

14. A 【命题点】 $v-t$  图像

【解析】 $v-t$  图像中,图线与时间轴所围的面积表示位移,图线的切线的斜率的绝对值表示加速度的大小,可知汽车甲运动的位移较大,汽车甲、乙的加速度都逐渐减小,故 C、D 错误;因为两车均做变加速运动,其平均速度不等于  $\frac{v_1+v_2}{2}$ ,故 B 错误;汽车甲、乙的运动时间相等,甲运动的位移比乙大,所以汽车甲的平均速度比乙大, A 正确。

## 刷有所得

在速度—时间图像中,某一点代表此时刻的瞬时速度,时间轴上方速度是正方向,时间轴下方速度是负方向;图像某点的切线的斜率代表该时刻的加速度,向右上方向倾斜表示加速度为正,向右下方倾斜表示加速度为负;图线与横坐标轴所围面积代表位移,时间轴上方位移为正,时间轴下方位移为负。

## 15. B 【命题点】平抛运动规律与机械能守恒定律

【解析】建立平抛运动模型,设物块水平抛出的初速度为  $v_0$ ,抛出时的高度为  $h$ 。根据题意,由机械能守恒定律得  $\frac{1}{2}mv_0^2 = mgh$ ,解得  $v_0 = \sqrt{2gh}$ 。由于竖直方向物块做自由落体运动,则落地时的竖直速度  $v_y = \sqrt{2gh}$ 。设落地时速度方向与水平方向的夹角为  $\theta$ ,则  $\tan \theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{2gh}} = 1$ ,得  $\theta = \frac{\pi}{4}$ ,选项 B 正确。

## 刷有所得

切忌在竖直方向使用动能定理,因为动能定理是一个标量式。

## 16. C 【命题点】动能定理

【解析】由于物体两次受恒力作用做匀加速运动,由于时间相等,末速度之比为 1:2,则加速度之比为 1:2,位移之比为 1:2。而摩擦力不变,由  $W_f = -F_f \cdot x$  得  $W_{f2} = 2W_{f1}$ ;由动能定理得  $W_{F1} + W_{f1} = \frac{1}{2}mv^2 - 0$ ,  $W_{F2} + W_{f2} = \frac{1}{2}m(2v)^2 - 0$ ,整理得  $4W_{F1} = W_{F2} - 2W_{f1} = W_{F2} + 2F_f \cdot x_1$ ,故  $W_{F2} < 4W_{F1}$ 。C 正确。

## 刷有所得

注意摩擦力不变的特征,熟练应用动能定理,注意位移、速度、力之间的比例关系。

## 17. C 【命题点】小环在大环中运动的受力分析

【解析】设小环滑到最低点时的速度为  $v$ ,根据机械能守恒定律有  $mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv^2$ 。小环到达大环底端时,由牛顿第二定律及向心力公式可得  $F_N - mg = m \frac{v^2}{R}$ 。对大环受力分析,由平衡条件可得  $F_T = Mg + F'_N$ ,又  $F'_N = F_N$ ,解得  $F_T = Mg + 5mg$ ,选项 C 正确。

## 18. B 【命题点】万有引力定律的应用

【解析】在地球两极重力等于万有引力,根据万有引力定律有

$$G \frac{Mm}{R^2} = mg_0, \text{在地球的赤道上重力等于万有引力与向心力的差}$$

值,即  $G \frac{Mm}{R^2} - mg = m \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 R$ 。地球的质量为  $M = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$ 。联

立以上三式可得地球的密度  $\rho = \frac{3\pi g_0}{GT^2(g_0 - g)}$ , 选项 **B** 正确。

**19. AD** 【命题点】静电场中的电场强度和电势

【解析】电场线与等势面处处垂直,而电场强度的方向为电场线的方向,故电场强度的方向与等势面垂直,故 **A** 正确。电势零点可以任意选择,故电场强度为零的地方,电势不一定为零,故 **B** 错误。场强的大小与电势的高低没有关系,可以用电场线的疏密来描述,故 **C** 错误。由电场线方向与电势降落的关系可知 **D** 正确。

**20. AC** 【命题点】带电粒子在磁场中的运动

【解析】由于电子和正电子电荷性质相反,当入射速度方向相同时,所受洛伦兹力方向相反,则偏转方向相反,故 **A** 正确。由于电子与正电子速度大小未知,根据带电粒子的偏转半径公式可知,运动半径可能相同,故 **B** 错误。由于质子与正电子的速度未知,半径不一定相同,则根据轨迹无法判断粒子的性质, **C** 正确。由  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ , 得  $r = \frac{mv}{qB} = \frac{\sqrt{2mE_k}}{qB}$ , 可知粒子运动半径与其动能和质量都有关系,故 **D** 错误。

**21. BD** 【命题点】含理想变压器电路的分析

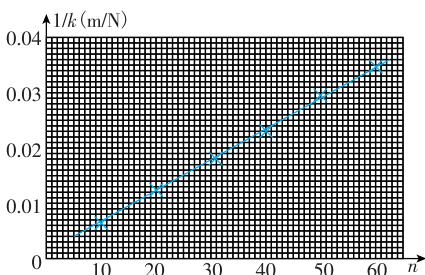
【解析】若变压器原线圈两端电压为  $U_{ab}$ , 由原、副线圈两端电压与匝数成正比可得,副线圈两端电压为  $U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_{ab}$ ; 由于二极管的单向导电性,使得  $cd$  间电压为  $U_{cd} = \frac{U_2}{\sqrt{2}}$ , 故  $\frac{U_{ab}}{U_{cd}} = \frac{\sqrt{2}n_1}{n_2}$ , **A** 错误。增大负载的阻值  $R$ , 输出功率减小,则输入电流减小,即电流表的读数减小, **B** 正确。 $cd$  间的电压由变压器原线圈两端电压决定,与负载电阻  $R$  的大小无关, **C** 错误。若二极管短路,则副线圈中的功率会加倍,则原线圈中的电流也加倍, **D** 正确。

**22.  $R_{x1}$  (2分) 大于 (2分) 小于 (2分)**

【命题点】伏安法测电阻实验

【解析】由于  $\frac{R_V}{R_x} = 10, \frac{R_x}{R_A} = 20$ , 可认为是大电阻,采取电流表内接法测量更准确,即用图(a)所示电路测量,  $R_{x1}$  更接近待测电阻的真实值。图(a)所示电路中,由于电流表的分压使测量值大于真实值;图(b)所示电路中,由于电压表的分流使测量值小于真实值。

**23. (1) ①81.7 (1分) ②0.012 2 (2分) (2) 如图所示 (2分)**



$$(3) \frac{1.75 \times 10^3}{n} \text{ (在 } \frac{1.67 \times 10^3}{n} \sim \frac{1.83 \times 10^3}{n} \text{ 之间均可) (2 分)}$$

$$\frac{3.47}{l_0} \text{ (在 } \frac{3.31}{l_0} \sim \frac{3.62}{l_0} \text{ 之间均可) (2 分)}$$

【命题点】探究弹簧的劲度系数与长度的关系

$$\text{【解析】(1) } k = \frac{mg}{\Delta x_2} = \frac{0.1 \times 9.8}{(5.26 - 4.06) \times 10^{-2}} \text{ N/m} = \mathbf{81.7 \text{ N/m}},$$

$$\text{故 } \frac{1}{k} = \frac{1}{81.7} \text{ m/N} = \mathbf{0.0122 \text{ m/N}}.$$

$$(3) \text{ 由图线可得其斜率为 } \frac{0.0347 - 0.0061}{60 - 10} = 0.000572,$$

$$\text{故直线满足 } \frac{1}{k} = 0.000572n, \text{ 即 } k = \frac{1.75 \times 10^3}{n} \text{ N/m (在 } \frac{1.67 \times 10^3}{n} \sim \frac{1.83 \times 10^3}{n} \text{ 之间均可)}.$$

由于 60 匝弹簧总长度为 11.88 cm, 则  $n$  匝弹簧的长度  $l_0$  满

$$\text{足 } \frac{n}{l_0} = \frac{60}{11.88 \times 10^{-2} \text{ m}}.$$

$$\text{代入 } k = \frac{1.75 \times 10^3}{n} \text{ N/m, 得 } k = \frac{3.47}{l_0} \text{ N/m (在 } \frac{3.31}{l_0} \sim \frac{3.62}{l_0} \text{ 之间均可)}.$$

$$\mathbf{24. (1) 87 \text{ s} \quad 8.7 \times 10^2 \text{ m/s} \quad (2) 0.008 \text{ kg/m}}$$

【命题点】跳伞运动中的运动学分析

【解析】(1) 设运动员从开始自由下落至 1.5 km 高度处的时间为  $t$ , 下落距离为  $h$ , 在 1.5 km 高度处的速度大小为  $v$ , 由运动学公式有  $v = gt$  ① (2 分)

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

$$\text{且 } h = 3.9 \times 10^4 \text{ m} - 1.5 \times 10^3 \text{ m} = 3.75 \times 10^4 \text{ m} \quad \text{③} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{联立①②③式解得 } t = \mathbf{87 \text{ s}} \quad \text{④} \quad (1 \text{ 分})$$

$$v = \mathbf{8.7 \times 10^2 \text{ m/s}} \quad \text{⑤} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 运动员在达到最大速度  $v_m$  时, 加速度为零, 由牛顿第二定律有

$$mg = kv_m^2 \quad \text{⑥} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{由题图可读出 } v_m \approx 360 \text{ m/s} \quad \text{⑦} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{联立⑥⑦式解得 } k = \mathbf{0.008 \text{ kg/m}} \quad \text{⑧} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\mathbf{25. (1) C \text{ 端流向 } D \text{ 端} \quad \frac{3\omega Br^2}{2R} \quad (2) \frac{3}{2}\mu mg\omega r + \frac{9\omega^2 B^2 r^4}{4R}}$$

【命题点】法拉第电磁感应定律的应用

【解析】(1) 根据法拉第电磁感应定律,  $AB$  中感应电动势的

$$\text{大小为 } E = \frac{1}{2}B(2r)^2\omega - \frac{1}{2}Br^2\omega = 1.5Br^2\omega \quad \text{①} \quad (2 \text{ 分})$$

根据右手定则,感应电流的方向是从  $B$  端流向  $A$  端,因此流过电阻的电流方向是从  $C$  端流向  $D$  端  $(1 \text{ 分})$

$$\text{由欧姆定律可知流过电阻 } R \text{ 的电流满足 } I = \frac{E}{R} \quad \text{②} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立①②式可得 } I = \frac{3\omega Br^2}{2R} \quad \text{③} \quad (1 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 在竖直方向有 } mg - 2F_N = 0 \quad \text{④} \quad (1 \text{ 分})$$

式中,由于质量分布均匀,内外圆导轨对导体棒的正压力相等,其值为  $F_N$ ,两导轨对运动的导体棒的滑动摩擦力均为  $F_f = \mu F_N$   $(2 \text{ 分})$

在  $\Delta t$  时间内,导体棒在内外圆导轨上扫过的弧长分别为

$$l_1 = r\omega\Delta t \quad \text{⑥} \quad (1 \text{ 分})$$

$$l_2 = 2r\omega\Delta t \quad \text{⑦} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{克服摩擦力做的总功为 } W_f = F_f(l_1 + l_2) \quad \text{⑧} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{在 } \Delta t \text{ 时间内,消耗在电阻 } R \text{ 上的功为 } W_R = I^2 R \Delta t \quad \text{⑨}$$

$(2 \text{ 分})$

根据能量守恒定律,外力在  $\Delta t$  时间内做的功为  $W = W_f + W_R$

$$\text{⑩} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{外力的功率为 } P = \frac{W}{\Delta t} \quad \text{⑪} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由③至⑪式可得 } P = \frac{3}{2}\mu mg\omega r + \frac{9\omega^2 B^2 r^4}{4R} \quad \text{⑫} \quad (2 \text{ 分})$$

### 33. (1) BCE 【命题点】布朗运动、表面张力、液晶

【解析】(1) 悬浮在水中的花粉的布朗运动反映了水分子的无规则热运动, **A 错误**; 空中的小雨滴呈球形是水的表面张力作用的结果, **B 正确**; 彩色液晶显示器利用了液晶的光学性质具有各向异性的特点, **C 正确**; 高原地区水的沸点较低, 是由于高原地区气压低, 故水的沸点也较低, **D 错误**; 干湿泡温度计的湿泡显示的温度低于干泡显示的温度, 是由于湿泡外纱布中水蒸发吸收热量, 使湿泡的温度降低的缘故, **E 正确**。

$$(2) \text{ (i) } 320 \text{ K} \quad \text{(ii) } \frac{4p_0}{3}$$

### 【命题点】盖-吕萨克定律与玻意耳定律

【解析】(i) 活塞  $b$  升至顶部的过程中, 活塞  $a$  不动, 活塞  $a$ 、 $b$  下方的氮气经历等压过程。设汽缸  $A$  的容积为  $V_0$ , 氮气初始状态的体积为  $V_1$ , 温度为  $T_1$ , 末态体积为  $V_2$ , 温度为  $T_2$ 。按题意, 汽缸  $B$  的容积为  $V_0/4$ , 由题给数据及盖-吕萨克定

$$\text{律有 } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{①} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{且 } V_1 = \frac{3}{4}V_0 + \frac{1}{2} \cdot \frac{V_0}{4} = \frac{7}{8}V_0 \quad \text{②} \quad (1 \text{ 分})$$

$$V_2 = \frac{3}{4}V_0 + \frac{V_0}{4} = V_0 \quad \text{③} \quad (1 \text{ 分})$$

由①②③式及所给的数据可得  $T_2 = 320 \text{ K}$  ④ (1分)

(ii) 活塞  $b$  升至顶部后, 由于继续缓慢加热, 活塞  $a$  开始向上移动, 直至活塞上升的距离是汽缸高度的  $1/16$  时, 活塞  $a$  上方的氧气经历等温过程, 设氧气初始状态的体积为  $V'_1$ , 压强为  $p'_1$ ; 末态体积为  $V'_2$ , 压强为  $p'_2$ , 由所给数据及玻意耳定律可得

$$V'_1 = \frac{1}{4}V_0, p'_1 = p_0, V'_2 = \frac{3}{16}V_0 \quad ⑤ \quad (2 \text{ 分})$$

$$p'_1 V'_1 = p'_2 V'_2 \quad ⑥ \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{由⑤⑥式可得 } p'_2 = \frac{4}{3}p_0 \quad ⑦ \quad (1 \text{ 分})$$

### 34. (1) BCE 【命题点】波的图像与振动图像

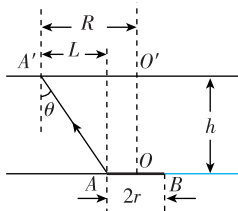
【解析】(1) 由  $Q$  点的振动图线可知,  $t = 0.10 \text{ s}$  时质点  $Q$  向  $y$  轴负方向振动, **A 错误**; 由波动图像可知, 波向左传播, 波的周期为  $T = 0.2 \text{ s}$ ,  $t = 0.10 \text{ s}$  时质点  $P$  向上振动, 经过  $0.15 \text{ s} = \frac{3T}{4}$  时, 即在  $t = 0.25 \text{ s}$  时, 质点振动到  $x$  轴下方位置, 且速度方向向上, 加速度方向也沿  $y$  轴正方向, **B 正确**; 波速  $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{8}{0.2} \text{ m/s} = 40 \text{ m/s}$ , 故从  $t = 0.10 \text{ s}$  到  $t = 0.25 \text{ s}$ , 该波沿  $x$  轴负方向传播的距离为  $x = vt = 40 \times 0.15 \text{ m} = 6 \text{ m}$ , **C 正确**; 由于  $P$  点不是在波峰或波谷或者平衡位置, 故从  $t = 0.10 \text{ s}$  到  $t = 0.25 \text{ s}$  的  $\frac{3}{4}$  个周期内, 通过的路程不等于  $3A = 30 \text{ cm}$ , 选项 **D 错误**; 质点  $Q$  做简谐运动的表达式为  $y = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) = 0.10 \sin 10\pi t$  (国际单位制), 选项 **E 正确**。

$$(2) \sqrt{1 + \left(\frac{h}{R-r}\right)^2}$$

### 【命题点】折射定律与全反射

【解析】如图, 考虑从圆形发光面边缘的  $A$  点发出的一条光线, 假设它斜射到玻璃上表面的  $A'$  点折射, 根据折射定律有  $n \sin \theta = \sin \alpha$ , 式中,  $n$  是玻璃的折射率,  $\theta$  是入射角,  $\alpha$  是折射角 (2分)

现假设  $A'$  恰好在纸片边缘, 由题意, 在  $A'$  点刚好发生全反射, 故  $\alpha = \frac{\pi}{2}$  (2分)



设  $AA'$  线段在玻璃上表面的投影长为  $L$ , 由几何关系有  $\sin \theta =$

$$\frac{L}{\sqrt{L^2 + h^2}} \quad (2 \text{ 分})$$

由题意纸片的半径应为  $R=L+r$  (2分)

联立以上各式可得  $n=\sqrt{1+\left(\frac{h}{R-r}\right)^2}$  (2分)

35. (1) ACE 【命题点】物理学史实

【解析】(1) 密立根通过油滴实验测出了基本电荷的数值为  $1.6\times 10^{-19}\text{C}$ , **A 正确**; 贝克勒尔通过对天然放射现象的研究, 说明原子核具有复杂的结构, **B 错误**; 居里夫妇从沥青铀矿中分离出了钋(Po)和镭(Ra)两种新元素, **C 正确**; 卢瑟福通过  $\alpha$  粒子散射实验, 得出了原子的核式结构理论, **D 错误**; 汤姆孙通过对阴极射线在电场及磁场中偏转的实验, 发现了阴极射线是由带负电的粒子组成的, 并测定了该粒子的比荷, **E 正确**。

(2) 见解析

【命题点】验证动量守恒定律

【解析】按定义, 物体运动的瞬时速度大小  $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$  ①(1分)

式中  $\Delta x$  为物块在很短的时间  $\Delta t$  内的位移, 设纸带上打出

相邻两点的时间间隔为  $\Delta t_A$ , 则  $\Delta t_A=\frac{1}{f}=0.02\text{ s}$  ②(1分)

$\Delta t_A$  可视为很短。

设 A 在碰撞前后瞬时速度大小分别为  $v_0$  和  $v_1$ 。

将②式和图(b)所给数据代入①式可得  $v_0=2.00\text{ m/s}$  ③

(1分)

$v_1=0.970\text{ m/s}$  ④

(1分)

设 B 碰撞后瞬时速度大小为  $v_2$ , 由①式有

$v_2=\frac{d}{\Delta t_B}=2.86\text{ m/s}$  ⑤ (1分)

设两滑块在碰撞前后的动量分别为  $p$  和  $p'$ , 则

$p=m_1v_0$  ⑥ (1分)

$p'=m_1v_1+m_2v_2$  ⑦ (1分)

两滑块在碰撞前后总动量相对误差的绝对值为

$\delta_p=\left|\frac{p-p'}{p}\right|\times 100\%$  ⑧ (1分)

联立③④⑤⑥⑦⑧式并代入数据得  $\delta_p=1.7\%<5\%$  ⑨

(2分)

因此, 本实验在允许的误差范围内验证了动量守恒定律。