物块第  $n-1$  次追上运动员有  $mv + Mv_{n-1} = (m+M)v'_{n-1}$ ,运动员第  $n$  次推出物块后有  $(m+M)v'_{n-1} = Mv_n - mv$ ,即  $v_n = \frac{(2n-1)}{M}mv$ ,当  $v_n \geq v$  时,物块就不能再追上运动员,且  $v_{n-1} \leq v$ ,当  $n = 8$  时,解得  $52 \text{ kg} \leq M \leq 60 \text{ kg}$ , **B、C 正确**。

**方法拓展** 对于多次碰撞问题,能够发生碰撞的条件是后者的速度需要大于前者的速度。要清楚在动量守恒定律的应用中,多次碰撞的发生是有外力参与的。在只考虑两者碰撞前后的速度时,还是要满足后者的速度不大于前者的速度。

## 22. 1.84(2分) 1.96(2分) 滑轮的轴不光滑或滑轮有质量(1分)

【命题点】测量加速度实验的数据处理、误差分析

【解析】由题意可知,小球  $B$  的质量大于小球  $A$  的质量,所以小球  $B$  下落,小球  $A$  上升,  $A, B$  小球做匀变速直线运动,两小球的加速度大小相同,由匀变速直线运动规律可知  $h_0 - h = \frac{1}{2}at^2$ ,解得  $a \approx 1.84 \text{ m/s}^2$ ;由实验室提供的数据获得小球  $A, B$  的质量,结合牛顿第二定律有  $m_B g - m_A g = (m_A + m_B)a'$ ,可得  $a' = \frac{m_B g - m_A g}{m_A + m_B} = 1.96 \text{ m/s}^2$ ,比实验所测得的实际加速度大,除实验中的偶然误差外,还会存在阻力的作用,可能是滑轮有质量或滑轮的轴不光滑(合理即可)。

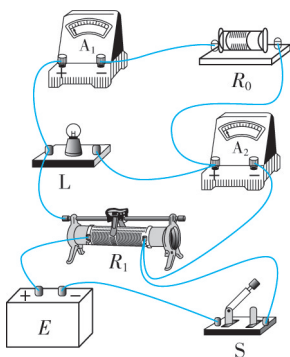
**易错警示** 本题的易错点在求解第二空,错将小球  $B$  的重力视为整体受到的力,从而导致错解。

## 23. (1)图见解析(2分) (2) $I_1(R_{g1} + R_0)$ (1分) $I_2 - I_1$ (1分) 180(2分) (3)11.6(2分) (4)8.0(2分)

【命题点】描绘小灯泡的伏安特性曲线实验的器材选择、电

## 路连接、实验原理及数据处理

【解析】(1) 连接电路时要注意各线不要交叉, 连接电表时注意电表的正、负接线柱。



(2) 由电路图可知, 电流表  $A_1$  与定值电阻  $R_0$  串联充当电压表使用, 所以小灯泡两端的电压  $U = I_1(R_{g1} + R_0)$ , 流过小灯泡的电流  $I = I_2 - I_1$ , 为保证小灯泡的安全, 小灯泡两端的电压不能超过  $3.6 \text{ V}$ , 故当小灯泡两端的电压为  $3.6 \text{ V}$  时, 流过电流表  $A_1$  的电流  $I = \frac{3.6 \text{ V}}{R_{g1} + R_0} = 0.18 \text{ A} = 180 \text{ mA}$ 。

(3) 当  $I_1 = 173 \text{ mA}$  时, 小灯泡的电阻  $R = \frac{I_1(R_{g1} + R_0)}{I_2 - I_1} = \frac{173 \times 10^{-3} \times (10.0 + 10.0)}{(470 - 173) \times 10^{-3}} \Omega \approx 11.6 \Omega$ 。

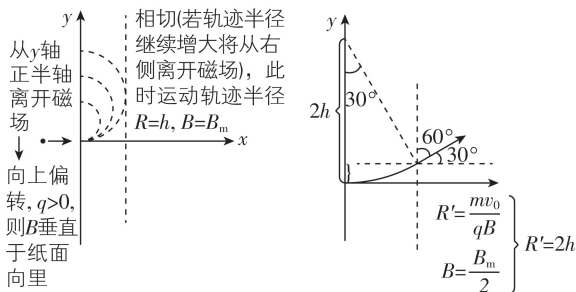
(4) 电流表  $A_1$  与定值电阻  $R'_0$  串联充当电压表使用, 即流过电流表  $A_1$  的电流为满偏电流  $200 \text{ mA}$  时, 电流表  $A_1$  与定值电阻两端的电压不能小于  $3.6 \text{ V}$ , 则  $R'_0 \geq \frac{3.6 \text{ V}}{200 \times 10^{-3} \text{ A}} - 10 \Omega = 8.0 \Omega$ 。

**技巧必背** 电压表扩量程的通用表达式为  $R = (N-1)R_g$  ( $N$  为放大倍数)。

24. (1) 垂直于纸面向里  $\frac{mv_0}{qh}$  (2)  $\frac{\pi}{6}$   $(2-\sqrt{3})h$

【命题点】带电粒子在有界匀强磁场中的运动问题

【思路分析】



【解析】(1) 由题意可知, 粒子刚进入磁场时应受到方向向上的洛伦兹力, 因此磁场方向垂直于纸面向里。设粒子进入磁场中做圆周运动的半径为  $R$ , 根据洛伦兹力公式和圆周运动规律, 有

$$qv_0 B = m \frac{v_0^2}{R} \quad (1) \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{由此可得 } R = \frac{mv_0}{qB} \quad (2) \quad (1 \text{ 分})$$

粒子穿过  $y$  轴正半轴离开磁场,其在磁场中做圆周运动的圆心在  $y$  轴正半轴上,半径应满足  $R \leq h$  ③ (1分)

由题意,当磁感应强度大小为  $B_m$  时,粒子的运动半径最大,

由此得  $B_m = \frac{mv_0}{qh}$  ④ (1分)

(2)若磁感应强度大小为  $\frac{B_m}{2}$ ,粒子做

圆周运动的圆心仍在  $y$  轴正半轴上,由②④式可得,此时圆弧半径为

$R' = 2h$  ⑤ (1分)

粒子会穿过图中  $P$  点离开磁场,运动

轨迹如图所示。设粒子在  $P$  点的运动方向与  $x$  轴正方向的夹角为  $\alpha$ ,由几何关系

$\sin \alpha = \frac{h}{2h} = \frac{1}{2}$  ⑥ (2分)

即  $\alpha = \frac{\pi}{6}$  ⑦ (1分)

由几何关系可得, $P$  点与  $x$  轴的距离为

$y = 2h(1 - \cos \alpha)$  ⑧ (2分)

联立⑦⑧式得

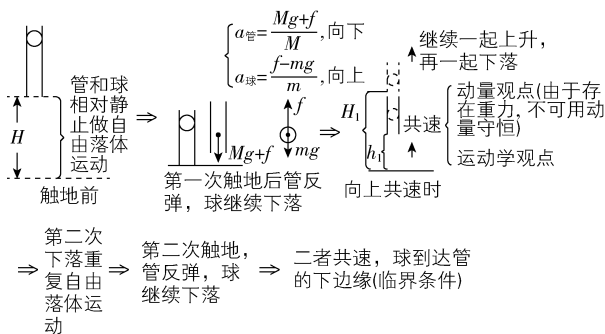
$y = (2 - \sqrt{3})h$  ⑨ (1分)

**知识拓展** 带电粒子在磁场中运动时,从磁场边界射出与射不出的临界条件是带电粒子运动的轨迹与磁场边界相切。

25. (1)  $2g$   $3g$  (2)  $\frac{13}{25}H$  (3) 见解析

**【命题点】**牛顿运动定律、运动学规律及功能关系

**【思路分析】**



**【解析】**(1)管第一次落地弹起的瞬间,小球仍然向下运动。设此时管的加速度大小为  $a_1$ ,方向向下;球的加速度大小为  $a_2$ ,方向向上;球与管之间的摩擦力大小为  $f$ ,由牛顿运动定律有

$Ma_1 = Mg + f$  ① (2分)

$ma_2 = f - mg$  ② (2分)

联立①②式并代入题给数据,得

$a_1 = 2g, a_2 = 3g$  ③ (1分)

(2)管第一次碰地前与球的速度大小相同。由运动学公式,碰地前瞬间它们的速度大小均为

$v_0 = \sqrt{2gH}$  ④ (1分)

方向均向下。管弹起的瞬间,管的速度反向,球的速度方向依然向下。

设自弹起时经过时间  $t_1$ , 管与小球的速度刚好相同。取向上为正方向, 由运动学公式有

$$v_0 - a_1 t_1 = -v_0 + a_2 t_1 \quad (5) \quad (2 \text{ 分})$$

联立③④⑤式得

$$t_1 = \frac{2}{5} \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (6) \quad (1 \text{ 分})$$

设此时管下端距地面的高度为  $h_1$ , 速度为  $v$ 。由运动学公式可得

$$h_1 = v_0 t_1 - \frac{1}{2} a_1 t_1^2 \quad (7) \quad (1 \text{ 分})$$

$$v = v_0 - a_1 t_1 \quad (8) \quad (1 \text{ 分})$$

由③④⑥⑧式可判断此时  $v > 0$ 。此后, 管与小球将以加速度  $g$  减速上升  $h_2$ , 到达最高点。由运动学公式有

$$h_2 = \frac{v^2}{2g} \quad (9) \quad (1 \text{ 分})$$

设管第一次落地弹起后上升的最大高度为  $H_1$ , 则

$$H_1 = h_1 + h_2 \quad (10) \quad (1 \text{ 分})$$

联立③④⑥⑦⑧⑨⑩式可得

$$H_1 = \frac{13}{25} H \quad (11) \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 设第一次弹起过程中球相对管的位移为  $x_1$ 。在管开始下落到上升  $H_1$  这一过程中, 由动能定理有

$$Mg(H - H_1) + mg(H - H_1 + x_1) - 4mgx_1 = 0 \quad (12) \quad (2 \text{ 分})$$

联立⑪⑫式并代入题给数据得

$$x_1 = \frac{4}{5} H \quad (13) \quad (1 \text{ 分})$$

同理可得, 管与球从再次下落到第二次弹起至最高点的过程中, 球与管的相对位移  $x_2$  为

$$x_2 = \frac{4}{5} H_1 \quad (14) \quad (1 \text{ 分})$$

设圆管长度为  $L$ , 管第二次落地弹起后的上升过程中, 球不会滑出管外的条件是

$$x_1 + x_2 \leq L \quad (15) \quad (1 \text{ 分})$$

联立⑪⑬⑭⑮式, 解得  $L$  应满足的条件为

$$L \geq \frac{152}{125} H \quad (16) \quad (1 \text{ 分})$$

**易错警示** 本题的易错点在于认为球和管共速且摩擦力对于整体而言是内力, 错误地认为系统动量守恒, 忽略了重力的作用导致错解。

### 33. (1) B(2 分) C(3 分) 【命题点】对热力学定律的理解

**【解析】**汽车通过燃烧汽油获得动力并向空气中散热, 不违背热力学第一定律和第二定律; 冷水倒入保温杯后, 冷水和杯子的温度都变得更低, 这违背了热力学第一定律; 某新型热机工作时将从高温热源吸收的热量全部转化为功, 而不产生其他影响, 不违背热力学第一定律, 但违背热力学第二定律; 冰箱的制冷机工作时从箱内低温环境中提取热量散发到温度较高的室内, 同时消耗电能, 不违背热力学第一定律和第二定律。

**易错警示** 对热力学第一定律与第二定律的本质不了解,或者混淆了两定律的名称,不能正确判断相关现象是否符合实际,会导致错选。

$$(2)(i) \frac{\rho g H}{p_0 + \rho g H} h \quad (ii) \frac{\rho g S H h}{p_0}$$

**【命题点】**玻意耳定律和气体变质量问题

**【解析】**(i) 设潜水钟在水面上方时和放入水下后筒内气体的体积分别为  $V_0$  和  $V_1$ , 放入水下后筒内气体的压强为  $p_1$ , 由玻意耳定律和题给条件有

$$p_1 V_1 = p_0 V_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$V_0 = hS \quad (2 \text{ 分})$$

$$V_1 = (h-l)S \quad (3 \text{ 分})$$

$$p_1 = p_0 + \rho g(H-l) \quad (4 \text{ 分})$$

联立以上各式并考虑到  $H \gg h > l$ , 解得

$$l = \frac{\rho g H}{p_0 + \rho g H} h \quad (5 \text{ 分})$$

(ii) 设水全部排出后筒内气体的压强为  $p_2$ , 此时筒内气体的体积为  $V_0$ , 这些气体在其压强为  $p_0$  时的体积为  $V_3$ , 由玻意耳定律有

$$p_2 V_0 = p_0 V_3 \quad (6 \text{ 分})$$

其中

$$p_2 = p_0 + \rho g H \quad (7 \text{ 分})$$

设需压入筒内的气体体积为  $V$ , 依题意

$$V = V_3 - V_0 \quad (8 \text{ 分})$$

联立②⑥⑦⑧式得

$$V = \frac{\rho g S H h}{p_0} \quad (9 \text{ 分})$$

**34. (1) 6.9 (2 分) 96.8 (3 分)**

**【命题点】**单摆周期公式的应用

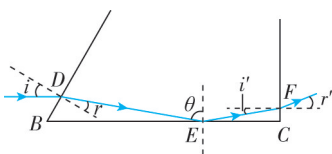
**【解析】**单摆摆动的最大角度为  $5^\circ$  时, 开始时将摆球拉离平衡位置的距离最大, 圆心角很小时, 圆的弧长与弦长近似相等, 则最大距离  $x = \frac{5^\circ}{360^\circ} \times 2\pi L \approx 6.9 \text{ cm}$  (此结果不能四舍五入); 新单摆摆动 10 个周期的时间与原单摆摆动 11 个周期的时间相等, 即  $10T_1 = 11T_0$ , 由单摆的周期公式  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

可知新单摆的摆长  $L_1 = 96.8 \text{ cm}$ 。

$$(2)(i) \text{ 会发生全反射 理由见解析 } (ii) \frac{2\sqrt{2}-\sqrt{3}}{4}$$

**【命题点】**全反射现象、折射定律和反射定律

**【解析】**(i) 如图, 设光线在  $D$  点的入射角为  $i$ , 折射角为  $r$ 。折射光线射到  $BC$  边上的  $E$  点。设光线在  $E$  点的入射角为  $\theta$ , 由几何关系, 有



$$\theta = 90^\circ - (30^\circ - r) > 60^\circ \quad (1)$$

根据题给数据得

$$\sin \theta > \sin 60^\circ > \frac{1}{n} \quad (2)$$

即  $\theta$  大于全反射临界角, 因此光线在  $E$  点发生全反射

(1 分)

(ii) 设光线在  $AC$  边上的  $F$  点射出棱镜, 光线的入射角为  $i'$ , 折射角为  $r'$ , 由几何关系、反射定律及折射定律, 有

$$i = 30^\circ \quad (3)$$

(1 分)

$$i' = 90^\circ - \theta \quad (4)$$

(1 分)

$$\sin i = n \sin r \quad (5)$$

(1 分)

$$n \sin i' = \sin r' \quad (6)$$

(1 分)

联立①③④⑤⑥式并代入题给数据, 得

$$\sin r' = \frac{2\sqrt{2}-\sqrt{3}}{4} \quad (7)$$

(1 分)

由几何关系,  $r'$  即  $AC$  边射出的光线与最初的入射光线的夹角

(1 分)

**易错警示** 在第(i)问中若不利用特殊角度对入射角的大小关系进行判断, 而直接利用三角函数关系来判断角度大小, 会有很大的计算量, 且过程烦琐, 容易出现错误。