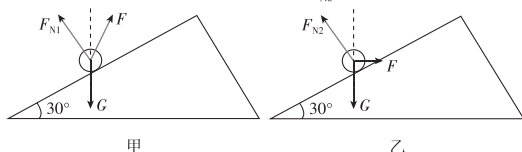


## 专题限时集训 (一)

1. A 【解析】对上升过程的钢件,  $F_1 = mg - F_{\text{浮}} + f$ ; 对下降过程的钢件,  $F_3 = mg - F_{\text{浮}} - f$ ; 对水平运动的钢件,  $F_2 = \sqrt{(mg - F_{\text{浮}})^2 + f^2}$ , 可见  $F_1 > F_2 > F_3$ , 选项 A 正确.
2. B 【解析】分析木块受力, 在 AB 斜面上,  $F_N = mg \cos \theta$ , 摩擦力  $f = \mu F_N$ , 其中  $\theta = 30^\circ$ , 故木块所受的摩擦力  $f = \mu mg \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \mu mg$ , 所以只有选项 B 正确.
3. A 【解析】设一团沙子恰在倾角为  $\theta$  的斜面上平衡, 则  $mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta$ , 即  $\tan \theta = 0.8$ , 又底部周长  $l = 2\pi r = 30 \text{ m}$ , 半径  $r = \frac{15}{\pi} \text{ m}$ , 体积  $V = \frac{\pi r^2 h}{3} = \frac{\pi r^3}{3} \tan \theta \approx 90 \text{ m}^3$ , 选项 A 正确.
4. A 【解析】对 A 和 B 整体, 由平衡条件得, 外力  $F = F_{\text{NB}}$ , 同理对 B, 墙壁对 B 的弹力  $F_{\text{NB}} = G \tan 45^\circ$ , 选项 A 正确.
5. C 【解析】对 C 处直导线, 由平衡条件, A 处直导线对 C 处直导线的磁场力  $F = \frac{mg}{\cos 60^\circ} = mg$ , A 处直导线在 C 处的磁场的磁感应强度  $B = \frac{F}{IL} = \frac{mg}{IL}$ , 选项 C 正确.
6. B 【解析】对小球, 沿斜面方向, 由平衡条件得  $T \cos 30^\circ = mg \sin 30^\circ$ , 对小球和斜面体组成的整体, 在水平方向, 由平衡条件得  $f = T \cos 60^\circ = \frac{\sqrt{3} mg}{6}$ , 选项 B 正确.
7. AD 【解析】对 A, 由平衡条件,  $m_A g \sin \alpha = F_T$ , 绳子拉力随角  $\alpha$  增大而增大, 与角  $\beta$  无关, 选项 C 错误; 对 B, 平行斜面方向上满足  $F_T \pm f = m_B g \sin \beta$ , 角  $\alpha$  增大, 摩擦力可能增大、也可能减小, 选项 A 正确; 垂直斜面方向上满足  $F_{N1} = m_B g \cos \beta$ , 与角  $\alpha$  无关, 选项 B 错误; 对 A、B 和斜面体组成的整体, 地面的支持力  $F_{N2} = (M + m_A + m_B)g$ , 与角  $\beta$  无关, 选项 D 正确.
8. ACD 【解析】当匀强磁场的方向与斜面成  $60^\circ$  角时, 对金属棒, 由平衡条件, 安培力斜向右上, 根据左手定则可得电流垂直纸面向里, 且  $2F \cos 30^\circ = G$ , 则  $F = F_{N1} = \frac{\sqrt{3} G}{3}$ , 选项 A 正确, B 错误; 当磁场顺时针转动时, 安培力  $F$  的方向也顺时针旋转, 且大小不变, 对金属棒, 由平衡条件可知,  $F$  水平向右,  $F_{N2} = \frac{2\sqrt{3}}{3} G$ , 所以  $\alpha = 60^\circ$ ,  $\frac{F_{N1}}{F_{N2}} = \frac{1}{2}$ , 选项 C、D 正确.



9. BD 【解析】在初始平衡位置, 由平衡条件,  $mg = \frac{kqq_1}{l^2}$ , 则此时小球 B 的电荷量  $q_1 = \frac{mg l^2}{kq}$ , 且带正电, 弹性绳拉力  $F_1 = mg = k \left( \frac{3l}{2} - l_0 \right)$ , 选项 A 错误, B 正确; 在 C 处, 对小球 B, 有  $mg \sin 30^\circ = \frac{kqq_2}{\left( \frac{l}{2} \right)^2}$ , 则  $q_2 = \frac{mg l^2}{8kq}$ , 此时弹性绳拉力  $F_2 = mg \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} mg = k \left( \frac{l}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} l - l_0 \right)$ , 联立解得  $l_0 = \frac{l}{2}$ , 选项 C 错误, D 正确.
10. (1) 2.0  $\Omega$  (2) 2.7  $\Omega \leq R \leq 8.4 \Omega$   
【解析】(1) 根据受力分析, 有  $\frac{F_A}{mg} = \frac{3}{4}$   
 $F_A = \frac{3}{4} mg = 1.5 \text{ N}$   
 $F_A = B_1 L I = \frac{B_1 L E}{R + r}$   
解得  $R = 2.0 \Omega$   
(2) 静摩擦力最大且沿导轨向下时, 有  $B_2 I_{\text{max}} L = f + mg \sin \theta$   
即  $B_2 \frac{E}{R_{\text{min}} + r} L = \mu mg \cos \theta + mg \sin \theta$   
解得  $R_{\text{min}} \approx 2.7 \Omega$   
静摩擦力最大且沿导轨向上时, 有  $B_2 I_{\text{min}} L + f = mg \sin \theta$   
即  $B_2 \frac{E}{R_{\text{max}} + r} L + \mu mg \cos \theta = mg \sin \theta$   
得  $R_{\text{max}} = 8.4 \Omega$   
电阻箱接入电路中的电阻值应满足的条件是  $2.7 \Omega \leq R \leq 8.4 \Omega$ .
11. (1)  $2mg$  (2)  $\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{2}$  (3)  $-\frac{\mu mg R}{\sqrt{3} - \mu}$   
【解析】(1) C 受力平衡,  $2F_N \cos 60^\circ = 2mg$   
解得  $F_N = 2mg$   
(2) 如图所示, A 受力平衡,  $F_{\text{地}} = F_N \cos 60^\circ + mg = 2mg$

$$f = F_N \sin 60^\circ = \sqrt{3} mg$$

因为  $f \leq \mu F_{\text{地}}$ , 所以  $\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{2}$

(3) C 缓慢下降的同时 A、B 也缓慢且对称地向左右分开.

A 的受力依然为 4 个, 但除了重力之外的其他力的大小发生改变,  $f$  也成为了滑动摩擦力.

由 A 受力平衡知  $F_{\text{地}} = F_N \cos 60^\circ + mg$ ,  $f' = F_N \sin 60^\circ = \mu F_{\text{地}}$

$$\text{解得 } f' = \frac{\sqrt{3} \mu mg}{\sqrt{3} - \mu}$$

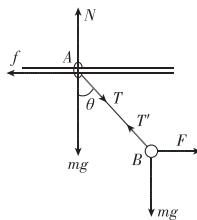
即要求  $\sqrt{3} - \mu > 0$ , 与本题第(2)问不矛盾.

由几何关系知当 C 下落到地面时, A 向左移动的水平距离为  $x = \frac{\sqrt{3}}{3} R$

所以摩擦力对 A 做的功  $W = -f' x = -\frac{\mu mg R}{\sqrt{3} - \mu}$

## 专题限时集训 (二)

1. A 【解析】若汽车匀减速运动的位移恰好为 50 m, 运动时间为  $t$ , 则  $x = \frac{vt}{2}$ , 则时间  $t = \frac{2x}{v} = 10 \text{ s} < 12 \text{ s}$ , 此过程的加速度  $a = \frac{v}{t} = 1 \text{ m/s}^2$ , 选项 A 正确.
2. D 【解析】由  $x-t$  图像的斜率, 可得 A 物体运动方向不变,  $0 \sim 6 \text{ s}$  内 B 物体的速度增大, 选项 A、B 错误; 由图可知,  $0 \sim 5 \text{ s}$  内 A 物体的位移大于 B 物体的位移, 由公式  $\bar{v} = \frac{x}{t}$  可知, A 物体的平均速度大于 B 物体的平均速度, 选项 C 错误;  $0 \sim 6 \text{ s}$  内存在某时刻两图像斜率的绝对值相等, 则存在某时刻两物体的速度大小相等, 选项 D 正确.
3. B 【解析】设一个格子的边长为  $L$ , 小球向下运动的位移  $\frac{1}{2}(4L)^2$  减去向上运动的位移  $\frac{1}{2}(3L)^2$ , 大小为  $1.4 \text{ m}$ , 即一个格子的面积表示  $0.4 \text{ m}$ , 下降的位移为  $3.2 \text{ m}$ , 向上的位移为  $1.8 \text{ m}$ , 路程为  $5 \text{ m}$ , A 错误; 下降时为自由落体运动,  $v^2 = 2gh$ , 落地速度为  $8 \text{ m/s}$ , B 正确; 根据  $h = \frac{1}{2} g t^2$ , 上升时间  $t_1 = 0.6 \text{ s}$ , 下降时间  $t_2 = 0.8 \text{ s}$ , 总时间为  $1.4 \text{ s}$ , C 错误; 最高点离地面  $3.2 \text{ m}$ , D 错误.
4. C 【解析】物体开始静止时, 合力为 0, 设匀加速运动的加速度为  $a$ , 经时间  $t$  的位移  $x = \frac{1}{2} a t^2$ , 由牛顿第二定律,  $F - kx = ma$ , 则  $F = ma + \frac{k a}{2} t^2$ , 选项 C 正确.
5. C 【解析】对上升的重物, 由牛顿第二定律,  $F_T - (m - \Delta m)g = (m - \Delta m)a$ , 同理对下降的重物,  $mg - F_T = ma$ , 联立可得  $a = \frac{g}{\frac{2m}{\Delta m} - 1}$ , 选项 C 正确.
6. AC 【解析】由图中可以看出在  $t_3 \sim t_4$  这段时间内, 地板对运动员的作用力小于重力, 说明运动员处于失重状态, 选项 B 错误;  $t_3 \sim t_4$  这段时间, 运动员还未离开地板, 因此选项 D 错误;  $t_1$  到  $t_3$  这段时间, 支持力大于重力, 运动员向上加速,  $t_3$  到  $t_4$  这段时间, 支持力小于重力, 因此运动员开始减速, 所以  $t_3$  时刻运动员的速度最大,  $t_4$  之后, 地板对运动员没有作用力, 说明运动员已经腾空跃起, 选项 C 正确; 根据题目的描述, 运动员从  $t_1$  时刻开始跃起, 所以  $t_0$  到  $t_1$  这段时间缺失的部分包括运动员下蹲过程, 选项 A 正确.
7. A 【解析】剪断细线前, 对物块 A 分析, 可得弹簧弹力  $F = \frac{1}{2} mg$ , 剪断细线的瞬间, 由于弹簧弹力还来不及改变, 所以弹力仍为  $F = \frac{1}{2} mg$ , C 正确; 剪断细线的瞬间, 细线对 B 的拉力消失, A、B 将一起沿斜面向下运动, 根据牛顿第二定律可得  $3mg \sin 30^\circ - F = 3ma$ , 解得  $a = \frac{1}{3} g$ , A 错误, D 正确; 以物块 B 为研究对象, 可得  $2mg \sin 30^\circ - F_N = 2ma$ , 解得  $F_N = \frac{1}{3} mg$ , B 正确.
8. BCD 【解析】对 A、B 受力分析如图所示, 对 A, 有  $T \sin 45^\circ - f = ma$ ,  $N - T \cos 45^\circ - mg = 0$ , 其中  $f = \mu N$ ; 对 B, 有  $F - T' \sin 45^\circ = ma$ ,  $T' \cos 45^\circ - mg = 0$ , 且  $T' = T$ , 解得  $T = \sqrt{2} mg$ ,  $N = 2mg$ , 故  $T < N$ , 选项 A 不正确; 由  $T = \sqrt{2} mg$  可得  $F = mg + ma > mg$ , 选项 B 正确; 若水平细杆光滑, 则  $f = 0$ , 可得  $a = g$ , 选项 C 正确; 若水平细杆粗糙, 有  $T \sin 45^\circ - f = mg - 2\mu mg = ma > 0$ , 故  $\mu < \frac{1}{2}$ , 选项 D 正确.



9. (1) 4 s (2) 3 m/s<sup>2</sup> 12 m/s<sup>2</sup> (3) 如图所示  
【解析】(1) 当  $F < \mu_2 (m_1 + m_2)g = 3 \text{ N}$  时, 木块和木板都没有被拉动, 处于静止状态, 当木块和木板一起运动时, 对木板, 有  $f_{\text{max}} - \mu_2 (m_1 + m_2)g = m_1 a_{\text{max}}$ ,  $f_{\text{max}} = \mu_1 m_2 g$

解得  $a_{\max} = 3 \text{ m/s}^2$   
对整体有  $F_{\max} - \mu_2 (m_1 + m_2) g = (m_1 + m_2) a_{\max}$   
解得  $F_{\max} = 12 \text{ N}$   
由  $F_{\max} = 3t_1$  得  $t_1 = 4 \text{ s}$   
(2)  $t = 10 \text{ s}$  时, 两物体已相对运动, 则  
对木板, 有  $\mu_1 m_2 g - \mu_2 (m_1 + m_2) g = m_1 a_1$   
解得  $a_1 = 3 \text{ m/s}^2$   
对木块, 有  $F - \mu_1 m_2 g = m_2 a_2$ ,  $F = 3t = 30 \text{ N}$   
解得  $a_2 = 12 \text{ m/s}^2$   
(3) 如图所示

10. (1)  $1 \text{ m/s}^2$  (2)  $11 \text{ s}$  (3)  $\arctan \mu_1$  变小  
【解析】(1) 加速阶段传送带速度大于谷粒速度, 滑动摩擦力为动力, 根据牛顿第二定律有  
 $ma = \mu mg \cos 30^\circ - mg \sin 30^\circ$   
解得  $a = 1 \text{ m/s}^2$   
(2) 谷粒在传送带上先做匀加速直线运动, 后随传送带做匀速直线运动, 设加速阶段所用时间为  $t_1$ , 位移为  $x_1$ , 匀速阶段所用时间为  $t_2$ , 位移为  $x_2$ , 则  
 $t_1 = \frac{v}{a} = 2 \text{ s}$   
 $x_1 = \frac{v^2}{2a} = 2 \text{ m}$   
 $x_2 = L - x_1 = 18 \text{ m}$ ,  $t_2 = \frac{x_2}{v} = 9 \text{ s}$   
则谷粒在传送带上运动的时间  $t = t_1 + t_2 = 11 \text{ s}$   
(3) 大量谷粒自然形成的圆锥  $\alpha$  角将是恒定值, 有  
 $mg \sin \alpha = \mu_1 mg \cos \alpha$   
解得  $\tan \alpha = \mu_1$ , 即  $\alpha = \arctan \mu_1$   
有电场时,  $mg \sin \beta = \mu_1 mg \cos \beta - \mu_1 Eq$   
解得  $\beta < \alpha$ , 电场的存在会使谷堆锥面最大倾角变小

专题限时集训 (三)

1. D 【解析】第一次实验中, 小钢球受到沿着速度方向的吸引力作用, 做直线运动, 并且随着距离的减小吸引力变大, 加速度变大, 则小球的运动是非匀变速直线运动, 选项 A 错误; 第二次实验中, 小钢球所受的磁铁的吸引力方向总是指向磁铁, 是变力, 故小钢球的运动不是类平抛运动, 其轨迹也不是一条抛物线, 选项 B 错误; 该实验说明物体做曲线运动的条件是物体受到的合外力的方向与速度方向不在同一直线上, 但是不能说明做曲线运动物体的速度方向沿轨迹的切线方向, 故选项 C 错误, D 正确。

2. AD 【解析】恒力作用下, 速度有最小值, 一定做匀变速曲线运动, 选项 A 正确; 设  $t = 0$  时恒力  $F$  与速度  $v_0$  方向间的夹角为  $\theta$ , 则  $v = v_0 \cos(\theta - 90^\circ) = 0.5v_0$ , 即  $\theta = 150^\circ$ , 选项 C 错误; 在恒力方向做匀减速运动, 加速度  $a = \frac{v_0 \sin(\theta - 90^\circ)}{t}$ , 又  $a = \frac{F}{m}$ , 联立可得  $t = \frac{\sqrt{3}mv_0}{2F}$ , 选项 D 正确; 由题意, 质点不可能做圆周运动。

3. C 【解析】对小球,  $x = v_0 t$ ,  $6 \text{ m} - y = \frac{1}{2}gt^2$ , 而  $y = x^2$ , 联立可得  $t = 1 \text{ s}$ ,  $x = 1 \text{ m}$ ,  $y = 1 \text{ m}$ , 选项 C 正确。

4. BD 【解析】车受到地面的支持力方向与地面垂直, 选项 A 错误; 由  $\mu Mg = M \frac{v^2}{R}$ , 解得转弯时车不发生侧滑的最大速度为  $v = \sqrt{\mu g R}$ , 选项 B 正确; 转弯时车与地面间的静摩擦力一定小于或等于最大静摩擦力  $\mu Mg$ , 选项 C 错误; 转弯速度越大, 所需向心力越大, 车所在平面与地面的夹角越小, 选项 D 正确。

5. C 【解析】因圆盘从静止开始绕转轴缓慢加速转动, 在某一时刻可认为, 木块随圆盘转动时, 其受到的静摩擦力的方向指向转轴, 两木块转动过程中角速度相等, 则根据牛顿第二定律可得  $f = m\omega^2 R$ , 由于  $b$  的轨道半径大于  $a$  的轨道半径, 故  $b$  做圆周运动需要的向心力较大, 所以  $b$  所受的摩擦力较大, B 错误; 因为两木块的最大静摩擦力相等, 故  $b$  一定比  $a$  先开始滑动, A 错误; 当  $b$  开始滑动时, 由牛顿第二定律可得  $kmg = m\omega_0^2 \cdot 2l$ , 可得  $\omega_0 = \sqrt{\frac{k g}{2l}}$ , C 正确; 当  $a$  开始滑动时, 由牛顿第二定律可得  $kmg = m\omega_l^2 l$ , 可得  $\omega_l = \sqrt{\frac{k g}{l}}$ , 而转盘的角速度  $\sqrt{\frac{2k g}{3l}} < \sqrt{\frac{k g}{l}}$ ,  $a$  未发生滑动, 其所需的向心力由静摩擦力来提供, 由牛顿第二定律可得  $f = m\omega_l^2 l = \frac{2}{3}kmg$ , D 错误。

6. AB 【解析】对平抛运动,  $h = \frac{1}{2}gt^2$ ,  $\sqrt{(2h)^2 - h^2} = v_0 t$ , 联立解得  $g = \frac{2v_0^2}{3h}$ , 火星的质量  $M = \frac{gR^2}{G} = \frac{2v_0^2 R^2}{3Gh}$ , 选项 A、B 正确; 火星的第一宇宙速度为  $v = \sqrt{gR} = \sqrt{\frac{2R}{3h}}v_0$ , 选项 C 错误; 设火星的同步卫星的运动半径为  $r$ , 则  $\frac{GMm}{r^2} = m \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 r$ , 则高度为  $H = r - R = \sqrt{\frac{3v_0^2 R^2 T^2}{6h\pi^2}} - R$ , 选项 D 错误。

7. CD 【解析】根据万有引力提供向心力有  $\frac{GMm}{r^2} = ma$ , 可得  $a = \frac{GM}{r^2}$ , 可知“嫦娥四号”探测器沿轨道 II 运行时, 在  $P$  点的加速度小于在  $Q$  点的加速度, 故 A 错误; 根据开普勒第三定律可知, 由于轨道 II 的半长轴小于轨道 I 半径, 所以卫星在轨道 II 上运行周期小于在轨道 I 上运行的周期, 故 B 错误; 月球的第一宇宙速度是卫星贴近月球表面做匀速圆周运动的速度, “嫦娥四号”在轨道 I 上的运动半径大于月球半径, 根据  $\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$  可得线速度  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ , 可知“嫦娥四号”在轨道 I 上的运动速度比月球的第一宇

宙速度小, 故 C 正确; “嫦娥四号”在地月转移轨道上经过  $M$  点若要进入轨道 I, 需减速, 所以在地月转移轨道上经过  $M$  点的速度比在轨道 I 上经过  $M$  点的速度大, 故 D 正确。

8. C 【解析】水能上升的最大高度为  $1.0 \text{ m}$ , 则竖直初速度  $v_y = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 1} \text{ m/s} = 2\sqrt{5} \text{ m/s}$ , 上升时间  $t = \frac{v_y}{g} = 0.2\sqrt{5} \text{ s}$ , 则水平初速度  $v_x = \frac{x}{2t} = \frac{\sqrt{5}}{5} \text{ m/s}$ , 射水的速度  $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{20.2} \text{ m/s}$ , 选项 A、B 错误; 设鱼射水方向与水平面夹角为  $\theta$ , 则有  $\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = 10$ , 选项 C 正确, D 错误。

9. BD 【解析】设斜面的倾角为  $\theta$ , 对落在斜面上的小球,  $\tan \theta = \frac{y}{x} = \frac{at}{2v_0}$ ,  $F$  越大, 加速度  $a = \frac{F + mg}{m}$  越大, 时间  $t$  越短, 选项 A 错误, B 正确; 落点的速度与水平方向的夹角  $\varphi$  的正切  $\tan \varphi = \frac{v_y}{v_0} = \frac{at}{v_0} = 2 \tan \theta$ , 小球落到  $B$ 、 $C$  两点的速度方向相同, 选项 C 错误; 若  $C$  点为  $AB$  的中点, 由  $x = v_0 t$  可得,  $t_C = \frac{t_B}{2}$ , 则  $a = 2g$ ,  $F = mg$ , 选项 D 正确。

10. B 【解析】根据万有引力定律  $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$  知, 物体间的引力与两个物体的质量和两者之间的距离均有关, 由于  $B$ 、 $C$  两卫星的质量关系未知, 所以  $B$ 、 $C$  两颗卫星所受地球引力之比不一定为  $1:9$ , 故 A 错误;  $C$  卫星的轨道半径比  $B$  卫星的轨道半径大, 由开普勒第三定律知,  $B$  卫星的公转周期小于  $C$  卫星的公转周期, 而  $C$  卫星的公转周期等于地球自转周期, 所以  $B$  卫星的公转周期小于随地球自转物体的周期, 因此  $B$  卫星的公转角速度大于地球上跟随地球自转物体  $A$  的角速度, 故 B 正确; 物体在  $B$ 、 $C$  卫星中均处于完全失重状态, 物体对支持物的压力均为零, 故 C 错误;  $C$ 、 $B$  卫星轨道半径之比为  $3:1$ , 根据开普勒第三定律  $\frac{r^3}{T^2} = k$  知, 周期之比为  $3\sqrt{3}:1$ , 所以地球自转周期是  $B$  卫星的运行周期的  $3\sqrt{3}$  倍 (约为  $5.2$  倍), 因此  $B$  卫星中的宇航员一天内可看到  $5$  次日出, 故 D 错误。

11. D 【解析】当  $v^2 = a$  时, 绳子的拉力为零, 小球的重力提供向心力, 则  $mg = \frac{mv^2}{r}$ , 解得  $v^2 = gr$ , 故  $a = gr$ , 与小球的质量无关, 故 A 错误; 当  $v^2 = 2a$  时, 对小球受力分析, 则  $mg + b = \frac{mv^2}{r}$ , 解得  $b = mg$ , 与圆周轨道半径无关, 故 B 错误; 根据 A、B 可知  $\frac{b}{a} = \frac{m}{r}$ , 既与小球的质量有关, 也与圆周轨道半径有关, 故 C 错误; 由 A、B 可知,  $r = \frac{a}{g}$ ,  $m = \frac{b}{g}$ , 故 D 正确。

12. C 【解析】设小球做平抛运动的时间为  $t$ , 位移为  $L$ , 位移与水平方向夹角为  $\theta$ , 则有  $L \cos \theta = v_0 t$ ,  $L \sin \theta = \frac{1}{2}gt^2$ , 联立解得  $t = \frac{2v_0 \tan \theta}{g}$ , 设  $\angle OBA = \alpha$ ,  $\angle C = \beta$ , 则  $\tan \alpha = \frac{h}{AB}$ ,  $\tan \beta = \frac{h}{AC}$ , 由于  $AB = BC$ , 可知  $\tan \alpha = 2 \tan \beta$ , 因  $t_D = \frac{2v_0 \tan \beta}{g}$ ,  $t_B = \frac{2v_0 \tan \alpha}{g}$ , 则落到  $D$  点所用时间是落到  $B$  点所用时间的  $\frac{1}{2}$ , 即小球经过  $D$  点的水平位移是落到  $B$  点水平位移的  $\frac{1}{2}$ , 故 A 错误; 由于落到  $D$  点所用时间是落到  $B$  点所用时间的  $\frac{1}{2}$ , 故  $D$  点和  $B$  点竖直方向的速度之比为  $1:2$ , 故小球经过  $D$  点与落在  $B$  点时重力瞬时功率的比为  $1:2$ , 故 B 错误; 小球从  $O$  到  $D$  点与从  $D$  到  $B$  点两段过程中时间相等, 则竖直位移之比为  $1:3$ , 则重力做功的比为  $1:3$ , 选项 C 正确; 小球的速度与水平方向的夹角的正切  $\tan \gamma = \frac{gt}{v_0} = 2 \tan \theta$ , 故小球经过  $D$  点时速度与水平方向夹角的正切值是落到  $B$  点时速度与水平方向夹角的正切值的  $\frac{1}{2}$ , 故选项 D 错误。

13. (1)  $5 \text{ m/s}$  (2)  $1.25 \text{ N}$  (3)  $1.2 \text{ m}$   
【解析】(1) 小球向左运动的过程中做匀减速直线运动, 有  $v_A^2 - v_0^2 = -2as$  解得  $v_A = \sqrt{v_0^2 - 2as} = 5 \text{ m/s}$ 。  
(2) 如果小球能够到达  $B$  点, 设在  $B$  点的最小速度为  $v_{\min}$ , 有  $mg = m \frac{v_{\min}^2}{R}$  解得  $v_{\min} = 2 \text{ m/s}$   
而小球从  $A$  到  $B$  的过程中根据机械能守恒定律, 有  $mg \cdot 2R + \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_A^2$  解得  $v_B = 3 \text{ m/s}$   
由于  $v_B > v_{\min}$ , 故小球能够到达  $B$  点, 且从  $B$  点做平抛运动, 由牛顿第二定律可知  $F + mg = m \frac{v_B^2}{R}$  解得  $F = 1.25 \text{ N}$   
由牛顿第三定律可知, 小球对轨道的压力大小为  $1.25 \text{ N}$ 。  
(3) 在竖直方向有  $2R = \frac{1}{2}gt^2$   
在水平方向有  $s_{AC} = v_B t$  解得  $s_{AC} = 1.2 \text{ m}$   
故  $A$ 、 $C$  间的距离为  $1.2 \text{ m}$ 。

### 专题限时集训 (四)

1. B  
2. B 【解析】带电小球以初速度  $v$  从  $M$  运动到  $N$  的过程中, 受到了重力和

电场力的作用,竖直方向上只受重力,水平方向上只受电场力,到达  $N$  点时,竖直方向上到了最高点,初动能全部转化成重力势能,所以重力势能增加了  $\frac{1}{2}mv^2$ ,  $C$  错误;电势能减少了  $\frac{1}{2}m(2v)^2=2mv^2$ ,  $D$  错误;减少的电势能全部转化为小球的机械能,所以机械能增加了  $2mv^2$ ,  $B$  正确;根据动能定理,合外力做的功等于动能的变化量,可知小球动能增加了  $\frac{3}{2}mv^2$ ,  $A$  错误.

3.  $A$  【解析】物体受到的摩擦力  $F_f=\mu F_N=0.1\times 2\times 10\text{ N}=2\text{ N}$ ,由图像可知,斜率表示的是物体受到的拉力的大小,  $OA$  段的拉力为  $5\text{ N}$ ,  $AB$  段的拉力为  $2\text{ N}$ ,所以物体在  $OA$  段做匀加速运动,在  $AB$  段做匀速直线运动,选项  $C$ 、 $D$  错误;在  $OA$  段的拉力为  $5\text{ N}$ ,物体做加速运动,当速度最大时,拉力的功率最大,由  $v=at$ ,  $x=\frac{1}{2}at^2$ ,  $a=\frac{F-F_f}{m}$ ,代入数值解得  $v=3\text{ m/s}$ ,此时的功率为  $P'=Fv=5\times 3\text{ W}=15\text{ W}$ .在  $AB$  段,物体匀速运动,速度为  $3\text{ m/s}$ ,拉力的大小为  $2\text{ N}$ ,所以此过程的功率为  $P=Fv=2\times 3\text{ W}=6\text{ W}$ ,所以在整个过程中拉力的最大功率为  $15\text{ W}$ ,选项  $A$  正确,  $B$  错误.

4.  $C$  【解析】当杆与竖直墙壁夹角为  $37^\circ$  时,设小球  $1$  的速度为  $v_1$ ,则  $v_1\cos 37^\circ=v\cos 53^\circ$ ,所以  $v_1=\frac{3}{4}v=1.2\text{ m/s}$ ,对两小球及轻质杆这一整体,由动能定理得  $W_F-mgL\cos 37^\circ=\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}mv^2$ ,联立解得  $W_F=10\text{ J}$ ,选项  $C$  正确.

5.  $D$  【解析】设斜面倾角为  $\theta$ ,刚开始  $A$ 、 $B$  处于静止状态,所以  $m_Bg\sin\theta=m_{AG}$ ,所以  $m_B>m_A$ ,剪断轻绳后  $A$  自由下落,  $B$  沿斜面下滑,  $A$ 、 $B$  都是只有重力做功,根据动能定理得  $\frac{1}{2}mv^2=mgh$ ,解得  $v=\sqrt{2gh}$ ,所以速率的变化量  $\Delta v=v-0=\sqrt{2gh}$ ,选项  $A$  错误;  $A$ 、 $B$  都只有重力做功,机械能守恒,机械能变化量为零,所以两物块机械能变化量相等,选项  $B$  错误;重力势能变化量  $\Delta E_p=mgh$ ,由于物块  $A$ 、 $B$  的质量不相等,所以重力势能变化不相同,选项  $C$  错误;剪断轻绳后  $A$  自由下落,由  $h=\frac{1}{2}gt^2$ ,解得  $A$  运动的时间为  $t_1=\sqrt{\frac{2h}{g}}$ ,重力做功的平均功率  $P_1=\frac{m_Agh}{t_1}=\sqrt{\frac{gh}{2}}m_{AG}$ ,  $B$  沿斜面下滑,下滑的加速度  $a=g\sin\theta$ ,由  $\frac{h}{\sin\theta}=\frac{1}{2}at_2^2$ ,解得  $B$  运动的时间为  $t_2=\sqrt{\frac{2h}{g}\frac{1}{\sin\theta}}$ ,重力做功的平均功率  $P_2=\frac{m_Bgh}{t_2}=\sqrt{\frac{gh}{2}}m_Bg\sin\theta$ ,由于  $m_Bg\sin\theta=m_{AG}$ ,所以两物块重力做功的平均功率相同,选项  $D$  正确.

6.  $C$  【解析】若  $H=R$ ,假设小球从最高点能到  $C$  点,根据动能定理得  $mg(H+R)-qER=\frac{1}{2}mv_C^2-0$ ,结合  $E=\frac{2mg}{q}$ ,解得  $v_C=0$ ,故在  $C$  点需要的向心力为零,但电场力和重力的合力向上,大于需要的向心力,不能沿着轨道过  $C$  点,说明球到达  $C$  点前已经离开了轨道,故  $A$  错误;若小球能到  $B$  点时,由弹力提供向心力,则满足过  $B$  点的速度  $v_B\geq 0$ ,由最高点到  $B$ ,根据动能定理得  $mgH-qER=\frac{1}{2}mv_B^2-0$ ,联立  $E=\frac{2mg}{q}$  可得  $H\geq 2R$ ,故  $B$  错误;若小球过  $C$  点时对轨道的压力为  $6mg$ ,则由牛顿第三定律知轨道的支持力为  $6mg$ ,对  $C$  点的小球受力分析有  $N+qE-mg=m\frac{v_C^2}{R}$ ,从最高点到  $C$  由动能定理得  $mg(H+R)-qER=\frac{1}{2}mv_C^2-0$ ,解得  $H=\frac{9}{2}R$ ,故  $C$  正确;若  $H=3R$ ,对球从最高点到  $C$  过程根据动能定理,有  $mg(H+R)-qER=\frac{1}{2}mv_C^2-0$ ,解得  $v_C=2\sqrt{gR}$ ,在  $C$  点合力提供向心力,故  $N+qE-mg=m\frac{v_C^2}{R}$ ,可得  $N=3mg$ ,根据牛顿第三定律,压力为  $3mg$ ,故  $D$  错误.

7.  $AD$  【解析】当功率突然减半时,速度不变突,则  $F'=\frac{F}{2}$ ,汽车做减速运动,当速度减小时,牵引力增大,由牛顿第二定律,得  $a=\frac{f-F'}{m}=\frac{f-\frac{P}{2v}}{m}=\frac{\frac{P}{mv_0}-\frac{P}{2mv}}{m}$  减小,即做加速度减小的减速运动,且  $a$  与  $\frac{1}{v}$  成线性关系;匀速运动时,  $f=F=\frac{P}{v_0}$ ,而功率减半后,  $v=\frac{v_0}{2}$  时,加速度为  $0$ ,选项  $B$  错误,  $A$  正确,汽车先做加速度减小的减速运动,当加速度减小到  $0$  时,汽车做匀速直线运动,选项  $D$  正确,  $C$  错误.

8.  $C$  【解析】由图乙可知,当物体距离地面高度为  $h_0$  时,  $E_k=mgh_0$ ,由功能关系可得,力  $F$  做功  $W_F=Fh_0=E_k+mgh_0=2mgh_0$ ,解得  $F=2mg$ ,即在  $0\sim h_0$  过程中,  $F$  大小始终为  $2mg$ ,选项  $A$  错误;当物体距离地面高度为  $2h_0$  时,  $E_k=1.5mgh_0$ ,在  $h_0\sim 2h_0$  过程中,由功能关系可得,力  $F$  做功  $W_F=\Delta E_k+\Delta E_p=0.5mgh_0+mgh_0=1.5mgh_0$ ,即在  $0\sim h_0$  和  $h_0\sim 2h_0$  过程中,  $F$  做功之比为  $2:1.5=4:3$ ,选项  $B$  错误;在  $0\sim 2h_0$  过程中,力  $F$  做正功,物体的机械能不断增加,选项  $C$  正确;设水平地面为零重力势能面,在  $2h_0$  高度,物体的动能为  $E_k=1.5mgh_0$ ,重力势能为  $E_p=2mgh_0$ ,物体的机械能为  $E=E_k+E_p=3.5mgh_0$ ,在  $3.5h_0$  高度,物体的动能为零,重力势能为  $E_p=3.5mgh_0$ ,物体的机械能  $E'=E_k+E_p=3.5mgh_0$ ,因此在  $2h_0\sim 3.5h_0$  过程中,物体的动能不断减少,机械能不变,选项  $D$  错误.

9. (1)  $1080\text{ N}$ ,方向竖直向下 (2)  $8\text{ m/s}$ ,方向为顺时针 (3)  $1920\text{ J}$  【解析】(1)参赛者由  $A$  到  $B$  的过程,由机械能守恒定律得  $mgR(1-\cos 53^\circ)=\frac{1}{2}mv_B^2-0$

代入数据得  $N=1080\text{ N}$

由牛顿第三定律知参赛者运动到圆弧轨道  $B$  处时对轨道的压力为  $N'=N=1080\text{ N}$ ,方向竖直向下

(2)参赛者由  $C$  到  $D$  的过程,由动能定理得  $-\mu_2mgL_2=0-\frac{1}{2}mv_C^2$

解得  $v_C=8\text{ m/s}>v_B=4\text{ m/s}$

所以传送带运转方向为顺时针.

假设参赛者在传送带上一直加速,设到达  $C$  点的速度为  $v$ ,由动能定理得  $\mu_1mgL_1=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_B^2$

解得  $v=\sqrt{76}\text{ m/s}>v_C=8\text{ m/s}$

所以参赛者在传送带上先匀加速运动再匀速运动,所以传送带速率  $v_{传}=v_C=8\text{ m/s}$ ,方向为顺时针

(3)参赛者在传送带上匀加速运动的时间为  $t=\frac{v_C-v_B}{\mu_1g}=\frac{8-4}{0.5\times 10}\text{ s}=0.8\text{ s}$

此过程中参赛者与传送带间的相对位移大小为  $\Delta x=v_{传}t-\frac{v_B+v_C}{2}t$

解得  $\Delta x=1.6\text{ m}$

传送带由于传送参赛者多消耗的电能为  $E=Q+\Delta E_k=\mu_1mg\Delta x+(\frac{1}{2}mv_C^2-\frac{1}{2}mv_B^2)$

代入数据解得  $E=1920\text{ J}$

10. (1)  $\sqrt{5}\text{ m/s}$  (2)  $0.15\text{ N}$  (3) 不能  $0.625\text{ m}$

【解析】(1)设滑块离开弹簧时速度大小为  $v_0$ ,根据动能定理得  $-mgL\sin\theta-\mu mgL\cos\theta=0-\frac{1}{2}mv_0^2$

代入数据,得  $v_0=\sqrt{5}\text{ m/s}$

(2)设滑块从  $B$  点返回到圆轨道最低点时速度大小为  $v_1$ ,根据动能定理得

$mgL\sin\theta-\mu mgL\cos\theta=\frac{1}{2}mv_1^2$

设滑块经过圆轨道最低点时受到的支持力大小为  $F$ ,则  $F-mg=m\frac{v_1^2}{R}$

联立方程,代入数据得  $F=3mg=0.15\text{ N}$

根据牛顿第三定律,滑块对轨道的压力大小为  $F'=F=0.15\text{ N}$

(3)若滑块返回后未过圆心等高点时速度为零,其能够到达的最大高度为  $h$ ,根据能量守恒定律得  $mgL\sin\theta=\mu mgL\cos\theta+mgh$

代入数据,得  $h=0.05\text{ m}=R$

因此滑块不能沿原轨道返回  $O$  点

设滑块从  $B$  点下滑后在斜面上通过的路程为  $x$ ,根据能量守恒定律得  $mgL\sin\theta=\mu mgx\cos\theta$

代入数据,得  $x=1.5L$

所以滑块在斜面上通过的总路程为  $x_{总}=x+L=0.625\text{ m}$

### 专题限时集训(五)

1.  $D$  【解析】根据题述,使球在离手时获得一个竖直向下的  $4\text{ m/s}$  的初速度,根据动量定理,合外力给皮球的冲量为  $I=mv=0.4\times 4\text{ kg}\cdot\text{m/s}=1.6\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ ,手给球的冲量与重力冲量之和等于合外力冲量,则手给球的冲量小于  $1.6\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ ,选项  $A$ 、 $B$  错误;设人对球做的功为  $W$ ,由动能定理,  $W+mgh=\frac{1}{2}mv^2$ ,解得  $W=2.2\text{ J}$ ,选项  $D$  正确,  $C$  错误.

2.  $B$  【解析】在  $t$  时间内与飞船碰撞并附着于飞船上微粒总质量  $M=vtSm$ ,设飞船对微粒的作用力为  $F$ ,由动量定理,  $Ft=Mv$ ,解得  $F=v^2Sm$ ,代入数据得  $F=3.6\text{ N}$ ,要使飞船速度不变,由平衡条件,飞船的牵引力应增加  $3.6\text{ N}$ ,选项  $B$  正确.

3.  $A$  【解析】木块固定时,射穿木块克服阻力做功  $fd=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}m\times\frac{1}{9}v_0^2=\frac{4}{9}mv_0^2$ ;木块不固定时,若刚好能射穿木块,由动量守恒定律得  $mv_0=(M+m)v$ ,则  $v=\frac{1}{4}v_0$ ,克服阻力做功  $fd'=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}(M+m)\times\frac{1}{16}v_0^2=\frac{3}{8}mv_0^2<fd$ ,所以不能射穿木块,选项  $A$  正确.

4.  $B$  【解析】若发生弹性碰撞,  $v_1=\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}v_0$ ,则  $\frac{v_1}{v_0}=\frac{1-k}{1+k}$ ;若发生完全非弹性碰撞,则  $v_1=v_2=\frac{m_1v_0}{m_1+m_2}$ ,则  $\frac{v_1}{v_0}=\frac{1}{1+k}$ ,所以  $\frac{1-k}{1+k}\leq\frac{1}{1+k}$ ,选项  $B$  正确.

5.  $BC$  【解析】  $x-t$  图像的斜率表示速度,因此碰撞前  $A$ 、 $B$  两球都匀速运动,故  $A$  错误;碰撞前有  $v_A=-3\text{ m/s}$ ,  $v_B=2\text{ m/s}$ ,碰撞后有  $v_A'=v_B'=-1\text{ m/s}$ ;碰撞前后  $A$  的动量变化为  $\Delta p_A=mv_A'-mv_A=2\times(-1)\text{ kg}\cdot\text{m/s}-2\times(-3)\text{ kg}\cdot\text{m/s}=4\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ ,故  $B$  正确;根据动量守恒定律,碰撞前后  $B$  的动量变化为  $\Delta p_B=-\Delta p_A=-4\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ ,又  $\Delta p_B=m_B(v_B'-v_B)$ ,解得  $m_B=\frac{4}{3}\text{ kg}$ ,  $C$  正确;  $A$  与  $B$  碰撞前的总动量为  $p_{总}=mv_A+m_Bv_B=[2\times(-3)+\frac{4}{3}\times 2]\text{ kg}\cdot\text{m/s}=-\frac{10}{3}\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ ,故  $D$  错误.

6.  $CD$  【解析】碰撞过程系统动量守恒,根据动量守恒定律可得  $mv_{B1}=mv_{B2}+mv$ ,解得  $v=0.9\text{ m/s}$ ;碰撞前两壶的总动能为  $E_{k1}=\frac{1}{2}mv_0^2=0.72m$ ;碰撞后两壶的总动能为  $E_{k2}=\frac{1}{2}mv_{B2}^2+\frac{1}{2}mv^2=0.45m<E_{k1}$ ,则两壶碰撞为非弹性碰撞,选项  $A$  错误;根据三角形相似知  $\frac{1.6-1.2}{1.6}=\frac{1}{t}$ ,解得  $t=4\text{ s}$ ,蓝壶运动了  $3\text{ s}$  停下,选项  $B$  错误;速度图像与时间轴围成的

- 面积表示位移,则碰后两壶间的最远距离  $s = \frac{0.9 \times 3}{2} \text{ m} - \frac{0.3 \times 0.5}{2} \text{ m} = 1.275 \text{ m}$ ,选项 C 正确;碰后蓝壶的加速度大小  $a = \left| \frac{\Delta v}{\Delta t} \right| = 0.3 \text{ m/s}^2$ ,选项 D 正确.
7. BD 【解析】松手后 B 球下摆到达最低点,由机械能守恒定律得,  $mgL = \frac{1}{2}mv_0^2$ ,则速度  $v_0 = \sqrt{2gL}$ ,解除 A 的锁定后,B 向左摆到最高位置时,A、B 的速度相同,由水平方向的动量守恒和机械能守恒得,  $mv_0 = (m+M)v$ ,  $mgh = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m+M)v^2$ ,联立解得  $v = \frac{m\sqrt{2gL}}{m+M}$ ,  $h = \frac{Ml}{m+M}$ ,选项 B、D 正确.
8. BD 【解析】小球和半圆形槽组成的系统只有重力做功,水平方向不受外力,满足机械能守恒和水平方向的动量守恒,选项 A 错误;当小球到达 B 点时,槽的速率最大,且  $0 = 3mv_1 - mv_2$ ,  $mgR = \frac{1}{2} \times 3mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2$ ,解得  $v_1 = \sqrt{\frac{gR}{6}}$ ,选项 C 错误;设小球到达槽右侧最高点的速度为  $v$ ,由动量守恒定律和机械能守恒定律,  $0 = (3m+m)v$ ,  $mgR = \frac{1}{2} \times 4mv^2 + mgh$ ,联立解得  $h = R$ ,选项 B 正确;设小球运动到右侧最高点的水平位移为  $x_1$ ,该过程半圆形槽相对于地面的位移为  $x_2$ ,由水平方向的动量守恒,  $0 = 3mx_2 - mx_1$ ,而  $x_1 + x_2 = 2R$ ,解得  $x_2 = \frac{R}{2}$ ,选项 D 正确.
9. ACD 【解析】设水平向右为正方向,当 A 与墙壁碰撞时,由动量定理得  $Ft = m_A v'_1 - m_A \cdot (-v_1)$ ,解得墙壁对 A 的平均作用力  $F = 50 \text{ N}$ ,选项 A 正确;A 与墙壁碰撞后动能减小,说明碰撞过程中 A 的能量有损失,选项 B 错误;设碰撞后 A、B 的共同速度为  $v$ ,以向右为正方向,由动量守恒定律得  $m_A v'_1 = (m_A + m_B)v$ ,解得  $v = 3 \text{ m/s}$ ,选项 C 正确;A、B 在光滑圆弧轨道上滑动时,只有重力做功,其机械能守恒,由机械能守恒定律得  $\frac{1}{2}(m_A + m_B)v^2 = (m_A + m_B)gh$ ,解得  $h = 0.45 \text{ m}$ ,选项 D 正确.
10. (1)  $\sqrt{\frac{2(f-Mg)h}{M}}$  (2)  $\frac{(f-Mg)Mh}{m^2g}$   
【解析】(1)爆竹爆炸瞬间,设木块获得的速度为  $v$ ,由动能定理得  $Mgh - fh = 0 - \frac{1}{2}Mv^2$   
解得  $v = \sqrt{\frac{2(f-Mg)h}{M}}$   
(2)爆竹爆炸过程中,爆竹、木块系统动量守恒,则  $Mv - mv_0 = 0$   
爆竹能上升的最大高度为  $H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{(f-Mg)Mh}{m^2g}$
11. (1)  $\frac{1}{4}v_0$  (2)  $\frac{3mv_0^2}{8d} - \frac{qQ}{2Cd}$   
【解析】(1)带电环距左板最近时,带电环与绝缘杆相对静止,由动量守恒定律得  $mv_0 = (M+m)v$   
则  $v = \frac{m}{M+m}v_0 = \frac{1}{4}v_0$   
(2)分析带电环所受力,做功的有电场力  $F_{\text{电}}$  和摩擦力  $f$ ,其中  $F_{\text{电}} = qE = \frac{qQ}{Cd}$   
由能量守恒定律得  $F_{\text{电}} \cdot \frac{d}{2} + f \left( \frac{3d}{2} - \frac{d}{2} \right) = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(M+m)v^2$   
则  $f = \frac{3mv_0^2}{8d} - \frac{qQ}{2Cd}$

## 专题限时集训(六)

1. (1)1.5 m (2)0.6 m/s (3)0.91 s  
【解析】(1)设物块与木板最终达到相同速度  $v$ ,物块与木板的相对位移为  $L$ ,  
由动量守恒定律得  $Mv_0 = (M+m)v$   
由能量守恒定律得  $\mu mgL = \frac{1}{2}Mv_0^2 - \frac{1}{2}(M+m)v^2$   
联立以上两式解得  $L = 1.5 \text{ m}$ .  
(2)由题意可知:若物块和木板一起向右加速,则拉力  $F \leq 1.5 \text{ N}$ ,故在如图乙所示拉力  $F$  的作用下物块和木板无法一起加速,  
设经过  $t_0 = 0.5 \text{ s}$  时,物块的速度为  $v_1$ ,木板的速度为  $v_2$ ,  
对物块用动量定理得  $\bar{F}t_0 - \mu mgt_0 = mv_1$   
对木板用动量定理得  $\mu mgt_0 = Mv_2$   
解得  $v_1 = 0.8 \text{ m/s}$ ,  $v_2 = 0.5 \text{ m/s}$   
0.5 s 后系统动量守恒,物块和木板最终达到相同速度  $v'$   
 $mv_1 + Mv_2 = (m+M)v'$   
解得  $v' = 0.6 \text{ m/s}$   
故物块和木板最终以  $0.6 \text{ m/s}$  的速度匀速运动.  
(3)物块先相对木板向右运动,此过程中设物块的加速度大小为  $a_1$ ,木板的加速度大小为  $a_2$ ,经  $t_1$  时间物块和木板具有相同速度  $v''$   
对物块受力分析得  $\mu mg = ma_1$   
对木板受力分析得  $F + \mu mg = Ma_2$   
由运动学公式得  $v'' = v_0 - a_1t_1$   
 $v' = a_1t_1$   
解得  $t_1 = \frac{1}{3} \text{ s}$ ,  $v'' = \frac{2}{3} \text{ m/s}$   
此过程中物块相对木板前进的距离为  $s = \frac{v_0 + v''}{2}t_1 - \frac{v''}{2}t_1$   
解得  $s = 0.5 \text{ m}$

- $t_1$  后物块相对木板向左运动,设再经  $t_2$  时间滑落,此过程中木板的加速度大小为  $a_3$ ,物块的加速度大小仍为  $a_1$   
对木板受力分析得  $F - \mu mg = Ma_3$   
由运动学公式得  $v't_2 - \frac{1}{2}a_1t_2^2 - \left( v't_2 - \frac{1}{2}a_3t_2^2 \right) = s$   
联立解得  $t_2 = \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ s}$   
故经过时间  $t = t_1 + t_2 = \frac{\sqrt{3}+1}{3} \text{ s} \approx 0.91 \text{ s}$  物块滑落.
2. (1)见解析 (2)  $mg \frac{l+2h_1-2d}{l}$  (3)  $h_1 + d \left( \frac{h_1-d}{l} \right) \left( \frac{2l+d}{l} \right)$   
【解析】(1)四个阶段的机械能变化为:变小、不变、增大、不变  
(2)由 A' 到 B 机械能守恒,可得  $mg(l+d)(1-\cos \theta_1) = \frac{1}{2}mv_B^2$   
在 B 点由牛顿第二定律得  $F_N - mg = \frac{mv_B^2}{l+d} = 2mg(1-\cos \theta_1)$   
 $F_N = mg(3-2\cos \theta_1) = mg \frac{l+2h_1-2d}{l}$   
(3)每次从某一最高点到下一个最高点势能均增加,设刚开始  $\angle AOB = \theta_1$ ,第 1 次到右边最高点时  $\angle BOC = \theta_2$ ,第 1 次到右边站立时重心离 B 的高度为  $h_2$ ,第 1 次返回到左边站立时重心离 B 点的高度为  $h_3$ ,则 A 到 C 势能增加量  
 $\Delta E_{p1} = mgd(1-\cos \theta_1)$   
 $mgh_2 = mgh_1 + mgd(1-\cos \theta_1)$   
 $E_{kB} = mg(l+d)(1-\cos \theta_1) = E'_{kB} = mgl(1-\cos \theta_2)$   
得  $1-\cos \theta_2 = \frac{l+d}{l}(1-\cos \theta_1)$   
同理可得从 C 到第 1 次返回到左边站立时势能增加量  
 $\Delta E_{p2} = mgd(1-\cos \theta_2) = mgd(1-\cos \theta_1) \frac{l+d}{l}$   
 $mgh_3 = mgh_2 + mgd(1-\cos \theta_2) = mgh_1 + mgd(1-\cos \theta_1) \left( 1 + \frac{l+d}{l} \right)$   
得  $h_3 = h_1 + d \left( \frac{h_1-d}{l} \right) \left( \frac{2l+d}{l} \right)$
3. (1)  $2\sqrt{3} \text{ m/s}$  (2)不能 (3)见解析  
【解析】(1)设小滑块通过圆形轨道的最高点 P 时轨道对小滑块的压力为 N,由题意可知,  $N = 3mg$ ,在 P 点,由牛顿第二定律,  $N + mg = m \frac{v_P^2}{R}$   
解得  $v_P = 2\sqrt{3} \text{ m/s}$   
(2)对小滑块由 B 到 P 运动的过程,由机械能守恒定律得  $\frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}mv_P^2 + 2mgR$   
对小滑块由 B 到 C 运动的过程,由动能定理得  $-\mu mgL = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$   
小滑块由 C 点飞出,由平抛运动规律得  $h = \frac{1}{2}gt^2$   
 $x = v_Ct$   
联立解得  $x = 0.4 \text{ m} < s = 0.6 \text{ m}$   
故不能到达壕沟的右侧  
(3)讨论  
(I)恰好运动到竖直圆轨道的最右侧,则  
 $Ft_1 = mv_{B1}$   
 $\frac{1}{2}mv_{B1}^2 = mgR$   
解得  $t_1 = \frac{\sqrt{6}}{4} \text{ s}$   
故  $0 < t < \frac{\sqrt{6}}{4} \text{ s}$   
(II)恰好通过竖直圆轨道的最高点  
 $mg = m \frac{v_{P1}^2}{R}$   
 $\frac{1}{2}mv_{P1}^2 + mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_{B2}^2$   
 $Ft_2 = mv_{B2}$   
解得  $t_2 = \frac{\sqrt{15}}{4} \text{ s}$   
恰好运动到 C 点  
 $0 - \frac{1}{2}mv_{B3}^2 = -\mu mgL$   
 $Ft_3 = mv_{B3}$   
解得  $t_3 = \frac{\sqrt{5}}{2} \text{ s}$   
故  $\frac{\sqrt{15}}{4} \text{ s} < t < \frac{\sqrt{5}}{2} \text{ s}$   
(III)恰好过壕沟  
 $\frac{1}{2}mv_{C1}^2 - \frac{1}{2}mv_{B4}^2 = -\mu mgL$   
 $Ft_4 = mv_{B4}$   
 $s = v_{C1}t$   
 $h = \frac{1}{2}gt^2$   
解得  $t_4 = \frac{\sqrt{29}}{4} \text{ s}$   
故  $t > \frac{\sqrt{29}}{4} \text{ s}$





- $\frac{L}{2}$ , 粒子做圆周运动, 洛伦兹力提供向心力, 由牛顿第二定律得  $qv_m B = 2m \frac{v_m^2}{r}$ , 解得粒子的最大速度  $v_m = \frac{qBL}{4m}$ , 选项 B 正确.
3. D 【解析】甲以速率  $v$  射入磁场, 由几何关系可得半径  $r_{\text{甲}} = \sqrt{3}R$ , 乙以速率  $\frac{v}{3}$  射入磁场, 由半径公式可得半径  $r_{\text{乙}} = \frac{\sqrt{3}}{3}R$ , 设乙轨迹圆弧所对的圆心角为  $\theta$ , 则  $\tan \frac{\theta}{2} = \sqrt{3}$ , 则  $\theta = 120^\circ$ , 则  $CD = 2R \sin 60^\circ = \sqrt{3}R$ , 选项 D 正确.
4. ABC 【解析】粒子在平行金属板间沿直线运动, 说明洛伦兹力和电场力平衡, 则  $Eq = qvB_1$ , 得  $v = \frac{E}{B_1}$ , 选项 A 正确; 由  $R = \frac{mv}{qB_2}$  得比荷  $\frac{q}{m} = \frac{v}{B_2 R}$ , 比荷与半径成反比, 因为  $S_0 P_1 = \frac{4}{3} S_0 P_2$ , 故甲束粒子的比荷小于乙束粒子的比荷, 选项 B 正确; 若甲、乙两束粒子的电荷量相等, 则  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{m_1 v}{q B_2}}{\frac{m_2 v}{q B_2}} = \frac{m_1 v}{m_2 v} = \frac{4}{3}$ , 选项 C 正确; 若甲、乙两束粒子的质量相等, 则  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{m v}{q_1 B_2}}{\frac{m v}{q_2 B_2}} = \frac{q_2}{q_1} = \frac{4}{3}$ , 选项 D 错误.
5. BC 【解析】离子通过区域 I 时不偏转, 说明受到的电场力与洛伦兹力大小相等, 即  $Eq = B_1 qv$ , 故离子的速度相等, 若离子带正电, 则电场力向下, 洛伦兹力向上, 若离子带负电, 则电场力向上, 洛伦兹力向下, 均能满足平衡条件, 选项 A 错误, B 正确; 离子进入区域 II 后, 其偏转半径相同, 由  $R = \frac{mv}{Bq}$  可知, 它们的比荷相同, 选项 C 正确; 虽然可确定初速度相等, 但无法判断离子质量是否相等, 所以无法判断初动量是否相等, 选项 D 错误.
6. AC 【解析】作出粒子的运动轨迹, 如图所示, 由几何关系可知, 经过坐标原点的粒子在磁场中运动的轨迹所对的圆心角为  $120^\circ$ , 粒子做圆周运动的半径  $r = a \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}a$ , 由洛伦兹力提供向心力有  $qvB = m \frac{v^2}{r}$ , 解得  $v = \frac{\sqrt{3}qBa}{3m}$ , 选项 A 正确; 粒子在磁场中运动的时间  $t = \frac{1}{3} \times \frac{2\pi m}{qB} = \frac{2\pi m}{3qB}$ , 选项 B 错误; 要使粒子在磁场中运动的时间减半, 则粒子在磁场中运动的轨迹所对的圆心角为  $60^\circ$ , 作出粒子的运动轨迹, 如图所示, 由几何关系可知, 此时粒子做圆周运动的半径  $r' = \sqrt{3}a$ , 因此粒子做圆周运动的速度大小应为  $v' = \frac{\sqrt{3}qBa}{m}$ , 选项 C 正确; 要使粒子沿垂直  $x$  轴方向射出磁场, 则粒子做圆周运动的半径为  $a$ , 则磁场的磁感应强度大小  $B' = \frac{\sqrt{3}}{3}B$ , 选项 D 错误.
7. AC 【解析】根据题述在  $OM$  板上表面处有一带电粒子垂直  $OM$  方向射入磁感应强度为  $B_1$  的磁场中, 由粒子恰好以  $O$  为圆心做圆周运动和左手定则可判断出粒子带负电, 选项 A 正确; 根据题述带电粒子穿过薄铝板过程中电荷量不变, 动能损失一半和动能公式可知,  $v_1 : v_2 = \sqrt{2} : 1$ , 选项 B 错误; 根据题述粒子恰好以  $O$  为圆心做圆周运动回到出发点, 可知粒子在两区域运动的轨迹半径相等, 由  $qvB = m \frac{v^2}{r}$ , 解得  $r = \frac{mv}{qB}$ , 可得  $B_1 : B_2 = v_1 : v_2 = \sqrt{2} : 1$ , 选项 C 正确; 由  $t = \frac{\theta r}{v}$  可得  $t_1 : t_2 = \frac{\frac{2\pi}{3} r}{\frac{\sqrt{2}}{2} v_1} : \frac{\frac{4\pi}{3} r}{v_2} = 1 : 2\sqrt{2}$ , 选项 D 错误.
8. (1) 0.38 s (2) 2.8 m/s, 与水平方向成  $45^\circ$  角  
【解析】(1) 设小球做平抛运动的时间为  $t_1$ , 进入电磁场的速度为  $v$ , 进入电磁场时速度与  $x$  轴的夹角为  $\theta$ , 则  $d_0 = \frac{1}{2} g t_1^2$   
解得  $t_1 = \sqrt{\frac{2d_0}{g}} = \frac{\sqrt{3}}{10} \text{ s}$   
 $v = \sqrt{(g t_1)^2 + v_0^2}$   
 $\cos \theta = \frac{v_0}{v}$   
解得  $v = 2 \text{ m/s}$ ,  $\theta = 60^\circ$   
小球进入电磁场区域时,  $qE = 2 \times 10^{-5} \text{ N} = mg$   
故小球做匀速圆周运动, 设轨迹半径为  $r$ , 则  $qvB = m \frac{v^2}{r}$   
解得  $r = \frac{mv}{qB} = 0.4 \text{ m}$   
由几何关系知, 小球运动到  $MN$  时轨迹与  $MN$  相切, 设在电磁场中运动的时间为  $t_2$ , 则  $t_2 = \frac{1}{6} \times \frac{2\pi r}{v} = \frac{\pi}{15} \text{ s}$   
小球从  $P$  点运动到  $MN$  所用时间  $t = t_1 + t_2 = 0.38 \text{ s}$

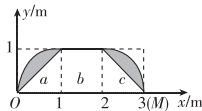
- (2) 设撤去电场后小球运动至  $MN$  时速度大小为  $v_1$ , 方向与水平方向成  $\alpha$  角, 由动能定理得  $mgd = \frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v^2$   
解得  $v_1 = 2\sqrt{2} \text{ m/s} = 2.8 \text{ m/s}$   
取小球在水平方向上的运动分析, 由动量定理得  $q v_1 B t = m v_{1x} - m v_{1y}$   
即  $q B d = m v_1 \cos \alpha - m v \cos \theta$   
解得  $\alpha = 45^\circ$
9. (1)  $\frac{3}{2} v_0$   $\frac{1}{2} v_0$  (2)  $\frac{5 v_0^2}{8 g L}$  (3)  $5 mg + \sqrt{3} q v_0 B$   
【解析】(1) 设 A、C 发生弹性碰撞后的速度分别为  $v_A$ 、 $v_C$ , 则有  $3 m v_0 = m v_A + 3 m v_C$   
 $\frac{3 m v_0^2}{2} = \frac{m v_A^2}{2} + \frac{3 m v_C^2}{2}$   
解得  $v_A = \frac{3}{2} v_0$   
 $v_C = \frac{1}{2} v_0$   
(2) 设 A、C 最后静止时与  $M$  点的距离为  $l_1$ , A 在  $NN'$  右侧运动过程中, 电场力和重力做功之和为 0. 有  $\mu mg(2L - l_1) = \frac{m v_A^2}{2}$   
 $3 \mu mg l_1 = \frac{3 m v_C^2}{2}$   
解得  $\mu = \frac{5 v_0^2}{8 g L}$   
(3) 设 A 在  $N$  点的速度为  $v_N$ , A 从  $M$  到  $N$  的过程中, 由动能定理得  $-\mu mg L = \frac{1}{2} m v_N^2 - \frac{1}{2} m v_A^2$   
设圆弧  $NP$  的半径为  $a$   
因为 A 在  $N$  点时对轨道的压力为  $2mg$ , 所以  $2mg - mg = m \frac{v_N^2}{a}$
- A 在  $NN'$  右侧受到的电场力  $F = qE = \sqrt{3} mg$   
重力和电场力的合力大小为  $F_{\text{合}} = 2mg$ , 方向与  $OP$  夹角为  $\theta = 30^\circ$ . 过  $O$  点沿合力方向作直线与圆弧相交于  $K$  点, 当 A 经  $P$  点返回  $N$  点的过程中到达  $K$  点时, 达到最大速度  $v'_A$ , 此时 A 对轨道的压力最大.  
A 从  $M$  点到  $K$  点过程中, 由动能定理可得  $qE a \cos 30^\circ - \mu mg L - m g a (1 - \sin 30^\circ) = \frac{1}{2} m v'^2_A - \frac{1}{2} m v_A^2$   
返回  $K$  点时:  $F_N - F_{\text{合}} - q v'_A B = m \frac{v'^2_A}{a}$   
解得  $F_N = 5mg + \sqrt{3} q v_0 B$   
由牛顿第三定律得 A 对轨道  $NP$  的最大压力为  $F'_N = 5mg + \sqrt{3} q v_0 B$
10. (1) 垂直纸面向里 (2)  $4.14 \times 10^{-4} \text{ s}$  (3)  $0.57 \text{ m}^2$   
【解析】(1) 由左手定则知磁场方向垂直纸面向里.  
(2) 粒子在磁场中运动的周期为  $T = \frac{2\pi m}{qB}$ , 如图所示, 速度为  $v_0$  的粒子在  $a$  区域磁场中偏转  $90^\circ$  角, 所以运动时间为  $t_1 = \frac{\pi m}{2qB}$ .  
由牛顿第二定律得  $q v_0 B = m \frac{v_0^2}{R}$ , 该粒子的轨道半径  $R = \frac{m v_0}{qB} = 1 \text{ m}$ , 粒子做直线运动的时间  $t_2 = \frac{3 \text{ m} - 2R}{v_0}$ , 在  $c$  区域磁场中运动的时间为  $t_3 = \frac{\pi m}{2qB}$ , 运动总时间  $t = t_1 + t_2 + t_3$ , 代入数值解得  $t = (1 + \pi) \times 10^{-4} \text{ s} = 4.14 \times 10^{-4} \text{ s}$ .
- (3) 在  $a$  区域, 设任一速度为  $v$  的粒子偏转  $90^\circ$  后从坐标为  $(x, y)$  的点离开磁场, 由几何关系有  $x = R, y = R$ , 得  $y = x$ .

上式与  $R$  无关,说明  $a$  区域磁场右边界是一条直线.

左边界是速度为  $v_0 = 1 \times 10^4 \text{ m/s}$  的粒子的轨迹:  $R = \frac{mv_0}{qB} = 1 \text{ m}$ .

此后粒子均沿  $+x$  方向穿过  $b$  区域,进入  $c$  区域,由对称性知,其磁场区域如图.

磁场的最小面积  $S = 2 \left( \frac{1}{4} \pi R^2 - \frac{1}{2} R^2 \right) = \left( \frac{\pi}{2} - 1 \right) \text{ m}^2 = 0.57 \text{ m}^2$ .



### 专题限时集训(九)

1. A 【解析】甲图中由  $A$  到  $B$ , 感应电流为正方向, 且感应电流由 0 增到最大值, 与乙图中  $Oa$  对应,  $A$  正确; 乙图中  $c$  时刻感应电流为最大值, 但甲图中  $C$  中感应电流为零,  $B$  错误; 若电流变化周期  $T = 0.02 \text{ s}$ , 则  $f = \frac{1}{T} = 50 \text{ Hz}$ , 每周电流变向两次, 则  $1 \text{ s}$  内电流变向 100 次,  $C, D$  错误.
2. A 【解析】电吹风加热时电热丝消耗的功率为  $P = 1000 \text{ W} - 120 \text{ W} = 880 \text{ W}$ , 对电热丝, 由  $P = \frac{U^2}{R}$  可得电热丝的电阻为  $R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{880} \Omega = 55 \Omega$ , 选项  $A$  正确; 由于不知道电动机线圈的发热功率, 所以电动机线圈的电阻无法计算, 选项  $B$  错误; 当电吹风加热时, 当电吹风加热时, 电动机每秒钟消耗的电能为  $880 \text{ J}$ , 选项  $C$  错误; 当电吹风加热时, 电动机每秒钟消耗的电能为  $120 \text{ J}$ , 选项  $D$  错误.
3. B 【解析】根据  $R = \frac{U}{I}$  可以求出  $A, B$  两点的电阻分别为  $R_A = \frac{3}{0.1} \Omega = 30 \Omega, R_B = \frac{6}{0.15} \Omega = 40 \Omega$ , 所以  $\Delta R = R_B - R_A = 10 \Omega$ , 故  $B$  正确.
4. B 【解析】当触片由  $b$  端向  $a$  端滑动时,  $R$  接入电路的阻值增大, 总电阻增大; 由闭合电路的欧姆定律可知电路中总电流减小, 则内电压减小, 由  $U = E - Ir$  可知路端电压增大, 则  $R_1$  两端的电压增大, 所以通过  $R_1$  的电流增大, 而总电流减小, 所以通过  $L_1$  的电流变小, 即  $L_1$  变暗,  $L_1$  两端电压减小,  $R_2$  两端的电压增大, 所以通过  $R_2$  的电流增大, 而通过  $L_2$  的电流变小, 即  $L_2$  变暗, 故  $B$  正确.
5. AB 【解析】根据图像可知,  $E_1 = E_2 = 10 \text{ V}, r_1 = \frac{5}{4} \Omega, r_2 = \frac{5}{6} \Omega$ , 所以  $r_1 : r_2 = 3 : 2, E_1 : E_2 = 1 : 1$ , 选项  $A, B$  正确; 曲线 III 与其他两条直线的交点坐标表示该小灯泡在这两种连接状态下的工作电压和工作电流, 根据坐标值可求出此时小灯泡消耗的功率分别为  $P_1 = 18.2 \text{ W}$  和  $P_2 = 30 \text{ W}$ , 小灯泡的电阻分别为  $R_1 = \frac{35}{52} \Omega, R_2 = \frac{5}{6} \Omega$ , 所以选项  $C, D$  错误.
6. CD 【解析】滑片  $P$  向左移动, 滑动变阻器接入电路的阻值增大, 电路中电流减小, 灯泡  $L$  变暗, 故  $A$  错误,  $C$  正确; 电压表读数为路端电压, 由  $U = E - Ir$  知  $U$  增大, 故  $B$  错误; 电容器两端的电压  $U_C = E - Ir - U_R$ , 可知  $U_C$  增大, 则  $C$  上电量增加,  $D$  正确.
7. C 【解析】由  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}, n_1 > n_2$  知  $U_1 > U_2$ , 滑动触头从  $M$  点顺时针旋转至  $N$  点过程中,  $n_2$  减小, 则  $U_2$  降低,  $C$  项正确.
8. AD 【解析】根据灯泡  $L_3$  和  $L_4$  恰能正常工作, 变压器原线圈输入电压为灯泡  $L_3$  和  $L_4$  额定电压  $U$  的 2 倍, 输入电流为灯泡  $L_3$  和  $L_4$  的额定电流, 所以  $L_1$  和  $L_2$  都能正常工作, 交流电源电压为  $4U$ , 选项  $A, D$  正确,  $B, C$  错误.
9. BC 【解析】当单刀双掷开关与  $a$  连接时, 理想变压器原、副线圈的匝数比为  $10 : 1$ , 副线圈输出电压为  $U_2 = 22 \text{ V}$ , 但电压表  $V_1$  示数小于  $U_2$ , 故  $A$  错误; 当  $t = \frac{1}{600} \text{ s}$  时, 电压表  $V_0$  的读数为有效值  $220 \text{ V}$ , 故  $B$  正确; 单刀双掷开关与  $a$  连接, 在滑动变阻器滑片  $P$  向上移动的过程中, 滑动变阻器接入电路的阻值变大, 电路的总电阻变大, 所以电流表示数变小, 电压表  $V_1$  示数变大, 故  $C$  正确; 当单刀双掷开关由  $a$  扳向  $b$  时, 理想变压器原、副线圈的匝数比变为  $5 : 1$ , 副线圈输出电压  $U_2$  变大, 电流表和电压表  $V_1$  的示数均变大, 故  $D$  错误.
10. BD 【解析】闭合  $S, T_2$  副线圈电阻减小,  $T_2$  输出功率增大,  $T_2$  副线圈中电流增大,  $T_2$  原线圈中电流也增大, 则  $T_2$  输入电压  $U_3 = U_2 - Ir$  减小, 灯泡两端电压  $U_1$  减小, 故灯泡  $L_1$  会变暗, 故  $A$  错误; 由  $A$  项分析可知  $T_1$  的输入电流增大, 电压不变, 根据  $P = UI$  知输入功率增大, 输电线中电流增大,  $r$  消耗的功率会变大, 故  $B$  正确; 仅将滑片  $P$  下移,  $T_1$  副线圈匝数增大, 则输出电压增大,  $T_2$  的输入电压增大, 灯泡两端电压也增大, 输出功率增大, 则输电线中电流增大, 故电阻  $r$  消耗的功率变大, 故  $C$  错误; 仅将滑片  $P$  上移,  $T_1$  副线圈匝数减小, 则输出电压减小,  $T_2$  的输入电压减小, 灯泡两端电压也减小, 故灯泡  $L_1$  变暗, 消耗功率减小, 则  $T_1$  输入功率减小, 电流表示数减小, 故  $D$  正确.
11. (1)  $e_1 = BL_1 L_2 \omega \sin \omega t$  (2)  $e_2 = BL_1 L_2 \omega \sin(\omega t + \varphi_0)$  (3)  $\pi R \omega \left( \frac{BL_1 L_2}{R+r} \right)^2$

【解析】(1) 矩形线圈  $abcd$  在磁场中转动时, 只有  $ab$  和  $cd$  切割磁感线, 且转动的半径为  $r = \frac{L_2}{2}$ , 设  $ab$  和  $cd$  的转动速度为  $v$ , 则

$$v = \omega \cdot \frac{L_2}{2}$$

在  $t$  时刻, 导线  $ab$  和  $cd$  因切割磁感线而产生的感应电动势均为  $E_1 = BL_1 v \sin \omega t$

由图可知  $v_1 = v \sin \omega t$

则整个线圈的感应电动势为

$$e_1 = 2E_1 = BL_1 L_2 \omega \sin \omega t$$

(2) 当线圈由与中性面成  $\varphi_0$  夹角位置开始运动时, 在  $t$  时刻整个线圈的感应电动势为  $e_2 = BL_1 L_2 \omega \sin(\omega t + \varphi_0)$

(3) 由闭合电路欧姆定律可知  $I = \frac{E}{R+r}$

这里  $E$  为线圈产生的电动势的有效值

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \frac{BL_1 L_2 \omega}{\sqrt{2}}$$

则线圈转动一周在  $R$  上产生的焦耳热为

$$Q_R = I^2 R T$$

其中  $T = \frac{2\pi}{\omega}$

$$\text{解得 } Q_R = \pi R \omega \left( \frac{BL_1 L_2}{R+r} \right)^2$$

### 专题限时集训(十)

1. C 【解析】小磁块从铜管  $P$  中下落时,  $P$  中的磁通量发生变化,  $P$  中产生感应电流, 给小磁块一个向上的磁场力, 阻碍小磁块向下运动, 因此小磁块在  $P$  中不是做自由落体运动, 而塑料管  $Q$  中不会产生电磁感应现象, 因此  $Q$  中小磁块做自由落体运动,  $A$  项错误;  $P$  中的小磁块受到的磁场力对小磁块做负功, 机械能不守恒,  $B$  项错误; 由于在  $P$  中小磁块下落的加速度小于  $g$ , 而  $Q$  中小磁块做自由落体运动, 因此从静止开始下落相同高度, 在  $P$  中下落的时间比在  $Q$  中下落的时间长,  $C$  项正确; 根据动能定理可知, 落到底部时在  $P$  中的速度比在  $Q$  中的速度小,  $D$  项错误.
2. AB 【解析】由右手定则可知, 圆盘顺时针转动时, 感应电流沿  $a$  到  $b$  的方向流动, 选项  $B$  正确; 由感应电动势  $E = \frac{1}{2} B \omega r^2$  知, 角速度恒定, 则感应电动势恒定, 电流大小恒定, 选项  $A$  正确; 角速度大小变化, 感应电动势大小变化, 但感应电流方向不变, 选项  $C$  错误; 若  $\omega$  变为原来的 2 倍, 则感应电动势变为原来的 2 倍, 电流变为原来的 2 倍, 由  $P = I^2 R$  知, 电流在  $R$  上的热功率变为原来的 4 倍, 选项  $D$  错误.
3. B 【解析】 $I_{\text{甲}} = \frac{E_{\text{甲}}}{R} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{S}{2} \cdot \frac{1}{R} = \frac{S k}{2R}, I_{\text{乙}} = \frac{E_{\text{乙}}}{R} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S \cdot \frac{1}{R} = \frac{S k}{R}$ , 由于丙中磁通量始终为零, 故  $I_{\text{丙}} = 0$ , 所以  $I_{\text{乙}} = 2I_{\text{甲}}, I_{\text{丙}} = 0$ , 只有  $B$  正确.
4. A 【解析】线框进入磁场过程中, 磁通量增大, 由楞次定律可知, 感应电流方向为逆时针, 即正方向, 可排除  $B, C$  选项; 由  $E = BLv$  可知, 线框进、出磁场过程中, 切割磁感线的有效长度为线框与磁场边界交点的连线, 故进、出磁场过程中, 等效长度  $L$  先增大后减小, 故感应电动势先增大后减小, 由欧姆定律可知, 感应电流也是先增大后减小, 故  $A$  项正确,  $D$  项错误.
5. C 【解析】由于在两个磁场中均做匀速直线运动, 根据能量守恒定律可知, 线框在穿过两个磁场的过程中产生的电能之比为  $1 : 1$ , 选项  $A$  错误; 由自由落体运动规律可得, 线框在上方磁场中的速度为  $v_1 = \sqrt{2ga}$ , 在下方磁场中的速度为  $v_2 = \sqrt{2ga}$ , 所以  $v_1 : v_2 = 1 : 2$ , 选项  $B$  错误; 由线框在磁场中做匀速直线运动可知,  $mg = \frac{B^2 a^2 v}{R}$ , 故上、下两个磁场的磁感应强度之比为  $\sqrt{2} : 1$ , 选项  $D$  错误; 线框穿过磁场的过程中产生的电流  $I = \frac{Bav}{R}$ , 故线框在穿过上、下两个磁场过程中产生的电流之比为  $1 : \sqrt{2}$ , 选项  $C$  正确.
6. BC 【解析】设金属棒在某一时刻速度为  $v$ , 由题意可知, 感应电动势  $E = BLv$ , 电流  $I = \frac{E}{R+r} = \frac{BLv}{R+r}$ , 即  $I \propto v$ ; 安培力方向水平向左, 且  $F_{\text{安}} = BIL = \frac{B^2 L^2 v}{R+r}, F_{\text{安}} \propto v$ ;  $R$  两端电压  $U_R = IR = \frac{BLRv}{R+r}$ , 即  $U_R \propto v$ ; 感应电流功率  $P = EI = \frac{B^2 L^2 v^2}{R+r}, P \propto v^2$ , 分析金属棒运动情况, 由力的合成和牛顿第二定律可得  $F_{\text{合}} = F - F_{\text{安}} = F_0 + kv - \left( k \frac{B^2 L^2}{R+r} \right) v$ , 加速度  $a = \frac{F_{\text{合}}}{m}$ , 因为金属棒从静止出发, 所以  $F_0 > 0$ , 且  $F_{\text{合}} > 0$ , 即  $a > 0$ , 加速度方向水平向右.
- (1) 若  $k = \frac{B^2 L^2}{R+r}$ , 则  $F_{\text{合}} = F_0$ , 即  $a = \frac{F_0}{m}$ , 金属棒水平向右做匀加速直线运动, 有  $v = at$ , 说明  $v \propto t, I \propto t, F_{\text{安}} \propto t, U_R \propto t, P \propto t^2$ , 所以在此情况下没有选项符合.
- (2) 若  $k > \frac{B^2 L^2}{R+r}$ , 则  $F_{\text{合}}$  随  $v$  增大而增大, 即  $a$  随  $v$  增大而增大, 说明金属棒做加速度增大的加速运动, 根据四个物理量与速度的关系可知  $B$  选项符合.
- (3) 若  $k < \frac{B^2 L^2}{R+r}$ ,  $F_{\text{合}}$  随  $v$  增大而减小, 即  $a$  随  $v$  增大而减小, 说明金属棒做加速度减小的加速运动, 直到加速度减小为 0 后金属棒做匀速直线运动, 根据四个物理量与速度关系可知  $C$  选项符合.
7. D 【解析】在  $0 \sim t_1$  时间内, 线框中产生的感应电流  $i = \frac{BLv}{R}, v = at$ , 由题图乙知  $i = \frac{i_1}{t_1} t$ , 得线框的加速度大小  $a = \frac{i_1 R}{BL t_1}$ , 选项  $A$  错误; 由于线框在进入磁场过程中, 感应电流变化, 安培力变化, 水平拉力大小发生变化, 易知选项  $B$  错误; 根据  $i-t$  图像的“面积”意义知,  $0 \sim t_1$  时间内通过线框任一边横截面的电荷量为  $\frac{1}{2} i_1 t_1$ , 选项  $C$  错误;  $t_3$  时刻线框的速度大小  $v_3 = at_3$ , 由题图乙知  $\frac{i_3}{t_3} = \frac{i_1}{t_1}$ , 得  $a = \frac{i_3 R}{BL t_3}$ , 在  $0 \sim t_3$  时间内, 根据动能定理得  $W_{\text{非}} - W_{\text{安}} = \frac{1}{2} m v_3^2$ , 得  $W_{\text{非}} > \frac{1}{2} m v_3^2 = \frac{1}{2} m (at_3)^2 = \frac{m i_1^2 R^2}{2 B^2 L^2}$ , 选项  $D$  正确.
8. (1)  $1.2 \text{ T}$  (2)  $1 \text{ m/s}^2$  (3)  $2 \text{ s}$

【解析】(1) 经过时间  $t$ , 金属棒  $ab$  的速率  $v = at$

此时, 回路中的感应电流为  $I = \frac{E}{R} = \frac{BLv}{R}$

对金属棒  $ab$ , 由牛顿第二定律得