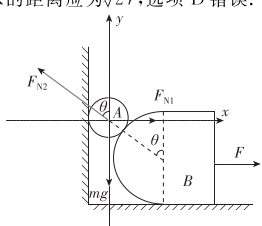
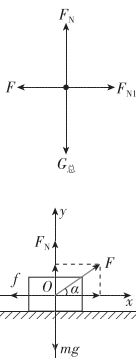


专题训练 (一)

- C 【解析】缓慢爬行过程中所受的合力为零,有 $mg\cos\beta = F_N$, $mg\sin\beta = f$, 向上爬的过程中, 夹角 β 减小, $\cos\beta$ 变大, $\sin\beta$ 变小, 所以摩擦力变小, 支持力变大, A、B、D 错误, C 正确.
- A 【解析】平衡杆对运动员的力和运动员对平衡杆的力属于相互作用力, 选项 A 正确; 运动员受到重力、平衡杆对运动员的支持力, 处于平衡状态, 没有受到摩擦力, 选项 B、C 错误; 运动员受到支持力是由平衡杆发生形变造成的, 选项 D 错误.
- D 【解析】先以 A 为研究对象, 受到重力、挡板的弹力和 B 对 A 的支持力三个力, B 受到重力、A 的压力、桌面的支持力和推力 F 四个力, 故 A 错误. 当 B 向左移动时, B 对 A 的支持力和挡板对 A 的弹力方向均不变, 根据平衡条件知, 这两个力大小保持不变, 则 A 对 B 的压力也保持不变, 对整体受力分析如图所示, 由平衡条件知, $F = F_{N1}$, 挡板对 A 的弹力 F_{N1} 不变, 则推力 F 不变, 桌面对整体的支持力 $F_N = G_{总}$ 保持不变, 则 B 对桌面的压力不变, 故 B、C 错误, D 正确.
- C 【解析】物体在水平地面上做匀速直线运动, 可知拉力在水平方向的分力与滑动摩擦力大小相等. 以物体为研究对象, 受力分析如图所示, 因为物体处于平衡状态, 水平方向上有 $F\cos\alpha = \mu F_N$, 竖直方向上有 $F\sin\alpha + F_N = mg$, 联立可得 $F = \frac{\mu mg}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha}$. 当 $\alpha + \varphi = 90^\circ$ 时, $\sin(\alpha + \varphi) = 1$, 此

$$F_{\min} = \frac{\mu mg}{\sqrt{1 + \mu^2}}$$
当 $\alpha + \varphi = 90^\circ$ 时, $\sin(\alpha + \varphi) = 1$, 此

$$F_{\min} = \frac{\mu mg}{\sqrt{1 + \mu^2}}$$
解得 $\mu = \frac{3}{4}$.
- B 【解析】带电小球 B 处于平衡状态, 因此 A 对 B 的库仑力与 B 的重力平衡, 两球应该带同种电荷, 选项 A 错误. 由 $k\frac{q^2}{r^2} = mg$, 可得 $q = \sqrt{\frac{mgR^2}{k}}$, 选项 B 正确; 如果 B 的质量变为 $2m$, 则 A、B 两球的距离应为 $\frac{\sqrt{2}}{2}r$, 选项 C 错误; 如果 B 的电荷量变为 $2q$, 则 A、B 两球的距离应为 $\sqrt{2}r$, 选项 D 错误.
- A 【解析】对 A 球受力分析, 如图所示, 由平衡条件知, 竖直方向上有 $F_{N2}\cos\theta = mg$, 水平方向上有 $F_{N1} = F_{N2}\sin\theta$, 联立解得 $F_{N2} = \frac{mg}{\cos\theta}$, $F_{N1} = mg\tan\theta$, B 缓慢向右移动一小段距离, 则 A 缓慢下落, θ 增大, 所以 F_{N2} 增大, F_{N1} 增大, 由牛顿第三定律知, 小球 A 对物体 B 的压力逐渐增大, 故 A 正确, B、C、D 错误.
- A 【解析】对金属棒受力分析, 当磁场的方向垂直于斜面向上时, 所加的磁场的磁感应强度最小, 由共点力平衡可知 $mg\sin\theta = B_{\min}IL$, 解得 $B_{\min} = \frac{mg\sin\theta}{IL}$, 故 $B \geq \frac{mg\sin\theta}{IL}$, 故 A 正确, B 错误; 如果匀强磁场的方向沿斜面向上, 根据左手定则可知, 安培力方向垂直于斜面向下, 金属棒不可能静止, 故 C 错误; 如果匀强磁场的方向沿斜面向下, 根据左手定则可知, 安培力方向垂直于斜面向上, 金属棒不可能静止, 故 D 错误.
- D 【解析】对 a 进行受力分析, 缓慢地将 a 拉离水平面 MN 并使其一直滑到 b 的顶端的过程中, 由平衡条件知 a、b 间的压力 F_{ab} 逐渐减小到 mg , F 逐渐减小到零, 则刚拉动时 F_{ab} 、F 值最大, 由几何关系得 $F_{\max} = \sqrt{3}mg$, $F_{ab\max} = 2mg$, 故 A、B、C 错误, D 正确.
- AB 【解析】对小球受力分析, 由平衡条件得 $F = G\tan\theta$, θ 逐渐增大, 则 F 逐渐增大, 故 A 正确; 小球缓慢地移动过程中, θ 逐渐增大, 轻绳拉力 T 的最大值为 $2G$, 可得 $\cos\theta = \frac{G}{2G} = \frac{1}{2}$, $\theta = 60^\circ$, 此时 F 达到最大值 $\sqrt{3}G$, 故 B 正确, C、D 错误.
- CD 【解析】对 Q 受力分析, 由平衡条件可知, 将 P 缓慢向左移动后, BO 杆对小球 Q 的弹力变大, 两小球之间的库仑力变大, 由库仑定律知, 两小球 P、Q 之间的距离变小, A、B 错误; 对整体受力分析, 可知 AO 杆对小球 P 的摩擦力变大, C 正确; 对整体分析可知, 竖直方向上只受重力和 AO 杆的支持力, 故 AO 杆对小球 P 的弹力不变, D 正确.
- BD 【解析】对 b 进行受力分析, 当 F 的方向发生变化时, 轻绳上的拉力可能小于 mg , 也可能大于 mg , 故 A 错误. 当拉力 F 的方向与绳子 ab 垂直时, 拉力 F 最小, 为 $F_{\min} = mg\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}mg$, 故 B 正确. 以 a 为研究对象, 可知 a 因受到重力、绳子 ab 对 a 的作用力以及杆对 a 的作用力而处于平衡状态, 由三个力平衡的特点可知, 杆对 a 的作用力与 a 的重力和绳子 ab 对 a 的拉力的合力大小相等、方向相反, a 受到的重力方向始终竖直向下, 绳子 ab 对 a 的拉力方向不变, 大小是变化的, 所以 a 受到的重力和绳子 ab 对 a 的拉力的合力大小、方向都是变化的, 所以杆对 a 的作用力大小、方向都是变化的, 故 C 错误. 当拉力 F 方向竖直向上时, 拉力 F 与 b 的重力大小相等、方向相反, 绳子 ab 此时的拉力等于 0, a 只受到重力和



杆对 a 的作用力, 此时杆对 a 的作用力最小, 大小等于 a 的重力, 故 D 正确.

$$12. (1) \frac{BEL}{mg\sin\theta} - r \quad (2) f = Bev$$

【解析】(1) 要使导体棒 ab 静止于导轨上, 则导体棒 ab 所受的重力、支持力、安培力三力应平衡, 导体棒在沿导轨方向上满足 $mg\sin\theta = F_{安}$, 其中 $F_{安} = BIL$.

设导体棒 ab 静止时滑动变阻器接入电路的阻值为 R, 由闭合电路欧姆定律可得 $I = \frac{E}{R+r}$.

$$\text{解得 } R = \frac{BEL}{mg\sin\theta} - r$$

$$(2) \text{导体棒中的电流大小 } I = \frac{q}{t}$$

设导体棒中定向移动的自由电子总数为 N, 则 $q = Ne$.

$$\text{这些电子全部通过导体棒的时间 } t = \frac{L}{v}$$

$$\text{某一自由电子所受的洛伦兹力 } f = \frac{F_{安}}{N}$$

$$\text{联立解得 } f = Bev$$

$$13. (1) \text{均为 } 25 \text{ N} \quad (2) B \quad 18 \text{ kg}$$

【解析】(1) 对容器进行受力分析, 根据平衡条件可得 $2F\cos\theta = G$, 解得 $F = 25 \text{ N}$.

根据牛顿第三定律可得, 容器对两个滑块的压力大小均为 25 N .

(2) 滑块 A 刚要滑动时, 根据平衡条件可得 $F_1\sin\theta = \mu_1(m_1g + F_1\cos\theta)$, 解得 $F_1 = 160 \text{ N}$.

滑块 B 刚要滑动时, 根据平衡条件可得 $F_2\sin\theta = \mu_2(m_2g + F_2\cos\theta)$

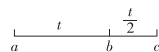
解得 $F_2 = 150 \text{ N}$.

由于 $F_2 < F_1$, 所以 B 先滑动, 此时对容器, 根据平衡条件可得 $2F_2\cos\theta = m'g$,

则倒入容器中水的质量为 $m' = 18 \text{ kg}$.

专题训练 (二)

- A 【解析】为了使汽车不撞到行人, 汽车匀减速的加速度最小值 a 满足 $v_0^2 = 2ax$, 代入数据解得 $a = 1 \text{ m/s}^2$, 故 A 正确.
- D 【解析】将末速度为零的匀减速直线运动看作初速度为零的匀加速直线运动的逆运动, 则 $v_0^2 - 0 = 2ax_{EA}$, $v_0^2 - 0 = 2ax_{ED}$, 又知 $x_{EA} = 4x_{ED}$, 解得 $v_D = \frac{1}{2}v_0$, 故 D 正确.
- B 【解析】运动员起跳时, 重心上升高度约为 1.4 m , 则 $v_y = \sqrt{2gh} \approx 5.3 \text{ m/s}$, 选项 B 正确.
- A 【解析】停止喷气, 小球做匀减速直线运动, 设匀减速的加速度大小为 a, 根据 $v_0^2 - v^2 = 2ax$ 可知, $v_0^2 = 2aL$, 所以当小球运动至离对方球门 $0.5L$ 处时停止喷气, 小球破门的速度为 $v' = \frac{\sqrt{2}}{2}v_0$, 选项 A 正确, B 错误. 正常喷气时浮力等于重力, 小球做匀速直线运动, 现使得浮力减半, 即支持力等于重力的一半, 根据 $a = \frac{f}{m} = \frac{aF_N}{m}$ 可知, 加速度减半, 即 $a' = \frac{1}{2}a$, $v_0^2 - v_1^2 = 2a'L$, 所以破门速度 $v_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}v_0$, 选项 C、D 错误.
- B 【解析】设一个格子的边长为 L, 小球向下运动的位移为 $\frac{1}{2}(4L)^2$, 向上运动的位移为 $\frac{1}{2}(3L)^2$, 二者之差为 1.4 m , 即一个格子的面积 $L^2 = 0.4 \text{ m}$, 下降的位移为 3.2 m , 上升的位移为 1.8 m , 路程为 5 m , A 错误; 下降时做自由落体运动, 有 $v^2 = 2gh$, 故落地速度为 8 m/s , B 正确; 根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 上升的时间 $t_1 = 0.6 \text{ s}$, 下降的时间 $t_2 = 0.8 \text{ s}$, 总时间为 1.4 s , C 错误; 最高点离地面 3.2 m , D 错误.
- C 【解析】位移图像的斜率表示速度, 则在 t_1 时刻, 甲的 $x-t$ 图线的斜率大于乙的 $x-t$ 图线的斜率的绝对值, 所以甲的速度大于乙的速度, 故 A、B 错误; 根据图像可知, 在 $0 \sim t_2$ 时间内, 甲、乙位移大小相等, 方向相反, 而时间相等, 则平均速度大小相等, 故 C 正确, D 错误.
- C 【解析】设物体的加速度大小为 a, m 时间内的初速度大小为 v_1 , 末速度 (即 b 时刻的速度) 大小为 v_2 , 根据 $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 得, $S = v_1m - \frac{1}{2}am^2$, $S = v_2n - \frac{1}{2}an^2$, $v_2 = v_1 - am$, 联立得 $v_2 = \frac{(m^2 + n^2)S}{(m+n)mn}$, 故选项 C 正确.
- (1) 如图所示 (2) 1 m/s^2 2 m/s^2 (3) 8 m/s 6 m/s (4) 72 m
【解析】(1) 由题意可知, 从汽车司机制动开始, 汽车先做匀减速直线运动, 再做匀加速直线运动, 其运动简图如图所示.



设汽车从 a 点开始减速,经时间 t 后到达 b 点,又从 b 点开始加速,经时间 $\frac{t}{2}$ 后到达 c 点,则 $v_a = 10 \text{ m/s}$, $v_b = 2 \text{ m/s}$, $v_c = 10 \text{ m/s}$

由 $t + \frac{t}{2} = 12 \text{ s}$ 可得 $t = 8 \text{ s}$, $\frac{t}{2} = 4 \text{ s}$,则汽车减速运动的时间为 8 s ,加速运动的时间为 4 s , $v-t$ 图像如图所示.

(2)由 $v = v_0 + at$ 得
在 ab 段,有 $v_b = v_a + a_1 t$

在 bc 段,有 $v_c = v_b + a_2 \cdot \frac{t}{2}$

联立解得 $a_1 = -1 \text{ m/s}^2$, $a_2 = 2 \text{ m/s}^2$.

(3)由速度公式可知,从汽车司机制动开始计时,汽车 2 s 末的速度 $v_1 = v_a + a_1 t_1 = 8 \text{ m/s}$

汽车 10 s 末的速度 $v_2 = v_b + a_2 t_2 = 6 \text{ m/s}$.

(4) $v-t$ 图像中图像和时间轴所围面积表示汽车的位移,故

$$x_{\text{总}} = \frac{(2+10) \times 8}{2} + \frac{(2+10) \times 4}{2} \text{ m} = 72 \text{ m}.$$

9. (1) 0.25 m/s^2 (2) 1.0 N (3) 0.875 m/s

【解析】(1)设匀加速运动过程中的加速度大小为 a_1 ,有 $v = a_1 t_1$

解得 $a_1 = 0.25 \text{ m/s}^2$

(2)设匀减速运动过程中药瓶受到的摩擦力大小为 f ,则 $f = ma = 1.0 \text{ N}$

(3)设加速过程的位移为 x_1 ,匀速过程的位移为 x_2 ,减速过程的位移为 x_3 ,减速过程的时间为 t_3 ,则

$$x_1 = \frac{1}{2} v t_1 = 2.0 \text{ m}$$

$$x_2 = v t_2 = 18 \text{ m}$$

$$x_3 = \frac{v^2}{2a} = 1.0 \text{ m}$$

$$t_3 = \frac{v}{a} = 2 \text{ s}$$

$$\text{所以 } \bar{v} = \frac{x}{t} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{t_1 + t_2 + t_3} = 0.875 \text{ m/s}$$

10. (1) 425 N (2) 1 m/s^2 (3) 9 s

【解析】(1)在 BC 段上,有 $-2ax_2 = v_c^2 - v_m^2$,

解得 $a = 8.5 \text{ m/s}^2$,

故阻力 $f = ma = 425 \text{ N}$

(2)以加速度 a_1 加速过程,有 $v_1^2 = 2a_1 x'_1$,

以加速度 a_2 加速过程,有 $v_m^2 - v_1^2 = 2a_2 (x_1 - x'_1)$

解得 $a_2 = 1 \text{ m/s}^2$

(3)以最大加速度运动的时间 $t_1 = \frac{v_m}{a_3} = 8 \text{ s}$,

加速运动的位移 $\Delta x = \frac{v_m}{2} t_1$,

匀速运动的时间 $t_2 = \frac{x - \Delta x}{v_m} = 1 \text{ s}$,

故 $t_{\text{min}} = t_1 + t_2 = 9 \text{ s}$

专题训练 (三)

1. D 【解析】 $0 \sim 4 \text{ s}$ 内,支持力大于重力,加速度方向向上,处于超重状态,故 A 错误. $18 \sim 22 \text{ s}$ 内,支持力小于重力,加速度方向向下,即减速上升,故 B 错误. 惯性大小的量度是质量,质量不变,则惯性不变,故 C 错误. 电梯加速时加速度的最大值 $a = \frac{F - mg}{m} = \frac{50 - 30}{3} \text{ m/s}^2 = \frac{20}{3} \text{ m/s}^2$,减速时加速度的最大值 $a' = \frac{mg - F'}{m} = \frac{30 - 10}{3} \text{ m/s}^2 = \frac{20}{3} \text{ m/s}^2$,故 D 正确.

2. B 【解析】物块刚滑上传送带时,速度向左,由于物块与传送带间的摩擦,使得它做匀减速运动,加速度大小为 $a = \mu g = 4 \text{ m/s}^2$,当物块的速度减小到 0 时,物块前进的距离为 $s = \frac{0 - 4^2}{2 \times (-4)} \text{ m} = 2 \text{ m}$,其值小于 AB 的长 3 m ,故物块减速到 0 后仍在传送带上,所以它会随传送带向右运动,其加速度的大小与减速时是相等的,其速度与传送带的速度相等时物块向右滑行的距离为 $s' = \frac{2^2 - 0}{2 \times 4} \text{ m} = 0.5 \text{ m}$,其值小于物块向左前进的距离,说明物块仍在传送带上,以后物块相对于传送带静止,其速度就等于传送带的速度,选项 B 正确.

3. D 【解析】若传送带不动,则工件的加速度大小 $a = \mu g = 1 \text{ m/s}^2$,由 $v_A^2 - v_B^2 = 2as$,解得 $v_B = \sqrt{v_A^2 - 2as} = 3 \text{ m/s}$,选项 A 正确;若传送带以速度 $v = 4 \text{ m/s}$ 逆时针匀速转动,则工件的受力情况不变,由牛顿第二定律知,工件的加速度大小仍为 $a = \mu g$,工件的运动情况跟传送带不动时的一样,故 $v_B = 3 \text{ m/s}$,选项 B 正确;若传送带以速度 $v = 2 \text{ m/s}$ 顺时针匀速转动,则工件滑上传送带时所受的滑动摩擦力方向水平向左,做匀减速运动,工件的加速度大小仍为 $a = \mu g$,工件的运动情况跟传送带不动时的一样,故 $v_B = 3 \text{ m/s}$,选项 C 正确, D 错误.

4. C 【解析】 $mg \sin \theta = 6 \text{ N}$, $f = \mu mg \cos \theta = 6.4 \text{ N}$,初始时物块静止在斜面上,此时静摩擦力方向沿斜面向上; $0 \sim 1 \text{ s}$ 时间内物块静止; $1 \sim 2 \text{ s}$ 时间内物块开始沿斜面向上做加速度增大的加速运动,摩擦力方向沿斜面向下, $t = 2 \text{ s}$ 时物块加速度大小为 12.4 m/s^2 ; $t = 2 \text{ s}$ 后 $F = -0.4 \text{ N}$,物块的加速度大小为 12.8 m/s^2 ,物块沿斜面向上做匀减速直线运动,直到静止,由于物块减速时的加速度大于加速时的加速度,故物块减速到零的时间小于 1 s , C 正确.

5. D 【解析】根据题述, B 以 $\frac{g}{2}$ 的加速度匀加速向下运动过程中,选择 A、B 整体为研究对象,由牛顿第二定律有 $2mg - kx - F = 2m \cdot \frac{g}{2}$,解得 $F = mg - kx$,即 F 从 mg 开始线性减小,可排除图像 C. 选择 B 作为研究对象,

由牛顿第二定律有 $mg + F'_N - F = \frac{mg}{2}$,解得 $F'_N = \frac{mg}{2} - kx$,由牛顿第三定律得 $F'_N = F_N$,当弹簧的弹力增大到 $\frac{mg}{2}$,即 $x = \frac{mg}{2k}$ 时, A 和 B 间的压力为零,在此之前,二者之间的压力由开始运动时的 $\frac{mg}{2}$ 线性减小到零,选项 A、B 错误. 同时,力 F 由开始时的 mg 线性减小到 $\frac{mg}{2}$,此后 B 与 A 分离,力 F 保持为 $\frac{mg}{2}$ 不变,故选项 D 正确.

6. A 【解析】剪断细线前,对物块 A 分析,可得弹簧弹力 $F = mg \sin 30^\circ = \frac{1}{2} mg$,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 将共同沿斜面向下运动,根据牛顿第二定律得 $3mg \sin 30^\circ - F = 3ma$,解得 $a = \frac{1}{3} g$, A 错误, D 正确;以物块 B 为研究对象,根据牛顿第二定律得 $2mg \sin 30^\circ - F_N = 2ma$,解得 $F_N = \frac{1}{3} mg$, B 正确.

7. BC 【解析】物体在 AB 上和 BC 上分别做匀减速直线运动,有 $\frac{v_0 + v_B}{2} = 4 \cdot \frac{v_B}{2}$,解得 $v_B = \frac{1}{3} v_0$,选项 B 正确;由 $\frac{x_{AB}}{t_{AB}} = 4 \cdot \frac{x_{BC}}{t_{BC}}$,解得 $\frac{t_{AB}}{t_{BC}} = \frac{3}{2}$,选项 A 错误;根据匀变速直线运动的速度和位移关系式可得 $\left(\frac{1}{3} v_0\right)^2 - v_0^2 = -2\mu_1 g x_{AB}$, $0 - \left(\frac{1}{3} v_0\right)^2 = -2(g \sin 37^\circ + \mu_2 g \cos 37^\circ) x_{BC}$,解得 $\mu_2 = \frac{6}{37}$,选项 C 正确;由于 $\mu_2 < \tan 37^\circ$,故物体不可能在 C 处静止,选项 D 错误.

8. BD 【解析】若水平地面光滑,将两者看作一个整体,有 $a = \frac{F}{2m + m} = \frac{F}{3m}$,由于两物块一起运动,所以加速度相同,将 B 隔离,有 $a = \frac{F_N}{m}$,所以 $F_N = ma = \frac{1}{3} F$, A 错误, B 正确;若物块 A 与地面间无摩擦, B 与地面间的动摩擦因数为 μ ,将两者看作一个整体,有 $a = \frac{F - \mu mg}{3m}$,将 B 隔离,有 $a = \frac{F_N - \mu mg}{m}$,解得 $F_N = \frac{F + 2\mu mg}{3}$, C 错误, D 正确.

9. (1) 0.8 s 3.75 m/s^2 (2) 4.8 m 7.5 m/s^2 (3) 3 m/s
【解析】(1)设滑块在 BC 段上运动的加速度大小为 a_1 ,所用时间为 t_1 ,滑块从 B 处到 C 处做末速度为零的匀减速直线运动,有

$$v_B^2 - 0 = 2a_1 x_{BC}$$

$$v_B = a_1 t_1$$

$$\text{解得 } a_1 = 3.75 \text{ m/s}^2, t_1 = 0.8 \text{ s}$$

(2)滑块从 A 处到 B 处做匀减速直线运动,所用时间与从 B 处到 C 处的相等,设加速度为 a_2 ,有

$$a_2 = \frac{v_B - v_A}{t_1} = -7.5 \text{ m/s}^2$$

$$v_B^2 - v_A^2 = 2a_2 x_{AB}$$

$$\text{解得 } x_{AB} = 4.8 \text{ m}$$

(3)设斜面倾角为 θ ,滑块在 BC 段和 AB 段上升时,对其受力分析,有 $mg \sin \theta = ma_1$

$$mg \sin \theta + f = -ma_2$$

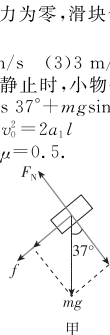
$$\text{解得 } f = mg \sin \theta$$

由运动的对称性可知,滑块返回到 B 处时速度大小仍为 3 m/s ,当滑块返回经过 AB 段时,合力为零,滑块匀速下滑,所以滑块运动到 A 处时速度大小仍然为 3 m/s

10. (1) 0.5 (2) $2\sqrt{5} \text{ m/s}$ (3) 3 m/s
【解析】(1)传送带静止时,小物体在传送带上受力如图甲所示,根据牛顿第二定律得 $\mu mg \cos 37^\circ + mg \sin 37^\circ = ma_1$

$$\text{从 B 到 C 过程,有 } v_0^2 = 2a_1 l$$

$$\text{解得 } a_1 = 10 \text{ m/s}^2, \mu = 0.5.$$



(2)当小物体在传送带上受到的摩擦力始终向上时,最容易到达传送带顶端,此时,小物体受力如图乙所示,根据牛顿第二定律得 $mg \sin 37^\circ - \mu mg \cos 37^\circ = ma_2$

$$\text{若恰好能到达平台 CD,有 } v^2 = 2a_2 l$$

$$\text{解得 } v = 2\sqrt{5} \text{ m/s}, a_2 = 2 \text{ m/s}^2$$

即当小物体在平台 AB 上向右运动的速度小于 $2\sqrt{5} \text{ m/s}$ 时,无论传送带顺时针运动的速度有多大,小物体都不能到达平台 CD.

(3)设小物体在平台 AB 上的运动速度为 v_1 ,传送带顺时针运动的速度大小为 v_2 ,从小物体滑上传送带到小物体速度减小到传送带速度过程,有 $v_1^2 - v_2^2 = 2a_1 x_1$

从小物体速度减小到传送带速度至恰好到达平台 CD 过程,有

$$v_2^2 = 2a_2 x_2$$

$$x_1 + x_2 = l$$

$$\text{解得 } v_2 = 3 \text{ m/s}$$

即传送带至少以 3 m/s 的速度顺时针运动,小物体才能到达平台 CD .

专题训练(四)

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的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. A 【解析】设连接 A 球的细绳长为 L ,A 球以初速度 v_A 水平抛出,水平方向的位移 $x=v_A t$,竖直方向的位移 $y=\frac{1}{2}gt^2$,则 $x^2+y^2=L^2$,可得 $v_A=\frac{\sqrt{L^2-\left(\frac{1}{2}gt^2\right)^2}}{t}$,同理,B 球的初速度 $v_B=\frac{\sqrt{4L^2-(gt^2)^2}}{\sqrt{2}t}$,故 $\frac{v_A}{v_B}=k=\frac{1}{\sqrt{2}}$,选项 A 正确.
3. D 【解析】物体若做平抛运动,则运动到 P 点时有 $v_0 t=\frac{1}{2}gt^2$,可得 $t=\frac{2v_0}{g}$,现在物体做的运动不是平抛运动,运动时间不等于 $\frac{2v_0}{g}$;物体若做平抛运动,则运动到 P 点时竖直方向上的分速度 $v_y=gt=2v_0$,此时速度与水平方向的夹角为 α ,则 $\sin\alpha=\frac{v_y}{\sqrt{v_y^2+v_0^2}}=\frac{2\sqrt{5}}{5}$,而物体沿该滑道滑动时,只有重力做功,根据动能定理得 $mgh=\frac{1}{2}mv^2$,解得 $v^2=2gh=v_y^2$,所以 $v=2v_0$,则物体经过 P 点时,速度的竖直分量 $v'_y=2v_0\sin\alpha=\frac{4\sqrt{5}}{5}v_0$,速度的水平分量 $v'_x=2v_0\cos\alpha=\frac{2\sqrt{5}}{5}v_0$,故 D 正确,A、B、C 错误.
4. D 【解析】小球在竖直方向上做自由落体运动,根据 $\Delta y=gT^2=2l$,解得 $T=\sqrt{\frac{2l}{g}}$,选项 A 正确;小球在位置 3 时的竖直分速度 $v_{y3}=\frac{h_{24}}{2T}$,所以其速度与水平方向的夹角 α 的正切值为 $\tan\alpha=\frac{v_{y3}}{v_0}=\frac{h_{24}}{2Tv_0}$,而位置 2、4 连线与水平方向的夹角 β 的正切值为 $\tan\beta=\frac{h_{24}}{x_{24}}=\frac{h_{24}}{v_0\cdot 2T}$,由此可知 $\tan\alpha=\tan\beta$,即 $\alpha=\beta$,选项 B 正确;小球在弹跳过程中,水平分速度变小, $v'_0=\frac{l}{T}=\sqrt{\frac{gl}{2}}$,选项 C 正确. 小球在位置 2 时的水平分速度为 $v_0=\frac{2l}{T}=\sqrt{2gl}$,小球从位置 1 到位置 2 及从位置 6 到位置 7 在竖直方向上均做自由落体运动,在位置 2 和位置 7 时竖直方向上瞬时速度大小相等,但由于水平方向上速度大小不同,因此在位置 2 和位置 7 时速率不同,选项 D 错误.
5. A 【解析】设第一次落在第 1 级台阶时,竖直方向的速度为 v_{y1} ,水平方向的速度为 v_0 ,由于第一、二次与台阶相碰的时间间隔为 0.3 s ,所以 $v_0=\frac{0.36}{0.3}\text{ m/s}=1.2\text{ m/s}$,选项 C 错误;在竖直方向上,小球做匀变速直线运动,以向下为正方向,有 $-\frac{1}{4}v_{y1}\times 0.3\text{ s}+\frac{1}{2}g\times(0.3\text{ s})^2=2\times 0.18\text{ m}$,解得 $v_{y1}=1.2\text{ m/s}$,则第一次落到台阶上的时间 $t_1=0.12\text{ s}$,设从抛出到落到台阶上过程下落高度为 h ,有 $v_{y1}^2=2gh$,解得 $h=0.072\text{ m}$,水平位移 $x=1.2\times 0.12\text{ m}=0.144\text{ m}$,选项 A 正确,B 错误;设落到第 3 级台阶时竖直方向的速度为 v_{y3} ,则 $v_{y3}=-\frac{1}{4}v_{y1}+g\times 0.3\text{ s}=2.7\text{ m/s}$,弹起来后在 0.3 s 内沿竖直方向下落的距离为 $h'=-\frac{1}{4}v_{y3}\times 0.3\text{ s}+\frac{1}{2}g\times(0.3\text{ s})^2=0.2475\text{ m}$,即小球应该出现在第 5 级台阶右边缘正上方,故小球不会与第 5 级台阶相撞,选项 D 错误.
6. AD 【解析】两球均做类平抛运动,水平方向上有 $x=v_0 t$,竖直方向上有 $h=\frac{1}{2}at^2$,可得加速度大小 $a=\frac{2hv_0^2}{x^2}$,所以水平距离 x 越大,则加速度 a 越小,相应所用时间 t 越长,即 B 球先落地,A 球的加速度 a_1 小于 B 球的加速度 a_2 ,说明 A 球带正电而受到竖直向上的电场力, B 球带负电而受到竖直向下的电场力,在下落过程中,电场力对 A 球做负功,A 球电势能增加,电场力对 B 球做正功, B 球电势能减少,选项 A 正确,B、C 错误;根据动能定理有 $mah=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2$,而 $\Delta v=v-v_0$,所以加速度 a 越大,则落地速率 v 越大,速率变化量 Δv 越大,即 A 球的速率变化量较小,选项 D 正确.
7. ABD 【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,根据牛顿第二定律得 $f=m\omega^2 R$,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,由牛顿第二定律得 $kmg=m\omega_b^2\cdot 2l$,解得 $\omega_b=\sqrt{\frac{kg}{2l}}$,C 正确;当 a 开始滑动时,由牛顿第二定律得 $kmg=m\omega_a^2 l$,解得 $\omega_a=\sqrt{\frac{kg}{l}}$,而转盘的角速度 $\sqrt{\frac{2kg}{3l}}<\sqrt{\frac{kg}{l}}$,故 a 未发生滑动,其所需的向心力由静摩擦力来提供,由牛顿第二定律得 $f=m\omega^2 l=\frac{2}{3}kmg$,D 错误.

8. (1) 0.08 N (2) $H>0.6\text{ m}$ (3) $0.075<\mu<0.1$

【解析】(1)物块从 P 到 B 点,有 $mg(R+H)-qER=\frac{1}{2}mv_B^2$

在 B 点时,有 $F_N-mg+qE=m\frac{v_B^2}{R}$

解得 $F_N=0.08\text{ N}$

根据牛顿第三定律知,支持力与压力大小相等、方向相反,所以物块对轨道的压力大小为 0.08 N ,方向竖直向下

(2)在 B 点,当支持力为 0 时,通过最低点时的速度最小,有 $-mg+qE=m\frac{v_B^2}{R}$

解得 $v_B=2\text{ m/s}$

在 BC 上运动时,有 $a=\mu g=0.8\text{ m/s}^2$

因 $x=\frac{v_B^2}{2a}=2.5\text{ m}>2\text{ m}$

所以 $v_B=2\text{ m/s}$ 时满足要求

由 $mg(R+H)-qER=\frac{1}{2}mv_B^2$

解得 $H=0.6\text{ m}$,故 $H>0.6\text{ m}$ 即可

(3)若动摩擦因数较大,设为 μ_1 ,物块能第二次恰好到 C 处,有 $mg(R+H)-qER-3\mu_1 mgL=0$

解得 $\mu_1=0.1$

而在第二次回到 B 时,有 $mg(R+H)-qER-2\mu_1 mgL=\frac{1}{2}mv_B^2$

解得 $v_B=2\text{ m/s}$,满足条件.

若动摩擦因数较小,设为 μ_2 ,物块能第三次恰好不到 C 处,有 $mg(R+H)-qER-5\mu_2 mgL=0$

解得 $\mu_2=0.06$

而在第四次回到 B 时,有 $mg(R+H)-qER-4\mu_2 mgL=\frac{1}{2}mv_B^2$

解得 $v_B=\sqrt{2.4}\text{ m/s}$,不满足条件.

故设能第四次回到 B 点,有 $mg(R+H)-qER-4\mu_2 mgL=0$

解得 $\mu_2=0.075$

同理可判断满足条件,

所以 $0.075<\mu<0.1$

9. (1) 70 N (2) 1.15 m (3) 见解析

【解析】(1)从 A 点到 D 点过程,由动能定理得 $mg(h+r-r\cos\theta)=\frac{1}{2}mv_D^2$

在 D 点时,有 $F_N-mg=m\frac{v_D^2}{r}$

解得 $F_N=70\text{ N}$

根据牛顿第三定律知,压力大小等于支持力,所以对轨道的压力为 70 N .

(2)因 E 点高于 G 点,由机械能守恒定律可知,要不脱离轨道,物体在 E 点的速度必须大于等于 \sqrt{gr} .从被释放至运动到 E 点,有

$mg(H+r-r\cos\theta)=\frac{1}{2}mv_E^2+2mgr$

解得 $H=1.15\text{ m}$

(3)由几何关系知, BC 的长度 $l=\frac{2}{3}\text{ m}$

从 A 点到 Q 点,有 $mg\left(h-\frac{1}{2}l\sin\theta\right)-N\mu mg\cdot\frac{1}{2}l\cos\theta=0(N=1,3,5,7,\dots)$

解得 $\mu=\frac{9}{2N}(N=1,3,5,7,\dots)$

要满足 $\mu mg\cos\theta\geq mg\sin\theta$

解得 $2\geq\mu\geq 0.75$

当 $N=3$ 时, $\mu=1.5$;当 $N=5$ 时, $\mu=0.9$;当 N 取其他值时, μ 不满足 $0.75\leq\mu\leq 2$.

要满足 $mg(h+r-r\cos\theta)-\mu mg l\cos\theta\leq mgr$

解得 $\mu\geq\frac{15}{8}$

所以不存在这样的动摩擦因数 μ 值.

专题训练(五)

1. B 【解析】在两极处,万有引力等于重力,有 $mg_0=G\frac{Mm}{R^2}$,由此可得地球质量 $M=\frac{g_0 R^2}{G}$;在赤道处,万有引力与重力的合力提供向心力,有 $G\frac{Mm}{R^2}-mg=m\frac{4\pi^2}{T^2}R$,而密度 $\rho=\frac{M}{V}$,联立解得 $\rho=\frac{\frac{g_0 R^2}{G}}{\frac{4}{3}\pi R^3}=\frac{3\pi g_0}{GT^2(g_0-g)}$,故 B 正确.
2. B 【解析】根据万有引力定律 $F=G\frac{m_1 m_2}{r^2}$ 知,物体间的万有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面上随地球自转的物体 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;根据开普勒第三定律 $\frac{r^3}{T^2}=k$,因 C 、 B 卫星轨道半径之比为 $3:1$,则周期之比为 $3\sqrt{3}:1$.

- 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。
3. C 【解析】在地球上的发射速度超过 11.2 km/s 时, 会脱离地球引力束缚, 成为太阳系的行星, 选项 A 错误; 在月球上没有空气, 不能通过降落伞实现减速, 选项 D 错误; 根据万有引力提供向心力, 有 $\frac{GMm}{r^2} = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$, 可得 $T = \frac{2\pi\sqrt{r^3}}{\sqrt{GM}}$, 则 $T_{\text{地}} : T_{\text{月}} = 0.8$, 选项 B 错误; 根据 $GM = gR^2$ 可知, 月球表面的重力加速度仅为地球表面的 $\frac{1}{6}$, 选项 C 正确。
4. C 【解析】由于无法确定 A 星球与地球的同步卫星的轨道半径, 所以无法确定两者的自转周期的关系, 故 A 错误; 由公式 $mg = \frac{GMm}{R^2}$ 可得 $g = \frac{GM}{R^2}$, 所以 $\frac{g_A}{g} = \frac{M_A}{M} \times \frac{R^2}{R_A^2} = 2 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$, 故 B 错误; 由公式 $G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{v^2}{R}$ 可得 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$, 所以 $\frac{v_A}{v} = \sqrt{\frac{M_A}{M} \times \frac{R}{R_A}} = 1$, 故 C 正确; 由公式 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 可知, 因 M 不同, 则 v 不同, 故 D 错误。
5. C 【解析】“高分四号”卫星是一颗相对地球赤道某位置静止的光学遥感卫星, 则“高分四号”卫星为同步卫星, 周期等于 24 h, 故 A 错误; 设卫星的质量为 m , 轨道半径为 r , 地球的质量为 M , 卫星绕地球做匀速圆周运动, 由地球的万有引力提供向心力, 有 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r = m\frac{v^2}{r} = ma$, 可得 $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$, $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, $a = \frac{GM}{r^2}$, 可知卫星的轨道半径越小, 则周期越小, 而线速度和向心加速度越大, “高分五号”的轨道半径比“高分四号”的小, 所以“高分五号”的周期较小, 而线速度与向心加速度较大, 故 C 正确, B、D 错误。
6. C 【解析】根据万有引力提供向心力, 有 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r} = m\omega^2r = m\frac{4\pi^2}{T^2}r = ma$, 可得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$, $T = \frac{2\pi\sqrt{r^3}}{\sqrt{GM}}$, $a = \frac{GM}{r^2}$, B 的轨道半径比 A 的大, 所以 B 的周期比 A 的长, 选项 A 错误; C 的轨道半径最大, 所以 C 的向心加速度最小, 选项 B 错误; 从上述公式可以看出, 在已知轨道半径和周期的前提下, 可以计算中心天体的质量, 选项 C 正确; 由于不清楚中心天体的半径, 所以无法计算第一宇宙速度, 选项 D 错误。
7. A 【解析】当 AB 垂直于 OB 时, $\angle BAO$ 最大, 此时 $\sin \theta = \frac{r_A}{r_{\text{月}}} = p$; 由开普勒第三定律可知 $\frac{r_A^3}{T_A^2} = \frac{r_{\text{月}}^3}{T_{\text{月}}^2}$, 解得 $T_A = \sqrt{\left(\frac{r_A}{r_{\text{月}}}\right)^3} T_{\text{月}} = \sqrt{p^3} T_{\text{月}}$, 故 A 正确。
8. D 【解析】卫星发射后要克服地球的引力做功, 故发射速度越大的卫星飞得越远, 第一宇宙速度是能让卫星升空的最小速度, 故“嫦娥四号”的发射速度一定大于第一宇宙速度, 故 A 错误; 根据星球表面的万有引力等于重力, 可得 $g_{\text{表}} = \frac{GM}{R^2}$, 故有 $\frac{g_{\text{月表}}}{g_{\text{地表}}} = \frac{M_{\text{月}}}{M_{\text{地}}} \cdot \frac{R_{\text{地}}^2}{R_{\text{月}}^2} = \frac{n^2}{k}$, 故 B 错误; 贴着星球表面转的卫星的线速度即为第一宇宙速度, 而星球表面的万有引力提供向心力, 有 $G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{v^2}{R}$, 可得 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$, 则有 $\frac{v_{\text{月1}}}{v_{\text{地1}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{月}}}{M_{\text{地}}}} \cdot \frac{R_{\text{地}}}{R_{\text{月}}} = \sqrt{\frac{n}{k}}$, $v_{\text{月1}} = v_{\text{地1}} \sqrt{\frac{n}{k}}$, 故 C 错误; “嫦娥四号”绕月球转动, 由万有引力提供向心力, 有 $G\frac{M_{\text{月}}m'}{r^2} = m'\frac{v'^2}{r}$, 可得 $v' = \sqrt{\frac{GM_{\text{月}}}{r}} = \sqrt{\frac{GM_{\text{月}}}{qR_{\text{月}}}} = \sqrt{\frac{G\frac{M_{\text{地}}}{k}}{q\frac{R_{\text{地}}}{n}}} = \sqrt{\frac{GM_{\text{地}}}{R_{\text{地}}}} \sqrt{\frac{n}{kq}} = v_1 \sqrt{\frac{n}{kq}}$, 故 D 正确。
9. D 【解析】探测器在月球表面附近运动, 由万有引力提供向心力, 有 $G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{v^2}{R}$, 则月球的质量为 $M = \frac{v^2 R}{G}$, 由题中已知条件可求出月球质量, 故 A 能估算出; 探测器在月球表面附近运动, 万有引力等于重力, 有 $G\frac{Mm}{R^2} = mg_{\text{月}}$, 则月球表面的重力加速度为 $g_{\text{月}} = G\frac{M}{R^2}$, 故 B 能估算出; 探测器在 15 km 高处绕月运动, 有 $G\frac{Mm}{(R+h)^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}(R+h)$, 可得运动周期 $T = \sqrt{\frac{4\pi^2(R+h)^3}{GM}}$, 故 C 能估算出; 探测器悬停时发动机产生的推力大小等于万有引力大小, 但由于探测器的质量未知, 所以不能求出推力, 故 D 不能估算出。
10. A 【解析】地球自转缓慢变慢, 则地球自转周期增大, 同步卫星的周期变大, 根据 $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ 可知轨道半径变大, 同步卫星绕着地球做匀速圆周运动, 有 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$, 解得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 轨道半径变大, 则线速度减小, 故 A 正确; 近地卫星的轨道半径为地球半径, 近地卫星的轨道半径不变, 则近地卫星的周期不变, 故 B 错误; 地球自转缓慢变慢, 则地球自转周期增大, 角速度将减小, 地面上的物体做匀速圆周运动需要的向心力减小, 所以地球赤道处的重力加速度增大, 故 C 错误; 月球绕着地球做匀速圆周运动, 有 $G\frac{Mm}{r_{\text{月}}^2} = m\omega^2 r_{\text{月}}$, 解得 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r_{\text{月}}^3}}$, 月球以每年 4 cm 的速度远离地球, 则地、月间距增加, 月球绕地球做圆周运动的角速度将减小, 故 D 错误。
11. BC 【解析】“嫦娥四号”发射时, 先在距离地球较近的椭圆轨道上运动,

- 然后在近地点逐渐加速进入较远的椭圆轨道, 然后进入地月转移轨道, 最后被月球俘获, 所以“嫦娥四号”的发射速度大于第一宇宙速度, 小于第二宇宙速度, 选项 A 错误; 根据 $a = \frac{GM}{r^2}$ 可知, “嫦娥四号”在 100 km 环月轨道运行通过 P 点时的加速度和在椭圆环月轨道运行通过 P 点时加速度相同, 选项 B 正确; 根据开普勒第三定律, 因“嫦娥四号”在 100 km 环月轨道运动的半径大于在椭圆环月轨道运动的半长轴, 则“嫦娥四号”在 100 km 环月轨道运动的周期大于在椭圆环月轨道运动周期, 选项 C 正确; “嫦娥四号”在地月转移轨道经过 P 点时要刹车减速才能被月球俘获, 则“嫦娥四号”在地月转移轨道经过 P 点时的速度大于在 100 km 环月轨道经过 P 点时的速度, 选项 D 错误。
12. CD 【解析】为了减小与地面的撞击力, “嫦娥四号”着陆前的一小段时间内应向下减速, 加速度方向向上, 处于超重状态, 故 A 错误; “嫦娥四号”着陆前近月环绕月球做圆周运动, 万有引力提供向心力, 所以“嫦娥四号”处于失重状态, 故 B 错误; “嫦娥四号”着陆前近月环绕月球做圆周运动, 万有引力提供向心力, 有 $G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}R$, $G\frac{Mm}{R^2} = mg$, 解得 $T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$, 故 C 正确; 近月轨道上, 有 $G\frac{Mm}{R^2} = mg$, 解得 $M = \frac{gR^2}{G}$, 月球的体积为 $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, 月球的密度为 $\rho = \frac{M}{V} = \frac{3g}{4\pi GR}$, 故 D 正确。
13. AB 【解析】根据万有引力提供向心力得 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$, 解得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 两颗卫星的轨道半径相等, 所以运动速度大小相等, 故 A 正确; 根据万有引力提供向心力得 $G\frac{Mm}{r^2} = ma$, 解得 $a = \frac{GM}{r^2}$, 两颗卫星的轨道半径相等, 所以加速度大小相等, 故 B 正确; 根据万有引力提供向心力得, 向心力 $F = G\frac{Mm}{r^2}$, 由于两颗卫星质量不等, 所以向心力大小不等, 故 C 错误; 若卫星 1 向后喷气, 则其速度会增大, 卫星 1 将做离心运动, 所以卫星 1 不可能追上卫星 2, 故 D 错误。
- ### 专题训练 (六)
1. B 【解析】对球进行受力分析, 球受到竖直向下的重力, 斜面对它垂直斜面向上的弹力, 挡板对它水平向右的弹力, 而小球位移方向水平向左, 则挡板对球的弹力做负功, 而斜面对球的弹力做正功, 球做匀速运动, 根据动能定理可知, 合力不做功, 故 A、C、D 错误, B 正确。
2. C 【解析】轮轴边缘的线速度 $v = R\omega$, 根据题意, 物块移动的速度 $v = Rkt = t$, 因此物块的加速度为 1 m/s^2 , 根据牛顿第二定律得 $F - \mu mg = ma$, 解得 $F = 6 \text{ N}$, 选项 A、B 错误; 根据 $P = Fv$ 可知, 2 s 时拉力的瞬时功率为 12 W, 选项 C 正确; 根据 $W = Fx$ 可知, 前 2 s 内, 物块通过的位移 $x = \frac{1}{2}at^2 = 2 \text{ m}$, 所以前 2 s 内, 拉力对物块做功为 12 J, 选项 D 错误。
3. D 【解析】该车做曲线运动, 牵引力的方向变化, 牵引力不是恒力, 故选项 A 错误; 该车运动过程中所受合力方向变化, 合力不是恒力, 汽车所做运动不是匀变速运动, 故选项 B 错误; 汽车所做运动不是同一平面内的圆周运动, 故选项 C 错误; 汽车运动过程中牵引力大小和速率保持不变, 汽车运行功率恒定, 故选项 D 正确。
4. D 【解析】根据动能定理, 水枪对水做功等于水获得的动能, 则时间 t 内喷出水的质量为 $m = \rho V = \rho SL = \rho Svt$, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$, $P = \frac{W}{t} = \frac{E_k}{t} = \frac{\rho Svtv^2}{2t} = \frac{\rho Sv^3 t}{2t} = \frac{1}{2}\rho Sv^3$, 故 D 正确。
5. A 【解析】每次重心上升时, 克服重力做功 $W = mgh = 180 \text{ J}$, 所以挥动的功率为 $P = \frac{nW}{t} = \frac{20 \times 180}{60} \text{ W} = 60 \text{ W}$, 选项 A 正确。
6. D 【解析】根据 $P = Fv$ 得, $F = \frac{P}{v}$, 根据牛顿第二定律得 $F - f = ma$, 解得 $a = \frac{F - f}{m} = \frac{\frac{P}{v} - f}{m} = \frac{P}{mv} - \frac{f}{m}$, 可知图线的斜率 $k = \frac{P}{m} = \frac{2}{0.05} = 40$, $\frac{f}{m} = 2$, 因为汽车的质量已知, 所以可以求出汽车的功率 P 和汽车所受的阻力 f , 故 A、C 可以求出, 当牵引力大小等于阻力时, 速度最大, 最大速度 $v_m = \frac{P}{f}$, 所以可以求出最大速度, 故 B 可以求出, 根据动能定理知, $Pt - fx = \frac{1}{2}mv_m^2 - 0$, 由于汽车运动的位移未知, 则无法求出汽车运动到最大速度所需的时间, 故 D 不能求出。
7. B 【解析】根据动能定理可知, 第一次下滑过程, 有 $mgh_{AC} - \mu mgx_{BC} = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$, 第二次右滑过程, 有 $-\mu mgx_{BC} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$, 可知 v_1 一定大于 v_2 , 但 v_1 不一定大于 v_0 , 选项 A 错误, B 正确。设斜面的倾角为 θ , 第一次下滑时的加速度 $a = |g \sin \theta - \mu g \cos \theta|$, 第二次右滑时的加速度 $a' = \mu g$, 无法判断 a 与 a' 的关系, 选项 C 错误; 损失的机械能是因为摩擦力做功, 前后两次摩擦力做功相同, 所以损失的机械能是一样的, 选项 D 错误。
8. A 【解析】根据图像可以判断, 动能改变量等于合外力做的功, 因此图像的斜率代表合外力, 即 $F + f = 5 \text{ N}$, $F - f = 1 \text{ N}$, 联立解得 $F = 3 \text{ N}$, $f = 2 \text{ N}$, 选项 B、C 错误; 物体先减速至速度为 0, 机械能减小, 在外力 F 作用下, 反向加速, 动能变大, 机械能增加, 选项 D 错误; 根据 $f = \mu mg$ 可知 $m = 2 \text{ kg}$, 选项 A 正确。
9. (1) $\sqrt{5} \text{ m/s}$ (2) 37.5 J (3) $5 \text{ s} \leq t \leq 5.55 \text{ s}$

- 【解析】(1)从 B 到 C 过程,根据动能定理得 $-mg \cdot 2R_1 = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$
- 解得 $v_C = \sqrt{5} \text{ m/s}$
- 在 C 点时,根据牛顿第二定律得 $mg + F_N = m \frac{v_C^2}{R_1}$
- 解得 $F_N = 0$
- 由牛顿第三定律知,其对轨道的压力 $F'_N = F_N = 0$
- (2)从 A 到 B 过程,设赛车克服阻力所做的功为 W_f ,根据动能定理得 $Pt_0 - W_f = \frac{1}{2}mv_B^2$
- 解得 $W_f = 37.5 \text{ J}$
- (3)从 B 到 F 过程,根据动能定理得 $-mg \cdot 2R_2(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv_F^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$
- 解得 $v_F = 1 \text{ m/s}$
- 即在恰好能过 C 点的情况下,赛车到达 F 点时速度为 1 m/s .
- 要使赛车在 F 点时对管道上壁无压力并从 F 点水平飞出,则 $v_{F\max} = \sqrt{gR_2} = \sqrt{12} \text{ m/s}$
- 在 F 点的速度应满足 $0 \leq v_F \leq \sqrt{12} \text{ m/s}$
- 综上所述结论可得 $1 \text{ m/s} \leq v_F \leq \sqrt{12} \text{ m/s}$
- 从 A 到 F 过程,由动能定理得 $Pt - W_f - mg \cdot 2R_2(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv_{F\max}^2$
- 解得 $t = 5.55 \text{ s}$
- 综上可得 $5 \text{ s} \leq t \leq 5.55 \text{ s}$

10. (1) 4 m/s (2) $\frac{61}{8} \text{ N}$, 方向向下 (3) $\frac{1}{32}$

【解析】(1)根据几何关系得 $\theta = 53^\circ$

由 $0.8 \text{ m} = \frac{1}{2}R + R \cos \theta$

解得 $R = \frac{8}{11} \text{ m}$

根据动能定理得 $\frac{1}{2}mv_B^2 = mg \left(\frac{1}{2}R + R \cos \theta \right)$

解得 $v_B = 4 \text{ m/s}$

(2)小球与轨道 AB 间无作用时,有

$1.2 \text{ m} = v_0 t$

$0.8 \text{ m} = \frac{1}{2}gt^2$

解得 $v_0 = 3 \text{ m/s}$

小球从 A 到 D ,根据动能定理得 $-mg \frac{R}{2} = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

根据牛顿第二定律得 $F_D + mg = m \frac{v_D^2}{R}$

解得 $F_D = -\frac{61}{8} \text{ N}$

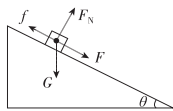
由牛顿第三定律知,小球对轨道的作用力大小为 $\frac{61}{8} \text{ N}$,方向向下.

(3)由动能定理得 $-2\mu mg \cdot 1.9R - mg \frac{R}{2} = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$

解得 $\mu = \frac{1}{32}$

专题训练(七)

1. D 【解析】物体上升过程中,动能和重力势能增加,同时由于摩擦生热,人体消耗的化学能等于物体机械能的增量与系统内能之和,故选项 D 正确.
2. B 【解析】每月重力势能转化为电能的能量为 $1 \times 10^3 \times 0.5 \times 10 \times 100 \times 0.2 \times 3600 \times 24 \times 30 \text{ J} = 2.6 \times 10^{11} \text{ J}$,按一户家庭 3 口人进行估算,三口之家一个月用电量为 $60 \times 1000 \times 3600 \times 3 \text{ J} = 6.48 \times 10^8 \text{ J}$,则可满足 $\frac{2.6 \times 10^{11}}{6.48 \times 10^8} \approx 400$ 户家庭正常用电.
3. C 【解析】对物体受力分析如图所示,物体由静止开始向下运动,根据牛顿第二定律有 $mg \sin \theta + F - f = ma$,且 $f = \mu mg \cos \theta$,由图像可知,在 $0 \sim x_1$ 过程中,物体的机械能减少,即 $\Delta E = (F - \mu mg \cos \theta) \cdot x < 0$,由 $E-x$ 图线的斜率绝对值减小知 F 增大,所以物体做加速度变大的加速运动,在 $x_1 \sim x_2$ 过程中,由图像知图线的斜率为零,则 $F = \mu mg \cos \theta$,此时加速度为 $g \sin \theta$,A、B 错误,C 正确;在 $0 \sim x_2$ 过程中,拉力 F 做的功为 $W_F = E_2 - E_1 + \mu mg \cos \theta \cdot x_2$,D 错误.
4. D 【解析】根据图像可知,当 $x = h + x_0$ 时,小球的重力大小等于弹簧的弹力,此时小球具有最大速度,对弹簧和小球组成的系统,由机械能守恒定律可知,重力势能与弹性势能之和最小,故 A 正确;小球刚落到弹簧上时,弹力小于重力,小球加速度向下,速度增大,随弹力的增加,加速度减小,当弹力大小等于重力时,加速度为零,此时速度最大,然后向下运动时,弹力大于重力,小球的加速度向上且逐渐变大,小球做减速运动直到最低点,则小球落到弹簧上向下运动到最低点的过程中,速度先增大后减小,加速度先减小后增大,故 B 正确;在 $x = h + x_0$ 位置时,有 $mg = kx_0$,在 $x = h + 2x_0$ 位置时,有 $k \cdot 2x_0 - mg = ma$,解得 $a = g$,选项 C 正确;小球由静止下落至达到最大速度的过程中,根据动能定理可知 $mg(h + x_0) - W_{\text{弹}} = \frac{1}{2}mv_m^2$,故小球动能的最大值小于 $mg(h + x_0)$,故 D 错误.



5. C 【解析】根据平抛运动知识可知,喷出去的水在空中运动时间为 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 2 \text{ s}$,所以水的初速度为 $v_0 = 30 \text{ m/s}$,选项 A 错误;设水泵输出功率为 P ,根据能量守恒定律,设单位时间内有质量为 m_0 的水喷出,喷水时间为 t ,则 $Pt\eta = \frac{1}{2}m_0v_0^2 + m_0tgH$,解得 $P = 125 \text{ kW}$,选项 C 正确,B 错误;
- 如果将水炮放在原位距正下方离地 20 m 高处,通过上述公式可知,高度降低,所以输出的水的初速度增大,因此落点应该在一楼上面,无法对一楼地面点火灭火,选项 D 错误.
6. C 【解析】整个系统静止时,轻绳和弹簧中的拉力均为 F_1 ,则 $2F_1 \sin \theta = mg$,缩短两悬点之间距离,则 θ 变大,拉力 F_1 变小,故 A 错误.剪断弹簧后,小球往下摆动,绳子拉力不做功,所以机械能守恒,当摆动到最低点时,在最低处时,有 $F_2 - mg = m \frac{v^2}{L}$,可知拉力大于重力,故 B 错误.剪断弹簧后,小球摆动到最低处时,有 $mgL(1 - \sin \theta) = \frac{1}{2}mv^2$,在最低处时,有 $F_2 - mg = m \frac{v^2}{L}$,联立解得 $F_2 = 3mg - 2mg \sin \theta$, $\frac{F_2}{F_1} = \frac{3mg - 2mg \sin \theta}{\frac{mg}{2 \sin \theta}}$,当 $\sin \theta = \frac{3}{4}$ 时, $\frac{F_2}{F_1}$ 取最大值,即 $\frac{F_2}{F_1} \leq 2.25$,故 C 正确.假设剪断左侧绳子,小球在摆动过程中小球与弹簧构成的系统机械能守恒,弹簧弹性势能增加,所以小球的机械能减少,故 D 错误.
7. D 【解析】 q 在 C 正下方某处时, Q 在 B 处所受的合力为零,在此处的速率最大,故 A 错误; Q 的机械能 E 等于 Q 的动能与重力势能之和,由功能关系有 $\Delta E = W_{\text{弹}} + W_{\text{电}}$,而弹簧的弹力一直做负功,即 $W_{\text{弹}} < 0$,库仑力也一直做负功,即 $W_{\text{电}} < 0$,则 $\Delta E < 0$,即 Q 的机械能不断减小,故 C 错误;因小球 q 固定不动,则其机械能不变,因 Q 的机械能不断变小,故 $Q、q$ 两球组成的系统的机械能不断减小,故 B 错误; Q 在 B 处时加速度为零,则 Q 从 A 运动到 B 的过程中,加速度一直减小到零,从 B 到 C 过程中,加速度反向增大,故 D 正确.
8. BD 【解析】物块 A 下落过程中到达最低点时,弹簧的压缩量最大,此时物块 B 对地面的压力最大,选项 A 错误,B 正确;当物块 B 刚好离开地面时,有 $k\Delta x = mg$,由能量关系可知 $mgh = mg\Delta x + E_p$,当 A 的质量 $M = 2m$ 时,有 $2mgH = 2mg\Delta x + E_p$,解得 $H = \frac{1}{2} \left(h + \frac{mg}{k} \right)$,故选项 C 错误,D 正确.
9. (1) 1080 N ,方向竖直向下 (2) 8 m/s 方向为顺时针 (3) 1920 J
- 【解析】(1)参赛者从 A 到 B 的过程,由机械能守恒定律得 $mgR(1 - \cos 53^\circ) = \frac{1}{2}mv_B^2 - 0$
- 解得 $v_B = 4 \text{ m/s}$
- 在 B 点时,对参赛者,由牛顿第二定律得 $F_N - mg = m \frac{v_B^2}{R}$
- 解得 $F_N = 1080 \text{ N}$
- 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 $F'_N = F_N = 1080 \text{ N}$,方向竖直向下
- (2)参赛者由 C 到 D 的过程,由动能定理得 $-\mu_2 mgL_2 = 0 - \frac{1}{2}mv_C^2$
- 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 点时速度为 v ,由动能定理得 $\mu_1 mgL_1 = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$
- 解得 $v = \sqrt{76} \text{ m/s} > v_C = 8 \text{ m/s}$
- 参赛者在传送带上先匀加速运动再匀速运动,所以传送带运动速度 $v_{\text{传}} = v_C = 8 \text{ m/s}$,方向沿顺时针方向
- (3)参赛者在传送带上匀加速运动的时间为 $t = \frac{v_C - v_B}{\mu_1 g} = \frac{8 - 4}{0.5 \times 10} \text{ s} = 0.8 \text{ s}$
- 此过程中参赛者与传送带间的相对位移大小为 $\Delta x = v_{\text{传}} t - \frac{v_B + v_C}{2} t = 1.6 \text{ m}$
- 传送带由于传送参赛者多消耗的电能为 $E = Q + \Delta E_k = \mu_1 mg \Delta x + \left(\frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 \right) = 1920 \text{ J}$
10. (1) 1500 N (2) 能 (3) 900 J
- 【解析】(1)设第一次经过圆弧最低点 C 时速度大小为 v ,根据机械能守恒定律得 $\frac{1}{2}mv^2 = mgR$
- 设第一次经过圆弧最低点 C 时受到的支持力大小为 F ,则 $F - mg = m \frac{v^2}{R}$
- 联立解得 $F = 1500 \text{ N}$
- (2)设从 A 到 D 过程中 BC 段摩擦力做功为 W ,由动能定理得 $mg(h - R) + W = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$
- 解得 $W = -125 \text{ J}$
- 设运动员在 D 点相对 A 点具有的重力势能为 E_p ,则 $E_p = mg(R - h) = 500 \text{ J}$
- 因 $E_p > |W|$,所以能从 D 点返回到 A 点
- (3)由题意,运动员从 D 点上升到最高点所经历的时间 $t = 0.6 \text{ s}$.设 t 时间内上升的高度为 H ,则 $H = \frac{1}{2}gt^2$
- 根据功能关系,蹬地增加的动能转化为上升 H 高度增加的重力势能,即 $E_k = mgH$
- 解得 $E_k = 900 \text{ J}$

专题训练（八）

- C 【解析】跳远比赛时,每次运动员从与沙坑接触到静止,动量的变化量相等,设为 Δp ,由动量定理可知,人受到的合力的冲量 $I=\Delta p$ 是一定的,沙坑里填沙后人落在沙坑中延长了人与沙坑的接触时间, t 变大,由动量定理得 $\Delta p=Ft$,即 $\frac{\Delta p}{\Delta t}=F$, Δp 一定, t 越长,动量变化率越小,人受到的合外力越小,故 C 正确.
- B 【解析】对系统,在水平方向上所受合外力为零,则在水平方向上动量守恒,选项 D 错误;物块下滑时做减速运动,则水平向左的动量减小,由动量守恒定律可知,斜面体水平向左的动量必然增加,即斜面体向左运动,选项 A 错误;物块的动能和重力势能均减小,故机械能减小,则斜面体对物块做负功,选项 B 正确;物块在竖直方向的加速度有向上的分量,可知物块超重,则地面给斜面体的支持力大于 $(m+M)g$,选项 C 错误.
- D 【解析】设 A 球的质量为 m_1 , B 球的质量为 m_2 ,碰前 A 球的速度为 v_0 , A 与 B 发生弹性碰撞,则 $m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$, $\frac{1}{2} m_1 v_0^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$,解得 $v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_0$, $v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_0$,根据 $v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_0$,当 A、B 两球质量相等时,碰后 A 的速度为零, B 获得了 A 碰前的全部动能, B 球获得了最大动能,故 A 正确.根据 $v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_0$,当 A 球质量远大于 B 球质量时, B 球获得最大速度,接近碰前 A 速度的 2 倍,故 B 正确.根据 $v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_0$,当 A 球质量远小于 B 球质量时, A 球几乎以原速率反弹, A 球被弹回的速度最大, B 球获得的动量接近 A 球初始动量的 2 倍, B 球获得了最大动量,故 C 正确.由上面三项分析知, D 错误.
- C 【解析】由图像可知, C 与 A 碰前速度为 $v_1=9$ m/s,碰后速度为 $v_2=3$ m/s, C 与 A 碰撞过程中动量守恒,以 C 的初速度方向为正方向,由动量守恒定律得 $m_C v_1 = (m_A + m_C) v_2$,解得 $m_C = 2$ kg, 12 s 末 A 和 C 的速度为 $v_3 = -3$ m/s, 4~12 s 时间内,墙对 B 的冲量为 $I = (m_A + m_C) v_3 - (m_A + m_C) v_2 = -36$ N·s,方向向左,即墙壁对物块 B 的弹力在 4 s 到 12 s 的时间内对 B 的冲量 I 的大小为 36 N·s,故 C 正确.
- A 【解析】设探测器的质量为 m ,行星的质量为 M ,探测器和行星发生弹性碰撞.对于模型一:设向左为正方向,由动量守恒定律得 $Mu - mv_0 = mv_1 + Mu_1$,由能量守恒定律得 $\frac{1}{2} Mu^2 + \frac{1}{2} mv_0^2 = \frac{1}{2} mv_1^2 + \frac{1}{2} Mu_1^2$,联立解得探测器碰后的速度 $v_1 = \frac{2Mu + Mv_0 - mv_0}{M + m}$,因 $M \gg m$,则 $v_1 \approx 2u + v_0 > v_0$,故 A 正确, B 错误;对于模型二:设向左为正方向,由动量守恒定律得 $Mu + mv_0 = -mv_2 + Mu_2$,由能量守恒定律得 $\frac{1}{2} Mu^2 + \frac{1}{2} mv_0^2 = \frac{1}{2} mv_2^2 + \frac{1}{2} Mu_2^2$,联立解得探测器碰后的速度 $v_2 = \frac{Mv_0 - 2Mu - mv_0}{M + m}$,因 $M \gg m$,则 $v_2 \approx v_0 - 2u < v_0$,故 C、D 错误.
- BC 【解析】由动能定理可知 $Pt = \frac{1}{2} mv^2$, $t=1$ s,解得 $v = \sqrt{\frac{2P}{m}}$,选项 B 正确, A 错误;由动量守恒定律可知 $0 = Mv_1 - m\Delta t \cdot v$,则有 $\sqrt{2ME_k} = m\Delta t v = m\Delta t \sqrt{\frac{2P}{m}}$,解得 $E_k = \frac{mP(\Delta t)^2}{M}$,故 C 正确, D 错误.
- ABC 【解析】若 A 球和 B 球发生弹性碰撞,则以向右为正方向,根据动量守恒定律得 $mv_0 = mv_1 + 3mv_2$,碰撞前后系统总动能相等,有 $\frac{1}{2} mv_0^2 = \frac{1}{2} mv_1^2 + \frac{1}{2} \times 3mv_2^2$,联立解得 $v_1 = -\frac{v_0}{2}$,负号表示 A 球的速度方向向左;若 A 球和 B 球发生完全非弹性碰撞,则由动量守恒定律得 $mv_0 = 4mv$,解得 $v = \frac{v_0}{4}$,所以 A 球速度方向若向右,则满足 $0 \leq v_A \leq \frac{v_0}{4}$, A 球速度方向若向左,则满足 $0 \leq v_A \leq \frac{v_0}{2}$,选项 A、B、C 正确.
- ABD 【解析】取水平向右为正方向,当 A 的速度为零时,根据动量守恒定律得 $(M-m)v_0 = Mv_1$,解得 $v_1 = 3.75$ m/s,当 A、B 速度相同时,根据动量守恒定律得 $(M-m)v_0 = (M+m)v_2$,解得 $v_2 = 3$ m/s,则在木块 A 做加速运动的时间内,木块 B 的速度范围为 3 m/s $< v < 3.75$ m/s,故 A、B 正确;设当两者速度相等时, A 在 B 上滑行的距离为 x ,由能量守恒定律得 $\mu mgx = \frac{1}{2} mv_0^2 + \frac{1}{2} Mv_0^2 - \frac{1}{2} (M+m)v_2^2$,解得 $x = 8$ m,所以长木板的长度 $L \geq 8$ m,故 D 正确, C 错误.
- BC 【解析】 $x-t$ 图像的斜率表示速度,因此碰撞前 A、B 两球都做匀速运动,故 A 错误;碰撞前,有 $v_A = -3$ m/s, $v_B = 2$ m/s,碰撞后,有 $v_A' = v_B' = -1$ m/s,碰撞前后 A 的动量变化为 $\Delta p_A = mv_A' - mv_A = 2 \times (-1)$ kg·m/s $- 2 \times (-3)$ kg·m/s $= 4$ kg·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 $\Delta p_B = -\Delta p_A = -4$ kg·m/s,又 $\Delta p_B = m_B(v_B' - v_B)$,解得 $m_B = \frac{4}{3}$ kg, C 正确; A 与 B 碰撞前的总动量为 $p_B = mv_A + m_B v_B = 2 \times (-3)$ kg·m/s $+ \frac{4}{3} \times 2$ kg·m/s $= -\frac{10}{3}$ kg·m/s,故 D 错误.
- (1) 3.0 m/s (2) 4.3 m/s
【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 $\mu m_B g = m_B a_B$ ①
式中 μ 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 $v_B'^2 = 2a_B s_B$ ②

联立①②式并利用题给数据得

$$v_B = 3.0 \text{ m/s}$$

(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

$$\mu m_A g = m_A a_A$$

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

$$v_A'^2 = 2a_A s_A$$

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 $m_A v_A = m_A v_A' + m_B v_B'$

联立③④⑤⑥式并利用题给数据得

$$v_A = 4.3 \text{ m/s}$$

11. (1) \sqrt{gR} (2) $\frac{15}{4} mgR$ (3) $\frac{5}{16}$

【解析】(1) 滑块 1 恰能经过 B 点,则有 $mg = m \frac{v_B^2}{R}$

$$\text{解得 } v_B = \sqrt{gR}$$

(2) 滑块 1 从 A 点运动到 B 点的过程中,根据动能定理有 $-mg \cdot 2R = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2$

$$\text{解得 } v_A = \sqrt{5gR}$$

滑块 1、2 被弹簧弹开时,根据动量守恒定律有 $m v_A = 2m v$

根据能量守恒定律得 $E_p = \frac{1}{2} m v_A^2 + \frac{1}{2} \cdot 2m v^2$

联立解得 $E_p = \frac{15}{4} mgR$

(3) 滑块 1 经过 B 点后做平抛运动,在水平方向上有 $x = v_B t$

在竖直方向上有 $2R = \frac{1}{2} g t^2$

滑块 2 在水平方向上做减速运动,根据动能定理得 $-\mu \cdot 2mg \cdot x = 0 - \frac{1}{2} \cdot 2m v^2$

联立解得 $\mu = \frac{5}{16}$

专题训练（九）

1. (1) 0.2 s (2) 1.25 J (3) 0.32 m (4) 3.712 5 m

【解析】(1) 滑块由 C 到 D 做平抛运动,有 $h = \frac{1}{2} g t^2$

解得 $t = 0.2$ s

(2) 设滑块在 D 时的竖直速度为 v_{Dy} ,水平速度为 v_{Dx} ,滑块在 C 时的速度为 v_C ,则

$$v_{Dy} = gt = 2 \text{ m/s}$$

$$\frac{v_{Dy}}{v_{Dx}} = \tan 30^\circ$$

$$v_C = v_{Dx} = 2\sqrt{3} \text{ m/s}$$

设滑块在 A 点时的动能为 E_{kA} ,根据动能定理得 $-\mu mg(x_1 + x_2) = \frac{1}{2} m v_C^2 - E_{kA}$

联立解得 $E_{kA} = 1.25$ J

(3) 设竖直圆轨道的最大半径为 R ,滑块在圆轨道的最高点时的速度至少为 v ,则有 $mg = m \frac{v^2}{R}$

由动能定理得 $2mgR - \mu mgx_2 = \frac{1}{2} m v_C^2 - \frac{1}{2} m v^2$

联立解得 $R = 0.32$ m

(4) 滑块到达 D 点时的速度为 $v_D = 4.0$ m/s

设滑块到达 E 点的速度为 v_E ,由机械能守恒定律得 $\frac{1}{2} m v_D^2 + mgL \sin \theta = \frac{1}{2} m v_E^2$

$$\text{解得 } v_E = 5.0 \text{ m/s}$$

设第一次碰后速度为 v_1 ,第二次碰后速度为 v_2 ,第 n 次碰后速度为 v_n ,则 $v_1 = 3.0$ m/s

第一次反弹上滑距离 $x_1 = \frac{v_1^2}{2g \sin \theta} = 0.9$ m $= L$

第二次反弹上滑距离 $x_2 = \left(\frac{3}{5}\right)^2 x_1 = \frac{9}{25} x_1$

第三次反弹上滑距离 $x_3 = \left(\frac{3}{5}\right)^2 x_2 = \left(\frac{9}{25}\right)^2 x_1$

第 n 次反弹上滑距离 $x_n = \left(\frac{3}{5}\right)^2 x_{n-1} = \left(\frac{9}{25}\right)^{n-1} x_1$

滑块在倾斜轨道上运动的路程 $x = L + 2(x_1 + x_2 + \cdots + x_n) = 0.9$ m $+ 2 \times \frac{0.9}{1 - \frac{9}{25}}$ m $= 3.712$ 5 m

2. (1) 24 N (2) 在 C 点正上方与 C 点的竖直距离为 1.8 m 处 (3) -12 J

(4) $\frac{26}{7} \sqrt{14}$ m/s 方向水平向左

【解析】(1) 设带电体到达 C 时的速度为 v ,由动能定理得 $qE(L+R) - \mu mgL - mgR = \frac{1}{2} m v^2$

解得 $v = \sqrt{90}$ m/s

在 C 点,由向心力公式有 $F_N - qE = m \frac{v^2}{R}$

- 解得 $F_N = 24 \text{ N}$
 由牛顿第三定律可得,带电体对轨道的压力大小为 24 N
 (2)设带电体沿竖直轨道 CD 上升的最大高度为 h ,由动能定理得 $-mgh - \mu qEh = 0 - \frac{1}{2}mv^2$
 解得 $h = 1.8 \text{ m}$
 在最高点时,带电体受到的最大静摩擦力 $f_{\max} = \mu qE = 3 \text{ N}$
 重力 $G = mg = 2 \text{ N}$
 因为 $G < f_{\max}$
 所以带电体最终静止在 C 点正上方与 C 的竖直距离为 1.8 m 处
 (3) $\Delta E_k = -qE(R+L) = -12 \text{ J}$
 即电势能减小了 12 J
 (4)设所给速度大小为 v_0 ,方向水平向左,接着带电体在水平方向上做匀减速直线运动,在竖直方向上做匀加速运动.要能回到 A 点,则水平方向上,有 $qE = ma_x$
 $a_x = 30 \text{ m/s}^2$
 $L + R = v_0 t - \frac{1}{2}a_x t^2$
 竖直方向上,有
 $h + R = \frac{1}{2}gt^2$
 解得 $v_0 = \frac{26}{7}\sqrt{14} \text{ m/s}$
 速度方向水平向左
3. (1) $2\sqrt{10} \text{ m/s}$. (2) 25 J (3) $\frac{9}{4} \text{ W}$

【解析】(1)根据机械能守恒定律得 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$

解得导体棒刚进入凹槽时的速度大小 $v = 2\sqrt{10} \text{ m/s}$.
 (2)导体棒在凹槽导轨上运动过程中发生电磁感应现象,产生感应电流,最终整个系统处于静止,导体棒停在凹槽最低点.
 根据能量守恒定律可知,整个过程中系统产生的热量 $Q = mg(h+r) = 25 \text{ J}$.
 (3)设导体棒第一次通过最低点时速度大小为 v_1 ,凹槽速度大小为 v_2 ,导体棒在凹槽内运动时,系统在水平方向上的动量守恒,有 $mv_1 = Mv_2$
 由能量守恒定律得 $\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 = mg(h+r) - Q_1$
 导体棒第一次通过最低点时,感应电动势 $E = BLv_1 + BLv_2$
 回路电功率 $P = \frac{E^2}{R}$
 联立解得 $P = \frac{9}{4} \text{ W}$

4. (1) 1.732 s (2) 20 m/s (3) $\frac{1}{6} < \mu \leq \frac{1}{2}$

【解析】(1)由于 $h_1 = 30 \text{ m}$, $h_2 = 15 \text{ m}$,设从 A 运动到 B 的时间为 t ,则 $h_1 - h_2 = \frac{1}{2}gt^2$,
 解得 $t = 1.732 \text{ s}$
 (2)由 $R = h_1/R \cos \theta = h_1 - h_2$ 得 $\theta = 60^\circ$
 设物块乙平抛的水平速度是 v_1 ,有 $\frac{gt}{v_1} = \tan 60^\circ$,
 解得 $v_1 = 10 \text{ m/s}$
 甲与乙发生碰撞的过程中,系统的动量守恒,选取向右为正方向,由动量守恒定律得 $m_{\text{甲}}v_0 = m_{\text{乙}}v_1$
 由于 $m_{\text{乙}} = 2m_{\text{甲}}$,
 解得 $v_0 = 20 \text{ m/s}$
 (3)设物块乙在水平轨道 CD 上通过的总路程为 s ,根据题意,该路程的最大值是 $s_{\max} = 3l$,最小值是 $s_{\min} = l$
 路程最大时,动摩擦因数最小;路程最小时,动摩擦因数最大.

由能量守恒定律得 $m_{\text{乙}}gh_1 + \frac{1}{2}m_{\text{乙}}v_1^2 = \mu_{\min}m_{\text{乙}}gLs_{\max}$,

$$m_{\text{乙}}gh_1 + \frac{1}{2}m_{\text{乙}}v_1^2 = \mu_{\max}m_{\text{乙}}gLs_{\min},$$

$$\text{解得 } \mu_{\max} = \frac{1}{2}, \mu_{\min} = \frac{1}{6}$$

$$\text{故 } \frac{1}{6} < \mu \leq \frac{1}{2}$$

专题训练(十)

- C 【解析】由电场线的方向可以确定 Q_1 带正电, Q_2 带负电, A 错误;由电场线的疏密可以判断 Q_1 的电荷量比 Q_2 的电荷量多, B 错误;沿电场线方向电势降低,所以 A 点的电势比 B 点高, C 正确;电场线只是为了表示电场分布情况而引入的带箭头的曲线,电场中没有电场线的地方场强不为零, D 错误.
- B 【解析】根据等量异种点电荷的电场分布情况可知,场强方向沿电场线的切线方向,而不是沿椭圆的切线方向, A 错误; a, b 及 e, f 分别关于 O 点对称,电场强度大小相等,方向也相同, B 正确; e 点电势高, f 点电势低,所以把正电荷从 e 点移到 f 点时,电场力做正功, C 错误; O 点电势为零,在椭圆面上只有 c, d 点的电势为零,其他点的电势又不都相同,故将一电荷从 O 点移到椭圆面上的不同点时,电场力做功不同,电势能变化量也不同, D 错误.
- B 【解析】由电场线分布可知,从 O 到 A 点,电场线先由密到疏,再由疏到密,则电场强度先减小后增大,粒子受到的电场力先减小后增大,加速度先减小后增大,选项 B 正确; $v-t$ 图像的斜率表示加速度,加速度先减小后增大, $v-t$ 图像的斜率先减小后增大,选项 A 错误;沿着电场线方向电势逐渐降低,根据匀强电场中电势差与电场强度的关系可知, $\varphi-x$ 图像的斜率

表示电场强度的大小,该图像切线的斜率应先减小后增大,选项 C 错误;根据动能定理可知, E_k-x 图像的斜率表示粒子受到的电场力,故斜率应先减小后增大,选项 D 错误.

- C 【解析】根据匀强电场中电势差与电场强度的关系可知, $\varphi-x$ 图像的斜率表示电场强度,由图像可知, $x=4 \text{ m}$ 处的电场强度不为零,选项 A 错误;沿着电场线方向电势逐渐降低,但 $x=4 \text{ m}$ 处电场方向不一定沿 x 轴正方向,选项 B 错误;从 O 点到 $x=6 \text{ m}$ 处,电势降低了 8 V ,电场力对负电荷做功 -8 eV ,根据功能关系可知,其电势能增大 8 eV ,选项 C 正确;沿 x 轴正方向,图像斜率的绝对值先减小后增大,故电场强度先减小后增大,选项 D 错误.
- D 【解析】电荷间的作用是相互的,故两小球受到的静电力大小相等, A、C 错误;由于 A 球的加速度大小为 B 球的两倍,可知 A 球的质量为 B 球质量的一半,由 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(at)^2$ 可知, A 球的动能是 B 球动能的两倍, B 错误;改变 A 球的电荷量大小后,因 A, B 间的静电力大小相等,故加速度始终与质量成反比, D 正确.
- A 【解析】磁体与金属圆环间的磁场向右,电流由高压电源的正极流向负极,根据左手定则可以判断,从右侧观察,放电电流将发生顺时针旋转,故选项 A 正确.
- D 【解析】根据安培定则和左手定则可知,滑块受到的洛伦兹力方向竖直向上或向下,则滑块所受的支持力减小或增大,滑块所受的滑动摩擦力与速度方向相反,滑块一定做减速直线运动,故 A、B、C 错误, D 正确.
- B 【解析】由受力分析可知,天平平衡时,有 $m_{\text{左}}g = m_{\text{右}}g + nB \frac{E}{r+R_1}l$,当天平左端再加质量为 m 的砝码,天平平衡时,外电阻为 R_2 ,则 $(m_{\text{左}}+m)g = m_{\text{右}}g + nB \frac{E}{r+R_2}l$,由两式可知, $R_1 > R_2$,且得 $B = \frac{mg(R_1+r)(R_2+r)}{nE(R_1-R_2)}$, B 正确.
- BCD 【解析】导电涂层和导电溶液等效于电容器的两块极板,开关闭合时,导电涂层带正电,有电流从下往上流过电流计时,表示电容器极板上带电荷量减小,此时极板间的电压不变,根据 $Q=CU$ 可知, C 变小,根据 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi kd}$ 可知, S 变小,所以液面降低了, B、C 正确,原来带电荷量为 Q 时,设液面高度为 H ,则 $C = \frac{Q}{U} = \frac{2\pi rH\epsilon_r}{4\pi kd}$,后来经过时间 t 后,设液面高度为 h ,放出电荷量为 $\Delta Q = It$,则 $C' = \frac{Q-It}{U} = \frac{2\pi r h \epsilon_r}{4\pi kd}$,所以 $H-h = \frac{2kdIt}{U\epsilon_r r}$, D 正确.
- AD 【解析】等量异种点电荷连线的中垂线为等势线,且 $\varphi_0 = 0$, a 点电势大于零, c 点电势小于零,所以 $\varphi_a > \varphi_0 > \varphi_c$,故 A 正确;根据电场的叠加原理可知, a, d 两点的电场强度大小相等,方向不同,故 B 错误;由等量异种点电荷周围电场线分布可知,在两点电荷连线上,电场强度先减小后增大,且 O 点电场强度最小,故 C 错误;根据电场的叠加原理可知, $E_0 = \frac{2kQ}{\left(\frac{L}{2}\right)^2}$,其余四点的电场强度均小于 E_0 ,故 D 正确.

11. (1) $2mg - k \frac{Qq}{4r^2}$, 方向竖直向下 (2) 增加 $\frac{1}{2}mgr$

【解析】(1)小球沿光滑绝缘轨道做圆周运动,在 D 点时,有 $F_N + k \frac{Qq}{(2r)^2} - mg = m \frac{v^2}{r}$
 其中 $v = \sqrt{gr}$

$$\text{联立解得 } F_N = 2mg - k \frac{Qq}{4r^2}$$

根据牛顿第三定律可知,小球在 D 点对轨道的压力大小为 $2mg - k \frac{Qq}{4r^2}$,方向竖直向下.

(2)从 A 到 D 运动过程中,根据动能定理得 $mgr + W_{\text{电}} = \frac{1}{2}mv^2 - 0$

$$\text{故电场力做功 } W_{\text{电}} = -\frac{1}{2}mgr$$

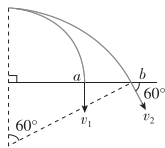
根据功能关系可知,电势能增加 $\frac{1}{2}mgr$.

专题训练(十一)

- D 【解析】从释放至到达 b 孔过程中,带电油滴先做加速运动,后做减速运动,克服电场力做功等于重力做功,在 b 孔处合力向上,电场力大于重力, A 错误;若把 A 板上移,两板间电势差不变,到达 b 孔时重力做的功仍等于克服电场力做的功,所以带电油滴将刚好能到 b 孔, B 错误;若将 B 板下移,则到达 b 孔时,重力做功增加,而静电力做功不变,故一定能够到达 b 孔, C 错误;若将油滴释放位置上移,无论 A 板如何移动,到 b 孔时重力做的功都比电场力做的功大,故能到达 b 孔, D 正确.
- C 【解析】三个质点在水平方向上做匀速直线运动,在竖直方向上做初速度为零的匀变速直线运动,由于质点在水平方向上的速度相等,由 $t = \frac{x}{v_0}$ 可知,甲运动的时间最短,丙运动的时间最长,由于质点在竖直方向上位移相等,根据 $h = \frac{1}{2}at^2$ 可知,甲的加速度最大,丙的加速度最小,根据受力分析可知,甲带正电,乙不带电,丙带负电, A、B 错误, C 正确.电场力对甲做正功,对丙做负功,对乙不做功,所以到达负极板时甲的动能最大,丙的动能最小, D 错误.
- C 【解析】小球在水平方向上做初速度为零的匀加速运动,小球在竖直方向上上升和下落的时间相同,由匀变速直线运动位移与时间的关系可知,水平位移之比 $x_1 : x_2 = 1 : 3$,选项 A、B 错误;设小球在 M 点时的水平分速度为 v_x ,则小球在 B 点时的水平分速度为 $2v_x$,根据题意有 $-\frac{1}{2}mv_0^2 = 8 \text{ J}$,

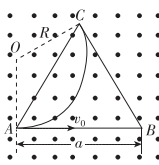
$\frac{1}{2}mv_x^2 = 6 \text{ J}$,因而在 B 点时小球的动能为 $E_{kB} = \frac{1}{2}m[v_0^2 + (2v_x)^2] = 32 \text{ J}$,选项 C 正确;由题意知,小球受到的合外力为重力与电场力的合力,为恒力,小球在 A 点时, $F_{\text{合}}$ 与速度之间的夹角为钝角,小球在 M 点时,速度与 $F_{\text{合}}$ 之间的夹角为锐角,即 $F_{\text{合}}$ 对小球先做负功再做正功,由动能定理知,小球从 A 到 M 过程中,动能先减小后增大,小球从 M 到 B 的过程中,合外力一直做正功,动能一直增大,故小球从 A 运动到 B 的过程中的最小动能一定小于 6 J ,选项 D 错误。

4. D 【解析】如图所示,可求出从 a 点射出的粒子轨迹对应的圆心角为 90° ,从 b 点射出的粒子轨迹对应的圆心角为 60° ,由 $t = \frac{\alpha}{2\pi}T$ 可得, $t_1 : t_2 = 90^\circ : 60^\circ = 3 : 2$,故 D 正确。



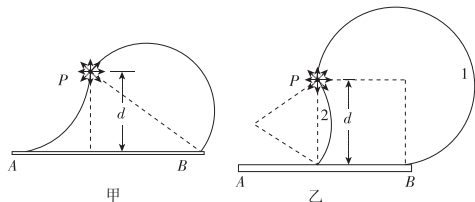
5. B 【解析】若该粒子的入射速度为 $v = \frac{qBl}{m}$,由 $Bqv = m \frac{v^2}{r}$,解得 $r = l$,根据几何关系可知,粒子一定从 CD 边上距 C 点为 l 的位置离开磁场,故 A 正确;由 $v = \frac{Bqr}{m}$ 可知,半径越大,速度越大,根据几何关系可知,要使粒子从 CD 边射出,当粒子轨迹与 AD 边相切时速度最大,由几何关系可知,最大半径一定大于 $\sqrt{2}l$,故 B 错误;要使粒子从 AC 边射出,则该粒子从 O 点入射的最大半径为 $\frac{l}{2}$,因此最大速度应为 $v = \frac{qBl}{2m}$,故 C 正确;粒子在磁场中做匀速圆周运动的周期为 $\frac{2\pi m}{qB}$,根据几何关系可知,粒子在磁场中运动的最大圆心角为 180° ,故最长时间为 $\frac{\pi m}{qB}$,故 D 正确。

6. C 【解析】如图所示,电子正好经过 C 点,此时圆周运动的半径 $R = \frac{a}{2\cos 30^\circ} = \frac{a}{\sqrt{3}}$,电子在磁场中运动,则 $ev_0B = m \frac{v_0^2}{r}$,即 $r = \frac{mv_0}{eB}$,要使电子从 BC 边经过,圆周运动的半径要大于 $\frac{a}{\sqrt{3}}$,有 $\frac{a}{\sqrt{3}} < \frac{mv_0}{eB}$,即 $B < \frac{\sqrt{3}mv_0}{ae}$,故 C 正确。



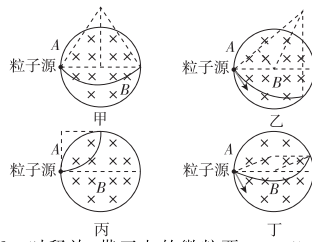
7. B 【解析】由匀强电场的场强公式 $E = \frac{U}{d}$,结合图像可得 $E = \frac{2 \times 10^6}{0.4} \text{ V/m} = 5 \times 10^6 \text{ V/m}$,故 A 错误;小球从最低点运动到最高点的过程中,重力势能增加最多,由功能关系得 $W_{\text{电}} = -\Delta E_p$, $W_{\text{电}} = qU = 6 \times 10^{-7} \times 4 \times 10^6 \text{ J} = 2.4 \text{ J}$,即电势能减少了 2.4 J ,故 B 正确;当小球以 2 m/s 的速率绕 O 点在竖直面内做圆周运动时,细绳上的拉力刚好为零,说明是洛伦兹力提供向心力,由左手定则可判断,小球沿逆时针方向做圆周运动,故 C 错误;重力和电场力是一对平衡力,有 $qE = mg$,得 $m = \frac{qE}{g} = 0.3 \text{ kg}$,由洛伦兹力提供向心力,可知洛伦兹力为 $F = m \frac{v^2}{R} = \frac{0.3 \times 2^2}{0.4} \text{ N} = 3 \text{ N}$,故 D 错误。

8. C 【解析】以磁场方向垂直于纸面向外为例,打在极板上粒子轨迹的临界状态如图甲所示,根据几何关系知,带电粒子打在板上的区域长度 $l = (1 + \sqrt{3})d$,故 A、B 错误;在磁场中运动时间最长和最短的粒子运动轨迹示意图如图乙所示,由几何关系知,最长时间 $t_1 = \frac{3}{4}T$,最短时间 $t_2 = \frac{1}{6}T$,粒子在磁场中运动的周期 $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi d}{v}$,根据题意得 $t_1 - t_2 = \Delta t$,联立解得 $\Delta t = \frac{7}{12}T = \frac{7\pi d}{6v}$,故 C 正确,D 错误。若磁场方向垂直于纸面向里,可得出同样的结论。

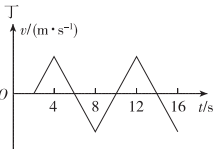


9. BD 【解析】若 $r = 2R$,则粒子在磁场中运动时间最长时,磁场区域的直径是轨迹的一条弦,作出轨迹如图甲所示,因为 $r = 2R$,圆心角 $\alpha = 60^\circ$,粒子在磁场中运动的最长时间 $t_{\text{max}} = \frac{60^\circ}{360^\circ}T = \frac{1}{6} \cdot \frac{2\pi m}{qB} = \frac{\pi m}{3qB}$,故 A 错误。若 $r = 2R$,粒子沿着与半径方向成 45° 角斜向下射入磁场,则运动轨迹如图乙所示,根据几何关系得 $\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}R}{r - \frac{\sqrt{2}}{2}R} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}R}{2R - \frac{\sqrt{2}}{2}R} = \frac{2\sqrt{2}+1}{7}$,故 B 正确。若 $r = R$,粒子沿着圆形磁场的半径方向射入,则粒子运动轨迹如图丙所示,圆心角为 90° ,粒子在磁场中运动的时间 $t = \frac{90^\circ}{360^\circ}T = \frac{1}{4} \cdot \frac{2\pi m}{qB} = \frac{\pi m}{2qB}$,故 C 错误。若 $r = R$,粒子沿着与半径方向成 60° 角斜向下射入磁场,则轨迹如图丁所示,图中轨迹圆心与磁场圆心以及入射点和出射点连线构成

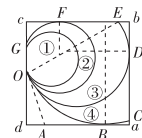
的四边形为菱形,圆心角为 150° ,故 D 正确。



10. CD 【解析】 $t = 2 \text{ s}$ 时释放,带正电的微粒要先向 A 板运动,如图所示为水平方向上的 $v-t$ 图像,面积表示位移的大小,微粒能否撞击到 A 板取决于电场变化的周期,故微粒可能撞击到 A 板,故 A 错误;如果微粒带负电,从 $t = 6 \text{ s}$ 时释放,其运动情况与 $t = 2 \text{ s}$ 时释放的带正电微粒相同,故一定不能撞击到 B 板,故 B 错误;平行板间电场沿水平方向,因此带电微粒在竖直方向只受重力作用,从静止释放后在竖直方向上的运动为自由落体运动,故 C 正确;若微粒不能撞击到极板,那么将极板 A 、 B 分别向左、右移动,板间电场减弱,微粒的加速度减小,则微粒更不能撞击到极板,故 D 正确。



11. ABC 【解析】带电粒子以垂直于 cd 边的速度射入正方形内,经过时间 t_0 刚好从 c 点射出磁场,可知带电粒子的运动周期为 $T = 2t_0$ 。作出粒子恰好从各边射出的轨迹,发现粒子不可能经过正方形的顶点,故 A 正确;作出粒子恰好从 ab 边射出的轨迹,由几何关系知圆心角不大于 150° ,在磁场中经历的时间不大于 $\frac{5}{12}$ 个周期,



即不大于 $\frac{5t_0}{6}$,圆心角不小于 60° ,在磁场中经历的时间不小于 $\frac{1}{6}$ 个周期,

即不小于 $\frac{t_0}{3}$,故 B 正确;作出粒子恰好从 bc 边射出的轨迹,由几何关系

知圆心角不大于 240° ,在磁场中经历的时间不大于 $\frac{2}{3}$ 个周期,即不大于 $\frac{4t_0}{3}$,且圆心角不小于 180° ,在磁场中经历的时间不小于 $\frac{1}{2}$ 个周期,即不小于 t_0 ,故 C 正确;所有从 cd 边射出的粒子圆心角都是 300° ,所用时间为 $\frac{5t_0}{3}$,故 D 错误。

12. (1) ① $\sqrt{\frac{2eU_1}{m}}$ ② $\frac{U_2}{d} \sqrt{\frac{m}{2eU_1}}$ (2) 见解析

【解析】(1) ① 对于电子在加速电场中的加速过程,根据动能定理得 $eU_1 = \frac{1}{2}mv_0^2$

$$\text{解得 } v_0 = \sqrt{\frac{2eU_1}{m}}$$

② 加磁场后,电子沿水平方向以 v_0 做匀速直线运动,所受合力为零,即 $e\frac{U_2}{d} = ev_0B$

$$\text{解得 } B = \frac{U_2}{d} \sqrt{\frac{m}{2eU_1}}$$

(2) 电子通过偏转电场的时间 $t_1 = \frac{L_1}{v_0}$

电子离开偏转电场时沿垂直于偏转极板方向的速度分量 $v_y = at_1 = \frac{eU_2}{dm} \cdot \frac{L_1}{v_0}$

电子离开偏转电场到荧光屏的运动时间 $t_2 = \frac{L_2}{v_0}$

若不计重力,电子离开偏转电场到荧光屏的过程中,沿垂直偏转极板方向的位移

$$y_1 = v_y t_2 = \frac{eU_2 L_1 L_2}{dmv_0^2}$$

若考虑重力的作用,则电子离开偏转电场到荧光屏的过程中,沿垂直偏转极板方向的位移 $y_2 = v_y t_2 + \frac{1}{2}gt_2^2 = \frac{eU_2 L_1 L_2}{dmv_0^2} + \frac{1}{2}g \frac{L_2^2}{v_0^2}$

由于重力影响,电子离开偏转电场到荧光屏的过程中,沿垂直于偏转极板方向位移增加量为 $\Delta y = y_2 - y_1 = \frac{1}{2}g \frac{L_2^2}{v_0^2}$

$$\frac{\Delta y}{y_1} = \frac{gL_2 dm}{2eU_2 L_1} \approx 10^{-14}$$

则重力对电子打在荧光屏上的位置影响非常小,所以计算电子偏转量时可以忽略电子所受的重力

13. (1) $\frac{4\sqrt{3}mv^2}{qL}$ $\frac{13mv^2}{2}$ (2) $\frac{2mv}{qL}$ (3) 1 : 2

【解析】(1) 若沿 y 轴方向的粒子能击中弹性板的上、下边缘,则所有粒子均能击中弹性板。设所加电场的电场强度最小值为 E_{min} ,对应沿着 y 轴正方向射出的带电粒子正好打在弹性板的端点 M ,对该粒子,由平抛运动规律可得

$$L \cos 30^\circ = \frac{1}{2}at^2$$

$$L \sin 30^\circ = vt$$

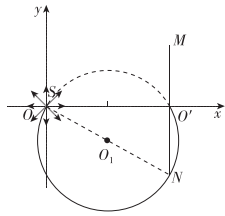
由牛顿第二定律得 $qE_{\text{min}} = ma$

$$\text{联立解得 } E_{\min} = \frac{4\sqrt{3}mv^2}{qL}$$

$$\text{由动能定理得 } E_k - \frac{1}{2}mv^2 = qE_{\min} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}L$$

$$\text{解得 } E_k = \frac{13mv^2}{2}$$

(2) 所加磁场的最大磁感应强度 B_{\max} 对来自 S 的粒子恰好经过弹性板下端点 N 后打到 O' , 轨迹如图甲所示,



甲

由几何关系知, 粒子做圆周运动的半径大小为 $R = \frac{L}{2}$

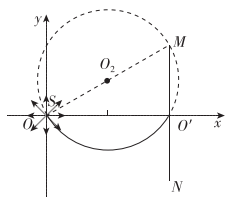
由洛伦兹力提供向心力, 有 $qvB_{\max} = m \frac{v^2}{R}$

$$\text{解得 } B_{\max} = \frac{2mv}{qL}$$

(3) 打在荧光屏正面 O' 点的粒子的轨迹如图乙所示 (圆心在 O_2), 根据匀速圆周运动规律得

$$t_1 = \frac{\theta}{\omega}$$

$$t_2 = \frac{2\pi - \theta}{\omega}$$



乙

由图中几何关系得 $\theta = \frac{2\pi}{3}$

解得 $t_1 : t_2 = 1 : 2$.

专题训练 (十二)

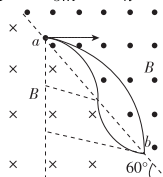
1. B 【解析】对带正电的小球进行受力分析, 只有在选项 B 所示的复合场区域其所受洛伦兹力、重力、电场力可能平衡, 故 B 正确.

2. C 【解析】在磁场与电场的叠加场中进行受力分析, 当电子沿 y 轴正方向运动时, 受到的洛伦兹力沿 x 轴正方向, 受到的电场力沿 x 轴负方向, 受力可能平衡, C 正确.

3. C 【解析】在复合场中沿直线运动时, 带电粒子速度大小和方向都不变; 只有电场时, 粒子沿初速度方向的分速度不变, 故 $t_1 = t_2$; 只有磁场时, 粒子做匀速圆周运动, 速度大小不变, 方向时刻改变, 沿初速度方向的分速度不断减小, 故 $t_1 = t_2 < t_3$, C 正确.

4. B 【解析】本题没有说明带电粒子的带电性质, 为便于分析, 假定粒子带正电. A 选项中, 洛伦兹力沿 z 轴正方向, 电场力沿 x 轴正方向, 带电粒子的运动方向会发生偏转. A 错误; B 选项中, 电场力沿 y 轴正方向, 洛伦兹力沿 y 轴负方向, 当这两个力平衡时, 粒子运动方向可以始终不变. B 正确; C 选项中, 电场力、洛伦兹力都沿 z 轴正方向, 粒子将做曲线运动. C 错误; D 选项中, 电场力沿 z 轴正方向, 洛伦兹力沿 y 轴负方向, 两力不可能平衡, 粒子将做曲线运动, D 错误. 如果粒子带负电, 仍有上述结果.

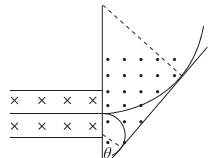
5. A 【解析】粒子可能的运动轨迹如图所示, 所有圆弧的圆心角均为 120° , 所以粒子运动的半径为 $r = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{L}{n} (n=1, 2, 3, \dots)$, 由洛伦兹力提供向心力得 $Bqv = m \frac{v^2}{r}$, 则 $v = \frac{Bqr}{m} = \frac{\sqrt{3}BqL}{3m} \cdot \frac{1}{n} (n=1, 2, 3, \dots)$, 故 A 正确.



6. C 【解析】当偏转电场的电压不为零时, 设粒子在偏转场中的加速度为 a , 粒子在 $t=nT$ 时刻进入偏转场, 则在竖直方向上先加速后匀速, 然后飞出偏转场, 此时粒子偏转位移最大, $y_{\max} = \frac{1}{2}a \left(\frac{T}{2}\right)^2 + a \times \frac{T}{2} \times \frac{T}{2} = \frac{3}{8}aT^2$; 粒子在 $t=nT + \frac{T}{2}$ 时刻进入偏转场, 则在竖直方向上先静止后加速, 然后飞出偏转场, 此时粒子偏转位移最小, 为 $y_{\min} = 0 + \frac{1}{2}a \left(\frac{T}{2}\right)^2 = \frac{1}{8}aT^2$, 则粒子最大偏转位移与最小偏转位移的大小之比是 $3:1$, 故 C 正确.

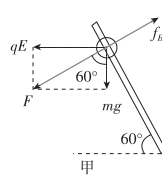
7. D 【解析】如果初速度方向沿 y 轴正方向或 y 轴负方向, 因为不受洛伦兹力, 所以质点只在电场力作用下做加速或减速运动, A 错误. 由受力分析可知, 质点不可能在竖直面内做匀速圆周运动, B 错误. 若沿 z 轴正方向运动, 则根据受力分析可知, 电场力竖直向上, 洛伦兹力沿 x 轴负方向, 不能做直线运动, C 错误. 若沿 x 轴负方向运动, 则洛伦兹力的方向竖直向下, 电场力竖直向上, 当速度满足一定条件时, 电场力与洛伦兹力平衡, 可以做匀速直线运动, D 正确.

8. AD 【解析】正、负两粒子沿同一方向运动时, 受到的电场力和洛伦兹力方向总是相反, 设沿直线 OO' 方向运动的带电粒子进入挡板 M 右侧匀强磁场时的速度为 v , 在两金属板间运动时, 根据受力平衡得 $qvB_1 = qE$, 则 $v = \frac{E}{B_1}$, 粒子的速度大小与比荷无关, 只与电场的电场强度大小和两金属板间磁场的磁感应强度大小有关, 选项 A 正确; 进入挡板 M 右侧的匀强磁场后, 正、负粒子均做匀速圆周运动, 则负粒子向上偏转, 正粒子向下偏转, 如图所示, 根据 $qvB_2 = m \frac{v^2}{r}$, 解得 $q = \frac{mv}{B_2 r}$, 由几何关系, 对正粒子有 $r_1 + \sqrt{2}r_1 = a$, 对负粒子有 $r_2 + a = \sqrt{2}r_2$, 解得

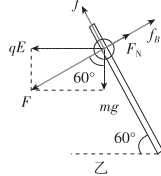


$$r_1 = (\sqrt{2}-1)a, r_2 = (\sqrt{2}+1)a, \text{ 故 } \frac{q_1}{q_2} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}-1}, \text{ 选项 B 错误; 周期 } T = \frac{2\pi m}{qB_2}, \text{ 因为正、负粒子的质量相等, 且都在挡板 M 右侧的磁场中运动半个周期, 所以 } t = \frac{1}{2}T = \frac{\pi m}{qB_2}, \text{ 故 } \frac{t_1}{t_2} = \frac{q_2}{q_1} = \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}+1}, \text{ 选项 C 错误; 由图可知, 两切点间的距离为 } L = r_2 - r_1 = 2a, \text{ 选项 D 正确.}$$

9. AC 【解析】对小球受力分析如图甲所示, 由于 $E = \frac{\sqrt{3}mg}{q}$, 即电场力 $qE = \sqrt{3}mg$, 则电场力 qE 和重力 mg 的合力 $F = 2mg$, 方向垂直于杆, 当小球匀速运动时, 杆对小球的摩擦力为零, 故杆对小球的弹力 $F_N = 0$. 由 $F = 2mg = f_B = qBv_0$, 解得 $v_0 = \frac{2mg}{qB}$, 选项 A 正确; 若 $v_0 = \frac{mg}{qB}$, 则小球开始运动瞬间受到垂直于杆向上的弹力, 小球受到沿杆向上的滑动摩擦力 f 作用, 受力分析如图乙所示, 小球将做减速运动, 洛伦兹力 f_B 减小, 弹力 F_N 增大, 滑动摩擦力 f 增大, 加速度增大, 故小球将做加速度不断增大的减速运动, 最后停止, 此过程中克服摩擦力做的功 $W_f = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{m^2g^2}{2q^2B^2}$, 选项 B 错误, C 正确; 若 $v_0 = \frac{3mg}{qB}$, 则小球开始运动瞬间, $f_B = 3mg > F$, 故弹力 F_N 垂直于杆向下, 小球做减速运动, 洛伦兹力 f_B 减小, 弹力 F_N 减小, f 减小, 小球将做加速度不断减小的减速运动, 当 $F_N = 0$ 时, $f = 0$, 小球将做匀速运动, 选项 D 错误.



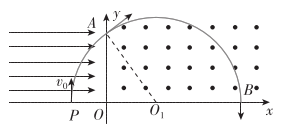
甲



乙

10. BD 【解析】两个离子的质量相同, 其带电荷量之比是 $1:3$, 由 $a = \frac{qU}{md}$ 可知, 其在电场中的加速度之比是 $1:3$, 故 A 错误. 要想知道其做圆周运动的半径, 必须先知道其进入磁场的速度, 而速度的决定因素是加速电场, 在离开电场时其速度表达式为 $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$, 可知其速度之比为 $1:\sqrt{3}$. 由 $qvB = m \frac{v^2}{r}$ 知, $r = \frac{mv}{qB}$, 所以其半径之比为 $\sqrt{3}:1$, 故 B 正确. 设磁场宽度为 L , 离子通过磁场转过的角度等于其圆心角, 有 $\sin \theta = \frac{L}{r}$, 则角度的正弦值之比为 $1:\sqrt{3}$, 又 P^+ 在磁场中转过的角度为 30° , 则 P^{3+} 在磁场中转过的角度为 60° , 即在磁场中转过的角度之比为 $1:2$, 故 C 错误. 由电场加速后, 有 $qU = \frac{1}{2}mv^2$, 两离子离开电场的动能之比为 $1:3$, 故 D 正确.

11. BC 【解析】粒子在电场中做类平抛运动, 因为进入磁场时速度方向与 y 轴正方向成 45° 角, 所以沿 x 轴方向的分速度 $v_x = v_0$, 在 x 轴方向做匀加速运动, 有 $d = \frac{0+v_0}{2}t_1$, 沿 y 轴方向做匀速运



动, 有 $s = v_0t_1 = 2d$, 选项 A 错误; 根据 $v_x = v_0 = \frac{Eqd}{m} \cdot \frac{2d}{v_0} = \frac{2Eqd}{mv_0}$, 解得 $E = \frac{mv_0^2}{2qd}$, 选项 B 正确; 粒子进入磁场后做匀速圆周运动, 轨迹如图所示, 由图可知粒子运动的半径 $R = 2\sqrt{2}d$, 轨迹对应的圆心角 $\theta = 135^\circ = \frac{3}{4}\pi$, 所以

$$\text{在磁场中的运动时间为 } t_2 = \frac{2\pi R \times \frac{135^\circ}{360^\circ}}{\sqrt{2}v_0} = \frac{3\pi d}{2v_0}, \text{ 在电场中的运动时间为 } t_1 = \frac{2d}{v_0}, \text{ 所以总时间为 } t = t_1 + t_2 = \frac{(3\pi+4)d}{2v_0}, \text{ 选项 C 正确; 由 } qvB = m \frac{v^2}{R}$$

可得,磁感应强度 $B=\frac{mv_0}{2qd}$,选项 D 错误。

12. (1)顺时针 (2) $\frac{gBR}{E}$ (3)见解析

【解析】(1)对液滴受力分析,液滴所受电场力与重力平衡,故电场力方向向上,液滴带负电,沿顺时针方向做圆周运动。

(2)带电液滴所受电场力向上且与重力平衡,所受洛伦兹力提供向心力,即

$$Eq=mg$$

$$qvB=m\frac{v^2}{R}$$

$$\text{解得 } v=\frac{gBR}{E}.$$

(3)分裂成的两个液滴的电荷量、质量均为原液滴的一半,所受电场力与重力仍平衡,分裂后第一个液滴在 A 点的速度大小 $v_1=\frac{gBR_1}{E}=\frac{gB\cdot 3R}{E}=3v$,方向向左

分裂后第二个液滴的速度设为 v_2 ,以向左为正方向,分裂前后系统动量守恒,有 $mv=\frac{1}{2}mv_1+\frac{1}{2}mv_2$

$$\text{解得 } v_2=-v$$

即分裂后第二个液滴在 A 点的速度大小为 v ,方向向右,所受电场力与重力仍平衡,在洛伦兹力作用下做匀速圆周运动,绕行方向是顺时针,A 点是圆周最高点,圆周半径 $R_2=R$ 。

13. (1) $2v_0$ $\frac{2\sqrt{3}d}{3}$ (2) $\frac{3v_0}{kd}$

【解析】(1)根据动能定理得 $qEd=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2$

$$\text{解得 } v=2v_0$$

粒子在电场中做类平抛运动,有

$$F=qE$$

$$a=\frac{F}{m}$$

$$d=\frac{1}{2}at_1^2$$

$$x=v_0t_1$$

$$\text{解得 } x=\frac{2\sqrt{3}d}{3}$$

(2)粒子运动的轨迹如图所示,设粒子以与 x 轴正方向成 θ 角进入磁场,则

$$\tan \theta=\frac{\sqrt{v^2-v_0^2}}{v_0}=\sqrt{3}$$

$$\text{解得 } \theta=60^\circ$$

$$\text{根据几何关系得 } R+R\cos \theta=d$$

$$\text{解得 } R=\frac{2d}{3}$$

$$\text{由牛顿第二定律得 } qvB=m\frac{v^2}{R}$$

$$\text{解得 } B=\frac{3v_0}{kd}$$

14. (1)0.38 s (2)2.8 m/s

【解析】(1)由平抛运动的规律,设小球做平抛运动的时间为 t_1 ,进入电磁场时的速度为 v ,进入电磁场时速度与水平方向的夹角为 θ ,

$$\text{由 } d_0=\frac{1}{2}gt_1^2$$

$$\text{解得 } t_1=\sqrt{\frac{2d_0}{g}}=\frac{\sqrt{3}}{10}\text{ s}$$

$$\text{由 } v=\sqrt{(gt_1)^2+v_0^2}$$

$$\cos \theta=\frac{v_0}{v}$$

$$\text{解得 } v=2\text{ m/s},\theta=60^\circ$$

小球在电磁场区域中,有 $qE=2\times 10^{-3}\text{ N}=mg$,故小球做匀速圆周运动,设轨迹半径为 r ,由 $qvB=m\frac{v^2}{r}$

$$\text{解得 } r=\frac{mv}{qB}=0.4\text{ m}$$

由几何关系知,小球的运动轨迹与 MN 相切,在电磁场中运动时间 $t_2=\frac{1}{6}\times\frac{2\pi r}{v}=\frac{\pi}{15}\text{ s}$

小球从 P 点运动到 MN 所用时间 $t=t_1+t_2=0.38\text{ s}$

(2)若撤去电场,设小球运动至 MN 时速度大小为 v_1 ,由动能定理得

$$mgd=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{解得 } v_1=2\sqrt{2}\text{ m/s}=2.8\text{ m/s}$$

专题训练 (十三)

1. B 【解析】由 $qvB=m\frac{v^2}{r}$ 得 $v=\frac{qBr}{m}$,当 $r=R$ 时, v 最大,最大速度与加速

电压无关,故 A 错误;由于 $T=\frac{2\pi r}{v}$, $T=\frac{1}{f}$,则最大速度 $v_m=2\pi Rf$,故 B

正确;任何速度不可能超过光速,故 C 错误;此加速器加速质子的周期 $T=\frac{2\pi m}{qB}$,而加速 α 粒子的周期 $T'=\frac{2\pi\cdot 4m}{2qB}=\frac{4\pi m}{qB}$,由于两个周期不同,所以

不能加速 α 粒子,故 D 错误。

2. C 【解析】对粒子加速过程,有 $Uq=\frac{1}{2}mv^2$,粒子经过圆弧形通道后从 S

射出,速度大小不变,与 v 相同,可见比荷不同,速度就不同,A 错误;粒子的动能取决于电荷量,电荷量不同,则动能不同,B 错误;打到胶片上的位置

取决于半径, $r=\frac{mv}{Bq}=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2Um}{q}}$,打到胶片相同位置的粒子轨迹半径相同,比荷相同,则速度相同,C 正确;由 r 的表达式知,打到胶片上位置距离

O 点越远的粒子,其比荷越小,D 错误。

3. C 【解析】金属导体中的自由电荷是带负电的电子,由电流方向向右可知,电子的移动方向向左,根据左手定则可判断,上表面带负电,下表面带

正电,下表面的电势高于上表面,故 A 错误;稳定时,电子受到的洛伦兹力与电场力相平衡,有 $evB=e\frac{U}{h}$,解得 $U=evBh$,而根据 $I=nevhd$,可知 $v=$

$$\frac{I}{nehd}$$
,故 $U=\frac{BI}{ned}$,仅增大 h 时,电势差不变,仅增大 d 时,上、下表面的电势

差减小,仅增大 I 时,电势差增大,故 C 正确,B,D 错误。

4. A 【解析】血液中的离子在磁场的作用下会在 a 、 b 之间形成电势差,当电

场给离子的力与洛伦兹力大小相等时达到稳定状态,血流速度 $v=\frac{E}{B}=$

$$\frac{U}{dB}\approx 1.3\text{ m/s}$$
,由左手定则可判断, a 为正极, b 为负极,故 A 正确。

5. AD 【解析】由等离子体所受的电场力和洛伦兹力平衡得 $q\frac{E}{d}=qvB$,则

发电机的电动势为 $E=Bdv=6\times 0.2\times 1000\text{ V}=1200\text{ V}$,选项 A 正确。发

电机的电动势与等离子体的电荷量无关,即与离子的化合价无关,选项 B

错误;发电机的内阻为 $r=\rho\frac{d}{ab}=2\times\frac{0.2}{0.5\times 0.2}\Omega=4\Omega$,发电机的效率为

$$\eta=\frac{UI}{EI}=\frac{R}{R+r}=\frac{1}{1+\frac{r}{R}}$$
,外电阻 R 越大,则效率越高,所以当外接电阻为

8Ω 时,发电机的效率不是最高,选项 C 错误;当电源的内、外电阻相等时,

输出功率最大,此时外电阻为 $R=r=4\Omega$,选项 D 正确。

6. AC 【解析】当泵体上表面接电源正极时,电流从上向下流过泵体,这时

受到的安培力水平向左,拉动液体,A 正确;泵体电阻 $R=\rho\frac{L}{S}=\frac{1}{\sigma}\times$

$$\frac{L_2}{L_1L_2}$$
,因此流过泵体的电流 $I=\frac{U}{R}=UL_1\sigma$,B 错误;增大磁感应强度 B ,安

培力变大,因此可获得更大的抽液高度,C 正确;若增大液体的电阻率,可

使 I 减小,受到的安培力减小,使抽液高度减小,D 错误。

7. AD 【解析】若上表面电势低,即带负电,因粒子受到的洛伦兹力向上,故

载流子是带负电的自由电子,该半导体是 N 型半导体,故 A 正确,B 错误;

最终洛伦兹力和电场力平衡,有 $evB=e\frac{U_H}{b}$,则 $U_H=Bbv$,又 $I=nevS=$

$$nevbc$$
,故 $U_H=\frac{BI}{nec}$,增大 c 时, U_H 减小,故 C 错误;由 C 的分析可得 $n=$

$$\frac{IB}{ceU_H}$$
,D 正确。

8. (1) Bdv_0 (2) $\frac{LSv_0^2B^2}{4\rho}$ $\frac{LR}{\rho}$

【解析】(1)以导电液体中带正电离子为研究对象,受力平衡时,有 $qv_0B=$

$$qE=q\frac{U_0}{d}$$

$$\text{解得 } U_0=Bdv_0.$$

$$(2)\text{两导体板间液体的电阻 } r=\rho\frac{d}{Lh}$$

$$I=\frac{U_0}{R+r}$$

电阻 R 获得的功率为 $P=I^2R=\left(\frac{Lv_0B}{\frac{LR}{d}+\frac{\rho}{h}}\right)^2R$

$$\text{当 } \frac{d}{h}=\frac{LR}{\rho}\text{ 时,电阻 } R \text{ 获得最大功率,为 } P_m=\frac{LSv_0^2B^2}{4\rho}.$$

9. (1) $1.0\times 10^{-3}\text{ V}$ (2)见解析 (3)见解析

【解析】(1)导电液体通过测量管时,相当于导线做切割磁感线的运动,在

电极 a 、 c 间切割磁感线的液柱长度为 D ,设液体的流速为 v ,则产生的感应

$$\text{电动势为 } E=BDv$$

$$\text{由流量的定义,有 } Q=Sv=\frac{\pi D^2}{4}v$$

$$\text{联立解得 } E=BD\frac{4Q}{\pi D^2}=\frac{4BQ}{\pi D}=\frac{4\times 2.5\times 10^{-3}\times 0.12}{3\times 0.4}\text{ V}=1.0\times 10^{-3}\text{ V}.$$

(2)能使仪表的显示的流量变为正值的方法简便、合理即可,例如改变通电

线圈中电流的方向,使磁场反向,或将传感器输出端对调接入显示仪表。

(3)传感器的显示仪表构成闭合电路,由闭合电路欧姆定律得 $I=\frac{E}{R+r}$

$$U=IR=\frac{RE}{R+r}=\frac{E}{1+\frac{r}{R}}$$

输入显示仪表是 a 、 c 间的电压 U ,流量示数和 U 一一对应, E 与液体电阻

率无关,而 r 随电阻率的变化而变化,由上式可看出, r 变化时,相应的 U

也随之变化。在实际流量不变的情况下,仪表显示的流量示数会随 a 、 c 间

的电压 U 的变化而变化,增大 R ,使 $R\gg r$,则 $U\approx E$,这样就可以降低液体

电阻率的变化对显示仪表流量示数的影响。

专题训练 (十四)

1. D 【解析】变压器上用的是交流电压,电表也需要用交流电压挡。