

## 14. A 【命题点】动能定理

【解析】木箱由静止开始沿粗糙水平路面运动至具有某一速度的过程中,拉力和摩擦力做功,对整个过程应用动能定理,得  $W_{\text{拉}} - W_f = \Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2 - 0$ ,可知木箱获得的动能小于拉力所做的功,与克服摩擦力做功的大小关系不确定,故 A 正确。

►快解 由功能关系可知,拉力对木箱所做的功转化为木箱的动能和内能,即木箱的动能一定小于拉力所做的功,A 正确。

## 15. C 【命题点】动量定理与牛顿第三定律

【解析】鸡蛋由 25 层楼坠下,由于居民楼每层高约 3 m,故下落高度  $h = 3 \times 24 \text{ m} = 72 \text{ m}$ ,鸡蛋做自由落体运动,由动能定理可知  $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ ,解得  $v \approx 38 \text{ m/s}$ 。鸡蛋与地面碰撞后速度变为零,取向下为正方向,由动量定理得  $(mg - F_N)t = 0 - mv$ ,解得  $F_N \approx 950 \text{ N}$ ,由牛顿第三定律可知鸡蛋对地面产生的冲击力约为  $10^3 \text{ N}$ ,故选项 C 正确。

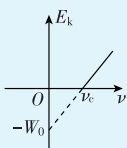
## 16. C 【命题点】万有引力定律

【解析】假设星体表面有一质量为  $m$  的物体,可随星体稳定自转且对星体表面无压力,由万有引力定律可知  $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} R$ ,又因为  $M = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$ ,可知最小密度  $\rho = \frac{3\pi}{GT^2} \approx 5 \times 10^{15} \text{ kg/m}^3$ ,故 C 正确。

## 17. B 【命题点】爱因斯坦光电效应方程

【解析】由光电效应方程得  $E_{\text{km}} = h\nu - W_0$ ,即  $W_0 = h\nu - E_{\text{km}}$ ,而  $W_0 = h\nu_c$ ,联立解得  $\nu_c = \nu - \frac{E_{\text{km}}}{h} = \frac{c}{\lambda} - \frac{E_{\text{km}}}{h} \approx 8 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ,故 B 正确。

►刷有所得 如图所示为  $E_k$  与  $\nu$  的关系图像,由  $E_k = h\nu - W_0$  可知图线在横轴上的截距是使该金属产生光电效应的极限频率,纵轴截距为金属逸出功的负值。要注意逸出功与极限频率  $\nu_c$  的关系是  $W_0 = h\nu_c$ 。



## 18. D 【命题点】金属框切割磁感线的图像类问题

【解析】线框由图示位置向左匀速移动  $\frac{l}{2}$  的过程中,金属线框左、右两边切割磁感线,由右手定则可知其产生的感应电流沿顺时针方向,  $i = \frac{2Blv}{R}$ ,电流大小恒定;在线框移动  $\frac{l}{2} \sim l$  过程中,左、右两边产生的感应电动势大小相等,方向相反,感应电流为零;在线框移动  $l \sim \frac{3}{2}l$  过程中,金属线框左、右两边切割磁感线,由右手定则可知其产生的感应电流沿逆时针方向,电流大小恒定;在线框移动  $\frac{3}{2}l \sim 2l$  过程中,左、右两边产生的感应电动势大小相等,方向相反,感应电流为

零,之后周期性重复,故选项 **D** 正确。

**快解** 线框在匀强磁场中匀速运动,所以不会产生正弦式感应电流,故可排除 **A**;当线框左边刚出某磁场边界时,接下来一段时间磁通量不发生变化,线框中不产生感应电流,故可排除 **B**;由于线框中磁通量方向周期性变化,可知感应电流的方向会发生变化,故可排除 **C**。

### 19. BD 【命题点】 $v-t$ 图像

**【解析】**已知  $t_2$  时刻,甲、乙两车并排行驶,由  $v-t$  图像与时间轴围成图形的面积表示位移可知,在  $t_1 \sim t_2$  时间内,甲的位移大于乙的位移,故在  $t_1$  时刻,甲车在乙车的后方,故 **A** 错误, **B** 正确; $v-t$  图像的斜率表示物体运动的加速度大小,由图像可知,甲、乙两车的加速度大小均先减小后增大,故 **C** 错误, **D** 正确。

**刷有所得** 对于非匀变速直线运动图像(一般为  $x-t$ 、 $v-t$  图像,有时还会涉及  $\frac{x}{t}-t$  图像)的考查,一般为定性分析,考查图像的斜率、图像交点的意义等,也可能会涉及较为复杂的定量计算,除了要具备读图、识图能力,还需熟知匀变速直线运动的几个常用公式。

### 20. AC 【命题点】通电长直导线产生磁场的叠加问题

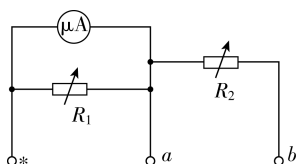
**【解析】**设导线  $L_1$  在  $a$ 、 $b$  两点产生的磁感应强度大小为  $B_1$ ,导线  $L_2$  在  $a$ 、 $b$  两点产生的磁感应强度大小为  $B_2$ ,以垂直于纸面向外为正方向,在  $a$  点有  $B_0 - B_1 - B_2 = \frac{1}{3}B_0$ ,在  $b$  点有  $B_0 - B_1 + B_2 = \frac{1}{2}B_0$ ,解得  $B_1 = \frac{7}{12}B_0$ ,  $B_2 = \frac{1}{12}B_0$ ,故选项 **A**、**C** 正确。

### 21. BD 【命题点】匀强电场中的电场强度、电场力做功、电势差

**【解析】**分析可知,此匀强电场方向不一定与  $a$ 、 $b$  连线平行,故 **A** 错误;由题可知,粒子从  $a$  移动到  $b$  过程中,  $W_1 = U_{ab}q$ ,由  $c$  移动到  $d$  过程中,  $W_2 = U_{cd}q$ ,设该粒子从  $M$  移动到  $N$  电场力做功为  $W$ ,  $W = U_{MN}q$ ,  $U_{MN} = \varphi_M - \varphi_N$ ,在匀强电场中,由于  $M$ 、 $N$  分别为  $a$ 、 $c$  连线与  $b$ 、 $d$  连线的中点,故  $\varphi_M = \frac{\varphi_a + \varphi_c}{2}$ ,  $\varphi_N = \frac{\varphi_b + \varphi_d}{2}$ ,  $U_{MN} = \varphi_M - \varphi_N = \frac{U_{ab} + U_{cd}}{2}$ ,即  $W = \frac{W_1 + W_2}{2}$ ,故 **B** 正确;由题可知,匀强电场方向大致由左向右,无法判断其方向是否与  $c$ 、 $d$  连线平行,则该电场的场强大小不一定为  $\frac{W_2}{qL}$ ,故 **C** 错误;  $U_{aM} = \varphi_a - \varphi_M = \varphi_a - \frac{\varphi_a + \varphi_c}{2} = \frac{\varphi_a - \varphi_c}{2}$ ,  $U_{bN} = \varphi_b - \varphi_N = \varphi_b - \frac{\varphi_b + \varphi_d}{2} = \frac{\varphi_b - \varphi_d}{2}$ ,若  $W_1 = W_2$ ,则  $U_{ab} = U_{cd}$ ,即  $\varphi_a - \varphi_b = \varphi_c - \varphi_d$ ,得  $\varphi_a - \varphi_c = \varphi_b - \varphi_d$ ,即  $U_{aM} = U_{bN}$ ,故 **D** 正确。

**刷有所得** 在匀强电场中,沿同一直线移动相同的距离,电势变化相等,某线段中点的电势为两端点电势之和的一半。

### 22. (1) 如图所示(2分) (2) 100(2分) 2 910(2分)



### 【命题点】多用电表的组装

【解析】(1) 微安表头改装为电流表, 应与电阻箱并联分流, 分流电阻较小, 故与微安表头并联的电阻箱选  $R_1$ ; 再将改装后的电流表与电阻箱串联分压, 改装成电压表, 分压电阻较大, 则与电流表串联的电阻箱选  $R_2$ , 电路连接如图所示。

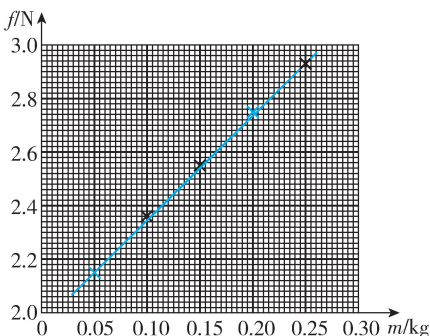
(2) 设微安表头满偏时分流电阻中电流为  $I_1$ , 则有  $I_1 R_1 = I_g R_g$ ,  $I_1 + I_g = 1 \text{ mA}$ , 可得  $R_1 = 100 \Omega$ 。设微安表头满偏时  $R_2$  两端电压为  $U_2$ , 则有  $U_1 = I_g R_g$ ,  $U_1 + U_2 = 3 \text{ V}$ ,  $U_2 = (I_1 + I_g) R_2$ , 可得  $R_2 = 2\,910 \Omega$ 。

23. (1) 2.75 (1分) (2) 如图所示 (2分) (3)  $\mu(M+m)g$  (2分)  $\mu g$  (2分) (4) 0.40 (2分)

### 【命题点】测量木块与木板之间的动摩擦因数

【解析】(1) 弹簧秤读数时应估读, 弹簧秤示数为 2.75 N。

(2) 按数据描点连线如图所示。



(3) 由于砝码和木块相对桌面静止, 由平衡条件可知  $f = \mu(M+m)g$ , 则有  $f = \mu Mg + \mu mg$ ,  $f-m$  图像中  $k = \mu g$ 。

(4) 由  $k = \mu g$  可得  $\mu = \frac{k}{g} = \frac{2.93 - 2.15}{0.25 - 0.05} \approx 0.40$ 。

24. (1) 3.0 m/s (2) 4.3 m/s

### 【命题点】追及相遇问题与动量守恒定律的应用

【思路分析】根据两车碰后向前移动的距离以及两车与路面间的动摩擦因数, 可利用匀变速直线运动的规律求得碰撞后 A、B 的瞬时速度, 两车碰撞过程动量守恒, 即可求得碰撞前 A 车的速度。

【解析】(1) 设 B 车的质量为  $m_B$ , 碰后加速度大小为  $a_B$ 。根据牛顿第二定律有

$$\mu m_B g = m_B a_B \quad (1) \quad (2 \text{ 分})$$

式中  $\mu$  是汽车与路面间的动摩擦因数。

设碰撞后瞬间 B 车速度的大小为  $v'_B$ , 碰撞后滑行的距离为  $s_B$ 。由运动学公式有

$$v'^2_B = 2a_B s_B \quad (2) \quad (2 \text{ 分})$$

联立①②式并利用题给数据得

$$v'_B = 3.0 \text{ m/s} \quad (3) \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 设 A 车的质量为  $m_A$ , 碰后加速度大小为  $a_A$ 。根据牛顿第二定律有

$$\mu m_A g = m_A a_A \quad (4)$$

设碰撞后瞬间 A 车速度的大小为  $v'_A$ , 碰撞后滑行的距离为  $s_A$ 。由运动学公式有

$$v'^2_A = 2a_A s_A \quad (5)$$

设碰撞前的瞬间 A 车速度的大小为  $v_A$ 。两车在碰撞过程中动量守恒, 有

$$m_A v_A = m_A v'_A + m_B v'_B \quad (6)$$

联立③④⑤⑥式并利用题给数据得

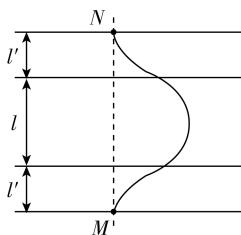
$$v_A = 4.3 \text{ m/s} \quad (7)$$

25. (1) 见解析 (2)  $\frac{2El'}{Bl}$  (3)  $\frac{4\sqrt{3}El'}{B^2 l^2} \quad \frac{Bl}{E} \left( 1 + \frac{\sqrt{3}\pi l}{18l'} \right)$

【命题点】带电粒子在电、磁场中的运动

【思路分析】带电粒子进入电场后做类平抛运动, 而后经过 N 点, 说明粒子在磁场中做圆周运动时, 受到的洛伦兹力方向大致向左侧, 电场关于磁场上、下部分对称, 分析可知带电粒子运动轨迹关于磁场上、下部分对称, 再利用几何关系即可求解。

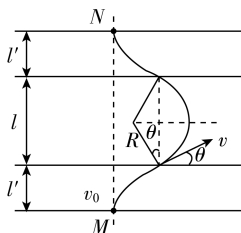
【解析】(1) 粒子运动的轨迹如图(a)所示。(粒子在电场中的轨迹为抛物线, 在磁场中为圆弧, 上下对称)



图(a)

(4分)

(2) 粒子从电场下边界入射后在电场中做类平抛运动。设粒子从 M 点射入时速度的大小为  $v_0$ , 在下侧电场中运动的时间为  $t$ , 加速度的大小为  $a$ ; 粒子进入磁场的速度大小为  $v$ , 方向与电场方向的夹角为  $\theta$ , 如图(b)所示, 速度沿电场方向的分量为  $v_1$ 。



图(b)

根据牛顿第二定律有

$$qE = ma \quad (1)$$

式中  $q$  和  $m$  分别为粒子的电荷量和质量。由运动学公式有

$$v_1 = at \quad (2)$$

$$l' = v_0 t \quad (3)$$

$$v_1 = v \cos \theta \quad (4)$$

粒子在磁场中做匀速圆周运动, 设其运动轨道半径为  $R$ , 由洛伦兹力公式和牛顿第二定律得

$$qvB = \frac{mv^2}{R} \quad (5)$$

由几何关系得

$$l=2R\cos\theta \quad (6) \quad (1 \text{ 分})$$

联立①②③④⑤⑥式得

$$v_0 = \frac{2El'}{Bl} \quad (7) \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 由运动学公式和题给数据得

$$v_1 = v_0 \cot \frac{\pi}{6} \quad (8) \quad (2 \text{ 分})$$

联立①②③⑦⑧式得

$$\frac{q}{m} = \frac{4\sqrt{3}El'}{B^2 l'^2} \quad (9) \quad (1 \text{ 分})$$

设粒子由  $M$  点运动到  $N$  点所用的时间为  $t'$ , 则

$$t' = 2t + \frac{2\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6}\right)}{2\pi} T \quad (10) \quad (2 \text{ 分})$$

式中  $T$  是粒子在磁场中做匀速圆周运动的周期,

$$T = \frac{2\pi m}{qB} \quad (11) \quad (1 \text{ 分})$$

由③⑦⑨⑩⑪式得

$$t' = \frac{Bl}{E} \left( 1 + \frac{\sqrt{3}\pi l'}{18l'} \right) \quad (12) \quad (1 \text{ 分})$$

### 33. (1) BDE 【命题点】实际气体的内能

**【解析】** 气体内能宏观上与气体的温度和体积有关, 微观上与气体分子做热运动的平均动能和分子势能有关, 对于实际气体, 气体内能包括分子势能和分子动能, 故 **A、C 错误, B、E 正确**; 当气体体积变化时, 若温度同时发生变化, 气体内能可能不变, 故 **D 正确**。

**易错警示** 本题考查实际气体, 与平常熟悉的理想气体是有区别的, 理想气体不考虑气体分子之间相互作用的影响, 而实际气体则需要考虑, 在分析时不能将二者混淆。

$$(2) \left( 1 + \frac{h}{H} \right) \left( 1 + \frac{mg}{p_0 S} \right) T_0 \quad (p_0 S + mg) h$$

**【命题点】查理定律与盖-吕萨克定理的应用**

**【思路分析】** 活塞在  $a$  处时, 气体做等容变化, 由查理定律可求出气体在此时的温度  $T_1$ , 活塞从  $a$  到  $b$  过程中气体做等压变化, 由盖-吕萨克定律可求得活塞到达  $b$  时气体的温度  $T_2$ ; 根据功的定义求出气体做功的大小。

**【解析】** 开始时活塞位于  $a$  处, 加热后, 汽缸中的气体先经历等容过程, 直至活塞开始运动。设此时汽缸中气体的温度为  $T_1$ , 压强为  $p_1$ , 根据查理定律有

$$\frac{p_0}{T_0} = \frac{p_1}{T_1} \quad (1) \quad (2 \text{ 分})$$

根据力的平衡条件有

$$p_1 S = p_0 S + mg \quad (2) \quad (1 \text{ 分})$$

联立①②式可得

$$T_1 = \left( 1 + \frac{mg}{p_0 S} \right) T_0 \quad (3) \quad (1 \text{ 分})$$

此后, 汽缸中的气体经历等压过程, 直至活塞刚好到达  $b$  处, 设此时汽缸中气体的温度为  $T_2$ ; 活塞位于  $a$  处和  $b$  处时

气体的体积分别为  $V_1$  和  $V_2$ 。根据盖-吕萨克定律有

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (4) \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{式中 } V_1 = SH \quad (1 \text{ 分})$$

$$V_2 = S(H+h) \quad (1 \text{ 分})$$

联立③④⑤⑥式解得

$$T_2 = \left(1 + \frac{h}{H}\right) \left(1 + \frac{mg}{p_0 S}\right) T_0 \quad (1 \text{ 分})$$

从开始加热到活塞到达 b 处的过程中,汽缸中的气体对外

$$\text{做的功为 } W = (p_0 S + mg)h \quad (1 \text{ 分})$$

$$34. (1) 365 (3 \text{ 分}) \quad \frac{245}{17} (2 \text{ 分})$$

【命题点】声波的传播问题

【思路分析】根据声音传播的时间差及传播速度即可求出桥长,再利用声波的频率不变,即可求出声波在不同介质中传播时波长之间的关系。

【解析】由于声音从桥的一端分别经空气和桥传播到另一端

$$\text{的时间差为 } 1.00 \text{ s}, \text{ 则有 } \frac{L}{v_{\text{气}}} - \frac{L}{v_{\text{钢}}} = 1.00 \text{ s}, \text{ 解得桥长为 } L =$$

$$365 \text{ m}; \text{ 声音在不同介质中传播时,频率不变,故 } \frac{v_{\text{气}}}{\lambda_{\text{气}}} = \frac{v_{\text{钢}}}{\lambda_{\text{钢}}}, \text{ 可}$$

$$\text{得 } \frac{\lambda_{\text{钢}}}{\lambda_{\text{气}}} = \frac{245}{17}。$$

▶ **关键点拨** 本题考查声波的传播问题,要抓住  $v = \lambda f$ ,要清楚波在不同介质中频率不变,频率的大小由波源决定,可类比于光波来解题。

$$(2) (i) 60^\circ \quad (ii) \frac{2\sqrt{3}}{3} \leq n < 2$$

【命题点】折射定律与全反射

【思路分析】由题中光路图,结合

几何关系可确定光线与各界面

的角度大小;要实现题中所描述

的光路,则光在发生折射的界面

不会发生全反射,在发生全反射的界面不会发生折射。

【解析】(i) 光线在 BC 面上折射,由折射定律有

$$\sin i_1 = n \sin r_1 \quad (1 \text{ 分})$$

式中,  $n$  为棱镜的折射率,  $i_1$  和  $r_1$  分别是该光线在 BC 面上的

入射角和折射角。光线在 AC 面上发生全反射,由反射定

律有

$$i_2 = r_2 \quad (1 \text{ 分})$$

式中  $i_2$  和  $r_2$  分别是该光线在 AC 面上的入射角和反射角。

光线在 AB 面上发生折射,由折射定律有

$$n \sin i_3 = \sin r_3 \quad (1 \text{ 分})$$

式中  $i_3$  和  $r_3$  分别是该光线在 AB 面上的入射角和折射角。

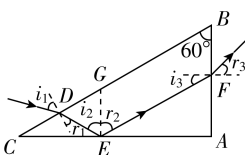
由几何关系得

$$i_2 = r_2 = 60^\circ, r_1 = i_3 = 30^\circ \quad (1 \text{ 分})$$

F 点的出射光相对于 D 点的入射光的偏角为

$$\delta = (r_1 - i_1) + (180^\circ - i_2 - r_2) + (r_3 - i_3) \quad (2 \text{ 分})$$

由①②③④⑤式得



$$\delta = 60^\circ \quad \text{⑥} \quad (1 \text{ 分})$$

(ii) 光线在  $AC$  面上发生全反射, 光线在  $AB$  面上不发生全反射, 有  $n \sin i_2 \geq n \sin C > n \sin i_3$  ⑦ (1 分)

式中  $C$  是全反射临界角, 满足

$$n \sin C = 1 \quad \text{⑧} \quad (1 \text{ 分})$$

由④⑦⑧式知, 棱镜的折射率  $n$  的取值范围应为

$$\frac{2\sqrt{3}}{3} \leq n < 2 \quad \text{⑨} \quad (1 \text{ 分})$$

**易错警示** 光的传播问题, 核心是光路图, 作出光路图后, 根据几何关系进行计算即可。本题的易错点在于分析折射率的取值范围时, 不清楚光在不同界面的折射和反射情况, 从而导致错误。