

参 考 答 案

物理

第一章 运动的描述 匀变速直线运动

第 1 课时 运动的描述

回归教材·双基过关

1. (1)质量 (2)大小 形状 (3)理想化
2. (1)参考
3. (1)运动轨迹 (2)初位置 末位置 (3)等于 小于
4. (1) $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 位移 (2)位置 (3)瞬时速度 (4)路程 时间
5. (1)快慢 (2) $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ (3)速度变化量

易错易混辨析

- (1)✓ (2)✓ (3)✓ (4)× (5)✓ (6)×

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 C [操控机器人进行挖沟作业、监测机器人搜寻时的转弯姿态、测试机器人敷埋作业时的机械臂动作均不能忽略机器人的大小和形状,需要关注机器人本身的变化情况,因此不可以看作质点,定位机器人在敷埋线路上的位置时可以忽略机器人的大小和形状,可以视为质点。故选 C。]

典例 2 C [若运动员 A 以对面的运动员为参考系,他是静止的,故 A 错误;若运动员 A 以旁边的运动员为参考系,地面是运动的,故 B 错误;当运动员 A 俯视大地时,看到大地迎面而来,是以他自己为参考系,故 C 正确;以大地为参考系,运动员是运动的,故 D 错误。]

典例 3 D [路程是运动轨迹的长度,所以该车的路程等于其行驶的总里程,约为 7 500 km, A 错误;位移是从初位置指向末位置的有向线段,所以该车的位移大小等于起点到终点的直线距离,约为 2 000 km, B 错误;某时刻该车速度计显示的是该时刻的瞬时速度大小, C 错误;若研究该车的运动轨迹,可忽略该车的大小和形状,即该车可视为质点, D 正确。]

考点 2

典例 4 A [返回舱下降的位移大小为 $\Delta h = 1\ 080\text{ m}$, 则返回舱在竖直方向上的平均速度大小约为 $v = \frac{\Delta h}{t} \approx 8.3\text{ m/s}$, 故选 A。]

典例 5 D [由题意可知从 O 到 N 处的路程为 $s_{ON} = s_{OM} + s_{MN} = 585\text{ m} + 304\text{ m} = 889\text{ m}$, 故 A 错误;位移的大小为两点之间的直线距离, O、M、N 三点大致在一条直线上, 则从 O 到 N 处的位移大小为 $x_{ON} = x_{OM} + x_{MN} = 463\text{ m} + 234\text{ m} = 697\text{ m}$, 故 B 错误;平均速率为路程与时间的比值, 故从 O 行驶到 M 处的平均速率为 $\bar{v}_{OM} = \frac{s_{OM}}{t_{OM}} = \frac{585}{61}\text{ 米/天} \approx 9.60\text{ 米/天}$, 故 C 错误;平均速度大小为位移与时间的比值, 则从 M 行驶到 N 处的平均速度大小为 $\bar{v}_{MN} = \frac{x_{MN}}{t_{MN}} = \frac{234}{23}\text{ 米/天} \approx 10\text{ 米/天}$, 故 D 正确。]

典例 6 C [滑块通过 A 的速度为 $v_A = \frac{d}{\Delta t_1} = 1\text{ m/s}$, 故选项 A 错误;滑块通过 B 的速度为 $v_B = \frac{d}{\Delta t_2} = 2\text{ m/s}$, 故选项 B 错误;滑块的加速度为 $a = \frac{v_B - v_A}{t} = 5\text{ m/s}^2$, 故选项 C 正确;滑块在 A、B 间的平均速度为 $v = \frac{L}{t} = 1.5\text{ m/s}$, 故选项 D 错误。]

思考 答案: 可以用宽度较小的遮光条, 遮光条的宽度 Δx 越小, 越趋近滑块通过 A、B 的瞬时速度。

考点 3

典例 7 D [加速度是反映物体速度变化快慢的物理量, 加速度的大小取决于速度的变化率, 与速度的大小无关, A 错误;速度变化得越快, 加速度越大, 但加速度不一定变化得越快, B 错误;物体加速度变大, 但如果加速度和速度方向相反, 则速度减小, C 错误;根据加速度的定义可知, 加速度的方向与速度变化量的方向相同, D 正确。]

典例 8 D [当加速度的方向与速度方向相同时, 物体做加速运动, 加速度减小, 速度增大, 当加速度减小为零时, 速度达到最大, 故 A 正确, D 错误;当加速度的方向与速度方向相反时, 物体做减速运动, 加速度减小为零时, 速度可能恰好减为零, 故 B 正确;当加速度的方向与速度方向相反时, 物体做减速运动, 速度减为零时, 加速度还未减为零, 然后物体反向做加速直线运动, 故 C 正确。]

典例 9 D [以竖直向上为正方向, 则运动员着网时的速度为 $v_0 = -8\text{ m/s}$, 弹回时的速度为 $v_1 = 10\text{ m/s}$, 运动员在与网接触的这段时间内加速度为 $a = \frac{v_1 - v_0}{\Delta t} = \frac{10 - (-8)}{1.0}\text{ m/s}^2 = 18.0\text{ m/s}^2$, 即加速度大小为 18.0 m/s^2 , 方向竖直向上, 故选 D。]

第 2 课时 匀变速直线运动的规律

回归教材·双基过关

1. (1)加速度 (2)同向 反向 (3) $v_0 + at$ (4) $v_0 t + \frac{1}{2}at^2$
(5) $2ax$
2. (1) $\frac{v_0 + v}{2}$ $\sqrt{\frac{v_0^2 + v^2}{2}}$ (2) aT^2 (3) $1:2:3:\cdots:n$ $1:2^2:3^2:\cdots:n^2$ $1:3:5:\cdots:(2n-1)$ $1:(\sqrt{2}-1):(\sqrt{3}-\sqrt{2}):\cdots:(\sqrt{n}-\sqrt{n-1})$

易错易混辨析

- (1)✓ (2)✓ (3)✓ (4)×

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 解析: (1) 当第一辆车向前行驶 4 m 时, 第二辆车开始启动, 根据位移时间关系可得 $x_1 = \frac{1}{2}at_1^2$
代入数据解得 $t_1 = 2\text{ s}$ 。

考点 1

典例 1 B [重物自由下落做自由落体运动,与质量无关,则下落 1 s 后速度为 $v_1 = v_2 = gt = 10 \times 1 \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$,故选 B。]

典例 2 BC [b 球下落高度为 20 m 时, $t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 20}{10}} \text{ s} = 2 \text{ s}$,此时 a 球下落了 3 s, a 球的速度大小为 $v = g(t_1 + 1 \text{ s}) = 30 \text{ m/s}$,故 A 错误; a 球下落的总时间为 $t_2 = \sqrt{\frac{2 \times 125}{10}} \text{ s} = 5 \text{ s}$,此时 b 球下落了 4 s, b 球的下落高度为 $h' = \frac{1}{2} \times 10 \times 4^2 \text{ m} = 80 \text{ m}$,故 b 球离地面的高度为 $h_b = (125 - 80) \text{ m} = 45 \text{ m}$,故 B 正确;由自由落体运动的规律可得,在 a 球接触地面之前,两球的速度差恒定,两球离地的高度差变大,故 C 正确, D 错误。]

考点 2

典例 3 C [根据竖直上抛运动的规律有 $v_0^2 = 2gh$,可得 $v_0 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 180} \text{ m/s} = 60 \text{ m/s}$,故选 C。]

典例 4 AD [取竖直向上为正方向,由匀变速直线运动规律有 $x = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$,当 $x = 25 \text{ m}$ 时,代入数据有 $t^2 - 6t + 5 = 0$,可得 $t = 1 \text{ s}$ 或 $t = 5 \text{ s}$;当 $x = -25 \text{ m}$ 时,代入数据有 $t^2 - 6t - 5 = 0$,可得 $t = (3 + \sqrt{14}) \text{ s}$ (负解舍去), A、D 正确, B、C 错误。]

典例 5 解析:解法一(全程法)

取全过程进行研究,设从重物自气球上掉落开始计时,经时间 t 落地,以初速度方向为正方向,画出运动过程草图,如图所示

重物在时间 t 内的位移

$$x = -h = -175 \text{ m}$$

根据匀变速直线运动规律有

$$x = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

解得 $t = 7 \text{ s}$ (另一解 $t = -5 \text{ s}$ 舍去)

所以重物落地时速度为 $v = v_0 - gt = -60 \text{ m/s}$

其中负号表示方向竖直向下,与初速度方向相反。

解法二(分段法)

设重物刚从气球上掉落时离地的高度为 h ,重物离开气球后,经过 t_1 时间上升到最高点,上升的最大高度为 h_1 ,重物离地面的最大高度为 H ,则

$$t_1 = \frac{v_0}{g}$$

$$h_1 = \frac{1}{2} g t_1^2$$

$$H = h_1 + h$$

重物从最高处自由下落,设落地用时 t_2 ,落地速度大小为 v' ,则有

$$H = \frac{1}{2} g t_2^2$$

$$v' = g t_2$$

则重物从气球上掉落到落地的时间为 $t = t_1 + t_2$

联立解得 $t = 7 \text{ s}$, $v' = 60 \text{ m/s}$ 。

答案: 7 s 60 m/s

考点 3

典例 6 解析:(1)设运动员距离地面 $h = 125 \text{ m}$ 时的速度大小为 v_0 ,到达地面时的速度大小为 v ,在匀减速阶段,有 $v^2 - v_0^2 = -2ah$

(2)第六辆车前端距离停止线 25 m,根据速度位移关系可得 $v^2 = 2ax_6$,解得 $v = 10 \text{ m/s}$ 。

答案: (1) 2 s (2) 10 m/s

典例 2 AB [已知汽车刹车过程中的位移随时间变化的规律为 $x = 24t - 3t^2 \text{ (m)}$,结合匀变速直线运动位移与时间的关系式 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$,可得该汽车刹车的初速度和加速度分别为 $v_0 = 24 \text{ m/s}$, $a = -6 \text{ m/s}^2$,故 A、B 正确;刹车后 2 s 末的速度为 $v_2 = v_0 + a t_2 = 24 \text{ m/s} - 6 \times 2 \text{ m/s} = 12 \text{ m/s}$,故 C 错误;汽车从刹车到停下所用时间为 $t_0 = \frac{0 - v_0}{a} = 4 \text{ s} < 5 \text{ s}$,则刹车后 5 s 内的位移为 $x_5 = v_0 t_0 + \frac{1}{2} a t_0^2 = 48 \text{ m}$,故 D 错误。]

考点 2

典例 3 B [火车运动的时间为 $t = \frac{60}{60} \times 70 \text{ s} = 70 \text{ s}$,根据平均速度公式 $\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2}$,可知火车共行驶的距离 $x = \frac{v_0}{2} t = \frac{10}{2} \times 70 \text{ m} = 350 \text{ m}$,故选 B。]

典例 4 A [令 $T = 1 \text{ s}$,设 AB 段、BC 段、CD 段距离分别为 x_1 、 x_2 、 x_3 ,由匀变速直线运动的位移差公式可知,质点的加速度大小 $a = \frac{x_3 - x_1}{(3-1)T^2} = 4 \text{ m/s}^2$,故 A 正确, B 错误;由 $x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = aT^2$,解得 $x_2 = 9 \text{ m}$,质点在 C 点的速度大小 v_C 等于质点在 BD 段的平均速度大小,即 $v_C = \bar{v}_{BD} = \frac{x_2 + x_3}{2T} = 11 \text{ m/s}$,同理,质点在 B 点的速度大小 $v_B = \bar{v}_{AC} = \frac{x_1 + x_2}{2T} = 7 \text{ m/s}$,故 C、D 错误。]

典例 5 A [解法一(位移公式):木板在斜面上运动时,加速度不变,设木板的加速度为 a ,木板从静止释放到下端到达 A 点的过程,根据运动学公式有 $l = \frac{1}{2} a t_0^2$,木板从静止释放到上端到达 A 点的过程,当木板长度为 l 时有 $2l = \frac{1}{2} a t_1^2$,当木板长度为 $2l$ 时有 $3l = \frac{1}{2} a t_2^2$,又 $\Delta t_1 = t_1 - t_0$, $\Delta t_2 = t_2 - t_0$,联立解得 $\Delta t_2 : \Delta t_1 = (\sqrt{3} - 1) : (\sqrt{2} - 1)$,故选 A。
解法二(比例式):以木板为参考系, A 点沿斜面向上做初速度为 0 的匀加速直线运动,由题意可知 $\Delta t_2 : \Delta t_1$ 即为 A 点通过第二、第三个 l 的总时间与通过第二个 l 的时间之比,故 $\Delta t_2 : \Delta t_1 = (\sqrt{3} - 1) : (\sqrt{2} - 1)$, A 正确。]

第 3 课时 自由落体与竖直上抛运动 多过程问题

回归教材·双基过关

一、1. 重力 静止

2. 匀加速直线

3. (1) gt (2) $\frac{1}{2} g t^2$ (3) $2gh$

4. (1) 逻辑推理 (2) 逻辑推理

二、1. 自由落体

2. 匀变速

3. (1) $v = v_0 - gt$ (2) $x = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$

易错易混辨析

(1) $\checkmark$ (2) $\times$ (3) $\checkmark$ (4) $\checkmark$ (5) $\checkmark$

代入数据解得 $v_0=45\text{ m/s}$ 。

(2)设打开降落伞之前,运动员自由落体下落的高度为 h_1 ,则有 $v_0^2-0=2gh_1$

运动员离开直升机时距离地面的高度 $H=h_1+h$

联立并代入数据解得 $H=226.25\text{ m}$ 。

答案:(1)45 m/s (2)226.25 m

典例7 解析:(1)走ETC通道时,匀减速的位移和匀加速的位移

相等,则 $x_1=\frac{v_1^2-v_2^2}{2a}=64\text{ m}$

故总的位移 $x_{总1}=2x_1+d=138\text{ m}$ 。

(2)走人工收费通道时,开始匀减速时离中心线的距离为 $x_2=\frac{v_1^2}{2a}=72\text{ m}$ 。

(3)走ETC通道时,汽车从开始匀减速到匀加速到 v_1 的时间 $t_1=\frac{v_1-v_2}{a}\times 2+\frac{d}{v_2}=18.5\text{ s}$

走人工收费通道时,汽车从开始匀减速到匀加速到 v_1 的时间 $t_2=\frac{v_1}{a}\times 2+t_0=44\text{ s}$

又 $x_{总2}=2x_2=144\text{ m}$

二者的位移差 $\Delta x=x_{总2}-x_{总1}=6\text{ m}$

在这段位移内汽车以正常行驶速度做匀速直线运动,则 $\Delta t=t_2-(t_1+\frac{\Delta x}{v_1})=25\text{ s}$ 。

答案:(1)138 m (2)72 m (3)25 s

第4课时 运动图像问题(进阶课)

进阶1

思考 提示:因为纵坐标表示物理量的方向只有正、负两种可能,不能表示其他的方向。所以 $x-t$ 图像、 $v-t$ 图像只能描述物体做直线运动。

典例1 AC [汽车在 $0\sim 10\text{ s}$ 内匀速驶离出发点, $10\sim 20\text{ s}$ 内静止, $20\sim 40\text{ s}$ 内匀速驶回出发点,离出发点最远的距离为 30 m , 40 s 末回到出发点,故 A、C 正确, B 错误;汽车在 $20\sim 40\text{ s}$ 内做匀速直线运动,加速度 $a=0$,故 D 错误。]

典例2 A [由题图可知 $v-t$ 图像的斜率表示加速度, $0\sim t_1$ 时间内加速度为负且恒定,速度为正,加速度方向与速度方向相反,故 $0\sim t_1$ 内,汽车做匀减速直线运动,故 A 正确; $t_1\sim t_2$ 内,汽车做匀速直线运动,故 B 错误; $0\sim t_1$ 内加速度为负, $t_2\sim t_3$ 内加速度为正,故 $0\sim t_1$ 和 $t_2\sim t_3$ 内,汽车加速度方向相反,故 C 错误; $0\sim t_1$ 和 $t_2\sim t_3$ 内,汽车速度方向相同,均为正,故 D 错误。]

典例3 A [$x-t$ 图像斜率的物理意义是速度,在 $0\sim t_1$ 时间内, $x-t$ 图像斜率增大,汽车的速度增大;在 $t_1\sim t_2$ 时间内, $x-t$ 图像斜率不变,汽车的速度不变;在 $t_2\sim t_3$ 时间内, $x-t$ 图像的斜率减小,汽车做减速运动,综上所述可知 A 中 $v-t$ 图像可能正确,故选 A。]

进阶2

典例4 BD [质点在 $0\sim t_0$ 时间内从静止出发先做加速度增大的加速运动再做加速度减小的加速运动,此过程一直向前加速运动, $t_0\sim 2t_0$ 时间内加速度和速度反向,先做加速度增大的减速运动再做加速度减小的减速运动, $2t_0$ 时刻速度减速到零,此过程一直向前做减速运动, $2t_0\sim 4t_0$ 时间重复此过程的运动,即质点一直向前运动, A、C 错误, B 正确; $a-t$ 图像的面积表示速度变化量, $\frac{t_0}{2}\sim \frac{3}{2}t_0$ 内速度的变化量为零,因此 $\frac{t_0}{2}$ 时刻的速度与 $\frac{3}{2}t_0$ 时刻的速度相同, D 正确。]

典例5 A [根据位移时间关系可得 $x=v_0t-\frac{1}{2}at^2$, 变形可得

$$\frac{x}{t}=v_0-\frac{1}{2}at, \text{ 则初速度大小 } v_0=c, \text{ 整个刹车过程的平均速}$$

$$\text{度 } \bar{v}=\frac{1}{2}v_0=\frac{1}{2}c, \text{ 故 A 正确, B 错误; 结合图线可得 } \frac{1}{2}a=\frac{c}{b},$$

$$\text{解得 } a=\frac{2c}{b}, \text{ 故 C、D 错误。}]$$

典例6 D [根据速度位移关系可得 $0\sim 2\text{ m}$ 内质点的加速度大

$$\text{小为 } a=\frac{v^2}{2x}=4\text{ m/s}^2, \text{ 故 A 错误; 根据数学方法结合图像可知}$$

$$x=1\text{ m 时质点的速度的二次方为 } 8\text{ m}^2/\text{s}^2, \text{ 则速度大小为 } 2\sqrt{2}\text{ m/s, 故 B 错误; 根据速度位移关系可得 } 2\sim 6\text{ m 内质点的}$$

$$\text{加速度大小为 } a'=\frac{v'^2}{2x'}=2\text{ m/s}^2, \text{ 所以 } 0\sim 2\text{ m 内质点的加速}$$

$$\text{度大于 } 2\sim 6\text{ m 内质点的加速度, 故 C 错误; 由上述分析可知 } 0$$

$$\sim 2\text{ m 内质点运动的时间为 } t_1=\frac{v_0}{a}=1\text{ s, } 2\sim 6\text{ m 内质点运动}$$

$$\text{的时间为 } t_2=\frac{v_0}{a}=2\text{ s, } 0\sim 6\text{ m 内质点的平均速度大小为 } \bar{v}=\frac{x}{t_1+t_2}=2\text{ m/s, 故 D 正确。}]$$

典例7 C [汽车制动过程,由题图可知其加速度 a 随位移 x 均匀增大,故汽车做加速度逐渐增大的减速运动,故 A 错误;根据匀变速运动的速度位移公式 $v^2-v_0^2=2ax$,可知 $a-x$ 图线与 x 轴所围图形的面积表示速度平方变化量的一半,则汽车制动中,有 $0-v_0^2=-72\text{ (m}^2/\text{s}^2)$,可得汽车开始制动时的速度大小为 $v_0=6\sqrt{2}\text{ m/s}$,故 B 错误, C 正确;刹车过程中最大加速度为 6 m/s^2 ,如果一直以最大加速度刹车,所用的时间为 $t'=\frac{v_0}{|a|}=\sqrt{2}\text{ s}$,实际加速度是逐渐增大的,所以汽车制动时间一定大于 $\sqrt{2}\text{ s}$,故 D 错误。]

第5课时 实验一:探究小车速度随时间变化的规律

实验探究·创新突破

类型1

典例1 解析:(1)为了让小车做匀加速直线运动,应使小车受力恒定,故应将细线与长木板保持水平,同时为了打点稳定,应先接通电源再释放小车,故 A 正确, B 错误;为了节约纸带,小车从距离打点计时器较近的位置释放,故 C 错误;本实验中只是研究匀变速直线运动,只要摩擦力恒定即可,不需要平衡阻力,故 D 错误。

(2)依题意,每相邻两个计数点间有 4 个点没有画出,故两相邻计数点间的时间间隔为 $T=5\times\frac{1}{f}=0.1\text{ s}$,根据逐差法可知,

$$\text{小车的加速度为 } a=\frac{x_4+x_5+x_6-(x_1+x_2+x_3)}{9T^2}=$$

$$\frac{5.97+6.78+7.64-(3.59+4.41+5.19)}{9\times 0.1^2}\times 10^{-2}\text{ m/s}^2=$$

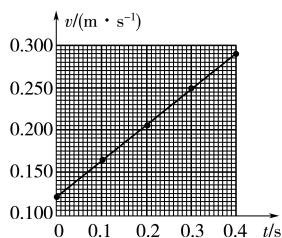
$$0.80\text{ m/s}^2$$

$$\text{打点计时器在打 B 点时小车的速度为 } v_B=\frac{x_{AC}}{2T}=\frac{x_1+x_2}{2T}=$$

$$\frac{3.59+4.41}{2\times 0.1}\times 10^{-2}\text{ m/s}=0.40\text{ m/s}。$$

答案:(1)A (2)0.80 0.40

典例 2 解析: (1) 每相邻两个计数点间还有 4 个点, 故相邻的计数点之间的时间间隔为 $t=5T=0.1\text{ s}$, 利用匀变速直线运动的推论得 $v_F = \frac{x_{EG}}{2t} = \frac{d_6 - d_4}{10T}$ 。
(2) 作出 $v-t$ 图像如图所示



根据图线斜率表示加速度可得

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0.289 - 0.122}{0.4 - 0} \text{ m/s}^2 \approx 0.42 \text{ m/s}^2.$$

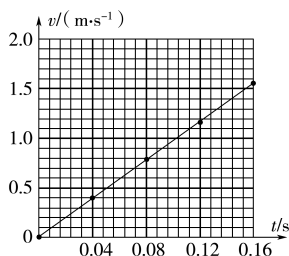
(3) 如果在某次实验中, 交变电流的频率为 $51\text{ Hz} > 50\text{ Hz}$, 则实际打点周期变小, 由 $\Delta x = at^2$ 得, 加速度的测量值与实际值相比偏小。

答案: (1) $\frac{d_6 - d_4}{10T}$ (2) 见解析图 0.42 (3) 偏小

类型 2

典例 3 解析: (1) 根据匀变速直线运动某段过程中间时刻的速度等于该段过程的平均速度, 可知 0.04 s 时刻小球的速度大小为 $v_1 = \frac{3.2 \times 10^{-2}}{2 \times 0.04} \text{ m/s} = 0.40 \text{ m/s}$ 。

(2) 根据表格数据及(1)问计算结果, 绘出小球下落的 $v-t$ 图像如图所示。

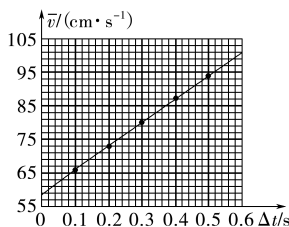


(3) $v-t$ 图像的斜率表示加速度, 可知小球下落的加速度 $a = \frac{1.56 - 0}{0.16 - 0} \text{ m/s}^2 = 9.75 \text{ m/s}^2$ 。(利用其他数据求得亦可)

答案: (1) 0.40 (2) 见解析图 (3) 9.75

典例 4 解析: (1) 由纸带数值得出 $\Delta x_{AD} = 6.60\text{ cm} + 8.00\text{ cm} + 9.40\text{ cm} = 24.00\text{ cm}$; $\bar{v}_{AD} = \frac{\Delta x_{AD}}{t_{AD}} = 80.0\text{ cm/s}$ 。

(2) 如图所示。



(3) 由解析(2)图像可求得直线斜率 $k = \frac{101.0 - 59.0}{0.6 - 0} \text{ cm/s}^2 = 70.0 \text{ cm/s}^2$, $b = 59.0 \text{ cm/s}$ 。

(4) 由于小车做匀加速直线运动, 以 A 点为运动起点, 其位移方程为 $\Delta x = v_A \Delta t + \frac{1}{2} a (\Delta t)^2$, 则平均速度 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = v_A + \frac{1}{2} a \Delta t$ 。

故斜率 $k = \frac{1}{2} a$, $b = v_A$, 所以 $a = 2k$, $v_A = b$ 。

答案: (1) 24.00 80.0 (2) 见解析图
(3) 70.0 59.0 (4) b $2k$

典例 5 解析: 遮光条通过光电门 A、B 的速度大小分别为 $v_1 = \frac{d}{\Delta t_1} = \frac{1.5 \times 10^{-2}}{0.15} \text{ m/s} = 0.1 \text{ m/s}$, $v_2 = \frac{d}{\Delta t_2} = \frac{1.5 \times 10^{-2}}{0.05} \text{ m/s} = 0.3 \text{ m/s}$, 滑块的加速度大小 $a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2s} = 0.10 \text{ m/s}^2$ 。

由于实验的目的是测量物体的加速度, 气垫导轨是否水平对实验没有影响, A 错误; 更换宽度更窄的遮光条, 可以提高瞬时速度的测量精度, 从而减小实验误差, B 正确; 为了使滑块的加速度不变, 应使滑块与滑轮之间的细绳与气垫导轨平行, C 正确; 适当增大两个光电门之间的距离, 可以使 s 的测量误差(相对误差)更小, 从而减小实验误差, 故 D 错误。

答案: 0.10 BC

第二章 相互作用

第 6 课时 重力 弹力

回归教材·双基过关

- (1) 吸引 (2) mg 弹簧测力计 (3) 竖直向下 (4) 质量
- (1) 弹性形变 (3) 相反
- (1) 正比 (2) 劲度系数 自身性质 变化量

易错易混辨析

- (1) $\checkmark$ (2) $\times$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\checkmark$

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 C [重力的方向竖直向下, 但不一定指向地心, A 错误; 由于地球对战机的吸引而产生重力, 同时战机对地球也产生引力, B 错误; 任何力都有施力物体, 重力的施力物体是地球, C 正确; 地球附近的任何物体都受重力作用, 与运动状态无关, D 错误。]

典例 2 D [物体浸没于水中时, 由于受到向上的浮力作用, 弹簧测力计的拉力小于物体的重力, 但物体的重力并不改变, 故 A 错误; 当两物体所处的地理位置不同时, 由于 g 的大小不同, 质量大的物体的重力不一定大, 故 B 错误; 重力的方向是竖直向下的, 而不是垂直向下, 故 C 错误; 物体的重心位置由物体的形状和质量分布情况共同决定, 故 D 正确。]

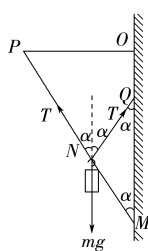
考点 2

典例 3 C [书对桌面的压力是弹力, 与书受到的重力是两种不同性质的力, A 错误; 书对桌面的压力是由于书发生形变而产生的, 是桌面发生形变的原因, B、D 错误; 书对桌面的压力与桌面对书的支持力都是弹力, C 正确。]

典例 4 C [选项 A 中小球只受重力和杆的弹力的作用, 且处于静止状态, 由二力平衡条件可得小球受到的弹力方向应竖直向上, 故 A 错误; 选项 B 中, 因为右边的绳沿竖直方向向上, 如果左边的绳有拉力, 则沿竖直方向向上的那根绳就会发生倾斜, 所以左边的绳没有拉力, 故 B 错误; 球与球接触处的弹力方向, 垂直于过接触点的公切面(即在两球心的连线上), 且指向受力物体, 故 C 正确; 球与面接触处的弹力方向, 过接触点垂直于接触面(即在接触点与球心的连线上), 即选项 D 中大半圆对小球的支持力 F_{N2} 的方向应指向大半圆的圆心, 故 D 错误。]

典例 5 B [设托盘上每减少一个盘子时每根弹簧的形变量为 Δx , 由题意知 $mg = 3k\Delta x$, 解得 $k = 100\text{ N/m}$, B 正确, A、C、D 错误。]

典例 6 D [设挂钩所在处为 N 点, 延长 PN 交墙于 M 点, 如图所示, 同一条绳子拉力相等, 根据对称性可知两边的绳子与竖直方向的夹角相等, 设为 α , 则根据几何关系可知 $NQ = MN$, 即 PM 等于绳长; 根据几何关系可得 $\sin \alpha = \frac{PO}{PM} = \frac{1.2}{2} = 0.6$, 根据平衡条件可得 $2T \cos \alpha = G$, 解得 $T = 5\text{ N}$, 故 D 正确, A、B、C 错误。]



典例 7 CD [设杆对小球的弹力 F 在竖直方向的分力为 F_y , 水平方向的分力为 F_x , 竖直方向根据受力平衡可得 $F_y = mg$, 水平方向根据牛顿第二定律可得 $F_x = ma$, 杆对小球的弹力大小为 $F = \sqrt{F_y^2 + F_x^2} = \sqrt{(mg)^2 + (ma)^2}$, D 正确; 设小球的弹力 F 与竖直方向的夹角为 α , 则有 $\tan \alpha = \frac{F_x}{F_y} = \frac{a}{g}$, 当 $\tan \alpha = \frac{a}{g} = \tan \theta$, 即 $a = g \tan \theta$ 时, 杆对球的弹力沿杆向上, 竖直方向有 $F_y = F \cos \theta = mg$, 解得 $F = \frac{mg}{\cos \theta}$, 综合分析可知, 只有当加速度 $a = g \tan \theta$ 时, 杆对球的弹力才沿杆向上, 当加速度 $a = 0$ 时, 杆对球的弹力竖直向上, 则 A、B 错误, C 正确。]

第 7 课时 摩擦力

回归教材·双基过关

1. (1) 相对静止 (2) 相对运动趋势 (4) 相反 (5) 相对运动趋势

2. (1) 相对运动 (2) 相对运动 (3) μN

(4) 相反 (5) 相对运动

3. (3) 粗糙程度

易错易混辨析

(1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\times$ (4) $\checkmark$ (5) $\checkmark$

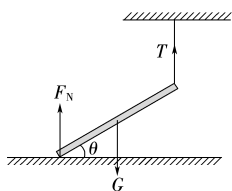
考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 AC [根据题意, 弹簧处于拉伸状态, 则弹簧对小物块有水平向右的拉力, 而小物块处于静止状态, 但小物块因受到弹簧对其向右的拉力而相对于木板有向右运动的趋势, 因此, M 对 m 的摩擦力方向向左, 故 A 正确, B 错误; 对小物块和木板组成的系统, 整体受重力与地面对整体的支持力, 若地面对 M 有摩擦力的作用, 则水平方向合力不为零, 整体不能平衡, 因此地面对 M 无摩擦力作用, 故 C 正确, D 错误。]

典例 2 AC [拖把沿墙竖直向上做匀速直线运动, 根据平衡条件可得拖把头对墙的压力大小为 $F_N = F \sin 53^\circ = 40 \times 0.8 \text{ N} = 32 \text{ N}$, 故 A 正确, B 错误; 拖把沿墙竖直向上做匀速直线运动, 有 $F \cos 53^\circ = mg + F_f$, 拖把受到的滑动摩擦力为 $F_f = \mu F_N$, 解得拖把头与墙面之间的动摩擦因数为 $\mu = 0.5$, 故 C 正确, D 错误。]

典例 3 D [对钢管受力分析, 如图所示, 若钢管受到地面的摩擦力, 则钢管水平方向受力不平衡, 钢管不可能处于静止状态, 故地面对钢管左端的摩擦力大小为零。故 A、B、C 错误, D 正确。]



考点 2

典例 4 BC [最大静摩擦力为 $F_{fm} = \mu F_N = 15 \text{ N}$, F_1 、 F_2 的合力 $F = F_1 - F_2 = 12 \text{ N} < 15 \text{ N}$, 方向向右, 所以木块处于静止状态, 所受的合力为零, 故木块受到的静摩擦力向左, 大小为 12 N , A 错误, B 正确; 若将 F_1 撤去, 因为 $F_2 < 15 \text{ N}$, 木块在 F_2 的作用下仍然处于静止状态, 则木块受到的摩擦力大小等于 F_2 的大小, 为 8 N , 方向与力 F_2 的方向相反, 即方向水平向右, C 正确, D 错误。]

典例 5 C [为了能研究摩擦力随时间的变化曲线, 物块一直处于静止状态, 则向左的摩擦力一直与向右的轻绳的拉力平衡, 题图乙是向右轻绳的拉力随时间变化的曲线, 题图乙也可以反映摩擦力随时间变化的情况, 由题图乙可知向右轻绳的拉力先增大后减小, 最后趋于不变, 故物块先受静摩擦力作用后受滑动摩擦力作用, 所以不需要让木板保持匀速运动, 故 A、B 错误; 由题图乙可知, 最大静摩擦力约为 10 N , 滑动摩擦力约为 7 N , 故最大静摩擦力与滑动摩擦力之比约为 $10:7$, 故 C 正确; 根据 $F_f = \mu F_N$, $F_N = mg$ 可知, 由于不知道物块的重力, 故无法求物块与木板间的动摩擦因数, 故 D 错误。]

典例 6 B [推力 $F = F_N = kt$, 开始物体沿墙面竖直向下滑动, $F_f = \mu F_N = \mu kt$ 为正比例函数, 当 F_f 增大到大于 G 时, 物体开始做减速运动, F_f 继续增大, 当速度减为零时, 物体静止, 此时摩擦力为静摩擦力, 大小等于物体的重力且不再变化, 故 B 正确。]

典例 7 BD [在传送带的上端轻轻放置一个质量为 m 的小木块, 小木块的速度开始时小于传送带的速度, 小木块受到的摩擦力沿斜面向下, 随着小木块速度的增大, 当小木块的速度等于传送带的速度时, 因为 $\mu < \tan \theta$, 小木块不可能与传送带保持相对静止, 一定会继续加速, 超过传送带的速度, 此时小木块所受的摩擦力沿斜面向上, 而在此过程中, 小木块对斜面的压力不变, 摩擦力的大小也不改变, A 错误, B 正确; 摩擦力沿斜面向下时, 由牛顿第二定律得 $mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta = ma_1$, 摩擦力沿斜面向上时, 由牛顿第二定律得 $mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma_2$, 则 $a_1 > a_2$, C 错误, D 正确。]

第 8 课时 力的合成和分解

回归教材·双基过关

1. (1) 相同 合力 分力 等效替代 (3) 合力 有向线段 合力 有向线段

2. (1) 分力 逆运算 (2) 平行四边形 (3) 下滑 压紧 $G \sin \theta$ $G \cos \theta$ 垂直

3. (1) 方向 平行四边形 (2) 方向 算术

易错易混辨析

(1) $\checkmark$ (2) $\checkmark$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\checkmark$

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 C [由题图可知, 当两力夹角为 180° 时, 两力的合力大小为 2 N , 而当两力夹角为 90° 时, 两力的合力大小为 10 N , 则这两个力的大小分别为 6 N 、 8 N , 故 C 正确, D 错误; 当两个力方向相同时, 合力大小最大, 等于两个力之和; 当两个力方向相反时, 合力大小最小, 等于两个力之差, 由此可知, 合力大小的变化范围是 $2 \text{ N} \leq F \leq 14 \text{ N}$, 故 A、B 错误。]

典例 2 C [三个力的合力不一定为零, 当第三个力不在剩余两个力的合力范围内, 合力不为零, 当三个力的方向相同时, 合力最大, 合力可以大于分力, 等于分力, 也可以小于分力, 故 A、B 错误; 设 $F_1 = 3F$, 则 $F_2 = 6F$, $F_3 = 8F$, F_1 、 F_2 的合力范围为 $3F \leq F' \leq 9F$, F_3 在这个范围内, 所以只要适当调整它们之间的夹角, 一定能使合力为零, 故 C 正确; 设 $F_1 = 3F$, 则 $F_2 = 6F$, $F_3 = 2F$, F_1 、 F_2 的合力范围为 $3F \leq F'' \leq 9F$, F_3 不在这个范围内, 三个力的合力一定不为零, 故 D 错误。]

典例 3 解析: 解法一(作图法)

如图 1 所示, 自 O 点引两根有向线段 OA 和 OB , 它们跟竖直方向的夹角都为 30° , 取单位长度为 $1 \times 10^4 \text{ N}$,

则 OA 和 OB 的长度都是 3 个单位长度, 量得对角线 OC 长约为 5.2 个单位长度

所以合力的大小为 $F = 5.2 \times 1 \times 10^4 \text{ N} = 5.2 \times 10^4 \text{ N}$, 方向竖直向下。

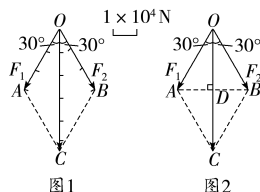


图 1

图 2

解法二(计算法)

如图 2 所示, 根据这个平行四边形是一个菱形的特点, 连接 AB , 交 OC 于 D , 则 AB 与 OC 互相垂直平分, 即 $AD = DB$,

$$OD = \frac{1}{2} OC$$

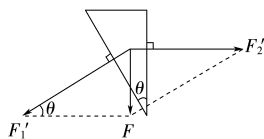
对于直角三角形 AOD , $\angle AOD = 30^\circ$

则有 $F = 2F_1 \cos 30^\circ = 2 \times 3 \times 10^4 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ N} \approx 5.2 \times 10^4 \text{ N}$, 方向
竖直向下。

答案: $5.2 \times 10^4 \text{ N}$ 方向竖直向下

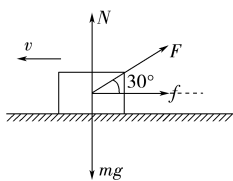
考点 2

典例 4 A [按效果将力 F 分解为 F'_1 、 F'_2 , 如图所示, 由几何关系结合 $F_1 = F'_1$ 、 $F_2 = F'_2$ 可知 $F_1 \cos \theta = F_2$, $F = F_1 \sin \theta$, 解得 $F_1 = \frac{F}{\sin \theta}$, $F_2 = \frac{F}{\tan \theta}$, 可知 F 一定小



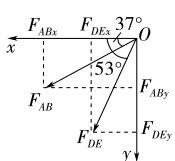
于 F_1 , 由于不知道 θ 的具体大小, 故 F 和 F_2 的大小关系不能确定, 且在顶部施加同样的力 F 时, 夹角 θ 越大, 力 F_1 和 F_2 越小, 凿子越不容易进入木头, 故 A 正确, B、C、D 错误。]

典例 5 D [对木块进行受力分析, 根据力的合成与分解, 竖直方向有 $N + F \sin 30^\circ = mg$, 整理代入数据得 $N = mg - F \sin 30^\circ = 8 \text{ N} - 4 \text{ N} = 4 \text{ N}$, A 错误; 因为 $f = \mu N$, 解得 $f = \mu N = 0.5 \times 4 \text{ N} = 2 \text{ N}$, 方向水平向右, B 错误, D 正确; 水平方向 $F_{\text{合}}$



$= f + F \cos 30^\circ$, 代入数据解得 $F_{\text{合}} = 2 \text{ N} + 8 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ N} = (2 + 4\sqrt{3}) \text{ N}$, C 错误。]

典例 6 D [弹性轻绳被拉长了 x , 同一根轻绳拉力大小相等, 即 $F_{AB} = F_{DE} = kx$, 将 F_{AB} 、 F_{DE} 分别正交分解, 如图, 则 $F_x = F_{AB} \cos 37^\circ + F_{DE} \cos 53^\circ = \frac{7}{5} kx$, $F_y =$

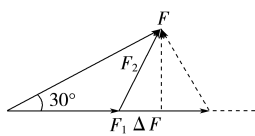


$F_{AB} \sin 37^\circ + F_{DE} \sin 53^\circ = \frac{7}{5} kx$, 则耳朵受到的口罩带的作用力 $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \frac{7\sqrt{2}}{5} kx$, 设作用力方向与水平方向夹角为 θ ,

$\tan \theta = \frac{F_y}{F_x} = 1$, 即作用力方向与水平方向夹角为 45° , 故 D 正确。]

考点 3

典例 7 AC [如图所示, 因 $F_2 = \frac{\sqrt{3}}{3} F > F \sin 30^\circ$, 故 F_1 的大小有两种可能情况, 由 $\Delta F =$



$\sqrt{F_2^2 - (F \sin 30^\circ)^2} = \frac{\sqrt{3}}{6} F$, 则 F_1 的大小分别为 $F \cos 30^\circ -$

ΔF 和 $F \cos 30^\circ + \Delta F$, 即 F_1 的大小分别为 $\frac{\sqrt{3}}{3} F$ 和 $\frac{2\sqrt{3}}{3} F$, A、C 正确。]

第 9 课时 牛顿第三定律 共点力的平衡

回归教材·双基过关

1. (1) 相互 (2) 相反 同一条直线上

2. (3) 相等 相反 合力

易错易混辨析

(1) $\checkmark$ (2) $\times$ (3) $\checkmark$ (4) $\times$ (5) $\times$ (6) $\checkmark$

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 A [火箭升空时, 其尾部向下喷气, 火箭箭体与被喷出的气体是一对相互作用的物体, 喷出的气体同时对火箭产生向上的反作用力, 即为火箭上升的推力, 此动力并不是由周围的

空气提供的, 因而与是否飞出大气层、是否存在空气无关, B、C 错误, A 正确; 火箭运载卫星进入轨道之后, 卫星与地球之间依然存在相互吸引力, 这是一对作用力与反作用力, D 错误。]

典例 2 C [滑动摩擦力方向与物体间的相对运动方向相反, 墨条相对砚台水平向左运动, 则砚台对墨条的摩擦力方向水平向右, A 错误; 根据牛顿第三定律结合 A 项分析可知, 砚台受到墨条水平向左的摩擦力, 而砚台处于静止状态, 其水平方向上受力平衡, 则桌面对砚台的摩擦力方向水平向右, 桌面和墨条对砚台的摩擦力是一对平衡力, B 错误, C 正确; 对砚台受力分析, 竖直方向上, 砚台受到自身重力、墨条的压力和桌面的支持力, 因此桌面对砚台的支持力与墨条对砚台的压力不是一对平衡力, D 错误。]

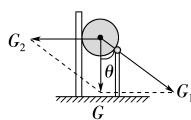
考点 2

典例 3 B [对套马者受力分析可知, “套马者”受到竖直向下的重力 G 、沿绳子方向向左上方的拉力 F 、竖直向上的支持力 F_N 和水平向右的摩擦力 F_f , 故 B 正确。]

典例 4 C [根据题意, 对 A 受力分析可知, 受重力、B 的支持力, 由于 A 静止, 则 A 还受 B 沿斜面向上的静摩擦力, 对 B 受力分析可知, 受重力、斜面的支持力、A 的压力、拉力 F 、B 还受 A 沿斜面向下的摩擦力, 由于 B 静止, 则受沿斜面向上的摩擦力, 即 B 受 6 个力作用。故选 C。]

考点 3

典例 5 D [设球与横杆的接触点与球心的连线与竖直方向的夹角为 θ , 如图所示, 将小球的重力按照力的作用效果分解为 G_1



和 G_2 , 有 $G_1 = \frac{G}{\cos \theta}$, 设小球的半径为 r ,

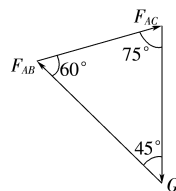
则 $\sin \theta = \frac{1.8r - r}{r} = 0.8$, 所以 $\cos \theta = \sqrt{1 - \sin^2 \theta} = 0.6$, 即 $G_1 =$

$\frac{G}{\cos \theta} = \frac{5}{3} mg$, 球对横杆的压力 F_N 大小等于分力 G_1 , 即 $F_N =$

$G_1 = \frac{5}{3} mg$, D 正确, A、B、C 错误。]

典例 6 B [设绳 OA 上的拉力大小为 T_1 , 绳 O'B 上的拉力大小为 T_2 , 由于此时人和物均处于平衡状态, 则分别对 O、O' 处受力分析, 由力的平衡条件可得 $T_1 = T_2 = mg \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} mg$, 设此时肩膀对扁担的作用力大小为 F , 则对扁担由力的平衡条件可得 $F = T_1 \cos 45^\circ + T_2 \cos 45^\circ = mg$, 由牛顿第三定律可得此时扁担对肩膀的作用力大小为 $F' = F = mg$, B 正确。]

典例 7 A [当 AC 边以 A 为轴逆时针转动到向左偏离竖直方向 15° 角时, 对铁球进行受力分析可知, 此时 BC 边跟铁球之间没有作用力, 铁球受到重力 G 、AB 边作用力 F_{AB} 和 AC 边作用力 F_{AC} 三个力作用, 力的方向及力的矢量三角形如图所示, 根据



正弦定理有 $\frac{F_{AB}}{F_{AC}} = \frac{\sin 75^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{\sqrt{3} + 1}{2}$, 故 A 正确。]

第 10 课时 动态平衡和平衡中的 临界、极值问题(进阶课)

进阶 1

典例 1 BC [设两个气球所受空气阻力的合力为 f , 所受重力与浮力的合力为 F_0 , 则作出 f 所在竖直平面内气球的受力如图 1 所示, 其中 $2T'$ 为绳子拉力在该平面内的分力, 由力的平衡条件有 $f = 2T' \cos \theta$, $F_0 = 2T' \sin \theta$, 即 $\tan \theta = \frac{F_0}{f}$, 又该同学

沿原方向运动速度缓慢增大,则 f 缓慢增大,可知 θ 缓慢减小, T' 缓慢增大, A 错误, B 正确; 设一根绳子的拉力为 T , 绳子与 F 间的夹角为 α , 则在两根绳所在平面内, 作出一个气球的部分受力(所有不与 F 垂直的力)如图 2 所示, 由力的平衡条件有 $F = \frac{T'}{\tan \alpha}$, 忽略气球形状的变化, 则 α 不变, 又由 A、B 项分析可知 T' 缓慢增大, 所以 F 缓慢增大, C 正确, D 错误。

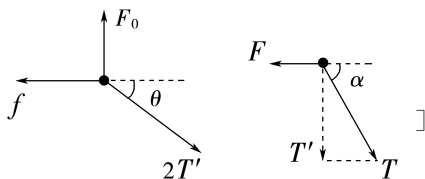
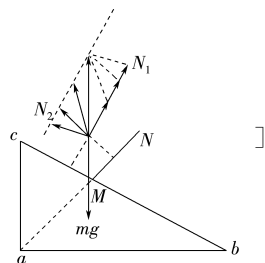


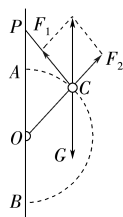
图 1

图 2

典例 2 B [对小圆柱受力分析, 则当挡板 MN 转到水平位置前, 小圆柱 Q 所受的合力总为零不变; 挡板 MN 对小圆柱 Q 的支持力 N_2 先减小后增加; 斜面体对 Q 的支持力 N_1 逐渐减小。故选 B。

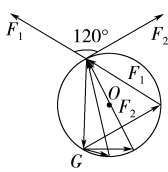


典例 3 A [小球受重力、轻绳的拉力和轻杆的支持力, 如图所示, 由于平衡, 三个力可以构成矢量三角形。根据平衡条件, 该力的矢量三角形与几何三角形 POC 相似, 则有 $\frac{G}{PO} = \frac{F_1}{L} = \frac{F_2}{R}$, 解得 $F_1 = \frac{L}{PO}G$, $F_2 = \frac{R}{PO}G$, 当 P 点下移时, PO 减小, L 、 R 不变, 故 F_1 增大, F_2 增大。]



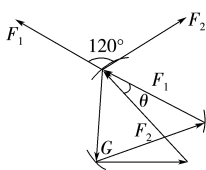
典例 4 B [法一 矢量圆法

以铅球为研究对象, 受重力 G 、右手对铅球的弹力 F_1 和左手对铅球的弹力 F_2 , 受力分析如图所示, 缓慢旋转过程中处于平衡状态, 则三力平移后构成一首尾相连的三角形, 两手之间夹角保持 60° 不变, 则两力之间的夹角保持 120° 不变, 则在三角形中, F_1 与 F_2 夹角保持 60° 不变, 重力 G 的大小、方向不变, 作出力三角形的外接圆, 根据弦所对的圆周角都相等, 则右手由题图所示位置缓慢旋转 60° 至水平位置过程中力的三角形变化如图所示, 分析可得 F_1 开始小于直径, 当转过 30° 时 F_1 等于直径, 再转时又小于直径, 所以 F_1 先增大后减小, F_2 开始就小于直径, 转动过程中一直减小, 选项 B 正确。



法二 正弦定理法

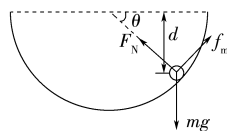
以铅球为研究对象, 受重力 G 、右手对铅球的弹力 F_1 及左手对铅球的弹力 F_2 , 受力分析如图所示, 缓慢旋转过程中铅球处于平衡状态, 则三力平移后构成一首尾相连的三角形, 两手之间夹角保持 60° 不变, 右手由题图所示位置缓慢旋转的角度设为 θ , 根据正弦定理有 $\frac{G}{\sin 60^\circ} = \frac{F_1}{\sin(60^\circ + \theta)} = \frac{F_2}{\sin(60^\circ - \theta)}$, 右手由题图所示位置缓慢旋转 60° 至水平位置过程中 θ 由 0° 变为 60° ,



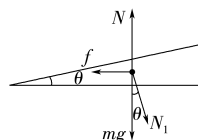
$\sin(60^\circ + \theta)$ 先变大再变小, 所以 F_1 先增大后减小, $\sin(60^\circ - \theta)$ 一直变小, 所以 F_2 一直减小, 选项 B 正确。]

进阶 2

典例 5 D [设生米粒的质量为 m , 当生米粒受到碗的摩擦力达到最大静摩擦力时, 静止于碗内的生米粒与碗口的距离最小, 设此时碗对生米粒的支持力与水平方向的夹角为 θ , 作出生米粒的受力分析示意图如图所示, 根据平衡条件有 $mg \cos \theta = f_m$, $F_N = mg \sin \theta$, 又 $f_m = \mu F_N$, 联立解得 $\mu = \frac{\cos \theta}{\sin \theta}$, 则 $\sin \theta = \frac{1}{\sqrt{1 + \mu^2}}$, 根据几何关系有 $\sin \theta = \frac{d}{R}$, 可得 $d = R \sqrt{\frac{1}{1 + \mu^2}}$, 故 D 正确。]



典例 6 解析: (1) 对木楔受力分析, 其受到重力、压力、支持力和摩擦力, 如图所示



若门推动木楔在地板上缓慢匀速移动

竖直方向有 $N = N_1 \cos \theta + mg$

水平方向有 $f = N_1 \sin \theta$

最大静摩擦力近似等于滑动摩擦力, 则

$f = \mu N = \mu(N_1 \cos \theta + mg)$

联立解得 $N_1 = \frac{\mu mg}{\sin \theta - \mu \cos \theta}$

(2) 不管用多大力推门, 塞在门下缝隙处的木楔都能将门卡住而不再运动, 即 $N_1 \sin \theta \leq \mu(N_1 \cos \theta + mg)$

若木楔质量较小, 近似为零, 则可得 $\tan \theta \leq \mu$

故临界角的正切值为 $\tan \theta_0 = \mu$ 。

答案: (1) $\frac{\mu mg}{\sin \theta - \mu \cos \theta}$ (2) μ

第 11 课时 实验二: 探究弹簧弹力与形变量的关系

实验探究 · 创新突破

类型 1

典例 1 解析: (1) 根据实验原理可知还需要刻度尺来测量弹簧原长和伸长量。

(2) 根据实验原理, 实验中需要测量的物理量有弹簧的原长、弹簧所受外力与对应的伸长量(或与弹簧对应的长度)。

(3) 取图线中 $(0.5 \text{ cm}, 0)$ 和 $(3.5 \text{ cm}, 6 \text{ N})$ 两个点, 代入 $\Delta F = k \Delta x$, 解得 $k = 200 \text{ N/m}$, 图线不过原点是由于弹簧自身存在重力, 使得弹簧不加外力时就有形变量。

(4) 根据实验操作的合理性可知先后顺序为 C、B、D、A、E、F、G。

答案: (1) 刻度尺 (2) 弹簧原长、弹簧所受外力与对应的伸长量(或与弹簧对应的长度) (3) 200 弹簧自身存在重力

(4) CBDAEFG

典例 2 解析: (1) 根据相关读数规则可知, 题图乙中的指针指示的刻度为 11.60 cm 。

(2) 该弹簧的劲度系数 $k = \frac{20.0}{(18.0 - 2.0) \times 10^{-2}} \text{ N/m} = 125 \text{ N/m}$ 。

(3) 在弹簧的自重不可忽略的情况下, 虽然得到的 $F-L$ 图像不过原点, 但是 $F-L$ 图像的斜率不变, 可知弹簧劲度系数的测量值等于真实值。

答案: (1) 11.60 (2) 125 (3) 等于

类型 2

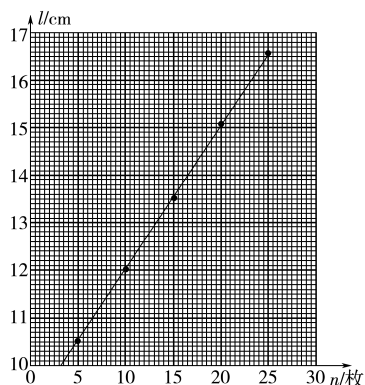
典例 3 解析:(1)根据题意,由实验原理可知,本实验通过改变钩码的数量来改变弹簧的弹力,通过手机的定位传感器确定弹簧的形变量,通过作图的方法得到弹簧的劲度系数,则正确的实验步骤为 ADBEC。

(2)根据题意,由胡克定律 $F=kx$ 可得 $nmg=kx$,整理得 $n=\frac{k}{mg}x$,由题图乙可知,图像的斜率为 1 cm^{-1} ,则有 $\frac{k}{mg}=1\text{ cm}^{-1}$,解得 $k=49\text{ N/m}$ 。

(3)由上述分析可知,弹簧的劲度系数是通过图像的斜率与每个钩码重力的乘积得到的,手机重力使弹簧伸长,这对弹簧劲度系数的测量结果无影响。

答案:(1)ADBEC (2)49 (3)无 劲度系数是通过图像斜率与每个钩码重力的乘积得到的

典例 4 解析:(3)利用描点法得出图线,如图所示。



(4)根据刻度尺的读数规则可知,橡皮筋的长度 $l=15.35\text{ cm}$ 。

(5)由胡克定律可得 $nmg=k(l-l_0)$,整理得 $l=\frac{mg}{k}n+l_0$,

$l-n$ 图像的斜率 $\frac{mg}{k}=\frac{16.56-10.51}{25-5}\times 10^{-2}\text{ m}=\frac{6.05}{20}\times 10^{-2}\text{ m}$,解

得 $k=20.0\text{ N/m}$,代入数据解得橡皮筋原长 $l_0\approx 9.00\text{ cm}$ 。挂上冰墩墩玩具,有 $Mg=k(l-l_0)$,解得 $M=127\text{ g}$ 。

答案:(3)见解析图 (4)15.35 (5)127

第 12 课时 实验三:探究两个互成角度的力的合成规律

实验探究·创新突破

类型 1

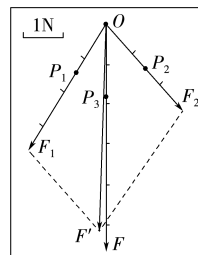
典例 1 解析:(1)“验证力的平行四边形定则”采用的是“等效替代法”。

(2)根据实验原理可知,实验过程中,在用两个完全相同的弹簧测力计成一定角度拉橡皮筋时,需要记录两细绳的方向、两弹簧测力计的示数、结点 O 的位置,所以橡皮筋拉伸后结点的位置、力 F 的大小和方向、力 F_1 、 F_2 的大小和方向都需要标记或记录,不需要记录橡皮筋的原长即橡皮筋原长时结点的位置,故选 A。

(3)为减小力的方向的测量误差,两根细绳应适当长一些,以细绳的两个端点确定两点,然后将这两点用直线连接起来即为力的方向,再从该线段上截取用以表示力大小的线段,不需要细绳等长,故 A 正确;只有当两个弹簧测力计拉力大小相等时,橡皮筋才与两绳夹角的平分线在同一直线上,而本实验中并不要求两个弹簧测力计的拉力大小相等,故 B、C 错误;在使用弹簧测力计时,要注意使弹簧测力计与木板平面平行,以减小力的测量误差,故 D 正确。

答案:(1)等效替代法 (2)A (3)AD

典例 2 解析:(2)①按照给定的标度画出 F_1 、 F_2 和 F 的图示,然后按平行四边形定则画出 F_1 、 F_2 的合力 F' ,如图所示。



② F 和 F' 不完全重合的误差原因可能是:没有做到弹簧测力计、细线、橡皮条都与木板平行;读数时没有正视弹簧测力计。

答案:(2)①见解析图 ②没有做到弹簧测力计、细线、橡皮条都与木板平行;读数时没有正视弹簧测力计

类型 2

典例 3 解析:(1)A 传感器中的力均为拉力,为正值,故 A 传感器对应的是表中力 F_1 ,平衡时 $mg=F_1\sin\theta$,当 $\theta=30^\circ$ 时, $F_1=1.001\text{ N}$,可求得 $m\approx 0.05\text{ kg}$ 。

(2)在挂钩码之前,对传感器进行调零,是为了消除水平杆自身重力对结果的影响,故 C 正确。

(3)让 A 传感器沿圆心为 O 的圆弧形轨道移动的过程中,传感器与 O 点的距离保持不变,即 O 点位置保持不变,故 A、B、D 错误, C 正确。

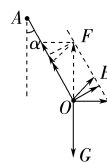
答案:(1) F_1 0.05 (2)C (3)C

典例 4 解析:(1)实验中,题图甲用来测量合力,题图乙用来测量两个分力,根据胡克定律,力的大小与弹簧伸长量成正比,力的大小可用弹簧伸长量来表示,因此必须测量弹簧的原长和伸长后的长度,但 AO 、 BO 长度不必相同, A 错误, B、C 正确;实验中矿泉水瓶所受重力是定值,所以不必保证 O 点位置固定不变, D 错误。

(2)实验中矿泉水瓶受到的重力方向始终竖直向下,所以 x_1 需要沿着竖直方向,故题图丙是正确的。

(3)对 O 点受力分析, O 点处于动态平衡中, O 点受到矿泉水瓶的拉力等于矿泉水瓶所受重力,其重力大小、方向不变, OA 中拉力方向不变,根据平行四边形定则易得 OA 中弹力将一直变大, OB 中弹力将先减小后增大,如图所示。所以 OA 中弹簧的长度将一直增大, OB 中弹簧的长度将先减小后增大。

答案:(1)BC (2)丙 (3)一直增大 先减小后增大



第三章 牛顿运动定律

第 13 课时 牛顿第一定律 牛顿第二定律

回归教材·双基过关

- (1)匀速直线 迫使 惯性 惯性 维持 加速度 (2)匀速直线 大 小 无关
- (1)正比 反比 相同 ma 静止 匀速直线运动 宏观 低速 (2)基本 导出 长度 质量 时间 米 千克 秒 物理关系

易错易混辨析

- (1)× (2)× (3)√ (4)√ (5)×

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 C [牛顿第一定律是在理想实验的基础上经过合理归纳总结出来的,但无法用实验来直接验证,但其结论是正确的, A、B 两项错误;理想实验的思维方法与质点概念的建立相同,

都是突出主要因素、忽略次要因素的科学抽象的思维方法,C项正确;物体的运动不需要力来维持,D项错误。]

典例 2 D [惯性的大小只取决于物体的质量,和物体的运动状态无关,故 A 错误;当油罐车加速前进时,由于惯性油向后涌动,所以油的液面应前低后高,故 B 错误;当油罐车减速前进时,油向前涌动,油的液面前高后低,故 C 错误;当挡板间油的质量相对小时,油的惯性小,可以有效减弱变速时油的涌动,故 D 正确。]

考点 2

典例 3 B [由于物体的加速度与合力是瞬时对应关系,因此在力刚作用瞬间,物体会立即获得加速度,A 正确;根据因果关系,合力是产生加速度的原因,即物体由于受合力作用,才会产生加速度,B 错误;牛顿第二定律 $F=ma$ 是矢量式, a 的方向与 F 的方向相同,与速度方向无关,C 正确;由牛顿第二定律知物体所受合力减小,加速度一定会减小,而速度的变化由加速度和初速度共同决定,不一定会减小,D 正确。]

典例 4 A [根据题意,由牛顿第二定律有 $F-mg=ma$,代入数据解得 $a=\frac{6 \times 10^6-5 \times 10^6}{5 \times 10^5} \text{ m/s}^2=2 \text{ m/s}^2$,故选 A。]

典例 5 C [在抽去木板的瞬间,弹簧对 A 木块的支持力和对 B 木块的压力并未改变。在抽去木板的瞬间,A 木块受重力和支持力, $mg=F, a_A=0$;B 木块受重力和弹簧向下的压力,根据牛顿第二定律得 $a_B=\frac{F+mg}{m}=\frac{mg+mg}{m}=2g$,故 C 正确,A、B、D 错误。]

考点 3

典例 6 AC [根据题意可知 $\frac{a^2 b}{c^2}$ 的单位满足 $1 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{kg}}{\text{s}^2}=1 \text{ kg} \cdot (\text{m/s})^2$,结合动能公式 $E_k=\frac{1}{2}mv^2$ 可知 $\text{kg} \cdot (\text{m/s})^2$ 为能量单位,故 A 正确;同理 $\frac{ab^2}{c^2}$ 的单位满足 $1 \frac{\text{m} \cdot \text{kg}^2}{\text{s}^2}=1 \text{ kg}^2 \cdot \text{m/s}^2$,根据 $F=ma$ 可知 $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ 为力的单位,故可知 $\text{kg}^2 \cdot \text{m/s}^2$ 为力与质量乘积的单位,不是能量单位,故 B 错误; $\frac{d^2}{b}$ 的单位满足 $1 \frac{(\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1})^2}{\text{kg}}=1 \text{ kg} \cdot (\text{m/s})^2$,根据前面 A 选项分析可知该单位为能量单位,故 C 正确; $\frac{b^2}{d}$ 的单位满足 $1 \frac{\text{kg}^2}{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}}=1 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^{-1}}$,不是能量单位,故 D 错误。]

第 14 课时 牛顿第二定律的基本应用

回归教材·双基过关

- (1)运动情况 受力
- (1)大于 向上 (2)小于 向下 (3)等于 0 g

易错易混辨析

- (1)✓ (2)✓ (3)✓ (4)× (5)×

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 解析:(1)设滑雪爱好者加速度的大小为 a ,在沿山坡方向,根据牛顿第二定律有 $mg \sin 30^\circ - f = ma$

解得 $a=4 \text{ m/s}^2$ 。

(2)由运动学公式得,3 s 内滑雪爱好者下滑位移的大小为

$$x=v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

解得 $x=21 \text{ m}$ 。

(3)根据匀变速直线运动规律,3 s 末滑雪爱好者的速度大小为

$$v=v_0+at$$

解得 $v=13 \text{ m/s}$ 。

答案:(1)4 m/s^2 (2)21 m (3)13 m/s

典例 2 解析:(1)在 5 s 时间内,小车的平均速度

$$\bar{v}=\frac{v_0+v_t}{2}=45 \text{ km/h}=12.5 \text{ m/s}$$

小车的位移大小 $x=\bar{v}t=62.5 \text{ m}$ 。

$$(2) \text{ 小车的加速度 } a=\frac{v_t-v_0}{t}=\frac{5-20}{5} \text{ m/s}^2=-3 \text{ m/s}^2$$

由牛顿第二定律得 $mg \sin 4.8^\circ - F - f = ma$

解得 $F=5\,200 \text{ N}$ 。

答案:(1)62.5 m (2)5 200 N

考点 2

典例 3 B [运动员在助滑区加速下滑时,加速度沿斜面向下,加速度在竖直方向的分加速度为竖直向下,处于失重状态,A 错误;忽略空气阻力,运动员在跳离弧形过渡区至着陆区之前,在空中只受到竖直向下的重力作用,加速度为竖直向下的重力加速度,处于完全失重状态,B 正确;运动员在弧形过渡区做圆周运动,加速度有竖直向上的分量,处于超重状态,C 错误;运动员在减速区减速过程中,减速下降,竖直方向的分加速度竖直向上,处于超重状态,D 错误。]

典例 4 B [$t_1 \sim t_3$ 间, f 向下,先增大后减小,可知此时速度方向向上,先增大后减小,故实验舱 $t_1 \sim t_2$ 间处于弹射过程, $t_2 \sim t_3$ 间做竖直上抛运动,故 A 错误; $t_2 \sim t_3$ 间, f 向下减小,可知此时速度方向向上,速度在减小,根据牛顿第二定律有 $mg+f=ma$,即 $a=\frac{f}{m}+g$,故加速度大小在减小,故 B 正确; $t_3 \sim t_5$

间, f 向上,先增大后减小,可知此时速度方向向下,先增大后减小,先向下加速后向下减速,加速度先向下后向上,先失重后超重,故 C 错误;根据前面分析可知 t_3 时刻实验舱的速度方向改变,从向上变成向下运动,故 t_3 时刻到达最高点,故 D 错误。]

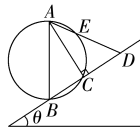
典例 5 解析:(1)根据弹簧测力计的读数规则可知,其读数为 5.0 N。

(2)根据(1)问结合力的平衡条件可知, $mg=5.0 \text{ N}$,电梯上行时,测力计示数为 $4.5 \text{ N} < mg$,故物体处于失重状态,根据牛顿第二定律有 $mg-F=ma$,代入数据解得 $a \approx 1.0 \text{ m/s}^2$ 。

答案:(1)5.0 (2)失重 1.0

考点 3

典例 6 B [由于 $\angle BAC=\theta$,则可以判断出 AB 竖直向下,以 AB 为直径作圆,则必过 C 点,如图所示,圆环在杆 AC 上运动的过程,由牛顿第二定律及运动学公式可得 $mg \cos \theta = ma$,



$$2R \cos \theta = \frac{1}{2}at_c^2, \text{ 联立解得 } t_c = \sqrt{\frac{4R}{g}}, \text{ 圆环在杆 AB 上运动}$$

的过程 $t_B = \sqrt{\frac{4R}{g}}$,由此可见从 A 点出发,到达圆周各点所用的时间相等,与细杆的长短、倾角无关,则 $t_B=t_C=t_E < t_D$,故 B 正确。]

第 15 课时 实验四:探究加速度与物体受力、物体质量的关系

实验探究·创新突破

类型 1

典例 1 解析:(1)探究加速度与力、质量关系的实验时,将槽码与槽码盘的重力近似为绳子拉力,则需平衡阻力,实验中应将木板一端垫高。

(2)该实验采取控制变量法,探究加速度 a 与质量 m 的关系时,小车受到的力 F 保持不变,利用图像法处理数据时,需使图线拟合为直线更直观,即图像斜率为定值,由牛顿第二定律 $F=ma$ 可知 $a-\frac{1}{m}$ 图像的斜率不变,A 正确;无论 m 怎么变化, am 为定值,也可判断 a 、 m 成反比关系,C 正确。

(3)采用甲同学的方法进行实验时,设小车的质量为 m ,单个槽码的质量为 M ,槽码个数为 n ,忽略槽码盘的质量,对小车和槽码根据牛顿第二定律分别有 $T=ma$ 、 $nMg-T=nMa$,联立解得 $T=\frac{nMg}{1+\frac{m}{M}}$;采用乙同学的方法进行实验时,设槽码个数总

共为 n 个,小车上放有 k 个槽码,对小车和槽码根据牛顿第二定律分别有 $T=(m+kM)a$ 、 $(n-k)Mg-T=(n-k)Ma$,联立解得 $T=\frac{kM+m}{nM+m}(n-k)Mg$,因此采用甲同学的方法时,当槽码总质量远小于小车质量时槽码的重力与绳子拉力近似相等,采用乙同学的方法时,当单个槽码质量较小时槽码的重力与绳子拉力近似相等,则乙同学的方法可以更好地减小误差。

答案:(1)一端垫高 (2)AC (3)乙

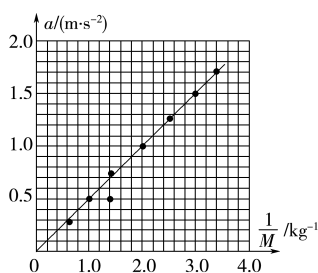
典例 2 解析:(1)AC 这段位移的平均速度等于 AC 这段时间中间时刻的速度,即 B 点的瞬时速度,故

$$v_B = \frac{AB+BC}{4T} = \frac{(6.19+6.70) \times 10^{-2}}{4 \times 0.02} \text{ m/s} \approx 1.6 \text{ m/s}$$

由逐差法求解小车的加速度,有

$$a = \frac{(CD+DE)-(AB+BC)}{4 \times (2T)^2} = \frac{[(7.21+7.72)-(6.19+6.70)] \times 10^{-2}}{4 \times (2 \times 0.02)^2} \text{ m/s}^2 \approx 3.2 \text{ m/s}^2$$

(2)将坐标系中各点连成一条直线,连线时应使直线过尽可能多的点,不在直线上的点应大致对称地分布在直线的两侧,离直线较远的点应视为错误数据,不予考虑,连线如图所示。



(3)图线在横轴的截距不为 0,说明实验前没有平衡阻力或平衡阻力不足。

(4)在实验中认为细绳的张力 F 等于细沙和小桶所受总重力 mg ,实际上,细绳张力 $F'=Ma$, $mg-F'=ma$,即 $F'=\frac{M}{M+m} \cdot mg$,小车的加速度 $a=\frac{1}{M+m} \cdot mg=\frac{1}{M+m} \cdot F$,当

拉力 F 变大时, m 必定变大,那么斜率 $\frac{1}{M+m}$ 必定减小。当 $M \gg m$ 时,斜率近似不变, $a-F$ 图像为直线,当不满足 $M \gg m$ 时,便有 $a-F$ 图像的斜率明显逐渐变小,C 正确。

答案:(1)1.6 3.2 (2)见解析图 (3)实验前没有平衡阻力或平衡阻力不足 (4)C

类型 2

典例 3 解析:(1)该实验是用遮光时间内的平均速度表示遮光片运动到光电门时小车的瞬时速度,由运动学规律可知,遮光片的宽度越窄,两个速度越接近,即小车的瞬时速度测量越精

准,所以选用 $d=1.00 \text{ cm}$ 的遮光片。

(2)根据题意可得,小车的加速度 $a=\frac{v_2-v_1}{t}=0.41 \text{ m/s}^2$ 。

(3)对小车由牛顿第二定律有, $F+mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma$,整理得 $a=\frac{F}{m}+g \sin \theta - \mu g \cos \theta$,结合题图乙可知 $g \sin \theta - \mu g \cos \theta < 0$,若要得到一条过原点的直线,应使 $\sin \theta - \mu \cos \theta = 0$,则应增大轨道的倾角 θ 。

(4)结合(3)问分析可知,题图乙中直线斜率表示质量的倒数,则其单位为 kg^{-1} 。

答案:(1)1.00 (2)0.41 (3)增大 (4) kg^{-1}

典例 4 解析:(1)初始时弹簧的伸长量为 5.00 cm ,结合题图乙可读出弹簧弹力为 0.610 N ,由 $F=kx$ 可得弹簧的劲度系数 $k \approx 12 \text{ N/m}$ 。

(2)根据牛顿第二定律 $F=ma$,结合题图丙可得 $a-F$ 图线斜率的倒数表示滑块与加速度传感器的总质量,代入数据得 $m=0.20 \text{ kg}$ 。

(3)同理图像斜率的倒数 $\frac{1}{k}=m+m_{\text{测}}$,得 $m_{\text{测}} \approx 0.13 \text{ kg}$ 。

答案:(1)12 (2)0.20 (3)0.13

第 16 课时 动力学中的图像问题和连接体问题(进阶课)

进阶 1

典例 1 B [根据题图可知两图线对应的加速度大小分别为 $a_1=\frac{10-2}{12} \text{ m/s}^2=\frac{2}{3} \text{ m/s}^2$, $a_2=\frac{10-6}{12} \text{ m/s}^2=\frac{1}{3} \text{ m/s}^2$,若水平

拉力与运动方向相反,则有 $a_1=\frac{F+f}{m}$, $a_2=\frac{f}{m}$,解得 $F=2 \text{ N}$,

$f=2 \text{ N}$;若水平拉力与运动方向相同,则有 $a_1=\frac{f}{m}$, $a_2=\frac{f-F}{m}$,解得 $F=2 \text{ N}$, $f=4 \text{ N}$,故选 B。]

典例 2 A [由牛顿第二定律结合题图可知, $0 \sim 1 \text{ s}$ 时间内和 $2 \sim 3 \text{ s}$ 时间内机器人的加速度大小相等、方向相反,又 $v-t$ 图像的斜率表示加速度可知, $0 \sim 1 \text{ s}$ 时间内和 $2 \sim 3 \text{ s}$ 时间内机器人 $v-t$ 图像斜率互为相反数,A 可能正确。]

典例 3 C [对滑块 A 有 $\mu_A mg=ma_A$,解得 $a_A=2 \text{ m/s}^2$,A 错误;对滑块 B 有 $\mu_B mg=ma_B$,解得 $a_B=1 \text{ m/s}^2$,由题图可知 F 足够大时,A、B 均相对 C 滑动,相遇时间恒定为 $t=\sqrt{\frac{1}{0.25}} \text{ s}=2 \text{ s}$,由 $\frac{1}{2}a_A t^2-\frac{1}{2}a_B t^2=L$,解得 $L=2 \text{ m}$,B 错误;当 $F=8 \text{ N}$ 时,滑块 B 与 C 刚要发生相对滑动,则有 $F-4\mu_C mg=4ma_B$,得 $m=1 \text{ kg}$,C 正确;设 A、B、C 均产生相对运动时的最小拉力为 F_1 ,则有 $F_1-4\mu_C mg-\mu_A mg-\mu_B mg=2ma_A$,得 $F_1=11 \text{ N}$,故 $F=10.5 \text{ N}$ 时,A、C 相对静止,D 错误。]

进阶 2

典例 4 A [设 P 和 Q 的质量分别为 $7m$ 和 $2m$,当把大小为 F_1 、方向向左的水平推力作用在 P 上时,设整体的加速度大小为 a_1 ,根据牛顿第二定律有 $F_1=9ma_1$ 。隔离 Q 分析,因为 P 和 Q 恰好相对静止,根据力的合成与分解以及牛顿第二定律有 $2mg \tan \theta=2ma_1$,联立解得 $F_1=\frac{27}{4}mg$;当把大小为 F_2 、方向向右的水平推力作用在 Q 上时,设整体的加速度大小为 a_2 ,根据牛顿第二定律有 $F_2=9ma_2$,设 Q 对 P 的弹力大小为 F_N ,则 $F_N \sin \theta=7ma_2$,根据牛顿第三定律可知 P 对 Q 的弹力大小为 $F_N'=F_N$,隔离 Q 分析,因为 P 和 Q 恰好相对静止,在竖直

方向上根据平衡条件有 $F_N' \cos \theta = 2mg$, 联立解得 $F_2 = \frac{27}{14}mg$, 所以 $\frac{F_1}{F_2} = \frac{7}{2}$, 故 A 正确。]

典例 5 C [若设木块和地面间的动摩擦因数为 μ , 以两木块整体为研究对象, 根据牛顿第二定律有 $F - \mu(m_1 + m_2)g = (m_1 + m_2)a$, 得 $a = \frac{F - \mu(m_1 + m_2)g}{m_1 + m_2}$, 以木块 1 为研究对象, 根据牛顿第二定律有 $F_T - \mu m_1 g = m_1 a$, 得 $a = \frac{F_T - \mu m_1 g}{m_1}$, 系统加速度与木块 1 加速度相同, 联立解得 $F_T = \frac{m_1}{m_1 + m_2} F$, 可知绳子拉力大小与动摩擦因数 μ 无关, 与两木块质量有关, 无论水平面是光滑的还是粗糙的, 绳的拉力大小均为 $F_T = \frac{m_1}{m_1 + m_2} F$, 且 m_2 越大, 绳的拉力越小, 故选 C。]

第 17 课时 动力学中的“传送带”与“滑块—木板”模型(进阶课)

进阶 1

典例 1 解析: (1) 若小物块一直加速, 由牛顿第二定律得 $\mu mg = ma$, 解得 $a = 2 \text{ m/s}^2$, 设小物块末速度为 v_2 , 则有 $v_2^2 - v_1^2 = 2as$, 解得 $v_2 = 7 \text{ m/s}$; 所以当传送带速度 $v = 8 \text{ m/s} > 7 \text{ m/s}$ 时, 小物块一直加速, 则小物块离开传送带时的速度 $v_2 = 7 \text{ m/s}$ 。

(2) 若小物块一直减速, 由牛顿第二定律得 $\mu mg = ma$, 解得 $a = 2 \text{ m/s}^2$, 则小物块末速度 v_2 满足 $v_2^2 - v_1^2 = -2as$, 解得 $v_2 = 1 \text{ m/s}$; 所以当传送带速度 $v = 0.5 \text{ m/s} < 1 \text{ m/s}$ 时, 小物块一直减速, 则小物块离开传送带时的速度 $v_2 = 1 \text{ m/s}$ 。

(3) 当传送带速度 $v = 6 \text{ m/s}$ 时, 因为 $v_1 < v < 7 \text{ m/s}$, 所以小物块先加速后匀速, 小物块离开传送带时的速度 $v_2 = 6 \text{ m/s}$ 。

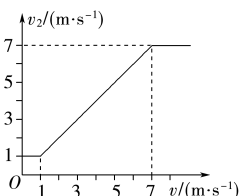
(4) 小物块离开传送带时的速度 v_2 与传送带速度 v 的函数关系:

当 $v \geq 7 \text{ m/s}$ 时, $v_2 = 7 \text{ m/s}$;

当 $1 \text{ m/s} < v < 7 \text{ m/s}$ 时, $v_2 = v$;

当 $v \leq 1 \text{ m/s}$ 时, $v_2 = 1 \text{ m/s}$ 。

v_2 与 v 的函数关系图像如图所示。



答案: 见解析

典例 2 C [$0 \sim t_0$ 时间内: 物块轻放在传送带上, 做加速运动。对物块受力分析可知, 物块受重力、支持力、滑动摩擦力, 滑动摩擦力大于重力沿传送带向下的分力, 合力不变, 故做匀加速直线运动。 t_0 之后: 当物块速度与传送带相同时, 静摩擦力与重力沿传送带向下的分力大小相等、方向相反, 加速度突变为零, 物块做匀速直线运动。C 正确, A、B、D 错误。]

典例 3 解析: (1) 由于 $mg \sin 37^\circ > \mu mg \cos 37^\circ$, 所以煤块与传送带速度相同后, 它们不能相对静止。

(2) 煤块刚上传送带时, 受到沿传送带向下的摩擦力, 其加速度为

$$a_1 = g(\sin \theta + \mu \cos \theta) = 10 \text{ m/s}^2$$

煤块加速运动至与传送带速度相同时需要的时间 $t_1 = \frac{v_0}{a_1} =$

$$1 \text{ s}, \text{ 发生的位移 } x_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 = 5 \text{ m}$$

煤块速度达到 v_0 后, 加速度大小改变, 继续沿传送带向下加速运动, 则有

$$a_2 = g(\sin \theta - \mu \cos \theta) = 2 \text{ m/s}^2$$

$$x_2 = L - x_1 = 5.25 \text{ m}$$

$$\text{由 } x_2 = v_0 t_2 + \frac{1}{2} a_2 t_2^2$$

$$\text{得 } t_2 = 0.5 \text{ s}$$

故煤块从 A 运动到 B 的时间为 $t = t_1 +$

$$t_2 = 1.5 \text{ s}。$$

$v-t$ 图像如图所示。

(3) 第一过程痕迹长 $\Delta x_1 = v_0 t_1 - x_1 = 5 \text{ m}$, 第二过程痕迹长 $\Delta x_2 = x_2 - v_0 t_2 = 0.25 \text{ m}$, Δx_2 与 Δx_1 部分重合, 故痕迹总长为 5 m 。

答案: (1) 不能 (2) 1.5 s 见解析图 (3) 5 m

进阶 2

典例 4 C [箱子以一定的水平初速度 v_0 从左端滑上平板车, 在摩擦力作用下, 箱子做匀减速直线运动, 平板车做匀加速直线运动, 设经过 t 时间箱子与平板车达到共同速度 v_* , 此过程平板车的位

移为 $x_车 = \frac{v_*}{2} t$, 箱子的位移为 $x_箱 = \frac{v_0 + v_*}{2} t$, 则箱子相对于平

板车向前的位移大小为 $\Delta x = x_箱 - x_车 = \frac{v_0 + v_*}{2} t - \frac{v_*}{2} t = \frac{v_0}{2} t$, 可

得 $\Delta x = \frac{v_0}{2} t > x_车 = \frac{v_*}{2} t$, 故选 C。]

典例 5 BC [对小孩, 由牛顿第二定律得, 加速度大小为 $a_1 = \frac{mg \sin 37^\circ - \mu_1 mg \cos 37^\circ}{m} = 2.8 \text{ m/s}^2$, 同理对滑板, 加速度大

小为 $a_2 = \frac{mg \sin 37^\circ + \mu_1 mg \cos 37^\circ - 2\mu_2 mg \cos 37^\circ}{m} =$

0.8 m/s^2 , A 错误, B 正确; 要使小孩与滑板分离, 有 $\frac{1}{2} a_1 t^2 -$

$\frac{1}{2} a_2 t^2 = L$, 解得 $t = 1 \text{ s}$, 离开滑板时小孩的速度大小为 $v =$

$a_1 t = 2.8 \text{ m/s}$, D 错误, C 正确。]

第四章 曲线运动 万有引力定律及航天

第 18 课时 曲线运动 运动的合成与分解

回归教材·双基过关

- (1) 切线 (2) 方向 变速 (3) 加速度 合外力
- (1) 分运动 合运动 (2) 实际效果 正交分解 (3) 平行四边形 (4) 时间 独立 效果

易错易混辨析

- (1) $\checkmark$ (2) $\times$ (3) $\checkmark$ (4) $\times$ (5) $\checkmark$

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 B [无人机做曲线运动时, 所受合力指向轨迹凹侧, F_3 、 F_4 指向轨迹凸侧, C、D 错误; 曲线运动的速度方向沿轨迹的切线方向, 因无人机从 M 向 N 做加速运动, 故无人机所受合力方向与速度方向夹角应为锐角, 由题图可知, 在 P 点 F_1 方向与速度方向所成的角为钝角, F_2 方向与速度方向所成的角为锐角, A 错误, B 正确。]

考点 2

典例 2 C [在 $0 \sim 1 \text{ s}$ 内, 物体水平方向为匀速直线运动, 竖直方向为匀加速直线运动, 则合运动为匀变速曲线运动, A、B 错误; 在 $1 \sim 2 \text{ s}$ 内, 物体水平方向初速度为 $v_{0x} = 4 \text{ m/s}$, 加速度为 $a_x = 4 \text{ m/s}^2$, 竖直方向初速度为 $v_{0y} = 3 \text{ m/s}$, 加速度为 $a_y =$

回归教材·双基过关

1. (1)重力 (2)匀变速 (3)匀速 自由落体

$$(4)gt \quad \frac{gt}{v_0} \quad v_0 t \quad \frac{1}{2}gt^2 \quad \sqrt{x^2+y^2} \quad \frac{gt}{t_0}$$

2. (1)斜向上方 重力 (2)抛物线

$$(3)v_0 \cos \theta \quad v_0 \sin \theta - gt$$

易错易混辨析

(1)× (2)× (3)√ (4)√ (5)× (6)× (7)√

考点深研·题型突破

考点1

典例1 C [箭矢做平抛运动, 竖直方向有 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 解得箭矢

$$\text{从 } O \text{ 运动到壶口 } P \text{ 的时间为 } t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.25}{10}} \text{ s} = 0.5 \text{ s},$$

$$\text{水平方向有 } x = v_0 t, \text{ 解得箭矢抛出的初速度 } v_0 = \frac{x}{t} =$$

$$\frac{2.5}{0.5} \text{ m/s} = 5 \text{ m/s}, \text{ 故 A、B 正确; 箭矢落入壶口 } P \text{ 的竖直分速}$$

$$\text{度大小为 } v_y = gt = 5 \text{ m/s}, \text{ 则箭矢落入壶口 } P \text{ 的速度大小为 } v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{5^2 + 5^2} \text{ m/s} = 5\sqrt{2} \text{ m/s}, \text{ 故 C 错误; 以抛射点}$$

$$O \text{ 为坐标原点, 初速度方向为 } x \text{ 轴正方向, 竖直向下为 } y \text{ 轴正方向, 建立平面直角坐标系, 则有 } x = v_0 t, y = \frac{1}{2}gt^2, \text{ 可得 } y =$$

$$\frac{g}{2v_0^2}x^2 = \frac{10}{2 \times 5^2}x^2 = \frac{x^2}{5}, \text{ 故 D 正确。}]$$

典例2 C [

$$\begin{array}{l} \text{排球被水平} \\ \text{击出, 做平} \\ \text{抛运动} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{竖直} \\ \text{方向} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} h = \frac{1}{2}gt^2 \\ h_a = h_b = h_c \\ t_a = t_b = t_c \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \text{水平} \\ \text{方向} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} x = vt \\ x_a < x_b < x_c \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} \text{A、B错} \\ \text{C对, D错} \end{array} \right.$$

典例3 D [小球受重力和支持力两个力作用, 合力沿斜面向下, 与初速度方向垂直, 小球做类平抛运动, 其运动轨迹为抛物线, 故 A 正确; 根据牛顿第二定律知, 小球的加速度 $a = \frac{mg \sin \theta}{m} = g \sin \theta$, 故 B 正确; 小球在沿加速度方向上的位移为

$$\frac{h}{\sin \theta}, \text{ 根据 } \frac{h}{\sin \theta} = \frac{1}{2}at^2, \text{ 解得 } t = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\frac{2h}{g}}, \text{ 故 C 正确, 小球}$$

$$\text{在沿初速度方向的位移 } x = v_0 t = \frac{v_0}{\sin \theta} \sqrt{\frac{2h}{g}}, \text{ 小球在沿加速度}$$

$$\text{方向的位移的水平分位移 } y = \frac{h}{\tan \theta}, \text{ 则小球在水平方向的总位}$$

$$\text{移 } s = \sqrt{x^2 + y^2} > \frac{v_0}{\sin \theta} \sqrt{\frac{2h}{g}} > v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}, \text{ 故 D 错误。}]$$

考点2

典例4 AD [落于C点的小球速度

$$\text{方向垂直于 } QO, \text{ 则两分速度大小相等, 即 } v_1 = gt, \text{ 得出水平位移 } x =$$

$$v_1 t = gt^2, \text{ C 错误; 落于B点的小}$$

$$\text{球分解位移如图所示, 其中, B、C 在同一水平面上, 故两小球}$$

$$\text{飞行时间都为 } t, \text{ 由图可得 } \tan 45^\circ = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_2 t} = \frac{gt}{2v_2}, \text{ 所以 } v_2 =$$

$$\frac{gt}{2}, \text{ A 正确, B 错误; 设C点距水平面MN的高度为 } h, \text{ 由几何}$$

3 m/s², 根据平行四边形定则合成可以得到合初速度为 $v = 5$ m/s, 合加速度为 $a = 5$ m/s², 而且二者方向在同一直线上, 可知合运动为匀变速直线运动, C 正确, D 错误。]

典例3 D [小环从顶端下落到底端的过程中, 其水平位移为 $2L$, 竖直位移为 L , 其实际位移为 $x_{\text{合}} = \sqrt{(2L)^2 + L^2} = \sqrt{5}L$, 所以小环通过的路程大于 $2L$, 故 A 错误; 小环在竖直方向做自由落体运动, 则有 $L = \frac{1}{2}gt^2$, 解得 $t = \sqrt{\frac{2L}{g}}$, 故 B 错误; 设小环在水平方向的加速度大小为 a_x , 则有 $2L = \frac{1}{2}a_x t^2$, 又 $t = \sqrt{\frac{2L}{g}}$, 联立解得 $a_x = 2g$, 根据牛顿第二定律可得, 杆对小环的作用力大小为 $F = ma_x = 2mg$, 故 C 错误, D 正确。]

考点3

典例4 BD [河中水流速度为 $v_2 = v_1 \cos 60^\circ = 2.5$ m/s, 选项 A 错误; 小船以最短位移渡河的时间为 $t = \frac{d}{v_1 \sin 60^\circ} = \frac{180}{5 \times \frac{\sqrt{3}}{2}} \text{ s} = 24\sqrt{3} \text{ s}$, 选项 B 正确; 当船头方向指向正对岸时渡河时间最短, 则小船渡河的最短时间为 $t_{\min} = \frac{d}{v_1} = \frac{180}{5} \text{ s} = 36 \text{ s}$, 选项 C 错误; 小船以最短时间渡河时到达对岸, 沿水流方向的位移大小是 $x = v_2 t_{\min} = 2.5 \times 36 \text{ m} = 90 \text{ m}$, 则总位移大小 $s = \sqrt{d^2 + x^2} = 90\sqrt{5} \text{ m}$, 选项 D 正确。]

典例5 C [当船在静水中的速度垂直于河

$$\text{岸时渡河时间最短 } t_{\min} = \frac{d}{v_{\text{船}}} = \frac{150}{3} \text{ s} =$$

$$50 \text{ s}, \text{ 故 A 错误; 船以最短时间 } 50 \text{ s} \text{ 渡河时沿河岸的位移 } x = v_{\text{水}} t_{\min} = 5 \times 50 \text{ m} = 250 \text{ m}, \text{ 即它沿水流方向的位移大小为 } 250 \text{ m}, \text{ 故 B 错误; 因为水流速度大于船在静水中的速度, 所以船不能垂直渡河, 如图所示, 当合速度与船在静水中的速度方向垂直时, 设合速度与水流速度的夹角为 } \theta, \text{ 此时渡河位移最短, 则 } \sin \theta = \frac{v_{\text{船}}}{v_{\text{水}}} = \frac{3}{5}, \text{ 则渡河的最短位移 } x = \frac{d}{\sin \theta} = \frac{150}{\frac{3}{5}} \text{ m} =$$

$$250 \text{ m}, \text{ 故 C 正确; 若船以最短位移渡河, 则用时 } t = \frac{x}{v_{\text{合}}} = \frac{250}{\sqrt{5^2 - 3^2}} \text{ s} = 62.5 \text{ s}, \text{ 故 D 错误。}]$$

考点4

典例6 B [设塔块匀速下落的速度为 v_0 , 细绳与水平方向的夹角为 α , 将塔块的速度沿细绳、垂直于细绳的方向分解, 则沿细绳方向的速度为 $v_1 = v_0 \sin \alpha$, 将手的速度沿细绳、垂直于细绳的方向分解, 则沿细绳方向的速度为 $v_2 = v \cos \alpha$, 又 $v_1 = v_2$, 整理得 $v = v_0 \tan \alpha$, 由于两人相向运动的过程中, 细绳与水平方向的夹角 α 逐渐增大, v_0 保持不变, 所以 v 一直增大, B 正确, A、C、D 错误。]

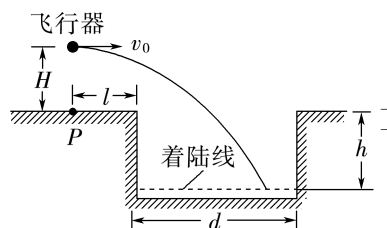
典例7 BD [设轻杆与竖直方向的夹角为 θ , 则甲球的速度 v_1 在沿杆方向的分量为 $v_{1\text{杆}} = v_1 \cos \theta$, 乙球的速度 v_2 在沿杆方向的分量为 $v_{2\text{杆}} = v_2 \sin \theta$, 而 $v_{1\text{杆}} = v_{2\text{杆}}$, 当乙球距离起点 3 m 时, 甲球距离地面 $\sqrt{4^2 - 3^2} \text{ m} = \sqrt{7} \text{ m}$, 有 $\cos \theta = \frac{\sqrt{7}}{4}$, $\sin \theta = \frac{3}{4}$, 联立可得此时甲、乙两球的速度大小之比为 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{3\sqrt{7}}{7}$, 故 A 错误, B 正确; 当甲球即将落地时, 有 $\theta = 90^\circ$, 此时 $v_2 = \frac{v_1 \cos \theta}{\sin \theta} = 0$, 可知乙球的速度为零, 故 C 错误, D 正确。]

关系知 $x=2h+v_0t$, 可得 $h=\frac{1}{4}gt^2$, 故 A 点距水平面 MN 的高度 $H=h+\frac{1}{2}gt^2=\frac{3}{4}gt^2$, D 正确。]

典例 5 A [小球飞行过程中恰好与半圆轨道相切于 B 点, 可知小球运动到 B 点时速度方向与水平方向的夹角为 30° , 设位移方向与水平方向的夹角为 θ , 则 $\tan \theta = \frac{\tan 30^\circ}{2} = \frac{\sqrt{3}}{6}$, 由 $\tan \theta = \frac{y}{x} = \frac{\frac{y}{3}}{\frac{y}{2}}$, 可得竖直方向的位移 $y = \frac{\sqrt{3}}{4}R$, 而 $v_y^2 = 2gy$, $\tan 30^\circ = \frac{v_y}{v_0}$, 联立解得 $v_0 = \sqrt{\frac{3\sqrt{3}gR}{2}}$, 选项 A 正确, B、C、D 错误。]

考点 3

典例 6 B [由于飞行器在 P 点正上方关闭动力后只受月球重力, 且飞行器经过 P 点正上方的速度方向沿水平方向, 所以关闭动力后, 飞行器做平抛运动, 作出飞行器抵达着陆线的大致轨迹如图所示, 设飞行器从关闭动力至经过坑边正上方过程所用时间为 t_1 , 从关闭动力至抵达着陆线过程所用时间为 t_2 , 则由平抛运动规律可得 $v_0t_1 = l$, $\frac{1}{2}gt_1^2 < H$, 联立可得 $v_0 > 30 \text{ m/s}$, 又 $\frac{1}{2}gt_2^2 = H + h$, $v_0t_2 < l + d$, 联立可得 $v_0 < 70 \text{ m/s}$, 故 $30 \text{ m/s} < v_0 < 70 \text{ m/s}$, B 正确, A、C、D 错误。



考点 4

典例 7 AD [设救援物资的初速度方向与竖直方向的夹角为 α , 在空中运动的时间为 t , 落到圆弧上的速度为 v , 将救援物资的运动分解为沿初速度方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动, 作出两方向的位移与总位移的矢量图如图 1 所示, 根据余弦定理有 $R^2 = (v_0t)^2 + (\frac{1}{2}gt^2)^2 - v_0gt^3 \cos \alpha$, 作出初速度、速度变化量及末速度的矢量图如图 2 所示, 根据余弦定理有 $v^2 = v_0^2 + g^2t^2 - 2v_0gt \cos \alpha$, 联立得 $v = \sqrt{\frac{g^2t^2}{2} + \frac{2R^2}{t^2} - v_0^2}$, 根据基本不等式的知识可知, 当且仅当 $\frac{g^2t^2}{2} = \frac{2R^2}{t^2}$ 时, v 取最小值, 此时 $t = \sqrt{\frac{2R}{g}}$, $v_{\min} = \frac{\sqrt{6gR}}{2}$, A、D 正确。根据 A、D 项分析可知, 当落到圆弧上的速率最小时, 对应 $\cos \alpha = \frac{1}{2}$, 则 $\alpha = 60^\circ$, 因此救援物资初速度与水平方向的夹角 $\theta = 90^\circ - \alpha = 30^\circ$, B 错误; 抛出点与落点的高度差 $\Delta h = \frac{1}{2}gt^2 - v_0t \cos \alpha$, 解得 $\Delta h = \frac{R}{2}$, C 错误。]

典例 8 解析: (1) 运动员竖直分速度大小 $v_y = v_0 \cos 37^\circ = 16 \text{ m/s}$
从 A 点到 C 点过程中速度变化量大小为 $\Delta v = 2v_y = 32 \text{ m/s}$ 。

(2) 方法一 设沿缓冲坡方向为 x 轴正方向, 起跳方向为 y 轴正方向。 y 轴正方向加速度大小为 $a_y = g \cos 37^\circ = 8 \text{ m/s}^2$
运动员从 A 到 B 所用时间为

$$t = 2 \times \frac{v_0}{a_y} = 5 \text{ s}$$

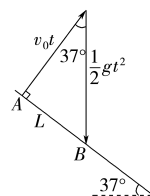
x 轴正方向加速度大小为

$$a_x = g \sin 37^\circ = 6 \text{ m/s}^2$$

A、B 两点间的距离为

$$L = \frac{1}{2}a_x t^2 = 75 \text{ m}。$$

方法二 把运动员的运动分解为沿初速度方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动



由图可知 $\cos 37^\circ = \frac{v_0 t}{\frac{1}{2}gt^2}$

解得 $t = 5 \text{ s}$

A、B 两点间的距离为合位移

$$L = v_0 t \tan 37^\circ = 75 \text{ m}。$$

(3) 设运动员落在 B 点时速度与斜面夹角为 β , 沿斜面方向的速度 $v_{//} = a_x t = 30 \text{ m/s}$

$$\text{则 } \tan \beta = \frac{v_0}{v_{//}} = \frac{2}{3}。$$

答案: (1) 32 m/s (2) 75 m (3) $\frac{2}{3}$

第 20 课时 实验五: 探究平抛运动的特点

实验探究 · 创新突破

类型 1

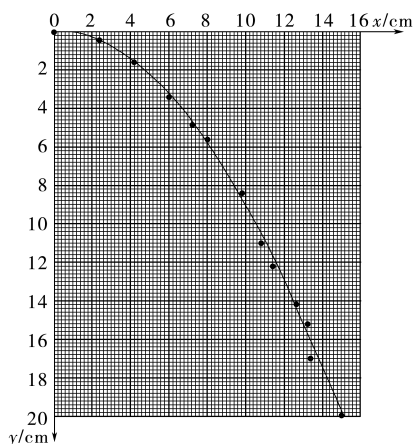
典例 1 解析: (1) 选择体积小、质量大的小球, 可以减小实验过程中的相对误差, 故 A 正确; 为了准确地画出坐标系, 应借助重垂线确定竖直方向, 故 B 正确; 实验时, 为了得到更多的数据, 应该先打开频闪仪, 再抛出小球, 故 C 错误; 平抛运动的初速度方向与重力方向垂直, 所以实验时应水平抛出小球, 故 D 正确。

(2) 题图 1 所示的实验是研究平抛运动竖直方向的运动规律, 根据任意时刻 A、B 两球的竖直高度相同, 可判断 A 球竖直方向做自由落体运动; 根据相同时间内水平方向的位移相同, 可判断 A 球水平方向做匀速直线运动。

答案: (1) ABD (2) 自由落体 相同时间内水平方向的位移相同

典例 2 解析: (1) 探究平抛运动特点的实验, 要使钢球到达斜槽末端的速度相同, 则每次由静止释放钢球时, 钢球在斜槽上的高度相同。

(2) 用平滑曲线连接坐标纸上的点, 即为钢球做平抛运动的轨迹, 作图时应使尽可能多的点在图线上, 不在图线上的点均匀分布在图线两侧, 如图所示。



(3) 根据平抛运动规律有 $x = v_0 t$, $y = \frac{1}{2} g t^2$, 联立可得 $v_0 = \sqrt{\frac{g x^2}{2 y}}$, 在轨迹图线上选取一点 (8 cm, 6 cm), 代入数据可得 $v_0 \approx 0.72 \text{ m/s}$.

答案: (1) 相同 (2) 见解析图 (3) 0.72 (0.67 ~ 0.77 均可)

类型 2

典例 3 解析: (1) 为保证小球沿同一轨迹运动, 则钢球每次需要从同一位置释放。

(2) 钢球做平抛运动的初速度大小为 $v_0 = \frac{D}{t}$

打下相邻两点的时间间隔 $T = \frac{x}{v_0} = \frac{x t}{D}$

钢球竖直方向 $y_2 - y_1 = a T^2$

解得竖直方向的加速度大小 $a = \frac{(y_2 - y_1) D^2}{x^2 t^2}$ 。

答案: (1) 需要 (2) $\frac{D}{t} \quad \frac{x t}{D} \quad \frac{(y_2 - y_1) D^2}{x^2 t^2}$

典例 4 解析: (1) 根据平抛运动的规律, 在竖直方向是做自由落体运动, 所以需要测量第 n 个点 O 的竖直距离 y_n , 故选 A。

在竖直方向, 根据 $y_n = \frac{1}{2} g (n \Delta t)^2$, 解得 $g = \frac{2 y_n}{(n \Delta t)^2}$ 。

(2) 由题图 3 可知, $y - x^2$ 图线为过原点的一条直线, 则有 $y = k x^2$

其中 k 为定值, 说明平抛运动的轨迹为抛物线。

根据平抛运动的规律, 在水平方向有 $x = v_0 t$

在竖直方向有 $y = \frac{1}{2} g t^2$

联立可得 $y = \frac{g}{2 v_0^2} x^2$

则有 $k = \frac{g}{2 v_0^2}$

由题图 3 可得 $k = \frac{\Delta y}{\Delta x^2} = \frac{0.5 - 0}{0.05^2 - 0} \text{ m}^{-1} = 10 \text{ m}^{-1}$

可得 $v_0 = \sqrt{\frac{g}{2 k}} = \sqrt{\frac{9.8}{2 \times 10}} \text{ m/s} = 0.70 \text{ m/s}$ 。

答案: (1) A $\frac{2 y_n}{(n \Delta t)^2}$ (2) 0.70

第 21 课时 圆周运动

回归教材 · 双基过关

1. (2) 圆心 (3) 速度

2. (1) $\frac{2 \pi r}{T}$ (2) $\frac{2 \pi}{T}$ (3) $\frac{2 \pi r}{v}$ (5) $\omega^2 r$ $\frac{4 \pi^2}{T^2} r$

3. (1) 方向 大小 (2) $m \frac{v^2}{r}$ $m \frac{4 \pi^2}{T^2} r$ (3) 圆心 (4) 合力
分力

4. (1) 逐渐远离 (2) 切线 远离 离心 近心

易错易混辨析

(1) $\checkmark$ (2) $\times$ (3) $\times$ (4) $\checkmark$ (5) $\times$

考点深研 · 题型突破

考点 1

典例 1 BC [由匀速圆周运动角速度与周期的关系得, 该质点的角速度为 $\omega = \frac{2 \pi}{T} = \frac{2 \pi}{2} \text{ rad/s} = \pi \text{ rad/s}$, 故 A 错误; 由匀速圆周运动转速与周期的关系得, 该质点的转速为 $n = \frac{1}{T} = 0.5 \text{ r/s}$, 故

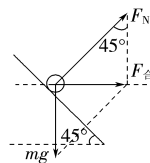
B 正确; 该质点的轨迹半径为 $r = \frac{v T}{2 \pi} = \frac{3 \times 2}{2 \pi} \text{ m} = \frac{3}{\pi} \text{ m}$, 故 C 正确; 该质点做匀速圆周运动的加速度大小为 $a = \frac{v^2}{r} = \frac{3^2}{\frac{3}{\pi}} \text{ m/s}^2 = 3 \pi \text{ m/s}^2$, 故 D 错误。]

典例 2 AD [手绢做匀速圆周运动, 由题图可知 P 、 Q 绕同一转轴转动, 故角速度相同, 即角速度之比为 $1:1$, B 错误; 由 $v = \omega r$ 可知, P 、 Q 的线速度大小之比 $v_P : v_Q = r_{OP} : r_{OQ} = 1 : \sqrt{3}$, A 正确; 由 $a = \omega^2 r$ 可知, P 、 Q 的向心加速度大小之比 $a_P : a_Q = r_{OP} : r_{OQ} = 1 : \sqrt{3}$, C 错误; P 点做匀速圆周运动, 其所受合外力提供向心力, 总是指向圆心 O , D 正确。]

典例 3 D [根据 $\beta = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$, 所以 $\Delta \omega = \beta \Delta t$, 可知图线与坐标轴围成的面积表示角速度的变化量, 第 4 s 末, 角速度的变化量最大, 转盘未停止转动, 故 A 错误; 角加速度的变化率的单位为 rad/s^3 , 故 B 错误; 由题图乙可知, $0 \sim 2 \text{ s}$ 内转盘的角加速度均匀增加, 则转盘做非匀角加速圆周运动, 故 C 错误; 图线与坐标轴围成的面积表示角速度的变化量, 可知第 2 s 末, 转盘的角速度大小为 $\omega = \frac{1}{2} \times 2 \times 10 \text{ rad/s} = 10 \text{ rad/s}$, 故 D 正确。]

考点 2

典例 4 AC [对小球进行受力分析如图所示。



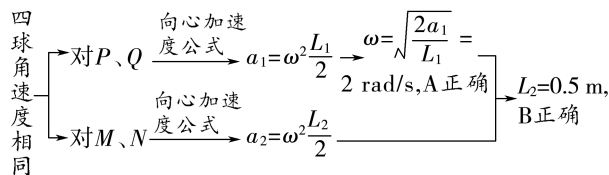
由牛顿第二定律可得 $F_{\text{合}} = mg \tan 45^\circ = m \omega^2 R = m \frac{v^2}{R} = m a_n$,

$F_N = \frac{mg}{\cos 45^\circ} = \sqrt{2} \text{ N}$, D 错误; 由上述分析可得该小球的向心加

速度大小 $a_n = \frac{mg \tan 45^\circ}{m} = 10 \text{ m/s}^2$, C 正确; 角速度 $\omega =$

$\sqrt{\frac{a_n}{R}} = 5 \text{ rad/s}$, A 正确; 线速度大小 $v = \omega R = 2 \text{ m/s}$, B 错误。]

典例 5 AB [



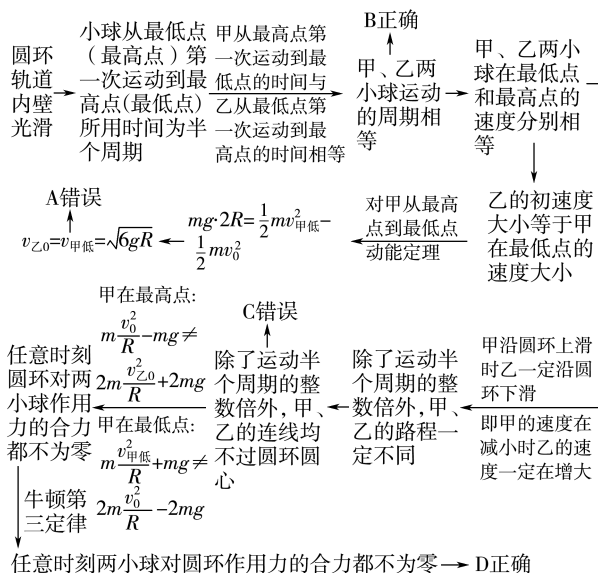
错误项分析:

P 的线速度大小为 $v_P = \omega \frac{L_1}{2} = 2 \text{ m/s}$, C 错误; 轻绳的拉力提

供向心力 $\rightarrow F = ma$ $\xrightarrow{\text{P、Q 和 M、N 的加速度大小不相等}}$ 轻绳对 P 、 Q 的拉力大小与对 M 、 N 的拉力大小不相等, D 错误。]

典例 6 D [在 A 位置时, 该人受到重力和秋千绳的拉力, 合力不为零, 不是平衡状态, 故 A 错误; 在 O 位置时, 重力和秋千绳拉力的合力产生向上的向心加速度, 该人处于超重状态, 故 B 错误; 在 A 位置时, 已知绳子与竖直方向成 θ , 有 $2 T_1 = mg \cos \theta$, 解得 $T_1 = \frac{mg \cos \theta}{2}$, 故 C 错误; 在 O 位置时, 由牛顿第二定律可得 $2 F - mg = m \frac{v^2}{L}$, 从 A 到 O, 由动能定理得 $mg L (1 - \cos \theta) = \frac{1}{2} m v^2$, 可知每根秋千绳的拉力大小为 $F = \frac{3}{2} mg - mg \cos \theta$, 故 D 正确。]

典例 7 BD



第 22 课时 圆周运动的临界问题(进阶课)

进阶 1

典例 1 AC [小木块 a、b 做圆周运动时,由静摩擦力提供向心力,即 $F_f = m\omega^2 R$ 。当角速度增大时,静摩擦力增大,当增大到最大静摩擦力时,发生相对滑动,对木块 a 有 $F_{fa} = m\omega_a^2 l$,当 $F_{fa} = kmg$ 时, $kmg = m\omega_a^2 l$, $\omega_a = \sqrt{\frac{kg}{l}}$,则 $\omega = \sqrt{\frac{kg}{l}}$ 是 a 开始滑动的临界角速度;对木块 b 有 $F_{fb} = m\omega_b^2 \cdot 2l$,当 $F_{fb} = kmg$ 时, $kmg = m\omega_b^2 \cdot 2l$, $\omega_b = \sqrt{\frac{kg}{2l}}$,则 $\omega = \sqrt{\frac{kg}{2l}}$ 是 b 开始滑动的临界角速度,即 b 比 a 先开始滑动,选项 A、C 正确;两木块滑动前转动的角速度相同,则 $F_{fa} = m\omega^2 l$, $F_{fb} = m\omega^2 \cdot 2l$, $F_{fa} < F_{fb}$,选项 B 错误; $\omega = \sqrt{\frac{2kg}{3l}} < \omega_a = \sqrt{\frac{kg}{l}}$,a 没有滑动,则 $F_{fa}' = m\omega^2 l = \frac{2}{3}kmg$,选项 D 错误。]

典例 2 AC [小球在水平面内做匀速圆周运动,在竖直方向上所受的合力为零,水平方向上所受的合力提供向心力,所以 a 绳对小球的拉力在竖直方向上的分力与小球的重力平衡,可知 a 绳的张力不可能为零,故 A 正确;根据竖直方向上小球受力平衡得, $F_a \sin \theta = mg$,解得 $F_a = \frac{mg}{\sin \theta}$,可知 a 绳的张力与角速度 ω 无关,故 B 错误;当 b 绳弹力恰好为零时,有 $\frac{mg}{\tan \theta} = m\omega_0^2 l$,解得 $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l \tan \theta}}$,可知当角速度 $\omega > \sqrt{\frac{g}{l \tan \theta}}$ 时,b 绳将出现弹力,故 C 正确;由于 b 绳可能没有弹力,故 b 绳突然被剪断,a 绳的弹力可能不变,故 D 错误。]

进阶 2

典例 3 B [对 A 球,合外力提供向心力,设管对 A 的支持力为 F_A ,由牛顿第二定律有 $F_A - m_A g = m_A \frac{v_A^2}{R}$,代入数据解得 $F_A = 28 \text{ N}$,由牛顿第三定律可得, A 球对管的力竖直向下,为 28 N ,设 B 球对管的力为 F_B' ,由管的受力平衡可得 $F_B' + 28 \text{ N} + m_B g = 0$,解得 $F_B' = -44 \text{ N}$,负号表示和重力方向相反,由牛顿第三定律可得,管对 B 球的力 F_B 为 44 N ,方向竖直向下,对 B 球,由牛顿第二定律有 $F_B + m_B g = m_B \frac{v_B^2}{R}$,解得 $v_B = 4 \text{ m/s}$,故选 B。]

典例 4 CD [A 球与细绳相连,则恰好能到最高点时有 $mg =$

$m \frac{v_1^2}{L}$,解得 A 球做圆周运动到最高点的的速度为 $v_1 = \sqrt{gL} = \sqrt{10} \text{ m/s}$,故 A 错误;B 球与杆相连,做圆周运动到最高点的的速度为 $v_2 = 0$,故 B 错误;某次 A、B 两球运动到最高点对绳、杆的作用力大小分别为 $F_A = 2 \text{ N}$, $F_B = 5 \text{ N}$,根据牛顿第二定律, A 球在最高点时有 $F_A + mg = m \frac{v_3^2}{L}$,代入数据解得其经过最高点时的速度大小 $v_3 = 2\sqrt{3} \text{ m/s}$;对 B 球有两种情况,当杆对 B 球的作用力为支持力时,有 $mg - F_B = m \frac{v_4^2}{L}$,代入数据解得其经过最高点时的速度大小 $v_4 = \sqrt{5} \text{ m/s}$;当杆对 B 球的作用力为拉力时,有 $mg + F_B = m \frac{v_5^2}{L}$,代入数据解得其经过最高点时的速度大小 $v_5 = \sqrt{15} \text{ m/s}$,则小球 A、B 在最高点的速度大小之比为 $v_3 : v_4 = 2\sqrt{15} : 5$ 或 $v_3 : v_5 = 2 : \sqrt{5}$,故 C、D 正确。]

典例 5 C [从 A 到 B,根据动能定理可得 $-mgR = \frac{1}{2}mv^2 -$

$\frac{1}{2}mv_0^2$,在 B 点,根据牛顿第二定律得 $F = \frac{mv^2}{R}$,联立解得 $F = \frac{64}{R} - 80 \text{ (N)}$,结合题图乙可知 $b = 80 \text{ N}$, $a = \frac{80}{64} \text{ m}^{-1} = \frac{5}{4} \text{ m}^{-1}$,故 A、B 错误;小球恰能通过最高点时,在最高点,根据牛顿第二定律可得 $mg = m \frac{v_C^2}{R}$,从最低点到最高点,根据动能定理可得 $-mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$,联立解得 $R = 0.32 \text{ m}$,故 D 错误;离开最高点后做平抛运动,则有 $2R = \frac{1}{2}gt^2$, $x' = v_C' t$,从 A 到 C 由动能定理得 $-mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_C'^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$,且 $R < 0.32 \text{ m}$,联立解得 $x' = \sqrt{(1.6 - 4R)4R}$,当 $1.6 - 4R = 4R$ 时, x' 取最大值,解得 $R = 0.2 \text{ m}$,可得最大水平距离 $x_{\max}' = 0.8 \text{ m}$,故 C 正确。]

进阶 3

典例 6 C [小球 a、b 质量均为 m ,系统置于倾角为 θ 的光滑斜面上,且杆可绕位于中点的转轴平行于斜面转动,当系统有初始角速度时,在转动过程中,系统的重力势能不变,那么系统的动能也不变,因此系统始终匀速转动,故 A、B 错误;选两球及杆作为系统,根据牛顿第二定律,则有 $F - 2mg \sin \theta = ma_n + m(-a_n)$,解得 $F = 2mg \sin \theta$,轻杆受到转轴的力的方向始终沿着斜面向上,故 C 正确, D 错误。]

典例 7 C [物块在最低点即将滑动时,此时圆盘角速度最大,由牛顿第二定律有 $\mu mg \cos 30^\circ - mg \sin 30^\circ = m\omega_1^2 l$,解得 $\omega_1 = 5\sqrt{2} \text{ rad/s}$,故 B 错误;物块在最高点恰好不受摩擦力时,根据牛顿第二定律有 $mg \sin 30^\circ = m\omega_2^2 l$,解得 $\omega_2 = 10 \text{ rad/s} > 5\sqrt{2} \text{ rad/s}$,可知若物块与圆盘不发生相对滑动,物块运动到最高点摩擦力一定背离圆心,故 A 错误, C 正确;由于做匀速圆周运动,合力方向指向圆盘中心,重力平行盘面向下的分力与摩擦力的合力提供向心力,则与圆盘圆心等高点处摩擦力的方向不垂直于物块和转盘圆心的连线,故 D 错误。]

第 23 课时 万有引力与宇宙航行

回归教材·双基过关

- (1)椭圆 焦点 (2)面积 (3)半长轴 公转周期
- (1)正比 反比 (2) $G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ (3)质点 两球心
- (1)7.9 最大 最小 (2)地球 (3)太阳

易错易混辨析

(1)✓ (2)× (3)× (4)✓ (5)✓

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 B [根据开普勒第二定律可知,对同一个行星而言,行星与太阳的连线在相同时间内扫过的面积相等,故地球靠近太阳的过程中,运行速度的大小将增大,故 A 错误;开普勒第二定律仅对同一行星适用,故 C 错误;根据开普勒第一定律可知,行星绕太阳运动的轨道是椭圆,太阳位于椭圆的一个焦点上,地球也不例外,故 B 正确;根据开普勒第三定律可知,所有行星的轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等,由于火星轨道的半长轴比地球的大,所以火星绕太阳运行一周的时间比地球的长,故 D 错误。]

典例 2 D [由题意可知该小行星轨道的半长轴为地球到太阳距离的 6 倍,由开普勒第三定律可知 $\frac{a_{\text{小行星}}^3}{T_{\text{小行星}}^2} = \frac{r_{\text{地}}^3}{T_{\text{地}}^2}$, 其中 $a_{\text{小行星}}$ 为小行星轨道的半长轴,可得 $T_{\text{小行星}} = \sqrt{\frac{a_{\text{小行星}}^3}{r_{\text{地}}^3}} T_{\text{地}} \approx 14.7$ 年, A 错误;从远日点到近日点,该小行星到太阳的距离逐渐减小,由万有引力定律 $F_{\text{引}} = \frac{GMm}{r^2}$ 可知从远日点到近日点,该小行星所受太阳引力的大小逐渐增大, B 错误;从远日点到近日点,该小行星到太阳的距离逐渐减小,由开普勒第二定律可知当行星离太阳较近的时候,运行的速度较大,而离太阳较远的时候速度较小,因此从远日点到近日点,该小行星的线速度大小逐渐增大, C 错误;由万有引力定律 $F_{\text{引}} = \frac{GMm}{r^2}$ 和牛顿第二定律 $F_{\text{引}} = ma$ 可得 $a = \frac{GM}{r^2}$, 由于该小行星的轨道近日点到太阳的距离约为地球到太阳距离的 5 倍,则该小行星在近日点的加速度大小约为地球公转加速度的 $\frac{1}{25}$, D 正确。]

考点 2

典例 3 AC [在北极地面称量时,物体不随地球自转,万有引力等于重力,则有 $F_0 = G \frac{Mm}{R^2}$, 故 A 正确;在赤道地面称量时,万有引力等于重力加上物体随地球一起自转所需要的向心力,则有 $F_1 < G \frac{Mm}{R^2}$, 故 B 错误;在北极上空高出地面 h 处称量时,万有引力等于重力,则有 $F_2 = G \frac{Mm}{(R+h)^2}$, 故 C 正确;在赤道上空高出地面 h 处称量时, $F_3 < G \frac{Mm}{(R+h)^2}$, 故 D 错误。]

典例 4 C [对于中国空间站,根据万有引力提供向心力可得 $\frac{Gm_{\text{地}}m}{(R+h)^2} = mg_1$, 解得 $g_1 = \frac{Gm_{\text{地}}}{(R+h)^2}$, 在地球表面有 $\frac{Gm_{\text{地}}m}{R^2} = mg$, 因此 $g_1 = \frac{R^2}{(R+h)^2} g$, A 错误;设地球密度为 ρ , 在地球表面万有引力等于重力,即 $\frac{Gm_{\text{地}}m_1}{R^2} = m_1 g$, 又因为 $m_{\text{地}} = \rho V = \frac{4\rho\pi R^3}{3}$, 代入得 $g = \frac{4G\rho\pi R}{3}$, 由于质量分布均匀的球壳对球内任一质点的万有引力为零, 因此 $g_2 = \frac{4G\rho\pi(R-d)}{3} = \frac{R-d}{R} g$, B 错误;由以上各式联立可得 $\frac{g_1}{g_2} = \frac{R^3}{(R+h)^2(R-d)}$, C 正确, D 错误。]

典例 5 C

$$\begin{aligned} \text{对行星: } \frac{GMm}{(nR)^2} &= m \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot nR \\ \text{对恒星: } \begin{cases} M = \rho V \\ V = \frac{4}{3}\pi R^3 \end{cases} &\rightarrow \rho = \frac{3\pi n^3}{GT^2}, \text{C 正确。} \end{aligned}$$

典例 6 A

$$\begin{aligned} \text{对地球: } \frac{GMm}{(1 \text{ AU})^2} &= m \frac{4\pi^2}{T^2} \times 1 \text{ AU} \\ \text{对海卫二: } \frac{GM'm'}{r^2} &= m' \frac{4\pi^2}{T^2} r \\ M &= aM' \end{aligned} \rightarrow r = \frac{1}{\sqrt[3]{a}} \text{ AU, A 正确}$$

考点 3

典例 7 C [地球绕太阳做匀速圆周运动,根据万有引力提供向心力有 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 哈雷彗星在近日点的曲率半径小于地球半径,因此哈雷彗星在近日点的速度大于地球绕太阳的公转速度, A 错误;从 b 运行到 c 的过程中万有引力与速度方向的夹角一直为钝角,所以哈雷彗星的速度一直减小,因此动能一直减小, B 错误;根据开普勒第二定律可知哈雷彗星绕太阳经过相同的时间扫过的面积相同,根据 $S_1 > S_2$ 可知从 a 运行到 b 的时间大于从 c 运行到 d 的时间, C 正确;根据牛顿第二定律有 $G \frac{Mm}{r^2} = ma$, 解得 $a = \frac{GM}{r^2}$, 则哈雷彗星在近日点的加速度 a_1 与地球的加速度 a_2 比值为 $\frac{a_1}{a_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{1}{0.36}$, D 错误。]

典例 8 B [根据 $G \frac{Mm}{r^2} = mg$, 解得 $g = \frac{GM}{r^2}$, 同步卫星的轨道半径大于地球半径,则同步卫星的加速度小于地球表面的重力加速度,故 A 错误;地球的第一宇宙速度等于近地卫星的环绕速度,根据 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$, 解得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 同步卫星的轨道半径大于地球半径,则同步卫星的运行速度小于 7.9 km/s , 故 B 正确;周期、角速度与地球自转周期、角速度相等的卫星叫同步卫星,可知,同步卫星的轨道不一定在赤道平面,在赤道平面的同步卫星叫静止卫星,故 C 错误;卫星在同步轨道运行过程中受到的万有引力大小不变,方向改变,即卫星在同步轨道运行过程中受到的万有引力发生变化,故 D 错误。]

典例 9 D [由题意知卫星绕地球做匀速圆周运动,根据万有引力提供向心力有 $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, $\frac{GMm}{r^2} = m\omega^2 r \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$, 得 $\frac{v^3}{\omega} = GM$, 则 $\frac{v_1^3}{\omega_1} = \frac{v_2^3}{\omega_2}$, D 正确。]

第 24 课时 卫星的变轨问题

双星或多星模型(进阶课)

进阶 1

典例 1 A [根据 $a = \frac{GM}{r^2}$ 可知,空间站变轨前、后在 P 点的加速度相同, A 正确;由于变轨后的轨道半长轴大于变轨前的轨道半径,则根据开普勒第三定律可知,空间站变轨后的运动周期比变轨前的大, B 错误;变轨时,空间站喷气加速,因此变轨后其在 P 点的速度比变轨前的大, C 错误;变轨后,空间站在近地点的速度最大,大于变轨后在 P 点的速度,结合 C 项分析可知,变轨后空间站在近地点的速度大于变轨前的速度, D 错误。]

典例 2 解析: (1)飞船在轨道 I 上,根据牛顿第二定律有 $G \frac{Mm}{r_1^2} = m \frac{v_1^2}{r_1}$

飞船在轨道 III 上,根据牛顿第二定律有 $G \frac{Mm}{r_3^2} = m \frac{v_3^2}{r_3}$

根据能量守恒定律有 $\frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{GMm}{r_1} + E = \frac{1}{2}mv_3^2 - \frac{GMm}{r_3}$

解得 $E = \frac{GMm}{2} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_3} \right)$ 。

(2)设飞船加速后沿轨道 III 的线速度为 v_2 ,则有 $v_2 t - v_3 t = s$ 时间 Δt 内对侧向向外喷出的粒子进行分析,根据动量定理有 $F_1 \Delta t = \Delta m v$

其中 $\frac{\Delta m}{\Delta t} = m_0$

根据牛顿第三定律,粒子对飞船的作用力 $F_2 = F_1$

对飞船进行分析,根据牛顿第二定律有 $G \frac{Mm}{r_3^2} + F_2 = m \frac{v_2^2}{r_3}$

解得 $v = \frac{m}{m_0 r_3^2} \left[r_3 \left(\frac{s}{t} + \sqrt{\frac{GM}{r_3}} \right)^2 - GM \right]$ 。

答案: (1) $\frac{GMm}{2} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_3} \right)$ (2) $\frac{m}{m_0 r_3^2} \left[r_3 \left(\frac{s}{t} + \sqrt{\frac{GM}{r_3}} \right)^2 - GM \right]$

进阶 2

典例 3 BD [根据万有引力提供向心力有 $\frac{Gm_1 m_2}{L^2} = m_1 r_1 \frac{4\pi^2}{T_1^2}$

$= m_2 r_2 \frac{4\pi^2}{T_2^2}$, 其中 $r_1 + r_2 = L$, 得两星球质量之和为 $m =$

$m_1 + m_2 = \frac{4\pi^2 L^3}{GT_1^2}$, 故 A 错误; C 围绕 B 做匀速圆周运动, 根据

万有引力提供向心力有 $\frac{Gm_2 m}{r^2} = mr \frac{4\pi^2}{T_2^2}$, 解得 $r_1 = \frac{r^3 T_1^2}{L^2 T_2^2}$, $r_2 =$

$L - \frac{r^3 T_1^2}{L^2 T_2^2}$, 故 B 正确, C 错误; 若 A 也有一颗周期为 T_2 的卫

星, 则 $\frac{Gm_1 m'}{r'^2} = m' r' \frac{4\pi^2}{T_2^2}$, 解得 $r'^3 = \frac{Gm_1 T_2^2}{4\pi^2}$, 由于 $r_1 < r_2$,

则 $m_1 > m_2$, 可知其轨道半径一定大于 r , 故 D 正确。]

典例 4 A [由于 P、S 位于同一轨道上, P、S 的角速度相同, 由 $v = \omega R$ 可知, P、S 两星的线速度大小相同, 但方向相反, 故选项 A 正确, B 错误; 由对称性可知, P、S 对 O 星的万有引力等大反向, O 星所受合外力为 0, O、P 对 S 星的万有引力的合力 $F = \frac{GM^2}{R^2} + \frac{GM^2}{(2R)^2} = \frac{5GM^2}{4R^2}$, P 星所受合外力与之大小相等, 方向相反, 而 O 星所受合外力大小为 0, 选项 C 错误; 由 $\frac{5GM^2}{4R^2} = M \frac{4\pi^2}{T^2} R$, 解得 $T = \frac{4\pi R}{5} \cdot \sqrt{\frac{5R}{GM}}$, 则 D 错误。]

典例 5 A [对 a 由牛顿第二定律有 $\frac{GM^2}{(2r)^2}$

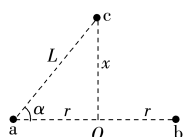
$= M\omega^2 r$, 可得 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{4r^3}}$, 因 a、b、c 角速

度相同, 可知 D 错误; 如图所示, 设 a、c 间的距离为 L , 且 a、c 连线与 a、b 连线的夹角为 α , 则对 c 由牛顿第二定律有

$\frac{2GMm \sin \alpha}{L^2} = m\omega^2 L \sin \alpha$, 又 $r = L \cos \alpha$, 可得 $\cos \alpha = \frac{1}{2}$, 所以

$x = \sqrt{3}r$, 由 $v = \omega r_0$ 可知 $v_c = \sqrt{3}v_a$, A 正确; 根据 $a_0 = \omega^2 r_0$ 可知 $a_c = \sqrt{3}a_b$, B 错误; c 在一个周期内的路程为 $l = 2\pi x =$

$2\sqrt{3}\pi r$, C 错误。]



第 25 课时 实验六:探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系

实验探究·创新突破

类型 1

典例 1 解析: (1)本实验先控制住其他几个因素不变, 集中研究其中一个因素变化所产生的影响, 采用的实验方法是控制变量法。

(2)标尺上露出的红白相间的等分标记的比值为两个小球所受向心力的比值, 根据 $F = mr\omega^2$ 可知比值等于两小球的角速度平方之比。在加速转动手柄的过程中, 由于左右两塔轮的角速度之比不变, 因此左右标尺露出红白相间等分标记的比值不变。

答案: (1)A (2)角速度平方 不变

典例 2 解析: (1)本实验采用的是控制变量法, 故探究加速度与物体受力、物体质量的关系与本实验思想方法相同, 故选 C。

(2)在某次实验中, 把两个质量相等的钢球放在 B、C 位置, 则探究向心力的大小与半径的关系, 应使两球的角速度相同, 则需要将传动皮带调至第一层塔轮。

(3)把两个质量相等的钢球放在 A、C 位置, 则两球做圆周运动的半径相等; 传动皮带位于第二层, 则两球做圆周运动的角速度之比为 $\omega_A : \omega_B = R_2 : 2R_2 = 1 : 2$, 根据 $F = m\omega^2 r$ 可知当塔轮匀速转动时, 左右两标尺露出的格子数之比约为 $F_A : F_B = \omega_A^2 : \omega_B^2 = 1 : 4$, 故选 B。

答案: (1)C (2)一 (3)B

类型 2

典例 3 解析: (1)圆盘转动 10 周所用的时间 $t = 62.8$ s, 则圆盘转动的周期为 $T = \frac{62.8}{10}$ s $= 6.28$ s

根据角速度与周期的关系有 $\omega = \frac{2\pi}{T} = 1$ rad/s。

(2)根据游标卡尺的读数规则有 16 mm $+ 2 \times 0.1$ mm $= 16.2$ mm。

(3)小圆柱体做匀速圆周运动的半径为 $r = \frac{D-d}{2}$

则小圆柱体所需向心力的表达式为 $F = \frac{m\omega^2 \cdot (D-d)}{2}$

代入数据有 $F \approx 6.1 \times 10^{-3}$ N。

答案: (1)1 (2)16.2 (3) $\frac{m\omega^2 \cdot (D-d)}{2}$ 6.1×10^{-3}

典例 4 解析: (1)对手机, 根据牛顿第二定律有 $F = m\omega^2 r$, 故 $F - \omega^2$ 图像斜率为 $k = mr$, 因为 r 不变, 故斜率大的质量大, 所以直线 1 的手机质量更大。

(2)根据 $F = m\omega^2 r$, 由 $F - \omega$ 图像可知, 当 m 、 ω 相同时, r 大的对应的 F 大, 故而图线①对应的半径 r 最大。

(3)由题图丙可知, 当 ω 增大到一定程度时, 手机与蔬菜篮侧壁间才有压力作用, 该原因是手机和蔬菜篮底部间存在摩擦力。故选 B。

答案: (1)1 (2)① (3)B

第五章 功和机械能

第 26 课时 功和功率

回归教材·双基过关

1. (1)力的方向上 (2)力的方向 (3)量度 (4)位移 恒力 (5)正功 负功 克服 不做功

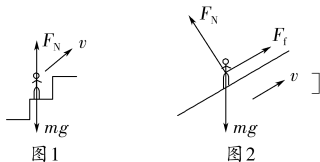
2. (1)比值 (2)快慢 (3)平均功率 平均 瞬时

易错易混辨析

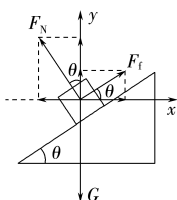
(1)√ (2)× (3)× (4)×

考点 1

典例 1 A [对题图甲中女士受力分析如图 1, 其受重力和支持力两个力, 支持力与速度 v 的夹角为锐角, 则支持力对人做正功, 故 A 正确, B 错误; 对题图乙中男士受力分析如图 2, 其受重力、支持力与静摩擦力, 支持力与速度 v 的夹角为 90° , 则支持力对人不做功, 摩擦力与速度方向相同, 则摩擦力做正功, 故 C、D 错误。]



典例 2 AC [物体置于升降机内随升降机一起匀速运动过程中, 处于受力平衡状态, 受力分析如图所示。由平衡条件得 $F_f \cos \theta - F_N \sin \theta = 0$, $F_f \sin \theta + F_N \cos \theta - G = 0$, 代入数据解得 $F_f = 10 \text{ N}$, $F_N = 10\sqrt{3} \text{ N}$, $x = vt = 20 \text{ m}$, 斜面对物体的支持力所做的功 $W_N = F_N x \cos \theta = 300 \text{ J}$, A 正确; 斜面对物体的摩擦力所做的功 $W_f = F_f x \sin \theta = 100 \text{ J}$, B 错误; 物体重力做的功 $W_G = -Gx = -400 \text{ J}$, C 正确; 合外力对物体做的功 $W_{\text{合}} = W_N + W_f + W_G = 0$, D 错误。]



考点 2

典例 3 D [物体下落的高度为 $h = \frac{1}{2}gt^2 = 20 \text{ m}$, 则下落过程中重力做的功是 $W = mgh = 400 \text{ J}$, 故 A 错误; 重力做功的平均功率为 $\bar{P} = \frac{W}{t} = 200 \text{ W}$, 故 B 错误; 落地前瞬间物体的速度 $v = gt = 20 \text{ m/s}$, 则重力做功的瞬时功率 $P = mgv = 400 \text{ W}$, 故 C 错误, D 正确。]

典例 4 C [设物块经过 OM、MN、NQ 段 F 做的功分别为 W_{OM} 、 W_{MN} 、 W_{NQ} , 根据 $F-x$ 图像与坐标轴所围图形的面积表示 F 做的功可得 $W_{OM} = \frac{1}{2}\mu mgx_0$, $W_{MN} = W_{NQ} = \frac{1}{2}(\mu mg + 2\mu mg)x_0 = \frac{3}{2}\mu mgx_0$, 对物块从 O 点到 N 点的过程由动能定理有 $W_{OM} + W_{MN} - \mu mg \cdot 2x_0 = \frac{1}{2}mv_N^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$, 解得物块经过 N 点的速度为 $v_N = v_0 = \sqrt{2\mu gx_0}$, 则物块经过 N 点时 F 的瞬时功率为 $P_N = 2\mu mgv_N = 2\mu mg \sqrt{2\mu gx_0}$, 同理对物块从 O 点到 Q 点的过程由动能定理有 $W_{OM} + W_{MN} + W_{NQ} - \mu mg \cdot 3x_0 = \frac{1}{2}mv_Q^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$, 解得物块经过 Q 点的速度为 $v_Q = \sqrt{3\mu gx_0}$, 则物块经过 Q 点时 F 的瞬时功率为 $P_Q = \mu mgv_Q = \mu mg \sqrt{3\mu gx_0}$, 所以 $P_N > P_Q$, B、D 错误; 由题图(b)可知, 物块从 O 点到 N 点的过程中的受力情况关于 M 点对称, 所以物块经过 OM、MN 段的时间相等, 结合 B、D 项分析与平均功率的定义式 $\bar{P} = \frac{W}{t}$ 可知 $\bar{P}_{OM} < \bar{P}_{MN}$, A 错误; 由题图(b)可知, 物块从 M 点到 Q 点的过程中, F 始终大于滑动摩擦力, 物块始终做加速运动, 又从 M 点到 N 点的位移与从 N 点到 Q 点的位移相等, 所以从 M 点到 N 点的时间大于从 N 点到 Q 点的时间, 结合 B、D 项分析与平均功率的定义式 $\bar{P} = \frac{W}{t}$ 可知 $\bar{P}_{MN} < \bar{P}_{NQ}$, C 正确。]

典例 5 A [该同学拉着物体沿斜坡向上匀速运动时, 拉力的功率等于物体克服重力与摩擦力做功的功率, 则穿戴装置前有 $P_1 = (mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta)v$, 穿戴装置后有 $P_2 = (1.4mg \sin \theta +$

$\mu \cdot 1.4mg \cos \theta)v$, 所以拉力的功率的增加量为 $\Delta P = P_2 - P_1 = 0.4mgv(\sin \theta + \mu \cos \theta)$, A 正确。]

考点 3

典例 6 A [由题图可知, 汽车在前 4 s 内的牵引力不变, 汽车做匀加速直线运动, 4~12 s 内汽车的牵引力逐渐减小, 则汽车的加速度逐渐减小, 汽车做加速度减小的加速运动, 直到汽车的速度达到最大值, 做匀速直线运动, 可知在 4 s 末汽车的功率达到最大值; 汽车的速度达到最大值后牵引力等于阻力, 所以阻力 $F_f = 2 \times 10^3 \text{ N}$, 前 4 s 内汽车的牵引力为 $F = 5 \times 10^3 \text{ N}$, 由牛顿第二定律得 $F - F_f = ma$, 解得 $a = 2.5 \text{ m/s}^2$, 4 s 末汽车的速度 $v_1 = at_1 = 2.5 \times 4 \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$, 所以汽车的最大功率 $P = Fv_1 = 5 \times 10^3 \times 10 \text{ W} = 5 \times 10^4 \text{ W}$, A 正确, B、C 错误; 汽车在前 4 s 内的位移 $x_1 = \frac{1}{2}at_1^2 = \frac{1}{2} \times 2.5 \times 4^2 \text{ m} = 20 \text{ m}$, 汽车的最大速度为 $v_m = \frac{P}{F_f} = \frac{5 \times 10^4}{2 \times 10^3} \text{ m/s} = 25 \text{ m/s}$, 汽车在 4~12 s 内的位移设为 x_2 , 根据动能定理可得 $Pt - F_fx_2 = \frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$, 代入数据解得 $x_2 = 42.5 \text{ m}$, 所以汽车的总位移 $x = x_1 + x_2 = 20 \text{ m} + 42.5 \text{ m} = 62.5 \text{ m}$, D 错误。]

典例 7 解析: (1) 当超级电容车速度达到最大时, 超级电容车的牵引力与阻力平衡, 即 $F = F_f$
 $F_f = kmg = 2\,000 \text{ N}$
 $P = Fv_m$

解得 $v_m = \frac{P}{F_f} = 30 \text{ m/s}$ 。

(2) 超级电容车做匀加速运动, 由牛顿第二定律得 $F_1 - F_f = ma$

解得 $F_1 = 3\,000 \text{ N}$

设超级电容车刚达到额定功率时的速度为 v_1 , 又 $P = F_1 v_1$, 则

$v_1 = \frac{P}{F_1} = 20 \text{ m/s}$

设超级电容车匀加速运动的时间为 t , 则 $v_1 = at$

解得 $t = \frac{v_1}{a} = 40 \text{ s}$ 。

(3) 从静止到最大速度整个过程只有牵引力与阻力做功, 由动能定理得 $Pt_2 - F_fx = \frac{1}{2}mv_m^2$

解得 $x = 1\,050 \text{ m}$ 。

答案: (1) 30 m/s (2) 40 s (3) 1 050 m

第 27 课时 动能定理及其应用

回归教材·双基过关

1. (1) 运动 (2) $\frac{1}{2}mv^2$ (3) 焦耳 (4) 标量 (5) $\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$

2. (1) 动能的变化 (2) $\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$

(4) 曲线运动 变力 分阶段

易错易混辨析

(1) $\checkmark$ (2) $\times$ (3) $\checkmark$ (4) $\times$ (5) $\times$

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 CD [电梯上升的过程中, 对物体做功的有重力 mg 、支持力 F_N , 这两个力的总功(即合力做的功)才等于物体动能的变化, 即 $W_{\text{合}} = W - mgH = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$, 其中 W 为支持力做的功, 故 A、B 错误, C 正确; 对电梯做功的有重力 Mg 、压力

F'_N 和拉力 F ,合力做的功为 $W'_{\text{合}} = \frac{1}{2}Mv_2^2 - \frac{1}{2}Mv_1^2$,故 D 正确。]

典例 2 解析:(1)两根绳子对重物的合力

$$F_{\text{合}} = 2F \cos 37^\circ = 2 \times 360 \times 0.8 \text{ N} = 576 \text{ N}$$

重物由离开地面到刚落到地面的过程中,重力做功为 0,绳子的拉力做功为 $F_{\text{合}} l$,应用动能定理可得

$$F_{\text{合}} l = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{解得 } v = \sqrt{\frac{2F_{\text{合}} l}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 576 \times 0.25}{50}} \text{ m/s} = 2.4 \text{ m/s}.$$

(2)重物由刚落到地面到砸深地面 2 cm 后静止的过程中,应用动能定理可得

$$mgl' - F_{\text{阻}} l' = 0 - \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{解得 } F_{\text{阻}} = mg + \frac{mv^2}{2l'} = \left(50 \times 10 + \frac{50 \times 2.4^2}{2 \times 0.02} \right) \text{ N} = 7.7 \times 10^3 \text{ N}$$

根据牛顿第三定律可知,重物对地面的平均冲击力的大小为 $7.7 \times 10^3 \text{ N}$ 。

答案:(1)2.4 m/s (2) $7.7 \times 10^3 \text{ N}$

考点 2

典例 3 AD [设斜面的倾角为 α ,小滑块上滑过程中重力势能的表达式为 $E_p = mgx \sin \alpha$,下滑过程 $E_p = mg(2L - x) \sin \alpha$,故 A 正确;因为上滑和下滑过程,小滑块的加速度不同,因此上滑和下滑过程的时间不相等,因此最大重力势能不可能在 $\frac{t_0}{2}$ 时刻,故 B 错误;小滑块上滑过程有 $-(mg \cos \alpha + F_f)x = E_{k1} - E_{k0}$,可得 $E_{k1} = E_{k0} - (mg \cos \alpha + F_f)x$,可见 E_k 与 x 成一次函数关系;下滑过程有 $(mg \cos \alpha - F_f)(x - L) = E_{k2} - 0$,可得 $E_{k2} = (mg \cos \alpha - F_f)x - (mg \cos \alpha - F_f)L$,可见 E_k 与 x 成一次函数关系,但上滑过程图像的斜率的绝对值较大,且由于摩擦原因返回底端时的末速度较小,D 正确;由于滑块在斜面上的速率 v 与时间 t 具有线性关系,故动能 E_k 与时间 t 成二次函数关系,C 错误。]

典例 4 解析:(1) $F-x$ 图像与坐标轴所围的面积表示 F 所做功的大小,由题图乙可知 $0 \sim 1 \text{ m}$ 内 F 所做的功 $W = 1.5 \times 1 \text{ J} = 1.5 \text{ J}$ 。

(2)由题图乙可知, $x=1 \text{ m}$ 时外力 F 开始变化,此时 A、B 有相同的加速度

A 与地面间的摩擦力 $F_f = \mu mg$

对 A、B 整体,由牛顿第二定律得 $F - F_f = 2ma$

由于 B 与地面无摩擦,对 B 由牛顿第二定律得 $F_{AB} = ma$

联立解得 A、B 间的弹力大小 $F_{AB} = ma = 0.5 \text{ N}$ 。

(3)当 $F_{AB} = 0$ 时 A、B 分离,由(2)中分析可知 $F = F_f = 0.5 \text{ N}$ 时 A、B 开始分离,由题图乙可知,此时 $x=3 \text{ m}$

初始时水平地面上 A、B 与 P 点的长度大于 4 m,对 A、B 从开始运动到开始分离过程,由动能定理得 $W_F - \mu mgx =$

$$\frac{1}{2} \cdot 2mv^2$$

结合(1)中分析由题图乙可得 $W_F = 3.5 \text{ J}$

假设 B 可以运动到圆弧轨道最高点 M,对 B 从两者开始分离到运动到 M 点的过程,由动能定理得 $-mg \cdot 2r = \frac{1}{2}mv_M^2 -$

$$\frac{1}{2}mv^2$$

要保证 B 能到达 M 点,则到达 M 点的速度满足 $v_M \geq \sqrt{gr}$

联立解得 $r \leq 0.2 \text{ m}$ 。

答案:(1)1.5 J (2)0.5 N (3) $r \leq 0.2 \text{ m}$

考点 3

典例 5 解析:(1)雪块从屋顶上的 O 点由静止开始下滑到 A 点的过程中,由动能定理有

$$mgx \sin \theta - \mu mg \cos \theta \cdot x = \frac{1}{2}mv_0^2 - 0$$

解得 $v_0 = 5 \text{ m/s}$ 。

(2)雪块从 A 点到落地的过程中,由动能定理有

$$mgh = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

解得 $v_1 = 8 \text{ m/s}$

雪块离开 A 点时的水平速度大小为 $v_x = v_0 \cos \theta$

则雪块落地时的速度方向与水平方向的夹角满足 $\cos \alpha = \frac{v_x}{v_1}$

解得 $\cos \alpha = \frac{1}{2}$,即 $\alpha = 60^\circ$ 。

答案:(1)5 m/s (2)8 m/s 60°

典例 6 解析:(1)滑块从 A 点到 B 点,由动能定理可得

$$mgR = \frac{1}{2}mv_B^2 - 0$$

滑块在 B 点,由牛顿第二定律有 $F - mg = m \frac{v_B^2}{R}$

解得 $F = 90 \text{ N}$

由牛顿第三定律可得,滑块第一次经过 B 点时对轨道的压力为 $F' = F = 90 \text{ N}$ 。

(2)滑块从 A 点到 D 点,该过程弹簧弹力对滑块做的功为 W ,由动能定理可得

$$mgR - \mu mgL_{BC} - mgL_{CD} \sin 30^\circ + W = 0$$

其中弹性势能 $E_p = -W$

解得 $E_p = 2.1 \text{ J}$ 。

(3)滑块最终停止在水平轨道 BC 间,从滑块第一次经过 B 点到最终停下来的全过程,由动能定理可得 $-\mu mg \cdot s = 0 -$

$$\frac{1}{2}mv_B^2$$

解得 $s = 2.25 \text{ m}$

则滑块在 BC 上运动的次数为 $n = \frac{2.25 \text{ m}}{0.4 \text{ m}} = 5.625$

说明滑块在 BC 上滑动了 5 次,又从 C 点向左运动 $0.625 \times 0.4 \text{ m} = 0.25 \text{ m}$

故滑块最终停止在 BC 间距 B 点 0.15 m 处(或距 C 点 0.25 m 处)。

答案:(1)90 N (2)2.1 J (3)距 B 点 0.15 m 处(或距 C 点 0.25 m 处)

第 28 课时 机械能守恒定律及其应用

回归教材·双基过关

1.(2)机械能

2.(1) mgh (2)地球 有关 无关 (3)减少 增加 减少

3.(1)弹性形变 (2)减少 增加

4.(1)动能 势能 保持不变 (3)不做功 为零

易错易混辨析

(1)√ (2)× (3)× (4)√

考点深研·题型突破

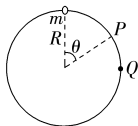
考点 1

典例 1 AD [题图甲中,物体 A 竖直向下将弹簧压缩的过程中,物体 A 的机械能转化为弹簧的弹性势能,物体 A 的重力势能是物体 A 与地球所共有,所以物体 A、弹簧和地球组成的系统机械能守恒,故 A 正确;题图乙中,物体 B 沿固定斜面匀速

下滑,说明B受到向上的摩擦力作用,物体B机械能减少,故B错误;题图丙中,不计任何阻力和定滑轮质量时,A加速下落B加速上升的过程中,A、B组成的系统机械能守恒,物体B的机械能增加,所以物体A的机械能减少,物体A的机械能不守恒,故C错误;题图丁中,小球在水平面内做匀速圆周运动时,小球的动能和重力势能都不变,故小球的机械能不变,故D正确。]

考点 2

典例 2 C [解法一(分析法):设大圆环半径为 R ,小环在大圆环上某处(P 点)与圆环的作用力恰好为零,如图所示,设图中夹角为 θ ,从大圆环顶端到 P 点过程,根据机械能守恒定律



有 $mgR(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv^2$,在 P 点,根据牛顿第二定律有 $mg \cos \theta = m \frac{v^2}{R}$,联立解得 $\cos \theta = \frac{2}{3}$,从大圆环顶端到 P 点过程,小环速度较小,小环重力沿着大圆环圆心方向的分力大于小环所需的向心力,所以大圆环对小环的弹力背离圆心,不断减小,从 P 点到最低点过程,小环速度继续增大,小环重力和大圆环对小环弹力的合力提供向心力,所以大圆环对小环的弹力逐渐变大,根据牛顿第三定律可知小环下滑过程中对大圆环的作用力大小先减小后增大,C项正确。

解法二(数学法):设大圆环半径为 R ,小环在大圆环上某处时,设该处与圆心的连线与竖直方向的夹角为 θ , $0 \leq \theta \leq \pi$,根据机械能守恒定律有 $mgR(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv^2$,在该处根据牛顿第二定律有 $F + mg \cos \theta = m \frac{v^2}{R}$,联立可得 $F = 2mg - 3mg \cos \theta$,则大圆环对小环作用力的大小 $|F| = |2mg - 3mg \cos \theta|$,根据数学知识可知 $|F|$ 的大小在 $\cos \theta = \frac{2}{3}$ 时最小,结合牛顿第三定律可知小环下滑过程中对大圆环的作用力大小先减小后增大,C项正确。]

典例 3 C [设小球到达最高点时速度大小为 v ,以初始位置所在水平面为参考平面,根据机械能守恒定律有 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$, $h = L - d - d - \frac{d}{2} = L - \frac{5}{2}d$,并联立代入数据解得 $v = \sqrt{2}$ m/s,小球在最高点时根据牛顿第二定律有 $F + mg = \frac{mv^2}{L - 2d}$,解得细线拉力大小为 $F = 2$ N,故选 C。]

考点 3

典例 4 C [设小球B的质量为 m ,则小球A的质量为 $2m$,小球A刚落地时,两球速度大小都为 v ,根据机械能守恒定律得 $2mgR = \frac{1}{2} \times (2m + m)v^2 + mgR$,小球A落地后,小球B继续上升的过程,由动能定理可得 $-mgh = 0 - \frac{1}{2}mv^2$,联立解得 $h = \frac{R}{3}$,小球B上升的最大高度为 $h + R = \frac{4R}{3}$,故选 C。]

典例 5 BD [两球同轴转动,角速度相等,由于B球运动轨迹的半径为A球的2倍,根据 $v = \omega r$ 可知,当杆转到竖直位置时,B球的速度大小为A球的2倍,A错误;在杆转到竖直位置的过程中,对A、B球和杆组成的系统,由机械能守恒定律有 $mg \frac{L}{2} + 2mgL = \frac{1}{2} \times m \left(\omega \frac{L}{2} \right)^2 + \frac{1}{2} \times 2m (\omega L)^2$,此时B球的速度大小 $v_B = \omega L$,解得 $v_B = \frac{2}{3} \sqrt{5gL}$,B正确;设杆从水平位置转到

竖直位置的过程中,杆对B球做的功为 W ,则有 $2mgL + W = \frac{1}{2} \times 2mv_B^2 - 0$,解得 $W = \frac{2}{9}mgL$,D正确;根据D项分析,杆对B球做正功,B球的机械能增大,由于A、B球和杆组成的系统机械能守恒,可知杆在转动的过程中,A球的机械能减小,C错误。]

典例 6 D [将A、B由静止释放,当AO间的细线与水平方向的夹角为 60° 时,B下落的高度 $H = \frac{\sqrt{3}h}{\sin 30^\circ} - \frac{\sqrt{3}h}{\sin 60^\circ} = 2(\sqrt{3} - 1)h$,由A和B组成的系统机械能守恒得 $mgH = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}mv_B^2$,A沿细线方向的分速度与B的速度大小相等,则有 $v_B = v_A \cos 60^\circ$,解得 $v_B = \sqrt{\frac{4(\sqrt{3}-1)gh}{5}}$,故D正确。]

典例 7 解析:(1)释放小球A前,物体B处于平衡状态,设弹簧处于伸长状态,伸长量为 x ,由受力平衡有 $F = kx + m_B g$ 代入数据解得 $x = 0.1$ m,即弹簧被拉长了0.1 m 在小球A运动到C时,由几何关系有 $CO_1 = AO_1 \sin 37^\circ = 0.3$ m 则物体B下降了0.2 m,弹簧压缩了0.1 m,所以弹簧弹性势能变化量为零。

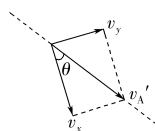
(2)当小球A运动到C处时,沿绳子方向的速度为0,B的速度为0,小球A从杆顶端运动到C点的过程,小球A下降的高度 $h = CO_1 \cos 37^\circ = 0.24$ m

B下降的高度 $h' = 0.2$ m,由(1)分析可知弹簧的弹性势能不变。以A、B和弹簧为系统,由机械能守恒有 $m_A gh + m_B gh' = \frac{1}{2}m_A v_A^2$

解得 $v_A = \sqrt{13.55}$ m/s。

(3)因杆长 $L = 0.8$ m,由几何关系可知 $\angle CDO_1 = \theta = 37^\circ$,故 $DO_1 = AO_1$

弹簧的伸长量依然为0.1 m,与最初状态相比弹簧的弹性势能相同,物体B又回到了初始位置,其重力势能也与最初状态相同。在D点将A的速度沿绳和垂直绳分解,如图所示



其中沿绳方向的分速度 v_x 与B的速度大小相等,即 $v_B' = v_A' \cos 37^\circ$

根据系统机械能守恒,有 $m_A gL \sin 37^\circ = \frac{1}{2}m_A v_A'^2 + \frac{1}{2}m_B v_B'^2$

代入数据解得 $v_A' = 2$ m/s, $v_B' = 1.6$ m/s。

答案:(1)0 (2) $\sqrt{13.55}$ m/s (3) 1.6 m/s

第 29 课时 功能关系 能量守恒定律

回归教材·双基过关

1. 减少 增加 $E_{p1} - E_{p2}$ 减少 增加 不变化 0 变化 增加 减少 ΔE 减少 增加 增加 $F_f x_{\text{相对}}$

2. (1)产生 转化 转移 保持不变 (2) $\Delta E_{\text{增}}$

易错易混辨析

(1)× (2)√ (3)√ (4)√ (5)×

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 B [由足球的运动轨迹可知,足球在空中运动时一定受到空气阻力作用,从1到2重力势能增加 mgh ,则从1到2动能减少量大于 mgh ,A错误,B正确;从2到3,由于空气阻力作用,机械能减小,重力势能减小 mgh ,则动能增加量小于 mgh ,C、D错误。]

典例 2 C [对物块根据牛顿第二定律有 $\mu mg \cos 30^\circ - mg \sin 30^\circ = ma$, 解得 $a = \frac{1}{4}g$, 根据运动学公式有 $v_0^2 = 2ax_1$, 解得物块的位移大小为 $x_1 = \frac{2v_0^2}{g}$, 故 A 错误; 物块机械能增量为 $\Delta E = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgx_1 \cdot \sin 30^\circ = \frac{3}{2}mv_0^2$, 故 B 错误; 对小车根据动能定理有 $Pt - (\mu mg \cos 30^\circ + mg \sin 30^\circ)x = \frac{1}{2}mv_0^2$, 其中 $t = \frac{v_0}{a}$, 联立解得 $x = \frac{16Pv_0}{5mg^2} - \frac{2v_0^2}{5g}$, 故 C 正确; 小车机械能增量为 $\Delta E' = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgx \sin 30^\circ = \frac{8Pv_0}{5g} + \frac{3mv_0^2}{10}$, 故 D 错误。]

典例 3 D [根据题意, 由公式 $E_p = mgh$ 结合图像可得, 物体的质量为 $m = 2 \text{ kg}$, 故 A 错误; $h = 0$ 时, 物体的重力势能为 0, 则有 $E_{\text{总}} = E_{k0} = \frac{1}{2}mv_0^2$, 解得 $v_0 = 10 \text{ m/s}$, 故 B 错误; 由题图可知, 物体上升到 4 m 时 $E_{\text{总}} = E_p$, 此时物体的动能为 0, 则物体的动能减少了 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 = 100 \text{ J}$, 故 C 错误; 由题图可知, 物体上升到 2 m 时 $E_{\text{总}} = 90 \text{ J}$, $E_p = 40 \text{ J}$, 则此时的动能为 $E_k = E_{\text{总}} - E_p = 50 \text{ J}$, 由动能定理有 $-mgh_2 - W = E_k - E_{k0}$, 解得 $W = 10 \text{ J}$, 故 D 正确。]

典例 4 D [根据牛顿第二定律知 $F - F_f - kx = ma$, 物块从静止到速度最大的过程中, 弹簧弹力一直增大, 加速度一直减小到 0, 所以速度增加得越来越缓慢, 故 A 错误; 根据 $\frac{\Delta E_k}{\Delta x} = F_{\text{合}}$, 可知合力一直减小直到减小为零, 故 B 错误; 机械能的增加量等于除重力和弹簧弹力以外的其他力做功, 则 $E = \Delta E = (F - F_f)x$, 则 $E-x$ 图像斜率不变, 故 C 错误; 从开始到物块的速度达到最大的过程中, 弹簧弹力的形变量大小等于位移, 弹簧弹力方向不变, 大小随位移均匀增大, 则 $\Delta E_p = E_p = \frac{kx}{2}x = \frac{1}{2}kx^2$, 故 D 正确。]

考点 2

典例 5 A [设 MN 段的长度为 x_0 , 设滑块在除 MN 段外通过的路程为 x , 整个过程由动能定理得 $-\mu_1 mgx_0 - \mu_2 mgx = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$, 由题意可知滑块两次在 MN 段的路程相等, 则滑块两次在除 MN 段外通过的路程也一定相等, 则有 $x_1 = x_0 + x$, $x_2 = x_0 + x$, 所以 $x_1 = x_2$, C、D 错误; 滑块在 MN 段的加速度大小为 $a_1 = \mu_1 g$, 滑块在除 MN 段外的加速度大小为 $a_2 = \mu_2 g$, 由于第二次的释放点距离 M 较近, 则滑块第二次在 M 点的速度比第一次的大, 由于两次滑块通过 MN 的位移相同, 则第二次滑块在 MN 段的运动时间较短, 作出两次滑块的速度-时间图像, 如图所示, 由图可直观地看出, 第二次运动的总时间较长, 即 $t_1 < t_2$, A 正确, B 错误。]

典例 6 解析: (1) 设物块滑到 B 点的速度为 v_B , 由牛顿第二定律可得 $F_N - mg = m \frac{v_B^2}{R}$, 其中 $F_N = 7mg$ 解得 $v_B = \sqrt{6gR}$ 设开始时弹簧储存的弹性势能为 E_p , 由 $E_p = W_{\text{弹}} = \frac{1}{2}mv_A^2$ A 至 B 光滑, 即 $v_A = v_B$ 联立解得 $E_p = 3mgR$ (2) 设物块恰能到达 C 点的速度为 v_C , 由牛顿第二定律得 $mg = m \frac{v_C^2}{R}$

解得 $v_C = \sqrt{gR}$

设物块从 B 点到 C 点克服阻力做的功为 W_f , 由能量守恒定律得 $\frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}mv_C^2 + mg \cdot 2R + W_f$

解得 $W_f = \frac{1}{2}mgR$ 。

(3) 物块离开 C 点做平抛运动, 有 $2R = \frac{1}{2}gt^2$, $s = v_C t$

解得 $s = 2R$

由能量守恒定律得 $E_k = mg \cdot 2R + \frac{1}{2}mv_C^2$

解得 $E_k = \frac{5}{2}mgR$ 。

答案: (1) $3mgR$ (2) $\frac{1}{2}mgR$ (3) $2R$ $\frac{5}{2}mgR$

第 30 课时 动力学和能量观点的综合应用(进阶课)

进阶 1

典例 1 BD [小物块在传送带上先做匀加速直线运动, 加速度大小为 $a = \frac{\mu mg}{m} = \mu g = 0.1 \times 10 \text{ m/s}^2 = 1 \text{ m/s}^2$, 则小物块做匀加速直线运动的时间为 $t_1 = \frac{v}{a} = \frac{4}{1} \text{ s} = 4 \text{ s}$, 小物块做匀加速直线运动的位移为 $x_1 = \frac{v}{2}t_1 = \frac{4}{2} \times 4 \text{ m} = 8 \text{ m}$, 则小物块在传送带上做匀速直线运动的时间为 $t_2 = \frac{L - x_1}{v} = \frac{20 - 8}{4} \text{ s} = 3 \text{ s}$, 故每个小物块在传送带上运动的时间为 $t = t_1 + t_2 = 4 \text{ s} + 3 \text{ s} = 7 \text{ s}$, 故 A 错误; 结合前面分析可知, 第 1 个小物块到达传送带最右端时所花时间为 7 s, 由题知, 在传送带左端每隔 1 s 轻放一个相同的小物块, 则计时开始时刻, 第 8 个小物块刚上传送带, 故 B 正确; 结合前面分析可知, 计时后 1 s 内只有 5~8 四个物块在皮带上做匀加速直线运动, 摩擦力相同, 则由动量定理可得, 计时后 1 s 内, 传送带对所有小物块摩擦力的总冲量大小为 $I = 4m \cdot at' = 4 \times 2 \times 1 \times 1 \text{ N} \cdot \text{s} = 8 \text{ N} \cdot \text{s}$, 所有小物块对传送带的摩擦力做的总功为 $W = -4\mu mg \cdot vt = -4 \times 0.1 \times 2 \times 10 \times 4 \times 1 \text{ J} = -32 \text{ J}$, 故 C 错误, D 正确。]

典例 2 AD [传送带对小物体做的功等于小物体机械能的增加量, 两种情况小物体重力势能和动能增加量都相同, 所以机械能增加量相同, 所以两种传送带对小物体做功相等, A 正确; 设小物体在甲传送带上到达 B 处所用时间为 t_1 , 在乙传送带上到达 C 处所用时间为 t_2 , 根据题意可得在乙传送带上小物体到达 C 处后随传送带以速率 v 匀速运动到 B 点, 所以甲传送带上的划痕长为 $s_{\text{甲}} = s_{\text{皮带}} - s_{\text{物体}} = vt_1 - \frac{0+v}{2} \cdot t_1 = \frac{1}{2}vt_1$, 乙传送带上的划痕长为 $s_{\text{乙}} = \frac{1}{2}vt_2$, 同时有 $t_1 = \frac{\frac{H}{\sin \theta}}{\frac{v}{2}} = \frac{2H}{v \sin \theta}$, $t_2 = \frac{2(H-h)}{v \sin \theta}$, 可得 $t_1 > t_2$, 所以有 $s_{\text{甲}} > s_{\text{乙}}$, B 错误; 甲系统由于摩擦产生的热量为 $Q_{\text{甲}} = F_f \cdot s_{\text{甲}} = F_f \cdot \frac{1}{2}vt_1 = F_f \cdot s_{\text{物体}}$, 根据动能定理有 $F_f \cdot s_{\text{物体}} - mgH = \frac{1}{2}mv^2$, 可得 $Q_{\text{甲}} = mgH + \frac{1}{2}mv^2$, 同理可得 $Q_{\text{乙}} = mg(H-h) + \frac{1}{2}mv^2$, 所以有 $Q_{\text{甲}} > Q_{\text{乙}}$, C 错误; 传送到 B 处, 在甲传送带上小物体需要的时间为 $t_{\text{甲}} = t_1 = \frac{2H}{v \sin \theta}$, 在乙传送带上小物体需要的时间为 $t_{\text{乙}} = t_2 + \frac{h}{\frac{H}{\sin \theta}} = \frac{2(H-h)}{v \sin \theta} + \frac{h}{\frac{H}{\sin \theta}} = \frac{2H-h}{v \sin \theta}$, 所以有 $t_{\text{甲}} > t_{\text{乙}}$, D 正确。]

典例 3 解析: (1) 当物块 B 刚下降时, 设绳中拉力为 F_{T1} , 对物块

A 分析有 $\mu m_1 g \cos \theta + F_{T1} - m_1 g \sin \theta = m_1 a$

对物块 B 分析有 $m_2 g - F_{T1} = m_2 a$

解得 $a = 2 \text{ m/s}^2$ 。

(2) 第一阶段: 设物块 A 经过 t_1 与传送带速度相同

由 $t_1 = \frac{v}{a}$, 得 $t_1 = 2 \text{ s}$

物块 A 沿传送带上升的距离 $L_1 = \frac{v^2}{2a}$, 得 $L_1 = 4 \text{ m}$

第二阶段: 因为 $m_2 g < m_1 g \sin \theta$, 且 $\mu m_1 g \cos \theta + m_2 g > m_1 g \sin \theta$, 所以物块 A 受沿传送带向上的静摩擦力, 与传送带相对静止一起匀速运动, 到达顶端所需时间为 t_2

由 $t_2 = \frac{L - L_1}{v}$, 得 $t_2 = 0.5 \text{ s}$

则物块 A 从底端到达顶端所需时间 $t = t_1 + t_2 = 2.5 \text{ s}$ 。

(3) 全过程中物块 A 增加的重力势能 $\Delta E_{pA} = m_1 g L \sin \theta = 144 \text{ J}$

物块 B 减少的重力势能 $\Delta E_{pB} = m_2 g L = 120 \text{ J}$

物块 A、B 动能的增加量 $\Delta E_k = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2 = 48 \text{ J}$

物块 A 与传送带间因摩擦产生的热量 $Q = \mu m_1 g (v t_1 - L_1) \cos \theta = 64 \text{ J}$

则电动机多做的功 $W = \Delta E_{pA} - \Delta E_{pB} + \Delta E_k + Q = 136 \text{ J}$ 。

答案: (1) 2 m/s^2 (2) 2.5 s (3) 136 J

进阶 2

典例 4 BD [根据题图丙可知 $E_k = \frac{1}{2} m_A v_1^2 = 0.5 \text{ J}$, $v_1 =$

1 m/s , 解得 $m_A = 1 \text{ kg}$, 故 A 错误; 系统损失的机械能为 $\Delta E =$

$\frac{1}{2} m_B v_0^2 - \left(\frac{1}{2} m_B v_1^2 + \frac{1}{2} m_A v_1^2 \right) = 1 \text{ J}$, 故 B 正确; 长木板 A 在

$0 \sim 0.5 \text{ m}$ 做匀加速直线运动, 则 $x = \frac{1}{2} \times v_1 t = 0.5 \text{ m}$, 解得

$t = 1 \text{ s}$, 在达到共同速度时, A、B 的位移差为 $x_B - x_A = \frac{1}{2} \times$

$(1+2) \times 1 \text{ m} - 0.5 \text{ m} = 1 \text{ m}$, 即长木板 A 的最小长度为 1 m 时才能使物块 B 不会掉下来, 故 C 错误; 根据运动学公式 $v_1 =$

$at = \mu g t = 1 \text{ m/s}$, 解得 $\mu = 0.1$, 故 D 正确。]

典例 5 解析: (1) 方法一:

对小物块受力分析列方程 $F - \mu mg = ma_1$

解得 $a_1 = 4 \text{ m/s}^2$

对长木板受力分析列方程 $\mu mg = Ma_2$

解得 $a_2 = 2 \text{ m/s}^2$

小物块先加速后减速最后与长木板共速, 长木板一直加速后匀速, 小物块减速的加速度满足 $-\mu mg = ma_3$

解得 $a_3 = -4 \text{ m/s}^2$

小物块加速阶段的最大速度 $v_1 = a_1 t_1$, 小物块减速阶段, 有 $v = v_1 + a_3 t_2$

长木板一直加速, 有 $v = a_2 (t_1 + t_2)$

联立得 $\frac{t_1}{t_2} = \frac{3}{1}$ 。

方法二:

由题得小物块与长木板最终共速, 设速度大小为 v , 对小物块由动量定理有

$F t_1 - \mu mg (t_1 + t_2) = mv - 0$

对长木板由动量定理有 $\mu mg (t_1 + t_2) = Mv - 0$

联立解得 $\frac{t_1}{t_2} = \frac{3}{1}$ 。

(2) 小物块加速阶段的位移 $x_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$

小物块减速阶段的位移 $x_2 = v_1 t_2 + \frac{1}{2} a_3 t_2^2$

长木板的位移 $x_3 = \frac{1}{2} a_2 (t_1 + t_2)^2$

由 $x_1 + x_2 - x_3 = L$

解得 $t_1 = 1 \text{ s}$

t_1 时间内相对位移 $\Delta x = x_1 - \frac{1}{2} a_2 t_1^2 = 1 \text{ m}$

$Q = \mu mg \Delta x = 4 \text{ J}$ 。

答案: (1) $\frac{3}{1}$ (2) 4 J

典例 6 解析: (1) 对物块与木板整体, 根据动能定理有

$2mgL \sin \theta = \frac{1}{2} \times 2mv_1^2$

解得 $v_1 = \sqrt{gL}$ 。

(2) 木板第一次与挡板碰撞后, 设木板的加速度大小为 a_1 ,

则 $mg \sin \theta + kmg = ma_1$

解得 $a_1 = 0.5g + kg$, 沿斜面向下

设物块的加速度大小为 a_2 , 则 $kmg - mg \sin \theta = ma_2$

解得 $a_2 = kg - 0.5g$, 沿斜面向上

规定向下为正方向, 木板第一次与挡板碰撞结束时到木板和物块速度相同时, 对木板有 $v_{共} = -v_1 + a_1 t_1$

对物块有 $v_{共} = v_1 - a_2 t_1$

解得 $t_1 = \frac{\sqrt{gL}}{gk}$, $v_{共} = \frac{\sqrt{gL}}{2k}$

木板第一次与挡板碰撞到木板与物块第一次速度相同时物块

的位移为 $x_{块} = \frac{v_{共}^2 - v_1^2}{2(-a_2)}$

木板的位移为 $x_{板} = \frac{v_{共}^2 - (-v_1)^2}{2a_1}$

之后到碰撞挡板前二者无相对滑动, 故物块相对于木板的位移

为 $\Delta x = x_{块} - x_{板} = \frac{L}{k}$ 。

(3) 从释放到木板和物块都静止的过程中系统能量守恒, 则

$mgL \sin \theta + mg(L+x) \sin \theta - kmgx = 0$

解得 $x = \frac{2L}{2k-1}$

故系统产生的热量 $Q = kmgx = \frac{2kmgL}{2k-1}$ 。

答案: (1) $\sqrt{gL}$ (2) $\frac{L}{k}$ (3) $\frac{2L}{2k-1}$ $\frac{2kmgL}{2k-1}$

第 31 课时 实验七: 验证机械能守恒定律

实验探究 · 创新突破

类型 1

典例 1 解析: (1) 为了减小阻力对该实验的影响和获取更多的数据点, 重锤应该紧靠打点计时器, 手捏住纸带上端释放, A 正确。

(2) 打点计时器的打点周期 $T = \frac{1}{f} = 0.02 \text{ s}$, 根据匀变速直线

运动的推论可得 $v_{13} = \frac{60.69 - 47.33}{2 \times 0.02} \times 10^{-2} \text{ m/s} = 3.34 \text{ m/s}$ 。

(3) 在求解重力势能的减少量时, 应使用当地的重力加速度 g , 故该结果不能验证机械能守恒定律, 故选 B。

答案: (1) A (2) 3.34 (3) 不能 B

考点 1

典例 2 解析: (1) 根据题图 1 可知, 本实验的实验原理是通过验证重锤重力势能的减少量等于动能的增加量, 来验证机械能守恒定律, 验证的关系式为 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$, 因为等式两边的质量

可以消去, 所以测量重锤的质量(步骤③)不是必需的; 测量重锤下落的高度和速度均能通过打点计时器与纸带完成, 按照打点计时器与纸带的使用规则可知, 应先接通打点计时器的电源, 打点计时器工作稳定后再释放纸带, 步骤②错误, 所以步骤①④⑤⑥是必需且正确的, 正确实验操作排序为④①⑥⑤。

(2) 重锤带动纸带做匀加速直线运动, 某段时间中间时刻的速度等于该段时间的平均速度, 所以打出 B 点时重锤下落的速度大小

$$v_B = \frac{s_{AC}}{2} = \frac{(20.34 - 13.20) \times 50}{2} \times 10^{-2} \text{ m/s} \approx 1.79 \text{ m/s}.$$

(3) 若机械能守恒, 对重锤有 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$, 整理得 $v^2 = 2gh$, 所以 v^2-h 图线应通过原点且斜率为 $2g$ 。由题图 3 可知直线的斜率 $k = \frac{5.5 - 1.4}{0.290 - 0.075} \text{ m/s}^2 \approx 19.1 \text{ m/s}^2$ 。

$$(4) \eta = \left| \frac{mgh - \frac{1}{2}mv^2}{mgh} \right| \times 100\% = \left| 1 - \frac{k}{2g} \right| \times 100\%, \text{ 代入数据解得 } \eta \approx 2.6\%.$$

答案: (1)④①⑥⑤ (2) 1.79 (3) 通过 $2g$ 19.1 m/s^2

$$(4) \left| 1 - \frac{k}{2g} \right| \quad 2.6$$

类型 2

典例 3 解析: (1) 小球经过光电门的挡光时间为 Δt , 可得小球到达平衡位置的速度 $v = \frac{d}{\Delta t}$

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

为验证机械能守恒定律, 此过程中重力势能转化为动能, 有 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$

$$\text{联立解得 } \frac{1}{(\Delta t)^2} = \frac{2g}{d^2}h$$

$$\text{可得纵坐标为 } \frac{1}{(\Delta t)^2}$$

$$\text{图像的斜率为 } k = \frac{2g}{d^2}.$$

(2) 10 分度、20 分度、50 分度的游标卡尺的精确度分别为 0.1 mm、0.05 mm、0.02 mm, 此游标卡尺测得小球直径 $d = 20.48 \text{ mm}$, 可以判断所用的是 50 分度的游标卡尺。若为 25 分度的游标卡尺, 其精确度为 0.04 mm, 用此游标卡尺测量该小球直径, 可得 $n = \frac{0.48}{0.04} = 12$, 则游标尺上第 12 条刻度线与主尺上的刻度线对齐。

$$\text{答案: (1) } \frac{1}{(\Delta t)^2} \quad \frac{2g}{d^2} \quad (2) 50 \quad 12$$

第六章 动量及其守恒定律

第 32 课时 动量和动量定理

回归教材·双基过关

- (1) 质量 速度 (2) mv (4) 速度
- (1) 相同
- (1) 乘积 (2) $F\Delta t$ (3) $N \cdot s$ (4) 矢量 相同
- (1) 变化量 (2) $mv' - mv$

易错易混辨析

- (1) $\checkmark$ (2) $\checkmark$ (3) $\checkmark$ (4) $\checkmark$

典例 1 AC [垒球被击打后, 可能以与被击打前等大的速度打出, 所以球的动能可能不变, 动量的大小可能不变, 故 A 正确, B 错误; 由牛顿第三定律知, 球对棒的作用力与棒对球的作用力同时产生、同时消失, 且大小始终相等, 则两个力的冲量大小一定相等, 故 C 正确; 球受到棒的冲量方向是棒对球弹力的方向, 与球被击打前的速度方向不相同, 故 D 错误。]

典例 2 B [重力对滑块的总冲量大小为 $mg(t_1 + t_2)$, A 错误; 支持力对滑块的总冲量大小为 $mg(t_1 + t_2)\cos\theta$, B 正确; 整个过程中滑块的动量发生了改变, 故合外力的总冲量不为 0, C 错误; 上滑过程和下滑过程摩擦力的方向相反, 故若以沿斜面向下为正方向, 摩擦力的总冲量大小为 $F_f(t_2 - t_1)$, D 错误。]

考点 2

典例 3 C [对轮船靠岸与码头碰撞的过程, 轮船的初、末速度不受轮胎影响, 轮船的动量变化量不变, 根据动量定理, 轮船受到的冲量也不变, A、B 错误; 轮胎可以延长轮船与码头碰撞时的作用时间, 根据动量定理可知, 轮胎可以减小轮船和码头因碰撞受到的作用力, C 正确, D 错误。]

典例 4 解析: (1) 小物块在平台做匀减速直线运动, 根据牛顿第二定律有 $a = -\mu g$

$$\text{则小物块从开始运动到离开平台有 } v_x^2 - v_0^2 = 2ax_0$$

$$\text{小物块从平台飞出后做平抛运动有 } h = \frac{1}{2}gt_1^2, x = v_x t_1$$

$$\text{联立解得 } x = 0.6 \text{ m}.$$

(2) 物块第一次落到地面后弹起的最大高度为 0.45 m, 则对于

$$\text{物块弹起至最大高度所用时间和弹起的初速度有 } h' = \frac{1}{2}gt_2^2,$$

$$v_{y2} = gt_2$$

$$\text{则物块与地面接触的时间 } \Delta t = t - t_1 - t_2 = 0.1 \text{ s}$$

$$\text{物块与地面接触的过程中根据动量定理, 取竖直向上为正方向, 在竖直方向有 } I_N - mg\Delta t = mv_{y2} - m(-v_{y1}), v_{y1} = gt_1$$

$$\text{解得 } I_N = 0.1 \text{ N} \cdot \text{s}$$

$$\text{取水平向右为正方向, 在水平方向有 } -\mu N\Delta t = mv'_x - mv_x, I_N = N\Delta t$$

$$\text{解得 } v'_x = -1 \text{ m/s}$$

$$\text{但由于 } v'_x \text{ 减小为 0 将无相对运动和相对运动的趋势, 故 } v'_x = 0.$$

$$\text{答案: (1) } 0.6 \text{ m} \quad (2) 0.1 \text{ N} \cdot \text{s} \quad 0$$

典例 5 C [机器人起跳过程中地面对机器人的支持力作用点没有发生位移, 所以支持力不做功, A 错误; 机器人腾空后系统除重力外不受其他外力, 重心做上抛运动或斜上抛运动, 再做的动作会改变其各部分的相对位置, 不会改变重心的轨迹, B 错误; 机器人落地时屈膝下蹲动作, 起到了缓冲作用, 根据动量定理可知, 合外力的冲量等于动量的变化量, 屈膝下蹲动作延长了机器人与地面的作用时间, 从而减小了其与地面的作用力, C 正确; 机器人落地后迅速站起的过程, 重心先向上加速, 地面对机器人的支持力大于重力, 再向上减速, 地面对机器人的支持力小于重力, 所以地面对机器人的支持力是变化的, 根据牛顿第三定律可知, 机器人对地面的压力也是变化的, D 错误。]

考点 3

典例 6 B [在时间 Δt 内车头遇到的水珠的质量 $\Delta m_1 = v\Delta t S n m$, 遇到空气的质量 $\Delta m_2 = v\Delta t S \rho$, 对这些水珠及空气的整体研究, 由动量定理有 $F\Delta t = (\Delta m_1 + \Delta m_2)v$, 解得 $F = (\rho + nm)Sv^2$, 由牛顿第三定律可知列车因与空气和水珠冲击而受到的阻力大小约为 $F' = (\rho + nm)Sv^2$, 故选 B。]

典例 7 BC [弹幕的总体积为 $V = vtS = 300 \times 0.01 \times 2 \text{ m}^3 = 6 \text{ m}^3$, A 错误; 又因为每 1 cm^3 有一个子弹颗粒, 则子弹颗粒的

总个数 $N = \frac{6}{1 \times 10^{-6}} \text{ 个} = 6 \times 10^6 \text{ 个}$, 所形成弹幕的总质量 $M = N \cdot m = 6 \times 10^6 \times 2 \times 10^{-2} \text{ kg} = 1.2 \times 10^5 \text{ kg}$, B 正确; 由动量定理可知, $I = M \Delta v = 1.2 \times 10^5 \text{ kg} \times 300 \text{ m/s} = 3.6 \times 10^7 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, C 正确; 弹幕对目标形成的冲击力大小 $F = \frac{I}{t} = 3.6 \times 10^9 \text{ N}$, D 错误。]

第 33 课时 动量守恒定律及其应用

回归教材·双基过关

- (1) 矢量和 (2) 保持不变 (3) 零
- (1) 很大 (2) 远大于
- 远大于 守恒

易错易混辨析

- (1) ✓ (2) ✓ (3) ✓ (4) ✓ (5) ×

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 D [在弹簧释放的过程中, 因 $m_A : m_B = 1 : 2$, 由摩擦力公式 $F_f = \mu F_N = \mu mg$, 可知 A、B 两物体所受的摩擦力大小不相等, 故 A、B 两物体组成的系统所受合外力不为零, A、B 两物体组成的系统动量不守恒, 故 A 错误; A 物体对小车向左的滑动摩擦力小于 B 对小车向右的滑动摩擦力, 在 A、B 两物体相对小车停止运动之前, 小车所受的合外力向右, 小车将向右运动, 最终整个系统将静止, 则系统的机械能减为零, 不守恒, 故 B、C 错误; A、B、C 及弹簧组成的系统所受合外力为零, 系统的动量守恒, 故 D 正确。]

典例 2 C [由题易知陷入沙子前, 小球有竖直方向的分速度, 最终, 整个系统没有竖直方向的分速度, 所以小球陷入沙子过程中, 小球和沙子、车组成的系统在竖直方向的动量不守恒, 故系统动量不守恒, A 错误; 由于小球时刻受到重力作用, 且陷入沙子过程的时间未知, 由动量定理可知, 沙子对小球的冲量大小不可求, B 错误; 设沙子与小车的总质量为 M , 小球的质量为 m , 初速度大小为 v_0 , 小球与沙子、车组成的系统在水平方向上动量守恒, 以向右为正方向, 有 $mv_0 = (m+M)v$, 解得小车最终的速度大小为 $v = 1 \text{ m/s}$, C 正确, D 错误。]

考点 2

典例 3 C [碰撞过程系统动量守恒, 以白色球的初速度方向为正方向, 由动量守恒定律得 $p_A + p_B = p'_A + p'_B$, 解得 $p'_A = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, 根据碰撞过程总动能不增加, 则有 $\frac{p_A^2}{2m_A} + \frac{p_B^2}{2m_B} \geq \frac{p'^2_A}{2m_A} + \frac{p'^2_B}{2m_B}$, 解得 $m_B \geq \frac{2}{3} m_A$, 碰后, 两球同向运动, A 的速度不大于 B 的速度, 则 $\frac{p'_A}{m_A} \leq \frac{p'_B}{m_B}$, 解得 $m_B \leq 4m_A$, 综上可知 $\frac{2}{3} m_A \leq m_B \leq 4m_A$, 故 C 正确。]

典例 4 AD [由题图可知, 碰撞前甲、乙的速度分别为 $v_{\text{甲}} = 5 \text{ m/s}$, $v_{\text{乙}} = 1 \text{ m/s}$, 碰撞后甲、乙的速度分别为 $v'_{\text{甲}} = -1 \text{ m/s}$, $v'_{\text{乙}} = 2 \text{ m/s}$, 两物块碰撞过程中, 由动量守恒定律得 $m_{\text{甲}} v_{\text{甲}} + m_{\text{乙}} v_{\text{乙}} = m_{\text{甲}} v'_{\text{甲}} + m_{\text{乙}} v'_{\text{乙}}$, 解得 $m_{\text{乙}} = 6 \text{ kg}$, A 正确, B 错误; 碰撞过程损失的机械能 $\Delta E = \frac{1}{2} m_{\text{甲}} v_{\text{甲}}^2 + \frac{1}{2} m_{\text{乙}} v_{\text{乙}}^2 - \frac{1}{2} m_{\text{甲}} v'^2_{\text{甲}} - \frac{1}{2} m_{\text{乙}} v'^2_{\text{乙}} = 3 \text{ J} > 0$, 故此碰撞是非弹性碰撞, C 错误, D 正确。]

典例 5 解析: (1) 根据题意可知, 所有碰撞均为弹性碰撞, 由于钢球质量也为 m , 根据动量守恒和机械能守恒可知, 碰撞过程

中, 二者速度互换, 则最终碰撞后最右侧钢球的速度大小等于开始碰撞前玻璃球的初速度 v_0 。

(2) 根据题意可知, 所有碰撞均为弹性碰撞, 则由动量守恒定律有 $mv_0 = mv_1 + 3mv_2$

由能量守恒定律有 $\frac{1}{2} mv_0^2 = \frac{1}{2} mv_1^2 + \frac{1}{2} \times 3mv_2^2$

解得 $v_1 = \frac{m-3m}{m+3m} v_0 = -\frac{1}{2} v_0$, $v_2 = \frac{2m}{m+3m} v_0 = \frac{1}{2} v_0$

负号表示速度反向, 则玻璃球的速度大小为 $\frac{1}{2} v_0$ 。

(3) 根据题意结合 (2) 分析可知, 玻璃球与右侧第一个钢球碰撞后反弹, 且速度大小变为碰撞前的 $\frac{1}{2}$, 右侧第一个钢球又与第二个钢球发生弹性碰撞, 速度互换, 静止在光滑水平面上, 玻璃球反弹后与左侧第一个钢球同样发生弹性碰撞, 同理可得, 碰撞后玻璃球再次反弹, 且速度大小为碰撞前的 $\frac{1}{2}$, 综上所述,

玻璃球碰撞 $2n$ 次后速度大小为 $v = \left(\frac{1}{2}\right)^{2n} v_0$

则玻璃球碰撞 $2n$ 次后最终动能大小 $E_k = \frac{1}{2} mv^2 =$

$\left(\frac{1}{2}\right)^{4n+1} mv_0^2$ 。

答案: (1) v_0 (2) $\frac{v_0}{2}$ (3) $\left(\frac{1}{2}\right)^{4n+1} mv_0^2$

考点 3

典例 6 解析: (1) 组合体分离前后动量守恒, 取 v_0 的方向为正方向, 有

$$(m+M)v_0 = Mv + mv_1$$

$$\text{解得 } v_1 = \frac{(m+M)v_0 - Mv}{m}$$

(2) 以 B 为研究对象, 对 B 由动量定理有

$$F \Delta t = Mv - Mv_0$$

$$\text{解得 } F = \frac{M(v - v_0)}{\Delta t}$$

答案: (1) $\frac{(m+M)v_0 - Mv}{m}$ (2) $\frac{M(v - v_0)}{\Delta t}$

典例 7 CD [爆炸后甲、丙从同一高度平抛, 乙从同一高度自由

下落, 则落地时间 $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$ 相等, 选项 A、B 错误; 爆炸过程动

量守恒, 有 $mv = -\frac{1}{3}mv_{\text{丙}} + \frac{1}{3}mv_{\text{甲}}$, 由题意知 $v_{\text{丙}} = v$, 得 $v_{\text{甲}} = 4v$, 爆炸后甲、丙从同一高度平抛, 落地点到乙落地点 O 的

距离 $x = vt$, t 相同, 则 $x \propto v$, 甲、丙落地点到乙落地点 O 的距离之比为 $x_{\text{甲}} : x_{\text{丙}} = v_{\text{甲}} : v_{\text{丙}} = 4 : 1$, 选项 C 正确; 根据能量守

恒定律可得爆炸过程释放的化学能 $\Delta E = \frac{1}{2} \times \frac{m}{3} v_{\text{甲}}^2 + \frac{1}{2} \times$

$\frac{m}{3} v_{\text{丙}}^2 - \frac{1}{2} mv^2 = \frac{7}{3} mv^2$, 选项 D 正确。]

典例 8 解析: (1) 小球从静止到第一次运动到轨道最低点的过程, 小球和凹槽组成的系统水平方向上动量守恒, 有 $0 = mv_1 - Mv_2$

对小球与凹槽组成的系统, 由机械能守恒定律有

$$mgb = \frac{1}{2} mv_1^2 + \frac{1}{2} Mv_2^2$$

联立解得 $v_2 = \sqrt{\frac{2m^2 gb}{M(m+M)}}$ 。

(2)根据人船模型规律,在水平方向上有 $mx_1 = Mx_2$

又由位移关系知 $x_1 + x_2 = a$

解得凹槽相对于初始时刻运动的距离 $x_2 = \frac{ma}{M+m}$ 。

答案:(1) $\sqrt{\frac{2m^2gb}{M(m+M)}}$ (2) $\frac{ma}{M+m}$

第34课时 碰撞拓展模型(进阶课)

进阶1

典例1 D [碰撞瞬间C相对地面向左运动,选项A错误;取向右为正方向,则A、B碰撞过程由动量守恒有 $mv_A - mv_B = 2mv_1$,解得 $v_1 = 1 \text{ m/s}$,方向向右;当三者共速时有 $2mv_1 - mv_C = 3mv$,可知 $v = 0$,即最终三者一起静止,可知经历的时间 $t = \frac{v_C}{\mu g} = \frac{2}{0.5 \times 10} \text{ s} = 0.4 \text{ s}$,选项B错误;碰撞后到三者相对静止摩擦产生的热量 $Q = \frac{1}{2} \times 2mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_C^2 = 3 \text{ J}$,选项C错误;碰撞后到三者相对静止由能量关系可知 $Q = \mu mgx_{\text{相对}}$,可得 $x_{\text{相对}} = 0.6 \text{ m}$,选项D正确。]

典例2 解析:(1)子弹射入木块后与木块的共同速度大小为 v ,对子弹和木块组成的系统,由动量守恒定律得

$$mv_0 = (M+m)v$$

代入数据解得 $v = 6 \text{ m/s}$

它们在此过程中所产生的内能 $Q = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(M+m)v^2$

代入数据解得 $Q = 882 \text{ J}$ 。

(2)假设子弹以 $v_0' = 400 \text{ m/s}$ 的速度入射时没有射穿木块,子弹射入木块后与木块的共同速度大小为 v' ,则对子弹和木块组成的系统,由动量守恒定律有 $mv_0' = (M+m)v'$ 此过程产生的内能为

$$Q' = \frac{1}{2}mv_0'^2 - \frac{1}{2}(M+m)v'^2$$

设木块对子弹的阻力大小为 $F_{\text{阻}}$,两个过程子弹打入木块的深度分别为 d, d' ,则有 $Q = F_{\text{阻}}d$

$$Q' = F_{\text{阻}}d'$$

联立并代入数据解得 $d' = \frac{32}{3} \text{ cm}$

因为 $d' > 10 \text{ cm}$,所以假设不成立,子弹能射穿该木块。

答案:(1) 6 m/s 882 J (2)能

进阶2

典例3 C [小球上升到最大高度(相对圆弧最低点)时,小球和圆弧槽速度相等,水平方向根据动量守恒定律有 $mv_0 = (m+M)v_3$,根据能量守恒定律有 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}(m+M)v_3^2 + mgh$,联立解得 $h = 1.2 \text{ cm}$,故C正确;从小球冲上圆弧槽到滑离圆弧槽的过程中,小球和圆弧槽组成的系统水平方向不受外力,水平方向动量守恒,竖直方向所受合外力不为零,竖直方向动量不守恒,即小球和圆弧槽组成的系统动量不守恒,故A错误;水平方向根据动量守恒定律有 $mv_0 = mv_1 + Mv_2$,根据能量守恒定律有 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2$,联立解得 $v_1 = -0.2 \text{ m/s}$, $v_2 = 0.4 \text{ m/s}$,即小球离开圆弧槽时速度的大小为 0.2 m/s ,此时圆弧槽对小球支持力最大,设为 N ,根据牛顿第二定律有 $N - mg = m \frac{(v_2 - v_1)^2}{R}$,解得 $N = 2.24 \text{ N}$,根据牛顿第三定律可知小球对圆弧槽的最大压力为 $N' = N = 2.24 \text{ N}$,故B、D错误。]

典例4 B [在弧面上,小球由于与木板之间的挤压,木板的机械能增加,小球的机械能减小,根据功能原理,木板对小球做负功。在水平面CD上,由于二者之间的摩擦,二者的机械能均减小,二者互相做负功,故A错误;小球从A到C点的过程,对小球和木板组成的系统,由于水平方向不受外力,以向右为正方向,由水平方向动量守恒得 $mv_1 - Mv_2 = 0$,由机械能守恒得 $mg(AB+R) = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2$,联立解得 $v_1 = 3 \text{ m/s}$, $v_2 = 1 \text{ m/s}$,木板的最大速度为 1 m/s ,方向向左,故B正确;在C点,对小球根据牛顿第二定律有 $F_N - mg = m \frac{(v_1 + v_2)^2}{R}$,解得 $F_N = \frac{190}{3} \text{ N}$,根据牛顿第三定律知,小球对木板的压力大小 $F'_N = F_N$,对木板根据平衡条件有 $F_{N1} = Mg + F'_N$,根据牛顿第三定律有木板对地面的压力大小 $F'_{N1} = F_{N1}$,联立代入数据得 $F'_{N1} = \frac{280}{3} \text{ N}$,故D错误;对整个过程,水平方向不受外力,则水平方向平均动量守恒,以向右为正方向,有 $m \frac{x_1}{t} - M \frac{x_2}{t} = 0$,又因为 $x_1 + x_2 = R + CD$,联立解得 $x_1 = 0.45 \text{ m}$, $x_2 = 0.15 \text{ m}$,可知两者分离时木板移动了 0.15 m ,故C错误。]

进阶3

典例5 解析:(1)B、C发生弹性碰撞,以向右为正方向,则 $mv_0 = mv_B + mv_C$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_B^2 + \frac{1}{2}mv_C^2$$

由于B、C质量相等,速度交换,即 $v_B = 0$, $v_C = v_0$ 。

(2)A、B速度相等时,弹簧具有最大的弹性势能,对A、B由动量守恒定律可得 $2mv_0 = (2m+m)v$

$$\text{解得 } v = \frac{2v_0}{3}$$

由能量守恒定律可得

$$E_p = \frac{1}{2} \times 2mv_0^2 - \frac{1}{2} \times 3mv^2$$

$$\text{解得 } E_p = \frac{1}{3}mv_0^2。$$

(3)对A、B由动量守恒定律可得 $2mv_0 = 2mv'_1 + mv'_2$

$$\text{由能量守恒定律可得 } \frac{1}{2} \times 2mv_0^2 = \frac{1}{2} \times 2mv_1'^2 + \frac{1}{2}mv_2'^2$$

$$\text{解得 } v_1' = \frac{1}{3}v_0, v_2' = \frac{4}{3}v_0$$

B、C再次碰撞,速度交换,B最终的动量大小 $p_B = mv_0$

B的动量变化量的大小 $\Delta p = mv_0 - mv_0 = 0$ 。

答案:(1) v_0 (2) $\frac{1}{3}mv_0^2$ (3) 0

典例6 AC [A、B碰撞的过程中,满足动量守恒,则有 $m_A v_0 = (m_A + m_B)v_1$,解得 $v_1 = 6 \text{ m/s}$,A球与B球碰撞中损耗的机械能 $\Delta E = \frac{1}{2}m_A v_0^2 - \frac{1}{2}(m_A + m_B)v_1^2 = 108 \text{ J}$,A正确;弹簧再次恢复原长时C球速度最大,B错误;在以后的运动过程中,A、B的组合体与C的速度相等时,弹性势能最大,根据动量守恒有 $(m_A + m_B)v_1 = (m_A + m_B + m_C)v_2$,解得 $v_2 = 2 \text{ m/s}$,最大弹性势能 $E_p = \frac{1}{2}(m_A + m_B)v_1^2 - \frac{1}{2}(m_A + m_B + m_C)v_2^2$,解得 $E_p = 36 \text{ J}$,C正确;当弹簧再次恢复原长时,根据动量守恒和能量守恒可知 $(m_A + m_B + m_C)v_2 = (m_A + m_B)v_3 + m_C v_4$,

$\frac{1}{2}(m_A+m_B+m_C)v_2^2+E_p=\frac{1}{2}(m_A+m_B)v_3^2+\frac{1}{2}m_Cv_4^2$, 解得 $v_3=-2\text{ m/s}$, $v_4=4\text{ m/s}$, 此时 B 反向速度最大, 而 B 由于速度由正向到反向, 因此最小速度为零, D 错误。]

第 35 课时 力学三大观点的综合应用(进阶课)

典例 1 解析: (1) 设滑道 AB 长度为 L , 背包质量为 $m_1=2\text{ kg}$, 在 AB 上滑行的加速度为 a_1 , 由牛顿第二定律有 $m_1g\sin\theta-\mu m_1g\cos\theta=m_1a_1$

解得 $a_1=2\text{ m/s}^2$

滑雪者质量为 $m_2=48\text{ kg}$, 初速度为 $v_0=1.5\text{ m/s}$, 加速度为 $a_2=3\text{ m/s}^2$, 设滑雪者在 AB 上滑行时间为 t , 落后时间 $t_0=1\text{ s}$, 则背包的滑行时间为 $t+t_0$, 由运动学公式得 $L=\frac{1}{2}a_1(t+t_0)^2$, $L=v_0t+\frac{1}{2}a_2t^2$

联立解得 $t=2\text{ s}$ 或 $t=-1\text{ s}$ (舍去), $L=9\text{ m}$ 。

(2) 设背包和滑雪者到达坡底水平处时的速度分别为 v_1 、 v_2 , 有 $v_1=a_1(t+t_0)=6\text{ m/s}$, $v_2=v_0+a_2t=7.5\text{ m/s}$

滑雪者拎起背包的过程, 系统所受外力为零, 动量守恒, 设共同速度为 v , 有 $m_1v_1+m_2v_2=(m_1+m_2)v$

解得 $v=7.44\text{ m/s}$ 。

答案: (1) 9 m (2) 7.44 m/s

典例 2 解析: (1) 对小球下摆的过程, 根据动能定理有

$$m_CgL(1-\cos\theta)=\frac{1}{2}m_Cv_0^2$$

规定向左为正方向, 小球与木板发生弹性碰撞, 由动量守恒定律和机械能守恒定律分别有 $m_Cv_0=m_Cv_C+m_Av_A$

$$\frac{1}{2}m_Cv_0^2=\frac{1}{2}m_Cv_C^2+\frac{1}{2}m_Av_A^2$$

联立解得 $v_C=-1.8\text{ m/s}$, $v_A=1.2\text{ m/s}$ 。

(2) 从木板开始运动到弹簧的压缩量第一次为 x_0 的过程, 木板与物块组成的系统所受的合外力为零, 动量守恒, 则有 $m_Av_A=m_Av'_A+m_Bv_B$

$$\text{由能量守恒定律有 } \mu m_Bg \cdot 2x_0 = \frac{1}{2}m_Av_A^2 - \frac{1}{2}m_Av'_A{}^2 - \frac{1}{2}m_Bv_B^2$$

联立并代入数据解得 $\mu=0.28$ 。

答案: (1) 1.2 m/s (2) 0.28

典例 3 解析: (1) A 从开始到滑到圆弧最低点时, 根据机械能守

$$\text{恒有 } m_Ag(R-R\cos 53^\circ)=\frac{1}{2}m_Av_0^2$$

解得 $v_0=2\text{ m/s}$

在最低点根据牛顿第二定律有 $F_N-m_Ag=m_A\frac{v_0^2}{R}$

解得 $F_N=72\text{ N}$, 方向竖直向上。

(2) 根据题意 A、B 碰后成一体, 根据动量守恒有

$$m_Av_0=(m_A+m_B)v_{共}$$

解得 $v_{共}=1.6\text{ m/s}$

故 A 与 B 整个碰撞过程中损失的机械能为

$$\Delta E=\frac{1}{2}m_Av_0^2-\frac{1}{2}(m_A+m_B)v_{共}^2=1.6\text{ J}。$$

(3) 第一种情况, 当传送带速度 v 小于 $v_{共}$ 时, A、B 整体滑上传送带后先减速后匀速运动, 设 A、B 整体与传送带间的动摩擦因数为 μ , 对 A、B 整体, 根据牛顿第二定律有 $\mu(m_A+m_B)g=(m_A+m_B)a$

设经过时间 t_1 后 A、B 整体与传送带共速, 可得 $v=v_{共}-at_1$

该段时间内 A、B 整体运动的位移为 $x_1=\frac{v+v_{共}}{2}t_1$

传送带运动的位移为 $x_2=vt_1$

故可得 $Q=\mu(m_A+m_B)g \cdot (x_1-x_2)$

联立解得 $v=0.6\text{ m/s}$, 另一解大于 $v_{共}$ 舍去;

第二种情况, 当传送带速度 v 大于 $v_{共}$ 时, A、B 整体滑上传送带后先加速后匀速运动, 设经过时间 t_2 后 A、B 整体与传送带共速, 同理可得 $v=v_{共}+at_2$

该段时间内 A、B 整体运动的位移为 $x'_1=\frac{v+v_{共}}{2}t_2$

传送带运动的位移为 $x'_2=vt_2$

故可得 $Q=\mu(m_A+m_B)g \cdot (x'_2-x'_1)$

解得 $v=2.6\text{ m/s}$, 另一解小于 $v_{共}$ 舍去。

答案: (1) 72 N, 方向竖直向上 (2) 1.6 J (3) 0.6 m/s 或 2.6 m/s

第 36 课时 实验八: 验证动量守恒定律

实验探究·创新突破

类型 1

典例 1 解析: (1) 由于实验中须保证向右运动的小球 a 与静止的小球 b 碰撞后两球均向右运动, 则实验中小球 a 的质量应大于小球 b 的质量, 即 $m_a > m_b$ 。

(2) 对两小球的碰撞过程, 由动量守恒定律有 $m_av=m_av_a+m_bv_b$, 由于小球从轨道右端飞出后做平抛运动, 且小球落点与轨道右端的竖直高度相同, 则结合平抛运动规律可知, 小球从轨道右端飞出后在空中运动的时间相等, 设此时间为 t , 则 $m_avt=m_av_at+m_bv_bt$, 即 $m_ax_p=m_ax_M+m_bx_N$ 。

答案: (1) > (2) $m_ax_p=m_ax_M+m_bx_N$ 小球从轨道右端飞出后做平抛运动, 且小球落点与轨道右端的竖直高度相同, 结合平抛运动规律可知小球从轨道右端飞出后在空中运动的时间相等(合理即可)

典例 2 解析: (1) 碰后运动方向相反, 应该用质量较小的滑块碰撞质量较大的滑块, 故选 0.400 kg 的滑块作为 B。

(2) 碰前滑块 A 的速度大小 $v_A=\frac{s_1}{t_0}=0.500\text{ m/s}$, 碰后滑块 A

的速度大小 $v'_A=\frac{s_1}{t_A}\approx 0.1364\text{ m/s}$ 。取向右为正方向, A 的动量减少量是 $\Delta p_A=m_1v_A-(-m_1v'_A)\approx 0.127\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 。碰后

滑块 B 的速度大小 $v'_B=\frac{s_2}{t_B}=0.3125\text{ m/s}$, B 的动量增加量是

$$\Delta p_B=m_2v'_B=0.125\text{ kg}\cdot\text{m/s}。$$

(3) A、B 的这次碰撞是非弹性碰撞, 则动量守恒, 动能减少。

有 $m_1v_A=-m_1v'_A+m_2v'_B$, $\frac{1}{2}m_1v_A^2>\frac{1}{2}m_1v'^2_A+\frac{1}{2}m_2v'^2_B$, 联

立解得 $\frac{1}{t_B}>\frac{2}{t_A}$, $\frac{1}{t_0^2}>\frac{1}{t_A^2}+\frac{2}{t_B^2}=\frac{1}{t_A^2}+\frac{1}{t_B^2}+\frac{1}{t_B^2}>\frac{1}{t_A^2}+\frac{1}{t_B^2}+\frac{2}{t_At_B}$
 $=\left(\frac{1}{t_A}+\frac{1}{t_B}\right)^2$, 所以 $\frac{1}{t_0}>\frac{1}{t_A}+\frac{1}{t_B}$, 故选 B。

答案: (1) 0.400 (2) 0.127 0.125 (3) B

类型 2

典例 3 解析: (1) 由题中 $x-t$ 图像的斜率表示速度可知, 两滑块的速度在 $t=1.0\text{ s}$ 时发生突变, 即发生了碰撞。

(2) 由题中 $x-t$ 图像斜率的绝对值表示速度大小可知, 碰撞前瞬

间 B 的速度大小 $v=\left|\frac{90-110}{1.0}\right|\text{ cm/s}=0.20\text{ m/s}$ 。

(3)由题图乙知,碰撞前A的速度大小 $v_A=0.50\text{ m/s}$,碰撞后A的速度大小 $v'_A\approx 0.36\text{ m/s}$,由题图丙可知,碰撞后B的速度大小为 $v'=0.50\text{ m/s}$,对A和B的碰撞过程由动量守恒定律有 $m_A v_A + m_B v = m_A v'_A + m_B v'$,代入数据解得 $\frac{m_A}{m_B}\approx 2$,所以质量为 200.0 g 的滑块是B。

答案:(1)1.0 (2)0.20 (3)B

典例4 解析:(1)由螺旋测微器的读数规则可知,小球的直径为 $d=8\text{ mm}+26.0\times 0.01\text{ mm}=8.260\text{ mm}$ 。

(2)②若已平衡小车在轨道甲上所受摩擦力及其他阻力,则小车在轨道甲上做匀速直线运动,所以小车通过光电门A和B的时间相等。③若两小车的碰撞为弹性碰撞,则由于两小车相同,所以发生弹性碰撞后两小车速度交换,则碰撞后小车2静止,小车1以与小车2碰撞前瞬间相同的速度做匀速直线运动,可知 $t_2=t_1$ 。④贴上吸能材料后,两小车碰撞前小车2的速度大小 $v_0=\frac{0.01}{10\times 10^{-3}}\text{ m/s}=1\text{ m/s}$,动能为 $E_{k0}=\frac{1}{2}mv_0^2$,碰撞后小车1的速度大小 $v_1=\frac{0.01}{15\times 10^{-3}}\text{ m/s}=\frac{2}{3}\text{ m/s}$,小车2

的速度大小 $v_2=\frac{0.01}{30\times 10^{-3}}\text{ m/s}=\frac{1}{3}\text{ m/s}$,两小车的总动能为

$E_k=\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}mv_2^2$,联立可得 $\frac{E_k}{E_{k0}}\approx 0.56$ 。

答案:(1)8.260(8.258~8.262之间均可) (2)②时间相等

③=(填“等于”也可得分) ④0.56

第七章 机械振动 机械波

第37课时 机械振动

回归教材·双基过关

1. (1)平衡位置 (2)回复力 (3)平衡位置 平衡位置 效果合力 分力

2. (1) $-kx$ $A\sin\left(\frac{2\pi}{T}t+\varphi_0\right)$

(2) $A\sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$ $A\sin\left(\frac{2\pi}{T}t+\frac{\pi}{2}\right)$

3. (1)质量 长度 (2)切线 (3)摆角

(4) $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

4. (1)驱动力 驱动力 无关 (2)固有频率 等于 振幅 越小

易错易混辨析

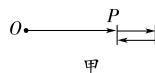
(1)✓ (2)✓ (3)× (4)×

考点深研·题型突破

考点1

典例1 AD [经分析可知,只要小球a不运动,下拉 l 长度后由静止释放的小球b始终做简谐运动,且振幅为 l ,B错误;系统静止时,对小球b由平衡条件可得,弹簧的伸长量 $x_1=\frac{mg}{k}$,当小球a恰好不运动时,对小球a由平衡条件可知,小球b运动到最高点弹簧的压缩量 $x_2=\frac{mg}{k}$,此时小球b的振幅为 $\frac{2mg}{k}$,所以当且仅当 $l\leq\frac{2mg}{k}$ 时,小球b才能始终做简谐运动,C错误,D正确;综上所述可知,当 $l>\frac{2mg}{k}$ 时,小球a会运动,A正确。]

典例2 D [若小球从O点开始向指向P点的

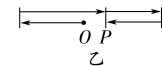


的方向振动,作出示意图如图甲所示,则小球的

振动周期为 $T_1=(0.5+0.1)\times 4\text{ s}=$

2.4 s ,则该小球再经过时间 $\Delta t=T_1-0.2\text{ s}=2.2\text{ s}$,第三次经过P点;若小球从O点开始向背离P点的方向振动,作出示意

图如图乙所示,则有 $0.5\text{ s}+0.1\text{ s}=\frac{3}{4}T_2$,小



球的振动周期为 $T_2=0.8\text{ s}$,则该小球再经过

时间 $\Delta t'=T_2-0.2\text{ s}=0.6\text{ s}$,第三次经过P点,A、B、C错误,D正确。]

考点2

典例3 C [根据表达式 $x=\frac{3}{2}\sin\left(200\pi t+\frac{\pi}{3}\right)\text{ mm}$,可知频率

为 $f=\frac{\omega}{2\pi}=\frac{200\pi}{2\pi}\text{ Hz}=100\text{ Hz}$,将 $t=0$ 代入解得 $x=$

$\frac{3\sqrt{3}}{4}\text{ mm}$,故A、B错误;振捣棒的周期为 $T=\frac{1}{f}=0.01\text{ s}$,由于

$1\text{ s}=100T$,则振捣棒在 1 s 内通过的路程是 $s=100\times 4A=600\text{ mm}$,故C正确;当振捣棒的振动频率与混凝土颗粒的固有频率越接近时,振动越剧烈,故D错误。]

典例4 BD [由题图乙可知,周期 $T=8\text{ s}$,弹簧振子振动的圆

频率 $\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{8}\text{ rad/s}=\frac{\pi}{4}\text{ rad/s}$,故A错误;弹簧振子的振

动方程为 $x=20\sin\frac{\pi}{4}t(\text{cm})$,故B正确;因为弹簧振子是在竖

直方向上的振动,平衡位置并不是弹簧原长位置,所以在 $t=$

3 s 和 $t=5\text{ s}$ 时刻弹簧的形变量不同,弹性势能也不相同,故C

错误; $t=3\text{ s}$ 时刻弹簧振子的位移为 $10\sqrt{2}\text{ cm}$, $t=5\text{ s}$ 时刻弹簧振子的位移为 $-10\sqrt{2}\text{ cm}$,从 $t=3\text{ s}$ 到 $t=5\text{ s}$ 时间内弹簧振子的路程为 $s=(10\sqrt{2}+10\sqrt{2})\text{ cm}=20\sqrt{2}\text{ cm}>20\text{ cm}$,故D正确。]

考点3

典例5 C [根据单摆周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$,可知 $T_{\text{丁}}>T_{\text{丙}}>$

$T_{\text{乙}}>T_{\text{甲}}$,设甲的周期为 $T_{\text{甲}}$,根据题意可得 $2T_{\text{甲}}=\frac{3T_{\text{乙}}}{2}=T_{\text{丙}}$

$=\frac{T_{\text{丁}}}{2}$,可得 $T_{\text{丙}}=2T_{\text{甲}}$, $T_{\text{乙}}=\frac{4}{3}T_{\text{甲}}$, $T_{\text{丁}}=4T_{\text{甲}}$,可得 $T_{\text{甲}}:$

$T_{\text{乙}}=3:4$, $T_{\text{丙}}:T_{\text{丁}}=1:2$;根据单摆周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$,

结合 $T_{\text{丙}}:T_{\text{丁}}=1:2$,可得小球丙、丁的摆长之比 $l_{\text{丙}}:l_{\text{丁}}=1$

$:4$,故C正确,D错误;小球甲第一次回到释放位置时,经过

$T_{\text{甲}}$ (即 $\frac{T_{\text{丙}}}{2}$) 时间,小球丙到达另一侧最高点,此时小球丙速度

为零,位移最大,根据 $a=-\frac{kx}{m}$ 可知此时小球丙加速度最大,故

A错误;根据上述分析可得 $T_{\text{乙}}=\frac{1}{3}T_{\text{丁}}$,小球丁第一次回到平

衡位置时,小球乙振动的时间为 $\frac{T_{\text{丁}}}{4}$ (即 $\frac{3T_{\text{乙}}}{4}$),可知此时小球

乙经过平衡位置,小球乙速度最大,动能最大,故B错误。]

典例6 B [由振动图像可知周期为 0.8 s ,即可得频率 $f=\frac{1}{T}$

$=1.25\text{ Hz}$,故A错误;由振动图像可得振幅 $A=4\text{ cm}$,因为 $\omega=2\pi f$,联立以上解得摆球的振动方程为 $x=-4\cos(2.5\pi t)\text{ cm}$,故B正确;由振动图像的斜率表示速度可知,

$t=0$ 时,摆球速度大小为 0,故 C 错误;由回复力与位移的关系,结合振动图像,可知 $t=0.2$ s 时摆球在平衡位置,速度最大,在竖直方向上,拉力与重力的合力提供向心力,即摆球有向心加速度,故 D 错误。]

典例 7 B [由单摆的周期公式 $T=$

$2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 可知,单摆的周期与摆角无关,故

摆角变小,周期不变,A 错误;由于同一光滑细线上的拉力大小处处相等,则由题意

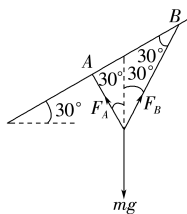
可知,小球平衡时,细线 A 端拉力等于 B 端拉力,D 错误;对平衡时的小球受力分析,如图所示,则由力的

平衡条件可知 $F_A \cos 30^\circ + F_B \cos 30^\circ = mg$,又 $F_A = F_B$,代

入数据解得 $F_A = \frac{\sqrt{3}}{3}$ N,C 错误;由几何关系可知单摆的摆长 l

$= \frac{l_{AB} \tan 30^\circ}{\cos 30^\circ} = 1$ m,则由 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 可知小球摆动周期 $T \approx$

2 s,B 正确。]



考点 4

典例 8 B [由题意可知,小球和弹簧组成的系统的固有频率为 4 Hz,则其固有周期为 0.25 s,圆盘转速为 600 r/min,则圆盘转动的频率为 10 Hz,周期为 0.1 s,圆盘转动使小球做受迫振动,故稳定后小球振动的周期与驱动力的周期一致,为 0.1 s,故 A 错误,B 正确;圆盘转速为 900 r/min 时,驱动力频率为 15 Hz,与小球的固有频率相差比原来更大,故稳定后小球振动的振幅比原来小,圆盘转速为 300 r/min 时,驱动力频率为 5 Hz,和固有频率相差比原来小,故稳定后小球振动的振幅比原来大,故 C、D 错误。]

第 38 课时 实验九:用单摆测量重力加速度

实验探究·创新突破

类型 1

典例 1 解析:(1)A 项中小球在摆动时摆线容易松动,摆长会改变,故 A 错误;B 项中小球在摆动过程中会导致摆长变化,故 B 错误;C 项中使用铁夹固定摆线,能较好地保证小球在摆动过程中摆长不变,故 C 正确。故选 C。

(2)游标卡尺的读数为 $10 \text{ mm} + 12 \times 0.05 \text{ mm} = 10.60 \text{ mm}$ 。

(3)单摆的周期和摆长分别为 $T = \frac{t}{n}$, $L = l + \frac{d}{2}$

由单摆的周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$,可得 $g = \frac{4\pi^2 L}{T^2} = \frac{2\pi^2 n^2 (2l + d)}{t^2}$ 。

答案:(1)C (2)10.60 (3) $\frac{2\pi^2 n^2 (2l + d)}{t^2}$

典例 2 解析:(1)单摆的摆长为 $L = l + \frac{d}{2} = 80.00 \text{ cm}$ 。

(2)为减小实验计时误差,需从小球经过最低点时开始计时;单

摆周期 $T = \frac{t}{n} = \frac{54}{30} \text{ s} = 1.8 \text{ s}$,根据单摆周期公式 $T =$

$2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$,可得 $g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$,代入数值得 $g \approx 9.88 \text{ m/s}^2$ 。

答案:(1)80.00 (2)最低 1.8 9.88

类型 2

典例 3 解析:(1)单摆完成 n 次全振动所用的时间为 t ,则周期的表达式 $T = \frac{t}{n}$ 。

(2)单摆摆动过程中,每次经过最低点时拉力最大,每次经过最高点时拉力最小,拉力变化的周期为 1.0 s,故单摆的周期为 2.0 s。

(3)根据 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 得 $T^2 = \frac{4\pi^2}{g}l$,可知图线的斜率 $k = \frac{4\pi^2}{g}$,因

此 $g = \frac{4\pi^2}{k}$;而 $l = L + r$,图线拟合得到方程为 $T^2 = kL + b$,因

此摆球半径 $r = \frac{b}{k}$ 。

答案:(1) $\frac{t}{n}$ (2)2.0 (3) $\frac{4\pi^2}{k}$ $\frac{b}{k}$

第 39 课时 机械波

回归教材·双基过关

1. (1)介质 (2)能量 简谐运动 迁移

(3)垂直 同一直线上 (4)相同 相邻 波峰 波谷 密部 疏部 波源 介质 λf (5)平衡位置 位移 平衡位置

2. (1)干涉图样 (2)频率

3. (1)绕过 (2)波长

4. (1)频率 (2)相对运动 (3)频率

易错易混辨析

(1)× (2)√ (3)× (4)√ (5)√ (6)×

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 AD [频率由波源决定,在不同介质中传播时频率不变,C 错误; A_5 音和 D_6 音的频率不同,但都是声波,两种频率的声波在空气中传播时的波速相同,B 错误;由于 A_5 音的频率小于 D_6 音的频率,由 $v = \lambda f$ 可知,在空气中传播时, A_5 音的波长大于 D_6 音的波长,A 正确;由 $\lambda = \frac{v}{f}$ 可知 $\Delta\lambda = \frac{\Delta v}{f}$,两种频率的声波由空气进入水中速度的改变量相同,由于 A_5 音的频率小于 D_6 音的频率,所以 A_5 音的波长改变量大于 D_6 音的,D 正确。]

典例 2 D [由题中 $t = \frac{3}{4}T$ 时的波形图可知,此时波刚好传播到质点 P_6 处,根据“上下坡法”可知,此时质点 P_6 沿 y 轴正方向运动,故波源起振的方向也沿 y 轴正方向,即 $t=0$ 时,质点 P_0 沿 y 轴正方向运动,故 A 错误;由题图可知, $t = \frac{3}{4}T$ 时,质点 P_4 处于 y 轴正方向的最大位移处,故速度为零,B 错误;由题图结合“上下坡法”可知, $t = \frac{3}{4}T$ 时,质点 P_3 沿 y 轴负方向运动,质点 P_5 沿 y 轴正方向运动,故两个质点的相位不相同,C 错误;由题图可知 $\frac{\lambda}{4} = 2a$,解得波长 $\lambda = 8a$,故该列绳波的波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{8a}{T}$,D 正确。]

典例 3 B [由题图可知,该波上质点的振动方向与波的传播方向垂直,是横波,故 A 错误;由题图结合同侧法可知,质点 P 开始振动的方向向上,则质点 S 开始振动时向上运动,故 B 正确;由题图可知, S 、 P 两质点平衡位置的距离为 $\frac{3}{2}\lambda$,则两质点振动步调相反,故 C 错误;质点不能随波迁移,只能在平衡位置附近上下振动,故 D 错误。]

典例 4 BD [根据“上下坡”法可知, $t=0$ 时质点 A 向下振动,故 A 错误;由题图像可知,质点 B 从波谷第一次回到平衡位置所需时间为四分之一周期,即 $\frac{T}{4} = 0.3 \text{ s}$,解得该波周期为 T

第八章 静电场

第 40 课时 库仑定律 静电力的性质

回归教材·双基过关

- (1) 1.60×10^{-19} (2) 整数
- (1) 转移 保持不变 (2) 感应 (3) 电子
- (1) 形状 大小 (2) 真空 点电荷 正比 反比
- (3) $k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 9.0×10^9 (4) 真空 点电荷
- (1) $\frac{F}{q}$ (2) $k \frac{Q}{r^2}$
- (1) 切线 (2) 疏密

易错易混辨析

- (1) $\times$ (2) $\checkmark$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\times$

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 AD [C 先跟 A 接触后, 两者电荷量均变为 $q_1 = \frac{Q+q}{2}$,

C 再跟 B 接触后, 两者电荷量均变为 $q_2 = \frac{q+q_1}{2} = \frac{Q+3q}{4}$, 此

时 A、B 之间静电力大小仍为 $F = \frac{kq^2}{L^2}$, 则有 $F = \frac{kq^2}{L^2} = \frac{kq_1 q_2}{L^2}$,

解得 $\frac{Q}{q} = 1$ 或 $Q = -5q$, 则 $Q : q$ 的绝对值可能是 1 或者 5。]

典例 2 A [设 a 、 c 两处点电荷对 b 处点电荷的库仑力大小均为 F , 由库仑定律 $F = \frac{kq^2}{l^2}$, 再根据力的合成, b 处点电荷受到 a 、 c 两处点电荷的库仑力的合力大小为 $F_{\text{合}} = 2F \cos 60^\circ = F = \frac{kq^2}{l^2}$, 故 A 正确。]

典例 3 C [根据库仑定律, 当 C 在 A 的左侧时, C 受到 A、B 库仑力的合力才可能为 0, 则 C 在 A 的左边; 为使 A 受到 B、C 的库仑力的合力为 0, C 应带负电; 设 C 在 A 左侧距 A 为 x 处, 由于 C 处于平衡状态, 所以 $k \frac{Qq}{x^2} = \frac{9kQ \cdot q}{(0.4 \text{ m} + x)^2}$, 解得 $x = 0.2 \text{ m}$, C 正确。]

典例 4 BD [设轨道倾角为 θ , 则对甲小球由力的平衡条件有 $F_1 = mg \tan \theta$, 对乙小球由力的平衡条件有 $F_2 = 2mg \tan \theta$, 故 $F_1 = \frac{1}{2} F_2$, A 错误; 甲小球受到的静电力的合力大小 $F_1 = \frac{2kq^2}{L^2} - qE$, 乙小球受到的静电力的合力大小 $F_2 = \frac{2kq^2}{L^2} + 2qE$, 结合 A 项分析可得 $E = \frac{kq}{2L^2}$, B 正确; 若将甲、乙互换位置, 对甲受力分析, 甲所受静电力的合力大小 $F_1' = k \frac{2q^2}{L^2} + Eq > mg \tan \theta$, 受力不平衡, 对乙受力分析, 乙所受静电力的合力大小 $F_2' = k \frac{2q^2}{L^2} - 2Eq < 2mg \tan \theta$, 受力不平衡, C 错误; 若撤去甲, 对乙小球的下滑过程, 由动能定理有 $2mg \cdot \frac{L}{2} \tan \theta - 2qE \cdot \frac{L}{2} = \frac{1}{2} \times 2mv^2$, 结合 A、B 项分析可得 $v = \sqrt{\frac{kq^2}{mL}}$, D 正确。

$= 1.2 \text{ s}$, 故 B 正确; 依题意, 质点 A 经 0.4 s 第一次回到平衡位置, 则第一次到达波谷的时间为 $\Delta t = 0.4 \text{ s} - 0.3 \text{ s} = 0.1 \text{ s}$, 由机械波时间与空间的对应性可知 $\lambda = x_{AB} + \frac{\Delta t}{T} \lambda$, 解得 $\lambda = 1.2 \text{ m}$, 故 C 错误; 该波波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = 1 \text{ m/s}$, 故 D 正确。]

考点 2

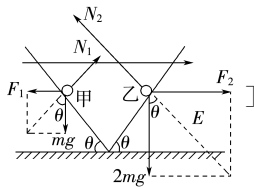
典例 5 C [由题图乙可知该时刻 $x = 2 \text{ m}$ 处质点沿 y 轴负方向振动, 根据同侧法可知此列波沿 x 轴正方向传播, A 错误; 根据题图乙可知该波的周期为 $T = 4 \text{ s}$, 结合题图甲可知 $x = 1 \text{ m}$ 处质点的振动方程为 $y = -8 \cos\left(\frac{\pi}{2}t\right) \text{ cm}$, $t = 0.5 \text{ s}$ 时, $x = 1 \text{ m}$ 处质点的位移为 $y = -8 \cos\left(\frac{\pi}{2} \times \frac{1}{2}\right) \text{ cm} = -4\sqrt{2} \text{ cm}$, C 正确, B 错误; 根据题图甲可得 $y = -8 \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot x\right) \text{ cm} = -8 \sin\left(\frac{\pi}{2} \cdot x\right) \text{ cm}$, 可得该时刻 $x = 0.5 \text{ m}$ 处质点的位移为 $y = -4\sqrt{2} \text{ cm}$, 则 $x = 0.5 \text{ m}$ 处质点的振动方程为 $y = -8 \cos\left(\frac{\pi}{2}t + \varphi\right) \text{ cm}$, 其中 $-8 \cos \varphi = -4\sqrt{2} \text{ cm}$, 联立可得 $y = -8 \cos\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ cm}$, 则 $x = 0.5 \text{ m}$ 处质点比 $x = 1 \text{ m}$ 处质点振动相位超前 $\frac{\pi}{4}$, D 错误。]

典例 6 CD [A 选项中波长小于 1 m , A 错误; $t = 0$ 时刻, b 位于负向最大位移处, B 错误; C、D 选项图满足波长 $\lambda > 1 \text{ m}$, 以及 $t = 0$ 时刻 a 在平衡位置、 b 在负向最大位移处, C、D 正确。]

考点 3

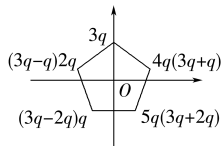
典例 7 C [由于 P 点位于其最大正位移处, 所以 P 点位于波峰与波峰的交点, 故 B、D 错误; 由题图可知, 两列波分别向左、向上传播, 沿左上方将减弱点连线, 则连线上的点均为振动减弱点, 故 A 错误, C 正确。]

典例 8 BC [波在 $x = 6 \text{ m}$ 左侧介质中的波速 $v_1 = \frac{4}{0.1} \text{ m/s} = 40 \text{ m/s}$, 在右侧介质中的波速 $v_2 = \frac{6}{0.1} \text{ m/s} = 60 \text{ m/s}$, 从 0.1 s 开始, 再经过 Δt 时间相遇, $\Delta t = \frac{\Delta x}{2v_1} = 0.025 \text{ s}$, 所以 $t_1 = 0.1 \text{ s} + 0.025 \text{ s} = 0.125 \text{ s}$, 选项 A 错误; 在 $6 \text{ m} < x \leq 12 \text{ m}$ 间 S_2 波的波长为 $\lambda_2 = v_2 T = 60 \times 0.02 \text{ m} = 1.2 \text{ m}$, 选项 B 正确; S_1 波传到 $x = 8.4 \text{ m}$ 时所用时间为 $t' = \frac{6}{40} \text{ s} + \frac{8.4-6}{60} \text{ s} = 0.19 \text{ s}$, 此时 S_2 波在该质点已经振动 $\Delta t' = 0.19 \text{ s} - \frac{12-8.4}{60} \text{ s} = 0.13 \text{ s} = 6 \frac{1}{2} T$, 即此时 S_1 波在该点的振动形式正处在平衡位置在向上运动, S_2 波在该点的振动形式正处在平衡位置向下振动, 可知该点的振动减弱, 选项 C 正确; 当 S_2 波传到 $x = 6 \text{ m}$ 位置时所用时间为 $0.1 \text{ s} = 5T$, 即此时 $x = 6 \text{ m}$ 处质点从平衡位置向上振动; 此时 $x = 0$ 处的波源 S_1 也在平衡位置向上振动, 即振动方向相同, 可知在 $0 < x < 6 \text{ m}$ 内到 $x = 0$ 和 $x = 6 \text{ m}$ 两点的路程差为波长整数倍时振动加强, 波在该区间内的波长 $\lambda_1 = v_1 T = 40 \times 0.02 \text{ m} = 0.8 \text{ m}$, 可知 $x - (6 \text{ m} - x) = n\lambda_1 = 0.8n \text{ (m)}$, 其中 n 为整数, 即 $x = (3 + 0.4n) \text{ m}$ (n 为整数), 可得 n 取 $0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4, \pm 5, \pm 6, \pm 7$, 则在 $0 < x < 6 \text{ m}$ 间共有 15 个振动加强点, 选项 D 错误。故选 BC。]

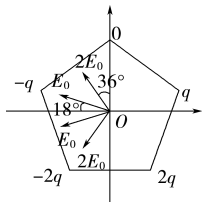


考点 2

典例 5 AD [由题意可知,如图]



将五个点电荷等效成下图



五个点电荷与 O 点距离为 R , 则 $E_0 = \frac{kq}{R^2}$, 所以 O 点电场强度大小为 $E = 2 \times 2E_0 \cos 54^\circ + 2E_0 \cos 18^\circ$, 代入可得 $E = 2 \frac{kq}{R^2} (2\cos 54^\circ + \cos 18^\circ)$, 方向沿 x 轴负方向。故选 AD。]

典例 6 A [由题意知, 半径为 R 的均匀带电球体在 A 点产生的电场强度为 $E_{\text{整}} = \frac{kQ}{(2R)^2} = \frac{kQ}{4R^2}$, 同理, 挖去前空腔处的小球

体在 A 点产生的电场强度为 $E_{\text{割}} = \frac{kQ'}{(\frac{1}{2}R+R)^2} = \frac{k \cdot \frac{Q}{8}}{\frac{9}{4}R^2} =$

$\frac{kQ}{18R^2}$, 所以剩余部分电荷在 A 点产生的电场强度为 $E_x =$

$E_{\text{整}} - E_{\text{割}} = \frac{kQ}{4R^2} - \frac{kQ}{18R^2} = \frac{7kQ}{36R^2}$, 故 A 正确, B、C、D 错误。]

典例 7 D [由点电荷的电场强度公式和电场强度叠加原理可知, 两点电荷在 M 点产生的电场强度大小为 $E = \frac{2kq}{(\frac{\sqrt{3}}{3}a)^2} \cdot$

$\cos 60^\circ = \frac{3kq}{a^2}$, 方向沿 MA 方向, 又 M 点的电场强度为 0, 所以

细杆在 M 处产生的电场强度大小也为 $E = \frac{3kq}{a^2}$, 方向沿 AM 方

向, 由对称性可知细杆在 A 处产生的电场强度大小也为 $E = \frac{3kq}{a^2}$, 方向沿 MA 方向, 又由点电荷的电场强度公式和电场强

度叠加原理可知, 两点电荷在 A 处产生的电场强度大小为 $E' = \frac{2kq}{a^2} \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}kq}{a^2}$, 方向沿 MA 方向, 所以 A 处的电场强度

大小为 $E_A = E + E' = \frac{kq}{a^2} (3 + \sqrt{3})$, D 正确。]

典例 8 C [将圆环分为 n 等份 (n 很大, 每一份可以认为是一个点电荷), 则每份的电荷量为 $q_0 = \frac{Q}{n}$, 每份在 P 点产生的电

场的电场强度大小为 $E_0 = \frac{kq_0}{r^2} = \frac{k \frac{Q}{n}}{(\frac{L}{\cos \theta})^2} = \frac{kQ \cos^2 \theta}{nL^2}$, 根据对

称性可知, P 点处水平方向的合电场强度为零, 则 P 点电场强度方向竖直向上, 其大小为 $E = nE_0 \cos \theta = \frac{kQ \cos^3 \theta}{L^2}$, 故 A、D 正确, C 错误; 因小球在 P 点静止, 由二力平衡可得 $mg = qE$, 解得 P 点电场强度大小为 $E = \frac{mg}{q}$, 故 B 正确。]

考点 3

典例 9 C [电场线的疏密表示电场强度的大小, 由题图可知 $E_b > E_c$, $E_b > E_d$, C 正确, A 错误; 由于电场线是曲线, 由 a 点释放的正电荷不可能沿电场线运动, B 错误; 电场线的切线方向为该点电场强度的方向, a 点和 b 点的切线不同向, D 错误。]

典例 10 C [等量异种点电荷连线的中垂线是一条等势线, 电场强度方向与等势线垂直, 因此 E 、 F 两点电场强度方向相同, 由于 E 、 F 是连线中垂线上关于 O 对称的两点, 则其电场强度大小也相等, 故 A 错误; 根据对称性可知, A 、 D 两点处电场线疏密程度相同, 则 A 、 D 两点电场强度大小相等, 由题图看出, A 、 D 两点电场强度方向相同, 故 B 错误; 由题图看出, B 、 O 、 C 三点比较, O 点处的电场线最稀疏, 电场强度最小, 故 C 正确; 由题图可知, 电子从 C 点向 O 点运动过程中, 电场强度逐渐减小, 则静电力逐渐减小, 由牛顿第二定律可知电子的加速度逐渐减小, 故 D 错误。]

第 41 课时 电场能的性质

回归教材 · 双基过关

- (1) 初始 (2) qEd qU_{AB}
- (1) 减少量 减少 增加
- (1) $\frac{E_p}{q}$ (2) 零电势
- (1) 电势 (2) 不做功 强弱
- 低 高
- (3) $\varphi_A - \varphi_B$
- (1) 定向移动

易错易混辨析

- (1) × (2) × (3) √ (4) × (5) √ (6) × (7) ×

考点深研 · 题型突破

考点 1

典例 1 D [根据电场线的性质: 沿电场线方向, 电势逐渐降低。观察题图中电场线, 可判断 d 点电势高于 c 点, c 点高于 b 点, b 点高于 a 点。因此电势最高的是 d 点。故选 D。]

典例 2 C [根据等势面越密集电场强度越大, 可知 a 、 b 、 c 、 d 中 a 点电场强度最大, 故 A、B 错误; 一个电子从 b 点移动到 c 点静电力做功为 $W_{bc} = -eU_{bc} = 2 \text{ eV}$, 故 C 正确; 一个电子从 a 点移动到 d 点静电力做功为 $W_{ad} = -eU_{ad} = 4 \text{ eV}$, 由于静电力做正功电势能减小, 则一个电子从 a 点移动到 d 点电势能减小了 4 eV, 故 D 错误。]

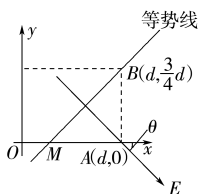
典例 3 D [电子 a 恰好做半径为 r 的圆周运动, 设电子 a 的运动速率为 v , 则对电子 a 由牛顿第二定律有 $Ee = m \frac{v^2}{r}$, 又电子

a 的入射动能为 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$, 联立可得 $E = \frac{2E_k}{er}$, A 错误; 电场线的疏密程度反映电场的强弱, 电场线密的地方电场强度大, 电场线疏的地方电场强度小, 由题图径向电场的电场线分布可知越靠近圆心处, 电场线越密集, 电场强度越大, 又 P 点比 C 点更远离圆心, 所以 P 点的电场强度小于 C 点的电场强度, B 错误; 由于沿着电场线方向电势逐渐降低, 则该电场中越远离

圆心,电势越低,又 $|CQ|=2|BP|$,则Q点比P点更远离圆心, $\varphi_Q < \varphi_P$,又电子带负电,则电子*b*在P点的电势能小于在Q点的电势能,由能量守恒定律可知电子*b*在P点的动能大于在Q点的动能,C错误;由于 $|CQ|=2|BP|$,越远离圆心,电场越弱,故C、Q间的平均电场强度小于B、P间的平均电场强度,又B、P间的电势差为*U*,则由 $U=Ed$ 可知C、Q间的电势差小于2*U*,又全程电场力对电子*b*做负功,所以电子*b*全程克服电场力做的功小于2*eU*,D正确。]

考点 2

典例 4 AD [根据题意结合电势能公式有 $E_p = q\varphi_O = -q\varphi_A = 2q\varphi_B$, 解得 $\varphi_O = \frac{E_p}{q}$, $\varphi_A = -\frac{E_p}{q}$, $\varphi_B = \frac{E_p}{2q}$, 则 OA 中点的电势 $\varphi_1 = \frac{\varphi_O + \varphi_A}{2} = 0$, A 正确; 在 OA 线



段上找出一与 B 点等势的点 M , 可知 $x_{OM} = \frac{1}{4}d$, BM 连线为等势线, 与 BM 连线垂直的线为电场线, 如图所示, 则根据几何关系可知, 电场线与 x 轴正方向夹角的正切值 $\tan \theta = 1$, 即 $\theta =$

45°, 根据电场强度与电势差的关系可知, $E = \frac{\varphi_B - \varphi_A}{\frac{3}{4}d \cos 45^\circ} =$

$$\frac{2\sqrt{2}E_p}{qd}, \text{B、C 错误, D 正确。}]$$

例题 5 AD [质子由 A 到 C, 根据动能定理有 $eU_{AC} = 4.2 \times 10^3 \text{ eV} - 4.0 \times 10^3 \text{ eV}$, 解得 $U_{AC} = 200 \text{ V}$, 故 A 正确; 质子由 A 到 B, 根据动能定理有 $eU_{AB} = 3.8 \times 10^3 \text{ eV} - 4.0 \times 10^3 \text{ eV}$, 解得 $U_{AB} = -200 \text{ V}$, 故 B 错误; 根据上述, 有 $U_{AC} = \varphi_A - \varphi_C = 200 \text{ V}$, $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = -200 \text{ V}$, 若令 C 点的电势为 0, 则可以解得 A 点的电势为 200 V, B 点的电势为 400 V, 可知, A、B、C 三点中 B 点电势最高, 故 C 错误; 匀强电场中, 平行等间距的两条线段的电势差相等, 则有 $U_{CO} = U_{OB} = \frac{U_{CB}}{2}$, 又由于 $U_{CO} = \varphi_C - \varphi_O$, $U_{OB} = \varphi_O - \varphi_B$, 结合上述可以解得 O 点的电势为 200 V, 即 O 点的电势等于 A 点的电势, 连接 AO, 则 AO 为一条等势线, 由几何知识知 $CP \perp AO$, 则电场的方向沿着 CP, 并且由高电势点指向低电势点, 即由 P 指向 C, 故 D 正确。]

典例 6 B [由题图可知, b 、 c 两点间的电势差为 $U_{bc} = 200 \text{ V} - 300 \text{ V} = -100 \text{ V}$, 故 A 错误; 由题图可知, a 点与相邻两等势面的距离均小于 1 m , 电势差等于 100 V , 根据 $E = \frac{U}{d}$ 可知 a 点电场强度大小大于 100 V/m , 故 B 正确; 根据电场强度方向垂直于等势面, 可知 a 点的电场强度方向沿竖直方向, 不是水平方向, 故 C 错误; 由题图可知, a 点与 c 点在同一等势面上, 电势均为 300 V , 故 D 错误。]

考点 3

典例 7 D [等差等势面越密集, 电场强度越大, 由题图可知电子从 O 点运动到 Q 点的过程中电场强度先变大后变小, 根据牛顿第二定律有 $qE = ma$, 可知电子加速度先增大后减小, 故 A 错误; 根据曲线运动的合力方向位于轨迹的内侧, 且电场强度方向与等势面垂直, 可知电子受到的静电力垂直等势面偏右, 所以静电力与速度方向的夹角小于 90° , 则静电力对电子做正功, 电子的动能增大, 速度一直增大, 故 B 错误; 由于静电力对电子做正功, 则电子电势能减少, 电子在 O 点电势能比在 Q 点电势能大, 故 C 错误; 由于相邻等势面间电势差相等, 则有 $U_{OP} = U_{PQ}$, 根据 $W = qU$, 可知从 O 点到 P 点静电力做功与从

P 点到 Q 点静电力做功相等, 根据动能定理可知电子在两个过程中动能增量相等, 故 D 正确。]

典例 8 D [沿轨迹 1 运动的 α 粒子受到的库仑力先做负功, 后做正功, A 错误; 沿轨迹 2 运动的 α 粒子因为做曲线运动, 则到达 P 时动能不为零, 因距离原子核最近, 则电势能最大, B 错误; 位于题图中虚线圆周上各点的电势都相等, 可知虚线圆周上的 3 个 α 粒子的电势能相等, C 错误; 若 α 粒子与金原子核距离为 10^{-14} m, 则根据库仑定律可知库仑力 $F = k \frac{qQ}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 79 \times 1.6 \times 10^{-19}}{(10^{-14})^2}$ N ≈ 364 N, 即数量级为 10^2 N, D 正确。故选 D。]

考点 4

典例 9 D [由题图可知, 高压电源的负极接电晕极, 正极接收尘极, 水平面内的电场分布类似于负点电荷电场, 金属圆筒内电场线由收尘极指向电晕极, 越靠近收尘极电势越高, 向收尘极运动的尘埃带负电荷, 电场强度由电晕极到收尘极逐渐减小, 由 $F=qE$ 可知带电尘埃向收尘极运动过程中所受静电力越来越小, 故 A、B、C 错误; 依题意, 带电尘埃向收尘极运动过程中静电力做正功, 电势能越来越小, 故 D 正确。]

第 42 课时 电场中功能关系及图像问题(进阶课)

进阶 1

典例 1 D [小球从 a 位置运动到 b 位置过程中, 因为小球带负电, 小球受到的静电力方向向右, 重力竖直向下, 整个过程中重力做功为零, 但是静电力一直做负功, 所以动能会减小, 故 A、C 错误; 小球从 a 位置运动到 b 位置过程中, 静电力一直做负功, 根据功能关系知小球的电势能增加, 机械能减小, 故 B 错误, D 正确。]

典例 2 C [由题意可知弹簧的原长为 $2r$, 则物块在 A 点时弹簧的伸长量为 r , 物块在 B 点和 C 点时弹簧的压缩量为 r , 则弹簧在 A、B、C 三点的弹性势能相等, 设弹簧在这三点处的弹性势能为 E_p , 小球从 A 点到 B 点的过程, 由功能关系得 $E_{kA} + E_p + W_{\text{电}} = E_{kB} + E_p$, 则有 $E_{kA} + W_{\text{电}} = E_{kB}$, 由于 $W_{\text{电}} = Fx_{AB} > 0$, 解得 $E_{kA} < E_{kB}$, 又 $F = mg$, $x_{AB} = \sqrt{(3r)^2 - r^2} = 2\sqrt{2}r$, 则有 $W_{\text{电}} = 2\sqrt{2}mgr$; 物块从 B 点到 C 点的过程, 由功能关系得 $E_{kB} + E_p - W_{\text{重}} = E_{kC} + E_p$, 则有 $E_{kB} = E_{kC} + W_{\text{重}}$, 即 $E_{kB} > E_{kC}$, 又 $W_{\text{重}} = mg \cdot 2r$, 由以上可知 $W_{\text{电}} > W_{\text{重}}$, 则有 $E_{kA} < E_{kC}$ 。综上所述得 $E_{kA} < E_{kC} < E_{kB}$, C 正确, A、B、D 错误。]

典例 3 C [根据题意结合题图可知,粒子在 a 点的动能 E_{ka} 小于粒子在 b 点的动能 E_{kb} ,又带正电粒子仅在静电力的作用下运动,粒子的动能和电势能之和保持不变,故粒子在 a 点的电势能 E_{pa} 大于粒子在 b 点的电势能 E_{pb} ,结合电势能公式 $E_p = q\varphi$ 可知 $\varphi_a > \varphi_b$,A 错误;根据题图可知, $0 \sim 2t_0$ 时间内粒子做匀加速直线运动,根据牛顿第二定律可知,粒子所受静电力(合力)恒定,电场强度恒定,故 $E_a = E_b$,B 错误;根据匀变速直线运动中一段时间内中间时刻的速度等于该段时间的平均速度,结合题意及题图分析可知,粒子在 a 、 c 两点的速度(动能)相等,则 $v_a = v_c = \frac{v_m}{2}$,则结合 A 项分析可知,粒子在 a 、 c 两点的电势能相等,C 正确;根据 $v-t$ 图像的斜率表示加速度,结合题图可知,粒子在 a 点的加速度小于在 c 点的加速度,根据牛顿第二定律可知,粒子在 a 点受到的静电力小于在 c 点受到的静电力,D 错误。]

进阶 2

典例 4 D [由题图可知, $0 \sim x_1$ 电场方向沿 x 轴负方向, $x_1 \sim x_4$ 电场方向沿 x 轴正方向, 根据沿着电场线方向电势降低, 所以 x_1 处电势最高, x_2 处电势高于 x_4 处电势, 故 A、B 错误; 图线与 x 轴所围的面积表示电势差, 由题图可知, $x_1 \sim x_2$ 两点之间的电势差小于 $x_3 \sim x_4$ 两点之间的电势差, 故 C 错误; $x_1 \sim x_4$, 根据动能定理可得 $qU = qS = E_k$, 故 D 正确。]

典例 5 D [由题图可知在 x 正半轴沿 x 正方向电势降低, 则电场强度方向沿 x 正方向, 故 A 错误; $\varphi-x$ 图像斜率表示电场强度, 由题图可知 M 点的电场强度大小等于 N 点的电场强度, 方向相反, 故 B 错误; 电子在电势低处电势能大, 故电子在 P 点的电势能小于在 N 点的电势能, 根据能量守恒可知, 电子在 P 点的动能大于在 N 点的动能, 故 C 错误; 电子在电势低处电势能大, 故电子在 M 点的电势能大于在 P 点的电势能, 故 D 正确。]

典例 6 D [无限远处电势为 0, 根据点电荷的电势公式 $\varphi = k \frac{Q}{r}$ 可知, x 正半轴上, 电荷量为 $+4q$ 的点电荷在 x 处的电势为 $\varphi_1 = k \frac{4q}{x+1}$, 电荷量为 $-q$ 的点电荷在 x 处的电势为 $\varphi_2 = -k \frac{q}{x}$, x 正半轴上在 x 处的电势 $\varphi_x = k \frac{4q}{x+1} - k \frac{q}{x}$, 可知在 $x = \frac{1}{3}$ 处电势为 0, 在 $x=0$ 处电势接近负无穷大, 则选项 D 正确。]

典例 7 D [根据 $E_p = q\varphi$, 又因为试探电荷带负电, 所以两电荷间的电势沿着 x 轴的负方向降低, 即电场线沿 x 轴的负方向, 即甲带负电, 乙带正电, 故 A 错误; 因为试探电荷运动到 B 点时电势能最大, 即 B 点的电场强度为零, 即 $k \frac{q_1}{r_{OB}^2} = k \frac{q_2}{r_{PB}^2}$, 解得 $q_1 = 4q_2$, 故 B 错误; 由 B 选项分析可知, B 点的电场强度为零, 则 P、B 之间的电场方向沿着 x 轴正方向, 故 C 错误; 设试探电荷的质量为 m , 电荷量的绝对值为 q , 则试探电荷在 A 点时, 根据牛顿第二定律有 $q \left(k \frac{q_1}{r_{OA}^2} + k \frac{q_2}{r_{PA}^2} \right) = ma$, 在 C 点时, 根据牛顿第二定律有 $q \left(k \frac{q_2}{r_{PC}^2} - k \frac{q_1}{r_{OC}^2} \right) = ma_C$, 联立解得 $a_C = \frac{a}{9}$, 故 D 正确。]

典例 8 AC [带电小球由静止下落过程中, 只受重力和静电力作用, 由动能定理可知 E_k-x 图像的切线斜率绝对值表示小球受到的合力大小, $x=x_1$ 与 $x=x_2$ 处图线的切线均与 x 轴平行, 则合力均为 0, 即静电力均与小球重力等大反向, 则 x_1 处与 x_2 处电场强度相同, 故 A 正确; 由题图可知, 从 x_1 运动到 x_2 , E_k-x 图像的切线斜率绝对值先增大后减小, 则小球受到的合力先增大后减小, 加速度先增大后减小, 故 C 正确; 由能量守恒定律可知, 小球下落过程中, 重力势能、电势能和动能之和保持不变, 则小球从 x_1 运动到 x_2 , 电势能的增加量等于动能减少量和重力势能减少量之和, 即电势能增加量大于动能减少量 $E_1 - E_2$, 小球从 x_0 运动到 O 点, 动能先增大后减小再增大, 则电势能与重力势能之和先减小后增大再减小, 故 B、D 错误。]

第 43 课时 电容器 带电粒子在电场中的运动

回归教材 · 双基过关

1. (1) 异种 中和 (2) $\frac{Q}{U}$ 10^6 10^{12} $\frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$

2. (1) $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ (2) 类平抛 合成 分解 $\frac{l}{v_0}$ $\frac{qU}{md}$

$$\frac{qUl^2}{2mdv_0^2} \quad \frac{qUl}{mdv_0^2}$$

3. (1) 偏转电极 (2) 信号电压 扫描电压 中心 信号电压

易错易混辨析

(1) × (2) × (3) × (4) √ (5) × (6) ×

考点深研 · 题型突破

考点 1

典例 1 BD [大地电势为零, 离地面越高, 电势越高, 由沿电场方向电势降低可知, 大气电场的方向竖直向下, 故 A 错误; 因地面和大气层分别是电容器的两个电极, 电容器储存的电荷量约为 5×10^5 C, 可知地面带电量约为 5×10^5 C, 故 B 正确; 根据电容器的定义式 $C = \frac{Q}{U}$ 可知, 地面和大气电离层组成的电容器电容值约为 $C = \frac{5 \times 10^5}{300 \times 10^3}$ F = $\frac{5}{3}$ F, 故 C 错误; 由公式 $E = \frac{U}{d}$ 可得 $d = \frac{1}{E}U$, 可知 $d-\varphi$ 图像的斜率表示电场强度的倒数, 由题图可知, 高度 h 越大, 大气电场强度越小, 故 D 正确。]

典例 2 D [由电容器电容的决定式 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 结合题意可知, 增大两极板的压力, 两极板的间距 d 减小, 则电容器的电容增大, 又由于电容器充电后与电源断开, 则电容器所带的电荷量不变, 由公式 $U = \frac{Q}{C}$ 可知, 电容器两极板间的电压减小, A、B 错误; 由题意可知 F 较大时, d 难以减小, 即两极板间距减小得越来越慢, 电容器电容增大得越来越慢, 则两极板间的电压减小得越来越慢, C 错误, D 正确。]

典例 3 D [分析题图可知静电计测量电容器两极板间的电势差, 静电计指针张角增大, 电容器两极板间的电势差增大, A 错误; 由于保持电荷量不变, 而电势差增大, 则由 $C = \frac{Q}{U}$ 可知电容器的电容减小, B 错误; 由电容的决定式有 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$, 又电容器两极板间电场强度 $E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{Cd}$, 联立可得 $E = \frac{4\pi k Q}{\epsilon_r S}$, 可知电容器两极板间电场强度与极板间距 d 无关, 故仅改变极板间距, 极板间电场强度不变, C 错误; 根据 $E_p = QU$ 可知, Q 不变, U 增大时, 电容器储存能量增大, D 正确。]

典例 4 A [①过程, 动极板运动到最高处, 开关 S 接 a 端, 电源 E 向电容器充电, 电容器的电容 C 不变, 电荷量 Q 增大, 由电容的定义式 $C = \frac{Q}{U}$ 可知电容器极板电压 U 增大, 故该过程中 $Q-U$ 图像为过坐标原点的倾斜线段, $U-C$ 图像为垂直于 C 轴的线段; ②过程, 充电结束后 S 接 b 端空置, 电容器的电荷量 Q 不变, 动极板向下运动, 两极板的正对面积减小, 由电容的决定式 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 可知电容器的电容 C 减小, 由电容的定义式 $C = \frac{Q}{U}$ 可知该过程电容器极板电压 U 增大, 故 $Q-U$ 图像为垂直于 Q 轴的线段, $U-C$ 图像为反比例函数曲线的一段; ③过程, 动极板运动到最低处, S 接 c 端, 电容器通过 R 放电, 电容器的电容 C 不变, 电荷量 Q 减小, 由电容的定义式 $C = \frac{Q}{U}$ 可知, 极板电压 U 减小, 故该过程中 $Q-U$ 图像为过坐标原点的倾斜线段, $U-C$ 图像为垂直于 C 轴的线段。综上可知 A 正确。]

考点 3

答案: (1) $\frac{kv_0}{g}$ $\frac{2kv_0}{g}$ (2) $2g$ (3) $\frac{2W_f}{g}$

第 44 课时 带电粒子(带电体)在电场中的综合问题(进阶课)

进阶 1

小圆环在等效“最低点”C 速度最大,动能最大,在等效“最高点”D 速度最小,动能最小;小圆环在运动过程中,只有电势能、

动能与重力势能的转化,即只有电势能与机械能的变化,M点是电势能最小的位置,也是机械能最大的位置,N点是电势能最大的位置,也是机械能最小的位置。

(2)小圆环恰好能够沿大圆环做完整的圆周运动,即小圆环通过等效“最高点”D的速度为0,对小圆环分析有

$$-qER\sin 45^\circ - mg(R + R\cos 45^\circ) = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2, \text{解得 } v_0 = \sqrt{2(1+\sqrt{2})gR}.$$

(3)小圆环从A运动到B过程有

$$-mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_0^2,$$

$$\text{在B点有 } F_B + mg = m\frac{v_B^2}{R},$$

解得 $F_B = (2\sqrt{2} - 3)mg$,则在B点受到的弹力大小为 $(3 - 2\sqrt{2})mg$ 。

答案:(1)见解析 (2) $\sqrt{2(1+\sqrt{2})gR}$

(3) $(3 - 2\sqrt{2})mg$

思考 解析:小球在D点受到的支持力为0时,重力与静电力的合力恰好提供向心力, $\sqrt{2}mg = m\frac{v_D^2}{R}$

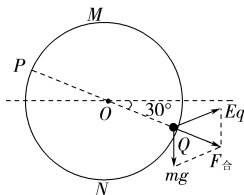
$$\text{由A到D,由动能定理有}$$

$$-qER\sin 45^\circ - mg(R + R\cos 45^\circ) = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\text{解得 } v_0 = \sqrt{(3\sqrt{2} + 2)gR}.$$

答案: $\sqrt{(3\sqrt{2} + 2)gR}$

典例2 BC [小球在运动过程中受到的重力和静电力恒定不变,由平行四边形定则可知它们的合力方向指向右下方,大小为 $F_{\text{合}} = mg$,如图所示,根据“等效场”的原理,小球通过P点的速率最小,故A错误;通过等效“最高点”P点时,有 $F_{\text{合}} = m\frac{v_P^2}{R}$,解得 $v_P = \sqrt{gR}$,从P点到Q点,由动能定理得 $F_{\text{合}} \times 2R = \frac{1}{2}mv_Q^2 - \frac{1}{2}mv_P^2$,解得 $v_Q = \sqrt{5gR}$,故B正确;在Q点时,有 $F_N - F_{\text{合}} = m\frac{v_Q^2}{R}$,解得 $F_N = 6mg$,由牛顿第三定律可知对轨道的压力最大为 $F_{\text{压}} = F_N = 6mg$,故C正确;速度最大时,动能最大,对应等效“最低点”Q点,此时小球具有的电势能并不是最小,故D错误。]



效“最高点”P点时,有 $F_{\text{合}} = m\frac{v_P^2}{R}$,解得 $v_P = \sqrt{gR}$,从P点到

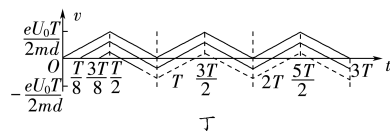
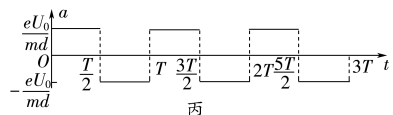
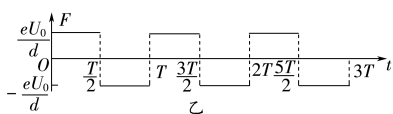
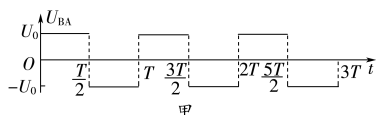
Q点,由动能定理得 $F_{\text{合}} \times 2R = \frac{1}{2}mv_Q^2 - \frac{1}{2}mv_P^2$,解得 $v_Q =$

$\sqrt{5gR}$,故B正确;在Q点时,有 $F_N - F_{\text{合}} = m\frac{v_Q^2}{R}$,解得 $F_N =$

$6mg$,由牛顿第三定律可知对轨道的压力最大为 $F_{\text{压}} = F_N = 6mg$,故C正确;速度最大时,动能最大,对应等效“最低点”Q点,此时小球具有的电势能并不是最小,故D错误。]

进阶2

典例3 AB [根据电子进入电场后的受力和运动情况,作出如图所示的图像。



由图丁可知,当电子在 $t=0$ 时刻进入电场时,电子一直向B板运动,故A正确;若电子在 $t=\frac{T}{8}$ 时刻进入,则由图丁可知,向B板运动的位移大于向A板运动的位移,因此最后仍能打在B板上,故B正确;若电子在 $t=\frac{3T}{8}$ 时刻进入电场,则由图丁可知,在第一个周期电子即返回A板从小孔飞出,故C错误; $t=\frac{T}{2}$ 时刻电子刚靠近小孔便受到排斥力,此时电子不能进入电场,故D错误。]

典例4 解析:(1)电子经加速电场加速的过程满足 $qU_0 = \frac{1}{2}mv^2$

$$\text{经偏转电场偏转后的偏移量 } y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{qU_{\text{偏}}}{mL} \cdot \left(\frac{L}{v}\right)^2$$

$$\text{联立解得 } y = \frac{U_{\text{偏}}L}{4U_0}$$

由题图乙知在 $t=0.06\text{ s}$ 时刻, $U_{\text{偏}}=1.8U_0$,电子向上偏转,所以 $y=4.5\text{ cm}$

$$\text{设电子打在屏上的点与O点的距离为Y,则满足 } \frac{Y}{y} = \frac{L + \frac{L}{2}}{\frac{L}{2}}$$

$$\text{解得 } Y=13.5\text{ cm}.$$

(2)由题意知,电子偏移量的最大值 $y_{\text{max}} = \frac{L}{2}$,

所以当偏转电压超过 $2U_0$ 时,电子就打不到荧光屏上了,设电子打在荧光屏上的最远点与O点的距离为 Y' ,则有 $\frac{Y'}{y_{\text{max}}} =$

$$\frac{L + \frac{L}{2}}{\frac{L}{2}},$$

$$\text{解得 } Y' = \frac{3}{2}L,$$

所以荧光屏上有电子能打到的区间长为 $2Y'=3L=30\text{ cm}$ 。

答案:(1)O点上方13.5 cm处 (2)30 cm

第45课时 实验十:观察电容器的充、放电现象

实验探究·创新突破

类型1

典例1 解析:(1)单刀双掷开关S拨至2位置,会使电容器放电。

电容器充电后,电容器下极板带正电,则放电过程中,电流自右向左通过R。电压表的示数逐渐变小,由 $C = \frac{Q}{U}$ 可知,电容器的带电荷量减少。

(2)充电电流应逐渐减小,充电完毕后,电流表示数为零,A错误,C正确;根据 $C = \frac{Q}{U}$,电容器电荷量逐渐增大,则电压表示数逐渐增大后趋于稳定,B正确,D错误。

答案:(1)2 自右向左 减少 (2)BC

典例2 解析:(1)位置②与电容器并联,故位置②应接入测电压仪器。

(2)当电压表示数最大时,电容器充电完毕,故电流表示数为零。

(3)电容器充电时,电压增大,电流减小,两者之间为负相关;电容器放电时,电压和电流都减小,两者为正相关,由题图乙可知,该过程为电容器放电过程。电容器充电完毕后其两端电压等于电源电动势,大小为12 V,由题图丙可知, $t=0.2\text{ s}$ 时电容器两端电压为 $U=8\text{ V}$,由题图乙可知当 $U=8\text{ V}$ 时,电流 $I=40\text{ mA}$,则电阻 R_0 消耗的功率为 $P=UI=8\times 40\times 10^{-3}\text{ W}=0.32\text{ W}$ 。

答案:(1)电压 (2)零 (3)放电 0.32

类型 2

典例 3 解析:(1)采样周期为 $T=\frac{1}{f}=\frac{1}{5\,000}\text{ s}$ 。

(2)由题图乙可知开关 S_1 闭合瞬间流经电阻 R_1 的电流为15.0 mA。

(3)放电结束后电容器两极板间电压等于 R_2 两端电压,根据闭合电路欧姆定律得电容器两极板间电压为 $U_C=\frac{E}{R_1+R_2}\cdot R_2=2\text{ V}$ 。

(4)充电结束后电容器两端电压为 $U'_C=E=6\text{ V}$,故可得 $\Delta Q=(U'_C-U_C)C=0.018\,8\text{ C}$,解得 $C=4.7\times 10^{-3}\,\mu\text{F}$,设 $t=1\text{ s}$ 时电容器两极板间电压为 U''_C ,得 $(U'_C-U''_C)C=0.003\,8\text{ C}$,代入数值解得 $U''_C\approx 5.2\text{ V}$ 。

答案:(1) $\frac{1}{5\,000}$ (2)15.0 (3)2 (4) 4.7×10^{-3} 5.2

典例 4 解析:(1)题图甲中滑动变阻器为分压式接法,滑动变阻器滑片左端的部分与电容器并联,要升高电容器两端的电压,滑动变阻器的滑片应向 b 端移动。

(2)电压表量程为15 V,分度值为0.5 V,则电压表示数为6.5 V。

(3)题图丙中图线与坐标轴所围图形的面积有38格,则 $Q=38\times\frac{1\times 10^{-3}}{5}\times\frac{2}{4}\text{ C}=3.8\times 10^{-3}\text{ C}$ 。

(4)由 $Q=CU$ 得 $C=\frac{3.8\times 10^{-3}}{8.0}\text{ F}\approx 4.8\times 10^{-4}\text{ F}$ 。

(5)电容器充电后,左板电势高,电容器放电时电流由左板经导线流出,又由于二极管具有单向导电性,故 D_1 闪光。

答案:(1) b (2)6.5 (3) 3.8×10^{-3} (4) 4.8×10^{-4} (5) D_1

第九章 恒定电流 闭合电路欧姆定律

第 46 课时 电路的基本概念和规律

回归教材·双基过关

- (1)定向移动 (2)自由电荷 电压 (3)正电荷 (4) $\frac{q}{t}$
- (1)正比 反比 材料 (2) $\rho\frac{l}{S}$ 电阻率 欧·米 $\Omega\cdot\text{m}$
- (3)导电性能 增大 减小
- (1)电压 电阻 (2) $\frac{U}{R}$ (3)金属 电解液
- (2)直线 (3)曲线

易错易混辨析

- (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\times$

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 C [电子做圆周运动的周期 $T=\frac{2\pi r}{v}$,由 $I=\frac{e}{T}$ 得 $I=\frac{ve}{2\pi r}$,电流的方向与电子运动方向相反,故为逆时针,C正确。]

典例 2 D [电流的方向与正离子定向移动的方向相同,则溶液内电流方向从 A 到 B , t 时间内通过溶液横截面积 S 的电荷量为 $q=n_1e+n_2e$,则根据电流的定义式可得 $I=\frac{q}{t}=\frac{n_1e+n_2e}{t}=\frac{(n_1+n_2)e}{t}$,A、B、C错误,D正确。]

典例 3 A [根据电流的微观表达式 $I=nevS$,可知在 Δt 时间内通过导体横截面的自由电子的电荷量 $q=I\cdot\Delta t$,则在 Δt 时间内通过导体横截面的自由电子的数目为 $N=\frac{q}{e}=\frac{I\cdot\Delta t}{e}=nevS\cdot\Delta t$,故选A。]

考点 2

典例 4 D [根据电阻定律 $R=\rho\frac{l}{S}$,细铜丝对折后,长度变为原来的 $\frac{1}{2}$,横截面积变为原来的2倍,因此电阻变为 $\frac{1}{4}R$,A错误;截去 $\frac{1}{3}$,剩下部分的长度变为原来的 $\frac{2}{3}$,因此电阻变为 $\frac{2}{3}R$,B错误;均匀拉长为原来的2倍,由于体积不变,横截面积变为原来的 $\frac{1}{2}$,因此电阻变为 $4R$,C错误;均匀拉长,使横截面积变为原来的 $\frac{1}{2}$,由于体积不变,长度变为原来的2倍,因此电阻变为 $4R$,D正确。]

典例 5 B [根据电阻定律有 $\Delta R=\rho\frac{\Delta L}{S}$,根据欧姆定律有 $\Delta U=I\cdot\Delta R$,整理可得 $\rho=\frac{S}{I}\cdot\frac{\Delta U}{\Delta L}$,结合题图乙可知导体 L_1 、 L_2 的电阻率之比 $\frac{\rho_1}{\rho_2}=\frac{\frac{0.2}{0.25}}{\frac{0.5-0.2}{1.00-0.25}}=\frac{2}{1}$,故选B。]

考点 3

典例 6 C [$I-U$ 图像上的点与坐标原点连线的斜率等于电阻的倒数,由题图可知,电阻 a 的图像上的点与坐标原点连线的斜率越来越大,故电阻 a 的阻值随电流的增大而减小,选项A错误; $I-U$ 图像上的点与坐标原点连线的斜率表示电阻的倒数,但是由于横、纵坐标轴的长度单位不同,则不能由 $R=\frac{1}{\tan\alpha}=1\,\Omega$ 求解电阻 b 的阻值,只能通过 $R=\frac{U}{I}=\frac{10}{5}\,\Omega=2\,\Omega$ 求解,选项B错误;根据 $R=\frac{U}{I}$ 可知在两图线交点处,电阻 a 的阻值等于电阻 b 的阻值,选项C正确,D错误。]

典例 7 B [S断开时, R_1 与 R_2 串联,两端电压之比为 $U_1:U_2=R_1:R_2=1:5$,A错误;S闭合时, R_2 与 R_3 并联后与 R_1 串联, R_1 与 R_2 两端的电压之比为 $U'_1:U'_2=R_1:\frac{R_2R_3}{R_2+R_3}=2:5$,B正确;S闭合时, R_2 与 R_3 并联,电压相同,又 $R_2=R_3$,则通过 R_2 与 R_3 的电流之比为 $1:1$,C错误;S闭合时, R_1 与 R_2 的功率分别为 $P_1=I^2R_1$, $P_2=\left(\frac{I}{2}\right)^2R_2$,则 $P_1:P_2=4:5$,D错误。]

典例 8 D [当 S_1 和 S_2 均断开时,此时表头G与电阻 R_1 串联,根据串并联电路的原理可知串联分压,此时改装成的是电压表,故A错误;当 S_1 和 S_2 均断开时,根据改装原理,改装成的电压表的量程为 $U=I_g(R_g+R_1)=1\times 10^{-3}\times(10+990)\text{ V}=1\text{ V}$,故B错误;当 S_1 和 S_2 均闭合时,此时表头G与电阻 R_2

并联,根据串并联电路的原理可知并联分流,此时改装成的是电流表,而根据改装原理可得改装后电流表的量程为 $I = I_g + \frac{I_g R_g}{R_2} = 1 \text{ mA} + 999 \text{ mA} = 1 \text{ A}$,故 C 错误;当改装成电流表时,若只闭合 S_1 ,此时可将电阻 R_1 与表头 G 等效为一个内阻为 $R'_g = 1\,000 \, \Omega$ 的电流表,然后再和 R_2 并联,改装成新的电流表,此电流表的量程为 $I' = I_g + \frac{I_g R'_g}{R_2} = 99.901 \text{ A}$,故 D 正确。]

第 47 课时 电能 闭合电路

欧姆定律

回归教材·双基过关

1. (1) 电势能

2. (1) 静电力 UI 电能 (2) 快慢 UI

(3) 电流 电阻 $I^2 R t$

3. (1) 正比 反比 (2) $\frac{E}{R+r}$

4. (1) 增大 (2) $E \frac{E}{r}$

6. 短路电流 电动势 电源内阻

易错易混辨析

(1) $\times$ (2) $\checkmark$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\times$ (6) $\times$

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 解析: (1) 根据电路可知, M 、 N 间的电阻 R 满足 $\frac{1}{R} =$

$$\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_C + R_B}$$

可知当 $R_C = 0$ 时 M 、 N 间电阻 R 的阻值最小, 为 $R_{\min} = 12 \, \Omega$

当 $R_C = 240 \, \Omega$ 时 M 、 N 间电阻 R 的阻值最大, 为 $R_{\max} = 22 \, \Omega$

故 M 、 N 间电阻 R 的变化范围为

$$12 \, \Omega \leq R \leq 22 \, \Omega$$

(2) 当 $R_C = 240 \, \Omega$ 时, 流过电热器 B 的电流为

$$I = \frac{U}{R_C + R_B}$$

则电热器 B 消耗的功率为

$$P = I^2 R_B \approx 16.7 \text{ W}$$

答案: (1) $12 \, \Omega \leq R \leq 22 \, \Omega$ (2) 16.7 W

典例 2 C [对电热丝, 有 $P = I^2 R$, 解得回路电流为 $I = 5 \text{ A}$, 故 A 错误; 根据闭合电路欧姆定律, 有 $E = Ir + U_M + IR$, 解得电源的内阻为 $r = 4 \, \Omega$, 故 B 错误; 电动机的转子被卡住, 回路电流为 $I' = \frac{E}{r + r_M + R} = 12.5 \text{ A}$, 电热丝上消耗的功率 $P' =$

$$I'^2 R = 625 \text{ W}, \text{ 故 C 正确; 电动机的效率为 } \eta = \frac{U_M I - I'^2 r_M}{U_M I} \times$$

$$100\%, \text{ 解得 } \eta = 90\%, \text{ 故 D 错误。}]$$

考点 2

典例 3 BD [解法一: 程序法

P 由 a 端向 b 端滑动, 其阻值减小, 则总电阻减小, 总电流增大, 电阻 R_1 两端电压增大, 电压表示数变大, A 错误; 电阻 R_2 两端的电压 $U_2 = E - I_{\text{总}}(R_1 + r)$, $I_{\text{总}}$ 增大, 则 U_2 减小, $I_2 = \frac{U_2}{R_2}$, 则 I_2 减小, 电流表的示数 $I_A = I_{\text{总}} - I_2$, 则 I_A 增大, B 正确; 由 $P_2 = I_2^2 R_2$ 知, P_2 减小, C 错误; $U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b = \varphi_a = U_2$, 故 φ_a 降低, D 正确。

解法二: 结论法

由于 R_3 减小, R_2 与 R_3 并联, 则 U_2 、 I_2 均减小, 而 $P_2 = I_2^2 R_2$, 知 P_2 减小, C 错误; $U_{ab} = U_2 = \varphi_a - \varphi_b = \varphi_a$ 减小, D 正确; 因为 R_1 间接与 R_3 串联, 故 I_1 、 U_1 均增大, 故电压表示数增大, A 错误; 根据 $I_A = I_1 - I_2$ 知, I_A 增大, B 正确。

解法三: 极限法

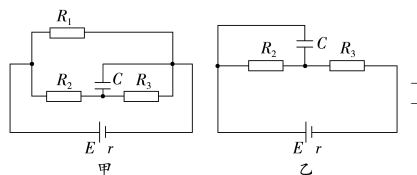
设滑片 P 滑至 b 点, 则 $R_3 = 0$, $\varphi_a = \varphi_b = 0$, D 正确; R_2 上电压为零, 则功率也为零, C 错误; 当 $R_3 = 0$ 时, 总电阻最小, 总电流最大, R_1 上电压最大, 故 A 错误; 由于 $I_A = I_1 - I_2$, 此时 I_1 最大, $I_2 = 0$ 最小, 故 I_A 最大, B 正确。]

典例 4 D [开关 S 闭合时的等效电路图如图甲所示, 电容器 C 两极板间电势差等于 R_3 两端电压 U_3 , 已知电路总电阻 $R = \frac{(R_2 + R_3)R_1}{R_2 + R_3 + R_1} + r = 4 \, \Omega$, 由闭合电路欧姆定律可知干路电流 $I =$

$$\frac{E}{R} = 1.5 \text{ A}, \text{ 路端电压 } U = E - Ir = 4.5 \text{ V}, \text{ 则 } U_3 = \frac{R_3}{R_2 + R_3} U =$$

$$1.8 \text{ V}, \text{ 此时电容器所带电荷量 } Q_1 = CU_3 = 3.6 \times 10^{-6} \text{ C}, \text{ 且上极板带负电, 下极板带正电, 故 A、B 错误; 开关 S 断开时的等效电路图如图乙所示, 稳定后电容器 C 两极板间电势差等}$$

于 R_2 两端电压 U_2 , 此时 $U_2 = \frac{E}{R_2 + R_3 + r} R_2 = 3 \text{ V}$, 电容器所带电荷量 $Q_2 = CU_2 = 6 \times 10^{-6} \text{ C}$, 且上极板带正电, 下极板带负电, 故通过 R_0 的电荷量 $Q = Q_1 + Q_2 = 9.6 \times 10^{-6} \text{ C}$, 故 C 错误, D 正确。



典例 5 D [电路故障分为断路和短路, 故障只有一处, 假设发生了短路, 如果是某盏灯短路, 该灯熄灭, 而另一盏灯应该变亮, 如果是两盏灯以外的元件(除电源)短路, 则两盏灯均变亮, 故假设不成立。电路故障应为断路, 电压表并联在 cd 两端有示数, 说明 c 、 d 间发生了断路, 故 A 错误; 电压表并联在 ac 两端示数为 0, 说明 ac 部分以外的电路发生了断路, 则 a 、 c 间电路完好, 故 B 错误; 电流表并联在 ac 两端示数为 0, 说明 ac 部分以外的电路发生了断路, 而 a 、 c 间电路完好, 无法说明 c 、 d 间情况, 故 C 错误; 电压表并联在 ad 两端有示数, 说明 ad 段发生了断路, 并联在 ac 两端示数为 0, 说明 ac 部分以外的电路发生了断路, 综合以上两点, 应是 c 、 d 间断路, 故 D 正确。]

考点 3

典例 6 D [R_1 和电源并联后可视为一个“等效电源”, 新电源的电动势 $E' = \frac{E}{2}$, 内阻 $r' = \frac{Rr}{R+r} = \frac{R}{2}$, 此时 R_2 的电功率就是新电源的输出功率, 当外电阻等于电源内阻时电源的输出功率最大, 可知当 $R_2 = r' = \frac{R}{2}$ 时, R_2 的电功率最大, 其最大功率为

$$P_{\max} = \left(\frac{E}{2R} \right)^2 \cdot \frac{R}{2} = \frac{E^2}{8R}, \text{ 故选 D。}]$$

典例 7 B [把定值电阻看成电源内阻的一部分, 由题图乙可知, 当 $R_p = R_1 = R + r = 6 \, \Omega$ 时, 滑动变阻器消耗的功率最大, 最大功率为 $P_2 = \frac{E^2}{4(R+r)} = 1.5 \text{ W}$, A 错误; 滑动变阻器的阻值为 $3 \, \Omega$ 时与阻值为 R_2 时消耗的功率相等, 有 $\left(\frac{E}{3 \, \Omega + R + r} \right)^2 \times 3 \, \Omega = \left(\frac{E}{R_2 + R + r} \right)^2 R_2$, 解得 $R_2 = 12 \, \Omega$, B

正确;当回路中电流最大时,即 $R_p=0$ 时,定值电阻 R 消耗的功率最大,C 错误;当滑动变阻器 R_p 的阻值为 0 时,电路中电流最大,最大值为 $I_m = \frac{E}{R+r} = \frac{6}{4+2} \text{ A} = 1 \text{ A}$,则调整滑动变阻器 R_p 的阻值,不可以使电源的输出电流达到 2 A,D 错误。]

第 48 课时 实验十一:电学实验基础 (含长度的测量及其测量工具的选用)

考点 1

典例 1 解析:注水前,用题图甲所示游标卡尺的内测量爪 B 测玻璃管内径,该游标卡尺为 50 分度的游标卡尺,精确度为 0.02 mm,则由题图乙可知,该玻璃管的内径为 $d = 22 \text{ mm} + 25 \times 0.02 \text{ mm} = 22.50 \text{ mm}$ 。

答案:B 22.50

典例 2 解析:(1)用螺旋测微器测量小球直径时,先转动粗调旋钮 D 使测微螺杆 F 靠近被测小球,再转动微调旋钮 H 使测微螺杆 F 夹住小球,直到棘轮发出声音为止,拨动止动旋钮 G 使 F 固定后读数,读数为 $6.5 \text{ mm} + 20.0 \times 0.01 \text{ mm} = 6.700 \text{ mm}$ 。

(2)丙图: $(4+4.1 \times 0.01) \text{ mm} = 4.041 \text{ mm}$;

丁图: $(1+10.0 \times 0.01) \text{ mm} = 1.100 \text{ mm}$;

戊图: $(3.5+1.6 \times 0.01) \text{ mm} = 3.516 \text{ mm}$ 。

答案:(1)D H G 6.700 (2)4.041 1.100 3.516

典例 3 解析:(1)使用 0.6 A 量程时,刻度盘上的每一小格为 0.02 A,指针示数为 0.44 A;当使用 3 A 量程时,每一小格为 0.1 A,指针示数为 2.20 A。

(2)电压表使用 3 V 量程时,每一小格表示 0.1 V,指针示数为 1.70 V;使用 15 V 量程时,每一小格表示 0.5 V,指针示数为 8.5 V。

(3)电阻为 1987 Ω 。最简单的操作方法是将“ $\times 1 \text{ k}$ ”旋钮调到 2,再将“ $\times 100$ ”旋钮调到 0。每个电阻箱的最大阻值是 9 999 Ω ,用这样的两个电阻箱串联可得到的最大电阻是 $2 \times 9\,999 \Omega = 19\,998 \Omega$,故用两个这样的电阻箱,可得到的电阻值范围为 0~19 998 Ω 。

答案:(1)0.02 0.44 0.1 2.20 (2)0.1 1.70 0.5 8.5

(3)1 987 将“ $\times 1 \text{ k}$ ”旋钮调到 2,再将“ $\times 100$ ”旋钮调到 0~19 998 Ω

考点 2

典例 4 解析:由电流表的表盘可知电流大小为 0.34 A。电压表的百分比变化为 $\eta_1 = \frac{1.75-1.65}{1.65} \times 100\% \approx 6.1\%$,电流表的百分比变化为 $\eta_2 = \frac{0.34-0.33}{0.33} \times 100\% \approx 3.0\%$,可知电压表的示数变化更明显,说明电流表的分压更明显,因此不能让电流表分压,应采用电流表外接法。

答案:0.34 外

典例 5 解析:(1)若将电压表跨接在 O、P 两点之间,则 $I = \frac{U}{R_V} + \frac{U}{R_x}$, $U = \frac{R_x R_V}{R_x + R_V} I$,可知对应 U-I 图线的斜率为 $\frac{R_x R_V}{R_x + R_V}$ 。若将电压表跨接在 O、Q 两点之间,则 $U = I(R_x + R_A)$,可知对应 U-I 图线的斜率为 $(R_x + R_A)$ 。对比题图 b 可知 $k_I > k_{II}$,所以题图 b 中标记为 II 的图线是采用电压表跨接在 O、P 两点之间的方案测量得到的。

(2)因为待测电阻的阻值为几十欧姆,且通过 U-I 图线的斜率可大致估算出待测电阻的阻值为 50 Ω 左右,故 $\frac{R_V}{R_x} < \frac{R_x}{R_A}$,说明待测电阻的阻值较大,所以电流表应采用内接法,即电压表应跨接在 O、Q 两点之间,所以由图线 I 得到的结果更接近待测电阻的真实值。根据图线 I 可得 $R_x = \frac{3.00 \text{ V} - 1.00 \text{ V}}{59.6 \text{ mA} - 20.0 \text{ mA}} \approx 50.5 \Omega$ 。

(3)考虑电流表内阻的影响,则修正后待测电阻的阻值为 $R'_x = R_x - R_A = 50.5 \Omega - 0.5 \Omega = 50.0 \Omega$ 。

答案:(1)O、P (2)I 50.5 (3)50.0

考点 3

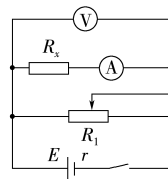
典例 6 解析:(1)C 与 D 电路图不符合电压从零开始调节的要求,小电珠的电阻 $R_L = \frac{U^2}{P} = \frac{12^2}{5} \Omega = 28.8 \Omega$, $\frac{R_L}{R_A} = 144$, $\frac{R_V}{R_L} \approx$

520.8,由于 $\frac{R_L}{R_A} < \frac{R_V}{R_L}$,故电流表应采用外接法,应选 A。

(2)小电珠的额定电流 $I = \frac{P}{U} = \frac{5}{12} \text{ A} \approx 0.4 \text{ A}$,故电流表量程为 0~0.6 A。

答案:(1)A (2)0~0.6 A

典例 7 解析:(1)由于待测电阻阻值很大,故电流表应该选择内接法,由于滑动变阻器的阻值远小于待测电阻阻值,故应该采用分压式接法,电路图如图。



(2)由于电压表示数为待测电阻两端电压和电流表两端电压之和,故电压的测量值大于真实值,由 $R = \frac{U}{I}$ 可知待测电阻的测量值大于真实值。

答案:(1)图见解析 (2)大于

第 49 课时 实验十二:测量金属丝的电阻率

实验探究·创新突破

类型 1

典例 1 解析:(1)直径的平均值 $\bar{D} = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{3} = \frac{0.499 + 0.498 + 0.503}{3} \text{ mm} = 0.500 \text{ mm}$ 。

(2)滑动变阻器限流式接法必须一上一下接入电路,故电流表的“+”接线柱需要和滑动变阻器的接线柱 a 相连;在闭合开关前,滑动变阻器接入电路的阻值应最大,保证电路接通时电路电流最小,电路安全,故滑动变阻器滑片应置于左端。

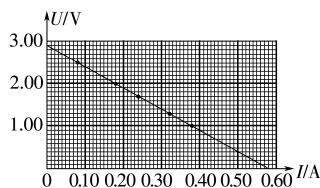
(3)由题意知合金丝接入电路的长度 $l = 70.00 \text{ cm} - 20.00 \text{ cm} = 50.00 \text{ cm}$,因合金丝与电阻箱等效替代,当电流相等时,二者电阻相等,由题图 2 所示的电阻箱读数可知合金丝接入电路中的电阻为 3.2 Ω ,合金丝的横截面积 $S = \pi \left(\frac{\bar{D}}{2}\right)^2$,根据 $R = \rho \frac{l}{S}$,得 $\rho = \frac{RS}{l} = \frac{\pi R(\bar{D})^2}{4l} = 1.256 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m} \approx 1.3 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ 。

实验探究·创新突破

类型1

典例1 解析: (1) 为了提高测量精度,方便调节电路,滑动变阻器选择最大阻值较小的 R_1 。

(2) 作出 $U-I$ 图像如图所示:



(3) 根据闭合电路欧姆定律有 $U = E_1 - I(R_0 + r)$, 结合图线可得 $E_1 = 2.90 \text{ V}$, $R_0 + r = \frac{2.90}{0.58} \Omega$, 解得 $r = 2.00 \Omega$ 。

(4) 将电压表和电源等效为新的电源, 故此时根据图像得到的电动势和内阻为等效电源的电动势和内阻, 等效电源的电动势为 $E_{\text{测}} = \frac{E_{\text{真}}}{r + R_0 + R_V} \cdot R_V$, 故 $E_{\text{测}} < E_{\text{真}}$; 将 R_0 等效进电源的内阻中, 有 $\frac{1}{r_{\text{测}} + R_0} = \frac{1}{r_{\text{真}} + R_0} + \frac{1}{R_V}$, 可得 $r_{\text{测}}$ 与 $r_{\text{真}}$ 之间的关系式为 $r_{\text{测}} = \frac{(r_{\text{真}} + R_0)R_V}{r_{\text{真}} + R_0 + R_V} - R_0$ 。

答案: (1) R_1 (2) 见解析图 (3) 2.90 2.00 (4) 小于 $r_{\text{测}} = \frac{(r_{\text{真}} + R_0)R_V}{r_{\text{真}} + R_0 + R_V} - R_0$

典例2 解析: (1) ①由题图2可知, 电压表读数为 $U = 0.60 \text{ V}$, 电流表读数为 $I = 0.58 \text{ A}$, 根据欧姆定律可得电流表内阻为 $R_A = \frac{U}{I} = \frac{0.60}{0.58} \Omega \approx 1.0 \Omega$ 。

②由闭合电路欧姆定律可知, 干电池电动势的表达式为 $E = U + I(r + R_A)$ 。

③ $E = U + I(r + R_A)$ 变形为 $U = -(r + R_A)I + E$, 根据题图4中图像可知, 纵截距 $b = E = 1.40 \text{ V}$, 斜率的绝对值 $|k| = r + R_A = \frac{1.40 - 1.00}{0.20 - 0} \Omega = 2.0 \Omega$, 所以待测干电池电动势为 $E = 1.40 \text{ V}$, 内阻为 $r = 1.0 \Omega$ 。

(2) 由于将电压表串联接在电路中, 电压表内阻很大, 电路中电流太小, 故无法完成实验的原因可能是电流太小无法读数。故选D。

答案: (1) ①1.0 ② $I(r + R_A)$ ③1.40 1.0 (2)D

类型2

典例3 解析: (1) R_0 能避免电路中的电流过大, 起到保护作用。

(2) 对整个回路由闭合电路欧姆定律有 $E = I(R + R_0 + r)$, 整理得 $\frac{1}{I} = \frac{1}{E}(R + R_0 + r)$ 。

(3) 结合(2)中关系式与题图(b)可知, $k = \frac{1}{E}$, $b = \frac{1}{E}(R_0 + r)$, 干电池的电动势 $E = \frac{1}{k} = \frac{25-0}{24-7} \text{ V} \approx 1.47 \text{ V}$, 内阻 $r = \frac{b}{k} - R_0 = \frac{7 \times (25-0)}{24-7} \Omega - 9 \Omega \approx 1.3 \Omega$ 。

(4) 结合(2)(3)项分析可知, 实验测量的是干电池与电流传感器的总电阻, 所以电流传感器的电阻对本实验干电池内阻的测量结果有影响。

答案: (1) 保护 (2) $\frac{1}{E}(R + R_0 + r)$

(3) 1.47 1.3 (4) 有

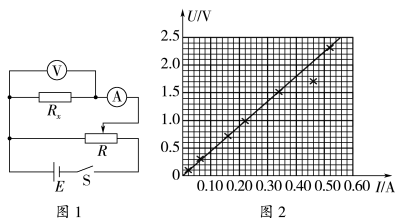
(4) 本实验通过等效替代法测电阻, 电源内阻对本实验无直接影响, 换用内阻更小的电源, 不能减小误差, A 错误; 电流表内阻不影响电阻测量结果, B 错误; 换用 $0 \sim 99.99 \Omega$ 的电阻箱, 电阻箱测量阻值时更精确, 能减小误差, C 正确; 多次测量合金丝不同区间相等长度样品的电阻率, 再求平均值, 可减小偶然误差, D 正确。

答案: (1) 0.500 (2) a 左 (3) 1.3×10^{-6} (4) CD

典例2 解析: (1) 金属丝直径为 $d = 0 + 40.0 \times 0.01 \text{ mm} = 0.400 \text{ mm}$ 。

(2) 正确连接后通过金属丝最大的电流约为 $I = \frac{E}{R_x} \approx 0.6 \text{ A}$, 为了使结果更精确, 安全的前提下, 我们选择量程较小的电流表, 所以电流表选择C; 由于电源电动势为3V, 所以电压表选择D; 要求电压从0开始变化, 滑动变阻器应采用分压式接法, 为方便实验操作, 滑动变阻器应选择总阻值较小的F。

(3) 由于 $\frac{R_V}{R_x} > \frac{R_x}{R_A}$, 所以金属丝为小电阻, 应采用电流表外接法, 实验原理图如图1所示。



(4) 在坐标系内标出第2、4次实验的数据点, 并使尽可能多的点处于直线上, 连线图如图2所示; 由图像可得金属丝的电阻为 $R_x = \frac{\Delta U}{\Delta I} \approx 4.5 \Omega$, 根据电阻定律 $R_x = \rho \frac{L}{S}$ 以及 $S = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2$, 可得 $\rho = \frac{\pi d^2 R_x}{4L} \approx 1.13 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ 。

答案: (1) 0.400 (2) C D F (3) 见解析图1 (4) 见解析图2 $1.13 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ ($1.11 \times 10^{-6} \sim 1.15 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ 也正确)

类型2

典例3 解析: (1) 由电压表读数规则可知题图(c)的示数为1.25V; 根据题图(b)由欧姆定律可知 $R = \frac{U}{I} = \frac{1.25}{100 \times 10^{-3}} \Omega = 12.5 \Omega$ 。

(4) 玻璃管内气压降低到0.5个标准大气压, 由题图(d)可知金属丝的阻值增大, 又保持电流为100mA, 所以电压表示数增大, 即电压表指针应该在题图(c)指针位置的右侧。

(5) 若电压表是非理想电压表, 则流过金属丝的电流的测量值偏大, 由欧姆定律可知金属丝的电阻的测量值小于真实值。

答案: (1) 1.25 12.5 (4) 右 (5) 小于

典例4 解析: (1) 由题图1中的显示可知, 螺旋测微器读数为 $d = 1 \text{ mm} + 0.0 \times 0.01 \text{ mm} = 1.000 \text{ mm}$ 。

(2) 单刀双掷开关分别打到a处和b处, 发现电压表示数变化更明显, 说明电流表分压对实验影响较大, 应采用电流表外接法, 即开关应接a处。

(3) 根据并联电路两支路电压相等可得

$$I_g(R_g + R_{\text{箱}}) = (I - I_g)R_x$$

$$\text{化简整理可得 } \frac{I}{I_g} = 1 + \frac{R_g}{R_x} + \frac{1}{R_x} R_{\text{箱}}$$

$$\frac{I}{I_g} - R_{\text{箱}} \text{ 图像中的斜率为 } k, \text{ 所以可得 } R_x = \frac{1}{k}。$$

答案: (1) 1.000 (2) a (3) $\frac{1}{k}$

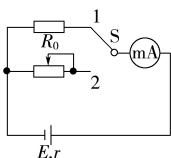
典例 4 解析:(2)为了保护电流表,闭合开关前应使电路中的电阻最大,故金属夹应夹在电阻丝的 b 端。

(4)由闭合电路的欧姆定律得 $E = I(r + R_A + R_0 + \theta r_0)$, 整理得 $\frac{1}{I} = \frac{1}{E}(r + R_A + R_0) + \frac{r_0}{E}\theta$, 结合题图(b)可得 $k = \frac{r_0}{E}$, $d =$

$$\frac{1}{E}(r + R_A + R_0), \text{解得 } E = \frac{r_0}{k}, r = \frac{dr_0}{k} - R_A - R_0.$$

(5)实验电路图如图所示,先将单刀双掷开关 S 接 1,记下电流表的示数 I_0 ,然后将单刀双掷开关 S 接 2,移动金属夹的位置,直到电流表的示数为 I_0 ,记下此时接入电路的电阻丝对应的

圆心角 θ_0 ,则 $r_0 = \frac{R_0}{\theta_0}$ 。



(6)由(4)和(5)得 $E = \frac{r_0}{k} = \frac{R_0}{k\theta_0}$, $r = \frac{dr_0}{k} - R_A - R_0 = \left(\frac{d}{k\theta_0} - 1\right)R_0 - R_A$ 。

答案:(2) b (4) $\frac{r_0}{k}$ $\frac{dr_0}{k} - R_A - R_0$ (5)见解析图 (6) $\frac{R_0}{k\theta_0}$
 $\left(\frac{d}{k\theta_0} - 1\right)R_0 - R_A$

第 51 课时 实验十四:用多用电表 测量电学中的物理量

实验探究·创新突破

类型 1

典例 1 解析:(1)多用电表未接入电路时,指针如题图 1 所示,需要调节部件 A(指针定位螺丝),使指针停在电流挡“0”刻度线位置。

(2)调节好后,将选择开关拨至“50 V”直流电压挡测量电压,指针如题图 2 所示,则读数为 20.0 V。

(3)使用多用电表时电流方向是“红进黑出”,甲图中红表笔应该接小灯泡的左端,故 A 错误;乙图是用多用电表直流电流挡测量电路中的电流,红表笔接外部电源的正极,故 B 正确;丙图是用多用电表电阻挡测量小灯泡的电阻,应该把小灯泡与电源断开,故 C 错误;丁图是用多用电表电阻挡测量二极管的反向电阻,红表笔应该接二极管的正极(左侧),故 D 错误。

答案:(1)A (2)20.0 (3)B

典例 2 解析:(1)测量电阻之前应该先把两支表笔直接接触,调节滑动变阻器的阻值,使指针指向 0 刻度位置。

(2)使用电阻表测电阻时,如果指针偏转过大、过小,测量误差都会比较大,为了减小测量误差,应该选择适当倍率,使测量时指针指在刻度盘的中间区域,又该电阻表刻度盘的中间刻度值为 15,而待测电阻的阻值为 150 Ω ,所以应选用电阻表的 $\times 10$ 挡。由题图乙与电阻表的读数规则可知,该电阻的测量值为 $R_{\text{测}} = 16 \times 10 \Omega = 160 \Omega$ 。

答案:(1)短接(“直接接触”)也对 (2) $\times 10$ 160

类型 2

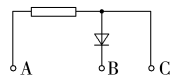
典例 3 解析:(1)多用电表测电阻时应先进行欧姆调零;多用电表的表盘的读数为 6.0 Ω 。

(2)电压表的示数约等于电源电动势,说明②、③接线柱间的导线出现了断路。

(3)为了使电流表的示数从零开始,滑动变阻器要采用分压式接法,要在③、④接线柱间再连接一根导线;初始时刻灯泡两端电压最小,滑片应置于最左端。

答案:(1)欧姆 6.0 (2)断路 (3)③、④ 左

典例 4 解析:(1)AC 与 CA 间电阻相同,说明 AC 间是定值电阻,在测量 BC 之间电阻时,黑表笔接 C 时电阻很小,接 B 时电阻很大,说明 BC 之间有二极管,而且 C 接二极管的正极,则电路如图所示。



(2)①因为电流从 A 到 B 才能正向流过该二极管,且 f 与电源正极相连,故 f 接 A, e 接 B。

③ e 与 B, f 与 A 相连时, A、B 之间的电压表测的是二极管和定值电阻的总电压,设电源电动势为 E ,二极管正向电阻为 R_D ,定值电阻阻值为 R_0 ,则由题意得 $U_1 = E \times \frac{R_0 + R_D}{R + R_0 + R_D}$

$$\text{即 } \frac{1}{U_1} = \frac{1}{E(R_0 + R_D)} \times R + \frac{1}{E}$$

故在 $\frac{1}{U_1} - R$ 关系图像中,纵截距 $a_1 = \frac{1}{E}$

$$\text{斜率 } k_1 = \frac{1}{E(R_0 + R_D)}$$

$$\text{故电源电动势 } E = \frac{1}{a_1}$$

$$\text{同理可得 } U_2 = E \times \frac{R_0}{R + R_0}$$

$$\text{即 } \frac{1}{U_2} = \frac{1}{ER_0} \times R + \frac{1}{E}$$

故在 $\frac{1}{U_2} - R$ 关系图像中,纵截距 $a_2 = \frac{1}{E}$,斜率 $k_2 = \frac{1}{ER_0}$,故电

$$\text{源电动势 } E = \frac{1}{a_2}, \text{定值电阻 } R_0 = \frac{a_2}{k_2}$$

在 $\frac{1}{U_1} - R$ 关系图像中,将 $a_1 = \frac{1}{E}$, $R_0 = \frac{a_2}{k_2}$ 代入 k_1 等式中,可得

$$\text{二极管正向电阻阻值 } R_D = \frac{a_1}{k_1} - \frac{a_2}{k_2}.$$

答案:(1)见解析图 (2)①B A ③ $\frac{1}{a_1}$ 或 $\frac{1}{a_2}$ $\frac{a_2}{k_2}$ $\frac{a_1}{k_1} - \frac{a_2}{k_2}$

第 52 课时 测量电阻常用的四种方法(进阶课)

进阶 1

典例 1 解析:(1)将 S 拨向接点 1,接通 S_1 ,调节滑动变阻器 R_0 ,使待测表头指针偏转到适当位置,记录此时标准电流表 A_0 的示数 I ;由闭合电路欧姆定律有 $E = I(R_0 + r_{g0} + r_g + r)$ (其中 r 为电池内阻)。

(2)将 S 拨向接点 2,调节电阻箱 R_N ,使标准电流表 A_0 的示数保持 I 不变,记录此时 R_N 的读数;由闭合电路欧姆定律有 $E = I(R_0 + r_{g0} + R_N + r)$ 。

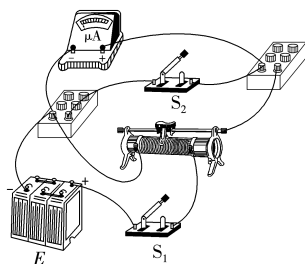
(3)多次重复上述过程,得到多个 R_N 的值。由(1)(2)中两式可得待测微安表表头内阻 $r_g = R_N$,为了减小误差,应计算 R_N 读数的平均值。

答案:(1) R_0 标准电流表 A_0 (2) R_N 标准电流表 A_0 的示数为 I (3)平均值

进阶 2

典例 2 解析:(1)根据半偏法的测量原理可知,当闭合 S_2 之后,与滑动变阻器并联部分的电流应基本不变,就需要 R_N 较大,对分压电路影响甚微。故 R_M 应选 R_1 , R_N 应选 R_2 。

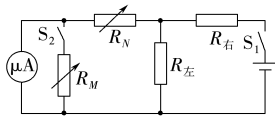
(2)根据电路图连接实物图如图所示。



(3)根据半偏法的实验原理,步骤应为①③②④。

(4) R_M 调节后面板读数为 1 998.0 Ω ,根据半偏法测量原理可知,待测表内阻为 1 998 Ω 。

当闭合 S_2 后,原电路可看成如图所示电路



闭合 S_2 后,并联部分电阻变小,则流过 R_N 的电流大于原来的电流,则流过 R_M 的电流大于 $\frac{I_g}{2}$,故待测表头内阻的测量值小于真实值。

(5)将该微安表改装成量程为 2 V 的电压表,需要串联一个电阻 R_0 ,则有 $U = I_g(R_g + R_0)$

此时的电压有 $U' = I'(R_g + R_0)$,其中 $U = 2$ V, $I_g = 100$ μ A, $I' = 64$ μ A

联立解得 $U' = 1.28$ V。

(6)根据题意 OP 间电压不变,可得 $I(R_g + R_N) = \left(\frac{I}{2} + \frac{\frac{I}{2}R_g}{R_M}\right)R_N + \frac{I}{2}R_g$

$$\text{解得 } R_g = \frac{R_N R_M}{R_N - R_M}。$$

答案:(1) R_1 R_2 (2)见解析图

(3)①③②④ (4)1 998.0 Ω 小于

(5)1.28 (6) $\frac{R_N R_M}{R_N - R_M}$

进阶 3

典例 3 解析:(1)闭合开关前,将滑动变阻器滑片置于左端,电压表读数为零。

(2)当电压表 V_1 示数为 3 V 时,通过电阻 R_x 的电流大小为 $I = \frac{U_1}{r_1} = 1.00 \times 10^{-3}$ A

根据实验电路图,有 $R_x = \frac{U_2 - U_1}{\frac{U_1}{r_1}}$

变形得 $U_2 = \frac{R_x + r_1}{r_1} U_1$

根据 $U_2 - U_1$ 图像可得斜率 $k = \frac{4.85 - 1.64}{3.00 - 1.00} = 1.605$,则有 1.605

$$= \frac{R_x + r_1}{r_1}$$

代入 $r_1 = 3.0$ k Ω ,解得 $R_x \approx 1.82 \times 10^3$ Ω 。

(3)若电压表 V_1 实际电阻小于 3.0 k Ω ,则计算出的通过电阻 R_x 的电流比真实值小,故电阻 R_x 的测量值与真实值相比偏大。

答案:(1)左端 (2) 1.00×10^{-3} 1.82×10^3 ($1.79 \times 10^3 \sim 1.86 \times 10^3$ 均对) (3)偏大

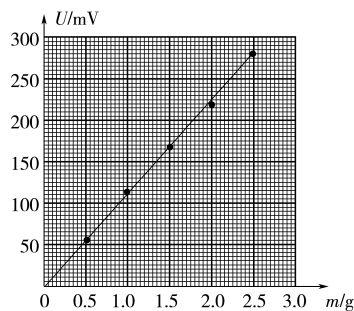
进阶 4

典例 4 解析:(1)由题图(b)可知,电阻表读数为 10×100 $\Omega = 1$ 000 Ω 。

(2)电压传感器示数为 0,则 C、D 两点电势相等,则 $\frac{R_1}{R_F} = \frac{R_2}{R_3}$,

$$\text{解得 } R_F = \frac{R_1 R_3}{R_2}。$$

(3) $U-m$ 图像如图所示。



(4)由 $U-m$ 图像可知,当 $U = 200$ mV 时, $m \approx 1.79$ g,则 $F_0 = mg \approx 0.018$ N。

(5)若换用非理想毫伏表测量 C、D 间电压,C 点电势高,则有 $U = U_F - U_3$,电流由 C 流向 D,流经 R_3 的电流增大, U_3 偏大,则 U 偏小,压力的测量值偏小,因此非理想毫伏表读数仍为 200 mV 时, $F_1 > F_0$ 。

答案:(1)1 000 (2) $\frac{R_1 R_3}{R_2}$ (3)见解析图 (4)0.018 (5) $>$

第十章 磁场

第 53 课时 磁场的描述

磁场对电流的作用

回归教材·双基过关

1. (3) $\frac{F}{Il}$ N 平行四边形 (4)切线 强弱 强 弱 N 极 S

极 S 极 N 极 相交 (5)电流 环绕 环形电流 磁场

2. (1) IlB 0 (2)电流 安培力

易错易混辨析

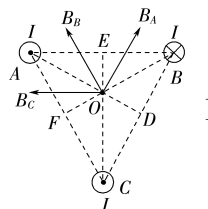
(1) $\checkmark$ (2) $\times$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\checkmark$

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 A [根据右手螺旋定则可知线圈在 M、N 两点产生的磁感应强度大小相等、方向相同,由于 M 点的总磁感应强度大小为零,则匀强磁场的磁感应强度与线圈在 M 点产生的磁感应强度大小相等、方向相反,则线圈在 N 点产生的磁感应强度与匀强磁场的磁感应强度大小相等、方向相反,即 N 点的总磁感应强度大小为 0, A 正确。]

典例 2 B [根据安培定则,画出电流产生的磁场如下图所示,根据矢量的合成可知, O 点的磁场方向与 BF 连线垂直斜向上,故选 B。



考点 2

典例 3 C [根据安培定则,可判断出导线 a 左侧部分的磁场方向斜向右上方,右侧部分的磁场方向斜向右下方,根据左手定则可判断出左半部分所受安培力垂直纸面向外,右半部分所受安培力垂直纸面向里,故 C 正确, A、B、D 错误。]

变式 解析:直导线通入由 a 指向 b 的电流时,由左手定则知直导线的左端受到方向垂直纸面向里的安培力,根据牛顿第三定律可知,条形磁体的 N 极受到方向垂直纸面向外的作用力,应向纸面外偏转;条形磁体转动后,对直导线有向上的作用力,根

据牛顿第三定律可知,条形磁体受到向下的作用力,故条形磁体受到的拉力大于其受到的重力。

答案:外 大于

典例 4 BD [通电流之前,铜导线半圆环处于平衡状态,根据平衡条件有 $2F_T = mg$;通电流之后,半圆环受到安培力,由左手定则可判断半圆环受到的安培力方向竖直向下,根据平衡条件有 $2F'_T = mg + F_{安}$,可知通电后两绳的拉力变大,A 错误,B 正确;半圆环的有效长度为 $2r$,由安培力公式可知 $F_{安} = 2BILr$,C 错误,D 正确。]

考点 3

典例 5 B [解法一(电流元法):把线圈 L_1 沿水平转动轴分成上、下两部分,每一部分又可以看成无数段直线电流元,电流元处在线圈 L_2 产生的磁场中,根据安培定则可知各电流元所在处的磁场方向均向上,由左手定则可得,上半部分电流元所受安培力方向均指向纸外,下半部分电流元所受安培力方向均指向纸内,因此从左向右看线圈 L_1 将顺时针转动。

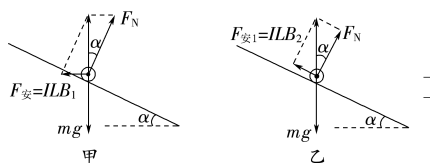
解法二(等效法):把线圈 L_1 等效为小磁针,该小磁针刚好处于环形电流 I_2 的中心,小磁针的 N 极应指向该点环形电流 I_2 的磁场方向,由安培定则知 I_2 产生的磁场方向在其中心处竖直向上,而线圈 L_1 等效成的小磁针转动前,N 极指向纸内,因此小磁针的 N 极应由指向纸内转为向上,所以从左向右看,线圈 L_1 将顺时针转动。

解法三(结论法):环形电流 I_1 、 I_2 不平行,则一定有相对转动,直到两环形电流同向平行为止,据此可得,从左向右看,线圈 L_1 将顺时针转动。]

典例 6 C [如图所示,导线在 S 极上方时所受安培力方向斜向左上方,由牛顿第三定律可知,磁体受到的导线对它的作用力斜向右下方,磁体有向右运动的趋势,则磁体受到的摩擦力水平向左,磁体对桌面的压力大于磁体的重力,因此桌面对磁体的弹力大于磁体重力;当导线在 N 极上方时,导线所受安培力方向斜向右上方,由牛顿第三定律可知,磁体受到的导线对它的作用力斜向左下方,磁体有向左运动的趋势,则磁体受到的摩擦力水平向右,磁体对桌面的压力大于磁体的重力,因此桌面对磁体的弹力大于磁体重力;由以上分析可知,磁体受到的摩擦力先向左后向右,桌面对磁体的弹力始终大于磁体的重力,故 A、B、D 错误,C 正确。]

考点 4

典例 7 C [由左手定则可知,当磁场方向竖直向上时,导体棒所受安培力水平向左,对导体棒受力分析如图甲所示,根据共点力的平衡条件有 $ILB_1 = mg \tan \alpha$,解得 $B_1 = \frac{mg \tan \alpha}{IL}$,故 A、B 错误;当磁场方向垂直斜面向上时,导体棒所受安培力沿斜面向上,对导体棒受力分析如图乙所示,根据共点力的平衡条件有 $ILB_2 = mg \sin \alpha$,解得 $B_2 = \frac{mg \sin \alpha}{IL}$,故 C 正确,D 错误。



典例 8 解析:(1)分析飞机在 30 m 处水平方向的受力知,发动机的推力大小

$$F_1 = \frac{P}{v_1} \quad ①$$

$$\text{安培力大小 } F_2 = ILB \quad ②$$

$$\text{阻力大小 } f = 0.1mg \quad ③$$

$$\text{由牛顿第二定律有 } F_1 + F_2 - f = ma \quad ④$$

$$\text{联立①②③④得 } a = 10 \text{ m/s}^2.$$

(2)飞机在导轨末端刚好达到起飞条件为

$$F = kv = mg \quad ⑤$$

全过程由动能定理得

$$Pt + F_2 x - fx = \frac{1}{2}mv^2 \quad ⑥$$

$$\text{联立⑤⑥得 } t = 3.25 \text{ s}.$$

答案:(1)10 m/s² (2)3.25 s

第 54 课时 磁场对运动电荷的作用

回归教材·双基过关

1. (1)运动电荷 (2)0 qvB (3)垂直 正电荷 洛伦兹力 (4)不做功

2. (1)匀速直线 (2)匀速圆周 $\frac{mv}{qB}$ $\frac{2\pi m}{qB}$ $\frac{\theta}{2\pi}T$

易错易混辨析

(1)× (2)× (3)× (4)√

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 C [当通电导线放置方向与磁场方向平行时,通电导线不受安培力,故 A 错误;静止或运动方向与磁场方向平行的电荷在磁场中不会受到洛伦兹力,故 B 错误;洛伦兹力与运动电荷速度方向始终垂直,对运动电荷一定不做功,但安培力可以对通电导线做功,故 C 正确;洛伦兹力的方向总是垂直于运动电荷速度方向和磁场方向确定的平面,安培力的方向一定垂直于通电直导线,故 D 错误。]

典例 2 AC [由竖直上抛运动的最大高度公式得 $h_1 = \frac{v_0^2}{2g}$,当加上水平方向的匀强电场时,由运动的分解可知,在竖直方向上有 $v_0^2 = 2gh_3$,解得 $h_3 = \frac{v_0^2}{2g}$,所以 $h_1 = h_3$,故 A 正确;洛伦兹力改变速度的方向,当小球在磁场中运动到最高点时,小球应有水平速度,设此时的小球的动能为 E_k ,则由能量守恒定律得 $mgh_2 + E_k = \frac{1}{2}mv_0^2$,又由于 $\frac{1}{2}mv_0^2 = mgh_1$,所以 $h_1 > h_2$,故 D 错误;因小球电性不知,则静电力方向不知,则 h_4 可能大于 h_1 ,也可能小于 h_1 ,故 B 错误,C 正确。]

典例 3 BC [开始运动时小球受到的洛伦兹力小于重力,直杆对小球的弹力方向竖直向上,有 $qvB + F_N = mg$, $F_f = \mu F_N$, $F_0 - F_f = ma$,可知随着 v 增大,直杆对小球的弹力减小,摩擦力减小,小球的加速度 a 增大,当洛伦兹力大小等于重力时,直杆对小球的弹力 F_N 为 0,摩擦力也为 0,此时 $v = \frac{mg}{qB}$, a 达最大值 $\frac{F_0}{m}$,此后随着速度继续增大,洛伦兹力将大于重力,直杆对小球的弹力方向变为竖直向下,有 $qvB = mg + F_N$, $F_f = \mu F_N$, $F_0 - F_f = ma$,可知随着 v 增大,直杆对小球的弹力增大,摩擦力增大,小球的加速度 a 减小,当 $F_f = F_0$ 时,小球的加速度 $a = 0$,此时小球的速度达到最大,为 $v_m = \frac{F_0 + \mu mg}{\mu qB}$,此后小球达到平衡状态,速度不变,故 B、C 正确,A、D 错误。]

考点 2

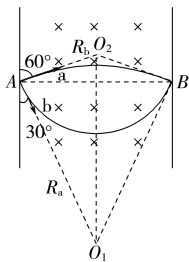
典例 4 A [由于带电粒子在磁场中做匀速圆周运动,则电子在磁场中运动的时间为 $t = \frac{s}{v_0}$,设正方形 $abcd$ 的边长为 l ,则 $s_1 = \pi \cdot \frac{l}{4}$, $s_2 = \pi \cdot \frac{l}{2}$, $s_3 = \frac{\pi}{2} \cdot l$,则有 $t_1 < t_2 = t_3$,故选 A。]

典例 5 BD [由左手定则可得 a 粒子带负电, b 粒子带正电, 故 A 错误; 粒子做匀速圆周运动, 其运动轨迹如图所示, 则 R_a

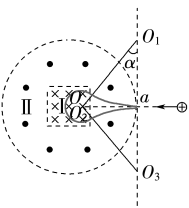
$$= \frac{\frac{1}{2}d}{\sin 30^\circ} = d, R_b = \frac{\frac{1}{2}d}{\sin 60^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{3}d, \text{ 所以}$$

$R_a : R_b = \sqrt{3} : 1$, 故 B 正确; 由几何关系可得, 从 A 运动到 B, a 粒子转过的圆心

角为 60° , b 粒子转过的圆心角为 120° , 则 $t_a = \frac{T_a}{6}, t_b = \frac{T_b}{3}$, 又 $t_a = t_b$, 所以 $T_a : T_b = 2 : 1$, 再根据洛伦兹力提供向心力可得 $Bvq = \frac{mv^2}{R}$, 又粒子的运动周期 $T = \frac{2\pi R}{v}$, 联立得 $T = \frac{2\pi m}{qB}$, 根据 a、b 两粒子电荷量相等可得 $m_a : m_b = T_a : T_b = 2 : 1$, 故 C 错误, D 正确。]



典例 6 AD [粒子运动轨迹如图所示, 由几何关系可知, 在 I 区的轨迹圆心不在 O 点, 故 A 正确; 由洛伦兹力提供向心力 $qvB = m \frac{v^2}{r}$, 可得 $r = \frac{mv}{qB}$, 故在 I 区和 II



区的轨迹半径之比为 $\frac{r_1}{r_2} = \frac{B_2}{B_1} = \frac{1}{4}$, 故 B

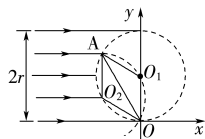
错误; 设粒子在磁场 II 区偏转的圆心角为 α , 由几何关系 $\cos \alpha = \frac{r_2}{r_1 + r_2} = \frac{4}{5}$, 可得 $\alpha = 37^\circ$, 故粒子在 I 区运动的时间为 $t_1 = \frac{360^\circ - 2 \times (90^\circ - 37^\circ)}{360^\circ} T = \frac{254^\circ}{360^\circ} \times \frac{2\pi m}{qB_1}$, 粒子在 II 区运动的时间

为 $t_2 = \frac{2 \times 37^\circ}{360^\circ} T = \frac{74^\circ}{360^\circ} \times \frac{2\pi m}{qB_2}$, 联立可得在 I 区和 II 区的运动

时间之比为 $\frac{t_1}{t_2} = \frac{127}{148}$, 故 D 正确; 粒子在 I 区和 II 区的轨迹长度分别为 $l_1 = \frac{360^\circ - 2 \times (90^\circ - 37^\circ)}{360^\circ} \times 2\pi r_1 = \frac{254^\circ}{360^\circ} \times 2\pi r_1$, $l_2 = \frac{2 \times 37^\circ}{360^\circ} \times 2\pi r_2 = \frac{74^\circ}{360^\circ} \times 2\pi r_2$, 故在 I 区和 II 区的轨迹长度之比

为 $\frac{l_1}{l_2} = \frac{127}{148}$, 故 C 错误。]

典例 7 C [由题可知, 从左侧任选一束电子流 A 经磁场偏转后, 通过坐标原点 O, 如图所示, 由于电子沿水平方向射入磁场, 半径与速度方向垂直, 可知 $AO_2 \parallel$



O_1O , 由几何关系可知, 平行四边形 AO_2OO_1 为菱形, 因此电子在磁场中运动的轨道半径 $R = r$, 又由于 $evB = \frac{mv^2}{R}$, 可得磁

感应强度的大小为 $B = \frac{mv}{er}$, 故选 C。]

考点 3

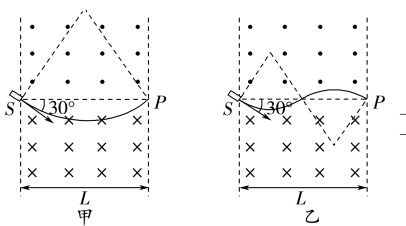
典例 8 C [带电粒子在磁场中做圆周运动, 由洛伦兹力提供向心力有 $qvB = m \frac{v^2}{r}$, $qvB = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$, 得到 $r = \frac{mv}{qB}$, $T = \frac{2\pi r}{v} =$

$\frac{2\pi m}{qB}$, 若粒子带负电, 将做逆时针方向的匀速圆周运动, 粒子回到 OM 直线时, 由圆周运动的对称性, 速度方向必与 OM 成 20° 角, 但由于 $35^\circ > 20^\circ$, 则粒子轨迹与 ON 只可能有一个交点, 故粒子偏转角只可能为 40° , 运动时间 $t = \frac{40^\circ}{360^\circ} T = \frac{2\pi m}{9qB}$, A

正确, C 错误; 若粒子带正电, 将做顺时针方向的匀速圆周运

动, 无论轨迹与 ON 有几个交点, 粒子回到 OM 直线时, 由圆周运动的对称性可知, 速度方向必与 OM 成 20° 角, 粒子偏转角为 $360^\circ - 40^\circ = 320^\circ$, 则粒子运动时间为 $t = \frac{320^\circ}{360^\circ} T = \frac{16\pi m}{9qB}$, B、D 正确。]

典例 9 BC [若离子最后经过下半部分磁场从 P 点射出, 如图甲, 则 $\theta = 60^\circ$, $R = \frac{L}{n_1} (n_1 = 1, 3, 5, \dots)$, 又 $qvB = m \frac{v^2}{R}$, 可得 $v = \frac{qBR}{m} = \frac{kBL}{n_1} (n_1 = 1, 3, 5, \dots)$; 若离子最后经过上半部分磁场从 P 点射出, 如图乙, 则 $\theta = 0^\circ$, $R = \frac{L}{n_2} (n_2 = 2, 4, 6, \dots)$, 又 $qvB = m \frac{v^2}{R}$, 可得 $v = \frac{qBR}{m} = \frac{kBL}{n_2} (n_2 = 2, 4, 6, \dots)$ 。故 B、C 可能, A、D 不可能。]



第 55 课时 “动态圆”思维处理磁场中的临界、极值问题(进阶课)

进阶 1

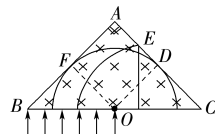
典例 1 AD [粒子在磁场中偏转, 根据

洛伦兹力提供向心力, 有 $qvB = m \frac{v^2}{R}$,

解得粒子在磁场中运动的轨迹半径

$$R = \frac{mv}{qB} = \frac{1 \times 10^{-7} \times 5 \times 10^3}{2 \times 10^{-3} \times 0.25} \text{ m} = 1 \text{ m}, \text{ 作出粒子在磁场中的运}$$

动轨迹如图所示。平移粒子的运动轨迹, 由几何关系可知, 粒子不可能到达 C 点, 且沿 BC 方向从 AC 边界射出时, 射出点距 A 点最近, 设为 E, 则能从 AC 边射出的粒子长度为 $DE = EC - DC = \sqrt{2}R - R = (\sqrt{2} - 1) \text{ m}$, 故 A 正确, B 错误; 由几何关系可知, $\triangle BOF$ 为等腰直角三角形, 在 AB 边界上有粒子射出的长度为 $BF = FO = R = 1 \text{ m}$, 故 C 错误; 磁场中运动时间最长的粒子运动半个圆周, 轨迹与 AB、AC 均相切, 由图可知从底边距 B 点 $l = \frac{BC}{2} - R = (\sqrt{2} - 1) \text{ m}$ 处入射, 故 D 正确。]



典例 2 C [从 BC 边垂直射出的粒子运

动时间为 $3t = \frac{T}{4}$, 解得运动周期 $T =$

$12t$, 根据洛伦兹力提供向心力得 $qvB =$

$$\frac{mv^2}{R}, T = \frac{2\pi R}{v}, \text{ 可知 } T = \frac{2\pi m}{qB}, \text{ 解得 } \frac{q}{m} =$$

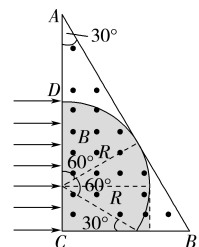
$$\frac{\pi}{6Bt}, \text{ 故 A 错误; 在磁场中运动时间最长}$$

的粒子轨迹如图所示, $4t = \frac{1}{3} T$, 圆心角 $\theta = \frac{1}{3} \times 360^\circ = 120^\circ$,

由几何关系知 $R \sin 30^\circ + \frac{R}{\cos 60^\circ} = L$, 解得 $R = \frac{2}{5} L$, 故 B 错

误; 由 $v = \frac{2\pi R}{T}$, 得 $v = \frac{\pi L}{15t}$, 故 C 正确; 粒子在磁场中扫过的面

积如图中灰色部分所示, 则 $S = R \cdot R \sin 30^\circ + \frac{\pi R^2}{4} = \frac{\pi + 2}{25} L^2$, 故 D 错误。]



进阶 2

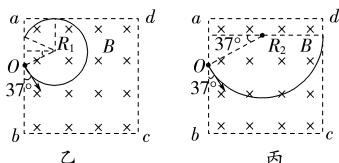
典例 3 解析: (1) 粒子从 ab 边离开磁场时, 在磁场中运动的时间最长, 如图甲所示。

$$\text{有 } qBv_0 = \frac{mv_0^2}{R}, \text{ 又 } T = \frac{2\pi R}{v_0}$$

$$\text{解得 } T = \frac{2\pi m}{Bq}$$

又由几何关系得 $\theta = 74^\circ$, 则粒子在磁场中运动的最长时间 $t = \frac{360^\circ - \theta}{360^\circ} T = \frac{143\pi m}{90qB}$ 。

(2) 当粒子轨迹与 ad 边相切时, 如图乙所示, 设此时初速度为 v_{01} , 轨道半径为 R_1



由几何关系可得 $R_1 + R_1 \sin 37^\circ = 0.4l$

$$\text{又 } qBv_{01} = \frac{mv_{01}^2}{R_1}$$

$$\text{解得 } v_{01} = \frac{qBl}{4m}$$

当粒子运动轨迹与 cd 边相切时, 如图丙所示, 设此时初速度为 v_{02} , 轨道半径为 R_2 , 由几何关系可得 $R_2 + R_2 \cos 37^\circ = l$

$$\text{又 } qBv_{02} = \frac{mv_{02}^2}{R_2}$$

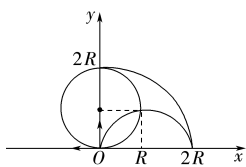
$$\text{解得 } v_{02} = \frac{5qBl}{9m}$$

$$\text{综上可得 } \frac{qBl}{4m} < v_0 \leq \frac{5qBl}{9m}$$

$$\text{答案: (1) } \frac{143\pi m}{90qB} \quad (2) \frac{qBl}{4m} < v_0 \leq \frac{5qBl}{9m}$$

进阶 3

典例 4 D [如图所示, 从 O 点沿 x 轴负方向射入的粒子, 轨迹为圆, 和 x 轴相切于 O 点, 在 x 轴上方, 半径为 R ; 沿 y 轴正方向射入的粒子, 轨迹为半圆, 在 y 轴右侧, 和 x 轴的交点距 O 点为 $2R$; 沿其余方向射入的带电粒子, 轨迹最远点均在以 O 为圆心、半径为 $2R$ 的圆周上; 由以上分析结合定圆旋转法, 可知 D 正确。]

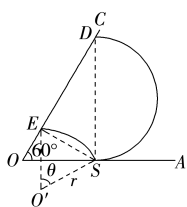


典例 5 BD [由于所有粒子的速度大小都

相同, 故在磁场中运动轨迹半径 $r = \frac{mv}{qB}$

均相同; 由于从 OC 边界射出的粒子在磁场中运动时间最长为半个周期, 可知粒子在磁场中转过的圆弧都不是优弧。转过的弧长越小的粒子, 在磁场中运动时间就越短, 由于可断定粒子都是做逆时针圆周运动, 则初速度沿 OA 方向的粒子运动时间最长, 其在磁场中的运动轨迹是个半圆; 如图所示, 过 S 作 OA 的垂线与 OC 相交于 D 点, 则 SD 为该粒子运动的轨迹直径, 可得轨迹半径为 $r = \frac{1}{2}d \tan 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}d$, 从 OC 射出的粒子

距 O 最远距离为 $d_{OD} = \frac{d}{\cos 60^\circ} = 2d$, 绕 S 点逆时针旋转该粒子运动的轨迹, 由点到直线垂线段最短可知, 轨迹与 OC 相交于 S 在 OC 上的垂足 E 时, 粒子在磁场中运动时间最短, 而 SE



$= d \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}d = r$, 即 $\triangle O'SE$ 为等边三角形, 故运动时间最

短的粒子在磁场中转过的圆心角为 60° , 最短时间为 $t_{\min} = \frac{60^\circ}{360^\circ} T$

$= \frac{T}{6}$, 故 C 错误, D 正确; 由上述分析可知, 粒子的轨迹 $r =$

$\frac{\sqrt{3}}{2}d < d$, 故 O 不可能是粒子的轨迹圆心, 故 A 错误; 由上述分

析可知, S 点到直线 OC 的距离为 $SE = r$, 则粒子的轨迹圆心可以在直线 OC 上, 当粒子的轨迹圆心 O' 落在直线 OC 上时, 粒子垂直于边界 OC 射出, 故 B 正确。]

第 56 课时 带电粒子在组合场中的运动 (进阶课)

进阶 1

典例 1 C [离子在电场中加速有 $qU = \frac{1}{2}mv^2$, 解得 $v =$

$$\sqrt{\frac{2qU}{m}}; \text{ 离子在磁场中偏转有 } qvB = m \frac{v^2}{r}, \text{ 联立解得 } r =$$

$$\frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}, \text{ 变形得 } m = \frac{qr^2 B^2}{2U}, \text{ 同位素的电荷量一样, 其质量之比}$$

$$\text{为 } \frac{m_1}{m_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = 1.08^2, \text{ 故选项 C 正确, 选项 A、B、D 错误。}]$$

典例 2 AD [粒子在静电分析器内沿中心线偏转, 说明粒子带正电荷, 极板 M 比极板 N 的电势高, 选项 A 正确; 由 $qU =$

$$\frac{1}{2}mv^2, qE = \frac{mv^2}{R}, \text{ 可得 } U = \frac{ER}{2}, \text{ 选项 B 错误; 在磁场中, 由牛}$$

$$\text{顿第二定律得 } qvB = m \frac{v^2}{r}, \text{ 即 } r = \frac{mv}{qB}, PQ = 2r = \frac{2mv}{qB} =$$

$$2\sqrt{\frac{ERm}{qB^2}}, \text{ 所以只有比荷相同的粒子才能打在胶片上的同一点, 选项 C 错误, 选项 D 正确。}]$$

典例 3 B [根据 $qU = \frac{1}{2}mv^2$, 仅增大加速电压, 则每加速一次

质子获得的速度变大, 由 $R = \frac{mv}{qB}$, 质子轨道半径变大, 盒的半

径一定, 则加速的次数减小, 在磁场中做圆周运动的圈数减小,

根据质子在磁场中运动的周期 $T = \frac{2\pi m}{qB}$ 不变, 可知质子运动时

间变短, 故 A 错误; 根据 $qv_m B = m \frac{v_m^2}{R}$, 得 $v_m = \frac{qBR}{m}$, 动能 E_k

$$= \frac{1}{2}mv_m^2 = \frac{q^2 B^2 R^2}{2m}, \text{ 仅增大加速电压, 质子获得的最大动能不}$$

变, 故 B 正确; 仅增大磁感应强度, 质子在磁场中运动的周期 T

$$= \frac{2\pi m}{qB} \text{ 变小, 若不改变交流电压频率, 回旋加速器不能正常工作, 故 C、D 错误。}]$$

典例 4 A [离子沿顺时针方向在加速器内循环加速, 在磁场区

域中做圆周运动, 由左手定则可知偏转磁场的方向垂直纸面向

里, A 正确; 第 1 次加速过程, 由动能定理有 $qU = \Delta E_k$, 则第 1

次加速后, 离子的动能增加了 qU , B 错误; 设第 k 次加速后离

子的速度大小为 v , 则对 k 次加速过程, 由动能定理有 $kqU =$

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2, \text{ 解得 } v = \frac{\sqrt{m^2 v_0^2 + 2kqUm}}{m}, \text{ C 错误; 第 } k \text{ 次加}$$

速后, 离子在磁场中做圆周运动, 设第 k 次加速后, 偏转磁场的磁感应强度大小为 B , 则离子在磁场中由洛伦兹力提供向心力

$$\text{有 } qvB = m \frac{v^2}{R}, \text{ 结合 C 项分析可得 } B = \frac{\sqrt{m^2 v_0^2 + 2kqUm}}{qR}, \text{ D 错误。}]$$

进阶 2

典例 5 AC [电子经电场加速后进入

磁场向下偏转,由左手定则知偏转磁

场的方向垂直纸面向里,故 A 正确;

电子加速过程,由动能定理可得 $eU =$

$$\frac{1}{2}mv^2 - 0, \text{ 解得 } v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} = \sqrt{2kU},$$

故 B 错误;如图所示,电子在匀强磁场中做匀速圆周运动,由洛

伦兹力提供向心力可得 $evB = m \frac{v^2}{r}$,由几何关系可得 $\sin \theta =$

$$\frac{d}{r}, \text{ 联立解得半径为 } r = \frac{d}{\sin \theta}, \text{ 磁感应强度的大小为 } B =$$

$$\frac{\sin \theta}{d} \sqrt{\frac{2mU}{e}} = \frac{\sin \theta}{d} \sqrt{\frac{2U}{k}}, \text{ 故 C 正确, D 错误。}]$$

典例 6 AD [根据题图甲粒子在区域 I 的轨迹可知,粒子在区

域 I 内做类平抛运动,且加速度方向沿 y 轴正方向,由平抛运

动规律可知 y 轴方向有 $2L = \frac{1}{2}at_0^2$,由牛顿第二定律有 qE

$$= ma, \text{ 联立解得电场强度大小 } E = \frac{4mL}{qt_0^2}, \text{ 方向沿 y 轴正方向,}$$

A 正确;结合题图乙和对称性可知,粒子在区域 II 内圆周运动

的半径 $R = \frac{10}{3}L$, B 错误;由平抛运动规律可得粒子的初速度

$$v_0 = \frac{3L}{t_0}, \text{ 对粒子在区域 I 中的运动过程由动能定理有 } qE \cdot 2L$$

$$= \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2, \text{ 结合 A 项分析联立解得粒子在区域 II 中的}$$

运动速度 $v = \frac{5L}{t_0}$,由洛伦兹力提供向心力有 $qvB = m \frac{v^2}{R}$,结合

B 项分析联立解得区域 II 内磁感应强度大小 $B = \frac{3m}{2qt_0}$,又由题

图乙可知,粒子进入区域 II 后向下偏转,由左手定则可知,磁

场的方向垂直 Oxy 平面向外, C 错误;结合 C 项分析和题图乙可

知,粒子在区域 II 内圆周运动的圆心在 x 轴上,设其坐标为

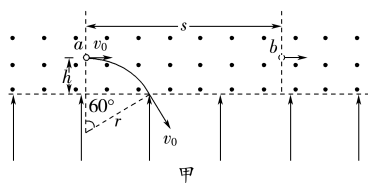
$$(x_0, 0), \text{ 由几何关系有 } (x_0 - 3L)^2 + (2L)^2 = R^2, \text{ 解得 } x_0 =$$

$$\frac{17L}{3}, \text{ 即圆心坐标为 } (-\frac{17L}{3}, 0), \text{ D 正确。}]$$

典例 7 解析: (1) 粒子在磁场中做匀速圆周运动,进入电场时的

速度方向与虚线的夹角为 60° ,作出粒子在磁场中的运动轨迹,

如图甲所示



$$\text{由几何关系有 } r - h = \frac{1}{2}r$$

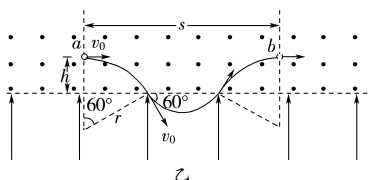
解得粒子在磁场中运动的轨迹半径为 $r = 2h$

对粒子由洛伦兹力提供向心力有

$$qv_0B = m \frac{v_0^2}{r}$$

$$\text{解得磁感应强度的大小为 } B = \frac{mv_0}{2qh}.$$

(2) 作出粒子从 a 点运动到 b 点的轨迹,如图乙所示



粒子在电场中做类斜抛运动,由斜抛运动规律可知,水平方向

$$x_1 = v_0 t_1 \cos 60^\circ$$

$$\text{竖直方向 } 2v_0 \sin 60^\circ = at_1$$

$$\text{由牛顿第二定律有 } qE = ma$$

由第(1)问可知粒子从 a 点开始运动到进入电场水平位移为

$$x_2 = r \sin 60^\circ = \sqrt{3}h$$

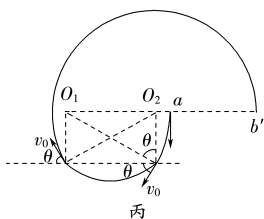
由几何关系可知粒子从离开电场至到达 b 点过程的水平位移

$$\text{也为 } x_2, \text{ 则粒子从 a 点运动到 b 点的水平位移为 } s = x_1 + 2x_2$$

$$\text{联立解得电场强度大小为 } E = \frac{mv_0^2}{2qh}.$$

(3) 根据题意作出竖直向下发射时一个周期内粒子的运动轨

迹,如图丙所示



由几何关系可知一个周期内粒子从磁场进入电场的速度与水

$$\text{平线的夹角余弦值为 } \cos \theta = \frac{h}{r} = \frac{1}{2}$$

$$\text{解得 } \theta = 60^\circ$$

则粒子从 a 点开始运动到进入电场过程粒子的水平位移为

$$s_1 = r - r \sin \theta = (2 - \sqrt{3})h$$

由于粒子从 a 点运动到进入电场过程轨迹所对圆心角为 θ_1

$$= \frac{\pi}{6}$$

$$\text{则该过程粒子的运动时间为 } t_2 = \frac{\theta_1 r}{v_0} = \frac{\pi h}{3v_0}$$

结合第(2)问分析可知该情况一个周期内粒子在电场中的水平

$$\text{位移大小 } x_1 = \sqrt{3}h, \text{ 运动时间为 } t_1 = \frac{\sqrt{3}h}{v_0 \cos 60^\circ} = \frac{2\sqrt{3}h}{v_0}$$

由几何关系可得一个周期内粒子从电场进入磁场到达 b' 的过

程,轨迹所对圆心角为 $\theta_2 = \frac{7\pi}{6}$,该过程的运动时间为

$$t_3 = \frac{\theta_2 r}{v_0} = \frac{7\pi h}{3v_0}$$

$$\text{则粒子的运动周期为 } t = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{(8\pi + 6\sqrt{3})h}{3v_0}$$

由粒子的运动轨迹可知一个周期内粒子的位移为 $s' = r - s_1 =$

$$\sqrt{3}h$$

$$\text{则粒子的漂移速度 } v = \frac{s'}{t} = \frac{3\sqrt{3}}{8\pi + 6\sqrt{3}}v_0.$$

$$\text{答案: (1) } \frac{mv_0}{2qh} \quad (2) \frac{mv_0^2}{2qh} \quad (3) \frac{3\sqrt{3}}{8\pi + 6\sqrt{3}}v_0$$

第 57 课时 带电粒子在叠加场中的运动(进阶课)

进阶 1

典例 1 B [根据题述,质子(${}^1_1\text{H}$)以速度 v_0 自 O 点沿中轴线射入,

恰沿中轴线做匀速直线运动,可知质子所受的静电力和洛

伦兹力平衡,即 $eE = ev_0B$ 。因此满足速度 $v = \frac{E}{B} = v_0$ 的粒子

才能够做匀速直线运动,故 B 正确。]

典例 2 C [带正电的离子受到的洛伦兹力向上,离子向上偏

转,极板 MN 带正电,为发电机正极,故 A 错误;离子受到的洛

伦兹力和静电力相互平衡时,此时令极板间距为 d ,则 $qvB = q \frac{U}{d}$,可得 $U = Bdv$,因此增大间距 U 变大,增大速率 U 变大, U 大小和数密度无关,故 B、D 错误, C 正确。]

典例 3 C [根据左手定则可知正离子向下偏,负离子向上偏,故 N 点电势比 M 点高,故 A 正确;设管道半径为 r ,稳定时,离子受到的洛伦兹力与静电力平衡有 $\frac{U_0}{2r}q = Bqv$,同时有 $Q = Sv = \pi r^2 v$,联立解得 $U_0 = \frac{2BQ}{\pi r}$,故 U_0 正比于流量 Q ;流量 Q 一定时,管道半径越小, U_0 越大,故 B 正确, C 错误;若直径 MN 与磁场方向不垂直,根据 $U_0 = \frac{2BQ}{\pi r}$ 可知此时式中磁感应强度为磁感应强度的一个分量,即此时代入的磁感应强度偏大,故测得的流量 Q 偏小,故 D 正确。]

典例 4 D [根据电路中的电流方向为电极 $1 \rightarrow 3$,则电子的运动方向为电极 $3 \rightarrow 1$,根据左手定则可知电子在洛伦兹力作用下向电极 2 所在一侧偏转,则电极 2 的电势低于电极 4 的电势,故 A 错误;当电子稳定通过样品时,设电子定向移动的速率为 v ,根据 $evB = e \frac{U}{b}$,解得 $U = Bbv$,故 B 错误;设样品每平方米载流子(电子)数为 n ,根据电流的定义式得 $I = \frac{q}{t} = nev b$,由 $U-B$ 关系图线可得 $\frac{U}{B} = \frac{80-0}{290-0} \text{ V/T} = \frac{8}{29} \text{ V/T}$,由洛伦兹力与静电力平衡 $evB = e \frac{U}{b}$,各方程联立,得 $n = \frac{BI}{eU} \approx 3.6 \times 10^{16}$ 个,故 C 错误, D 正确。]

进阶 2

典例 5 解析: (1)由题知,入射速度为 v_0 时,电子沿 x 轴做直线运动,则有 $eE = ev_0 B$

解得 $E = v_0 B$ 。

(2)由于洛伦兹力不做功,则根据动能定理有

$$eEy_1 = \frac{1}{2}m\left(\frac{1}{2}v_0\right)^2 - \frac{1}{2}m\left(\frac{1}{4}v_0\right)^2$$

$$\text{解得 } y_1 = \frac{3mv_0}{32eB}。$$

(3)电子以速度 v 入射时,设电子能到达的最高点位置的纵坐标为 y ,则根据动能定理有

$$eEy = \frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv^2$$

电子在最高点时有 $F_{\text{合}} = ev_m B - eE$

在最低点时有 $F_{\text{合}}' = eE - evB$

由于电子在最高点与在最低点所受的合力大小相等,有 $F_{\text{合}} = F_{\text{合}}'$

$$\text{联立解得 } v_m = 2v_0 - v, y = \frac{2m(v_0 - v)}{eB}$$

要让电子到达纵坐标 $y_2 = \frac{mv_0}{5eB}$ 位置,即 $y \geq y_2$

$$\text{解得 } v \leq \frac{9}{10}v_0$$

则若电子入射速度在 $0 < v < v_0$ 范围内均匀分布,能到达纵坐标

$y_2 = \frac{mv_0}{5eB}$ 位置的电子数 N 占总电子数 N_0 的百分比为 $\eta =$

$$\frac{\frac{9}{10}v_0 - 0}{v_0 - 0} \times 100\% = 90\%。$$

答案: (1) $v_0 B$ (2) $\frac{3mv_0}{32eB}$ (3) 90%

典例 6 BC [由于粒子沿着 MN 做匀速直线运动,粒子所受洛伦兹力垂直于 MN ,粒子所受合力为零,所以粒子所受重力和静电力的合力也垂直于 MN ,故静电力水平向右,粒子带正电。

由力的平衡条件有 $qvB \cos 45^\circ = mg$, $\frac{qE}{mg} = \tan 45^\circ$,解得电场

强度大小为 $E = \frac{mg}{q}$,磁感应强度大小 $B = \frac{\sqrt{2}mg}{qv}$, A 错误, B 正

确;撤去磁场后,粒子所受静电力和重力不变,则其竖直方向上做竖直上抛运动,由于 NP 水平向右,所以粒子从 N 运动到 P

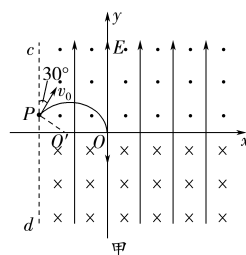
点的过程所用的时间为 $t = \frac{2v \sin 45^\circ}{g}$,又粒子在水平方向上做匀加速直线运动,由位移—时间公式可得 $x_{NP} = vt \cos 45^\circ + \frac{1}{2} \cdot \frac{qE}{m} t^2$,结合 A 项分析联立解得 $x_{NP} = \frac{2v^2}{g}$,所以 N 、 P 两

点的电势差 $U = Ex_{NP} = \frac{2mv^2}{q}$, C 正确;结合 C 项分析可知,当粒子竖直方向的速度减为 0 时,其与 NP 的距离最大,为 $x_m = \frac{(v \sin 45^\circ)^2}{2g} = \frac{v^2}{4g}$, D 错误。]

典例 7 解析: (1)依题意,小球从 P 点运动到坐标原点 O ,速率没有改变,即动能变化量为零,由动能定理可知合力做功为零,静电力与重力等大反向,可得 $qE = mg$

$$\text{解得 } E = \frac{mg}{q}$$

可知小球在洛伦兹力作用下做匀速圆周运动,轨迹如图甲所示



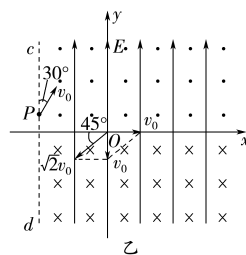
$$\text{根据 } qv_0 B = m \frac{v_0^2}{r}$$

$$\text{解得 } r = \frac{v_0^2}{g}$$

由几何关系,可得 $x_P = r + r \cos 30^\circ$

$$\text{联立解得 } x_P = \frac{(2 + \sqrt{3})v_0^2}{2g}。$$

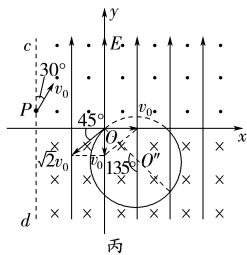
(2)把小球在坐标原点的速度 v_0 分解为沿 x 轴正方向的 v_0 和与 x 轴负方向成 45° 角的 $\sqrt{2}v_0$,如图乙所示



其中沿 x 轴正方向的 v_0 对应的洛伦兹力恰好与小球重力平衡,即 $F_{\text{洛}} = qv_0 B = mg$

小球沿 x 轴正方向做匀速直线运动,与 x 轴负方向成 45° 角的 $\sqrt{2}v_0$ 对应的洛伦兹力提供小球做逆时针匀速圆周运动的向心力,可知小球第一次到达最低点时速度的大小为 $v = v_0 + \sqrt{2}v_0 = (1 + \sqrt{2})v_0$ 。

(3)由第(2)问分析可知小球在撤去电场后做匀速圆周运动的分运动轨迹如图丙所示



$$\text{根据 } q\sqrt{2}v_0B = m \frac{(\sqrt{2}v_0)^2}{R}$$

$$\text{又 } T = \frac{2\pi R}{\sqrt{2}v_0}$$

由几何关系,可得小球从过坐标原点时到第一次到达最低点时圆弧轨迹对应的圆心角为 135° ,则所用时间为 $t = \frac{135^\circ}{360^\circ}T$

$$\text{联立解得 } t = \frac{3\pi v_0}{4g}.$$

$$\text{答案: (1) } \frac{mg}{q} \quad \frac{(2+\sqrt{3})v_0^2}{2g} \quad (2) (1+\sqrt{2})v_0 \quad (3) \frac{3\pi v_0}{4g}$$

第 58 课时 带电粒子在交变电磁场和立体空间中的运动(进阶课)

进阶 1

典例 1 解析:(1)对带电液滴在水平方向和竖直方向的运动由动量定理有 $-qE_1t = 0 - mv_0$, $mg t = mv$

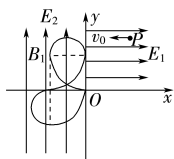
解得 $v = 5 \text{ m/s}$.

(2)带电液滴在第 II、III 象限有 $qE_2 = mg$

则带电液滴在第 II、III 象限中在洛伦兹力作用下做匀速圆周运动,有 $qvB_1 = m \frac{v^2}{r}$, $T = \frac{2\pi r}{v}$

$$\text{当 } B_1 = 2 \text{ T 时, } r_1 = \frac{1}{16} \text{ m, } T_1 = \frac{\pi}{40} \text{ s}$$

$$\text{当 } B_1 = 4 \text{ T 时, } r_2 = \frac{1}{32} \text{ m, } T_2 = \frac{\pi}{80} \text{ s}$$



带电液滴在 $0 \sim 5t_0$ 内运动轨迹如图所示

$$\text{则液滴在 } 0 \sim 5t_0 \text{ 时间内的路程 } s = \frac{3}{2}\pi r_1 + 2\pi r_2$$

$$\text{解得 } s = \frac{5\pi}{32} \text{ m}.$$

$$\text{答案: (1) } 5 \text{ m/s} \quad (2) \frac{5\pi}{32} \text{ m}$$

典例 2 解析:(1)粒子在磁场中做圆周运动的周期 $T = \frac{2\pi r}{v_0} =$

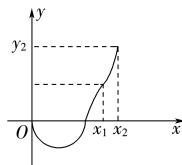
$$\frac{2\pi m}{qB_0} = 2t_0.$$

(2) $0 \sim t_0$ 内,粒子在磁场中做匀速圆周运动,洛伦兹力提供向心力,根据牛顿第二定律有 $qv_0B_0 = m \frac{v_0^2}{r}$

$$\text{解得 } r = \frac{mv_0}{qB_0} = \frac{v_0 t_0}{\pi}$$

由第(1)问可知粒子在磁场中做圆周运动的周期 $T = 2t_0$,则粒子在 $0 \sim t_0$ 内运动了半个周期恰好又回到 x 轴,速度方向沿 y 轴正方向,可得 $x_1 = 2r = \frac{2v_0 t_0}{\pi}$, $y_1 = 0$,即此时粒子位置的坐标为 $(\frac{2v_0 t_0}{\pi}, 0)$.

(3) $0 \sim 2t_0$ 内粒子的运动轨迹如图所示,在 $t_0 \sim 1.5t_0$ 内,粒子受到沿 x 轴正方向的静电力作用,粒子做类平抛运动,粒子沿 x 轴正方向的速度分量做匀加速运动, $a = \frac{qE_0}{m} = \frac{\pi E_0}{t_0 B_0}$



当 $t = 1.5t_0$ 时,粒子具有最大速度,粒子沿 x 轴方向的分速度为 $v_x = a \frac{t_0}{2} = \frac{\pi E_0}{2B_0}$

沿 y 轴方向的分速度为 $v_y = v_0$

$$\text{则 } v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 2v_0$$

$$\text{解得 } \frac{E_0}{B_0} = \frac{2\sqrt{3}v_0}{\pi}.$$

$$\text{答案: (1) } 2t_0 \quad (2) (\frac{2v_0 t_0}{\pi}, 0) \quad (3) \frac{2\sqrt{3}v_0}{\pi}$$

进阶 2

典例 3 BC [根据几何关系粒子在 xOy 平面做圆周运动的半

径 $r_1 = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}d}{\sin 60^\circ} = d$,根据 $qv_0B = m \frac{v_0^2}{r_1}$,可得左侧匀强磁场的磁

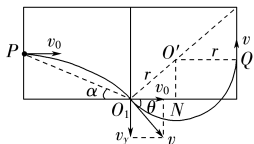
感应强度 $B = \frac{mv_0}{qd}$,故 A 错误;粒子第一次经过 y 轴后在 y 方向向下做匀加速运动,同时在洛伦兹力作用下做圆周运动,因轨迹上离 yOz 平面最远的点恰好落在 xOz 平面上,可知粒子到达 xOz 平面上时恰好做 $\frac{1}{4}$ 个圆周运动,则用时间 $t = \frac{T}{4} =$

$\frac{\pi d}{2v_0}$,竖直方向 $\frac{1}{2}r_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{qE}{m}t^2$,解得 $E = \frac{4mv_0^2}{\pi^2 qd}$,故 B 正确;粒子第 2 次经过 yOz 平面时做半个圆周运动,则所用时间为 $t' = 2t = \frac{\pi d}{v_0}$,则沿 y 轴负方向做匀加速运动,因在 O 点上方和下

方用时间相等,可知位置坐标 $y = -\frac{3}{2}d$,沿 z 轴坐标 $z = 2r_2 = 2r_1 = 2d$,即粒子第 2 次经过 yOz 平面时的位置坐标 $(0, -\frac{3d}{2}, 2d)$,故 C 正确;粒子第 2 次经过 yOz 平面时,沿着

y 轴负方向的速度大小 $v_y = \frac{qE}{m} \cdot 2t = \frac{4v_0}{\pi}$,经过半个周期, x 方向上的速度方向沿着 x 负方向,大小为 v_0 ,根据运动的合成可知粒子第 2 次经过 yOz 平面时的速度大小 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \frac{\sqrt{16 + \pi^2}}{\pi}v_0$,故 D 错误。]

典例 4 解析:(1)粒子在电场区域做类平抛运动,设电场中粒子的加速度为 a ,沿 z 轴正方向看,如图所示



在界面 I、II 间,有 $L = v_0 t, \frac{L}{2} = \frac{1}{2} a t^2$

$$qE = ma$$

$$\text{联立方程解得 } E = \frac{mv_0^2}{qL}.$$

(2) 设粒子到 O_1 点时的速度为 v , 与 x 轴正方向夹角为 θ ,

$$\text{则 } v_y = at = v_0, \tan \theta = \frac{v_y}{v_0} = 1$$

$$\text{即 } \theta = 45^\circ$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{2} v_0$$

在磁场区域, 粒子做匀速圆周运动, 若粒子刚好不从界面 III 飞出, 则运动轨迹与界面 III 相切, 如图所示, 有 $qvB = m \frac{v^2}{r}$

$$\text{又根据几何关系 } r + r \sin 45^\circ = L$$

$$\text{解得 } B = \frac{(\sqrt{2} + 1)mv_0}{qL}.$$

$$\text{答案: (1) } \frac{mv_0^2}{qL} \quad (2) \frac{(\sqrt{2} + 1)mv_0}{qL}$$

第十一章 电磁感应及其应用

第 59 课时 电磁感应现象

楞次定律

回归教材·双基过关

1. (1) BS

2. (1) 磁通量 切割 (2) 电能

3. (1) 阻碍 磁通量 (2) 磁感线 导线运动 感应电流 切割
易错易混辨析

(1) × (2) × (3) × (4) √ (5) ×

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 A [圆环在匀强磁场中向左平移, 穿过圆环的磁通量不发生变化, 金属圆环中不能产生感应电流, 故 A 正确; 圆环在匀强磁场中绕轴转动, 穿过圆环的磁通量发生变化, 金属圆环中能产生感应电流, 故 B 错误; 距离通有恒定电流的长直导线越远, 导线产生的磁感应强度越弱, 圆环在通有恒定电流的长直导线旁向右平移, 穿过圆环的磁通量发生变化, 金属圆环中能产生感应电流, 故 C 错误; 根据条形磁铁的磁场分布特征可知, 圆环向条形磁铁 N 极平移, 穿过圆环的磁通量发生变化, 金属圆环中能产生感应电流, 故 D 错误。]

考点 2

典例 2 C [沿 N 极到 S 极的方向看, 薄片右侧远离磁场, 穿过薄片的磁通量减少, 由于感应电流的磁场阻碍引起感应电流的磁通量的减少, 故感应电流的磁场方向与原磁场方向相同, 结合安培定则可以判定, 右侧涡电流方向为顺时针, 同理判定左侧涡电流方向为逆时针, C 正确。]

典例 3 A [ab 棒顺时针转动, 运用右手定则时, 磁感线穿过手心, 拇指指向顺时针方向, 则导体 ab 上的感应电流方向为 a → b, 故 A 正确; ab 棒向纸外运动, 运用右手定则时, 磁感线穿过手心, 拇指指向纸外, 则 ab 棒上的感应电流方向为 b → a, 故 B

错误; 导体框向右运动, ad 边切割磁感线, 由右手定则可知, 导体 ab 上的感应电流方向为 b → a, 故 C 错误; ab 棒沿导轨向下运动, 由右手定则可知, 导体 ab 上的感应电流方向为 b → a, 故 D 错误。]

考点 3

典例 4 A [根据“来拒去留”的原理, 磁铁靠近线圈时受到斜向上的斥力, 由牛顿第三定律知, 线圈受到斜向下的斥力, 故它受到的支持力 F_N 大于重力 mg , 磁铁远离线圈时受到斜向下的引力作用, 则线圈受到斜向上的引力, 支持力 F_N 小于重力 mg , 故 A 正确, B 错误; 整个过程磁铁对线圈的作用力都有向右的分量, 即线圈有向右运动的趋势, 摩擦力的方向始终向左, C 错误; 由于线圈中的磁通量先变大后变小, 方向不变, 故线圈中电流的前后方向相反, D 错误。]

典例 5 D [根据右手螺旋定则, 通电螺线管的左端为 N 极, 右端为 S 极, 穿过 a 环、b 环、c 环的净磁感线均从右到左, 当滑动变阻器向右滑动时, 接入电路的电阻变大, 电流变小, 磁感应强度变小, 根据楞次定律, a 环将向右摆, 感应电流产生的附加磁场为从右到左, b 环扩张, 感应电流产生的附加磁场为从右到左, c 环收缩, 产生的附加磁场为从右到左, A、B、C 错误; 由于 a 环、b 环、c 环的感应电流产生的附加磁场均从右到左, 因此三个环中的感应电流方向相同, D 正确。]

考点 4

典例 6 BC [若 MN 中通有从 N 流向 M 的电流且电流增大, 根据安培定则可知, 穿过线圈的磁场方向为垂直纸面向里, 且逐渐变大, 根据楞次定律可知, 线圈中感应电流的方向为 A → B → C → D → A, 根据左手定则可知, CD 边受到向左的安培力, AB 边受到向右的安培力, 越靠近导线磁场越强, 则线圈 ABCD 受到的向右的安培力大于向左的安培力, 则线圈 ABCD 会向右运动, 故 A 错误, B 正确; 如果 MN 中通有从 N 流向 M 的恒定电流, 发现线圈中感应出 A → B → C → D → A 流向的电流, 根据楞次定律可知, 穿过线圈的磁通量增加, 当线圈向左运动, 磁通量增加, 故 C 正确; 如果 MN 中通有从 N 流向 M 的恒定电流, 且让线圈向右运动, 则穿过线圈的磁通量减小, 根据楞次定律可知, 线圈有扩张的趋势, 故 D 错误。]

典例 7 BC [MN 向右运动, 说明 MN 受到向右的安培力, 因为 ab 在 MN 处的磁场垂直纸面向里 $\xrightarrow{\text{左手定则}}$ MN 中的感应电流由 M 到 N $\xrightarrow{\text{安培定则}}$ L_1 中感应电流的磁场方向向上 $\xrightarrow{\text{楞次定律}}$ L_2 中磁场向上减弱或向下增强; 若 L_2 中磁场向上减弱 $\xrightarrow{\text{安培定则}}$ PQ 中电流为 Q 到 P 且减小 $\xrightarrow{\text{右手定则}}$ PQ 向右减速运动; 若 L_2 中磁场向下增强 $\xrightarrow{\text{安培定则}}$ PQ 中电流为 P 到 Q 且增大 $\xrightarrow{\text{右手定则}}$ PQ 向左加速运动。故选 BC。]

第 60 课时 法拉第电磁感应定律

涡流 自感

回归教材·双基过关

1. (1) 电磁感应 (2) 改变 闭合

2. (1) 变化率 (2) $n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$

3. (1) Blv (2) $\frac{1}{2} Bl^2 \omega$

4. (1) 自感 自感电动势 (2) $L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ (3) 形状 匝数 铁芯

5. (1) 变化 (2) 磁通量

6. 阻碍 安培力

易错易混辨析

(1)× (2)√ (3)√ (4)√

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 C [在 $0 \sim \frac{T}{4}$ 时间内,磁感应强度 B 增加,根据 $\Phi = BS$ 可知磁通量 Φ 增加,但是图像的斜率减小,即磁感应强度 B 的变化率逐渐减小,根据法拉第电磁感应定律可知 $E = \frac{\Delta B}{\Delta t} S$,感应电动势 E 逐渐减小,选项 A 错误;当 $t = \frac{T}{8}$ 和 $t = \frac{3T}{8}$ 时,因 $B-t$ 图像的斜率大小相等,符号相反,可知感应电动势 E 大小相等,方向相反,选项 B 错误; $t = \frac{T}{4}$ 时,磁感应强度 B 最大,则磁通量 Φ 最大,但是磁感应强度 B 的变化率为零,则感应电动势 E 为零,选项 C 正确; $t = \frac{T}{2}$ 时,磁感应强度 B 为零,则磁通量 Φ 为零,但是磁感应强度 B 的变化率最大,则感应电动势 E 最大,选项 D 错误。]

典例 2 B [结合 $\bar{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$, $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R_{\text{总}}}$ 和 $q = \bar{I} \Delta t$ 可知, $0 \sim T$ 时间内流过回路的电荷量为 $q = \left| \frac{\Delta \Phi}{2R} \right|$, 由 $\Phi = BS$ 可知 $q = \left| 0 - \frac{B_0 L x_0}{2R} \right| = \frac{B_0 L x_0}{2R}$, B 正确。]

考点 2

典例 3 AD [由右手定则和楞次定律可知线框中动生电动势和感生电动势均为逆时针方向,故感应电流沿逆时针方向, A 正确, B 错误;线框匀速进入磁场过程中,设正三角形金属线框边长为 L , 则 $L = \frac{a}{\sin 60^\circ} = \frac{2\sqrt{3}}{3}a$, $t = \frac{T}{2}$ 时刻, $B = k \cdot \frac{T}{2}$, 切割长度 $L' = \frac{L}{2} = \frac{\sqrt{3}}{3}a$, 线框匀速进入磁场的速度 $v = \frac{a}{T}$, 则动生电动势 $E_1 = BL'v = \frac{\sqrt{3}ka^2}{6}$, 此时感生电动势 $E_2 = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \frac{3}{4}S = k \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} \times a \times \frac{2\sqrt{3}}{3}a = \frac{\sqrt{3}}{4}ka^2$, $t = \frac{T}{2}$ 时刻, 流过线框的电流大小为 $I = \frac{E_1 + E_2}{R} = \frac{5\sqrt{3}ka^2}{12R}$, C 错误, D 正确。]

典例 4 A [将圆盘看成由无数根沿半径方向的导体棒组成, 它们均切割磁感线, 从而产生感应电动势, 相当于电源, 且均为并联关系, 根据右手定则, 可知圆盘上感应电流方向从边缘指向圆心, 则流过电阻 R 的电流方向为从 b 到 a , 根据法拉第电磁感应定律得圆盘产生的感应电动势 $E = Br\bar{v}$, 其中 $\bar{v} = \frac{0 + v_m}{2}$, $v_m = \omega r$, 联立解得 $E = \frac{1}{2}Br^2\omega$, 故 A 正确。]

考点 3

典例 5 B [当线圈中通有交变电流时, 感应电炉中产生非均匀变化的磁场, 金属中进而产生交变感应电流, A 错误, B 正确; 若线圈匝数增加, 由于电磁感应, 金属中的感应电流增大, C、D 错误。]

典例 6 D [电磁制动的原理是当导体在通电线圈产生的磁场中运动时, 会产生涡流, 电流流过电阻时会产生热量, 故 A 错误; 如果导体反向转动, 导体在磁场中运动产生的涡流方向相反, 根据左手定则, 所受安培力方向相反, 还是使导体受到阻碍运动的制动力, 故 B 错误; 线圈中电流越大, 产生的磁场越强,

则转盘转动产生的涡流越强, 制动器对导体的制动力越大, 故 C 错误; 线圈中电流一定时, 导体运动的速度越大, 转动产生的涡流越强, 制动力就越大, 故 D 正确。]

典例 7 C [在题图甲中, 断开开关 S_1 瞬间, L_1 与灯 A_1 构成闭合回路, 通过灯 A_1 的电流与通过 L_1 的电流相同, 又因灯 A_1 突然闪亮, 即通过灯 A_1 电流增大, 则可推出, 闭合 S_1 待电路稳定后, 通过 L_1 的电流大于通过灯 A_1 电流, 根据 L_1 与灯 A_1 并联, 所以 L_1 的电阻小于灯 A_1 的电阻, 故选项 A、B 错误; 在题图乙中, 闭合开关 S_2 , 最终灯 A_2 与灯 A_3 亮度相同, 即电流相同, 所以 L_2 与滑动变阻器 R 的电阻相同, 闭合开关 S_2 的瞬间, L_2 中电流小于滑动变阻器 R 中电流, 故选项 C 正确, D 错误。]

典例 8 D [闭合开关时, 自感线圈中电流为零, 其自感电动势等于电源电动势, 故 A 错误; A_2 中电流等于自感线圈中电流, 自感线圈中电流从零开始逐渐增大, 最后趋于稳定, 故 A_2 测得的数据应为题图乙中 b 曲线, 故 B 错误; 断开开关前, 两支路中电流相等, 刚断开开关时, 小灯泡支路中的电流大小无突变, 所以小灯泡不会发生明显闪亮, 而是逐渐熄灭, 故 C 错误; t_1 时刻, 两支路中电压相等, 电流相等, 则电阻相等, 即小灯泡与线圈的电阻相等, 故 D 正确。]

第 61 课时 电磁感应中的电路、

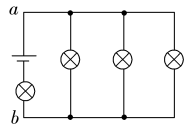
图像问题(进阶课)

进阶 1

典例 1 C [由题图结合楞次定律和安培定则可知, 线圈中产生的感应电流沿逆时针方向, A 错误; 根据法拉第电磁感应定律得线圈中的感应电动势 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 50 \times \frac{0.15 - 0.10}{0.1 - 0} \text{ V} = 25 \text{ V}$, 闭合回路的感应电流为 $I = \frac{E}{R + r} = 0.5 \text{ A}$, 结合 A 项分析知, A、B 之间的电势差为 $U = IR = 24 \text{ V}$, B 错误; 0.1 s 时间内非静电力搬运的电荷量为 $q = It = 0.5 \times 0.1 \text{ C} = 0.05 \text{ C}$, C 正确; 电阻 R 上产生的热功率为 $P = I^2 R = 12 \text{ W}$, D 错误。]

典例 2 AD [根据楞次定律可知, $ABFE$ 回路电流方向为逆时针, $ABCD$ 回路电流方向为顺时针, 故 A 正确; 根据法拉第电磁感应定律可知, 感应电动势为 $E = BLv$, 故 B 错误; 当 $R_1 = R$ 时, 外电路总电阻 $R_{\text{并}} = \frac{R}{2}$, 因此导体棒两端的电压即路端电压应等于 $\frac{1}{3}BLv$, 故 C 错误; 该电路电动势为 $E = BLv$, 电源内阻为 R , 当滑动变阻器接入电路中的阻值为 $R_1 = \frac{R}{2}$ 时, 干路电流为 $I = \frac{3BLv}{4R}$, 滑动变阻器所在支路电流为 $\frac{2}{3}I$, 容易求得滑动变阻器电功率为 $\frac{B^2 L^2 v^2}{8R}$, 故 D 正确。]

典例 3 C [当金属条 ab 进入磁场时, 金属条 ab 相当于电源, 由右手定则可知, 电流从 b 流向 a , 故 a 端电势高于 b 端电势, 等效电路图如图所示, 由等效电路图可知 L



$= r = 0.4 \text{ m}$, $E = \frac{1}{2}BL^2\omega = 1.6 \text{ V}$, $R_{\text{总}} = \frac{R}{3} + R = \frac{4}{3}R = 0.4 \Omega$, $U_{ab} = \frac{E}{R_{\text{总}}} \cdot \frac{R}{3} = 0.4 \text{ V}$, 通过 ab 中的电流 $I = \frac{E}{R_{\text{总}}} = \frac{1.6}{0.4} \text{ A} = 4 \text{ A}$, 设车轮运动周期为 T , 则车轮转一周, 产生感应电动势的时间为 $t = \frac{4 \times 60^\circ}{360^\circ} T = \frac{2}{3} T$, 4 个小灯总功率的平均值 $P = \frac{2}{3} EI = \frac{64}{15} \text{ W}$, 故 A、B、D 正确; 当金属条在磁场运动时, 该金

属条中流经灯泡的电流方向为从车轮边框流向轮轴,当该金属条离开磁场后,电流方向由轮轴流向车轮边框,故C错误。]

进阶2

典例4 B [ad 边的位置坐标 x 在 $0 \sim L$ 的过程,根据楞次定律判断可知线框中感应电流方向沿 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$,为正值。ad 边有效切割长度为 $l = L - x$,感应电动势为 $E = B(L - x)v$,随 x 的增加电动势从开始的最大均匀减小,则感应电流均匀减小,同理, x 在 $L \sim 2L$ 过程,根据楞次定律判断出来感应电流方向沿 $a \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$,为负值,感应电流也是从最大均匀减小,故A错误,B正确;正方形金属线框 $abcd$ 进入磁场时,ad 边为电源,若电源最大电动势 $E = BLv = 4U_0$,则 $U_{bc} = \frac{R}{4R} \cdot 4U_0 = U_0$,线框进入磁场过程中电动势均匀减小,则 U_{bc} 均匀减小,同理,金属框 $abcd$ 穿出磁场时,此时 bc 为电源,开始感应电动势最大,若电源最大电动势 $E = 4U_0$,则 $U_{bc} = \frac{3R}{4R} \cdot 4U_0 = 3U_0$,然后均匀减小,故C、D错误。]

典例5 AD [根据法拉第电磁感应定律可得线圈产生的感应电动势 $E = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} S \right|$,根据楞次定律和安培定则可判断线圈中感应电流的方向,又线圈中感应电流沿 $abca$ 方向为正方向,结合题图乙可得,1~2 s内通过线圈的电流为零,0~1 s、2~3 s、3~5 s内通过线圈的电流大小恒定,且0~1 s、2~3 s内通过线圈的电流方向为正,3~5 s内通过线圈的电流方向为负,且大小之比为1:1:2,可知A正确,B错误;根据安培力 $F = BIL$,结合前面分析可知,1~2 s内 ab 边所受安培力为零,0~1 s、2~3 s、3~4 s通过线圈的电流大小恒定,磁感应强度均匀变化,可得安培力也均匀变化,计算出 $t = 0$ 、 $t = 1$ s、 $t = 2$ s、 $t = 3$ s、 $t = 4$ s时刻 ab 边所受安培力的大小,且根据左手定则可判断出 ab 边所受安培力的方向,可知C错误,D正确。]

典例6 C [由题图乙可知在 $0 \sim 2t_0$ 时间段内产生的感应电动势为 $E = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{B_0 L^2}{t_0}$,根据闭合电路欧姆定律有此时间段的电流大小为 $I = \frac{E}{R} = \frac{B_0 L^2}{t_0 R}$,故A错误;根据安培力公式可知,在 $t = \frac{3}{2}t_0$ 时,金属棒受到的安培力大小 $F_{\text{安}} = \frac{B_0}{2} IL = \frac{B_0^2 L^3}{2t_0 R}$,由题图乙可知在 $t = \frac{3t_0}{2}$ 时,磁场方向垂直纸面向外并逐渐增大,根据楞次定律可知产生顺时针方向的电流,再由左手定则可知金属棒受到的安培力方向竖直向上,故B错误,C正确;在 $t = 2t_0$ 时,释放金属棒,此时电路中感应电流为零,金属棒在重力的作用下向下运动,在 $t = 3t_0$ 时,磁场方向垂直纸面向外,金属棒速度向下,根据右手定则可知金属棒中的感应电流方向向左,故D错误。]

典例7 解析: (1) 0~1 s内导体框中产生的感应电动势为 $E = \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \cdot \frac{1}{2} L^2$
解得 $E = 0.05$ V
根据闭合电路欧姆定律可知通过导体框的电流为 $I = \frac{E}{R}$
解得 $I = 0.1$ A
根据题图乙可知 0.5 s 时的磁感应强度 B_0 满足 $\frac{0.2 \text{ T} - B_0}{0.5 \text{ s}} = \frac{0.2 \text{ T} - 0.1 \text{ T}}{1 \text{ s}}$
解得 $B_0 = 0.15$ T

$t = 0.5$ s 时, ad 边受到的安培力大小为 $F = B_0 IL$

解得 $F = 0.015$ N。

(2) 由于顺时针方向为电流正方向,则由题图丙知 1~2 s 内电流为逆时针方向,大小为 $I_1 = 0.2$ A

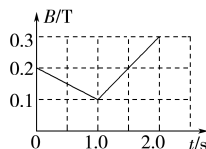
根据闭合电路欧姆定律可知感应电动势 $E_1 = I_1 R$

根据法拉第电磁感应定律得

$$E_1 = \left| \frac{\Delta B_1}{\Delta t_1} \right| \cdot \frac{1}{2} L^2$$

$$\text{解得 } \left| \frac{\Delta B_1}{\Delta t_1} \right| = 0.2 \text{ T/s}$$

根据楞次定律和安培定则可知,导体框中磁感应强度增大,变化率为 0.2 T/s,对应的 $B-t$ 图像如图所示。



(3) **解法一:** 由第(2)问中分析知 2 s 时磁感应强度大小为 $B_2 = 0.3$ T,之后磁场不随时间变化,导体框从初速度 v_0 开始运动,导体框切割磁感线受到的安培力大小为 $F_A = B_2 I_t L =$

$$B_2 \frac{B_2 L v_t}{R} L = \frac{B_2^2 L^2 v_t}{R}$$

导体框速度从 v_0 变化至 v_1 ,规定水平向右为正方向,根据动

$$\text{量定理有 } \sum - \frac{B_2^2 L^2 v_t}{R} \Delta t = m v_1 - m v_0$$

$$\text{结合 } \Delta x = v_t \Delta t, \sum \Delta x = \frac{1}{2} L$$

$$\text{得 } - \frac{B_2^2 L^2}{R} \cdot \frac{1}{2} L = m v_1 - m v_0$$

解得 $v_1 = 0.01$ m/s。

解法二: 还可以通过积累电荷量求解,导体框速度从 v_0 变为 v_1 ,规定水平向右为正方向,根据动量定理得 $\sum - B_2 I_t L \Delta t = m v_1 - m v_0$

$$\text{结合 } \Delta q = I_t \Delta t, \sum \Delta q = q$$

$$\text{得 } - B_2 L q = m v_1 - m v_0$$

$$\text{流过导体框的电荷量为 } q = \bar{I} \Delta t_2 = \frac{\bar{E}}{R} \Delta t_2 = \frac{\frac{|\Delta \Phi|}{\Delta t_2}}{R} \Delta t_2 =$$

$$\frac{|\Delta \Phi|}{R} = \frac{\frac{1}{2} B_2 L^2}{R}$$

解得 $v_1 = 0.01$ m/s。

答案: (1) 0.015 N (2) 见解析图 (3) 0.01 m/s

第62课时 动力学和能量观点在电磁感应中的应用(进阶课)

进阶1

典例1 BD [设线圈水平边的长度为 L ,步骤①中对称重框架与物块整体受力分析可得 $(m+M)g = BIL$,由此可知 I 越大,表明 m 越大,B正确;步骤②中线圈中的电动势 $E = BLv$,由此可知 v 越大, E 越大,C错误;由于两步骤中 B 与 L 不变,则以上各式联立可得 $(m+M)g = I \times \frac{E}{v}$,变形可得 $m = \frac{EI}{vg} - M$,D正确; E 是步骤②中磁场以速率 v 匀速向下运动产生的, I 是步骤①中通的电流,故不能将它们直接代入欧姆定律公式求解线圈电阻,A错误。]

典例2 C [对金属棒,根据牛顿第二定律,有 $mg \sin \alpha - ILB = ma$,根据闭合电路欧姆定律,有 $I = \frac{BLv}{2R}$,由此可知,金属棒

先向下做加速度减小的加速运动,后做匀速直线运动,故 A 错误;释放的瞬间金属棒所受安培力为零,所以加速度大小为 $a = g \sin \alpha$,故 B 错误;当金属棒的加速度为零时,此时速度最大,有 $mg \sin \alpha = I_m LB = \frac{B^2 L^2 v_m}{2R}$,解得 $v_m = \frac{2mgR \sin \alpha}{B^2 L^2}$,故 C 正确;金属棒下滑过程中通过定值电阻 R 的电荷量为 $q = \bar{I} \cdot \Delta t$,又有 $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{2R} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t \cdot 2R} = \frac{BLx}{\Delta t \cdot 2R}$,所以 $q = \frac{BLx}{2R}$,由此可知,下滑相等距离的时间内通过定值电阻 R 的电荷量相等,故 D 错误。]

进阶 2

典例 3 BD [由右手定则可知,金属棒向右切割磁感线时,金属棒中电流方向为 $M \rightarrow P$,即通过定值电阻的电流方向是从 $Q \rightarrow N$,故 A 错误;根据法拉第电磁感应定律有 $\bar{E} = n \frac{-\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{BLd}{\Delta t}$,由闭合电路欧姆定律可知 $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{2R+R} = \frac{\bar{E}}{3R}$,根据公式 $q = \bar{I} \cdot \Delta t$,联立解得 $q = \frac{BLd}{3R}$,故 B 正确;根据动能定理有 $mgh - \mu mgd + W_{\text{安}} = 0$,解得 $W_{\text{安}} = -(mgh - \mu mgd)$,则金属棒克服安培力所做的功为 $mgh - \mu mgd$,故 C 错误;根据功能关系可知 $Q = -W_{\text{安}} = mgh - \mu mgd$,则电阻 R 产生的焦耳热为 $Q_R = \frac{1}{3}Q = \frac{1}{3}mg(h - \mu d)$,故 D 正确。]

典例 4 解析: (1)磁场的磁感应强度按图乙所示规律变化,则回路中电动势 $E = \frac{\Delta B}{\Delta t} L^2 = 2 \text{ V}$

$$\text{电路中的电流 } I = \frac{E}{2R} = 1 \text{ A}$$

当 $t = 0.8 \text{ s}$ 时导体棒所受安培力大小 $F = BIL = 1 \text{ N}$
此时导体棒刚好开始滑动,则导体棒所受的安培力大小刚好等于滑动摩擦力,则有 $F = \mu mg$
解得 $\mu = 0.2$ 。

(2)根据焦耳定律,导体棒 a 中产生的焦耳热 $Q = I^2 R t$
代入数据,解得 $Q = 0.8 \text{ J}$ 。

答案:(1)0.2 (2)0.8 J

第 63 课时 动量观点在电磁感应中的应用(进阶课)

进阶 1

典例 1 B [

导体棒	从 ab 运动到 cd (磁场变化前)	$\left\{ \begin{array}{l} \text{动量定理: } -B\bar{I}_1 L t_1 = mv_1 - mv_0 \\ \text{闭合电路欧姆定律: } \bar{I}_1 = \frac{\bar{E}_1}{3R} \\ \text{法拉第电磁感应定律: } \bar{E}_1 = \frac{BL^2}{t_1} \end{array} \right.$	$x_{\text{总}} = x + L$ $x_{\text{总}} = 10L$, B 正确
	在 cd 处 (磁场变化过程)	$\left\{ \begin{array}{l} -B\bar{I}_2 L t_2 = mv_2 - mv_1 \\ \bar{I}_2 = \frac{\bar{E}_2}{3R} \\ \bar{E}_2 = \frac{2BL^2}{t_2} \end{array} \right.$	
	从 cd (磁场变化后) 到静止	$\left\{ \begin{array}{l} -B\bar{I}_3 L t_3 = 0 - mv_2 \\ \bar{I}_3 = \frac{\bar{E}_3}{3R} \\ \bar{E}_3 = \frac{BLx}{t_3} \end{array} \right.$	

典例 2 C [对炮弹受力分析,根据牛顿第二定律有 $BIL = ma$,结合 $I = \frac{U}{R}$, $C = \frac{Q}{U}$,由于电容器放电过程中,极板所带电量 Q 在减小,可知极板间电压、通过炮弹的电流以及炮弹所受安培

力都在减小,则可知炮弹的加速度也在减小,故 A 错误;炮弹在导轨上运动过程,由于电容器有电压存在,通过炮弹的平均电流并不是 $\frac{BL\bar{v}}{R}$,即 $\frac{BL\bar{v}}{R} t \neq q$,则可知 $x \neq \frac{qR}{BL}$,故 B 错误;对炮弹,以向右方向为正,根据动量定理有 $\bar{F}t = mv$,其中平均安培力 $\bar{F} = B\bar{I}L$,结合 $q = \bar{I} \cdot t$,可得 $v = \frac{B\bar{I}Lt}{m} = \frac{BLq}{m}$,故 C 正确;刚充电结束时,电容器电荷量为 $Q = CE$,导轨达到最大速度时,电容器电荷量 $Q' = Q - q$,此时电容器电压 $U = \frac{Q'}{C}$,此时导轨产生的感应电动势等于 U ,故 $BLv = U$,联立以上几式可得 $\frac{CE - q}{C} = BLv$,可解得 $E = v(BL + \frac{m}{BLC})$,故炮弹的最大速度与电容器电容大小并不成正比,故 D 错误。故选 C。]

典例 3 解析: (1)金属框在区域 I 内做匀速直线运动,则其受力平衡,由受力分析可知其所受安培力 $F_{\text{安}} = mg \tan \alpha$
对金属框在区域 I 内的运动,由法拉第电磁感应定律有 $E = BLv \cos \alpha$

$$\text{由闭合电路欧姆定律有 } I = \frac{E}{R}$$

$$\text{由安培力公式有 } F_{\text{安}} = BIL$$

$$\text{联立解得 } v = \frac{mgR \sin \alpha}{B^2 L^2 \cos^2 \alpha}$$

对金属框由静止释放到刚进入区域 I 的过程,由动能定理有 $mgs \sin \alpha = \frac{1}{2}mv^2 - 0$

$$\text{解得 } s = \frac{m^2 g R^2 \sin \alpha}{2B^4 L^4 \cos^4 \alpha}$$

(2)金属框在区域 II 中达到平衡状态时,由平衡条件有 $(B_{pq} - B_{ef})LI' = mg \sin \alpha$

$$\text{其中 } B_{pq} = k_1 t + k_2(x + L) \text{ (T)}, B_{ef} = k_1 t + k_2 x \text{ (T)}$$

金属框在区域 II 中运动产生的电动势,可以视为一个感生电动势和一个动生电动势的叠加,其中感生电动势 $E_1 = \frac{L^2 \Delta B}{\Delta t} = k_1 L^2$

$$\text{动生电动势 } E_2 = B_{pq}Lv' - B_{ef}Lv' = k_2 L^2 v'$$

$$\text{又 } I' = \frac{E_1 + E_2}{R}$$

联立解得金属框达到平衡状态时的速度大小 $v' = 0$

设从 0 时刻到金属框刚达到平衡状态的过程运动时间为 t_0 ,由动量定理有 $-k_2 L^2 \bar{I}' t_0 + mgt_0 \sin \alpha = 0 - mv_0$

$$\text{又 } \bar{I}' = \frac{E_1 + \bar{E}_2}{R}, \bar{E}_2 = k_2 L^2 \bar{v}', \bar{v}' t_0 = d$$

$$\text{联立解得 } d = \frac{mRv_0}{k_2^2 L^4}$$

$$\text{答案: (1) } \frac{mgR \sin \alpha}{B^2 L^2 \cos^2 \alpha} \quad \frac{m^2 g R^2 \sin \alpha}{2B^4 L^4 \cos^4 \alpha} \quad (2) \frac{mRv_0}{k_2^2 L^4}$$

进阶 2

典例 4 AC [导体棒 ab 以初速度 v_0 向右滑动,切割磁感线产生感应电动势,使整个回路中产生感应电流,判断可知导体棒 ab 受到与 v_0 方向相反的安培力的作用而做变减速运动,导体棒 cd 受到与 v_0 方向相同的安培力的作用而做变加速运动,它们之间的速度差 $\Delta v = v_1 - v_2$ 逐渐减小,整个系统产生的感应电动势逐渐减小,回路中感应电流逐渐减小,最后变为零,即最终导体棒 ab 和导体棒 cd 的速度相同, $v_1 = v_2$,这时两相同的光滑导体棒 ab 、 cd 组成的系统在足够长的平行金属导轨上运动,水平方向上不受外力作用,由动量守恒定律有 $mv_0 = mv_1 + mv_2$,解得 $v_1 = v_2 = \frac{v_0}{2}$,选项 A、C 正确, B、D 错误。]

典例 5 AC [弹簧伸展过程中,回路磁通量向上增加,根据楞次定律和右手螺旋定则可知,回路中产生顺时针方向的电流,A 正确;分析可知,双杆—弹簧系统动量守恒,设 MN、PQ 的速度大小分别为 v_1 、 v_2 ,MN 的质量为 m ,则 PQ 的质量为 $2m$,有 $0 = mv_1 - 2mv_2$,当 PQ 速率为 v 时,MN 速率为 $2v$,回路中电流 $I = \frac{2B \cdot d \cdot 2v + B \cdot 2d \cdot v}{3R} = \frac{2Bdv}{R}$,MN 所受安培力大小为 $F = 2BId = \frac{4B^2 d^2 v}{R}$,B 错误;由双杆—弹簧系统动量守恒,有 $0 = mv_1 - 2mv_2$,则有 $0 = mx_1 - 2mx_2$,则 MN、PQ 路程之比为 2:1,C 正确;最后弹簧处于原长状态,即整个过程 MN 向左运动 $\frac{2L}{3}$,PQ 向右运动 $\frac{L}{3}$,则通过 MN 的电荷量 $q = \frac{\Delta\Phi}{3R} = \frac{2B \cdot d \cdot \frac{2}{3}L + B \cdot 2d \cdot \frac{1}{3}L}{3R} = \frac{2BLd}{3R}$,D 错误。]

典例 6 解析:(1)分离后 a 切割磁感线有 $E = BLv$

则通过 a 的电流 $I = \frac{E}{R}$

解得 $I = 500 \text{ A}$ 。

(2)由于超级电容器经调控系统为电路提供 $I_0 = 1\,000 \text{ A}$ 的恒定电流,则当 a 与 b 的初始间距为 1.25 m 时,a 与 b 碰撞前瞬间根据动能定理有 $BI_0 L x_{ab} = \frac{1}{2} m_a v_a^2$

a 与 b 碰撞时根据动量守恒定律和能量守恒定律有

$$m_a v_a = (m_a + m_b) v_{\#}$$

$$\frac{1}{2} m_a v_a^2 = \frac{1}{2} (m_a + m_b) v_{\#}^2 + E_p$$

a 与 b 整体从碰撞后到 NN' 的过程中根据动能定理有

$$BI_0 L (x_{MN} - x_{ab}) = \frac{1}{2} (m_a + m_b) v_{\#1}^2 - \frac{1}{2} (m_a + m_b) v_{\#}^2$$

a 与 b 分离时根据动量守恒定律和能量守恒定律有

$$(m_a + m_b) v_{\#1} = m_a v_{a1} + m_b v_{b1}$$

$$\frac{1}{2} (m_a + m_b) v_{\#1}^2 + E_p = \frac{1}{2} m_a v_{a1}^2 + \frac{1}{2} m_b v_{b1}^2$$

联立解得 $v_{b1} = 25 \text{ m/s}$,此为 b 能够获得的最大速度

由于 a 和 ab 组合体均做匀变速直线运动,分别有 $x_{ab} = \frac{v_a}{2} t_1$,

$$x_{MN} - x_{ab} = \frac{v_{\#} + v_{\#1}}{2} t_2$$

则电容器流出的电荷量有 $\Delta q = I_0 (t_1 + t_2)$

a 运动过程中电容器的电压减小量 $\Delta U = \frac{\Delta q}{C} = 40 \text{ V}$ 。

答案:(1)500 A (2)25 m/s 是 40 V

第 64 课时 实验十五:探究影响感应电流方向的因素

实验探究·创新突破

类型 1

典例 1 解析:(1)由题图可知,电表指针左偏,则感应电流从“—”极流入,感应电流在线圈内产生的磁场方向向下,根据楞次定律可知,与条形磁体在线圈位置产生的磁场方向相同,可知穿过线圈的磁通量减小,根据楞次定律可知,此时磁铁的运动状态是向上拔出。

(2)磁铁静止,向上移动线圈,则产生的感应电流不一定增加,指针偏角不一定会增加,选项 A 错误;增大第(1)问中磁铁的速度,产生的感应电动势会增加,指针偏角会增大,选项 B 正确;减小灵敏电流表的量程,即将导线从接线柱 G_1 移到 G_0 ,

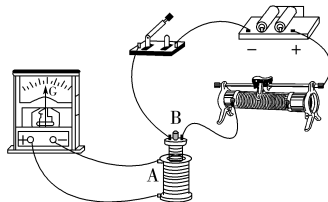
可使电流计指针偏角变大,选项 C 正确;将一个未与电路相接的闭合线圈套在线圈外,线圈中的感应电流不变,电流计指针偏角不变,选项 D 错误。

答案:(1)向上拔出 (2)BC

典例 2 解析:(1)进行上述实验的目的是检验电流表指针偏转方向与电流方向的关系,故 D 正确。

(2)观察到电流表指针向右偏转,说明螺线管中的电流方向(从上往下看)是沿顺时针方向,根据右手螺旋定则和楞次定律可知磁体下端的磁极为 S 极。

(3)根据实验原理连接实物图如图所示。



(4)在闭合开关瞬间,发现灵敏电流表的指针向右偏了一下,可知 B 线圈中电流增大时,灵敏电流表的指针向右偏转,若要使灵敏电流表的指针向左偏转,需减小 B 线圈中的电流,则滑动变阻器的滑片应向右滑动。

答案:(1)D (2)顺时针 S (3)见解析图 (4)右

类型 2

典例 3 解析:(1)导体沿竖直方向运动,运动方向与磁场平行,故不切割磁感线,不会产生感应电流,指针不发生偏转。

(2)比较实验①和②(或③和④)可知:在导体切割磁感线运动方向一定时,改变磁场方向,感应电流的方向发生改变;比较实验①和④(或②和③)可知:在导体切割磁感线运动方向和磁场方向同时改变,感应电流的方向不变。

(3)导体 AB 水平向左(或向右)缓慢运动时,灵敏电流计的指针偏转角度较小;导体 AB 水平向左(或向右)快速运动时,灵敏电流计的指针偏转角度较大,这说明电路中的电流变大,所以可以看出感应电流的大小与导体的运动快慢有关。

答案:(1)不偏转 (2)①和②(或③和④) ①和④(或②和③)

(3)导体的运动快慢

典例 4 解析:(1)螺旋测微器固定刻度为 5.5 mm,可动刻度为 $0.01 \text{ mm} \times 16.6 = 0.166 \text{ mm}$,所以最终读数为 $5.5 \text{ mm} + 0.166 \text{ mm} = 5.666 \text{ mm}$ 。

(2)在挡光片每次经过光电门的过程中,磁铁与螺线管之间相对位置的改变量都一样,穿过螺线管的磁通量的变化量 $\Delta\Phi$ 都相同。

(3)根据 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$,因 $\Delta\Phi$ 不变, E 与 $\frac{1}{\Delta t}$ 成正比,横坐标为 $\frac{1}{\Delta t}$ 。

(4)在误差允许的范围内,感应电动势与磁通量变化率成正比(或者在磁通量变化量相同的情况下,感应电动势与时间成反比)。

(5) $E - \frac{1}{\Delta t}$ 图像斜率为 $n \cdot \Delta\Phi$,匝数 n 加倍后,图像的斜率加倍。

答案:(1)5.666(5.665~5.667 均可) (2)穿过螺线管的磁通量的变化量 (3) $\frac{1}{\Delta t}$ (4)见解析 (5)加倍

第十二章 交变电流 电磁波 传感器

第 65 课时 交变电流的产生及描述

回归教材·双基过关

1. (1)垂直 (2)最大 发生改变 最大 不改变 (3)两
(4) $N\omega BS \sin \omega t$

2. (1) 时间 $\frac{2\pi}{\omega}$ 次数 赫兹(Hz) $\frac{1}{f}$

(2) $N\omega BS$ 相同 热量 $\frac{I_m}{\sqrt{2}} \frac{U_m}{\sqrt{2}} \frac{E_m}{\sqrt{2}} N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \frac{\bar{E}}{R+r}$

易错易混辨析

(1) × (2) √ (3) × (4) √

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 AB $[t=0$ 时, 线框中能切割磁感线的边只有 af 边, 由右手定则可知 af 边的电流方向为 f 到 a , 则线框中的电流方向为 $abcdefa$, A 正确; $t=0$ 时, af 边的速度方向与磁场方向垂直, 且 af 边的速度大小为 $v=\omega l$, 感应电动势的大小为 $E=Blv$, 解得 $E=Bl^2\omega$, B 正确; 线框的转动周期为 $T=\frac{2\pi}{\omega}$, 则 $t=\frac{\pi}{\omega}$ 时, 线框转动了 180° , 此时线框中能切割磁感线的边仍只有 af 边, 且 af 边的速度方向与磁场方向垂直, 所以线框中产生的感应电动势的大小仍为 $Bl^2\omega$, C 错误; $t=0$ 时, 穿过 $bcde$ 面的磁通量为 $\Phi_1=-Bl^2$, $t=\frac{\pi}{\omega}$ 时, 磁场从 $bcde$ 面的另一面穿过, 磁通量为 $\Phi_2=Bl^2$, 由法拉第电磁感应定律得 $\bar{E}=\frac{\Phi_2-\Phi_1}{t}$, 由以上整理得 $\bar{E}=\frac{2Bl^2\omega}{\pi}$, D 错误。]

典例 2 C $[$ 根据题意可知, 该交流电的频率为 $f=\frac{\omega}{2\pi}=50$ Hz,

故 A 错误; 线圈转到题图所示位置时, 磁场与线圈平面平行, 磁通量最小, 磁通量变化率最大, 感应电动势最大, 故 B 错误; 根据题意, 由右手定则可知, 线圈转到题图所示位置时, 电流由 $B \rightarrow A$, 由左手定则可知, AB 边受到的安培力方向向上, 故 C 正确; 根据题意, 由公式 $E_m=NBS\omega$ 可知, 仅线圈转速加倍, 电动势的最大值变为原来的 2 倍, 为 20 V, 故 D 错误。]

典例 3 A $[$ 由题图可知 $t=0$ 时刻线圈均在中性面位置, 穿过线圈的磁通量最大, A 错误; 由题图可知 $T_a:T_b=2:3$, 又因转速 $n=\frac{1}{T}$, 故 $n_a:n_b=3:2$, B 正确; 由题图可知交变电流 a

的电动势最大值为 10 V, $\omega_a=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{0.4}$ rad/s $=5\pi$ rad/s, 所以交变电流 a 的电动势瞬时值表达式为 $e=10\sin 5\pi t$ (V), C 正确; 交变电流的电动势最大值为 $E_m=NBS\omega$, 故 $E_{ma}:E_{mb}=3:2$, 则 $E_{mb}=\frac{2}{3}E_{ma}=\frac{20}{3}$ V, D 正确。]

考点 2

典例 4 D $[$ 根据题意可知, 该装置产生的交流电的周期为 $T=\frac{2L}{v}$, 由于导体棒间距均为 $2L$, 则每个周期内均为单棒切割磁

感线, 以导体棒刚进入区域 II 时为计时起点, 则 $0 \sim \frac{L}{v}$ 时间内该装置产生电动势为 $E_{II}=\frac{BLv}{2}$, $\frac{L}{v} \sim \frac{2L}{v}$ 时间内该装置产生电动势为 $E_I=BLv$, 设导体棒电阻为 R , 该装置产生电动势的有效值 E 满足 $\frac{E^2}{R} \cdot \frac{2L}{v} = \frac{E_I^2}{R} \cdot \frac{L}{v} + \frac{E_{II}^2}{R} \cdot \frac{L}{v}$, 解得 $E=\frac{\sqrt{10}BLv}{4}$, D 正确。]

典例 5 B $[$ 将电阻 R 接到有效值为 I_0 的正弦式交流电源上, 一个周期内产生的热量 $Q_1=I_0^2RT$, 当接到如题图所示的电

源上时, 则一周期内产生的热量 $Q_2=\left(\frac{I_0}{\sqrt{2}}\right)^2 R \cdot \frac{T}{2} + I_0^2 R \cdot$

$\frac{T}{2} = \frac{3}{4} I_0^2 RT$, 则 $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{4}{3}$, 故选 B。]

考点 3

典例 6 BC $[V$ 的示数应是交流电压的有效值, 即为 220 V, 选项 A、D 错误; 交流电压的有效值恰好等于灯泡的额定电压, 灯泡正常发光, 选项 B 正确; 交流电压的峰值 $U_m=220\sqrt{2}$ V ≈ 311 V, 小于电容器的耐压值, 故电容器不可能被击穿, 选项 C 正确。]

典例 7 解析: (1) 线圈的面积 $S=L_1L_2$

根据法拉第电磁感应定律可得线圈的最大感应电动势 $E_m=NBS\omega$

则从线圈经过中性面开始, 线圈转过 60° 时的瞬时电动势 $e=E_m \sin 60^\circ$

联立并代入数据解得 $e=100\sqrt{3}$ V。

(2) 根据闭合电路欧姆定律可知电路中的最大电流 $I_m=\frac{E_m}{R+r}$

电路中电流的有效值为 $I=\frac{I_m}{\sqrt{2}}$

电阻 R 的发热功率为 $P=I^2R$

联立并代入数据解得 $P=180$ W。

(3) 线圈从题图所示位置转动四分之一周期的过程中, 穿过线圈的磁通量变化了 $\Delta\Phi=BL_1L_2$, 根据法拉第电磁感应定律可

知线圈的平均感应电动势为 $\bar{E}=N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

平均感应电流 $\bar{I}=\frac{\bar{E}}{R+r}$

通过电阻 R 的电荷量 $q=\bar{I} \times \Delta t$

联立并代入数据解得 $q=5 \times 10^{-3}$ C。

答案: (1) $100\sqrt{3}$ V (2) 180 W (3) 5×10^{-3} C

第 66 课时 变压器 电能的输送

回归教材·双基过关

1. (1) 电源 负载 (2) 互感 (3) $\frac{n_1}{n_2} P_{\text{出}} \frac{n_2}{n_1}$

2. (2) 低电压 并联 小电流 串联

3. (2) $\frac{P}{U}$ (3) IR (4) I^2R $\left(\frac{P}{U}\right)^2 R$

(5) 横截面积 小 输电电压

易错易混辨析

(1) √ (2) × (3) √ (4) ×

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 C $[$ 副线圈输出电压的有效值为 $U_2=\frac{11\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$ V $=11$ V,

由理想变压器原、副线圈的电压与匝数的关系得 $\frac{n_1}{n_2}=\frac{U_1}{U_2}=\frac{220 \text{ V}}{11 \text{ V}}=\frac{20}{1}$, C 正确。]

典例 2 C $[$ 设原线圈中电流为 I_1 , 副线圈中电流为 I_2 , 由于定值电阻 R_1 、 R_2 阻值之比为 $1:2$, R_1 、 R_2 消耗的功率之比为 $8:1$,

则 $\frac{I_1^2 R_1}{I_2^2 R_2}=\frac{8}{1}$, 则 $\frac{I_1}{I_2}=\frac{4}{1}$, 因此 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{1}{4}$, 故选 C。]

典例 3 AC $[$ 由理想变压器的工作原理可知 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$, $\frac{U_1}{U_3}=\frac{n_1}{n_3}$,

代入数据得 $\frac{n_1}{n_2}=\frac{5}{1}$, $\frac{n_1}{n_3}=\frac{5}{1}$, A 正确, B 错误; 理想变压器的输

入功率等于输出功率,则 $P_1 = P_2 + P_3 = 10.5 \text{ kW}$, C 正确;变压器输出交变电压,两副线圈输出电压的最大值不是 220 V , D 错误。]

典例 4 C [由原线圈交流电瞬时值表达式可知,交变电流的频率 $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = 50 \text{ Hz}$, A 项错误;由理想变压器变压规律 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 可知,输出电压 $U_2 = 50 \text{ V}$,由理想二极管单向导电性可知,交变电流每个周期只有一半时间有电流通过 R_2 ,由交变电流的热效应可知, $\frac{U_2^2}{R_2} \cdot \frac{T}{2} = \frac{U^2}{R_2} \cdot T$,解得 $U = \frac{\sqrt{2}}{2} U_2 = 25\sqrt{2} \text{ V}$,由欧姆定律可知,通过 R_2 的电流为 $\sqrt{2} \text{ A}$, B 项错误, C 项正确;电阻 R_2 的功率 $P_2 = UI = 50 \text{ W}$,而电阻 R_1 的功率 $P_1 = \frac{U_2^2}{R_1} = 100 \text{ W}$,由理想变压器输入功率等于输出功率可知,变压器的输入功率 $P = P_1 + P_2 = 150 \text{ W}$, D 项错误。]

考点 2

典例 5 D [由于用户端用电器均是并联连接,当用户使用的用电器增加时,并联的用电器增多,则用户总电阻减小,故 A 错误;若变压器视为理想变压器,则变压器原、副线圈两端电压之比等于原、副线圈匝数之比,即 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$,由于原、副线圈匝数不变,即 $\frac{U_1}{U_2}$ 比值不变,故 B 错误;当用户使用的用电器数量增加时,副线圈总电阻减小,副线圈电流增大,原线圈电流也增大,则 R_1 分压增大,变压器输入电压 U_1 减小,所以 U_2 减小,而变压器后侧的输电线的总电阻上的电压增大,所以用电器两端电压 U_R 减小,故 D 正确, C 错误。]

典例 6 A [电源电压恒为 U_0 ,所以电压表 V_1 示数不变,故 A 正确;根据变压器原、副线圈电压与匝数的关系 $\frac{U_0}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$,在滑片 P 从 a 向 b 滑动过程中, n_2 增大, U_0 、 n_1 不变,则 U_2 增大,即电压表 V_2 的示数增大,故 B 错误;根据欧姆定律 $U_2 = I_2 R$, U_2 增大,则 I_2 增大,即电流表 A_2 示数增大,故 C 错误;根据原、副线圈电流与匝数的关系 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$,知 I_1 增大,即电流表 A_1 示数增大,故 D 错误。]

考点 3

典例 7 BD [直流输电电流由公式 $I = \frac{P}{U}$ 计算得 $I = \frac{8.0 \times 10^9 \text{ W}}{1.6 \times 10^6 \text{ V}} = 5000 \text{ A}$,故 A 错误;导线允许的最大功率损耗为 5% 的输送功率, $P_{\text{损}} = 0.05 \times 8.0 \times 10^9 \text{ W} = 4 \times 10^8 \text{ W}$,由 $P_{\text{损}} = I^2 R$ 得导线总阻值上限 $R = \frac{P_{\text{损}}}{I^2} = \frac{4 \times 10^8}{(5000)^2} \Omega = 16 \Omega$,故 B 正确;家用交流电表达式为 $220\sqrt{2} \sin(100\pi t) \text{ V}$,其最大值为 $220\sqrt{2} \text{ V}$,频率为 $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50 \text{ Hz}$,故 C 错误;变压器原线圈电压 $U_1 = 1.0 \times 10^4 \text{ V}$,副线圈电压 $U_2 = 220 \text{ V}$,匝数比 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{10000}{220} = \frac{500}{11}$,由电流比与匝数比成反比可知 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{11}{500}$,故 D 正确。]

典例 8 B [根据原、副线圈的电压与匝数关系,可得 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$,代入数据解得 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{25}$, A 错误; R 造成的电压损失 $\Delta U = I_2 R$,

又 $I_2 = \frac{P}{U_2} = \frac{1000 \text{ kW}}{10 \text{ kV}} = 100 \text{ A}$,联立得 $\Delta U = 500 \text{ V}$, B 正确;变压器原线圈中的电流 $I_1 = \frac{P}{U_1} = \frac{1000 \text{ kW}}{400 \text{ V}} = 2500 \text{ A}$, C 错误;变压器原、副线圈中的电流频率一定相同, D 错误。]

第 67 课时 电磁振荡与电磁波 相对论

回归教材·双基过关

- (1)周期性 (2)振荡电流 LC (3)充电 电流 i 磁感应强度 B (4)电场 磁场 磁场 电场 周期性 (5) $2\pi \sqrt{LC}$
- (1)电场 磁场 (2)介质 3×10^8 小 λf
- (1)开放 高频振荡 (2)频率 振幅 (3)调制
- (1)可见光
- (1)相同 相同 (2) $\frac{\Delta \tau}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$ $l_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$

易错易混辨析

- (1)× (2)√ (3)√ (4)√ (5)× (6)√

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 D [根据磁感线的方向,由右手螺旋定则可以判断,回路中电流方向是逆时针,再根据电容器极板上带电的性质可以判断电容器在放电, A 错误;电容器在放电,所以电流在增大,磁场能在增大,自感电动势正在阻碍电流的增大, B、C 错误, D 正确。]

典例 2 B [由振荡频率公式 $f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$ 可知,要使频率提高到原来的 2 倍,则可以减小电容使之变为原来的 $\frac{1}{4}$,或减小电感使之变为原来的 $\frac{1}{4}$,故 B 正确, A、C、D 错误。]

典例 3 BC [题图 a 对应电场能最大的时刻,由上极板带正电,即充电时电流沿顺时针方向,对应题图甲中的 T 时刻, A 错误;题图 b 对应电场能最大的时刻,由下极板带正电,此后的 $\frac{T}{4}$ 内电容器放电,电流沿顺时针方向, B 正确;题图 c 对应磁场能最大的时刻,此后磁场能转化为电场能,电流方向为逆时针方向,题图甲中的 $\frac{T}{4}$ 时刻电流为逆时针方向, C 正确;题图 d 对应磁场能最大的时刻,此后磁场能转化为电场能,电流方向为顺时针方向,此后电容 C 的下极板将充上负电荷, D 错误。]

考点 2

典例 4 C [根据麦克斯韦电磁场理论可知,均匀变化的电场产生稳定的磁场,非均匀变化的电场产生变化的磁场,同样,均匀变化的磁场产生稳定的电场,非均匀变化的磁场产生变化的电场,故 A 错误;光是一种电磁波,在真空中光速为 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$,在介质中的传播速度小于 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$,故 B 错误;麦克斯韦预言了电磁波的存在,赫兹通过实验验证了电磁波的存在,赫兹观测到了电磁波的反射、折射、干涉和衍射现象,故 C 正确, D 错误。]

典例 5 B [音频电流的频率比较低,需放大后搭载到高频电磁波上,故 A 正确;为了使振荡电路能有效地向空间辐射能量,必须是开放电路,故 B 错误;当接收电路的固有频率与接收到的电磁波的频率相同时,接收电路产生的振荡电流最强,故 C 正确;解调就是从调频或调幅的高频信号中把音频、视频等调制信号分离出来的过程,要使电视机的屏幕上有图像,必须要有解调过程,故 D 正确。]

典例 6 AC [控制电视、空调的遥控器使用的是红外线,故 A 正确;银行和商店用来鉴别大额钞票真假的验钞机使用的是紫外线,不是 X 射线,故 B 错误;手机通话使用的是无线电波,故 C 正确;机场、车站用来检查旅客行李包的透视仪使用的是 X 射线,不是紫外线,故 D 错误。]

考点 3

典例 7 AD [一枚静止时长 30 m 的火箭以 0.5c 的速度飞行,根据相对论时空观得,火箭上的人测得火箭的长度为 30 m,故

A 正确;根据 $l = l_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$ 得,地面上的观察者测得火箭的长度 $l \approx 26$ m,故 B 错误;根据时间延缓效应,运动的钟比静止的钟走得慢,而且运动速度越大,钟走得越慢,同时运动是相对的,火箭相对于地面上的人是运动的,地面上的人相对于火箭也是运动的,所以若 $v = 0.5c$,火箭上的观察者认为地面上的时钟走得慢,地面上的观察者认为火箭上的时钟走得慢,故 C 错误,D 正确。]

第 68 课时 实验十六:探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系

实验探究·创新突破

类型 1

典例 1 解析:(1)“探究变压器电压与线圈匝数的关系”的实验,需要学生电源来提供低压交流电,交流电压表来测量电压,同时还需要可拆变压器和导线,故选 B、E、G。

(2)实验时,为了人身安全,原线圈两端只能使用低压交流电源,所用电压不超过 12 V,故 A 正确;实验通电时,用手接触裸露的导线、接线柱等检查电路,这样无形之中,将人体并联进电路中,导致所测数据不准确,且存在人身安全隐患,故 B 错误;使用多用电表测电压时,先用最高量程挡试测,再选用恰当的挡位进行测量,故 C 错误。

答案:(1)BEG (2)A

典例 2 解析:(1)因为理想变压器的输入功率等于输出功率,采用的是降压变压器,根据 $P = UI$ 可知,副线圈中的电流大,为了减小输电线上功率的损失,副线圈电阻要小,由公式 $R = \rho \frac{l}{S}$ 知,引线要粗,故 a、d 端接 6 V。

(2)根据变压器工作原理知 $\frac{U_a}{U_b} = \frac{n_a}{n_b}$,若理想变压器接 6 V 的线圈匝数是 300 匝,则接 220 V 的线圈匝数是 11 000 匝。

(3)理想变压器可忽略变压器的损耗,但是一些小型的变压器不能忽略这些损耗,所以变压器副线圈两端的电压要小于理论值,结合题表中的数据可知接电源的应该是匝数多的线圈,所以接电源的是 n_b 。

答案:(1)6 V (2)11 000 (3) n_b

类型 2

典例 3 解析:(1)根据理想变压器变压规律得 $\frac{U}{n} = \frac{U_1}{n_1}$, $\frac{U}{n} = \frac{U_2}{n_2}$

解得 $n_1 = 560$, $n_2 = 280$ 。

(2)初级线圈所接交流电压的有效值

$$U_1 = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 220 \text{ V}$$

根据理想变压器变压规律得 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$

解得 $U_2 = 110 \text{ V}$ 。

(3)由于变压器工作时会有能量损失,导致副线圈电压实际值比理论值小,故实验中测得的原、副线圈的电压比大于原、副线圈的匝数比。

(4)变压器的铁芯漏磁,会造成副线圈电压实际值比理论值小,故 A 正确;原线圈所加电压小不是导致实验误差的主要原因,故 B 错误;变压器的铁芯产生涡流,会造成副线圈电压实际值比理论值小,故 C 正确。故选 AC。

答案:(1)280 (2)110 (3)大于 (4)AC

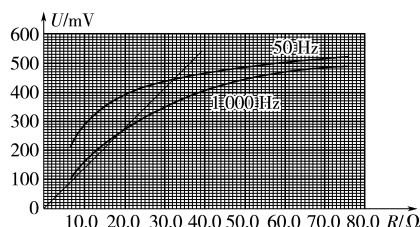
典例 4 解析:(1)滑动变阻器 R_p 是分压式接法,闭合 S_1 ,滑片 P 向右滑动后,线圈 L_1 两端的电压增大,用多用电表交流电压挡测量线圈 L_1 两端的电压与滑动前相比,电表的示数变大。

(2)保持 S_2 断开状态,调整 E 输出的交流电频率为 50 Hz,多用电表交流电压挡测得线圈 L_1 两端的电压为 $U_1 = 2\,500 \text{ mV}$ 。

由 $u-t$ 图像可得,线圈 L_2 两端的电压为 $U_2 = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{280}{\sqrt{2}} \text{ mV}$,则

$$\text{线圈 } L_1 \text{ 两端与 } L_2 \text{ 两端的电压比值为 } \frac{U_1}{U_2} = \frac{2\,500}{\frac{280}{\sqrt{2}}} \approx 12.6。$$

(3)由题图 3 可知,当频率为 1 000 Hz 时, $R_0 = 20 \, \Omega$ 对应的电压为 270 mV;当频率为 50 Hz 时,要保证 R_0 两端电压不变,即通过 R_0 的电流不变,可以在题图 3 上作出电流为 13.5 mA 的图线,如图所示,该图线与 50 Hz 的 $U-R$ 图线的交点横坐标为 32.0 Ω ,即为 R_0 与其串联电阻的总阻值,故串联电阻的阻值为 12.0 Ω 。



答案:(1)变大 (2)12.6 (3)270 12.0

第 69 课时 实验十七:利用传感器制作简单的自动控制装置

实验探究·创新突破

典例 1 解析:(1)要使得 cd 两端电压 U_0 在实验中基本不变,则滑动变阻器应该选择阻值较小的 A。

$$(2) \text{由电路可知 } R_1 = \frac{U_0 - U_1}{\frac{U_1}{R_1}} = \frac{(2.50 - 1.40) \times 200}{1.40} \, \Omega \approx 157 \, \Omega。$$

(3)题中滑片 P 位置保持不变,则电阻箱 R_1 与热敏电阻 R_t 两端电压之和保持不变,先让 S_2 接 a,此时电压表读数为 U ,然后接 b,读出电阻箱 R_1 的读数和电压表读数 U' ,当温度改变时,调整 R_1 ,使得 R_1 两端的电压表 U' 保持不变,因此可得 $\frac{R_1}{R_t} = \frac{U - U'}{U'}$,整理得 $R_t = \left(\frac{U}{U'} - 1\right) R_1$,可得热敏电阻 R_t 的值。

答案:(1)A (2)157 (3)见解析

典例 2 解析:(1)使用多用电表时,通过多用电表的电流流向遵循“红进黑出”,使用多用电表的电阻挡时,当黑表笔与 M 端接触、红表笔与 N 端接触时,若有电流,则二极管中电流方向为 $M \rightarrow N$,而由题图 2 可知此时多用电表指针位于 a 位置,即此时二极管电阻无穷大,由二极管的单向导电性可知,此时二极管所接电压为反向电压,则 M 端为二极管的负极。

(2)①由于要求闭合开关后电压表和电流表的读数从 0 开始,则滑动变阻器应采用分压式接法, L_1 、 L_2 的另一端应接 A 接线柱, L_3 的另一端应接 C(或 D)接线柱。

② $I-U$ 图像上某点与坐标原点连线的斜率的倒数表示光敏电阻的阻值,由题图 4 可知,光照增强时,光敏电阻的阻值减小,即光敏电阻的阻值随其表面受到光照的增强而减小。

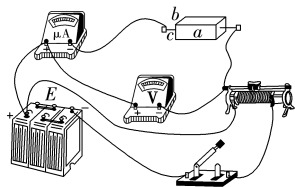
(3)三极管未导通时, R_G 与 R_1 串联。随着光照增强, R_G 电阻减小,此时三极管仍未导通,说明 R_1 分压小,故需要增大 R_1 。

答案:(1)负极 (2)①A A C(或D)

②减小 (3)增大

典例 3 解析:(1)由多用电表欧姆挡的读数规则和题图 1 可知水泥块样品的粗测电阻为 $R_{\text{粗}}=8\text{ k}\Omega$ 。

(2)由于 $R_{\text{粗}} > \sqrt{R_A R_V}$,则由“大内小外”可知电流表应采用内接法,电压表测水泥块样品和电流表两端的总电压,又实验中要求滑动变阻器采用分压接法,故导线的连接如图所示。



(3)由电阻定律有 $R=\frac{\rho a}{bc}$,可得 $\rho=\frac{bcR}{a}$ 。

(5)由于报警器在两端电压大于或等于 3 V 时启动, R_1 上压力大于或等于 F_0 时报警器启动,又由题图 3 可知, F 越大 ρ 越小,结合第(3)问分析可知 F 越大水泥块的电阻越小,由题图 4 和串联分压规律可知 F 越大水泥块两端的电压越小,滑动变阻器两端的电压越大,故报警器应并联在滑动变阻器 R_2 两端。

(6)若电源 E 使用时间过长,电动势变小,则当 R_1 上压力等于 F_0 时,滑动变阻器两端的电压小于 3 V ,为了使滑动变阻器两端的电压等于 3 V ,则滑动变阻器 R_2 应分得更多的电压,水泥块 R_1 应分得更少的电压,由串联分压规律可知水泥块 R_1 的电阻应更小,结合第(5)问分析可知水泥块 R_1 上的压力应更大,故 F_1 大于 F_0 。

答案:(1)8 000 (2)见解析图 (3) $\frac{bcR}{a}$ (5) R_2 (6)大于

第十三章 光

第 70 课时 光的折射 全反射

回归教材·双基过关

1. (1)同一平面 法线 正 (3)可逆

2. (1)光学性质 (2) $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ (3) $\frac{c}{v}$ 大于 1

3. (1)消失 反射 光密 光疏 大于 90° $\frac{1}{n}$ 小 (2)全反射

4. (1)由红到紫 (2)不同 小 小 大 大

易错易混辨析

(1)× (2)√ (3)√ (4)× (5)√

考点深研·题型突破

考点 1

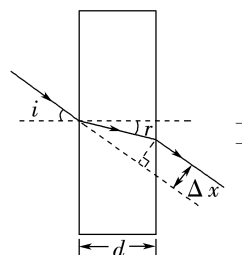
典例 1 BC [设光从空气斜射入玻璃砖时入射角为 i ,折射角为 r ,画出玻璃砖中的光路如图所示,根据折射定律有 $n=\frac{\sin i}{\sin r}$,

由几何关系可知光在玻璃砖中的传播路径长度为 $s=\frac{d}{\cos r}$,出

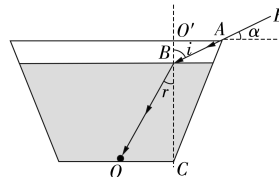
射光线相对入射光线的侧移量为 $\Delta x=s\sin(i-r)=\frac{d\sin(i-r)}{\cos r}=d(\sin i-\cos i \tan r)$,保持入射角 i 不变,当换

用折射率较大的玻璃砖时,由折射定律可知折射角 r 减小, $\tan r$ 减小,若厚度 d 相同,可知侧移量 Δx 变大,A 错误,B 正

确;结合 A、B 项分析可得厚度 $d=\frac{\Delta x}{\sin i-\cos i \tan r}$,保持入射角 i 不变,当换用折射率较大的玻璃砖时, $\tan r$ 减小,若侧移量 Δx 相同,则玻璃砖厚度 d 变小,C 正确,D 错误。



典例 2 解析:(1)根据题意,画出光路图,如图所示



由几何关系可得 $\sin i=\frac{4}{5}$, $O'B=H-h=3\text{ cm}$

则有 $O'A=4\text{ cm}$, $AB=5\text{ cm}$

则 $\sin r=\frac{OC}{OB}=\frac{R-O'A}{\sqrt{h^2+(R-O'A)^2}}=\frac{3}{5}$

由折射定律可得该液体的折射率为 $n=\frac{\sin i}{\sin r}=\frac{4}{3}$ 。

(2)根据题意,设人眼处在 E 点,由图可知,光在空气中传播的距离为 $s_1=BE=10\text{ cm}$

光在液体中的传播距离为 $s_2=OB=\sqrt{h^2+(R-O'A)^2}=15\text{ cm}$

光在液体中的传播速度为 $v=\frac{c}{n}=\frac{3c}{4}$

则光从底部质点反射至人眼全过程的时间 $t=\frac{s_1}{c}+\frac{s_2}{v}=\frac{0.1}{3\times 10^8}\text{ s}+\frac{0.15}{2.25\times 10^8}\text{ s}=1\times 10^{-9}\text{ s}$ 。

答案:(1) $\frac{4}{3}$ (2) $1\times 10^{-9}\text{ s}$

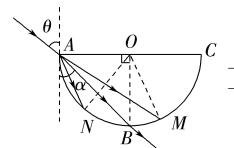
考点 2

典例 3 D [根据几何关系可知,折射角 $\alpha=45^\circ$,又光线是从光疏介质射入光密介质的,因此入射角大于折射角,即入射角

$\theta>45^\circ$,A 错误;根据折射定律得 $n=\frac{\sin \theta}{\sin \alpha}=\sqrt{2}\sin \theta<\sqrt{2}$,B 错

误;由于 $n<\sqrt{2}$,根据全反射临界角公式可知 $\sin C=\frac{1}{n}>\frac{\sqrt{2}}{2}$,

解得 $C>45^\circ$,增大入射角,设该单色光在弧 BC 上的入射点为 M ,如图所示,则在等腰三角形 $\triangle AOM$ 中, $\angle OMA=\angle OAM<45^\circ$,所以一定不能发生全反射,C 错误;同理,减小入射角,设该单色光在弧 AB 上的入射点为 N ,如图所示,则在等腰三角形 $\triangle AON$ 中, $\angle ONA=\angle OAN>45^\circ$,所以可能发生全反射,D 正确。



典例 4 解析:(1)设光在三棱镜中的折射角为 α ,则根据折射定

律有 $n=\frac{\sin \theta}{\sin \alpha}$

回归教材·双基过关

1. (1)加强 削弱 明暗 (2)频率 相同 (3)白色亮 彩色
2. 相当 还小
3. (1)横波 (2)一切方向 特定 横 (3)相干性 平行度

易错易混辨析

- (1)√ (2)√ (3)× (4)×

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 C [根据题意,由题图可知,相邻两亮条纹(暗条纹)间距为 $\Delta x = \frac{a}{4}$,故 A、B 错误;由公式 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$ 可得,双缝之间的距离为 $d = \frac{\lambda l}{\Delta x} = \frac{4\lambda l}{a}$,故 C 正确,D 错误。故选 C。]

典例 2 AD [根据光的反射对称性可知光源 S 与平面镜中的虚像距离为 $d = 2a$,如图所示,根据条纹间距公式可知 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda = \frac{l}{2a}\lambda$,故 A 正确,B 错误;若将整套装置完全浸入折射率为 n 的蔗糖溶液中,光的频率不变,根据 $\lambda f = c, v = \lambda_1 f = \frac{c}{n}$,其中 c 为在真空中的光速,则 $\lambda_1 = \frac{\lambda}{n}$,故 C 错误;若将整套装置完全浸入某种透明溶液中,光屏上相邻两条亮条纹的中心间距为 Δx ,根据条纹间距公式有 $\Delta x = \frac{l}{2a}\lambda_2$,可得 $\lambda_2 = \frac{2a\Delta x}{l}$,结合 C 选项的分析可知 $\lambda_2 = \frac{2a\Delta x}{l} = \frac{\lambda}{n}$,所以 $n = \frac{l}{2a\Delta x}\lambda$,故 D 正确。]

典例 3 C [单色平行光垂直照射平板玻璃,上玻璃下表面和下玻璃上表面的反射光在上玻璃上表面发生干涉,形成干涉条纹,光的路程差为两块玻璃距离的两倍,根据光的干涉知识可知,同一条干涉条纹位置处光的路程差相等,即滚珠 a 与滚珠 b 的直径相等,即滚珠 b 合格,不同的干涉条纹位置处光的路程差不同,则滚珠 a 的直径与滚珠 c 的不相等,即滚珠 c 不合格, C 正确。]

考点 2

典例 4 B [雨后彩虹是阳光在雨滴中发生折射、反射和色散形成的,属于光的色散现象,故 A 不符合题意;通过狭缝观察日光灯出现彩色条纹,是光绕过狭缝边缘产生的衍射现象,故 B 符合题意;肥皂膜彩色条纹是光在薄膜前后表面反射后发生干涉形成的,属于薄膜干涉,故 C 不符合题意;水中气泡明亮是由于光从水进入气泡时发生全反射,使得更多光线进入人眼,故 D 不符合题意。故选 B。]

典例 5 A [甲图样和乙图样的条纹都是平行等距的,则是干涉条纹,则甲和乙对应的 P 是双缝,根据 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$ 可知,甲图样的条纹间距较小,则甲对应的双缝间距较大,选项 A 正确,B 错误;丙图样和丁图样的条纹是平行不等距的,应为衍射条纹,则丙和丁对应的 P 是单缝,因丙图样的衍射现象较丁更明显,可知丙对应的单缝的宽度较窄,选项 C、D 错误。]

典例 6 D [立体影院的特殊眼镜是利用了光的偏振,其镜片为偏振片,用立体影院的特殊眼镜去观看手机液晶屏幕,左镜片明亮,右镜片暗,说明左镜片偏振片方向与光的偏振方向相同,右镜片偏振片方向与光的偏振方向垂直,可知将手机屏幕旋转 90 度后左镜片变暗,右镜片变亮。故选 D。]

典例 7 解析:(1)自然光不是偏振光,但自然光通过偏振片后变为偏振光,故 A 的作用是把自然光转换成偏振光。

根据几何关系可得 $\alpha = 30^\circ$

代入数据解得 $\sin \theta = 0.75$ 。

(2)作出单色光线第一次到达半圆弧 AMB 恰好发生全反射的光路图如图,则由几何关系可知 FE 上从 P 点到 E 点以 θ 角入射的单色光线第一次到达半圆弧 AMB 都可以发生全反射,根据全反射临界角公式有 $\sin C = \frac{1}{n}$ 。

设 P 点到 FG 的距离为 l ,则根据几何关系有 $l = R \sin C$

$$\text{又 } x_{PE} = \frac{R-l}{\cos 30^\circ}$$

$$\text{联立解得 } x_{PE} = \frac{2\sqrt{3}}{9}R$$

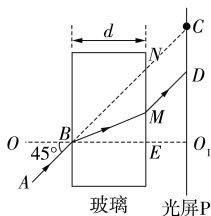
故光线在 EF 上的入射点 D 到 E 点的距离范围为 $(0, \frac{2\sqrt{3}}{9}R]$ 。

答案:(1)0.75 (2) $(0, \frac{2\sqrt{3}}{9}R]$

考点 3

典例 5 AB [雨后太阳光入射到水滴中发生折射时,不同颜色光折射率不同,偏折程度不同而形成彩虹,即发生色散而形成彩虹,故 A 正确;第一次折射时,入射角相同,a 光的折射角较小,根据 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ 可知,a 光的折射率较大,根据 $\sin C = \frac{1}{n}$ 可知,水滴对 a 光的临界角小于对 b 光的临界角,故 B 正确;因为 a 光的折射率较大,所以 a 光频率较大,波长较短,故 C 错误;a 光的折射率较大,根据 $v = \frac{c}{n}$ 可知,在水滴中,a 光的传播速度小于 b 光的传播速度,故 D 错误。]

典例 6 解析:(1)光通过玻璃砖折射后的出射光线与入射光线平行,过 D 点作 $DM \parallel CN$,完成光路图如图所示



由几何关系可得 $NE = BE = d, ME = NE - MN = NE - CD = \frac{d}{2}, BM = \sqrt{BE^2 + ME^2} = \frac{\sqrt{5}}{2}d$

$$\text{所以 } \sin \angle MBE = \frac{ME}{BM} = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$\text{根据折射定律可得 } n = \frac{\sin \angle ABO}{\sin \angle MBE} = \frac{\sqrt{10}}{2}。$$

$$(2) \text{没有玻璃时,从左界面到右界面所需时间为 } t_1 = \frac{BN}{c} = \frac{\sqrt{2}d}{c}$$

$$\text{放上玻璃时,从左界面到右界面所需时间为 } t_2 = \frac{BM}{v}, v = \frac{c}{n} = \frac{\sqrt{10}}{5}c$$

$$\text{解得 } t_2 = \frac{5\sqrt{2}d}{4c}$$

$$\text{所以 } \Delta t = t_2 - t_1 = \frac{\sqrt{2}d}{4c}。$$

答案:(1) $\frac{\sqrt{10}}{2}$ (2) $\frac{\sqrt{2}d}{4c}$

(2)偏振现象证明光是一种横波。

(3)偏振片只能让一定偏振方向的光通过,没有样品时,要使到达O处的光最强,偏振片A、B的透振方向应相同;当放入样品时,由于样品的“旋光度”是 α ,即偏振方向不再与B的透振方向平行,到达O处光的强度会减弱,A正确,B错误;偏振片B转过的角度等于 α ,并使偏振片B的透振方向与偏振光的偏振方向平行时,光到达O处的强度将再次最大,C正确;同理,D正确。

答案:(1)把自然光转换成偏振光 (2)横波 (3)ACD

第72课时 实验十八:测量玻璃的折射率 实验十九:用双缝干涉实验测量光的波长

(一)

实验探究·创新突破

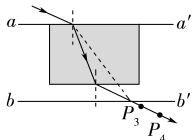
类型1

典例1 解析:(1)确定 P_3 大头针的位置的方法是插上大头针 P_3 ,使 P_3 挡住 P_1 、 P_2 的像,确定 P_4 大头针的位置的方法是插上大头针 P_4 ,使 P_4 挡住 P_3 和 P_1 、 P_2 的像,故A、B正确;根据“两点确定一条直线”知,大头针间的距离太小,引起的作图误差会较大,故 P_3 、 P_4 之间的距离适当大些,可以提高准确度,故C正确;入射角 θ_1 即 P_1 和 P_2 的连线与法线的夹角尽量大些,即 P_1 、 P_2 的连线与玻璃砖界面的夹角适当小些,折射角也会大些,折射现象较明显,测量角度的相对误差会减小,故D错误;本实验中采用挡像法进行测量,对于半圆形玻璃砖同样可以确定入射光线和折射光线,故可以确定折射率,故E正确。

(2)玻璃的折射率

$$n = \frac{\sin \angle AOB}{\sin \angle COD} = \frac{\frac{AB}{AO}}{\frac{CD}{CO}} = \frac{AB}{CD} = \frac{7.5}{5} = 1.5.$$

(3)如图所示:



实线为作出的实际光路图,虚线为以 aa' 、 bb' 为界面、以大头针留的痕迹作为出射光线画的实验光路图,比较实际光路图的折射角与实验光路图的折射角关系可知,折射角测量值偏大,则测得的折射率偏小。

答案:(1)ABCE (2)1.5 (3)小于

类型2

典例2 解析:(1)当激光从D点入射到O点在AB面下方光屏上恰好消失时,此时光线在AB面发生全反射,故是光的全反射现象。故选C。

(2)根据前面分析可知此时入射角等于临界角,即 $\angle DOE = C$,

$$\text{故可得 } \sin C = \frac{DE}{OD} = \frac{DE}{OB} = \frac{5}{8}, \text{ 根据 } \sin C = \frac{1}{n}$$

可得玻璃砖的折射率 $n=1.6$ 。

答案:(1)C (2)1.6

(二)

实验探究·创新突破

类型1

典例3 解析:(1)若想增加从目镜中观察到的条纹个数,则应使条纹的宽度减小,根据 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 可知,可以增大双缝间距离或者减小双缝到屏的距离,故B正确,A、C、D错误。

(2)①由题图可知,在B位置时游标卡尺的读数为 $15 \text{ mm} + 6 \times 0.1 \text{ mm} = 15.6 \text{ mm}$,A、B之间有6条亮条纹(或暗纹),故相邻两条纹间距为 $\Delta x = \frac{x_2 - x_1}{6} = \frac{15.6 - 11.1}{6} \text{ mm} = 0.75 \text{ mm}$ 。

②该单色光的波长 $\lambda = \frac{d}{L}\Delta x = \frac{0.4 \times 10^{-3}}{0.5} \times 0.75 \times 10^{-3} \text{ m} = 6 \times 10^{-7} \text{ m} = 600 \text{ nm}$ 。

(3)如果测量头中的分划板中心刻线与干涉条纹不在同一方向上,则会导致测得的 Δx 偏大,从而导致 λ 偏大。

答案:(1)B (2)①15.6 0.75 ②600

(3)大于

类型2

典例4 解析:(1)根据平面镜成像原理,经镜面反射的光线可认为是从S的像 S' 发出的,故 S' 相当于双缝干涉中的另一个“缝”。

(2) $h \ll D$,所以射到平面镜上P点的光的入射角接近 90° ,故直接射到光屏上P点的光和经平面镜反射的光相位相差 π ,故接触点P处是暗条纹。

(3)每两条相邻亮条纹中心的间距 $\Delta x = \frac{22.78}{9} \text{ mm} \approx 2.53 \text{ mm}$,根据双缝干涉条纹间距公式有 $\Delta x = \frac{D}{2h}\lambda$,可得该单色光的波长 $\lambda = \frac{2h \cdot \Delta x}{D} = \frac{2 \times 0.15 \times 10^{-3} \times 2.53 \times 10^{-3}}{1.2} \text{ m} \approx 6.33 \times 10^{-7} \text{ m}$ 。

答案:(1)S经平面镜成的像 S' (2)暗条纹 (3) 6.33×10^{-7}

第十四章 热学

第73课时 分子动理论 内能 固体 液体

回归教材·双基过关

- (1) 10^{-10} (2) 6.02×10^{23}
- (1)快 (2)无规则 液体 无规则 明显 剧烈 (3)无规则 剧烈
- (1)斥力 引力
- (1)热平衡 (2) $t + 273.15 \text{ K}$
- (1)热运动 总和 (2)相对位置 分子间距离 体积 (3)动能 分子势能 温度 体积 做功 传热
- 规则 异性 同性 规则
- (1)引力 (2)最小 (3)垂直
- (1)流动 异

易错易混辨析

- (1)√ (2)√ (3)× (4)× (5)√ (6)×

考点深研·题型突破

考点1

典例1 C [因气体分子间存在着很大的空隙,则 $\frac{V}{V_0} > N_A$,故A错误; ρV_0 不是气体的摩尔质量 M ,则 $N_A \neq \frac{\rho V_0}{m}$,故B错误;气体的摩尔质量 M 除以每个分子的质量 m 等于 N_A ,故C正确;D中 ρV_0 不是每个分子的质量,则 $N_A \neq \frac{M}{\rho V_0}$,故D错误。]

典例2 A [a 克拉钻石物质的量(摩尔数)为 $n = \frac{0.2a}{M}$,所含分子数为 $N = nN_A = \frac{0.2aN_A}{M}$,选项A正确,B错误;钻石的摩尔

考点 1

典例 1 解析: (1) 在题图甲中, 以高为 h 的液柱为研究对象, 由二力平衡知 $p_A S + \rho g h S = p_0 S$

所以 $p_A = p_0 - \rho g h$

在题图乙中, 以 B 液面为研究对象, 由平衡方程 $F_{\uparrow} = F_{\downarrow}$ 得 $p_A S + \rho g h S = p_0 S$, 得 $p_B = p_A = p_0 - \rho g h$,

在题图丙中, 仍以 B 液面为研究对象, 有 $p_A + \rho g h \sin 60^\circ = p_B = p_0$, 所以 $p_A = p_0 - \frac{\sqrt{3}}{2} \rho g h$.

(2) 题图甲中选活塞为研究对象。

如图 1 所示, $p_A S = p_0 S + mg$

得 $p_A = p_0 + \frac{mg}{S}$

题图乙中选汽缸为研究对象。

如图 2 所示, $p_B S = p_0 S - Mg$

得 $p_B = p_0 - \frac{Mg}{S}$.

答案: (1) 甲: $p_0 - \rho g h$ 乙: $p_0 - \rho g h$

丙: $p_0 - \frac{\sqrt{3}}{2} \rho g h$ (2) $p_0 + \frac{mg}{S}$ $p_0 - \frac{Mg}{S}$

典例 2 D [以汽缸和活塞整体为研究对象, 根据牛顿第二定律得 $F = (M + m)a$; 以活塞为研究对象, 根据牛顿第二定律得 $pS - p_0 S = ma$, 联立解得 $p = p_0 + \frac{mF}{S(M + m)}$, D 正确。]

考点 2

典例 3 AC [固定 M、N 时, 由理想气体状态方程 $pV = nRT$ 可得, $\frac{\Delta p}{\Delta T} = \frac{nR}{V}$, 若 P 不动, 两侧气体升高相同温度时, 由于 $V_1 < V_2$, 则 $\Delta p_1 > \Delta p_2$, 由于活塞 P 与汽缸间无摩擦, 开始时 P 左右两侧气体压强相等, 则 P 将右移, A 正确, B 错误; 保持 T_1 、 T_2 不变, 根据理想气体状态方程可知, $p_0 V = (p_0 + \Delta p)(V - \Delta V)$, 可得 $\Delta p = p_0 \frac{\Delta V}{V - \Delta V}$, 若 M、N 同时向中间移动相同距离, 由于 $V_1 < V_2$, 则 $\Delta p_1 > \Delta p_2$, P 将右移, C 正确, D 错误。]

典例 4 解析: (1) 设液柱的横截面积为 S , 竖直放置时空气柱压强为 p_1 , 水平放置时空气柱压强为 p_2 , 则竖直放置时, 对液柱由力的平衡条件有 $\rho S h g + p_0 S = p_1 S$

水平放置时, 对液柱由力的平衡条件有

$p_2 S = p_0 S$

若整个过程中温度不变, 则对空气柱由玻意耳定律可得 $p_1 S L_1 = p_2 S L_2$

联立可得 $g = \frac{p_0 (L_2 - L_1)}{L_1 \rho h}$.

(2) 若调控空气柱温度, 使水平放置时空气柱长度与竖直放置时相同, 则空气柱的体积不变, 由查理定律可得 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$

联立可得 $g = \frac{p_0 (T_1 - T_2)}{T_2 \rho h} = 9.5 \text{ m/s}^2$.

答案: (1) $\frac{p_0 (L_2 - L_1)}{L_1 \rho h}$ (2) 9.5 m/s^2

典例 5 解析: (1) 设火罐容积为 V_0 , 加热后从火罐内逸出的气体体积大小为 ΔV , 令 $T_0 = 300 \text{ K}$, $T_1 = 400 \text{ K}$, 加热前后气体压强不变, 根据盖-吕萨克定律有 $\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_0 + \Delta V}{T_1}$

加热后罐内气体质量与加热前罐内气体质量之比 $A = \frac{V_0}{V_0 + \Delta V}$

解得 $A = 0.75$.

体积 $V = \frac{M \times 10^{-3}}{\rho}$ (单位为 m^3/mol), 每个钻石分子体积为 V_0

$$= \frac{V}{N_A} = \frac{M \times 10^{-3}}{\rho N_A}$$

设钻石分子直径为 d , 则 $V_0 = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3$,

联立解得 $d = \sqrt[3]{\frac{6M \times 10^{-3}}{N_A \rho \pi}}$ (单位为 m), 选项 C、D 错误。]

考点 2

典例 3 C [分子的热运动永不停息, 故 A 错误; 布朗运动是固体小颗粒的无规则运动, 反映了液体分子的无规则热运动, 故 B 错误; 扩散现象表明分子在做永不停息的热运动, 故 C 正确; 微粒越小, 液体温度越高, 布朗运动就越明显, 故 D 错误。]

典例 4 C [题图中的折线是每隔一定的时间炭粒的位置的连线, 是水分子做无规则运动撞击而形成的, 说明水分子的运动是无规则的, 不能说明碳分子运动也是无规则的, A 错误; 炭粒越小, 在某一瞬间跟它相撞的水分子数越少, 撞击作用的不平衡性表现得越明显, B 错误; 扩散现象可发生在液体和固体之间, 故观察炭粒运动时, 可能有水分子扩散到载物片的玻璃中, C 正确; 将水的温度降低至零摄氏度, 炭粒的运动会变慢, 但不会停止, D 错误。]

考点 3

典例 5 C [1 克 100°C 的水需要吸收热量才能变为 1 克 100°C 的水蒸气, 故 1 克 100°C 的水的内能小于 1 克 100°C 的水蒸气的内能, 选项 A 错误; 物体的内能与物质的量、温度、体积等因素有关, 质量、温度、体积都相等的物体的物质的量不一定相等, 内能不一定相等, 选项 B 错误; 内能不同的物体, 其温度可能相等, 即分子热运动的平均动能可能相等, 选项 C 正确; 一个木块被举高, 木块的重力势能增大, 但木块的分子间距不变, 组成该木块的所有分子的分子势能不变, 选项 D 错误。]

典例 6 C [根据题图可知, 当 $r = r_0$ 时, 分子间作用力为 0, 当 $r > r_0$ 时, 分子间作用力表现为引力, 当 $0 < r < r_0$ 时, 分子间作用力表现为斥力, 所以随着分子间距离接近 r_0 , 分子间作用力做正功, 则当 $r = r_0$ 时, 分子势能最小, 又此时分子势能为 0, 所以当 r 不等于 r_0 时, 分子势能 E_p 为正, C 正确。]

考点 4

典例 7 A [食盐熔化过程中, 温度保持不变, 即有固定的熔点, 说明食盐是晶体, 故 A 正确; 烧热的针尖接触涂有蜂蜡薄层的云母片背面, 熔化的蜂蜡呈椭圆形, 说明云母片是晶体, 故 B 错误; 天然石英表现为各向异性, 是由于该物质的微粒在空间的排列规则, 故 C 错误; 组成石墨和金刚石的化学元素是相同的, 都是碳原子, 它们的物理性质不同, 是由碳原子排列结构不同造成的, 故 D 错误。]

典例 8 B [因为液体表面张力的存在, 水黾才能停在水面而不下沉, 故 A 错误; 将棉线圈中肥皂膜刺破后, 扩成一个圆孔, 是表面张力作用的结果, 故 B 正确; 液晶显示器是利用液晶光学性质具有各向异性的特点制成的, 故 C 错误; 从题图丁中可以看出酱油与左边材料浸润, 与右边材料不浸润, 故 D 错误。]

第 74 课时 气体的性质

回归教材·双基过关

1. 气体分子数目

2. (2) 剧烈 多 少

3. (2) 体积 密集程度

4. 反比 正比 正比 $p_2 V_2$ $\frac{p_2}{T_2}$ $\frac{V_2}{T_2}$

5. (1) 气体实验定律 (2) $\frac{p_2 V_2}{T_2}$

易错易混辨析

(1) × (2) × (3) √ (4) × (5) √ (6) √

(2)对加热后罐内气体进行分析,根据理想气体状态方程有

$$\frac{p_0 V_0}{T_1} = \frac{p_1 \cdot \frac{15}{16} V_0}{T_0}$$

$$\text{解得 } \frac{p_1}{p_0} = 0.8。$$

答案:(1)0.75 (2)0.8

考点 3

典例 6 B [根据 $\frac{pV}{T} = C$, 可得 $p = \frac{C}{V}T$, 从 a 到 b , 气体压强不变, 温度升高, 则体积变大; 从 b 到 c , 气体压强减小, 温度降低, 因 c 点与原点连线的斜率小于 b 点与原点连线的斜率, 则 c 点处气体的体积大于 b 点处气体的体积。故选 B。]

典例 7 解析: (1) 气体从状态 D 到状态 A 的过程发生等容变化, 根据查理定律有 $\frac{p_D}{T_2} = \frac{p_A}{T_1}$

$$\text{代入数据解得 } p_D = 2.0 \times 10^5 \text{ Pa。}$$

(2) 气体从状态 C 到状态 D 的过程发生等温变化, 根据玻意耳定律有 $p_C V_2 = p_D V_1$

$$\text{代入数据解得 } V_2 = 2.0 \text{ m}^3$$

又因为气体从状态 B 到状态 C 发生等容变化, 因此气体在状态 B 的体积也为 2.0 m^3 。

答案:(1) $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ (2) 2.0 m^3

第 75 课时 “关联”气体与“变质量”问题(进阶课)

进阶 1

典例 1 解析: (1) 设两侧管的横截面积为 S , 对右管上方气体, 有

$$p_3 = p_0 = 75 \text{ cmHg}, V_3 = h_3 S$$

$$p_3' = p_0 + \rho gh = 100 \text{ cmHg}, V_3' = h_3' S$$

$$\text{由玻意耳定律有 } p_3 h_3 S = p_3' h_3' S$$

$$\text{解得 } h_3' = 15 \text{ cm。}$$

(2) 对两水银柱下方气柱, 注入 $h = 25 \text{ cm}$ 的水银柱前, 有

$$p_2 = p_0 + \rho gh_1 = 80 \text{ cmHg}, V_2 = 2HS$$

$$\text{注入水银柱后有 } p_2' = p_0 + \rho g(h_1 + h) = 105 \text{ cmHg}$$

设注入水银柱后气柱的长度为 L_1 , 则 $V_2' = L_1 S$, 由玻意耳定律有 $p_2 \cdot 2HS = p_2' \cdot L_1 S$

$$\text{解得 } L_1 = 32 \text{ cm}$$

此时两侧水银柱下表面的高度差为

$$\Delta h = 2H - L_1 + 2(h_3 - h_3') = 20 \text{ cm。}$$

答案:(1) 15 cm (2) 20 cm

典例 2 解析: (1) 由题知, 汽缸壁是导热的, 活塞 A 质量为 2 kg ,

活塞 B 质量为 3 kg , 面积均为 $S = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^2$, 达到平衡时

$$\text{对活塞 A 有 } p_0 S + M_A g = p_1 S$$

$$\text{解得 } p_1 = 1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{同理对活塞 B 有 } p_1 S + M_B g = p_2 S$$

$$\text{解得 } p_2 = 1.5 \times 10^5 \text{ Pa。}$$

(2) 在室温不变的条件下, 将汽缸顺时针旋转 180° , 汽缸平衡时, 对活塞 A 分析, 即

$$p_0 S = M_A g + p_1' S$$

$$\text{解得 } p_1' = 0.8 \times 10^5 \text{ Pa}$$

同理, 对活塞 B 受力分析有

$$p_1' S = M_B g + p_2' S$$

$$\text{解得 } p_2' = 0.5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

由玻意耳定律, 对气室 1 中的气体, 有

$$p_1 V_1 = p_1' (V_1 + x_1 S)$$

对气室 2 中的气体, 有 $p_2 V_2 = p_2' (V_2 + x_2 S)$

$$\text{解得 } x_1 = 5 \text{ cm}, x_2 = 10 \text{ cm}$$

则活塞 A 移动的距离为 $x = x_1 + x_2 = 15 \text{ cm}$ 。

答案:(1) $1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$ $1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$

(2) 15 cm

进阶 2

典例 3 CD [每次抽气后容器中气体的体积都会变成 V_0 , 所以不可能三次抽完, A 错误; 以容器和抽气机中的气体为研究对象, 第一次抽气时, 气体的初状态参量为 p_0, V_0 , 末状态参量为

$$p_1, V_1 \left(V_1 = V_0 + \frac{1}{3} V_0 = \frac{4}{3} V_0 \right), \text{由玻意耳定律得 } p_0 V_0 =$$

$$p_1 V_1, \text{解得 } p_1 = \frac{3}{4} p_0, \text{B 错误, C 正确; 第二次抽气过程中, } V_1' =$$

$$= V_0, V_2 = V_0 + \frac{1}{3} V_0 = \frac{4}{3} V_0, \text{由玻意耳定律得 } p_1 V_1' = p_2 V_2,$$

$$\text{解得容器内气体压强 } p_2 = \left(\frac{3}{4} \right)^2 p_0, \text{同理, 第三次抽气后, 容}$$

$$\text{器内气体压强 } p_3 = \left(\frac{3}{4} \right)^3 p_0 = \frac{27}{64} p_0, \text{D 正确。}]$$

典例 4 解析: (1) 由查理定律可得 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$, 其中 $p_1 = 2.7 \times 10^5 \text{ Pa}$,

$$T_1 = (273 - 3) \text{ K} = 270 \text{ K}, T_2 = (273 - 23) \text{ K} = 250 \text{ K}$$

代入数据解得, 在哈尔滨时, 充气前该轮胎气体压强的大小为

$$p_2 = 2.5 \times 10^5 \text{ Pa。}$$

$$(2) \text{由玻意耳定律可得 } p_2 V_0 + p_0 V = p_1 V_0$$

代入数据解得, 充进该轮胎的空气体积为 $V = 6 \text{ L}$ 。

答案:(1) $2.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ (2) 6 L

典例 5 解析: (1) 大钢瓶的容积一定, 从北方到该市对大钢瓶内

$$\text{气体, 有 } \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$\text{解得 } T_2 = 294 \text{ K, 故 } t_2 = 21^\circ \text{C。}$$

(2) 设大钢瓶内氧气由状态 p_2, V_2 等温变化为停止分装时的

$$\text{状态 } p_3, V_3, p_2 = 1.26 \times 10^7 \text{ Pa}, V_2 = 0.04 \text{ m}^3, p_3 = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{根据 } p_2 V_2 = p_3 V_3$$

$$\text{解得 } V_3 = 2.52 \text{ m}^3$$

$$\text{可用于分装小钢瓶的氧气 } p_4 = 2 \times 10^5 \text{ Pa}, V_4 = (2.52 - 0.04) \text{ m}^3 = 2.48 \text{ m}^3$$

$$\text{分装成小钢瓶的氧气 } p_5 = 4 \times 10^5 \text{ Pa}, V_5 = nV$$

$$\text{其中小钢瓶体积为 } V = 0.01 \text{ m}^3$$

$$\text{根据 } p_4 V_4 = p_5 V_5 \text{ 得 } n = 124$$

即一大钢瓶氧气可分装 124 小钢瓶。

答案:(1) 21°C (2) 124

典例 6 解析: (1) 由题意可知夹层中的空气发生等容变化, 根据

$$\text{查理定律可知 } \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$\text{式中 } p_1 = 3.0 \times 10^3 \text{ Pa}, T_1 = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}, T_2 = (37 + 273) \text{ K} = 310 \text{ K}$$

$$\text{解得 } p_2 = 3.1 \times 10^3 \text{ Pa。}$$

(2) 当保温杯外层出现裂隙后, 静置足够长时间, 夹层中气体的压强和大气压强 p_0 相等。设夹层的容积为 V , 以静置后夹层中的所有气体为研究对象, 设这些气体在压强 p_1 下的体积为

$$V_1, \text{气体发生等温变化, 由玻意耳定律有 } p_0 V = p_1 V_1$$

$$\text{解得 } V_1 = \frac{100}{3} V$$

则夹层中增加的空气在压强 p_1 下的体积为

$$\Delta V = V_1 - V = \frac{97}{3} V$$

所以夹层中增加的空气质量与原有空气质量之比为 $\frac{\Delta m}{m} = \frac{\Delta V}{V}$
 $= \frac{97}{3}$ 。

答案: (1) $3.1 \times 10^3 \text{ Pa}$ (2) $\frac{97}{3}$

第 76 课时 热力学定律与能量守恒定律

回归教材·双基过关

1. (1) 做功
 2. (1) 热量 (2) $Q+W$ (3) 吸收 放出 增加 减少
 3. (1) 转化 转移 转化 转移 不变 (3) 能量守恒定律
 4. (1) 自发地 吸收 功 (2) 热力学第二定律

易错易混辨析

- (1) $\checkmark$ (2) $\times$ (3) $\checkmark$ (4) $\times$ (5) $\times$ (6) $\checkmark$

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 A [理想气体的温度不变, 则内能不变, 气体分子的平均动能不变, B、C、D 错误; 气球上升过程中, 球内气体压强减小, 由玻意耳定律可知气体体积增大, 对外做功, A 正确。]

典例 2 解析: (1) 从 T_1 状态到 T_2 状态, 封闭气体发生等压变化,

$$\text{由盖-吕萨克定律有 } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\text{其中 } V_1 = Sh_1, V_2 = Sh_2$$

$$\text{联立解得 } h_2 = \frac{4}{3}h_1。$$

(2) 从 T_1 状态到 T_4 状态, 封闭气体的温度不变, 则整个过程中内能变化量为 $\Delta U = 0$

T_1 状态到 T_2 状态, 由平衡条件有

$$p_0 S + f_0 = p_1 S$$

$$\text{解得 } p_1 = \frac{22}{21}p_0$$

从 T_2 状态到 T_3 状态, 封闭气体发生等容变化, 由查理定律可

$$\text{知 } \frac{p_1}{T_2} = \frac{p_3}{T_3}$$

$$\text{解得 } p_3 = \frac{20}{21}p_0$$

从 T_3 状态到 T_4 状态, 封闭气体发生等压变化, 由盖-吕萨克

$$\text{定律有 } \frac{V_3}{T_3} = \frac{V_4}{T_4}$$

$$\text{其中 } V_4 = Sh_4$$

$$\text{解得 } h_4 = \frac{11}{10}h_1$$

则从 T_1 状态到 T_4 状态, 外界对封闭气体做的功为 $W =$

$$-[p_1 S(h_2 - h_1) - p_3 S(h_2 - h_4)] = -\frac{8}{63}p_0 Sh_1$$

由热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$ 可知, 封闭气体吸收的净热量

$$\text{为 } Q = -W = \frac{8}{63}p_0 Sh_1。$$

$$\text{答案: (1) } \frac{4}{3}h_1 \quad (2) \frac{8}{63}p_0 Sh_1$$

考点 2

典例 3 D [第一类永动机违反能量守恒定律, 第二类永动机违反热力学第二定律, A、B 错误; 由热力学第一定律可知 $W \neq 0$ 、 $Q \neq 0$ 时, $\Delta U = W + Q$ 可以等于 0, C 错误; 由热力学第二定律可知选项 D 中现象是可能的, 但会引起其他变化, D 正确。]

典例 4 AB [A 端流出的气体分子热运动速率较小, B 端流出的气体分子热运动速率较大, 所以从 A 端流出的气体分子热

运动平均速率小于从 B 端流出的, 则从 A 端流出的气体分子平均动能小于从 B 端流出的气体分子平均动能, 内能的多少还与分子数有关, 依题意, 不能得出从 A 端流出的气体内能一定大于从 B 端流出的气体内能, B 正确, C 错误; 该装置将冷热不均的气体进行分离, 喷嘴处有高压, 即通过外界做功而实现的, 并非自发进行的, 没有违背热力学第二定律, 也符合能量守恒定律, A 正确, D 错误。]

考点 3

典例 5 B [A $\rightarrow$ B 过程, 体积不变, 则 $W = 0$, 温度升高, 则 $\Delta U > 0$, 根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$, 可知 $Q > 0$, 即该过程吸热, 选项 A 正确; B $\rightarrow$ C 过程, 温度不变, 则 $\Delta U = 0$, 体积减小, 则 $W > 0$, 根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$, 可知 $Q < 0$, 即该过程为放热过程, 选项 B 错误; A $\rightarrow$ B 过程, 体积不变, 温度升高, 根据 $\frac{pV}{T} = C$, 可知压强变大, 即状态 A 压强比状态 B 压强小, 选项 C 正确; 状态 A 的温度低于状态 C 的温度, 可知状态 A 的内能比状态 C 的小, 选项 D 正确。]

典例 6 解析: (1) 对胎内气体, 根据理想气体状态方程有 $\frac{p_1 V_1}{T_1}$

$$= \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$\text{代入数据解得 } p_2 = 3.3 \times 10^5 \text{ Pa。}$$

(2) 根据 p - V 图像与横轴所围图形面积表示气体做功可知, 此过程外界对气体做的功

$$W = -\frac{3.0 + 3.3}{2} \times 10^5 \times (0.560 - 0.528) \text{ J} = -1.008 \times 10^4 \text{ J}$$

根据热力学第一定律有 $\Delta U = Q + W$

$$\text{又 } Q = 7.608 \times 10^4 \text{ J}$$

$$\text{解得 } \Delta U = 6.6 \times 10^4 \text{ J。}$$

$$\text{答案: (1) } 3.3 \times 10^5 \text{ Pa} \quad (2) 6.6 \times 10^4 \text{ J}$$

第 77 课时 实验二十: 用油膜法

估测油酸分子的大小

实验二十一: 探究等温情况下一定

质量气体压强与体积的关系

(一)

实验探究·创新突破

典例 1 解析: (1) 待薄膜轮廓稳定后, 将玻璃板放在浅盘上, 用彩笔将油酸薄膜的轮廓画在玻璃板上。

(2) 每滴油酸酒精溶液的体积为 $\frac{1}{N} \text{ cm}^3$, n 滴油酸酒精溶液所

含纯油酸的体积为 $V = \frac{n}{N} \times 0.05\% \text{ cm}^3$, 所以单个油酸分子的

$$\text{直径大小为 } d = \frac{V}{S} = \frac{n \times 0.05\%}{NS} \text{ cm。}$$

答案: (1) 待薄膜轮廓稳定后, 将玻璃板放在浅盘上, 用彩笔将油酸薄膜的轮廓画在玻璃板上 (2) $\frac{n \times 0.05\%}{NS}$

典例 2 解析: (1) 数油膜的正方形格数, 大于半格的算一格, 小于半格的舍去, 得到油膜的面积 $S = 64 \times 2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} =$

$$256 \text{ cm}^2。 \text{ 溶液浓度为 } \frac{0.25 \text{ mL}}{250 \text{ mL}} = \frac{1}{1000}, \text{ 每滴溶液体积为}$$

$$\frac{1}{100} \text{ mL}, 2 \text{ 滴溶液中所含油酸体积为 } V = 2 \times 10^{-5} \text{ cm}^3, \text{ 油膜厚}$$

$$\text{度即油酸分子的直径是 } d = \frac{V}{S} \approx 8 \times 10^{-10} \text{ m。}$$

(2)直径为 $1.43 \times 10^{-8} \text{ m}$ 的圆周周长为 $l = \pi d \approx 4.5 \times 10^{-8} \text{ m}$, 可以估算出铁原子的直径约为 $d' = \frac{4.5 \times 10^{-8}}{48} \text{ m} \approx 9.4 \times 10^{-10} \text{ m}$ 。

答案:(1)256 8×10^{-10} (2) 9.4×10^{-10}

(二)

实验探究·创新突破

类型 1

典例 3 解析:(1)本实验采用的方法是控制变量法,所以要保持被封闭气体的质量和温度不变,A 正确;由于注射器的横截面积不变,所以只需测出空气柱的长度即可,B 错误;涂润滑油的主要目的是防止漏气,使被封闭气体的质量不发生变化,而不是为了减小摩擦,C 错误;一定质量的气体等温变化时,压强 p 与体积 V 成反比, $p-\frac{1}{V}$ 图像是一条过原点的直线,而 $p-V$ 图像是双曲线的一支,所以 $p-\frac{1}{V}$ 图像比 $p-V$ 图像更直观,D 正确。

(2)在题图 2 中作平行于纵轴的辅助线,可知甲、乙两同学所用气体的体积相同时,甲所用气体的压强较大;根据理想气体状态方程可知,当某种气体的质量和体积一定时,温度越高,压强越大,所以两图线斜率不同的原因可能是实验设定的温度不同,甲同学所用气体的温度较高。

答案:(1)AD (2)设定的温度不同

类型 2

典例 4 解析:(1)实验测得的体积实际上是不规则物体体积与气体体积之和,对于被封闭的气体,根据理想气体状态方程可知 $\frac{pV_{\text{气}}}{T} = C$, 得 $\frac{1}{p} = \frac{V_{\text{气}}}{TC}$ 。当 T 保持不变, $\frac{1}{p}$ 趋向于 0 时,则气体体积趋向于 0,从 $\frac{1}{p}-V$ 图像知,横轴截距表示不规则物体的体积,为 5.0 mL。

(2)当气体温度升高,气体的体积趋于膨胀,更难被压缩,所作的 $\frac{1}{p}-V$ 图线与横轴的交点将向右平移,所测不规则物体体积偏大。

(3)一定质量的气体只有温度保持不变时,体积与压强才成反比,所以完成本实验的基本要求是质量和温度不变。故要注意的事项有:缓慢推动活塞、手不接触含气体部分的注射器、注意气密性。

答案:(1)5.0 (2)偏大 (3)缓慢推动活塞、手不接触含气体部分的注射器、注意气密性

第十五章 原子结构和波粒二象性

原子核

第 78 课时 原子结构 波粒二象性

回归教材·双基过关

- (1)辐射 温度 (2)温度
- (1)完全吸收 反射 (2)整数 $h\nu$
- (1)电子 光子 (2)大于或等于 (3)大于或等于 强度 增大 正比
- (1)波动 粒子 波粒二象性 (2) $\frac{h}{p}$
- (1)汤姆孙 (2)卢瑟福 原来 90°
- (2) $R_\infty \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$

7. (1)不连续 稳定 (2) $E_n - E_m$ (3)不连续的 不连续的

8. (1) $\frac{E_1}{n^2}$ (2) $n^2 r_1$

易错易混辨析

(1)× (2)× (3)× (4)× (5)√ (6)√

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 C [一般物体的热辐射强度除与温度有关之外,还与材料、表面状况等因素有关,故 A 错误;黑体可以完全吸收电磁波而不发生反射,同时自身可以有较强的辐射,所以看上去不一定是黑的,故 B 错误;根据黑体辐射实验规律可知,一定温度下黑体辐射强度有一个极大值,故 C 正确;根据黑体辐射实验规律可知,黑体辐射强度的极大值随温度的升高向波长较小的方向移动,故 D 错误。]

典例 2 AC [光的频率 $\nu = \frac{c}{\lambda}$, 选项 A 正确;光子的能量 $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, 选项 B 错误;光子的动量 $p = \frac{h}{\lambda}$, 选项 C 正确;在时间 t 内激光器发射的光子数 $n = \frac{Pt}{E} = \frac{Pt\lambda}{hc}$, 选项 D 错误。]

考点 2

典例 3 B [光电效应发生的条件是入射光的频率大于等于金属的极限频率(截止频率),由于甲的逸出功小于乙的逸出功,所以甲的极限频率(截止频率)小于乙的极限频率(截止频率),当使用某频率的光分别照射甲、乙时,只有甲发射光电子,发生光电效应现象,所以该光的频率大于甲的极限频率(截止频率),小于乙的极限频率(截止频率),故使用频率更小的光,乙肯定不会发射光电子,若频率更小的光的频率仍大于甲的极限频率(截止频率),则甲仍能发射光电子,由爱因斯坦光电效应方程可知甲发射的光电子的最大初动能小于之前的最大初动能,A 错误,B 正确。由 A、B 项分析可知频率不变,减弱光强,光的频率仍小于乙的极限频率(截止频率),仍不能使乙发射光电子,C 错误;由爱因斯坦光电效应方程可知,频率不变,减弱光强,甲发射的光电子的最大初动能不变,D 错误。]

典例 4 D [根据 $E_k = h\nu - W_0$, $W_0 = h\nu_c$, 结合题图甲可知, ν_c 为截止频率,当入射光的频率为 $\frac{\nu_c}{2}$ 时,不能发生光电效应,不能产生光电子,故 A 错误;光电子的最大初动能由入射光的频率与金属的逸出功共同决定,与光照强度无关,故 B 错误;根据题图丙可知 $U_{c1} > U_{c2}$, 根据 $eU_{c1} = E_{k1} = h\nu_1 - W_0$, $eU_{c2} = E_{k2} = h\nu_2 - W_0$, 则有 $\nu_1 > \nu_2$, 即入射光 2 的频率小于入射光 1 的频率,故 C 错误;由 $U_c = \frac{h\nu}{e} - \frac{W_0}{e}$ 可知入射光的频率大于 ν_c 时,入射光的频率越大,遏止电压越大,故 D 正确。]

考点 3

典例 5 D [题图甲只有分散的亮点,表明光具有粒子性,A 错误;题图丙呈现干涉条纹,表明光具有波动性,B 错误;紫外线也具有波粒二象性,也可以观察到类似的图像,C 错误;实验表明光是一种概率波,D 正确。]

典例 6 C [由动能定理可得 $eU = \frac{1}{2}mv^2$, 由德布罗意波长关系可得 $p = mv$, $\lambda = \frac{h}{p}$, 联立解得 $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2eUm}}$, 则当加速电压为 10 kV 时, $\lambda' = \frac{1}{10}\lambda$, 故选 C。]

考点 4

典例 7 D [电子质量比 α 粒子小得多, α 粒子与电子碰撞, 运动方向几乎不改变, 故 A 错误; 绝大多数 α 粒子方向几乎不发生改变, 少数发生了大角度偏转, 故 B 错误; 该实验说明原子具有核式结构, 占原子质量绝大部分的带正电的物质集中在很小的空间范围(构成原子核), 为卢瑟福的原子核式结构理论奠定了基础, 从而否定了 J. J. 汤姆孙的“枣糕模型”, 故 C 错误, D 正确。]

典例 8 B [因为 $-13.60 \text{ eV} + 10.20 \text{ eV} < 0$, 所以用能量为 10.20 eV 的光子照射, 不能使处于基态的氢原子电离, 故 A 错误; $n=2$ 与 $n=3$ 间的能级差为 1.89 eV , 2 eV 的光子能量不等于两能级间的能级差, 不能发生跃迁, 故 B 正确; 当氢原子从第 4 能级向基态跃迁时, 氢原子的能量减小, 轨道半径减小, 根据 $\frac{kqQ}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$ 知电子的动能增大, 故 C 错误; 一群处在 $n=4$ 能级的氢原子, 在向低能级跃迁的过程中, 能发出 $C_4^2 = 6$ 种不同频率的光, 故 D 错误。]

第 79 课时 原子核

回归教材·双基过关

1. 质子 质子数
2. 自发 贝克勒尔 复杂
3. (1)天然 人工 (2)示踪原子
4. (1)原子核 原子核 (2) ${}_{-1}^0\text{e}$ (3)半数 化学
5. (1)核子间 (2) Δmc^2 Δmc^2
6. (3)中子 (4)最小 (6)镉棒
7. (1)高温

易错易混辨析

- (1)✓ (2)✓ (3)× (4)× (5)× (6)×

考点深研·题型突破

考点 1

典例 1 CD [每经过一次 α 衰变原子核的质量数会减少 4 个, 故 A 错误; 半衰期是大量原子核的一个统计规律, 对于少数原子核不成立, 故 B 错误; 放射性元素钍 ${}_{90}^{232}\text{Th}$ 的原子核的中子数为 $232 - 90 = 142$, 氡 ${}_{86}^{220}\text{Rn}$ 原子核的中子数为 $220 - 86 = 134$, 所以放射性元素钍 ${}_{90}^{232}\text{Th}$ 的原子核比氡 ${}_{86}^{220}\text{Rn}$ 原子核的中子数多 8 个, 故 C 正确; 钍 ${}_{90}^{232}\text{Th}$ 衰变成氡 ${}_{86}^{220}\text{Rn}$, 可知质量数少 12, 电荷数少 4, 因为经过一次 α 衰变, 电荷数少 2, 质量数少 4; 经过一次 β 衰变, 电荷数多 1, 质量数不变, 可知共经过 3 次 α 衰变和 2 次 β 衰变, 故 D 正确。]

典例 2 B [$n_{\text{总}} = n_1 + n_2 \frac{106 \text{ 天} = 2 \times 53 \text{ 天}}{106 \text{ 天} \ll 139 \text{ 万年}} \rightarrow \frac{3}{4} n_{\text{总}} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 n_1 + n_2$, 解得 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{2}$, B 正确。]

考点 2

典例 3 B [列出核反应方程 ${}_{90}^{232}\text{Th} + x {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{92}^{233}\text{U} + y {}_{-1}^0\text{e}$, 根据质量数守恒 $232 + x = 233$, 电荷数守恒 $90 = 92 - y$, 解得 $x = 1$, $y = 2$, 故选 B。]

典例 4 C [根据核反应的质量数和电荷数守恒可知, A 选项反应中的 X 质量数为 4, 电荷数为 2, 为 α 粒子, 核反应类型为 α 衰变, 选项 A 错误; B 选项反应中的 Y 质量数为 1, 电荷数为 0, 为中子, 核反应类型为轻核聚变, 选项 B 错误; C 选项反应中的 K 质量数总数为 10, 电荷数为 0, 则 K 为 10 个中子, 核反应类

型为重核裂变, 选项 C 正确; D 选项反应中的 Z 质量数为 1, 电荷数为 1, 为质子, 核反应类型为人工转变, 选项 D 错误。]

典例 5 BC [由 β 衰变方程 ${}_{92}^{239}\text{U} \rightarrow {}_{93}^{239}\text{Np} + {}_{-1}^0\text{e} + \bar{\nu}_e$, 结合电荷数守恒可知, 反电子中微子 $\bar{\nu}_e$ 不带电, A 错误, B 正确; 反 β 衰变方程为 $\bar{\nu}_e + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_0^1\text{n} + {}_{+1}^0\text{e}$, 说明在一定条件下质子可转变为中子, C 正确; 正、负电子湮灭过程方程为 ${}_{+1}^0\text{e} + {}_{-1}^0\text{e} \rightarrow 2\gamma$, 反应前正、负电子的电荷数代数和为 0, 反应后产生的光子不带电, 所以正、负电子湮灭过程不违背电荷数守恒, D 错误。]

考点 3

典例 6 AC [题中核反应释放能量, 由爱因斯坦质能方程可知, 该反应有质量亏损, A 正确; 题中核反应为两个轻核结合成质量较大的核, 所以该反应为核聚变, B 错误; 动量大小相等、方向相反的氘核与氚核相撞, 由动量守恒定律可知生成的 ${}_{2}^4\text{He}$ 与 ${}_0^1\text{n}$ 的动量大小相等、方向相反, 设两者的动量大小为 p , 由能量守恒定律有 $\frac{p^2}{2M} + \frac{p^2}{2m} = 17.6 \text{ MeV}$, 其中 $M = 4m$, 所以 ${}_0^1\text{n}$ 获得的动能 $E_{k1} = \frac{p^2}{2m} = 14.08 \text{ MeV} \approx 14 \text{ MeV}$, ${}_{2}^4\text{He}$ 获得的动能 $E_{k2} = \frac{p^2}{2M} = 3.52 \text{ MeV}$, C 正确, D 错误。]

典例 7 D [铀核裂变的一个重要核反应方程是 ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}^{144}\text{Ba} + {}_{36}^{89}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n}$, 故 A 错误; 由题图可知 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 核的平均结合能小于 ${}_{56}^{144}\text{Ba}$ 核的平均结合能, 故 B 错误; 因为核子结合成原子核时, 存在质量亏损, 释放核能, 所以三个中子和三个质子结合成 ${}_{3}^6\text{Li}$ 核时释放能量, 由题图可知 Li 核的平均结合能约为 5 MeV, 所以释放的核能约为 $E = 6 \times 5 \text{ MeV} = 30 \text{ MeV}$, 故 C 错误; 由题图可知, ${}_{2}^4\text{He}$ 核的平均结合能大于 ${}_{3}^6\text{Li}$ 核的平均结合能, 平均结合能越大, 平均核子质量越小, 所以 ${}_{2}^4\text{He}$ 核的平均核子质量小于 ${}_{3}^6\text{Li}$ 核的平均核子质量, 故 D 正确。]

考点 4

典例 8 BC [衰变后两个新核速度方向相反, 受力方向也相反, 根据左手定则可判断出两个粒子带同种电荷, 所以衰变是 α 衰变, 衰变后的新核由洛伦兹力提供向心力, 有 $Bqv = m \frac{v^2}{r}$, 可得 $r = \frac{mv}{qB}$, 衰变过程遵循动量守恒定律, 即 mv 相同, 所以电荷量与半径成正比, 有 $q_1 : q_2 = r_2 : r_1$, 但无法求出质量比, 故 A、D 错误, B、C 正确。]

典例 9 D [解法一: 原子核的衰变过程满足动量守恒定律, 则该衰变产生的粒子与反冲核的速度方向相反, 根据左手定则判断得知, 粒子与反冲核的电性相反, 则该衰变产生的粒子带负电, 所以该衰变为 β 衰变, 粒子为 ${}_{-1}^0\text{e}$, 根据衰变过程中电荷数守恒和质量数守恒可知反冲核为 ${}_{7}^{14}\text{N}$, 所以碳 14 的衰变方程为 ${}_{6}^{14}\text{C} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_{7}^{14}\text{N}$, 故 A、B、C 错误, D 正确。

解法二: 原子核的衰变过程满足动量守恒定律, 可得 $m_1 v_1 = m_2 v_2$, 带电粒子在匀强磁场中做圆周运动, 满足 $qvB = m \frac{v^2}{r}$, 可得轨迹半径为 $r = \frac{mv}{qB}$, 则 r 与 q 成反比, 由题意, 大圆与小圆的半径之比为 7 : 1, 则得粒子与反冲核的电荷量绝对值之比为 1 : 7, 再根据衰变中电荷数守恒可知, 该衰变产生的粒子电荷量为 $-e$, 粒子是电子, 符号为 ${}_{-1}^0\text{e}$, 反冲核的电荷量为 $7e$, 根据质量数守恒可知, 其符号为 ${}_{7}^{14}\text{N}$, 所以碳 14 的衰变方程为 ${}_{6}^{14}\text{C} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_{7}^{14}\text{N}$, 故 A、B、C 错误, D 正确。]

课时提能作业参考答案与精析

课时提能作业(一)

1. D [在研究花样滑冰运动员的肢体动作时,运动员的体积和形状不能忽略,不能将其视为质点,A正确;以运动员为参考系,钢架雪车相对运动员位置没有发生变化,钢架雪车是静止的,B正确;在研究冰壶的运动轨迹时,冰壶的体积和形状可以忽略,可将其视为质点,C正确;单板滑雪中,以运动员为参考系,地面相对运动员的位置发生变化,地面是运动的,D错误。]
2. A [笔尖由a点经b点回到a点的过程,笔尖的位移为0,而该过程笔尖的路程不为0,A正确,B错误;该过程笔尖的轨迹为曲线,笔尖经过某点时的速度方向应沿轨迹的切线方向,则两次经过a点时的速度方向不相同,C错误;该过程笔尖所受的摩擦力为滑动摩擦力,滑动摩擦力的方向与相对运动方向相反,又笔尖两次经过a点时速度方向不相同,所以笔尖两次经过a点时的摩擦力方向不相同,D错误。]
3. D [电动车限速20 km/h,指的是瞬时速度不超过20 km/h,A错误;子弹射出枪口时的速度大小为500 m/s,指的是子弹离开枪口时的瞬时速度大小,B错误;运动员在百米半决赛的成绩是9.83 s,可得他的平均速度大小约为10.17 m/s,但他经过终点的瞬时速度大小未知,C错误;最高时速220 km/h,指的是瞬时速度大小为220 km/h,D正确。]
4. C [根据位移概念可知,该次作业中小车相对地面的位移大小为 $x = \sqrt{x_1^2 + x_2^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} \text{ m} = 10 \text{ m}$,故选C。]
5. C [“23公里”指的是路程,故A错误;“上午8:50”指的是时刻,故B错误;旅游大巴的平均速率约为 $v_{\text{平}} = \frac{s}{t} = \frac{23}{\frac{2}{3}} \text{ km/h} = 34.5 \text{ km/h}$,故C正确;研究旅游大巴从起点到终点的时间可以将其视为质点,故D错误。]
6. A [百公里加速的时间为8.0 s,则加速度为 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{100}{8.0} \text{ m/s}^2 \approx 3.5 \text{ m/s}^2$,该车的尾标应该是35TFSI。故选A。]
7. B [10 s内火箭的速度的变化量为 $\Delta v_1 = v_1 - v_{01} = 100 \text{ m/s} - 0 = 100 \text{ m/s}$,故A错误;2.5 s内汽车的速度的变化量为 $\Delta v_2 = v_2 - v_{02} = 0 - 30 \text{ m/s} = -30 \text{ m/s}$,故B正确;火箭的加速度大小为 $a_1 = \frac{\Delta v_1}{t_1} = \frac{100 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = 10 \text{ m/s}^2$,汽车的加速度大小为 $a_2 = \left| \frac{\Delta v_2}{t_2} \right| = \frac{30 \text{ m/s}}{2.5 \text{ s}} = 12 \text{ m/s}^2$,则火箭的加速度比汽车的加速度小,所以火箭的速度变化比汽车的慢,故C、D错误。]
8. C [根据速度的定义式 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 表明,速度等于位移与时间的比值,位移是物体在一段时间内从一个位置到另一个位置的位置变化量,而时间是这段时间的长度,这个定义强调了速度不仅描述了物体运动的快慢,还描述了物体运动的方向,因此,速度是刻画物体位置变化快慢的物理量。再根据物体位置随时间的关系 $x = 1 + 2t + 3t^2 \text{ (m)}$,可知开始时物体的位置 $x_0 = 1 \text{ m}$,1 s时物体的位置 $x_1 = 6 \text{ m}$,则1 s内物体的位移大小为 $\Delta x = x_1 - x_0 = 5 \text{ m}$,C正确。]
9. BC [取初速度方向为正方向,则 $v_0 = 5 \text{ m/s}$ 。若2 s后的速度方向沿斜面向上, $v = 3 \text{ m/s}$,则 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{3 - 5}{2} \text{ m/s}^2$

$= -1 \text{ m/s}^2$,即加速度大小为 1 m/s^2 ,方向沿斜面向下,选项A错误,B正确;若2 s后的速度方向沿斜面向下, $v' = -3 \text{ m/s}$,则 $a' = \frac{\Delta v'}{\Delta t} = \frac{v' - v_0}{\Delta t} = \frac{-3 - 5}{2} \text{ m/s}^2 = -4 \text{ m/s}^2$,即加速度大小为 4 m/s^2 ,方向沿斜面向下,选项C正确,D错误。]

10. 解析:(1)规定罚点球后球获得的速度的方向为正方向,罚点球瞬间,球的加速度大小为

$$a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = \frac{30 - 0}{0.1} \text{ m/s}^2 = 300 \text{ m/s}^2。$$

$$(2) \text{守门员接触球瞬间,球的加速度为 } a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = \frac{-10 - 30}{0.1} \text{ m/s}^2 = -400 \text{ m/s}^2$$

即球的加速度的大小为 400 m/s^2 ,方向与球被踢出时的方向相反。

答案:(1) 300 m/s^2 (2) 400 m/s^2 ,方向与球被踢出时的方向相反

课时提能作业(二)

1. C [根据运动学公式 $v = v_0 + at$,代入数值解得 $a = -6 \text{ m/s}^2$,故加速度大小为 6 m/s^2 。故选C。]
2. B [设质点运动的初速度为 v_0 ,加速度为 a ,则有 $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$,又 $a = \frac{5v_0 - v_0}{t}$,解得 $a = \frac{4x}{3t^2}$,故选项B正确。]
3. C [由题意可知,根据匀变速直线运动公式,由逆向思维有 $v_{\text{max}}^2 = 2ax$,解得 $v_{\text{max}} = 10 \text{ m/s} = 36 \text{ km/h}$,故选C。]
4. C [设门的最大速度为 v ,根据匀变速直线运动的规律可知加速过程和减速过程的平均速度均为 $\frac{v}{2}$,且时间相等,均为2 s,根据 $x = \frac{v}{2} \times 4$,可得 $v = 1 \text{ m/s}$,则加速度 $a = \frac{v}{t} = \frac{1}{2} \text{ m/s}^2 = 0.5 \text{ m/s}^2$,故选C。]
5. A [设汽车匀加速运动的时间为 t_0 ,则汽车匀速运动的位移 $x_1 = at_0 t$,由对称性可知,汽车匀加速运动过程和匀减速运动过程的位移均为 $x = \frac{1}{2} at_0^2$,又 $x_1 + 2x = 8x$,联立解得 $t_0 = \frac{1}{3} t$,所以 $x = \frac{1}{18} at^2$,A正确。]
6. D [由于地铁列车在每站都需要停靠,则地铁列车在两站之间一定有加速和减速过程,列车做匀加速和匀减速运动的时间均为 $t_1 = \frac{v}{a} = \frac{24}{1.5} \text{ s} = 16 \text{ s}$,匀加速和匀减速过程运动的距离之和 $s_0 = \frac{1}{2} v \times 2t_1 = 384 \text{ m}$,因为 $s > s_0$,所以列车以最大速度做匀速运动的时间 $t_2 = \frac{s - s_0}{v} = \frac{912 - 384}{24} \text{ s} = 22 \text{ s}$,列车在两站之间行驶的最短时间 $t = 2t_1 + t_2 = 54 \text{ s}$,故选D。]
7. D [由题意可知 $\frac{v_0 t_3 - \frac{1}{2} at_3^2}{\frac{1}{2} at_3'^2} = \frac{4}{3}$,可得 $a = 4 \text{ m/s}^2$,汽车停止运动需要时间 $t_0 = \frac{v_0}{a} = 3.5 \text{ s}$,则刹车后4 s内通过的距离 $x_4 = \frac{v_0}{2} t_0 = \frac{14}{2} \times 3.5 \text{ m} = 24.5 \text{ m}$,刹车后3 s内通过的距离 x_3

$=v_0 t_3 - \frac{1}{2} a t_3^2 = 24 \text{ m}$, 则刹车后 4 s 内通过的距离与刹车后 3 s 内通过的距离之比为 49:48, 故选 D。

8. B [设等跨连续桥梁的长度为 L , 将汽车从 a 到 e 的匀减速直线运动看作反向初速度为零的匀加速直线运动, 设汽车通过 ab 段和通过 de 段所用时间分别为 t_1 、 t_2 , 根据初速度为零的匀变速直线运动的规律, 可得 $t_2:t_1=1:(2-\sqrt{3})$, 又根据平均速度定义, 有 $v_1=\frac{L}{t_1}$, $v_2=\frac{L}{t_2}$, 所以汽车通过 ab 段的平均速度与通过 de 段的平均速度之比为 $\frac{v_1}{v_2}=\frac{t_2}{t_1}=\frac{1}{2-\sqrt{3}}=2+\sqrt{3}$, 则 $3<\frac{v_1}{v_2}<4$, 故选 B。

9. B [由题知, 盒子在停止运动前的最后 0.5 s 内通过的距离为 0.25 m, 根据逆向思维法有 $x_0=\frac{1}{2} a t^2$, 代入数据有 $a=2 \text{ m/s}^2$, 故 A 错误; 根据逆向思维法有 $v_a^2=2a \times 4x_0$, 解得盒子运动到 a 点的速度大小为 $v_a=2 \text{ m/s}$, 故 B 正确; 根据逆向思维法有 $v_c^2=2a \times 2x_0$, 解得盒子运动到 c 点的速度大小为 $v_c=\sqrt{2} \text{ m/s}$, 故 C 错误; 根据逆向思维法有 $4x_0=\frac{1}{2} a t'^2$, 盒子从 a 点运动到 e 点的时间为 $t'=1 \text{ s}$, 故 D 错误。]

10. 解析: (1) 根据题意可知, 救护车匀速运动时的速度大小为 $v=at_1$

代入数据解得 $v=20 \text{ m/s}$ 。

(2) 设救护车在 $t=t_0$ 时停止鸣笛, 则由运动学规律可知, 此时救护车距出发处的距离为

$$x=\frac{1}{2} a t_1^2+v(t_0-t_1)$$

又 $x=v_0(t_2-t_0)$

联立并代入数据解得 $x=680 \text{ m}$ 。

答案: (1) 20 m/s (2) 680 m

11. 解析: (1) 根据匀变速运动规律某段时间内的平均速度等于中间时刻的瞬时速度可知, 在 1、2 号锥筒间中间时刻的速度为

$$v_1=\frac{d}{t_1}=2.25 \text{ m/s}$$

在 2、3 号锥筒间中间时刻的速度为 $v_2=\frac{d}{t_2}=1.8 \text{ m/s}$

故可得加速度大小为 $a=\left|\frac{\Delta v}{\Delta t}\right|=\left|\frac{v_2-v_1}{\frac{t_1}{2}+\frac{t_2}{2}}\right|=1 \text{ m/s}^2$ 。

(2) 设到达 1 号锥筒时的速度为 v_0 , 根据匀变速直线运动规律得 $d=v_0 t_1-\frac{1}{2} a t_1^2$

代入数值解得 $v_0=2.45 \text{ m/s}$

从 1 号开始到停止时通过的位移大小为

$$x=\frac{v_0^2}{2a}=3.00125 \text{ m} \approx 3.33 d$$

故可知最远能经过 4 号锥筒。

答案: (1) 1 m/s² (2) 4

课时提能作业(三)

1. C [地球上同一地点的重力加速度相等, 与物体的质量无关, 故 A 错误, C 正确; 在地球上两极的重力加速度大于赤道处的重力加速度, 故 B、D 错误。]
2. B [在前 1 s 内、前 2 s 内、前 3 s 内的位移大小之比是 1:4:9, 故 A 错误; 在相邻两个 1 s 内的位移之差都是 $\Delta x=gT^2=10 \text{ m}$, 故 B 正确; 在第 1 s 内、第 2 s 内、第 3 s 内的位移大小之

比为 1:3:5, 所以平均速度大小之比为 1:3:5, 故 C 错误; 在 1 s 末、2 s 末、3 s 末的速度大小之比是 1:2:3, 故 D 错误。]

3. B [根据位移时间关系 $h=\frac{1}{2} g t^2$, g 取 10 m/s^2 , 代入数据解得运动员在空中运动的时间 $t=1 \text{ s}$, 故 B 正确, A 错误; 运动员入水时速度大小 $v=gt$, 代入数据可得运动员入水时速度大小 $v=10 \text{ m/s}$, 故 C、D 错误。]

4. B [设物体下落的时间为 t , 则测得物体落地前 1 s 内下落的高度为 $\Delta h=\frac{1}{2} g t^2-\frac{1}{2} g(t-1)^2=95 \text{ m}$, 解得 $t=10 \text{ s}$, 则该建筑物的高度约为 $h=\frac{1}{2} g t^2=\frac{1}{2} \times 10 \times 10^2 \text{ m}=500 \text{ m}$, 故选 B。]

5. C [石子竖直上升的最大高度为 $H=\frac{v^2}{2g}=3.2 \text{ m}$, 由题意可知, 石子从最高点运动到小树顶端的时间为 $t_1=\frac{t}{2}=0.4 \text{ s}$, 则最高点从小树顶端的距离为 $h_1=\frac{1}{2} g t_1^2=0.8 \text{ m}$, 则小树高约为 $h=H-h_1=2.4 \text{ m}$, 故选 C。]

6. C [分析可知, 从正常行驶速率 v_0 以大小为 $2a$ 的加速度匀减速至速率为 v , 以速率 v 匀速通过隧道, 之后以大小为 a 的加速度匀加速至正常行驶速率 v_0 , 所用时间最少。匀减速过程有 $v=v_0-2at_1$, 解得 $t_1=\frac{v_0-v}{2a}$, 在隧道内匀速运动的时间 $t_2=\frac{L+l}{v}$, 匀加速过程有 $v_0=v+at_3$, 解得 $t_3=\frac{v_0-v}{a}$, 则列车从减速开始至回到正常行驶速率 v_0 所用时间至少为 $t=t_1+t_2+t_3=\frac{3(v_0-v)}{2a}+\frac{L+l}{v}$, 故选 C。]

7. B [网球上升过程中, 最后 0.4 s 内上升的高度 $h_1=\frac{1}{2} g t^2=0.8 \text{ m}$, 可知网球抛出后最初 0.4 s 内上升的高度 $h_2=2h_1=1.6 \text{ m}$, 设网球抛出时的初速度大小为 v_0 , 则有 $h_2=v_0 t-\frac{1}{2} g t^2$, 解得 $v_0=6 \text{ m/s}$, 所以击球瞬间网球至抛出点的距离 $h=v_0 t'-\frac{1}{2} g t'^2=1 \text{ m}$ (其中 $t'=1 \text{ s}$), 故选项 B 正确。故选 B。]

8. B [小球从释放到落地共用时 $t_1=\sqrt{\frac{2h}{g}}=\sqrt{\frac{2 \times (1.25+0.55)}{10}} \text{ s}=0.6 \text{ s}$, 小球从释放到下落 1.25 m 共用时 $t_2=\sqrt{\frac{2h_1}{g}}=\sqrt{\frac{2 \times 1.25}{10}} \text{ s}=0.5 \text{ s}$, 设圆筒上抛的初速度为 v_0 , 则圆筒在空中的运动时间为 $t_3=\frac{2v_0}{g}$, 要使圆筒落地前的瞬间小球在圆筒内运动而没有落地, 则圆筒的运动时间要小于小球的总运动时间, 还要大于小球从释放到下落 1.25 m 所用时间, 即 $t_2<t_3<t_1$, $0.5 \text{ s}<\frac{2v_0}{g}<0.6 \text{ s}$, 解得 $2.5 \text{ m/s}<v_0<3 \text{ m/s}$, 故选 B。]

9. BC [砖块上升的最大高度为 $h=\frac{v_0^2}{2g}=\frac{10^2}{2 \times 10} \text{ m}=5 \text{ m}$, 故 A 错误; 砖块上升到最高点需要的时间为 $t_1=\frac{v_0}{g}=1 \text{ s}$, 根据运动的对称性可知从抛出点到回到抛出点所需时间为 $t=2t_1=2 \text{ s}$, 砖块从最高点经过 0.5 s 下降的高度为 $h'=\frac{1}{2} g t'^2=\frac{1}{2} \times$

$10 \times 0.5^2 \text{ m} = 1.25 \text{ m}$, 砖块回到抛出点前 0.5 s 时间内通过的距离为 $s = h - h' = 3.75 \text{ m}$, 故 B、C 正确; 被抛出后上升的过程中砖块的加速度始终等于重力加速度, 砖块做匀减速直线运动, 故 D 错误。]

10. B [两球的加速度均为重力加速度, 相对加速度为 0, 则小球乙落地前, 甲相对乙向上做匀速直线运动, 故 A 错误; 两球运动 0.5 s 时, 根据位移公式有 $x_1 = v_0 t_1 - \frac{1}{2} g t_1^2 = 3.75 \text{ m}$, $x_2 = \frac{1}{2} g t_1^2 = 1.25 \text{ m}$, 则距离地面高度 $h_3 = h_1 + x_1 = 18.75 \text{ m}$, $h_4 = h_2 - x_2 = 18.75 \text{ m}$, 故 B 正确; 小球落地前的运动过程中, 根据 $-h_1 = v_0 t_2 - \frac{1}{2} g t_2^2$, $h_2 = \frac{1}{2} g t_3^2$, 解得 $t_2 = 3 \text{ s}$, $t_3 = 2 \text{ s}$, 小球落地前的运动过程中, 小球甲、乙的平均速度大小分别为 $\bar{v}_1 = \frac{h_1}{t_2} = 5 \text{ m/s}$, $\bar{v}_2 = \frac{h_2}{t_3} = 10 \text{ m/s}$, 可知, 落地前的运动过程中, 小球甲、乙的平均速度之比为 $1:2$, 故 C 错误; 结合上述分析, 小球乙落地时, 经历时间为 2 s , 则甲的位移 $x_3 = v_0 t_3 - \frac{1}{2} g t_3^2 = 0$, 可知, 此时甲回到出发点, 即小球乙落地时, 甲距地面 15 m , 故 D 错误。]

11. 解析: (1) 设无人机下降过程最大速度为 v , 向下匀加速运动时间为 t_1 , 匀减速运动时间为 t_2 , 由匀变速直线运动规律有 $h_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$, $v = a_1 t_1$, $H_1 - H_2 - h_1 = \frac{v}{2} t_2$ 联立解得 $t_1 = 5 \text{ s}$, $t_2 = 4 \text{ s}$ 则总时间为 $t = t_1 + t_2 = 9 \text{ s}$ 。

(2) 无人机自由下落 2 s 末的速度为 $v_2 = g t_2' = 20 \text{ m/s}$

2 s 内向下运动的位移为 $x_1 = \frac{1}{2} g t_2'^2 = 20 \text{ m}$

设其向下匀减速运动的加速度大小为 a_2 时, 恰好到达地面前瞬间速度为零, 此时 a_2 为最小加速度, 则 $H_2 - x_1 = \frac{v_2^2}{2a_2}$, 代入数据解得 $a_2 = 4 \text{ m/s}^2$ 。

答案: (1) 9 s (2) 4 m/s^2

课时提能作业(四)

1. B [由于相邻两树木间距相等, 所以 $t-N$ 图像的形状与 $t-x$ 图像的形状相同, 又 $t-x$ 图像上的点的切线斜率表示对应时刻速度的倒数, $t_1 \sim t_2$ 时间内 $t-N$ 图像上的点的切线斜率不变, 所以该段时间内汽车做匀速运动, A 错误; $t_2 \sim t_3$ 时间内 $t-N$ 图像上的点的切线斜率逐渐增大, 所以该段时间内汽车做减速运动, B 正确; 根据 $t-N$ 图像可知 $t_1 \sim t_2$ 时间内汽车的路程为相邻树木间距的 4 倍, $t_2 \sim t_3$ 时间内汽车的路程为相邻树木间距的 3 倍, $t_4 \sim t_5$ 时间内汽车的路程为相邻树木间距的 3 倍, C、D 错误。]
2. C [根据 $v-t$ 图像与时间轴所围图形的面积表示位移结合题图可知, $x = \frac{74-25+94}{2} \times 20 \text{ m} = 1430 \text{ m}$, C 正确。]
3. B [因为 $v-t$ 图像的斜率表示加速度, 由速度与时间关系可知 $v=at$, 则匀加速阶段为一条倾斜直线, 匀速阶段为一条平行于时间轴的直线, 故 A 错误, B 正确; 根据位移与时间的关系 $x = \frac{1}{2} a t^2$, 则 $x-t$ 图像在匀加速阶段为开口向上的抛物线, 匀速阶段为一条倾斜直线, 故 C、D 错误。]
4. AD [在 $0 \sim 6 \text{ s}$ 内, 根据 $v-t$ 图像与时间轴所围的面积表示位移可知, 物体在 5 s 离出发点最远, 则有 $x_{\max} = \frac{1}{2} \times (2+5) \times$

$5 \text{ m} = 17.5 \text{ m}$, 故 A 正确; 在 $5 \sim 6 \text{ s}$ 内, 物体沿负方向通过的位移大小为 $x_2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 5 \text{ m} = 2.5 \text{ m}$, 则在 $0 \sim 6 \text{ s}$ 内, 物体经过的路程为 $s = 17.5 \text{ m} + 2.5 \text{ m} = 20 \text{ m}$, 故 B 错误; 在 $0 \sim 4 \text{ s}$ 内, 物体通过的位移大小为 $x = \frac{1}{2} \times (2+4) \times 5 \text{ m} = 15 \text{ m}$,

物体的平均速度大小为 $\bar{v} = \frac{x}{t} = 3.75 \text{ m/s}$, 故 C 错误; 根据 $v-t$ 图像可知在 $4 \sim 6 \text{ s}$ 内, 物体先沿正方向做匀减速直线运动, 再反向沿负方向做匀加速直线运动, 故 D 正确。]

5. C [前 4 s 内刹车的距离为 $x = 40 \text{ m}$, 将刹车的过程逆向来看, 根据 $x = \frac{1}{2} a t^2$, 解得 $a = 5 \text{ m/s}^2$, 故 A 错误; 计时零点的速度大小为 $v = a t = 20 \text{ m/s}$, 故 B 错误; 前 4 s 内平均速度大小为 $\bar{v} = \frac{x}{t} = 10 \text{ m/s}$, 故 C 正确; 根据题图可知 $0 \sim 4 \text{ s}$ 内和 $0 \sim 8 \text{ s}$ 内位移相等, 由于时间不等, 故平均速度不等, 故 D 错误。]

6. D [由题目中 $a-t$ 图像知, $0 \sim 0.5T$ 时间内的加速度与 $T \sim 2T$ 时间内的加速度大小相等, 方向相反, 则对应时间内的 $v-t$ 图像的斜率的绝对值相等, 正负不同, 可得 D 正确, A、B、C 错误。]

7. D [如题图乙所示, 汽车先做正向匀减速直线运动, 然后做正向匀速运动, 最后做正向匀加速直线运动。图像 A 反映汽车先做负向匀速运动后静止, 再做正向匀速运动, A 错误; 图像 B 反映汽车先做正向匀速运动后静止, 再做负向匀速运动, B 错误; 图像 C 反映汽车先做正向减速直线运动后静止, 再做正向加速直线运动, C 错误; 图像 D 反映汽车先做正向减速直线运动, 然后做正向匀速运动, 最后做正向加速直线运动, D 正确。]

8. D [根据匀变速直线运动位移与速度的关系式 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 可得 $x = \frac{1}{2a} v^2 - \frac{v_0^2}{2a}$, 结合题图可知 $\frac{1}{2a} = \frac{(4-2) \text{ m}}{(12-8) \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}}$, 解得 $a = 1 \text{ m/s}^2$, 则该物块做匀加速直线运动, 故 A、B 错误; 根据题图可得 $-\frac{v_0^2}{2a} = -2 \text{ m}$, 得 $v_0 = 2 \text{ m/s}$, $t = 2 \text{ s}$ 时物块的速率为 $v = v_0 + a t = 4 \text{ m/s}$, 物块的位置坐标为 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 6 \text{ m}$, 故 C 错误, D 正确。]

9. 解析: (1) 由题图可知, $0 \sim 2 \text{ s}$ 内运动员做匀减速直线运动, 由匀变速直线运动平均速度公式可得该时间内的平均速度 $\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2} = 2.4 \text{ m/s}$ 。

(2) 由题图可知, $44.2 \sim 46.2 \text{ s}$ 内运动员做匀加速直线运动, 由加速度定义可得该段时间内的加速度大小 $a = \frac{v_3 - v_2}{\Delta t} = 0.1 \text{ m/s}^2$ 。

(3) $v-t$ 图像与坐标轴所围面积表示位移的大小, 则 $44.2 \sim 46.2 \text{ s}$ 内运动员的位移大小为 $s = \frac{(2.0+2.2) \times (46.2-44.2)}{2} \text{ m} = 4.2 \text{ m}$ 。

答案: (1) 2.4 m/s (2) 0.1 m/s^2 (3) 4.2 m

课时提能作业(五)

1. 解析: (1) 电火花计时器使用 220 V 的交流电源, 小车向左运动。
- (2) 每相邻两个点中间还有 9 个点未画出可知 $T = 0.2 \text{ s}$, 由纸带可求得打下 E 点时小车的瞬时速度大小为 $v_E = \frac{x_{DF}}{2T} =$

课时提能作业(六)

$$\frac{(41.84-19.88)\times 10^{-2}}{2\times 0.2} \text{ m/s} \approx 0.55 \text{ m/s}, \text{ 小车运动的加速度大}$$

$$\text{小为 } a = \frac{x_{CF}-x_{OC}}{9T^2} = \frac{0.418\ 4-0.119\ 2-0.119\ 2}{9\times 0.2^2} \text{ m/s}^2 = 0.50 \text{ m/s}^2.$$

答案:(1)交流 左 (2)0.55 0.50

2. 解析:(1)在纸带上每隔 4 个点取一个计数点,则相邻计数点的时间间隔为 $T=5\times 0.02 \text{ s}=0.1 \text{ s}$

根据匀变速直线运动中间时刻速度等于该段过程的平均速度,则打 B 点时小车的速度大小为

$$v_B = \frac{x_{AC}}{2T} = \frac{15.20\times 10^{-2}}{2\times 0.1} \text{ m/s} = 0.76 \text{ m/s}.$$

(2)根据逐差法可得小车的加速度大小为

$$a = \frac{x_{CE}-x_{AC}}{4T^2} = \frac{(10.60+12.60-15.20)\times 10^{-2}}{4\times 0.1^2} \text{ m/s}^2 = 2.0 \text{ m/s}^2.$$

(3)若交流电的实际频率低于 50 Hz,实际打点周期大于 0.02 s,则代入计算的时间偏小,使得测量的加速度比真实值偏大。

答案:(1)0.76 (2)2.0 (3)偏大

3. 解析:(1)匀变速直线运动中,中间时刻速度等于平均速度,所以小球在位置 1 的速度为 $v_1 = \frac{x_1+x_2}{2T}$ 。

(2)题中要求充分利用测量数据,利用逐差法求解加速度,则 $x_4-x_1=3a_1T^2$, $x_5-x_2=3a_2T^2$, $x_6-x_3=3a_3T^2$,解得加速度为 $a = \frac{a_1+a_2+a_3}{3} = \frac{x_4+x_5+x_6-(x_1+x_2+x_3)}{9T^2}$ 。

(3)读数产生的误差是由偶然因素造成的,属于偶然误差。

$$\text{答案:(1)} \frac{x_1+x_2}{2T}$$

$$(2) \frac{x_4+x_5+x_6-(x_1+x_2+x_3)}{9T^2} \quad (3) \text{偶然}$$

4. 解析:(2)该图线的斜率 $k = \frac{(2.04-1.08)\times 10^4}{0.66-0.26} \text{ m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2} =$

$$2.40\times 10^4 \text{ m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}.$$

滑块通过光电门时的速度大小 $v = \frac{d}{t}$,又 $v^2 = 2ax$,联立可得 $\frac{d^2}{t^2} = 2ax$,变换形式有 $\frac{1}{t^2} = \frac{2a}{d^2}x$,则有 $k = \frac{2a}{d^2}$,代入数据解得滑块的加速度大小 $a \approx 0.523 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ 。

答案:(2) 2.40×10^4 0.523

5. 解析:(1)该实验测量重力加速度,不需要天平测质量;需要用刻度尺测量遮光带(透光带)的宽度,故需要用刻度尺。

$$(2) \text{ 根据平均速度的计算公式可知 } v_3 = \frac{d}{\Delta t_3} = \frac{4.50\times 10^{-2}}{30.00\times 10^{-3}} \text{ m/s} = 1.5 \text{ m/s}.$$

$$(3) \text{ 根据匀变速直线运动平均速度等于中间时刻的速度,有 } v_1 = \frac{d}{\Delta t_1}, v_2 = \frac{d}{\Delta t_2}, v_2 = v_1 + g\left(\frac{\Delta t_2 + \Delta t_1}{2}\right),$$

$$\text{可得 } g = \frac{2d(\Delta t_1 - \Delta t_2)}{\Delta t_1 \Delta t_2 (\Delta t_1 + \Delta t_2)}.$$

(4)光栅板在下落过程中受到空气阻力的影响,所以竖直向下的加速度小于重力加速度。

答案:(1)刻度尺 (2)1.5

$$(3) \frac{2d(\Delta t_1 - \Delta t_2)}{\Delta t_1 \Delta t_2 (\Delta t_1 + \Delta t_2)} \quad (4) \text{光栅板受到空气阻力的作用}$$

1. A [物体受到的重力是由于地球的吸引而产生的,是万有引力的一个分力,而万有引力与运动状态无关,与其他力无关,故 A 正确;重力的方向总是竖直向下的,在不同的位置方向不一定相同,故 B 错误;一个物体的各部分都受到重力的作用,从效果上看,可以认为各部分受到的重力作用集中于一点,这一点叫作物体的重心,所以重心是等效出来的,与其他部分没有区别,故 C 错误;重力等于质量与重力加速度的乘积,在不同的地方,质量不变,但重力加速度有可能会变化,两极的重力加速度最大,赤道最小,所以在地球的不同地方,物体的重力有可能变化,故 D 错误。]

2. A [设初始时弹簧的压缩量为 x_1 ,以 B 为研究对象,根据平衡条件可得 $kx_1 = m_B g$,解得 $x_1 = \frac{m_B g}{k} = \frac{2\times 10}{100} \text{ m} = 0.2 \text{ m}$,当 B

物体缓慢上升 0.4 m 时,弹簧的伸长量为 $x_2 = 0.4 \text{ m} - x_1 = 0.2 \text{ m}$,弹簧的弹力大小为 $F_{\text{弹}} = kx_2 = 100\times 0.2 \text{ N} = 20 \text{ N}$,由于 $m_A g = 2\times 10 \text{ N} = 20 \text{ N}$,以 A 为研究对象,可知此时弹簧弹力与 A 所受重力平衡,则地面对 A 物体的支持力大小为 0,故 A 正确。]

3. D [当小车匀速运动时,弹簧弹力大小等于小球重力大小,此时细绳的拉力 $F_T = 0$;当小车和小球向右做匀加速直线运动时,细绳的拉力不可能为零,弹簧弹力有可能为零,故 D 正确, A、B、C 错误。]

4. B [F 的大小合适时,球可以静止在无墙的斜面上,F 增大时墙面才会对球有弹力,所以选项 A 错误,B 正确;斜面一定有对球斜向上的弹力才能使球不下落,该弹力方向垂直于斜面但不一定通过球的重心,所以选项 C、D 错误。]

5. A [不计一切摩擦,平衡时三个弹簧的弹力大小均等于一个小球的重力,故选项 A 正确。]

6. D [小球受重力和杆的支持力(弹力)作用而处于静止状态,由二力平衡条件可知,弹性杆对小球的弹力与小球的重力等大、反向,即弹性杆对小球弹力的大小为 2 N,方向竖直向上,故选 D。]

7. B [根据题图乙可知,当 $F=0$ 时,弹簧处于原长状态,即弹簧原长为 15 cm, A 错误;由胡克定律可得 $k = \frac{\Delta F}{\Delta x} =$

$$\frac{40 \text{ N}}{(25-15)\times 10^{-2} \text{ m}} = 400 \text{ N/m}, \text{ B 正确;由题意知,弹簧长度为}$$

10 cm 时 F 为正,则 F 方向向左,弹簧处于压缩状态,弹簧对墙壁的弹力水平向左, C 错误;由题意知,弹簧长度为 20 cm 时 F 为负,则 F 方向向右,弹簧处于伸长状态,弹簧对墙壁的弹力水平向右, D 错误。]

8. CD [人和竹筏在水里减速滑行,速度在变化,根据牛顿第二定律可知合力不为零,故 A 错误;竹筏在水平方向有加速度,人对竹筏的力在竖直方向有重力,水平方向有摩擦力,所以人对竹筏的力方向不是竖直向下,故 B 错误;人和竹筏相对静止,且减速滑行,人和竹筏的重心要在竹筏所在竖直面内才能保持相对稳定,故 C 正确;人和竹竿构成的整体在减速滑行,受到的合力不为零,根据力的作用线和重心的关系可知整体的重心与竹竿受到合力的作用线应该在同一竖直面内,故 D 正确。]

9. D [两根轻弹簧串接,弹力大小相等,根据胡克定律 $F=kx$ 得 x 与 k 成反比,则得 b 弹簧的伸长量为 $\frac{k_1 L}{k_2}$,故 A、B 错误; P 端

向右移动的距离等于两根弹簧伸长量之和,即为 $L + \frac{k_1}{k_2} L =$

$$\left(1 + \frac{k_1}{k_2}\right)L, \text{ 故 C 错误, D 正确。}]$$

10. 解析: (1) 对 A、B 整体: $mg + F_N = 5mg$

所以 $F_N = 4mg$ 。

由牛顿第三定律知物体 B 对地面的压力大小为 $4mg$ 。

(2) 对 C: $F_T = 5mg$

对 A: $F_T = F_k + 2mg$

所以 $F_k = 3mg$, 即 $kx_1 = 3mg$, $x_1 = \frac{3mg}{k}$

开始时, 通过对 A 受力分析可知, 弹簧弹力大小为 mg , 弹簧的压缩量为 x_2

则 $kx_2 = mg$, $x_2 = \frac{mg}{k}$

所以 A 上升的高度为 $h_A = x_1 + x_2 = \frac{4mg}{k}$ 。

答案: (1) $4mg$ (2) $\frac{4mg}{k}$

课时提能作业(七)

1. D [两个接触且相对静止的物体间若无相对运动趋势, 则没有静摩擦力作用, 故 A 错误; 静摩擦力产生在相对静止的物体之间, 与物体本身的静止、运动无关, 故 B 错误; 静摩擦力方向总是与物体的相对运动趋势方向相反, 可能会与物体的运动方向相反, 也可能相同, 故 C 错误, D 正确。]

2. A [白纸相对于水平桌面向右运动, 受到水平桌面的滑动摩擦力方向水平向左, 而桌面相对白纸向左运动, 故桌面受到白纸的滑动摩擦力方向水平向右, 故 A 正确, D 错误; 课本相对于白纸水平向左运动, 受到白纸的摩擦力方向水平向右, 故 B 错误; 课本受到白纸的支持力是因为白纸发生了弹性形变, 故 C 错误。故选 A。]

3. B [对小球 A 受力分析, 它受绳的拉力和自身重力作用, 两力的合力水平向左, 且大小恒定, 故小车有向左的恒定加速度, 则物块 B 也有水平向左的加速度。由受力分析知, 物块 B 必受到水平向左的摩擦力, 且大小恒定, 故 B 正确, A、C、D 错误。]

4. C [由共点力的平衡条件可知, 墙面对单杠的摩擦力等于孩子和单杠的总重力, 则只增大墙面的粗糙程度, 墙面对单杠的摩擦力不变, 选项 A 错误; 只增大卡槽与墙面的弹力时, 墙面对单杠的最大静摩擦力增大, 但是墙面对单杠的摩擦力等于孩子和单杠的总重力, 即摩擦力不变, 选项 B 错误; 当孩子挂在单杠上静止时, 墙面对单杠的摩擦力与孩子和单杠的总重力等大反向, 则墙面对单杠的摩擦力沿墙面向上, 选项 C 正确; 当孩子挂在单杠上时, 单杠没有沿墙面向下, 是因为墙面对单杠的最大静摩擦力大于单杠和孩子的总重力, 而墙面对单杠的静摩擦力等于单杠和孩子的总重力, 选项 D 错误。]

5. B [设 F 与水平方向的夹角为 θ , 木箱处于静止状态时, 根据平衡条件得, 木箱所受的静摩擦力为 $F_f = F \cos \theta$, F 增大, F_f 增大; 当拉力达到一定值时, 木箱运动瞬间, 静摩擦力变为滑动摩擦力, 由于最大静摩擦力略大于滑动摩擦力, 故摩擦力有个突然减小的过程; 木箱运动时, 所受的支持力 $F_N = G - F \sin \theta$, F 增大, F_N 减小, 此时木箱受到的是滑动摩擦力, 大小为 $F_f = \mu F_N$, F_N 减小, 则 F_f 减小, 故 B 正确, A、C、D 错误。]

6. B [只要保证“天工”在 30° 倾角的斜坡上不下滑, 在小于 30° 倾角的斜坡上更不会下滑, 对斜坡上的“天工”受力分析, 有 $\mu mg \cos 30^\circ \geq mg \sin 30^\circ$, 解得 $\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{3}$, B 正确。]

7. D [未加 F 时, 木块 A、B 受力平衡, 所受静摩擦力等于弹簧的弹力, 则弹簧弹力为 $F_1 = kx = 400 \text{ N/m} \times 0.01 \text{ m} = 4 \text{ N}$, B 木块与地面间的最大静摩擦力 $F_{fBm} = \mu G_B = 0.20 \times 60 \text{ N} = 12 \text{ N}$, 施加 F 后, 对木块 B 有 $F + F_1 < F_{fBm}$, 木块 B 受到的摩擦力仍为静摩擦力, 其大小 $F_{fB} = F + F_1 = 2 \text{ N} + 4 \text{ N} = 6 \text{ N}$, 方

向水平向左, 故 C 错误, D 正确; A 木块与地面间的最大静摩擦力 $F_{fAm} = \mu G_A = 0.20 \times 50 \text{ N} = 10 \text{ N}$, 施加 2 N 的力 F 之后, 木块 A 所受摩擦力仍为静摩擦力, 大小为 $F_{fA} = F_1 = 4 \text{ N}$, 方向水平向右, 故 A、B 错误。]

8. D [对物体受力分析可知, 物体受重力、支持力、水平力 F 以及摩擦力的作用而处于平衡状态; 将重力分解为垂直于斜面和沿斜面的两个分力, 根据平衡条件可知, 在沿斜面方向上, 重力的分力 $mg \sin \theta$ 与水平力 F 以及摩擦力的合力为零, 则摩擦力大小等于水平力与重力沿斜面向下的分力的合力, 由几何关系可知, 该物体受到的摩擦力大小为 $\sqrt{F^2 + (mg \sin \theta)^2}$, 故 D 正确。]

9. D [当夹角为 θ_1 时, 最大静摩擦力为 F_{f2} , 而滑动摩擦力为 F_{f1} , 此时木块是加速下滑的, 则有 $\mu mg \cos \theta_1 < mg \sin \theta_1$, 解得 $\mu < \tan \theta_1$, 由 $\mu mg \cos \theta_1 = F_{f1}$ 解得 $\mu = \frac{F_{f1}}{mg \cos \theta_1}$, 故 A、B 错误; 当木板与地面的夹角为 θ_2 时, 木块只受重力, 但初速度不为零, 故 C 错误; 在木板由 θ_1 转到 θ_2 的过程中, 依据 $\mu mg \cos \theta = F_{f1}$, $mg \sin \theta - F_{f1} = ma$, 当 θ 增大时, 则其所受的合力增大, 那么加速度会增大, 因此木块的速度变化越来越快, 故 D 正确。]

10. 解析: 设滑块 A 的质量为 m_1 , 滑块 B 的质量为 m_2 , 对 A、B 整体分析, 其受重力、支持力、推力和最大静摩擦力, 根据平衡条件有

$$F = \mu_2 (m_1 + m_2) g \quad (1)$$

再对滑块 B 分析, 其受推力、重力、向左的支持力和向上的最大静摩擦力, 根据平衡条件, 水平方向有 $F = F_N$

竖直方向有 $m_2 g = F_f$, 其中 $F_f = \mu_1 F_N$

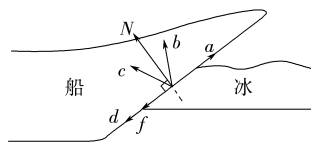
$$\text{联立有 } m_2 g = \mu_1 F \quad (2)$$

$$\text{联立 (1)(2) 解得 } \frac{m_1}{m_2} = \frac{1 - \mu_1 \mu_2}{\mu_1 \mu_2}。$$

$$\text{答案: } \frac{1 - \mu_1 \mu_2}{\mu_1 \mu_2}$$

课时提能作业(八)

1. C [由题意可知, 船头受到冰层的支持力垂直于冰面向上, 摩擦力方向沿着冰面向下, 根据平行四边形定则可求, 这两个力的合力方向可能是 c。故选 C。]



2. BD [将一个力分解为两个分力, 由三角形定则知分力与合力可构成封闭三角形, 当 $F_1 < F \sin \alpha$ 时, 三个力不能构成封闭三角形, 故不可能分解为这样的一对分力 F_1 和 F_2 , 选项 C 错误; 当 $F_1 = F \sin \alpha$ 时, 可构成唯一一个直角三角形, 选项 B 正确; 当 $F \sin \alpha < F_1 < F$ 时, F_1 、 F_2 与 F 可构成两个矢量三角形, 即有两解, 选项 D 正确; 对于选项 A, 由于不能确定 F_1 是否小于 F , 结合前面的分析知, 选项 A 错误。]

3. B [当 F_1 、 F_2 间的夹角为 90° 时, 由平行四边形定则和勾股定理可知, $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$, 可得 $F_1 = F_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} F$, 当它们之间的夹角为 120° 时, 由平行四边形定则可知, 合力的大小为 $F' = 2F_1 \cos 60^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} F$, 故选 B。]

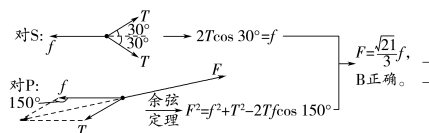
4. B [由矢量的合成可知 F_1 、 F_2 、 F_3 三个力的合力等于 F_4 , F_5 、 F_6 两个力的合力等于 F_4 , 则这六个力的合力的大小为 $F_{\text{合}} = 3F_4 = 30 \text{ N}$, 方向水平向右, 故 B 正确, A、C、D 错误。]

5. D [沿水平方向和竖直方向将手掌对水的作用力分解,则该

力在水平方向的分力大小为 $F \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}F$, 故选 D.]

6. A [每一条钢索与塔柱成 α 角, 则塔柱两侧每一对钢索对塔柱拉力的合力都沿竖直方向向下, 所以 8 对钢索对塔柱的合力大小等于 16 条钢索沿竖直向下的分力的和, 故 $F_{\text{合}} = 16F \cos \alpha$, 故 A 正确, B 错误; 合力一定, 分力间的夹角越小, 则分力越小, 若仅升高塔柱的高度, 钢索与塔柱夹角变小, 钢索承受的拉力变小, 故 C、D 错误。]

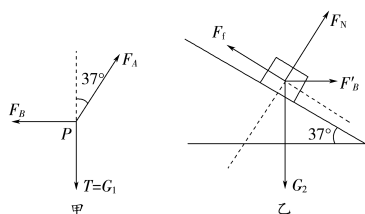
7. B [



8. C [根据题意, 分别对 A、B 受力分析, 如图所示, 对小球 A, 竖直方向有 $F_a \cos 30^\circ = mg$, 水平方向有 $F_a \sin 30^\circ = F_{cA}$, 对小球 B, 竖直方向有 $F_b \cos 60^\circ = mg$, 水平方向有 $F_{cB} + F_b \sin 60^\circ = F$, 又有 $F_{cA} = F_{cB}$, 联立解得 $F = \frac{4\sqrt{3}}{3}mg$, 故 C 正确。]

9. B [两根把索的合力大小为 $F' = 2F \cos 30^\circ = \sqrt{3}F$, 故 A 错误, B 正确; 由平衡条件知, 地对把的水平阻力大小为 $f = F' \cos 30^\circ = \frac{3}{2}F$, 故 C、D 错误。故选 B。]

10. 解析: (1)(2) 对结点 P 受力分析如图甲所示, 由平衡条件可得 $F_A \cos 37^\circ = G_1$
 $F_A \sin 37^\circ = F_B$
 解得 $F_B = 6 \text{ N}$



对木块进行受力分析, 如图乙所示

由平衡条件可得

$$F_f = G_2 \sin 37^\circ + F'_B \cos 37^\circ$$

$$F_N + F'_B \sin 37^\circ = G_2 \cos 37^\circ$$

$$\text{又 } F'_B = F_B$$

$$\text{解得 } F_f = 64.8 \text{ N}, F_N = 76.4 \text{ N}.$$

答案: (1) 64.8 N (2) 76.4 N

课时提能作业(九)

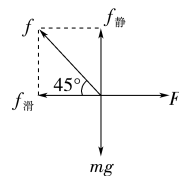
1. A [根据题意, 翠鸟做加速直线运动, 所以翠鸟所受合力方向与速度方向相同, 根据平行四边形定则分析可知, 只有 A 选项中重力与 F 的合力的方向有可能与速度方向相同, B、C、D 中合力的方向一定与速度方向有夹角, 翠鸟不可能做直线运动。所以 A 正确, B、C、D 错误。]

2. D [因为不知道接触面是否水平, 所以最上面的石块 D 可能受摩擦力作用, 心形石块 E 也有可能受摩擦力作用, 故 A、B 错误; 石块 C 最多受到重力, 左右两边石块对它的两个摩擦力, 两个弹力, 共 5 个力的作用, 故 C 错误; 石块 A、B 的接触面水平,

把石块 A 及其上面的石块看作整体, 根据二力平衡条件可知, 石块 B 对石块 A 的作用力方向一定竖直向上, 故 D 正确。]

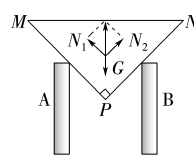
3. C [根据牛顿第三定律, “电动平衡车”对人的作用力大小等于人对“电动平衡车”的作用力大小, 故 A 错误; 人的重力与车对人的支持力的受力物体都是人, 不可能是相互作用力, 故 B 错误; 地面对车的摩擦力与车对地面的摩擦力是一对相互作用力, 故 C 正确; 在行驶过程中突然向右转弯时, 人会因为惯性向左倾斜, 故 D 错误。]

4. B [对擦窗工具进行正视图的受力分析如图

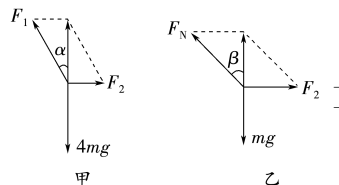


所示, 水平方向上拉力 F 与擦窗工具所受摩擦力的水平分量 $f_{\text{滑}}$ 等大反向, 竖直方向上重力 mg 与擦窗工具所受摩擦力的竖直分量 $f_{\text{静}}$ 等大反向, 所以擦窗工具所受摩擦力方向如图中 f 所示, 大小为 $f = \sqrt{f_{\text{滑}}^2 + f_{\text{静}}^2} = \sqrt{2}mg$, 故选 B。]

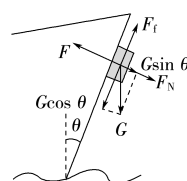
5. D [根据平衡条件, 对柱体 MPN 受力分析, 如图所示, 可知柱体 MPN 受到 3 个力的作用, 所以 A、B 错误; 由平衡条件可知 $2N_1 \cos 45^\circ = mg$, 得 $N_1 = N_2 = \frac{\sqrt{2}}{2}mg$, N_1 方向垂直于 PN 向上, N_2 方向垂直于 PM 向上, 所以 D 正确, C 错误。]



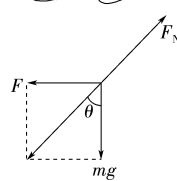
6. A [以 P、Q 两球整体为研究对象, 受力如图甲所示, 由平衡条件可得 $F_2 = 4mg \tan \alpha$, 隔离 Q 球, 受力如图乙所示, 由平衡条件可得 $F_2 = mg \tan \beta$, 解得 $4 \tan \alpha = \tan \beta$, 故选 A。



7. C [如图所示, 将重力沿垂直于斜面方向和沿斜面方向分解, 沿斜面方向, 由平衡条件得 $F_f = G \cos \theta$, 故 A 错误, C 正确; 垂直斜面方向, 由平衡条件得 $F = G \sin \theta + F_N$, 故 B、D 错误。]

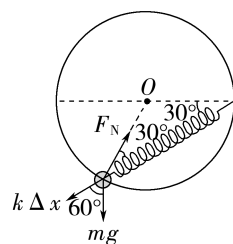


8. BD [物块 A 静止, 处于平衡状态, 受力如图所示, 物体 A 受到的重力 $G_A = mg = \frac{F}{\tan \theta}$, 物块 A 受到的支持力大小 $F_N = \frac{F}{\sin \theta}$, 故 A 错误, B 正确; 物块 A 受到重力



G_A 、推力 F、B 对 A 的作用力静止, 由平衡条件可知, B 对 A 的作用力大小等于重力 G_A 与 F 的合力大小, 不等于 F, 由牛顿第三定律可知, A 对 B 的作用力大小不等于 F, 故 C 错误; 物块 A 与斜面 B 整体静止, 处于平衡状态, 在水平方向, 由平衡条件可知, 斜面 B 受到地面的摩擦力大小 $f = F$, 故 D 正确。]

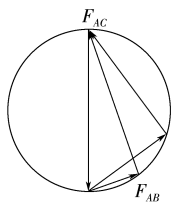
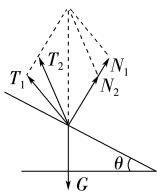
9. C [对小球进行受力分析, 如图所示, 结合几何关系标出各角度, 在垂直 F_N 方向, 根据力的平衡条件有 $k \Delta x \sin 30^\circ = mg \sin 30^\circ$, 根据几何关系得 $\Delta x = 2\sqrt{3}R - 2R \cos 30^\circ$, 联立解得 $k = \frac{\sqrt{3}mg}{3R}$, C 正确。]



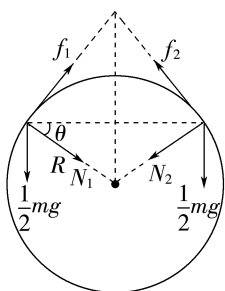
10. **B** [设斜杆的弹力大小为 F , 以水平横杆和物体为整体, 在竖直方向上根据受力平衡可得 $4F \cos 30^\circ = G$, 解得 $F = \frac{\sqrt{3}}{6}G$, 以其中一斜杆为研究对象, 其受力如图所示, 可知每根斜杆受到地面的作用力应与 F 平衡, 即大小为 $\frac{\sqrt{3}}{6}G$, 每根斜杆受到地面的摩擦力大小为 $F_f = F \sin 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{12}G$, B 正确, A、C、D 错误。]
11. **B** [对其中一个小球受力分析, 沿其所在杆方向由力的平衡条件有 $2k \Delta x \cdot \cos 60^\circ = mg \sin \theta$, 其中 θ 为其所在杆与水平面的夹角, 由几何关系得 $\sin \theta = \frac{\sqrt{6}}{3}$, 联立解得 $\Delta x = \frac{\sqrt{6}mg}{3k}$, B 正确。]

课时提能作业(十)

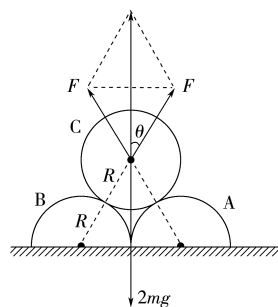
1. **B** [根据共点力平衡条件及矢量三角形法则可知若 F_1 增大, 则 F_2 增大, 且 F_1 与 F_2 的合力与重力等大、反向, 方向竖直向上, 故 A、D 错误, B 正确; 根据三个力的合成可知 F_2 一定与 F_1 和重力合力的方向相反, 不一定沿着铁柱向上, 故 C 错误。]
2. **BD** [令游客所在位置的支持力 N 的方向与竖直方向夹角为 θ , 用外力 F 拉动游客使游客缓慢地向边缘移动的过程中, θ 逐渐增大, 根据平衡条件有 $F = mg \sin \theta$, $N = mg \cos \theta$, 由于 θ 逐渐增大, 可知拉力 F 一直增大, 冰坑对游客的支持力一直减小, 故选 BD。]
3. **C** [对货物 A 受力分析, 其动态图如图所示, 货物缓慢向上移动, 则拉力方向与竖直方向的夹角减小, 由图可知, 绳子的拉力越来越大。同时, 玻璃棚对货物的支持力变小, 由牛顿第三定律知, 货物 A 对玻璃棚的压力越来越小。故 C 项正确。]
4. **D** [设悬臂的推力为 F , 则悬臂对滑块的压力为 $F_N = F \sin \theta$, 若要求此时无论多大的风均不能将窗扇关闭, 则有 $F \cos \theta \leq \mu F_N$, 解得 $\mu \geq \frac{1}{\tan \theta}$, 故选 D。]



5. **AD** [在叉车匀速运动的过程中, 对石墩进行受力分析, 并将石墩所受的三个力进行平移构成一个首尾相接的矢量三角形, 在 θ 从 0° 增加为 90° 过程中, 该矢量三角形的三个顶点应落在一个圆上, 如图所示, 重力为圆的直径, 由图可知, F_{AB} 一直增加, F_{AC} 一直在减小。故选 AD。]
6. **A** [根据题意, 对杯盖两接触点受力分析如图所示, 由平衡条件有 $\frac{1}{2}mg + N_1 \sin \theta = f_1 \cos \theta$, 又有 $f_1 = \mu N_1$, 联立解得 $N_1 = 12.5mg$, 故选 A。]



7. **B** [设 B、A 对 C 的弹力方向与竖直方向夹角为 θ , 对圆柱模具 C 受力分析如图所示, C 受力平衡, 由平衡条件可得 $F = \frac{2mg}{2\cos \theta}$, 可知 F 的水平分力 $F_x = F \sin \theta = mg \tan \theta$, 随着 C 逐渐落到地面, θ 增大, $\tan \theta$ 增大, 则 F_x 变大, 对 B, 由平衡条件可知 B 受地面摩擦力逐渐增大, 故 A 错误; 对 A、B、C 整体受力分析, 竖直方向受整体重力和地面对 A、B 的支持力, 由对称性知地面对 A、B 的支持力大小相等, 均为 $2mg$, A 受地面的摩擦力为滑动摩擦力, 恒定不变, 故 B 正确, C 错误; 由几何关系可知当 C 降到地面前瞬间 $\theta = 60^\circ$, B 受 C 压力的水平分力最大, 大小为 $F_{x\max} = mg \tan 60^\circ = \sqrt{3}mg$, $F_{y\max} = \frac{F_{x\max}}{\tan 60^\circ} = mg$, 则 B 受地面的最大静摩擦力大小为 $f = 2\mu mg$, 由题意知 $f = F_{x\max}$, 联立解得 $\mu_{\min} = \frac{\sqrt{3}}{2}$, 故 D 错误。]



8. **解析**: 设 AB 绳的拉力为 F_1 , AC 绳的拉力为 F_2 , 对物体受力分析, 由平衡条件有 $F \cos \theta - F_2 - F_1 \cos \theta = 0$ $F \sin \theta + F_1 \sin \theta - mg = 0$ 可得 $F = \frac{mg}{\sin \theta} - F_1$, $F = \frac{F_2}{2\cos \theta} + \frac{mg}{2\sin \theta}$ 若要使两绳都能伸直, 则有 $F_1 \geq 0$, $F_2 \geq 0$ 令 $F_1 = 0$ 得 F 的最大值 $F_{\max} = \frac{mg}{\sin \theta} = \frac{100}{3}\sqrt{3} \text{ N}$ 令 $F_2 = 0$ 得 F 的最小值 $F_{\min} = \frac{mg}{2\sin \theta} = \frac{50}{3}\sqrt{3} \text{ N}$ 即拉力 F 的大小范围为 $\frac{50\sqrt{3}}{3} \text{ N} \leq F \leq \frac{100}{3}\sqrt{3} \text{ N}$ 答案: $\frac{50\sqrt{3}}{3} \text{ N} \leq F \leq \frac{100}{3}\sqrt{3} \text{ N}$

课时提能作业(十一)

1. **解析**: (4) 对钩码, 由平衡条件可知, 橡皮筋的弹力 $F_{\text{弹}} = mg$, 且 g 恒定, $x-m$ 图像为过原点的直线, 可知 $x-F_{\text{弹}}$ 图像也为过原点的直线, 则得出结论: 在弹性限度内, 橡皮筋弹力与其伸长量成正比。 (5) 由胡克定律可知 $F_{\text{弹}} = kx$, 且 $F_{\text{弹}} = mg$, 联立可得 $x = \frac{g}{k}m$, 可知 $x-m$ 图像的斜率为 $\frac{g}{k} = \frac{\Delta x}{\Delta m} = \frac{12 \times 10^{-2}}{60 \times 10^{-3}} \text{ m/kg} = 2 \text{ m/kg}$, 解得该橡皮筋的劲度系数为 $k = \frac{g}{2 \text{ m/kg}} = \frac{9.8 \text{ N/kg}}{2 \text{ m/kg}} = 4.9 \text{ N/m}$ 。 (6) 设挂钩和指针的质量为 M , 没有挂钩和指针时橡皮筋的长度为 L_0' , 则 $L_0' < L_0$, 只有挂钩和指针时, $Mg = k(L_0 - L_0')$, 挂上钩码后, $Mg + mg = k(L_n - L_0')$, 两式相减得 $mg = k(L_n - L_0) = kx$, 即仍有 $x = \frac{g}{k}m$, 可知本实验测得橡皮筋的劲度系数与真实值相等。 答案: (4) 在弹性限度内, 橡皮筋弹力与其伸长量成正比 (5) 4.9 (6) 相等

2. 解析: (1) 根据 $\Delta L_i = L_{i+3} - L_i$ ($i=1, 2, 3$) 得 $\Delta L_3 = L_6 - L_3 = 18.09 \text{ cm} - 12.05 \text{ cm} = 6.04 \text{ cm}$; 压缩量的平均值为 $\overline{\Delta L} = \frac{\Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3}{3} = \frac{6.03 + 6.08 + 6.04}{3} \text{ cm} = 6.05 \text{ cm}$ 。

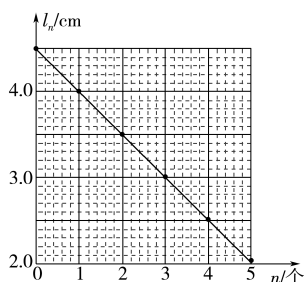
(2) 因 $\Delta L_1, \Delta L_2, \Delta L_3$ 均是管中增加 3 个钢球时弹簧的压缩量, 则所求平均值 $\overline{\Delta L}$ 是管中增加 3 个钢球时产生的弹簧平均压缩量。

(3) 设每个钢球的质量均为 m , 对连续滑进的 3 个钢球, 根据平衡条件有 $3mg \sin 30^\circ = k \cdot \overline{\Delta L}$, 解得 $k = \frac{3mg \sin 30^\circ}{\overline{\Delta L}} = \frac{3 \times 0.200 \times 9.80 \times 0.5}{6.05 \times 10^{-2}} \text{ N/m} \approx 48.6 \text{ N/m}$ 。

答案: (1) 6.04 6.05 (2) 3 (3) 48.6

3. 解析: (1) 由题图甲可知, 刻度尺的最小分度为 1 mm, 则读数为 $l_5 = 2.05 \text{ cm}$ 。

(2) 在题图乙中描出 (5, 2.05) 点, 拟合连线如图所示。



(3) 根据题意, 由胡克定律有 $nmg = k(l_0 - l_n)$

整理可得 $l_n = l_0 - \frac{mg}{k}n$

结合题图乙可得 $\frac{mg}{k} = \frac{4.50 - 2.05}{5} \times 10^{-2} \text{ m}$

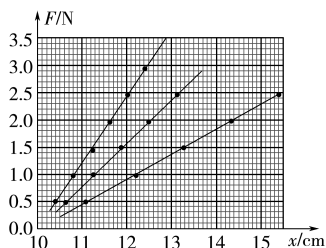
解得 $k = 1.00 \text{ N/cm} = 100 \text{ N/m}$ 。

答案: (1) 2.05 (2.04~2.06 均可) (2) 见解析图 (3) 100

4. 解析: (1) 由题图(b)可知, 表格中数据☆=11.21 cm。

(2) 补齐读出的数据点, 并作出并联弹簧 AB 的 $F-x$ 图线如图所示。根据作出的图线可得 $k_{AB} =$

$\frac{(2.94 - 0.49) \text{ N}}{(12.42 - 10.41) \times 10^{-2} \text{ m}} \approx 122 \text{ N/m}$ 。



(3) 相对差值 $\alpha = \left| \frac{k_{AB} - (k_A + k_B)}{k_A + k_B} \right| \times 100\% = \left| \frac{122 - (45.6 + 77.9)}{45.6 + 77.9} \right| \times 100\% \approx 1\%$ 。

答案: (1) 11.21 (2) 见解析图 122 (3) 1

课时提能作业(十二)

1. 解析: (2) 记录在两个分力作用下橡皮条的形变量(即小圆环的位置)以及两个分力的方向即可, C、D 正确。

(3) 换用一个力时, 这个力产生的效果和刚才的两个力产生的效果必须一致, 即两次小圆环停止时的位置相同。

(5) 利用平行四边形定则求得两个分力产生的效果与一个力产生的效果在误差范围内相同时, 即可验证平行四边形定则的正确性。

答案: (2) CD (3) 步骤(2)中小圆环停止时的位置 (5) 大小和方向是否在误差范围内相同

2. 解析: (1) 根据测力计读数规则, 弹簧测力计 a 的示数为 5.80 N。

(2) 根据验证“力的平行四边形定则”实验要求, 弹簧测力计应在使用前校零, 细线方向应与木板平面平行, 改变拉力, 进行多次实验, 每次不必使 O 点静止在同一位置, 所以不必要的操作是 C。

(3) 用一个弹簧测力计拉橡皮筋到 O' 点时的拉力 F' 的方向一定与橡皮筋在同一直线上, 用两个弹簧测力计拉橡皮筋到 O' 点, 在误差允许的范围内, 两弹簧测力计拉力的合力 F 方向与橡皮筋可以不在同一直线上, 所以符合实际情况的是 C。

答案: (1) 5.80 (2) C (3) C

3. 解析: (1) 若一根绳挂的钩码质量为 m , 另一根绳挂的钩码质量为 $2m$, 则两绳子的拉力分别为 $mg, 2mg$, 两绳不共线, 两绳子拉力的合力 F 的范围是 $2mg - mg < F < mg + 2mg$, 即 $mg < F < 3mg$, 则第三根绳挂的钩码质量在 $m \sim 3m$ 之间, 即第三根绳挂的钩码质量 $m < M < 3m$ 。

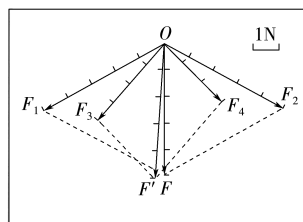
(2) 本实验不是先用一根绳拉结点, 然后再用两根绳去拉结点, 使一根绳拉的作用效果与两根绳拉的作用效果相同, 而是三根绳都直接拉 O 点, 所以 O 点的位置可以改变。

(3) 若桌面不水平, 绳子的拉力仍等于所挂钩码的重力, 不会影响实验的结论; 若某一滑轮与绳间存在较大摩擦力, 则绳的拉力不再等于所挂钩码的重力, 对实验结论会有影响。

答案: (1) $m < M < 3m$ (2) 不必 (3) 不会 有

4. 解析: (2) 由题图(b)可知, 弹簧测力计的最小刻度为 0.1 N, 需要估读到 0.01 N, 所以读数为 5.00 N。

(4) 根据平行四边形定则作出 F_3, F_4 的合力 F' 的图示, 如图所示。



(5) 根据实验规律可知, 如果这些合力在误差允许范围内都大小相等, 方向相同, 则说明一个力分解成两个力有多种分解方式, 分力与合力的关系遵循平行四边形定则。

答案: (2) 5.00 (4) 见解析图 (5) 大小相等, 方向相同

课时提能作业(十三)

1. A [牛顿认为力是改变物体运动状态的原因, 而不是维持物体运动的原因, A 正确; 牛顿第二定律可以通过实验来验证, 牛顿第一定律不可以通过实验来验证, B 错误; 国际单位制中, kg、m 是基本单位, N 是导出单位, C 错误; 加速度 a 与 Δv 和 Δt 无关, 它由合力 F 和质量 m 共同决定, D 错误。]

2. C [把手中的铅球由静止释放后, 铅球能竖直下落, 是铅球受到竖直向下的重力的缘故, 故 A 错误; 惯性的大小只与质量有关, 与速度无关, 故 B 错误; 牛顿第一定律也叫作惯性定律, 故 C 正确; 汽车紧急刹车时, 乘客会向前倾, 这是由于乘客具有惯性, 惯性不是力, 不能说受到惯性力的作用, 故 D 错误。]

课时提能作业(十四)

3. B [水冲沙石,沙石才能运动,是因为力是改变物体运动状态的原因,故 A 错误;物体总有保持原有运动状态的性质即为惯性,其大小只与质量有关,质量越大惯性越大,力是改变物体运动状态的原因,大石由于质量太大,惯性太大,所以运动状态不容易被水流改变,故 B 正确;物体的运动不需要力来维持,如沙石不受力的作用时,可以保持匀速直线运动状态,故 C 错误;“大石不移”是因为水的冲力等于大石受到的阻力,大石所受的合外力为零,故 D 错误。]

4. A [滑翔伞沿直线朝斜向右下方向做匀加速直线运动,则 F 与 G 的合力方向与 v 同向,故 A 符合题意,B、C、D 不符合题意。]

5. A [由牛顿第二定律可知,返回舱竖直向下做减速运动的过程满足 $f-mg=ma$,得加速度大小 $a=\frac{f-mg}{m}$,由题意可知返回舱所受的空气阻力 f 随速度的减小而减小,则加速度大小 a 一直减小,A 正确,B、C、D 错误。]

6. A [设小物块的质量为 m ,则由牛顿第二定律可得 $F-f=ma$,当 F 加倍后,有 $2F-f=ma'$,代入数据解得 $a'=2a+\frac{f}{m}>2a=6\text{ m/s}^2$,故选 A。]

7. B [对 P 施加 F 时,根据牛顿第二定律有 $a_1=\frac{F}{m_1}=\frac{\Delta v_1}{\Delta t}=10\text{ m/s}^2$,对 P 和 Q 整体施加 F 时,根据牛顿第二定律有 $a_2=\frac{F}{m_1+m_2}=\frac{\Delta v_2}{\Delta t}=2\text{ m/s}^2$,联立解得 $m_2=4.0\text{ kg}$,故选 B。]

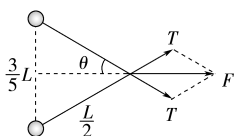
8. A [由 $f=\frac{1}{2}c\rho Sv^2$,可得 $c=\frac{2f}{\rho Sv^2}$,国际单位制中,力 f 的单位为 $\text{N}=\text{kg}\cdot\text{m/s}^2$,密度 ρ 的单位为 kg/m^3 ,面积 S 的单位为 m^2 ,速度 v 的单位为 m/s ,代入单位可得空气阻力系数 c 的单位为 $\frac{\text{kg}\cdot\text{m/s}^2}{\text{kg/m}^3\cdot\text{m}^2\cdot(\text{m/s})^2}=1$,即 c 为常数,没有单位,而 $\frac{\text{N}\cdot\text{s}^2}{\text{kg}^2}=\frac{\text{kg}\cdot\text{m/s}^2\cdot\text{s}^2}{\text{kg}^2}=\frac{\text{m}}{\text{kg}}$,故 B、C、D 错误,A 正确。]

9. B [小车表面光滑,两个小球在水平方向上不受力的作用,根据牛顿第一定律可知,两球都保持原速度做匀速直线运动,它们之间的距离不会发生变化,因而它们一定不相碰,与质量的大小无关,B 正确。]

10. C [对甲、乙整体受力分析可知, L_1 的拉力大小为 $T_1=2mg\tan 60^\circ=2\sqrt{3}mg$, L_2 的拉力大小为 $T_2=\frac{2mg}{\cos 60^\circ}=4mg$,A、B 错误;若剪断 L_1 ,该瞬间弹簧的弹力不变,则小球乙受的合外力仍为零,加速度为零,对甲分析,沿绳 L_2 方向受力平衡,合力为重力沿垂直绳 L_2 方向的分力,由牛顿第二定律可知加速度大小为 $a=\frac{2mg\sin 60^\circ}{m}=\sqrt{3}g$,C 正确,D 错误。故选 C。]

11. D [设无人机对货物的作用力大小为 F ,货物的质量为 m ,受到的空气阻力大小为 f ,加速度大小为 a ,在竖直方向由平衡条件有 $F_y=mg$,在水平方向根据牛顿第二定律有 $F_x-f=ma$,又 $F=\sqrt{F_x^2+F_y^2}$,联立解得 $F=10\sqrt{109}\text{ N}$,故选 D。]

12. A [当两球运动至二者相距 $\frac{3}{5}L$ 时,对 F 分解如图所示,由几何关系可知 $\sin\theta=\frac{\frac{3}{5}L}{\frac{L}{2}}=\frac{3}{5}$, $2T\cos\theta=F$,解得绳子拉力大小 $T=\frac{5}{8}F$;对任一小球,由牛顿第二定律可得 $T=ma$,解得 $a=\frac{5F}{8m}$,故 A 正确。]



1. A [返回舱减速下落,加速度向上,则其处于超重状态,A 正确,B 错误;主伞的拉力向上,而返回舱速度向下,则主伞的拉力做负功,C 错误;返回舱的重力向下,速度向下,则重力对返回舱做正功,D 错误。]

2. D [如题图所示,根据牛顿第二定律 $F-mg=ma$,可得 $a=\frac{(63-60)\times 10}{60}\text{ m/s}^2=0.50\text{ m/s}^2$,则电梯向上做加速运动,加速度大小为 0.50 m/s^2 。故选 D。]

3. B [设汽车在干燥路面与在结冰路面所受阻力分别为 f_1 、 f_2 ,汽车进入结冰路面瞬间的速度为 v_1 ,由牛顿第二定律得 $f=ma$,则汽车在干燥路面与在结冰路面上运动的加速度大小之比为 $\frac{a_1}{a_2}=\frac{f_1}{f_2}=\frac{7}{1}$,由运动学公式,汽车在干燥路面上运动时有 $v_0^2-v_1^2=2a_1x_1$,汽车在结冰路面上运动时有 $v_1^2=2a_2x_2$,其中 $\frac{x_1}{x_2}=\frac{8}{7}$,解得汽车进入结冰路面瞬间的速度大小为 $v_1=\frac{v_0}{3}$,故选 B。]

4. A [设想还有一根光滑固定细杆 ca ,则 ca 、 Oa 、 da 三细杆交于圆的最低点 a ,三杆顶点均在圆周上,根据等时圆模型可知,由 c 、 O 、 d 无初速度释放的小滑环到达 a 点的时间相等,即 $t_{ca}=t_1=t_3$;而由 $c\rightarrow a$ 和由 $O\rightarrow b$ 滑动的小滑环相比较,滑行位移大小相同,初速度均为零,但加速度 $a_{ca}>a_{Ob}$,由 $x=\frac{1}{2}at^2$ 可知, $t_2>t_{ca}$,故选项 A 错误,B、C、D 均正确。]

5. C [开始时人处于平衡状态,由 a 点可读出,此时,人对力板的压力约为 900 N ,人的重力也约为 900 N ,故 A 错误;当人对接触面的压力小于人的真实重力时,人处于失重状态,此时有向下的加速度;当人对接触面的压力大于人的真实重力时,人处于超重状态,此时有向上的加速度,故 b 到 c 的过程中,人先处于失重状态,再处于超重状态,故 B 错误;人在双脚离开力板后,人只受重力的作用,处于完全失重状态,故 C 正确; b 点压力与重力的差值要小于 c 点压力与重力的差值,则人在 b 点对应时刻的加速度要小于在 c 点对应时刻的加速度,故 D 错误。]

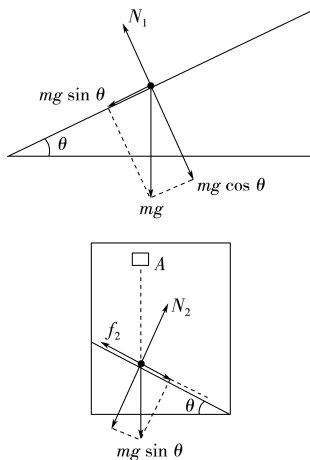
6. A [苹果和橘子碰伤所需的平均作用力均约为自身重力的 3 倍,可知苹果和橘子减速过程的加速度大小均为 $a=\frac{3mg-mg}{m}=2g$,设与地板接触时,苹果和橘子的速度分别为 v_1 、 v_2 ,根据题意有 $0=v_1-a\Delta t$, $0=v_2-a\cdot 2\Delta t$,可得 $v_1:v_2=1:2$,根据自由落体运动公式 $v^2=2gh$,可得苹果和橘子的碰伤阈值之比约为 $h_1:h_2=v_1^2:v_2^2=1:4$,故选 A。]

7. B [设拉力 F 作用时,小物体的加速度为 a_1 ,撤去拉力 F 后,小物体的加速度为 a_2 ,撤去拉力 F 瞬间,小物体的速度为 v ,取沿斜面向上为正方向,撤去拉力 F 前,小物体的位移 $x=\frac{1}{2}a_1t_0^2$,由牛顿第二定律有 $F-mg\sin 30^\circ=ma_1$,从撤去拉力 F 至返回斜面底端,小物体的位移为 $-x=v\cdot 2t_0+\frac{1}{2}a_2\cdot (2t_0)^2$,其中 $v=a_1t_0$,由牛顿第二定律有 $-mg\sin 30^\circ=ma_2$,联立并代入数据解得 $F=18\text{ N}$,故选 B。]

8. AD [由运动学公式 $v^2-v_0^2=2ax$,可得无人机失去升力时的速度大小为 $v=\sqrt{2a_1x_1}=12\text{ m/s}$,故 A 正确;由牛顿第二定律有 $F-mg-F_f=ma_1$,解得 $F=70\text{ N}$,故 B 错误;向上减速时,由牛顿第二定律有 $mg+F_f=ma_2$,解得 $a_2=12\text{ m/s}^2$,故 C 错误;由运动学公式 $v^2-v_0^2=2ax$,可得无人机减速上升

的高度为 $x_2 = \frac{v^2}{2a_2} = 6 \text{ m}$, 则无人机上升的最大高度为 $H = x_1 + x_2 = 42 \text{ m}$, 故 D 正确。]

9. 解析: (1) 根据摩擦力的公式有 $f_1 = \mu N_1 = \mu mg \cos \theta = 200 \text{ N}$, $f_2 = \mu N_2 = \mu mg \sin \theta \cos \theta = 120 \text{ N}$ 。



(2) 在撞击护板前, 根据牛顿第二定律有 $a_1 = \frac{mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta}{m} = 2 \text{ m/s}^2$

撞击护板时的速度 $v_1 = a_1 t_1 = 5 \text{ m/s}$ 。

(3) 在撞击护板后, 根据牛顿第二定律有 $a_2 = \frac{mg \sin \theta \sin \theta - f_1 - f_2}{m} = -2.8 \text{ m/s}^2$

根据速度位移公式有 $v_2^2 - (v_1 \sin \theta)^2 = 2a_2 s$

解得 $v_2 = 1.2 \text{ m/s}$ 。

答案: (1) 200 N 120 N (2) 5 m/s (3) 1.2 m/s

课时提能作业(十五)

1. 解析: (1) 为了使小车所受的合外力大小近似等于槽码的总重力, 故应使小车质量远大于槽码质量, 故 A 错误; 为了保证小车所受细线拉力等于小车所受合力, 则需要调整垫块位置以平衡阻力, 也要保持细线和长木板平行, 故 B 正确; 平衡阻力时不能移去打点计时器和纸带, 需要通过纸带上点迹是否均匀来判断小车是否做匀速运动, 故 C 错误; 根据操作要求, 应先打开打点计时器再释放小车, 故 D 错误。

(2) 根据逐差法可知 $S_5 - S_1 = 4a_1 T^2$, $S_6 - S_2 = 4a_2 T^2$, $S_7 - S_3 = 4a_3 T^2$, $S_8 - S_4 = 4a_4 T^2$, 对 a_1, a_2, a_3, a_4 求平均值可得小车加速度表达式为 $a = \frac{1}{4} \left(\frac{S_8 - S_4}{4T^2} + \frac{S_7 - S_3}{4T^2} + \frac{S_6 - S_2}{4T^2} + \frac{S_5 - S_1}{4T^2} \right)$, 故选 D。

(3) 根据题图 3 可知 $\frac{1}{a}$ 与 M 成正比, 故在所受合力一定的条件下, a 与 M 成反比; 设槽码的质量为 m , 则由牛顿第二定律 $mg = (m + M)a$, 化简可得 $\frac{1}{a} = \frac{1}{mg} \cdot M + \frac{1}{g}$, 故斜率越小, 槽码的质量 m 越大, 由题图 3 可知甲组所用的槽码质量比乙组的更大。

答案: (1) B (2) D (3) 反比 槽码

2. 解析: (1) 平衡阻力的原理是调整轨道的倾斜度, 使小车重力沿斜面向下的分力来平衡小车运动时打点计时器对小车 (含纸带) 的阻力及其他阻力, 故平衡阻力的方法应是调整轨道的倾斜度, 使小车在不受牵引时能拖动纸带沿轨道匀速运动, c 正确。

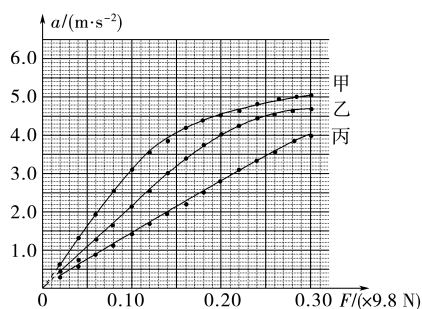
(2) ①由题图丙的 $a-t$ 图像可知 $t = 4 \text{ s}$ 时, 物体的加速度为负值, 又竖直向上为正方向, 则 $t = 4 \text{ s}$ 时物体的加速度竖直向下, 则物体处于失重状态。

②以竖直向上为正方向, 对物体受力分析, 由牛顿第二定律可得 $F_N - mg = ma$, 变形得 $a = \frac{1}{m} F_N - g$, 则 $a-F_N$ 图像的斜率为 $\frac{1}{m}$, 纵截距为 $-g$, 若将物体的质量增大一倍, 重新进行实验, 则 $a-F_N$ 图像的斜率变为原来的 $\frac{1}{2}$, 纵截距不变, 又原来的 $a-F_N$ 图像为题图丁中的图线 a, 则对比题图丁中的其他图线可知重新进行实验后的 $a-F_N$ 图像为题图丁中的图线 d。

答案: (1) c (2) ①失重 ② d

3. 解析: (4) 根据对题图 (b) 分析可知, 与图线甲相比, 图线乙的线性区间较大, 非线性区间较小。

(5) 在坐标系中进行描点, 结合其他点用平滑的曲线拟合, 使尽可能多的点在线上, 不在线上的点均匀分布在线的两侧, 如图所示。



(6) 对钩码根据牛顿第二定律有 $F - T = ma$, 对小车根据牛顿第二定律有 $T = Ma$, 联立解得 $F = (M + m)a$, 变形得 $a = \frac{1}{M + m} F$, 当 $m \ll M$ 时, 可认为 $m + M \approx M$, 则 $a = \frac{1}{M} F$, 即 a 与 F 成正比。

答案: (4) 较大 较小 (5) 见解析图 (6) 远大于钩码的质量 见解析

课时提能作业(十六)

1. C [皮球在上升过程中受空气阻力方向向下, 由牛顿第二定律有 $mg + kv = ma$, 解得 $a = g + \frac{kv}{m}$, 可知在上升过程中皮球做加速度越来越小的减速运动, 速度减小到 0 时其加速度大小减小到重力加速度 g , B、D 错误; 加速度越小, 速度减小得越慢, 由 $a = g + \frac{kv}{m}$, 可知加速度减小得也越慢, A 错误, C 正确。]

2. B [根据牛顿第二定律可得 $F - \mu mg = ma$, 所以 $F = ma + \mu mg$, 结合题图可得 $m_{\text{甲}} > m_{\text{乙}}$, $\mu_{\text{甲}} < \mu_{\text{乙}}$, 故选 B。]

3. A [根据牛顿第二定律有 $F + k(x_0 - x) - f = ma$, 解得 $F = kx - kx_0 + f + ma$, 由于 kx_0 与 $f + ma$ 的大小关系未知, 则选项 B、C、D 图像均有可能。]

4. C [根据小铁球与光滑凹槽相对静止可知, 系统有向右的加速度 $a = g \tan \alpha$, 小铁球受到的合力方向水平向右, 凹槽对小铁球的支持力为 $\frac{mg}{\cos \alpha}$, 推力 $F = (M + m)g \tan \alpha$, 选项 A、B、D 错误, C 正确。]

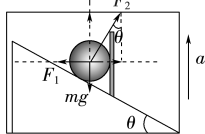
5. AD [设最左边的物体质量为 m , 最右边的物体质量为 m' , 整体质量为 M , 整体的加速度 $a = \frac{F}{M}$, 对最左边的物体分析有 $F_{\text{TB}} = ma = \frac{mF}{M}$, 对最右边的物体分析有 $F - F_{\text{TA}} = m'a$, 解得

课时提能作业(十七)

$F_{TA} = F - \frac{m'F}{M}$, 在中间物体上加上橡皮泥, 则整体的质量 M

增大, 因为 m, m' 不变, 所以 F_{TB} 减小, F_{TA} 增大。故选 AD。]

6. D [电梯具有竖直向上的加速度, 大小为 a , 对小球受力分析, 如图, 根据平衡条件及牛顿第二定律有 $F_1 = F_2 \sin \theta$, $F_2 \cos \theta - mg = ma$, 解得 $F_2 = \frac{mg + ma}{\cos \theta}$, $F_1 = (mg + ma) \tan \theta$, 故



选 D。]

7. AD [$v-t$ 图线与 t 轴围成的面积表示位移, 根据题图可知物块先沿斜面向上减速后再沿斜面向下加速, 物块向上运动的位移为 $x = \frac{vt}{2} = 4$ m, 故 A 正确; 根据牛顿第二定律可得物块向上运动时 $mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta = ma_1$, 物块向下加速时 $mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma_2$, $v-t$ 图像斜率表示加速度, 两阶段加速度大小分别为 $a_1 = \left| \frac{\Delta v}{\Delta t} \right| = 8$ m/s², $a_2 = \left| \frac{\Delta v'}{\Delta t'} \right| = 2$ m/s², 联立解得斜面的倾角和物块与斜面间的动摩擦因数分别为 $\theta = 30^\circ$, $\mu = \frac{\sqrt{3}}{5}$, 故 B 错误, D 正确; 在以上各式中物块的质量均被消掉, 无法求出物块的质量, 故 C 错误。]

8. BD [由静止释放两球, 释放后的瞬间 B 球的加速度大小为 $\frac{g}{3}$ 。若 B 球的加速度方向竖直向下, 以 B 球为对象, 根据牛顿第二定律可得 $m_B g - T = m_B \cdot \frac{g}{3}$; 以 A 球为对象, 根据牛顿第二定律可得 $T - m_A g \sin 30^\circ = m_A \cdot \frac{g}{3}$, 联立可得 A、B 两球的质量之比为 $m_A : m_B = 4 : 5$, 故 B 正确。若 B 球的加速度方向竖直向上, 以 B 球为对象, 根据牛顿第二定律可得 $T' - m_B g = m_B \cdot \frac{g}{3}$; 以 A 球为对象, 根据牛顿第二定律可得 $m_A g \sin 30^\circ - T' = m_A \cdot \frac{g}{3}$, 联立可得 A、B 两球的质量之比为 $m_A : m_B = 8 : 1$, 故 D 正确。]

9. 解析: (1) 根据题意, 由题图可知, 汽车开始刹车时有 $\frac{f_1}{mg} = 1$

由牛顿第二定律有 $-f_1 = ma_1$

联立解得 $a_1 = -10$ m/s², 负号表示方向水平向左。

(2) 由运动学公式 $v = v_0 + at$ 可得, 汽车做减速运动, 则汽车在 1 s 末的速度大小为

$$v_1 = v_0 + a_1 t_1$$

代入数据解得 $v_1 = 20$ m/s。

(3) 根据题意, 汽车开始减速 1 s 内, 由运动学公式

$$x = \frac{v_0 + v}{2} t \text{ 可得, 运动的位移为}$$

$$x_1 = \frac{v_0 + v_1}{2} t_1 = 25 \text{ m}$$

开始减速 1 s 后, 由题图可知 $\frac{f_2}{mg} = 2$

由牛顿第二定律有 $-f_2 = ma_2$

由运动学公式可得 $0 - v_1^2 = 2a_2 x_2$

联立并代入数据解得 $x_2 = 10$ m

汽车从开始减速位置到障碍物间的距离

$$x = x_1 + x_2 + 1 \text{ m} = 36 \text{ m}。$$

答案: (1) 大小为 10 m/s², 方向水平向左 (2) 20 m/s

(3) 36 m

1. D [传送带启动后做匀加速运动, 包裹在摩擦力作用下也做加速运动, 则包裹的加速度一定小于传送带的加速度, 则由题图可知图线 I 反映的是传送带的运动, 图线 II 反映包裹的运动, 选项 A 错误; 包裹的加速度 $a = \frac{5}{5}$ m/s² = 1 m/s², 根据 $a = \mu g$, 可知包裹和传送带间的动摩擦因数为 0.1, 选项 B 错误; 传送带的长度等于包裹的位移 $L = \frac{1}{2} \times 5 \times 5 \text{ m} = 12.5 \text{ m}$, 选项 C 错误; 包裹相对传送带滑动的距离为 $\Delta x = \frac{1}{2} \times 5 \times 8 \text{ m} - 12.5 \text{ m} = 7.5 \text{ m}$, 选项 D 正确。]

2. CD [根据题图可知木板的速度方向没有发生改变, 木板和物块达到共速 $\frac{1}{2}v_0$, 然后一起减速到 0, 所以物块的运动方向先向左再向右, 故 A 错误; 物块在向左减速和向右加速阶段加速度方向水平向右, 一起共同减速阶段加速度方向水平向左, 方向改变, 故 B 错误; 物块在向左减速和向右加速阶段相对木板都向左运动, 共同减速阶段无相对运动, 即物块相对木板运动方向不变, 故 C 正确; 由题图可知在有相对运动阶段木板的加

$$\text{速度大小为 } a_1 = \frac{2v_0 - \frac{1}{2}v_0}{t} = \frac{3v_0}{2t}, \text{ 物块的加速度大小为 } a_2 =$$

$$\frac{v_0 + \frac{1}{2}v_0}{t} = \frac{3v_0}{2t}, \text{ 则物块与木板的加速度大小相等, 故 D 正确。}]$$

3. D [物块向左运动时, 受到的滑动摩擦力向右, 产生的加速度大小为 $a = \frac{\mu mg}{m} = 2$ m/s², 物块向左运动速度减小到 0 时所用时间为 $t = \frac{v_2}{a} = 1.5$ s, 通过的位移大小为 $x = \frac{v_2^2}{2a} = 2.25$ m < $L_{AB} = 4$ m, 可知物块到达 B 轮前速度已经减为 0, 之后物块向右做加速运动, 加速度大小仍为 2 m/s², 由于 $v_1 = 2$ m/s < $v_2 = 3$ m/s, 则物块返回到 A 轮时的速度大小为 2 m/s, 故 D 正确, A、B、C 错误。]

4. C [抽屉遇到柜体挡板前, 假设书本和抽屉能一起加速, 由牛顿第二定律可得 $F = (M + m)a$, 解得 $a = 0.9$ m/s² < $\mu g = 1$ m/s², 则能一起加速, 抽屉的加速度为 0.9 m/s², 故 A 错误; 抽屉遇到柜体挡板前, 书本受到的摩擦力大小为 $f = ma = 0.18$ N, 故 B 错误; 抽屉遇到柜体挡板前, 书本受到的摩擦力向右, 书本位移向右, 则摩擦力做正功, 当抽屉遇到柜体挡板后, 书本受到的摩擦力向左, 书本位移向右, 摩擦力对书本做负功, 故 C 正确; 抽屉遇到柜体挡板时, 书本的速度 $v = \sqrt{2ad} = 1.2$ m/s, 抽屉遇到柜体挡板后书本的加速度大小为 $a' = \mu g = 1$ m/s², 此后书本运动的最大路程(书本与抽屉的碰撞为弹性碰撞时) $x = \frac{v^2}{2a'} = 0.72$ m < $s + d = 1$ m, 则书本不能与抽屉左侧发生碰撞, 故 D 错误。]

5. BD [对 P 受力分析, 受重力和 Q 对 P 的支持力作用, 根据牛顿第二定律有 $m_P g \sin 37^\circ = m_P a_P$, 解得 $a_P = g \sin 37^\circ = 6$ m/s², 对 Q 受力分析, 受重力、斜面对 Q 的支持力、摩擦力和 P 对 Q 的压力作用, 根据牛顿第二定律有 $m_Q g \sin 37^\circ - \mu(m_P + m_Q)g \cos 37^\circ = m_Q a_Q$, 解得 $a_Q = 2$ m/s², 故 A 错误, B 正确; 设 P 在 Q 上滑动的时间为 t , 因 $a_P = 6$ m/s² > $a_Q = 2$ m/s², 故 P 比 Q 运动更快, 根据位移关系有 $L = \frac{1}{2}a_P t^2 - \frac{1}{2}a_Q t^2$, 代入数据解得 $t = 2$ s, 故 C 错误, D 正确。]

6. AD [若传送带顺时针转动,由题意知,当滑块下滑时有 $mg \sin \theta > \mu mg \cos \theta$,将一直匀加速到底端;当滑块上滑时有 $mg \sin \theta < \mu mg \cos \theta$,先匀加速运动,在速度相等后将匀速运动,两种均不符合题图乙运动图像,故传送带是逆时针转动,A正确;滑块在 $0 \sim t_0$ 内,滑动摩擦力向下,滑块匀加速下滑,

$$a_1 = g \sin \theta + \mu g \cos \theta, \text{由题图乙可知 } a_1 = \frac{v_0}{t_0}, \text{则 } \mu =$$

$$\frac{v_0}{gt_0 \cos \theta} - \tan \theta, \text{B错误;当滑块的速度等于传送带的速度时,滑块所受的摩擦力方向发生变化,故传送带的速度等于 } v_0, \text{C错误;共速后滑块的加速度 } a_2 = g \sin \theta - \mu g \cos \theta, \text{代入 } \mu \text{ 值得}$$

$$a_2 = 2g \sin \theta - \frac{v_0}{t_0}, \text{D正确。}]$$

7. 解析:(1)根据 $v-t$ 图像斜率代表加速度可知, $0 \sim 2$ s 内滑块 Q 和木板 P 的加速度分别为

$$a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = -\frac{12-4}{2} \text{ m/s}^2 = -4 \text{ m/s}^2$$

$$a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_1} = \frac{4-0}{2} \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2.$$

(2)根据 $v-t$ 图像与坐标轴围成的面积表示位移可知 $x = \frac{4+12}{2} \times 2 \text{ m} + \frac{1}{2} \times (6-2) \times 4 \text{ m} = 24 \text{ m}.$

(3) $0 \sim 2$ s 阶段,对 Q 分析 $a_1 = -\frac{f}{m}$

对 P 分析 $a_2 = \frac{F+f-f_0}{M}$

在共同减速阶段地面的摩擦力 $-f_0 = (M+m)a_0$

由题图乙知 $a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t_2} = -1 \text{ m/s}^2$

解得 $F = 9 \text{ N}.$

答案:(1) -4 m/s^2 2 m/s^2 (2) 24 m (3) 9 N

课时提能作业(十八)

1. B [离开斜风区时雨滴的速度斜向左下方,进入无风区后雨滴只受重力,速度和加速度不在一条直线上,不可能做直线运动,A错误;离开斜风区时雨滴的速度斜向左下方,轨迹在速度和重力之间偏向重力一侧,B正确,D错误;离开斜风区时雨滴有水平向左的分速度,所以在落地前雨滴的速度不可能竖直向下,C错误。]
2. BC [运动员同时参与两个分运动:竖直向下的运动,水平方向沿风力的运动。两个分运动具有独立性、等时性,竖直分运动不受风力影响,所以运动员下落时间由竖直分运动决定,与风力无关,风力越大,落地时的水平分速度越大,合速度越大,有可能对运动员造成伤害,故 B、C 正确,A、D 错误。]
3. A [若救援所用时间最短,则消防员的速度应与河岸垂直,且出发点应位于礁石上游。故选 A。]
4. B [由运动的合成和分解得 $v_B = v \cos \theta$,解得 $v_B = 4 \text{ m/s}$,故 A 错误,B正确;由 $v_B = v \cos \theta$ 知,轨道车向左运动过程中, θ 减小, $\cos \theta$ 增大, v_B 增大,演员 B 向上加速,加速度向上,处于超重状态,故 C、D 错误。]

5. BD [当船头垂直河岸时,渡河时间最短,则有 $t_{\min} = \frac{d}{v_{\text{船}}} = \frac{240}{10} \text{ s} = 24 \text{ s}$,故 A 错误;由于船在静水中的速度大于水流速度,所以此船可以垂直到达正对岸;当船垂直到达正对岸时,合速度方向垂直于河岸,则实际航行速度为 $v_{\text{合}} = \sqrt{v_{\text{船}}^2 - v_{\text{水}}^2} = \sqrt{10^2 - 8^2} \text{ m/s} = 6 \text{ m/s}$,此时船头的指向与上游河岸的夹角满足 $\cos \theta = \frac{v_{\text{水}}}{v_{\text{船}}} = \frac{8}{10} = 0.8$,可得 $\theta = 37^\circ$,故 B、D 正确,C 错误。]

6. A [当 OP 与 OQ 垂直时,设 $\angle PQO = \theta$,此时活塞的速度为 v ,将 P 的速度分解为沿杆方向和垂直于杆方向的分速度,将活塞的速度 v 分解为沿杆方向和垂直于杆方向的分速度,则此时 $v_0 \cos \theta = v \cos \theta$,即 $v = v_0$,A 正确,B 错误;当 O、P、Q 在同一直线上时,P 沿杆方向的分速度为 0,则活塞沿杆方向的分速度为 0,由于汽缸的限制,活塞垂直于杆方向的分速度为 0,故活塞运动的速度等于 0,C、D 错误。]

7. B [滑块在水平恒力作用下由 P 点运动到 Q 点,滑块过 P、Q 两点时速度大小均为 $v = 5 \text{ m/s}$,即水平恒力做功为零,所以水平恒力应该和位移的方向垂直,A 错误;把滑块在 P 点的速度分解到垂直于 PQ 方向上,有 $v_2 = v \sin \alpha = 3 \text{ m/s}$,由题意知在这个方向上滑块先减速后反向加速,由牛顿第二定律得,滑块的加速度 $a = \frac{F}{m} = 2 \text{ m/s}^2$,由于运动具有对称性,得滑块从

P 到 Q 的时间 $t = 2 \times \frac{v_2}{a} = 3 \text{ s}$,B 正确;把滑块在 P 点的速度分解到 PQ 方向上,有 $v_1 = v \cos \alpha = 4 \text{ m/s}$,滑块在 PQ 方向上做匀速运动,所以当滑块在垂直于 PQ 方向上的速度等于零时,滑块的速度最小,为 4 m/s ,C 错误;P、Q 两点之间的距离为 $PQ = v_1 t = 12 \text{ m}$,D 错误。]

8. BC [开始时物体初速度方向为 x 方向,加速度方向为 y 方向,两者不在一条直线上,所以物体做曲线运动。由题图甲、乙可知, $4 \sim 6$ s 内加速度分别为 $a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{-2}{2} \text{ m/s}^2 =$

$$-1 \text{ m/s}^2, a_y = \frac{\Delta v_y}{\Delta t} = \frac{-4}{2} \text{ m/s}^2 = -2 \text{ m/s}^2, 4 \text{ s 末物体的速度}$$

方向与 x 正方向夹角的正切值 $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = 2$,加速度方向与 x

负方向夹角的正切值 $\tan \beta = \frac{a_y}{a_x} = 2$,所以速度方向与加速度方向相反,所以物体要做直线运动,故 A、D 错误,C 正确; $v-t$ 图像与时间轴围成的面积为物体运动的位移,开始 4 s 内物体 x 方向位移为 8 m , y 方向位移为 8 m ,所以开始 4 s 内物体的位移为 $s = \sqrt{8^2 + 8^2} \text{ m} = 8\sqrt{2} \text{ m}$,故 B 正确。]

9. 解析:(1)将小球的运动沿水平方向和竖直方向分解,水平方向有 $F = ma_x, v_0^2 = 2a_x x_{\max}$

解得 $x_{\max} = \frac{mv_0^2}{2F}.$

(2)水平方向速度减小为零所需时间 $t_1 = \frac{v_0}{a_x}$

由对称性知小球从 A 运动到 B 的总时间 $t = 2t_1$

竖直方向上有 $y = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{2m^2gv_0^2}{F^2}.$

(3)小球运动到 B 点时,有 $v_x = -v_0, v_y = gt$

则 $v_B = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \frac{v_0}{F} \sqrt{F^2 + 4m^2g^2}.$

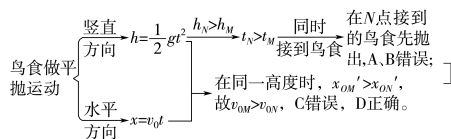
答案:(1) $\frac{mv_0^2}{2F}$ (2) $\frac{2m^2gv_0^2}{F^2}$ (3) $\frac{v_0}{F} \sqrt{F^2 + 4m^2g^2}$

课时提能作业(十九)

1. A [不计空气阻力,喷泉喷出的水在空中只受重力,加速度均为重力加速度,A 正确;设喷泉喷出的水竖直方向速度为 v_y ,水平方向速度为 v_x ,竖直方向,根据对称性可知在空中运动的时间 $t = 2\sqrt{\frac{2h}{g}}$,可知 $t_a < t_b$,D 错误;最高点的速度等于水平方向的速度 $v_x = \frac{x}{t}$,由于水平方向的位移大小关系未知,无法判断最高点的速度大小关系,根据速度的合成可知无法判断初速度的大小关系,B、C 错误。]

2. D [平抛的炸弹水平运动最远,到达拦截区,根据平抛运动规律可知 $h = \frac{1}{2}gt^2 = 2\ 000\text{ m}$, $x = v_0 t = 200\text{ m}$,以面积比为拦截炸弹比,拦截炸弹比约为 $\frac{S}{\pi x^2} = \frac{3\ 000}{3 \times 200^2} = 0.025$,故选 D。]

3. D [



4. D [战机的运动轨迹是抛物线,当水平方向做匀速直线运动时,竖直方向做初速度为零的匀加速直线运动,则战机到达 B 点时的水平分速度大小 $v_x = \frac{x}{t}$,竖直分速度大小 $v_y = \frac{2y}{t}$,合

速度大小为 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \frac{\sqrt{x^2 + 4y^2}}{t}$, D 正确。]

5. A [网球的逆向运动(由 P 点到 O 点)为平抛运动,对 O 点速度进行分解可得 $v_P = v_0 \sin \alpha = 12\text{ m/s}$,故 A 正确;在竖直方向上有 $gt = v_0 \cos \alpha$,解得 $t = 1.6\text{ s}$,故 B 错误;O、P 两点间的水平距离 $x = v_P t = 19.2\text{ m}$,故 C 错误;O、P 两点间的高度差 $h = \frac{1}{2}gt^2 = 12.8\text{ m}$,故 D 错误。]

6. A [设斜面倾角为 θ ,则 $\tan \theta = \frac{y}{x} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0 t} = \frac{gt}{2v_0}$,可得 $t = \frac{2v_0 \tan \theta}{g}$,两小球的飞行时间均与初速度 v_0 成正比,故 A 正确;两球抛出后只受重力作用,加速度 g 相同,所以速度的变化快慢相同,故 B 错误;根据题意知,两小球下落的竖直高度 $h_a < h_b$,根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 可知 $t_a < t_b$,根据 $\Delta v = gt$ 可知落在 a 点小球的速度变化量小于落在 b 点的小球的速度变化量,故 C 错误;设小球落到斜面上速度方向与水平方向的夹角为 α ,则 $\tan \alpha = 2 \tan \theta$,所以小球落在 a 点和 b 点时的速度方向相同,故 D 错误。]

7. AD [根据平行四边形定则和几何关系,以速度 v_0 平抛垂直落到斜面上,竖直方向的分速度为 $v_y = \frac{v_0}{\tan \theta}$,又 $v_y = gt$,则 $t = \frac{v_0}{g \tan \theta}$,由于 $v_A > v_B$,则 $t_A > t_B$,故 A 正确;根据平行四边形定则和几何关系,以速度 v_0 平抛垂直落到斜面上,落到斜面上的速度 $v_t = \frac{v_0}{\sin \theta}$,由于 $v_A > v_B$,则 $v_{tA} > v_{tB}$,动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$,则两个小球落到斜面上时的动能不同,故 B 错误;根据平行四边形定则和几何关系,以速度 v_0 平抛垂直落到斜面上,设抛出点与落到斜面上的点的连线与水平方向的夹角为 α ,则 $\tan \alpha = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0 t} = \frac{gt}{2v_0}$ ②,联立①②得 $\tan \alpha = \frac{1}{2 \tan \theta}$,可知 AO 连线与水平方向的夹角一定和 BO 连线与水平方向的夹角相同,AO 连线与水平方向的夹角一定与斜面的倾角不同,故 C 错误, D 正确。]

8. C [从 O 到 P 点,根据平抛运动的逆向思维有 $v_y^2 = 2gh$, $h = \frac{1}{2}gt^2$, $x = \sqrt{2^2 + 1.5^2}\text{ m} = v_x t$,联立解得 $v_x = \frac{25}{6}\text{ m/s}$, $v_y = 6\text{ m/s}$,则足球在 O 点的初速度大小为 $v_0 = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \frac{\sqrt{1\ 921}}{6}\text{ m/s}$,故 A 错误;足球经过横梁反弹后,垂直 CD 的速度分量大小变为原来的 $\frac{3}{4}$ 倍,平行 CD 的速度分量不变,设碰

时速度与 CD 夹角为 θ ,根据几何关系 $\tan \theta = \frac{2}{1.5} = \frac{4}{3}$,则有 $v_{\perp} = \frac{3}{4}v_x \sin \theta = \frac{5}{2}\text{ m/s}$, $v_{\parallel} = v_x \cos \theta = \frac{5}{2}\text{ m/s}$, $v'_x = \sqrt{v_{\perp}^2 + v_{\parallel}^2} = \frac{5}{2}\sqrt{2}\text{ m/s}$,落地竖直方向有 $h = \frac{1}{2}gt^2$, $v_y = gt$,

则足球在 Q 点落地时的速度大小为 $v' = \sqrt{v'^2_x + v_y^2} = \frac{\sqrt{194}}{2}\text{ m/s}$,故 B 错误;反弹后速度垂直 CD 的分速度大小为 2.5 m/s ,下落时间为 0.6 s ,则落地点 Q 与门线 AB 的距离为 $x_{\perp} = v_{\perp} t = 2.5 \times 0.6\text{ m} = 1.5\text{ m}$,故 C 正确;竖直方向根据对称性可知,足球由 O 运动到 P 点的时间等于由 P 运动到 Q 点的时间,故 D 错误。]

9. 解析:(1)若要飞镖射中飞镖盘,当飞镖射中飞镖盘的下端时,投掷的速度最小,根据平抛运动规律,竖直方向有 $H - h = \frac{1}{2}gt^2$

$$\text{解得 } t = \sqrt{\frac{2 \times (1.6 - 0.8)}{10}}\text{ s} = 0.4\text{ s}$$

水平方向有 $L = v_{\min} t$

解得投掷的最小速度大小为 $v_{\min} = \frac{2}{0.4}\text{ m/s} = 5\text{ m/s}$ 。

(2)若某次飞镖入靶(或入墙)时情况如题图乙所示,设飞镖抛出时的初速度大小为 v_0 ,则有 $L = v_0 t'$

$$\text{又 } \tan \theta = \frac{v_0}{v_y} = \frac{v_0}{gt'}$$

$$\text{联立解得 } v_0 = \frac{4\sqrt{15}}{3}\text{ m/s}。$$

答案:(1)5 m/s (2) $\frac{4\sqrt{15}}{3}\text{ m/s}$

课时提能作业(二十)

1. 解析:(1)为保证小球做平抛运动,初速度沿水平方向,则应保持桌面水平,故 A 正确;为减小阻力对小球的影响,应使用体积小、质量大的小球,故 B 正确;实验中不需要保证长木板与桌面的材料相同,故 C 错误。

(2)由竖直方向上是自由落体运动,根据 $y_{BC} - y_{AB} = gT^2$

$$\text{解得点迹间的时间间隔为 } T = \sqrt{\frac{y_{BC} - y_{AB}}{g}} =$$

$$\sqrt{\frac{(14.9 - 5.1) \times 10^{-2}}{9.8}}\text{ s} = 0.1\text{ s}$$

则小球离开桌面的速度大小

$$v_0 = \frac{x}{T} = \frac{0.1}{0.1}\text{ m/s} = 1.0\text{ m/s}$$

打到 B 点时的竖直方向速度分量大小为 $v_y = \frac{y_{AC}}{2T} = \frac{(5.1 + 14.9)}{2 \times 0.1}\text{ cm/s} = 1.0\text{ m/s}$

则打到 B 点时的速度大小为 $v_B = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{2}\text{ m/s} \approx 1.4\text{ m/s}$ 。

答案:(1)AB (2)1.0 1.4

2. 解析:(1)要求小球每次都从同一位置静止释放,这样小球每次滑到桌边缘(抛出点)的速度相同,斜面和桌面是否光滑并不影响实验。

(3)已知平抛运动竖直方向上的运动与自由落体的运动相同,

由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 可得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$,若小钢球水平方向做匀速直线运

课时提能作业(二十一)

动,则水平方向位移为 $x=v_0t=v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}$,当木板到桌边缘

高度为 y 时,痕迹到桌边缘处的水平距离 $x_1=v_0\sqrt{\frac{2y}{g}}$,当木

板到桌边缘的高度为 $2y$ 时,痕迹到桌边缘处的水平距离 $x_2=$

$$v_0\sqrt{\frac{2\cdot 2y}{g}}=v_0\sqrt{\frac{4y}{g}}$$

若小钢球水平方向做匀速运动,则 $x_2=\sqrt{2}x_1$,因此当 x_1 和 x_2 满足 $x_2=\sqrt{2}x_1$ 关系时,验证小钢球水平方向做匀速运动。

(4)实验时得不到 $x_2=\sqrt{2}x_1$,可能是因为水平桌面不水平或不是从同一位置静止释放。水平桌面不水平,则小钢球初速度不水平,做的不是平抛运动;不是从同一位置静止释放,则小钢球做平抛运动的初速度大小不同。

答案:(1)否 (3) $x_2=\sqrt{2}x_1$ (4)水平桌面不水平或不是从同一位置静止释放

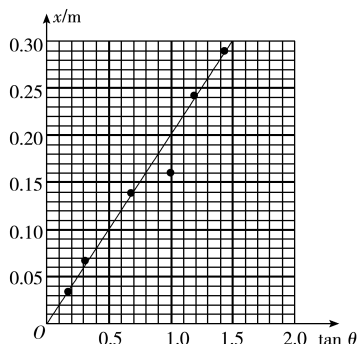
3. 解析:(1)由题表中数据可知, h 一定时,小球的水平位移 d 与初速度 v_0 成正比关系,与飞行时间 t 无关。

(2)该同学计算时重力加速度取的是 10 m/s^2 ,一般情况下应取 9.8 m/s^2 ,从而导致约 3 ms 的偏差。

(3)光电门传感器置于槽口的内侧,传感器的中心距水平槽口(小球开始做平抛运动的位置)还有一段很小的距离,故从小球经过传感器到小球到达抛出点还有一段很短的时间,而且速度越大该时间越短,从而使测量值大于理论值。

答案:(1)正比 飞行时间 t (2)计算时重力加速度取值(10 m/s^2)大于实际值 (3)见解析

4. 解析:(1) $x-\tan\theta$ 的关系图像如图所示。



$$(2) \text{根据 } \tan\theta = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0t}, \text{ 得 } t = \frac{2v_0\tan\theta}{g},$$

$$\text{则水平射程 } x = v_0t = \frac{2v_0^2\tan\theta}{g}.$$

$$\text{可知图线的斜率 } k = \frac{2v_0^2}{g},$$

$$\text{由图可知 } k = \frac{0.290}{1.43} \approx 0.2,$$

$$\text{解得 } v_0 = \sqrt{\frac{kg}{2}} = \sqrt{\frac{0.2 \times 10}{2}} \text{ m/s} = 1.0 \text{ m/s}.$$

$$\text{当 } \theta = 60^\circ \text{ 时, 有 } t = \frac{2v_0\tan\theta}{g} = \frac{\sqrt{3}}{5} \text{ s},$$

$$\text{则斜面的长度 } s = \frac{v_0t}{\cos 60^\circ} = \frac{2\sqrt{3}}{5} \text{ m} \approx 0.69 \text{ m}.$$

(3)实验中有一组数据出现明显错误,由图可知,水平射程偏小,由 $x = v_0t = \frac{2v_0^2\tan\theta}{g}$ 知,初速度偏小,即小球释放位置低于其他次实验。

答案:(1)见解析图 (2)1.0(0.96~1.04均可) 0.69(0.65~0.73均可) (3)小球释放位置低于其他次实验

$$1. \text{ C } \left[\text{根据题意可知跳绳的转动角速度为 } \omega = \frac{\theta}{\Delta t} = \frac{\frac{\pi}{6}}{\frac{1}{30}} \text{ rad/s} = \right.$$

$$5\pi \text{ rad/s, 故每分钟跳绳的圈数为 } n = \frac{5\pi \times 60}{2\pi} = 150, \text{ 故选 C.}]$$

2. B [A点的运动为A点绕O'的圆周运动和O'相对于O的圆周运动的合运动,故轨迹不是圆周,故不做匀速圆周运动,故A错误;根据题意,O'固定在底盘上,故可知O'围绕O点做匀速圆周运动,故B正确;杯上A点与O、O'恰好在同一条直线上且A在OO'延长线上,A点和O'点运动运动方向相同,又A点相对O'点做圆周运动,故此时A的速度大于O'的速度,故C、D错误。]

3. C [甲、丙两轮边缘处的各点线速度相等,根据 $v = \omega r = 2\pi nr$ 可得甲、丙的转速之比为3:1,甲、乙同轴转动,角速度相等,转速相等,所以乙、丙转速之比为3:1。故选C。]

4. C [根据题意可知,小球经过最低点的速率约为 $v = \frac{R}{5t}$,则在

最低点对小球由牛顿第二定律有 $F - mg = m\frac{v^2}{R}$,解得小球在最低点时细线的拉力大小为 $F = 7\text{ N}$,C正确。]

5. D [赛车所需向心力为 $F = m\frac{v^2}{r} = 1\,000 \times \frac{8^2}{16} \text{ N} = 4\,000 \text{ N}$,

向心力由地面对车的摩擦力提供,地面的作用力还包含支持力的作用,故赛车受到地面的作用力大于 $4 \times 10^3 \text{ N}$;向心加速度为 $a = \frac{v^2}{r} = \frac{8^2}{16} \text{ m/s}^2 = 4 \text{ m/s}^2$,故A、B错误;根据牛顿第二定

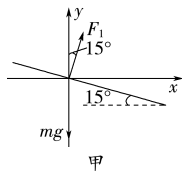
律可得 $f = ma \leq \mu mg$,可得 $\mu \geq \frac{a}{g} = 0.4$,可知轮胎与地面的动摩擦因数 μ 至少为0.4,故C错误;轮胎所受摩擦力提供向心力,方向总是与速度方向垂直,所以轮胎所受摩擦力不做功,故D正确。]

6. BD [对小球a受力分析,设弹簧弹力为 T ,弹簧与水平方向的夹角为 θ ,小球a在竖直方向有 $T\sin\theta = mg$,而 $T = k\left(\frac{Mb}{\cos\theta} - l_0\right)$,可知 θ 为定值, T 不变,则当转速增大后,小球a的高度不变,弹簧的弹力不变,A错误,B正确;以 ω 匀速转动时,根据题意无法判断小球b所受摩擦力的方向,所以无法判断摩擦力的变化,对小球b,有 $F_{\text{合}} = m\omega^2 r$, r 不变,角速度变大,则合外力变大,C错误,D正确。]

7. D [小滑块动能增大,故摩擦力做正功,A错误;小滑块与盘面发生相对滑动时有 $\mu mg = m\omega^2 r$,解得 $\omega = 2 \text{ rad/s}$,B错误;在小滑块上面再固定一个相同的小滑块,发生相对滑动时有 $2\mu mg = 2m\omega^2 r$,解得 $\omega = 2 \text{ rad/s}$,C错误;在小滑块上面再放置一个0.4 kg的小滑块,两者之间的动摩擦因数为0.05,则两个小滑块首先发生相对滑动,有 $\mu' m' g = m' \omega'^2 r$,解得 $\omega' = \sqrt{2} \text{ rad/s}$,D正确。]

8. D [根据题意可知,M的速度在竖直方向上的分量始终与N的速度相同,设M做圆周运动的速率为 v_0 ,半径为 R ,则 t 时间内M转过的角度为 $\frac{v_0 t}{R}$,以竖直向上为正方向,结合题图可知M的速度在竖直方向的分量(即N的速度)为 $v = v_0 \cos \frac{v_0 t}{R}$,所以D可能正确。]

9. 解析: (1) 对运动员和自行车整体的受力分析如图甲所示

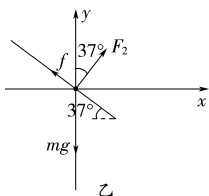


在竖直方向上, 根据平衡条件可得
 $F_1 \cos 15^\circ = mg$
 在水平方向上, 根据牛顿第二定律可得

$$F_1 \sin 15^\circ = m \frac{v^2}{r}$$

联立解得圆形赛道的半径为 $r = 65 \text{ m}$ 。

(2) 当倾角变为 37° 时, 对运动员和自行车整体的受力分析如图乙所示



在竖直方向上, 根据平衡条件可得

$$F_2 \cos 37^\circ + f \sin 37^\circ = mg$$

在水平方向上, 根据牛顿第二定律可得

$$F_2 \sin 37^\circ - f \cos 37^\circ = m \frac{v^2}{r}$$

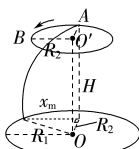
联立解得 $f = 392 \text{ N}$ 。

答案: (1) 65 m (2) 392 N

课时提能作业(二十二)

1. A [当物块将要滑动时, 对 m 有 $T + \mu mg = mr\omega^2$, 对 M 有 $T = \mu Mg$, 解得 $\omega = 2\sqrt{15} \text{ rad/s}$, 故选 A。]
 2. B [如果要使汽车在粗糙的桥面经过桥顶时, 不受摩擦力作用, 即汽车只受重力作用, 则有 $mg = m \frac{v'^2}{R}$, 当汽车通过拱桥顶点的速度为 10 m/s 时, 汽车对桥顶的压力为车重力的 $\frac{3}{4}$, 即支持力为 $\frac{3}{4}mg$, 则有 $mg - \frac{3}{4}mg = m \frac{v'^2}{R}$, 联立解得 $v' = 20 \text{ m/s}$, 故 B 正确, A、C、D 错误。]
 3. BC [设线长为 L , 锥体母线与竖直方向的夹角为 θ , 当 $\omega = 0$ 时, 绳子的张力 $T = mg \cos \theta$, 当圆锥对小球的支持力为 0 时, 由题图 2 可知, 角速度 $\omega'^2 = 25 (\text{rad/s})^2$, $T' = 25 \text{ N}$ 此时 $T' \cos \theta = mg$, $T' \sin \theta = mL \sin \theta \cdot \omega'^2$, 代入数据解得 $m = 2 \text{ kg}$, $L = 0.5 \text{ m}$, 故选 BC。]

4. C [对小球从 A 到 B 根据动能定理有 $mgR = \frac{1}{2}mv_B^2$, 小球运动到水平位置 B 时, 竖直方向有 $F_y = mg$, 水平方向有 $F_x = m \frac{v_B^2}{R}$, 所以小球在 B 点受到的合力大小为 $F_{\text{合}} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{5}mg$, 故 A 错误; 对小球从 A 到 C 根据动能定理有 $mg \times 2R = \frac{1}{2}mv_C^2$, 根据牛顿第二定律有 $F = m \frac{v_C^2}{R}$, 解得 $F = 4mg$, 此时杆的弹力最大, 则有 $F_{\text{杆}} - mg = m \frac{v_C^2}{R}$, 解得 $F_{\text{杆}} = 5mg$, 故 B 错误, C 正确; 小球从 A 运动到 C 的过程中, 在 A 点杆对小球力沿杆向外, B 点杆对小球力沿杆向内, A、B 之间某处, 杆对小球的弹力最小为零, 故 D 错误。]
 5. BC [物品从抛出到落地的过程做平抛运动, 当其恰不落在目标区域外时, 物品的水平位移示意图如图所示, 由几何关系有 $x_m = \sqrt{R_1^2 - R_2^2} = 4 \text{ m}$, 此时物品的初速度最大, 水



平方向上有 $x_m = v_m t$, 竖直方向上有 $H = \frac{1}{2}gt^2$, 联立解得物品的最大初速度(无人机的最大线速度)为 $v_m = 2 \text{ m/s}$, 所以无人机的最大角速度 $\omega_{\text{max}} = \frac{v_m}{R_2} = \frac{2}{3} \text{ rad/s}$, A 错误, B 正确; 由 A、B 项分析可知, 物品释放后在空中运动的时间为 $t = 2 \text{ s}$, 该过程无人机转过的角度 $\theta = \omega_{\text{max}} t = \frac{4}{3} \text{ rad} < \frac{\pi}{2} \text{ rad}$, 所以无人机运动到 B 点时, 在 A 点释放的物品已经落地, C 正确, D 错误。]

6. AC [设小球在最高点时的速度大小为 v_1 , 在最低点时的速度大小为 v_2 , 则有 $mg = \frac{mv_1^2}{r}$, 又 $2mgr = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$, 解得 $v_2 = \sqrt{5gr}$, 故 A 正确; 小球在水平面内做圆周运动时, 设绳与竖直方向的夹角为 θ , 则有 $mg \tan \theta = mR\omega_2^2$, 又 $\tan \theta = \frac{R}{r}$, 解得 $\omega_2 = \sqrt{\frac{g}{r}}$, 故 B 错误; 设小球在轨道 2 上运动时, 轻绳中的张力大小为 T_1 , 则有 $v_2 = R\omega_2$, $\cos \theta = \frac{mg}{T_1}$, 解得 $T_1 = \sqrt{6}mg$, 故 C 正确; 设轻绳断裂前绳中的张力大小为 T_2 , 则有 $2T_2 \cos \theta - mg = \frac{mv_2^2}{r}$, 解得 $T_2 = 3\sqrt{6}mg$, 故 D 错误。]

7. 解析: (1) 汽车以不发生侧滑的最大速率通过圆弧弯道, 则此时最大静摩擦力提供向心力, 已知弯道的半径 $R = 24 \text{ m}$, 转弯时路面对轮胎的径向最大静摩擦力为车重的 0.6 倍, 则在 BC 段根据牛顿第二定律有 $0.6mg = m \frac{v^2}{R}$

解得汽车通过圆弧弯道的速率为 $v = 12 \text{ m/s}$

对 AB 段刹车过程, 根据速度—位移公式有

$$v^2 - v_0^2 = -2a_1 x$$

解得开始刹车时汽车距 B 的距离为 $x = 32 \text{ m}$ 。

(2) 在 AB 段, 汽车从刹车开始做匀减速直线运动, 根据速度—时间公式有 $v = v_0 - a_1 t_1$

解得汽车从刹车开始至 B 所用时间 $t_1 = 2 \text{ s}$

在 BC 段, 汽车做匀速圆周运动, 已知圆弧弯道长度 $s = 60 \text{ m}$

根据圆周运动线速度的定义式可知 $v = \frac{s}{t_2}$

解得汽车通过圆弧弯道的的时间 $t_2 = 5 \text{ s}$

在 CD 段, 汽车做匀加速直线运动加速到原速率, 根据速度—时间公式可知 $v_0 = v + a_2 t_3$

解得汽车从 C 点至恢复到原速率的时间 $t_3 = 4 \text{ s}$

故汽车从刹车开始至恢复到原速率所用时间为

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = 11 \text{ s}.$$

答案: (1) 32 m (2) 11 s

课时提能作业(二十三)

1. D [C、D 两点关于长轴 AB 对称, 由飞船做椭圆运动的规律可知飞船在 C、D 两点的速度大小相等, 飞船从 C 点运动到 E 点的过程, 地球的万有引力做负功, 由动能定理可知飞船的动能减小, 速度减小, 则在 CE 段的平均速度小于在 C 点时的速度, 同理可知, 飞船在 DF 段的平均速度大于在 D 点时的速度, 由 $t = \frac{s}{v}$ 可知飞船在 CE 段运动的时间长, 由开普勒第二定律可知两个过程飞船与地心连线扫过的面积不相等, 故 A、B、C 错误; 由于 C 点到地心的距离比 F 点到地心的距离远, 根据 $F = G \frac{Mm}{r^2}$, 飞船在 C 点所受万有引力小于在 F 点所受万有引力, 故 D 正确。]

2. C [由开普勒第三定律得 $\frac{R_{\text{行}}^3}{T_{\text{行}}^2} = \frac{R_{\text{地}}^3}{T_{\text{地}}^2}$, 解得 $R_{\text{行}} = \sqrt[3]{\frac{T_{\text{行}}^2}{T_{\text{地}}^2}} R_{\text{地}}$, 代入数据解得 $R_{\text{行}} \approx 3.2 \text{ AU}$, 结合题表可知该小行星的公转轨道应介于火星与木星的公转轨道之间, C 正确。]

3. D [根据题图可知, 卫星的周期为 t_1 , 故 A 错误; 卫星绕地球运行时, 只有万有引力做功, 机械能守恒, 故 B 错误; 根据题图, 由牛顿第二定律可得远地点与近地点的加速度之比为 $a_{\text{远}} : a_{\text{近}} = 2F : 8F = 1 : 4$, 故 C 错误; 根据牛顿第二定律可得 $\frac{GMm}{r^2} = ma$, 可得远地点与近地点到地球的距离之比为 $r_{\text{远}} : r_{\text{近}} = \sqrt{a_{\text{近}} : a_{\text{远}}} = 2 : 1$, 故 D 正确。]

4. C [

P、Q 绕该行星做匀速圆周运动

$$\begin{aligned} \frac{GMm_P}{r_P^2} &= m_P \frac{4\pi^2}{T_P^2} r_P \\ \frac{GMm_Q}{r_Q^2} &= m_Q \frac{4\pi^2}{T_Q^2} r_Q \\ \frac{r_P^3}{r_Q^3} &= \frac{T_P^2}{T_Q^2} \\ \frac{F_P}{F_Q} &= \frac{R_P}{R_Q} \cdot \frac{r_Q^3}{r_P^3} = \frac{1}{32} \end{aligned} \quad \text{C 正确}$$

$$F = k \frac{MR}{r^3} \rightarrow \begin{cases} F_P = k \frac{MR_P}{r_P^3} \\ F_Q = k \frac{MR_Q}{r_Q^3} \end{cases} \rightarrow \frac{F_P}{F_Q} = \frac{R_P}{R_Q} \cdot \frac{r_Q^3}{r_P^3}$$

5. A [由开普勒第三定律有 $\frac{(R+h)^3}{R^3} = \frac{T_0^2}{T_1^2}$, 得 $R = \frac{T_1^{\frac{2}{3}}}{T_0^{\frac{2}{3}} - T_1^{\frac{2}{3}}} h$, 所以 $a = T_1$, $b = T_0$, C、D 错误; 该卫星在该小行星表面附近做匀速圆周运动时, 有 $\frac{GMm}{R^2} = m \left(\frac{2\pi}{T_1} \right)^2 R$, 得 $M = \frac{4\pi^2 R^3}{GT_1^2}$, 故 c 为 T_1 , A 正确, B 错误。]

6. D [由题意可知, 卫星 a、c 的角速度相同, 根据 $a_n = \omega^2 r$, 可知 a 的向心加速度小于 c, b、c 是围绕地球公转的卫星, 根据万有引力提供向心力有 $G \frac{Mm}{r^2} = ma_n$, 得 $a_n = \frac{GM}{r^2}$, 可知 b 的向心加速度大于 c, 综合分析可知, a 的向心加速度小于 b 的向心加速度, 故 A 错误; 因为 a、c 的角速度相同, 根据 $v = \omega r$ 可知 a 的线速度大小小于 c, 即 $v_a < v_c$, b、c、d 是围绕地球公转的卫星, 根据万有引力提供向心力有 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$, 得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 因 $r_b < r_c < r_d$, 则 $v_b > v_c > v_d$, 故 B 错误; 因 b 的线速度最大, 则在相同时间内 b 转过的弧长最长, 故 C 错误; c、d 是围绕地球公转的卫星, 根据万有引力提供向心力得 $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$, 因 d 的轨道半径大于 c 的轨道半径, 则 d 的周期大于 c 的周期, 而 c 的周期是 24 h, 则 d 的运动周期可能是 30 h, 故 D 正确。]

7. D [设月球的质量为 M, 月球表面重力加速度为 g, 对在月球表面做竖直上抛运动的小球有 $v_0^2 = 2gh$, 对月球表面的物体有 $mg = G \frac{Mm}{R^2}$, 解得 $g = \frac{v_0^2}{2h}$, $M = \frac{v_0^2 R^2}{2hG}$, 故 A、C 错误; 月球的密度为 $\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3v_0^2}{8\pi GRh}$, 故 D 正确; 设月球的第一宇宙

速度为 v_1 , 由万有引力提供向心力有 $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v_1^2}{R}$, 得 $v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}} = v_0 \sqrt{\frac{R}{2h}}$, 故 B 错误。]

8. BD [地球第一宇宙速度等于卫星在近地轨道的环绕速度, 根据万有引力定律知 $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$, 结合 $mg = G \frac{Mm}{R^2}$ 得第一宇宙速度 $v = \sqrt{gR}$, 又 $g_{\text{月}} = \frac{1}{6} g_{\text{地}}$, $R_{\text{月}} = \frac{1}{4} R_{\text{地}}$, 可知返回舱相

对月球的速度小于地球第一宇宙速度, 选项 A 错误, B 正确; 根据万有引力定律知, 在近地(月)轨道上有 $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} R$, 又 $GM = gR^2$, 得 $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 R}{g}}$, 可得 $\frac{T_{\text{月}}}{T_{\text{地}}} = \sqrt{\frac{R_{\text{月}}}{R_{\text{地}}}} \cdot \sqrt{\frac{g_{\text{地}}}{g_{\text{月}}}} = \sqrt{\frac{3}{2}}$, 选项 C 错误, D 正确。]

9. A [根据题意, 质量分布均匀的球壳对壳内物体的引力为零, 当质点在地球的内部离球心 x 处时, 受到地球的万有引力即为半径等于 x 的同心球体对质点的万有引力, 所以 $F = G \frac{\rho \cdot \frac{4\pi x^3}{3} \cdot m}{x^2} = G \frac{4\pi \rho m}{3} x$, 其中 ρ 为地球的密度, m 为质点的质量; 当质点在地球球面或球面以外离球心 x 处时, 地球可以看成质量集中于球心的质点, 对质点的万有引力 $F = G \frac{Mm}{x^2}$, 其中 M 为地球的质量。综上所述, 当 $x < R$ 时, F 与 x 成正比, 当 $x \geq R$ 后, F 与 x 的平方成反比, 所以 A 正确。]

课时提能作业(二十四)

1. A [设中心天体的质量为 M, 万有引力提供圆周运动的向心力, 由牛顿第二定律可得 $G \frac{Mm}{R^2} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 R$, 解得 $\frac{R^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} = k_1$, 在三星体系中, 同理可得 $\frac{Gm^2}{L^2} + \frac{Gm^2}{(2L)^2} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 L$, 解得 $\frac{L^3}{T^2} = \frac{5Gm}{16\pi^2} = k_2$, 故选 A。]

2. D [“天问一号”在地球上的发射速度大于第二宇宙速度, 故 A 错误; 与火星会合前, “天问一号”距离太阳比火星近, 根据 $a = \frac{GM}{r^2}$ 可知, 它的加速度大于火星公转的加速度, 故 B 错误; 根据开普勒第三定律有 $\frac{a^3}{T^2} = k$, 又“天问一号”椭圆轨道的半长轴小于火星公转轨道半径, 所以“天问一号”运动的周期小于火星公转的周期, 故 C 错误; “天问一号”在无动力飞向火星过程中, 引力做负功, 引力势能增加, 动能减少, 机械能守恒, 故 D 正确。]

3. C [轨道舱与返回舱的质量比为 5 : 1, 设返回舱的质量为 m, 则轨道舱的质量为 5m, 总质量为 6m; 根据题意知组合体绕行星做圆周运动, 根据万有引力定律有 $G \frac{M \cdot 6m}{r^2} = 6m \frac{v^2}{r}$, 可得做圆周运动的线速度为 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 弹射返回舱的过程中组合体动量守恒, 有 $6mv = 5mv_1 + mv_2$, 由题意可知 $v_2 = 2\sqrt{\frac{GM}{r}}$, 代入解得 $v_1 = \frac{4}{5}\sqrt{\frac{GM}{r}}$, 故选 C。]

4. B [设恒星 B 的质量为 m, 由题意知 $G \frac{2m^2}{L^2} = 2mr_A \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 = mr_B \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2$, $r_A + r_B = L$, 距离改变后有 $G \frac{2m^2}{(kL)^2} = 2mr'_A \left(\frac{2\pi}{T'} \right)^2 = mr'_B \left(\frac{2\pi}{T'} \right)^2$, $r'_A + r'_B = kL$, 解得 $T' = k\sqrt{k} T$, $r'_A = \frac{1}{3} kL$, 对恒星 A 有 $G \frac{2m^2}{(kL)^2} = 2ma$, $G \frac{2m^2}{(kL)^2} = 2m \left(\frac{2\pi}{T'} \right)^2 \cdot r'_A$, 联立上述各式可得恒星 A 的加速度 $a = \frac{4\pi^2 L}{3k^2 T^2}$, 故选 B。]

5. D [任意两颗星体之间的万有引力 $F = G \frac{m^2}{L^2}$, 每一颗星体受到的合力为 $F_1 = \sqrt{3}F$, 由几何关系知: 它们的轨道半径为 $r = \frac{\sqrt{3}}{3}L$, 由合力提供它们的向心力有 $\frac{\sqrt{3}Gm^2}{L^2} = m \frac{v^2}{r}$, 联立解得 $v = \sqrt{\frac{Gm}{L}}$, 故 A 错误; 根据 $\frac{\sqrt{3}Gm^2}{L^2} = ma$ 得 $a = \frac{\sqrt{3}Gm}{L^2}$, 故加速度与它们的质量有关, 故 B 错误; 根据 $\frac{\sqrt{3}Gm^2}{L^2} = m \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ 解得 $T = \frac{2}{3}\pi\sqrt{\frac{3L^3}{Gm}}$, 若距离 L 和每颗星体的质量 m 都变为原来的 2 倍, 则周期变为原来的 2 倍, 故 C 错误; 根据 $v = \sqrt{\frac{Gm}{L}}$ 可知, 若距离 L 和每颗星体的质量 m 都变为原来的 2 倍, 则线速度大小不变, 故 D 正确。]

6. B [飞船在椭圆轨道 II 上远地点 B 的速度大小为 v , 根据开普勒第二定律可得 A 点与 B 点速度满足 $v_A \cdot r_1 = v \cdot r_2$, 可得 $v_A = \frac{r_2 v}{r_1}$, 但这是飞船在椭圆轨道 II 上过 A 点时的速度大小, 飞船从圆轨道 I 上 A 点需要加速才能运动到椭圆轨道 II 上, 故 A 错误; 天和核心舱在轨道 III 上运行, 根据万有引力提供向心力有 $G \frac{Mm}{r_2^2} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r_2$, 解得 $M = \frac{4\pi^2 r_2^3}{GT^2}$, 地球体积 $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, 根据 $\rho = \frac{M}{V}$ 可得地球的平均密度为 $\rho = \frac{3\pi r_2^3}{GT^2 R^3}$, 故 B 正确; 椭圆轨道 II 的半长轴为 $a = \frac{r_1 + r_2}{2}$, 根据开普勒第三定律有 $\frac{a^3}{T'^2} = \frac{r_2^3}{T^2}$, 可得飞船在椭圆轨道 II 上运行的周期为 $T' = T \sqrt{\frac{(r_1 + r_2)^3}{8r_2^3}}$, 故 C 错误; 飞船在椭圆轨道 II 上远地点 B 的速度 v 小于在圆轨道 III 上的速度 (需加速才能变轨至轨道 III), 因此对接后在轨道 III 上运行的速度不等于 v , 故 D 错误。]

7. D [当卫星在 $r_1 = r$ 的圆轨道上运行时, 有 $G \frac{m_{\text{地}} m}{r^2} = m \frac{v_0^2}{r}$, 解得在此圆轨道上运行时通过 A 点的速度为 $v_0 = \sqrt{\frac{Gm_{\text{地}}}{r}}$, 所以发动机在 A 点对卫星做的功为 $W_1 = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{Gm_{\text{地}} m}{2r}$; 当卫星在 $r_2 = 2r$ 的圆轨道上运行时, 有 $G \frac{m_{\text{地}} m}{(2r)^2} = m \frac{v'^2}{2r}$, 解得在此圆轨道上运行时通过 B 点的速度为 $v' = \sqrt{\frac{Gm_{\text{地}}}{2r}}$, 而根据卫星在椭圆轨道上时到地心的距离与速度的乘积为定值可知, 在椭圆轨道上通过 B 点时的速度为 $v' = \frac{r_1}{r_2} v = \frac{1}{2}v$, 故发动机在 B 点对卫星做的功为 $W_2 = \frac{1}{2}mv'^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{Gm_{\text{地}} m}{4r} - \frac{1}{8}mv^2$, 所以 $W_1 - W_2 = \frac{5}{8}mv^2 - \frac{3Gm_{\text{地}} m}{4r}$, D 正确。]

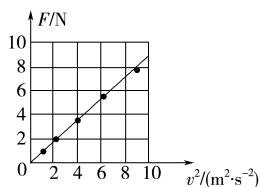
8. CD [根据万有引力提供向心力有 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T_1^2} r$, 解得题图 (a) 月球绕地球运动的周期为 $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$, 设地月双星轨道中 O 点到地心的距离为 r_1 , 地月双星轨道中 O 点到月球圆心的

的距离为 r_2 , 则 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T_2^2} r_2$, $G \frac{Mm}{r^2} = M \frac{4\pi^2}{T_1^2} r_1$, 可得 $mr_2 = Mr_1$, 且 $r_1 + r_2 = r$, 解得 $r_1 = \frac{m}{M+m}r$, $r_2 = \frac{M}{M+m}r$, $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{G(M+m)}}$, 可知题图 (a) 中月球绕地球运动的周期 T_1 大于题图 (b) 中月球绕 O 点运动的周期 T_2 , 故 A 错误, C 正确; 根据万有引力提供向心力有 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T_1^2} r$, 设地球的半径为 R , 地球的体积为 $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, 题图 (a) 中, 地球密度为 $\rho = \frac{M}{V} = \frac{3\pi r^3}{GT_1^2 R^3}$, 故 B 错误; 题图 (a) 中, 若把部分月壤运回到地球, 设部分月壤质量为 Δm , 则 $(m - \Delta m) \frac{4\pi^2}{T_1^2} r < G \frac{(M + \Delta m)(m - \Delta m)}{r^2}$, 即此时月球做圆周运动所需的向心力小于月球与地球间的万有引力, 月球做向心运动, 月球绕地球做圆周运动的轨道半径将变小, 故 D 正确。]

课时提能作业(二十五)

- 解析: (1) 探究向心力大小与物体质量的关系时, 应控制物体做圆周运动的半径相同, 物体做圆周运动的角速度相同, 则在挡板 A 处放铝球, 挡板 C 处放钢球, 传动皮带挂左塔轮的中轮, 应挂右塔轮中轮。
(2) 探究向心力大小与角速度的关系时, 应控制物体的质量相同, 物体做圆周运动的半径相同, 故应采用题图 C 所示安装器材。
(3) 根据向心力表达式可得 $F_{\text{左}} = m_{\text{铝}} \omega_{\text{左}}^2 r_{\text{B}}$, $F_{\text{右}} = m_{\text{钢}} \omega_{\text{右}}^2 r_{\text{C}}$, 又 $r_{\text{B}} = 2r_{\text{C}}$, $m_{\text{钢}} = 3m_{\text{铝}}$, $\omega_{\text{左}} = 3\omega_{\text{右}}$, 联立可得 $F_{\text{左}} : F_{\text{右}} = 6 : 1$, 稳定后, 右侧标尺露出 1 格, 则左侧标尺应该露出 6 格。
答案: (1) 中 (2) C (3) 6
- 解析: (1) 游标卡尺的读数为 $6 \text{ mm} + 14 \times 0.05 \text{ mm} = 6.70 \text{ mm} = 0.670 \text{ cm}$ 。
(2) 滑块转动的线速度 $v = \frac{d}{\Delta t}$, 则角速度 $\omega = \frac{v}{r} = \frac{d}{r \Delta t}$ 。
(3) 根据向心力公式 $F = m\omega^2 r$, 可以得出图线的斜率为 mr 。
答案: (1) 0.670 (2) $\frac{d}{r \Delta t}$ (3) mr
- 解析: (1) 本实验中还需要测量的物理量是小球的质量 m ; 电动机不转时小球自然下垂, 记录此时拉力传感器的示数为 F_0 , 则小球的质量 $m = \frac{F_0}{g}$ 。
(2) 小球运动的周期为 $T = \frac{t}{n-1}$ 。
(3) 重力和拉力的合力提供小球运动的向心力, $F_n = \sqrt{F^2 - F_0^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} \sqrt{L^2 - h^2}$, 即要验证的关系是 $\sqrt{F^2 - F_0^2} = \frac{4F_0 \pi^2 (n-1)^2 \sqrt{L^2 - h^2}}{gt^2}$ 。
答案: (1) 小球质量 m 见解析 (2) $\frac{t}{n-1}$ (3) $\sqrt{F^2 - F_0^2} = \frac{4F_0 \pi^2 (n-1)^2 \sqrt{L^2 - h^2}}{gt^2}$
- 解析: (1) 实验中探究向心力和线速度的关系, 保持圆柱体质量和运动半径不变, 采用的实验方法是控制变量法, 故选 B。

(2)①作出 $F-v^2$ 图像,如图所示。



②根据 $F = m \frac{v^2}{r}$, 图像的斜率 $k = \frac{m}{r}$, 代入数据解得 $m \approx 0.18 \text{ kg}$ 。

答案:(1)B (2)①见解析图 ②0.18

课时提能作业(二十六)

1. D [根据 $W_G = mgh$, h 相同, 则重力对物体做功相同, 即 $W_1 = W_2$, 故 A、B 错误; 设斜面的倾角为 θ , 动摩擦因数为 μ , 则摩擦力对物体做功 $W_f = \mu mg \cos \theta \cdot \frac{h}{\sin \theta} = \mu mgh \cdot \frac{1}{\tan \theta}$, 所以 $W_3 < W_4$, 故 D 正确, C 错误。]

2. C [

$$\left. \begin{array}{l} \text{喷头喷水的质量} \\ m = \rho S v t \\ \text{时间 } t \text{ 内喷头喷水做的功} \\ W = \frac{1}{2} m v^2 \\ \text{喷头喷水的功率 } P = \frac{W}{t} \end{array} \right\} P = \frac{1}{2} \rho S v^3$$

代入数据 $\rightarrow P \approx 100 \text{ W}$, C 正确。]

3. D [设力 F 与水平方向的夹角为 θ , 则摩擦力为 $F_f = \mu(mg - F \sin \theta)$, 摩擦力做功为 $W_f = -\mu(mg - F \sin \theta)x$, 即摩擦力做功大小与 F 方向有关, 选项 A 错误; 合力做功为 $W = F_{\text{合}} x = max$, 可知合力做功大小与力 F 方向无关, 选项 B 错误; 当力 F 水平时, 有 $F = ma + \mu mg$, 力 F 做功为 $W_F = Fx = (ma + \mu mg)x$, 选项 C 错误; 因合外力做功为 max , 大小一定, 且合外力做的功等于力 F 与摩擦力 F_f 做功的代数和, 而当 $F \sin \theta = mg$ 时, 摩擦力 $F_f = 0$, 此时摩擦力做功为零, 力 F 做功最小, 最小值为 max , 选项 D 正确。]

4. AC [当轻绳与水平方向的夹角为 θ 时, 由关联速度规律可知, 小船沿轻绳方向的分速度等于车速, 即 $v_1 = v \cos \theta$, A 项正确, B 项错误; 此时轻绳的拉力 $F = \frac{P}{v_1} - F_f$, 则轻绳对小船拉力的功率 $P_1 = F v \cos \theta = P - F_f v \cos \theta$, C 项正确, D 项错误。]

5. D [由题图甲知, 汽车达到的最大速度 $v_m = 10 \text{ m/s}$, 当汽车的速度达到最大时, 汽车受到的阻力等于汽车的牵引力, 为 $F_f = \frac{P}{v_m} = \frac{8 \times 10^3}{10} \text{ N} = 800 \text{ N}$, 故 A 错误; $0 \sim 8 \text{ s}$ 内, 汽车的牵引力最大, 在 8 s 时汽车的牵引力为 $F_m = \frac{P}{v_1} = \frac{8 \times 10^3}{8} \text{ N} = 1\,000 \text{ N}$, 故 B 错误; $8 \sim 18 \text{ s}$ 过程中汽车牵引力做的功为 $W = Pt = 8 \times 10^3 \times (18 - 8) \text{ J} = 8 \times 10^4 \text{ J}$, 故 C 错误; 汽车在做变加速运动过程中, 根据动能定理有 $Pt - F_f x = \frac{1}{2} m v_m^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$, 解得 $x = 95.5 \text{ m}$, 故 D 正确。]

6. C [电梯检修工作人员的重力 $G = mg = 700 \text{ N}$, $0 \sim 4 \text{ s}$, 支持力 $F_N = 735 \text{ N} > G$, 电梯检修工作人员向上做匀加速直线运动, 则轿厢也向上做匀加速直线运动, 故 A 错误。 $20 \sim 24 \text{ s}$, 支持力 $F_N = 665 \text{ N} < G$, 电梯检修工作人员向上做匀减速直线运动, 则轿厢也向上做匀减速直线运动, 故 B 错误。 $0 \sim 4 \text{ s}$, 轿厢向上做匀加速直线运动, 处于超重状态, 钢绳拉力大于工作人员和轿厢的总重力; $4 \sim 20 \text{ s}$, 电梯检修工作人员和轿厢做匀速

直线运动, 钢绳拉力等于工作人员和轿厢的总重力; $20 \sim 24 \text{ s}$, 电梯检修工作人员和轿厢向上做匀减速直线运动, 轿厢处于失重状态, 钢绳拉力小于工作人员和轿厢的总重力; $24 \sim 28 \text{ s}$, 轿厢静止。则 4 s 末, 钢绳的拉力最大, 轿厢的速度最大, 由 $P = Fv$ 可知, 4 s 末钢绳对轿厢做功的功率最大, 故 C 正确, D 错误。]

7. B [汽车以功率 P_0 、速度 v_0 匀速行驶时, 牵引力等于阻力, 即 $F_0 = F_f$; t_1 时刻, 功率增大到 $2P_0$, 由 $P = Fv$ 可知, 牵引力变为原来的 2 倍, 即 $2F_0$, 由牛顿第二定律可得 $F_{\text{牵}} - F_f = ma_1$, 汽车开始做加速运动, 速度增大, 牵引力 $F_{\text{牵}} = \frac{2P_0}{v}$ 减小, 随着牵引力逐渐减小, 加速度减小, 当速度增大到 $2v_0$ 时, 牵引力减小到与阻力相等, 汽车做匀速运动; t_2 时刻, 功率减小到 P_0 , 牵引力变为原来的一半, 即 $\frac{1}{2}F_0$, 由牛顿第二定律可得 $F_f - F'_{\text{牵}} = ma_2$, 汽车开始做减速运动, 速度减小, 牵引力 $F'_{\text{牵}} = \frac{P_0}{v}$ 增大, 随着牵引力逐渐增大, 加速度的大小减小, 当速度减小到 v_0 时, 牵引力增大到与阻力相等, 之后维持匀速运动, B 正确。]

8. A [设电动玩具汽车的额定功率为 P , 受到的阻力大小为 F_f , 根据牛顿第二定律可得 $F - F_f = ma$, 又 $P = Fv$, 联立可得 $a = \frac{P}{m} \cdot \frac{1}{v} - \frac{F_f}{m}$, 根据 $a - \frac{1}{v}$ 图像可得 $\frac{F_f}{m} = 2 \text{ m/s}^2$, $\frac{P}{m} = \frac{6 - (-2)}{2} \text{ m}^2/\text{s}^3 = 4 \text{ m}^2/\text{s}^3$, 解得 $P = 200 \text{ W}$, 当牵引力等于阻力时, 速度达到最大, 则有 $v_m = \frac{P}{F_f} = 2 \text{ m/s}$, 故 A 正确。]

9. 解析: (1) 由牛顿第二定律得

$$F - mg \sin 30^\circ - F_f = ma$$

设匀加速过程的末速度为 v , 则有 $P = Fv$

$$\text{又有 } v = at_1$$

$$\text{解得 } t_1 = 7 \text{ s}。$$

(2) 当达到最大速度 v_m 时, 加速度为零, 有

$$F_m = mg \sin 30^\circ + F_f$$

$$\text{则有 } P = F_m v_m = (mg \sin 30^\circ + F_f) v_m$$

$$\text{解得 } v_m = 8 \text{ m/s}。$$

(3) 汽车匀加速运动的位移 $x_1 = \frac{1}{2} at_1^2$, 在此后到达坡顶的阶段, 对汽车由动能定理得

$$P t_2 - (mg \sin 30^\circ + F_f) x_2 = \frac{1}{2} m v_m^2 - \frac{1}{2} m v^2$$

$$\text{又有 } x = x_1 + x_2$$

$$\text{解得 } t_2 \approx 15 \text{ s}$$

$$\text{故汽车运动的总时间为 } t = t_1 + t_2 = 22 \text{ s}。$$

答案: (1) 7 s (2) 8 m/s (3) 22 s

课时提能作业(二十七)

1. C [由题意可知分裂后瞬间, 三个物块距离地面的高度相同, 速率相同, 下落过程中由动能定理得 $mgh = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$, 解得 $v = \sqrt{2gh + v_0^2}$, 故三者落地速率都相同, C 正确。]

2. D [人与滑板在下滑的过程中, 由动能定理可得 $mgh - W_f = \frac{1}{2} m v^2 - 0$, 可得此过程中人与滑板克服摩擦力做的功为 $W_f = mgh - \frac{1}{2} m v^2$, 故选 D。]

3. C [物体在第 1 秒末到第 3 秒末做匀速直线运动, 合力为零, 合力做功为零, A 错误; 从第 3 秒末到第 5 秒末动能的减少量与第 1 秒内动能的增加量大小相同, 合力做的功为 $-W$, B 错

误;从第5秒末到第7秒末动能的增加量与第1秒内动能的增加量大小相同,合力做功相同,即为 W ,C正确;从第3秒末到第4秒末速度从 v_0 减小到 $\frac{v_0}{2}$,则动能减少量 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}m\left(\frac{v_0}{2}\right)^2 = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2}mv_0^2$,等于第1秒内动能增加量大小的 $\frac{3}{4}$,则合力做功为 $-0.75W$,D错误。]

4. A [设斜面倾角为 θ ,不计摩擦力和空气阻力,运动员在沿斜面下滑过程中,根据动能定理有 $E_k = mgx \tan \theta$,即 $\frac{E_k}{x} = mg \tan \theta$,下滑过程中,开始阶段倾角 θ 不变, E_k-x 图像为一条直线;经过圆弧轨道过程中, θ 先减小后增大,即图像斜率先减小后反向(即为负)增大,故A正确。]

5. AD [球恰能通过轨道最高点,则经过最高点时只受重力作用,设此时球的速度大小为 v ,由牛顿第二定律有 $mg = m \frac{v^2}{R}$,解得 $v = \sqrt{gR}$,故A正确,B错误;设球在最低点的速度大小为 v' ,球从最高点运动到最低点的过程,由动能定理得 $mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv'^2 - \frac{1}{2}mv^2$,在最低点由合力提供向心力有 $F - mg = m \frac{v'^2}{R}$,联立解得球在最低点受到的支持力 $F = 6mg$,故C错误,D正确。]

6. A [对不补充能量的情况:对整个运动过程,重力做功 $W = mg \times \left(H - \frac{3}{5}H\right) = \frac{2}{5}mgH$,克服空气阻力做功 $W_f = F_f \left(H + \frac{3}{5}H\right) = \frac{8}{5}F_f H$,且 $W_f = W$,解得 $F_f = \frac{1}{4}mg$;对补充能量的情况:对整个运动过程,重力做功为零,空气阻力做功为 $-F_f \cdot 2H$,补充的能量为 E ,则由动能定理有 $-F_f \cdot 2H + E = 0$,解得 $E = \frac{1}{2}mgH$,故选A。]

7. C [若物块不滑离斜面,由动能定理得 $E_k = mgH$,由题图2可知 $mg = \frac{E_{k0}}{2h_0}$;当物块能滑离斜面时,设斜面长度为 L 、倾角为 θ ,从底端到顶端,由动能定理得 $\frac{1}{2}mv^2 - E_k = -mgL \sin \theta$,滑离斜面后做斜抛运动,还能上升的高度 $h = \frac{(v \sin \theta)^2}{2g}$,滑块轨迹的最高点距地面高度 $H = L \sin \theta + h$,联立解得 $H = \frac{\sin^2 \theta}{mg} E_k + L(\sin \theta - \sin^3 \theta)$,由题图2可知斜率 $\frac{\sin^2 \theta}{mg} = \frac{3h_0 - 2h_0}{3E_{k0} - E_{k0}} = \frac{h_0}{2E_{k0}}$,解得 $\sin \theta = \frac{1}{2}$,根据题图2可计算后一段图像在纵轴上的截距为 $1.5h_0$,则截距 $L(\sin \theta - \sin^3 \theta) = 1.5h_0$,解得 $L = 4h_0$,故选C。]

8. CD [滑块从A点下滑后在AD部分要克服摩擦力做功,则返回到AD斜面上时的高度逐渐降低,最终滑块将以E点为最低点、D点为最高点来回滑动,此时滑块经过E点时对轨道的压力最小,从D点到E点,根据动能定理有 $mgR(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv_E^2$,在E点有 $F_N - mg = m \frac{v_E^2}{R}$,联立解得 $F_N = mg(3 - 2\cos \theta)$,根据牛顿第三定律,滑块经过E点时对轨道的最小压力为 $(3 - 2\cos \theta)mg$,故A错误;滑块从A点到G点,由动能定理得 $mg(L \sin \theta - R \cos \theta) - \mu mg \cos \theta \cdot L = \frac{1}{2}mv_G^2$,其中 $L = \frac{R}{\tan \theta - \mu}$,解得 $v_G = 0$,则滑块下滑后不能从G点飞出,故B错

误;设滑块第二次经过E点时速度大小为 v_{E2} ,对滑块从G点到E点,根据动能定理得 $mgR = \frac{1}{2}mv_{E2}^2 - 0$,解得 $v_{E2} = \sqrt{2gR}$,滑块第二次到达E点时,根据牛顿第二定律有 $F_{N2} - mg = \frac{mv_{E2}^2}{R}$,解得 $F_{N2} = 3mg$,根据牛顿第三定律,滑块此时对轨道的压力大小为 $3mg$,故C正确;滑块最终将以E点为最低点、D点为最高点来回滑动,从滑块由A点静止下滑到滑块在D点速度为零的过程,根据动能定理得 $mgL \sin \theta - \mu mg \cos \theta \cdot s_{总} = 0$,解得 $s_{总} = \frac{R \tan \theta}{\mu(\tan \theta - \mu)}$,故D正确。]

9. 解析:(1)小球经过 $t = 0.3$ s恰好能从光滑圆弧形轨道CD的C点沿切线方向进入圆弧形轨道,由几何关系有 $\tan 37^\circ = \frac{gt}{v_0}$ 解得小球平抛的初速度 $v_0 = 4$ m/s
小球从A点到B点的过程,只有弹簧对小球做功,根据动能定理可得弹簧做的功
 $W_{弹} = \frac{1}{2}mv_0^2 = 16$ J。

(2)小球在C点的速度 $v_C = \frac{v_0}{\cos 37^\circ} = 5$ m/s

由C点到D点,只有重力做功,根据动能定理有

$$mgR(1 - \cos 37^\circ) = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_C^2$$

解得小球在D点的速度 $v_D = 3\sqrt{5}$ m/s

小球在D点,由牛顿第二定律有 $F_N - mg = m \frac{v_D^2}{R}$

解得轨道对小球的支持力大小 $F_N = 38$ N

由牛顿第三定律知,小球在D点对轨道的压力大小为 $F_{压} = F_N = 38$ N。

(3)由D点到E点再回到D点,只有摩擦力做功,由动能定理可知 $-2\mu mgL = 0 - \frac{1}{2}mv_D^2$

解得小球与DE段水平轨道间的动摩擦因数 $\mu = 0.225$ 。

答案:(1)16 J (2)38 N (3)0.225

课时提能作业(二十八)

1. B [Q在P上运动的过程中,Q对P的作用力斜向左下,则P相对地面向左运动,Q对P做正功,P的机械能增加,由机械能守恒定律可知Q的机械能减少,故B正确,A、C、D错误。]

2. B [根据题意可知,运动员(含装置)在C点的机械能为 $E = \frac{1}{2}mv^2 + mgh_2 = 9\,150$ J,从C点离开后,运动员在空中时只有重力对其做功,机械能守恒,则可知运动员(含装备)落地前瞬间的机械能为9 150 J,故B正确。]

3. A [小球从O点抛出做平抛运动,满足 $y = -\frac{1}{2}gt^2 = -1.25$ m,又 $y = x^2 - \frac{9}{4}$,可知P点的坐标为 $\left(1, -\frac{5}{4}\right)$,小球击中P点时水平方向的速度大小 $v_0 = \frac{x}{t} = 2$ m/s,小球从第Ⅱ象限光滑四分之一圆弧轨道顶端由静止释放,由机械能守恒定律有 $mgR = \frac{1}{2}mv_0^2$,解得 $R = 0.2$ m,故选A。]

4. AD [根据题意可知,物体P刚刚触地时,Q速度最大,此时 $v_Q = 2v_P$,根据机械能守恒定律有 $3mgh = \frac{1}{2} \times 3mv_P^2 +$

$\frac{1}{2}mv_Q^2 + mg \cdot 2h$, 解得 $v_Q = \sqrt{\frac{8}{7}gh}$, 故 A 正确, B 错误; 绳子断开后有 $\frac{1}{2}mv_Q^2 = mgh_1$, 物体 Q 上升的最大高度 $H = 2h + h_1$, 结合上述解得 $H = \frac{18}{7}h$, 故 C 错误, D 正确。]

5. A [小球下落到最低点时重力势能全部转化为弹簧的弹性势能, 此时弹簧弹性势能最大, 有 $E_{p\max} = 3mgx_0$, 故 A 正确; 根据选项 A 和弹簧弹性势能的表达式有 $3mgx_0 = \frac{1}{2}kx_0^2$, 解得 $k = \frac{6mg}{x_0}$, 故 C 错误; 当小球的重力等于弹簧弹力时, 小球有最大速度, 则有 $mg = kx$, 再根据弹簧和小球组成的系统机械能守恒有 $mg(x + 2x_0) = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 + \frac{1}{2}kx^2$, 解得最大速度为 $v_{\max} = \sqrt{\frac{25gx_0}{6}}$, 故 B 错误; 小球运动到最低点时根据牛顿第二定律有 $kx_0 - mg = ma$, 解得 $a = 5g$, 故 D 错误。]

6. BD [由题图乙可知, $h = 1.8$ m 时滑到最高点, 所以半径 $R = 0.9$ m, A 项错误; 从题图乙可以看出, 物体到达 C 点时的速度大小为 $v_2 = 5$ m/s, 设运动到 C 点时轨道对物体的弹力为 F_N , 则有 $F_N + mg = m\frac{v_2^2}{R}$, 代入数据解得 $F_N \approx 17.8$ N, 由牛顿第三定律可知, 物体运动到 C 点时对半圆弧轨道的压力大小约为 17.8 N, B 项正确; 以水平面为参考平面, 则滑块在 B 点的机械能为 $E_B = \frac{1}{2}mv_1^2 = 32$ J, 在 C 点的机械能为 $E_C = mgh + \frac{1}{2}mv_2^2 = 30.5$ J, 所以滑块与半圆弧轨道间有摩擦, 滑块从 B 到 C 过程中机械能不守恒, C 项错误; 滑块从 C 点抛出后做平抛运动, 有 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 解得 $t = 0.6$ s, 所以滑块从 C 点抛出后落地点到 B 点距离为 $x = v_2t = 3$ m, D 项正确。]

7. C [对于 a 球和 b 球组成的系统, 除重力外没有其他力做功, 因此 a 球和 b 球所组成的系统机械能守恒, A 错误; 设轻杆 L 和水平杆 L_2 的夹角为 θ , 由于两球沿杆方向的分速度大小相等, 故 $v_b \cos \theta = v_a \sin \theta$, 可得 $v_b = v_a \tan \theta$, 当 b 球的速度为零时, 轻杆 L 处于水平位置且与杆 L_2 平行, 则此时 a 球在竖直方向上只受到重力, 因此 a 球的加速度大小为 g , 由机械能守恒定律有 $mg \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}l = \frac{1}{2}mv_a^2$, 解得 $v_a = \sqrt{\sqrt{2}gl}$, 此时 a 球具有向下的加速度 g , 故此时 a 球的速度不是最大, B、D 错误; 当轻杆 L 和 L_1 第一次平行时, a 球运动到最低点, b 球运动到 L_1 和 L_2 交点位置, b 球的速度达到最大, 此时 a 球的速度为 0, 由机械能守恒定律有 $mg \left(\frac{\sqrt{2}}{2}l + l \right) = \frac{1}{2}mv_b^2$, 解得 $v_b = \sqrt{(2 + \sqrt{2})gl}$, C 正确。]

8. 解析: (1) 对小球 P 进行受力分析, 根据平衡条件有 $F_{TB} = mg \sin 37^\circ$
对物块 N 和 Q 整体进行受力分析, 有 $2Mg = F_{TB}$
联立解得 $M = \frac{3}{10}m$ 。

(2) 由静止释放小球 P 后, 小球 P 绕 A 点做圆周运动到达图示位置, 该过程初始状态弹簧处于压缩状态, 末状态弹簧处于拉伸状态, 且压缩量与拉伸量大小相等, 即始末状态弹性势能不变, P 的速度方向恰好沿 PB 绳, 可知此时小球 P 和物块 Q 的速度大小相等, 系统机械能守恒, 则有 $mgL \sin 53^\circ - Mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}Mv^2$

$$\text{其中 } h = \frac{L}{\tan 37^\circ} + L - \frac{L}{\sin 37^\circ} = \frac{2}{3}L$$

$$\text{联立解得 } v = 2\sqrt{\frac{3}{13}gL}$$

$$\text{答案: (1) } \frac{3}{10}m \quad (2) 2\sqrt{\frac{3}{13}gL}$$

课时提能作业(二十九)

1. B [发电功率 $P = \eta \cdot \frac{W}{t} = \frac{W = mgh}{m = \rho V} = \frac{\eta \rho Vgh}{t} = \frac{Q = \frac{V}{t}}{P} = \eta \rho Qgh$, 代入数据解得 $P \approx 10^7$ W, B 正确。]

2. D [运动员下落 h , 则重力做功为 $W_G = mgh$, 故 A 错误; 根据 $mg - F_f = ma$ 得 $F_f = \frac{1}{6}mg$, 则运动员克服阻力做功为 $W_f = F_f h = \frac{1}{6}mgh$, 故 B 错误; 运动员的动能增加量等于合外力做功, 则 $\Delta E_k = mah = \frac{5}{6}mgh$, 故 C 错误; 运动员的机械能减少量等于克服阻力做功, 即 $\Delta E = \frac{1}{6}mgh$, 故 D 正确。]

3. C [网球从被击出到最高点的过程, 要克服空气的阻力做功, 机械能不守恒, A 错误; 网球从被击出到最高点的过程, 减少的动能一部分转化为重力势能, 另一部分用来克服空气阻力做的功, B 错误; 在最高点时, 速度 v_2 沿水平方向, 竖直方向的速度为 $v_y = 0$, 则重力的功率 $P = Fv = mgv_y = 0$, C 正确; 由动能定理可知 $-mg(h_2 - h_1) - W_f = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$, 解得 $W_f = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2 - mg(h_2 - h_1)$, D 错误。]

4. B [以斜面底端为零势能面, 由题图乙可知, 物体在底端时的动能 $E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 = 10$ J, 代入数据解得 $v_0 = 2$ m/s, 物体上升到最大高度时动能为 0, 由题图乙可知, 重力势能 $E_p = mgh = 6$ J, 结合题图乙解得 $h = 0.12$ m, 物体沿斜面移动的距离 $L = \frac{h}{\sin \theta} = 0.2$ m, 根据能量守恒定律可得 $\mu mg \cos \theta \cdot L = E_{\text{机械}} - E_k$, 代入数据解得 $\mu = 0.5$, 故选 B。]

5. BC [由于斜面是粗糙的, 木板 M 和木块 m 组成的系统在运动中会有摩擦生热, 所以木板 M 和木块 m 组成的系统机械能不守恒, 故 A 错误; 木板 M 和木块 m 组成的系统由能量守恒定律有 $Mgl \sin \theta - mgl = \frac{1}{2}(M + m)v^2 + \mu Mgl \cos \theta$, 解得 $v = \frac{\sqrt{2}}{2}$ m/s, 故 B 正确; 根据能量守恒定律可知木板减少的机械能等于木块增加的机械能与系统产生的热量之和, 故 C 正确; 系统产生的热量为 $Q = \mu Mgl \cos \theta = 6$ J, 故 D 错误。]

6. AB [小球在 A 点和 C 点时, 弹簧的长度相同, 即弹簧的形变量相同, 具有相同的弹性势能, 全程弹簧的弹力做功为零, 则小球从 A 点到 C 点的过程, 根据动能定理有 $mgh = E_k - 0$, 即 $E_k = mgh$, 故 A 正确; 因在 B 点时弹簧恢复原长, 则小球到达 B 点时的加速度为 $a = g \sin 30^\circ = \frac{g}{2}$, 故 B 正确; 弹簧形变量最大时弹性势能最大, 即小球在 A 点时, 弹簧具有最大的弹性势能, 小球由 A 点到 B 点过程中, 根据能量守恒有 $E_{pm} + mg \cdot \frac{h}{2} = \frac{1}{2}mv^2$, 解得 $E_{pm} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mgh$, 故 C 错误; 小球下滑过程中, 除了小球重力做功外, 还有弹簧的弹力做功, 所以小球下滑过程机械能不守恒, 故 D 错误。]

7. 解析: (1) 由于滑块运动到轨道上的 c 点时, 滑块与轨道之间的相互作用力最大, 可知 c 点为滑块圆周运动过程中的等效最低点, 即在 c 点, 推力与重力的合力方向背离圆心, 则有 $mg \tan 37^\circ = F$

$$\text{解得 } F = \frac{3}{4} mg.$$

(2) 滑块从 a 运动到 d 过程, 根据动能定理有 $F(L_{ab} + R) - \mu mg L_{ab} - mgR = \frac{1}{2} mv_d^2$

$$\text{滑块经过轨道上的 } d \text{ 点时, 对滑块有 } F_N - F = m \frac{v_d^2}{R}$$

根据牛顿第三定律有 $F'_N = F_N$

$$\text{解得滑块在 } d \text{ 点对轨道的压力大小为 } F'_N = \frac{11}{4} mg.$$

(3) 滑块飞出圆弧后做类斜抛运动, 竖直方向做竖直上抛运动, 水平方向做匀加速直线运动, 在上升到最高点过程, 利用逆向思维, 竖直方向上有 $v_d = gt$

$$\text{水平方向上有 } x = \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{m} t^2$$

根据功能关系可知, 滑块机械能的增量等于推力与摩擦力做功的总和, 则有 $\Delta E = F(L_{ab} + R + x) - \mu mg L_{ab}$

$$\text{解得 } \Delta E = \frac{41}{16} mgR.$$

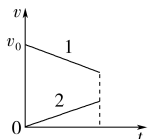
$$\text{答案: (1) } \frac{3}{4} mg \quad (2) \frac{11}{4} mg \quad (3) \frac{41}{16} mgR$$

课时提能作业(三十)

1. B [刚放上快件时, 快件与皮带之间有相对滑动, 快件运动的加速度 $a = \frac{F_f}{m} = \frac{\mu mg}{m} = \mu g = 2 \text{ m/s}^2$, 当快件的速度增大到与皮带的速度相同时, 滑动摩擦力消失, 滑动摩擦力的作用时间 $t = \frac{v}{a} = 2 \text{ s}$, 在此时间内, 快件运动的位移 $L = \frac{1}{2} at^2 = 4 \text{ m} < s$, 因传送快件而多消耗的电能等于皮带克服摩擦力所做的功, 则因传送快件而多消耗的电能 $E = \mu mg vt = 16 \text{ J}$, 故 B 正确。]

2. C [由能量守恒定律可知, 力 F 对木板所做的功 W 一部分转化为物体的动能, 一部分转化为系统的内能, 故 $W = \frac{1}{2} mv^2 + \mu mg x_{\text{相}}$, $x_{\text{相}} = vt - \frac{v}{2} t$, $a = \mu g$, $v = at$, 联立以上各式可得 $W = mv^2$, 故选项 C 正确。]

3. AB [设物块与木板间的摩擦力大小为 F_f , 物块的位移为 x_1 , 木板的位移为 x_2 , 对木板有 $\Delta E_{k2} = F_f x_2$, 对物块有 $\Delta E_{k1} = F_f x_1$, 且 $Q = F_f(x_1 - x_2)$, 物块和木板运动的 $v-t$ 图像如图 3 所示, 图线与坐标轴围成的面积表示物体的位移, 可看出 $x_1 > (x_1 - x_2) > x_2$, 所以有 $\Delta E_{k1} > Q > \Delta E_{k2}$, 根据能量守恒有 $\Delta E_{k1} = Q + \Delta E_{k2}$, 故选 AB。]



4. D [在快递包速度小于传送带速度过程中, 根据牛顿第二定律有 $\mu mg \cos \theta - mg \sin \theta = ma$, 解得 $a = 1 \text{ m/s}^2$, 时间 $t_1 = \frac{v_0}{a} = 2 \text{ s}$, 此过程快递包沿传送带向上运动的距离 $x_1 = \frac{1}{2} at_1^2 =$

2 m , 快递包匀速运动的时间 $t_2 = \frac{L - x_1}{v_0} = 3 \text{ s}$, 快递包从 A 点运送到 B 点所需时间 $t = t_1 + t_2 = 5 \text{ s}$, 故 A 错误; 传送带对快递包做功 $W = \mu mg \cos \theta \cdot x_1 + mg \sin \theta \cdot (L - x_1)$, 代入数据可得 $W = 42 \text{ J}$, 故 B 错误; 摩擦产生的热量 $Q = \mu mg \cos \theta \cdot (v_0 t_1 - x_1)$, 代入数据可得 $Q = 12 \text{ J}$, 根据能量守恒定律可得

电动机因运送此快递包多做的功 $W' = W + Q = 54 \text{ J}$, 故 C 错误, D 正确。]

5. D [小滑块在圆弧轨道下滑, 由 $mgR = \frac{1}{2} mv_N^2$, 解得到达 N

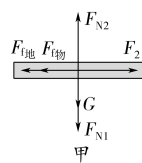
点时的速度为 $v_N = \sqrt{2gR}$, 小滑块在传送带上先向右做减速运动, 减速到 0, 然后再在传送带上向左先做加速运动, 和传送带共速后做匀速运动, 返回时第一次上升的最高点距 N 点高度为 $\frac{2}{3} R$, 由 $mg \cdot \frac{2}{3} R = \frac{1}{2} mv^2$, 可得传送带匀速转动的速度

$$v = \sqrt{\frac{4gR}{3}}, \text{ 故 A 错误; 之后小滑块一直重复运动, 小滑块在传}$$

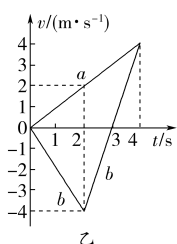
送带上先向右做减速运动, 减速到 0, 返回时在传送带上向左先做加速运动, 到达 N 点时和传送带共速, 在圆弧轨道上运动时上升的最高点距 N 点高度始终为 $\frac{2}{3} R$, 所以滑块不会静止, 故 B、C 错误; 小滑块第一次在传送带上运动的整个过程中产生的热量等于损失的重力势能和维持传送带匀速运动补充的能量, 损失的重力势能为 $\frac{1}{3} mgR$, 所以小滑块第一次在传送带

上运动的整个过程中产生的热量大于 $\frac{1}{3} mgR$, 故 D 正确。]

6. BC [对长木板进行受力分析, 受力示意图如



图甲所示, 根据牛顿第二定律得 $F_2 - \mu_1 mg - \mu_2 (M + m)g = Ma_M$, 解得 $a_M = 1 \text{ m/s}^2$, 故 A 错误; 对物块进行受力分析, 小物块先在拉力、摩擦力的作用下做匀加速直线运动, 后在摩擦力作用下做匀减速直线运动, 加速度大小分别为 2 m/s^2 和 4 m/s^2 , 长木板和小物块在 $0 \sim 4 \text{ s}$ 内的 $v-t$ 图像如图乙所示,



$0 \sim 2 \text{ s}$ 小物块做匀加速直线运动, 位移 $x = 4 \text{ m}$, 拉力对小物块做功为 $W = F_1 x = 12 \text{ J}$, 故 B 正确; 两条 $v-t$ 图线围成的面积表示小物块相对于长木板运动的长度, 由 $v-t$ 图像可知 $L = 12 \text{ m}$, 小物块与长木板之间摩擦产生的热量 $Q = \mu_1 mgL = 24 \text{ J}$, 故 C 正确; 恒力对小物块、长木板系统做的功等于系统机械能的增加量加上摩擦生热, 故 D 错误。]

7. AC [物块在传送带上运动的路程由题图 (b) 可知 $x = \left[\frac{3 \times 0.4}{2} + \frac{(3+4) \times 0.4}{2} \right] \text{ m} = 2 \text{ m}$, 故 A 正确; 由题图 (b) 可知

$$0 \sim 0.4 \text{ s 内, 物块的加速度大小为 } a_1 = \frac{3-0}{0.4} \text{ m/s}^2 =$$

$$7.5 \text{ m/s}^2, \text{ 在 } 0.4 \sim 0.8 \text{ s 内, 物块的加速度大小为 } a_2 = \frac{4-3}{0.4} \text{ m/s}^2 = 2.5 \text{ m/s}^2, \text{ 根据牛顿第二定律有 } mg \sin \theta +$$

$$\mu mg \cos \theta = ma_1, mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma_2, \text{ 联立解得 } \mu = \frac{\sqrt{3}}{6},$$

$\theta = 30^\circ$, 故 B 错误; 摩擦力对物块做的功为 $W = \mu mg \cos \theta$

$$\left[\frac{3 \times 0.4}{2} - \frac{(3+4) \times 0.4}{2} \right] = -1 \text{ J}, \text{ 故 C 正确; 由题图 (b) 可知传}$$

送带的速度为 3 m/s , 整个过程中, 物块与传送带之间因摩擦产生的热量为 $Q = \mu mg \cos \theta \left[3 \times 0.4 - \frac{3 \times 0.4}{2} + \frac{(3+4) \times 0.4}{2} - 3 \times 0.4 \right] = 1 \text{ J}$, 故 D 错误。]

8. 解析: (1) 设放物块时, 木板加速下滑的加速度大小为 a , 根据牛顿第二定律可得

$$F + Mg \sin \theta - \mu_1 Mg \cos \theta = Ma$$

$$\text{解得 } a = 6 \text{ m/s}^2$$

$$t_1 = 1 \text{ s 时木板速度的大小 } v_1 = at_1 = 6 \text{ m/s}.$$

(2)从物块放到木板上到与木板共速的过程,设木板的加速度大小为 a_1 ,物块的加速度大小为 a_2 ,根据牛顿第二定律,对木板,有 $F + Mg \sin \theta - \mu_1(m+M)g \cos \theta - \mu_2 mg \cos \theta = Ma_1$
对物块,有 $mg \sin \theta + \mu_2 mg \cos \theta = ma_2$

解得 $a_1 = 3 \text{ m/s}^2$, $a_2 = 8 \text{ m/s}^2$

设经时间 t_2 物块与木板共速,速度大小为 v_2 ,有 $v_2 = v_1 + a_1 t_2 = a_2 t_2$

解得 $v_2 = 9.6 \text{ m/s}$, $t_2 = 1.2 \text{ s}$ 。

(3)从物块放到木板上到与木板共速的过程,物块的位移 $x_2 = \frac{1}{2} a_2 t_2^2 = 5.76 \text{ m}$

木板的位移 $x_1 = v_1 t_2 + \frac{1}{2} a_1 t_2^2 = 9.36 \text{ m}$

物块相对木板向上运动的位移 $\Delta x = x_1 - x_2 = 3.6 \text{ m}$

撤去 F 后,木板速度小于物块速度,物块最终从木板下端离开木板,由功能关系知木板上表面因摩擦产生的热量 $Q = \mu_2 mg \cos \theta \cdot 2\Delta x$

解得 $Q = 14.4 \text{ J}$ 。

答案:(1)6 m/s (2)9.6 m/s 1.2 s (3)14.4 J

课时提能作业(三十一)

1. 解析:(1)如果机械能守恒,则只有动能和势能相互转化,所以本实验需要比较重物下落过程中任意两点间的动能变化量与势能变化量,A 正确。

(2)电磁打点计时器需要交流电源,数据处理时需要利用刻度尺测量纸带上的距离,A、B 正确;本实验不需要测量重物的质量,所以不需要天平,C 错误。

(3)从 O 点到 B 点,重力势能的变化量为 $\Delta E_p = 0 - mgh_B = -mgh_B$,因起始点的速度为零,所以动能的变化量等于 B 点的动能,B 点的速度为 $v = \frac{h_C - h_A}{2T}$,则动能变化量为 $\Delta E_k =$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \cdot \left(\frac{h_C - h_A}{2T}\right)^2。$$

(4)由于实验中存在空气阻力和摩擦阻力,重力势能的减少量等于动能的增加量及摩擦产生的热量之和,所以动能的增加量小于重力势能的减少量,C 正确。

(5)该同学的判断依据不正确。在重物下落 h 的过程中,若阻力 F_f 恒定,根据 $mgh - F_f h = \frac{1}{2}mv^2 - 0$,可得 $v^2 = 2\left(g - \frac{F_f}{m}\right)h$,可知 v^2-h 图像就是过原点的一条直线,要想通过画 v^2-h 图像的方法验证机械能是否守恒,还必须看图像的斜率是否接近 $2g$ 。

答案:(1)A (2)AB (3) $-mgh_B$ $\frac{1}{2}m \cdot \left(\frac{h_C - h_A}{2T}\right)^2$

(4)C (5)见解析

2. 解析:(1)由题图乙可知,遮光片的宽度 $d = 10 \text{ mm} + 10 \times 0.05 \text{ mm} = 10.50 \text{ mm} = 1.050 \text{ cm}$ 。

(2)根据实验操作可知,该实验通过光电门测出遮光片挡光时间来测量滑块通过光电门位置 P 时的瞬时速度,从而求得滑块到达光电门位置时的动能,再通过滑块从释放到位置 P 下滑过程中下降的高度,求得滑块在对应过程中减少的重力势能,根据机械能守恒定律有 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$,可以看出只需验证

式子 $gh = \frac{1}{2}v^2$ 是否成立即可,故质量不需要测量,A 错误;上式中 $h = x \sin \theta$,其中导轨的倾斜角度 θ 可以由已测量的导轨的长与高来确定,不需要单独测量,滑块从释放处到光电门

位置 P 的距离 x 需要测量,故 B 错误,C 正确;上式中 $v = \frac{d}{\Delta t}$,则本实验不需要测量滑块在整个过程的运动时间 t ,故 D 错误。

(3)根据第(2)问分析可知,若机械能守恒,则 $gh = \frac{1}{2}v^2$,其中 $h = x \sin \theta$, $\sin \theta = \frac{H}{L}$, $v = \frac{d}{\Delta t}$,联立可得 $gH = \frac{Ld^2}{2x(\Delta t)^2}$,即若此式成立,则验证了机械能守恒定律。

答案:(1)1.050 (2)C (3) $\frac{Ld^2}{2x(\Delta t)^2}$

3. 解析:(1)正确步骤为将斜槽安置于底座,调节斜槽在竖直平面内,调节斜槽末端水平,安装光电门,序号为④②③①。故选 B。

(2)测量钢球直径时,应使用游标卡尺的外测量爪卡住钢球,故选甲。

(3)根据 $\Delta E_p = mgh$,代入数据解得 $\Delta E_p \approx 15.7 \times 10^{-3} \text{ J}$ 。

(4)根据动能定理可得 $mgH - W_{\text{理}} = 0$,可得 $W_{\text{理}} = mgH$ 。

(5)不同意,观察表 2 中数据可知, ΔE 大于 W_f 的 2 倍,所以 ΔE 和 W_f 相差明显,一定不是仅由于用 $\frac{W_{\text{测}}}{2}$ 近似计算 W 。

答案:(1)B (2)甲 (3)15.7 (4) mgH (5)不同意 因为 $W_{\text{测}}$ 仍明显小于 ΔE

课时提能作业(三十二)

1. D [汽车剧烈碰撞瞬间,安全气囊弹出,立即跟司机身体接触。司机在很短时间内由运动到静止,动量的变化量是一定的,由于安全气囊的存在,作用时间变长,据动量定理 $\Delta p = F\Delta t$ 知,司机所受作用力减小;又知安全气囊打开后,司机受力面积变大,因此减小了司机单位面积的受力大小;碰撞过程中,动能转化为内能。综上所述,选项 D 正确。]

2. BD [在光滑水平面上,物体所受合力大小等于 F 的大小,根据动能定理知, $FL = E_k$,物体位移变为原来的 2 倍,动能变为原来的 2 倍,根据 $p = \sqrt{2mE_k}$,知动量变为原来的 $\sqrt{2}$ 倍,故 A 错误,B 正确;根据动量定理知, $Ft = mv$,物体运动时间变为原来的 2 倍,则动量变为原来的 2 倍,根据 $E_k = \frac{p^2}{2m}$ 知,动能变为原来的 4 倍,故 C 错误,D 正确。]

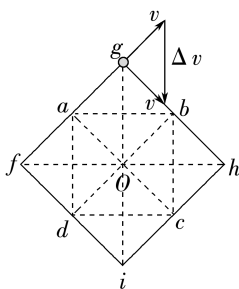
3. B [飞行器水平加速飞行时,合力沿水平方向,即燃气对飞行器的作用力与飞行器重力的合力沿水平方向,所以需向斜向下喷射燃气,故 A 错误;某段时间飞行器在空中悬停,重力的冲量 $I = mgt$,不为零,故 B 正确;飞行器在下降过程,可能速度减小,其动量不一定越来越大,故 C 错误;燃气对飞行器的冲量与飞行器对燃气的冲量方向不同,故 D 错误。]

4. BD [设两条形磁铁间的相互作用力大小为 F ,对任意一个条形磁铁由动量定理有 $(F - \mu mg)t = mv - 0$,得 $v = \frac{F}{m}t - \mu gt$,显然质量越大的条形磁铁速度越小,A 错误;由 $(F - \mu mg)t = \Delta p = p$ 可知质量越大的条形磁铁动量越小,B 正确;由 B 选项分析可知,两条形磁铁的动量大小不相等,即甲、乙两条形磁铁的动量之和不为零,C 错误,D 正确。]

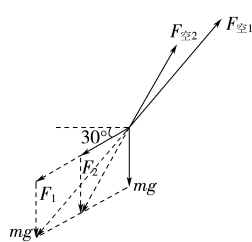
5. BC [碰撞过程中,汽车和假人组成的系统受撞击力作用,总动量不守恒,故 A 错误;假人的初动量为 $p = mv_0$,末动量都为 0,所以无论是否使用安全带,假人动量变化量相同,故 B 正确;取汽车初速度方向为负方向,使用安全带时,根据动量定理有 $-Ft = 0 - p$,解得 $F = 1250 \text{ N}$,假人受到的平均作用力大小约为 1250 N ,故 C 正确;不使用安全带时,根据动量定理有 $-F't' = 0 - p$,解得 $F' = 5000 \text{ N}$,假人受到的平均作用力大小约为 5000 N ,故 D 错误。]

6. BC [根据动量定理可知,在 $0 \sim 2$ s 时间内动量变化量为 $\Delta p = F\Delta t = 2 \times 2 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,故 A 错误;根据动量定理及 $F-t$ 图线与 t 轴所围面积表示冲量可知,在 $2 \sim 4$ s 时间内动量变化量为 $\Delta p' = \bar{F}'\Delta t = -2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,由于两段运动对应的时间相同,所以动量在 $0 \sim 2$ s 内比 $2 \sim 4$ s 内变化快,故 B 正确;4 s 时动量大小为 $p_4 = p_0 + \Delta p + \Delta p' = 2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$,故 C 正确;4 s 时动量仍为正值,运动方向没有发生改变,故 D 错误。]

7. A [设小球的质量为 m ,运动的速率为 v ,则小球运动到 g 点时的动量为 $p = mv$,小球经过 g 点过程速度的变化如图所示,结合几何关系和动量定理可知小球经过 g 点所受合力的冲量大小为 $I = m\Delta v = \sqrt{2}mv = \sqrt{2}p$,即 $\frac{I}{p} = \sqrt{2}$,由题图可知 $\frac{ab}{gb} = \sqrt{2}$, $\frac{ab}{bd} = \frac{\sqrt{2}}{2}$, $\frac{ab}{fh} = \frac{1}{2}$, $\frac{ab}{hi} = \frac{\sqrt{2}}{2}$,则 $\frac{I}{p} = \frac{ab}{gb}$, A 正确, B、C、D 错误。]



8. AB [无人机沿水平方向做匀速直线运动,则其时刻受力平衡,又由题意可知拉力方向不变,逐渐减小,则可作出无人机的受力示意图如图所示,可知无人机受到空气作用力的方向会变化, A 正确;由题意可知,拉力的大小随时间均匀变化,所以从 0 到 T 时间段内,无人机受到拉力的冲量大小 $I_F = \frac{F_0 + F}{2}T = (F_0 - \frac{1}{2}kT)T$, B 正确; 0 到 T 时间段内,无人机受到的重力的冲量大小 $I_G = mgT$,又无人机受到的重力和拉力不共线,所以结合 B 项分析可知,无人机受到重力和拉力的合力的冲量大小 $I_{\text{合}} < I_F + I_G = mgT + (F_0 - \frac{1}{2}kT)T$, C 错误;由图结合几何关系可知,无人机受到空气作用力的大小 $F_{\text{空}} = \sqrt{(F \sin 60^\circ)^2 + (mg + F \cos 60^\circ)^2}$, T 时刻无人机受到拉力的大小 $F = F_0 - kT$,联立解得



$$F_{\text{空}} = \sqrt{\frac{3}{4}(F_0 - kT)^2 + \left(mg + \frac{F_0 - kT}{2}\right)^2}, \text{D 错误。}]$$

9. 解析: (1) 由题图 2 可知 F 随时间 t 线性变化,根据数学知识可知 $F = \frac{\sqrt{3}mg}{4}t$ (N)

$$\text{所以当 } t = 6 \text{ s 时, } F = \frac{3\sqrt{3}mg}{2}$$

$0 \sim 6$ s 内 F 的冲量大小为

$$I = \frac{1}{2} \times \frac{3\sqrt{3}}{2} mg \times 6 (\text{N} \cdot \text{s})$$

$$= \frac{9\sqrt{3}}{2} mg (\text{N} \cdot \text{s}).$$

(2) 由于初始时刻,物块刚好能静止在细杆上,则有 $mg \sin 30^\circ = \mu mg \cos 30^\circ$

$$\text{即 } \mu = \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

在垂直杆方向,当 $F \sin \theta = mg \cos \theta$ 时, $t = 4$ s

则 $0 \sim 4$ s 时间内,垂直杆方向 $F \sin \theta + N = mg \cos \theta$

$$\text{摩擦力 } f = \mu N = \frac{\sqrt{3}}{3} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} mg - \frac{\sqrt{3}}{8} mgt \right) (\text{N}) = \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{8} t \right) mg (\text{N})$$

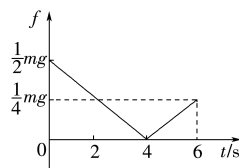
($0 \leq t \leq 4$ s)

在 $4 \sim 6$ s 内,垂直杆方向 $F \sin \theta = mg \cos \theta + N$

$$\text{摩擦力 } f = \mu N = \frac{\sqrt{3}}{3} \left(\frac{\sqrt{3}}{8} mgt - \frac{\sqrt{3}}{2} mg \right) (\text{N}) = \left(\frac{1}{8} t - \frac{1}{2} \right) mg (\text{N})$$

($4 \text{ s} \leq t \leq 6 \text{ s}$)

相应的 $f-t$ 图像如图。



(3) 在 $0 \sim 6$ s 内沿杆方向根据动量定理有 $I_F \cos \theta - I_f + I_G \sin \theta = mv$

在 $0 \sim 6$ s 内摩擦力的冲量大小为 $I_f = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} mg \times 4 (\text{N} \cdot \text{s}) +$

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} mg \times 2 (\text{N} \cdot \text{s}) = \frac{5}{4} mg (\text{N} \cdot \text{s})$$

$$\text{联立有 } \frac{9\sqrt{3}}{2} mg \cdot \cos 30^\circ - \frac{5}{4} mg + 6mg \cdot \sin 30^\circ = mv$$

$$\text{可得 } v = \frac{17}{2} g (\text{m/s}).$$

$$\text{答案: (1) } \frac{3\sqrt{3}mg}{2} \quad \frac{9\sqrt{3}mg}{2} (\text{N} \cdot \text{s}) \quad (2) \text{ 见解析}$$

$$(3) \frac{17}{2} g (\text{m/s})$$

课时提能作业(三十三)

1. B [整个运动过程中,由于墙壁对弹簧有作用力,系统所受合外力不为零,所以动量不守恒,子弹射入木块的过程有摩擦生热,系统机械能不守恒。故选 B。]

2. CD [取向右为正方向,对于甲和箱子根据动量守恒得 $(M+m)v_0 = Mv_1 + mv$,对于乙和箱子根据动量守恒得 $mv - Mv_0 = (M+m)v_2$,当甲、乙恰好不相碰时则 $v_1 = v_2$,联立解得此时木箱速度大小为 5.2 m/s ,若要避免碰撞,则需要满足 $v \geq 5.2 \text{ m/s}$,故选 CD。]

3. C [小物体与斜面体组成的系统在水平方向上动量守恒,设小物体在水平方向上对地位移大小为 x_1 ,斜面体在水平方向上对地位移大小为 x_2 ,因此有 $0 = mx_1 - Mx_2$,且 $x_1 + x_2 = \frac{h}{\tan \alpha}$,联立解得 $x_2 = \frac{mh}{(M+m)\tan \alpha}$,故 C 正确。]

4. D [对小车 P、N 的碰撞过程,由动量守恒定律有 $m_P v_P + m_N v_{N1} = m_P v_P' + m_N v_{N1}'$,整理得 $m_P(v_P - v_P') = m_N(v_{N1}' - v_{N1})$,由题图 1 可知 $v_P - v_P' > v_{N1}' - v_{N1}$,则 $m_P < m_N$;对小车 Q、N 的碰撞过程,由动量守恒定律有 $m_Q v_Q + m_N v_{N2} = m_Q v_Q' + m_N v_{N2}'$,整理得 $m_Q(v_Q - v_Q') = m_N(v_{N2}' - v_{N2})$,由题图 2 可知 $v_Q - v_Q' < v_{N2}' - v_{N2}$,则 $m_Q > m_N$,综上可得 $m_Q > m_N > m_P$,D 正确。]

5. AC [设碰撞前 A、B 两球的速度大小分别为 v_1 、 v_2 ,取向右为正方向,根据动量守恒定律有 $mv_1 - 3mv_2 = m(-2v_1)$,解得 $v_1 : v_2 = 1 : 1$,A 正确,B 错误;碰撞前系统的总动能为 $E_k = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2} \times 3mv_2^2 = 2mv_1^2$,碰撞后系统的总动能为 $E_k' = \frac{1}{2}m(2v_1)^2 = 2mv_1^2$,可知,碰撞前后系统的机械能相等,A、B 两球发生的碰撞是弹性碰撞,C 正确,D 错误。]

6. BC [设运动员和物块的质量分别为 m 、 m_0 ,规定运动员运动的方向为正方向,运动员开始时静止,第 1 次将物块推出后,设运动员和物块的速度大小分别为 v_1 、 v_0 ,则根据动量守恒定律有 $0 = mv_1 - m_0 v_0$,解得 $v_1 = \frac{m_0}{m} v_0$;物块与挡板弹性碰撞后,运动方向与运动员同向,当运动员第 2 次推出物块时,有

$mv_1 + m_0v_0 = mv_2 - m_0v_0$, 解得 $v_2 = \frac{3m_0}{m}v_0$; 第3次推出物块时, 有 $mv_2 + m_0v_0 = mv_3 - m_0v_0$, 解得 $v_3 = \frac{5m_0}{m}v_0$; 以此类推, 第8次推出物块后, 运动员的速度 $v_8 = \frac{15m_0}{m}v_0$ 。根据题意可知, $v_8 = \frac{15m_0}{m}v_0 > v_0$, 解得 $m < 15m_0 = 60 \text{ kg}$; 第7次推出物块后, 运动员的速度 $v_7 = \frac{13m_0}{m}v_0 < v_0$, 解得 $m > 13m_0 = 52 \text{ kg}$ 。综上所述, 该运动员的质量应满足 $52 \text{ kg} < m < 60 \text{ kg}$, 故 A、D 错误, B、C 正确。]

7. D [该过程中系统动能和电势能相互转化, 能量守恒, 对整个系统分析可知系统受到的合外力为 0, 动量守恒, 故 B 错误; 当三个小球运动到同一条直线上时, 根据对称性可知细线中的拉力相等, 此时球 3 受到球 1 和球 2 的静电力大小相等, 方向相反, 故可知此时球 3 受到的合力为 0, 球 3 从静止状态开始运动瞬间受到的合力不为 0, 故该过程中小球 3 受到的合力在改变, 故 A 错误; 对系统根据动量守恒有 $mv_1 + mv_2 = mv_3$, 根据球 1 和球 2 运动的对称性可知 $v_1 = v_2$, 解得 $v_3 = 2v_1$, 根据能量守恒有 $\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}mv_3^2 = \frac{kq^2}{2d}$, 解得 $v_3 = \sqrt{\frac{2kq^2}{3md}}$, 故 C 错误, D 正确。]

8. 解析: (1) 小球 A 摆至最低点时速度最大, 最大速度设为 v_1 , 由机械能守恒定律得

$$mgL = \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\text{解得 } v_1 = \sqrt{2gL}。$$

(2) 小球 A 从最低点向右摆动的过程中, A、B 系统水平方向动量守恒; 当 A 最后回到最低点时, B 的速度最大, 设此时 A、B 的速度分别为 v_A 、 v_B , 由水平方向动量守恒得 $mv_1 = mv_A + mv_B$

$$\text{由机械能守恒定律得 } \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\text{解得 } v_A = 0, v_B = \sqrt{2gL}。$$

(3) 当小球 A 摆至最高点时, A、B 共速, 设为 v , A、B 系统水平方向动量守恒, 得 $mv_1 = (m+m)v$

$$\text{由机械能守恒定律得 } mgh = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}(m+m)v^2$$

$$\text{联立解得 } h = \frac{1}{2}L。$$

$$\text{答案: (1) } \sqrt{2gL} \quad (2) \sqrt{2gL} \quad (3) \frac{1}{2}L$$

课时提能作业(三十四)

1. C [若木板和滑块质量相等, 则滑块向右减速的加速度大小等于木板向左减速的加速度大小, 同时减速为 0, 故 A 正确; 若木板质量大于滑块, 两物体共速时速度向左, 一起匀速运动, 故 B 正确, C 错误; 若木板质量小于滑块, 两物块共速时速度向右, 先匀速运动一段再和挡板碰撞, 重复之前的过程, 故 D 正确。]
2. B [由题图乙可知, 两物块的运动过程如下: 开始时 m_1 逐渐减速, m_2 逐渐加速, 弹簧被压缩, t_1 时刻二者达到共同速度 1 m/s , 系统动能最小, 弹性势能最大, 弹簧被压缩至最短, 然后弹簧逐渐恢复原长, m_2 继续加速, m_1 先减速为零, 然后反向加速, t_2 时刻, 弹簧恢复原长状态, 且弹簧的长度将继续增大, t_3 时刻, 两物块再次达到共同速度 1 m/s , 系统动能最小, 弹簧伸长至最长, 之后弹簧逐渐恢复原长, t_4 时刻与 0 时刻状态相同, 即从 t_3 到 t_4 过程中弹簧由伸长状态逐渐恢复原长, 故 A 错

误, B 正确; 从 0 时刻到 t_1 时刻, 由动量守恒定律有 $m_1v_0 = (m_1 + m_2)v_1$, 将 $v_0 = 3 \text{ m/s}$ 、 $v_1 = 1 \text{ m/s}$ 代入得 $m_1 : m_2 = 1 : 2$, 故 C 错误; 在 t_2 时刻, m_1 的速度为 $v_2 = -1 \text{ m/s}$, m_2 的速度为 $v_2' = 2 \text{ m/s}$, 又 $m_1 : m_2 = 1 : 2$, 则动量大小之比为 $p_1 : p_2 = m_1|v_2| : m_2|v_2'| = 1 : 4$, 故 D 错误。]

3. D [设小木块质量为 m , 初速度为 v_0 , 小木块在平板车上达到共速时, 小木块相对平板车滑行的距离为 L , 由动量守恒定律得 $mv_0 = 3mv$, 由能量守恒得 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2} \times 3mv^2 + \mu mgL$, 联立解得 $L = \frac{v_0^2}{3\mu g}$, 木板碰到右侧平台侧壁停止运动, 小木块刚好减速运动停在右侧平台上, 对小木块由动能定理得 $\mu mg(d-L) = \frac{1}{2}mv^2$, 联立解得 $v_0 = \sqrt{\frac{18\mu gd}{7}}$, 故选 D。]

4. 解析: (1) 根据题意可知, 子弹与物体 A 作用后, A 的速度最大, 根据动量守恒定律有

$$mv_0 = (m+m)v_A$$

$$\text{解得 } v_A = \frac{1}{2}v_0。$$

(2) 弹簧压缩量最大时, A、B 速度相等, 根据动量守恒定律有 $2mv_A = (2m+2m)v_B$

$$\text{解得 } v_B = \frac{v_0}{4}。$$

(3) 弹簧压缩量最大时, 根据能量守恒定律有

$$E_{\text{pm}} = \frac{1}{2} \times 2mv_A^2 - \frac{1}{2} (2m+2m)v_B^2$$

$$\text{解得 } E_{\text{pm}} = \frac{1}{8}mv_0^2。$$

$$\text{答案: (1) } \frac{1}{2}v_0 \quad (2) \frac{1}{4}v_0 \quad (3) \frac{1}{8}mv_0^2$$

5. AC [木块在光滑的水平面上始终保持静止, 由动量定理可知两子弹对木块的力的冲量大小相等, 方向相反; 由牛顿第三定律可知子弹对木块的力与木块对子弹的力大小相等, 所以阻力对两子弹的冲量大小一定相等, 故 A 正确; 以子弹 A、B 和木块组成的系统为研究对象, 系统受到的合外力为零, 则系统的动量守恒, 取水平向右为正方向, 由动量守恒定律得 $m_Av_A - m_Bv_B = 0$, 得 $m_Av_A = m_Bv_B$, 对子弹由动能定理得 $W = 0 - E_k$, 由 $E_k = \frac{p^2}{2m}$, 可知阻力对子弹做的功 $W = -\frac{p^2}{2m}$, 由于两子弹的质量不一定相等, 故阻力对两子弹做的功不一定相等, 故 B 错误, C 正确; 两子弹与木块间因有摩擦力产生热量, 所以两子弹与木块组成的系统机械能不守恒, 故 D 错误。]

6. A [由题意知, 小球与小车间组成的系统在水平方向上不受外力, 所以系统在水平方向动量守恒。小球从左端滑上小车到从右端滑离小车的过程中, 小车水平方向先加速后减速, 小球水平方向先减速后加速, 在整个过程中小车一直向右运动, 不会回到原来位置, 故 A 错误; 由动量守恒可得 $mv = mv_1 + mv_2$, 其中 v_1 是小球速度, v_2 是小车速度, 由机械能守恒定律可得 $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2$, 解得 $v_1 = v, v_2 = 0$, 小球滑离小车时的速度大小是 v , 故 B 正确; 小球恰好到达管道的最高点时, 小球和小车的速度同为 v' , 由动量守恒定律可得 $mv = 2mv'$, 解得 $v' = \frac{v}{2}$, 根据机械能守恒定律可得 $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2mv'^2 + mgh$, 解得 $h = \frac{v^2}{4g}$, 故 C 正确; 小球滑到管道的最高点时, 根据动量定理可得, 小车所受合外力冲量大小为 $I = mv' = \frac{mv}{2}$, 故 D 正确。]

7. 解析: (1) 设 C 与 B 碰撞前一瞬间, C 的速度大小为 v_0 , 根据动能定理有 $mgL = \frac{1}{2}mv_0^2$

解得 $v_0 = \sqrt{2gL}$ 。

(2) 设碰撞后 B 的速度大小为 v_1 , 则 C 的速度大小为 $\frac{1}{3}v_1$, 规定向右为正方向, 根据动量守恒定律有 $mv_0 = m \times \frac{1}{3}v_1 + mv_1$

解得 $v_1 = \frac{3}{4}v_0$

碰撞过程损失的机械能

$$\Delta E_{\text{损}} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}m\left(\frac{1}{4}v_0\right)^2 - \frac{1}{2}m\left(\frac{3}{4}v_0\right)^2$$

联立以上解得 $\Delta E_{\text{损}} = \frac{3}{8}mgL$ 。

(3) 设 B 与 A 间的动摩擦因数为 μ , B 与 A 共速时的速度为 v_2 , 根据动量守恒定律有 $mv_1 = 2mv_2$

根据能量守恒定律有 $\mu mgL = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2} \times 2mv_2^2$

联立解得 $\mu = \frac{9}{32}$

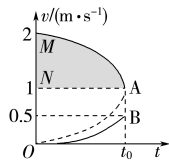
对长木板 A 研究, 设 B 在 A 上滑动过程中 A 发生的位移大小为 s , 根据动能定理有 $\mu mgs = \frac{1}{2}mv_2^2$

解得 $s = \frac{1}{2}L$ 。

答案: (1) $\sqrt{2gL}$ (2) $\frac{3}{8}mgL$ (3) $\frac{1}{2}L$

课时提能作业(三十五)

1. BD [设 $t = t_0$ 时 A、B 的运动速度分别为 v_A 、 v_B , 经分析 $t = 0$ 时, A、B 组成的系统受力平衡, 则其动量守恒, 假设 $0 \sim t_0$ 时间内, A、B 组成的系统动量守恒, 由动量守恒定律有 $m_A v_0 = m_A v_A + m_B v_B$, 代入数据解得 $v_B = 0.5 \text{ m/s} < 1 \text{ m/s}$, 假设成立, B 正确; 由于 $0 \sim t_0$ 时间内, A、B 组成的系统动量守恒, 所以有 $m_A v_0 = m_A v'_A + m_B v'_B$, 等式两边同时关于时间求导, 得到 $0 = m_A a_A + m_B a_B$, 所以 $0 \sim t_0$ 时间内, A 的加速度大小始终是 B 的加速度大小的 2 倍, A 错误; 设 $0 \sim t_0$ 时间内, A 的位移大小为 x_A , B 的位移大小为



x_B , A、B 和弹簧组成的系统由能量守恒定律可知 $\frac{1}{2}m_A v_0^2 +$

$\mu_B m_B g x_B - \mu_A m_A g x_A = \frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2 + E_p$, 又 $t = t_0$ 时

弹簧的压缩量 $\Delta x = x_A - x_B$, 联立解得 $\Delta x = 0.1 \text{ m}$, C 错误; 结合 A、B 项分析可作出 A、B 的 $v-t$ 图像如图所示, 结合图像可知, A 与传送带的相对位移(痕迹长度)小于 0.05 m , D 正确。]

2. 解析: (1) 子弹射穿物块后, 对子弹和物块有 $v_1^2 = 2g \cdot 8h$, $v_2^2 = 2a \cdot h$

$$4mg + \frac{1}{8} \cdot 4mg = 4ma$$

子弹射穿物块过程由动量守恒定律有 $mv_0 = mv_1 + 4mv_2$

联立解得 $v_0 = 10\sqrt{gh}$ 。

(2) 子弹从击中物块到穿出过程中, 系统损失的机械能 $\Delta E =$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 - \left(\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2} \cdot 4mv_2^2\right) = 37.5mgh。$$

答案: (1) $10\sqrt{gh}$ (2) $37.5mgh$

3. 解析: (1) P、Q 碰撞过程由动量守恒定律有

$$m_2 v_0 = m_1 v + m_2 v_Q$$

解得 P、Q 碰撞后瞬间 Q 的速度大小为 $v_Q = 3.5 \text{ m/s}$

该碰撞过程中损失的机械能为

$$\Delta E = \frac{1}{2}m_2 v_0^2 - \left(\frac{1}{2}m_1 v^2 + \frac{1}{2}m_2 v_Q^2\right) = 24.5 \text{ J}。$$

(2) 碰撞后瞬间由于 P 的速度大于 Q 的速度, 则之后两小物块不会再次相碰。P 在防滑带上运动, 由牛顿第二定律可知加速度大小为

$$a = \mu g = 5 \text{ m/s}^2$$

若 P 仅在防滑带上运动, 则其从开始运动到静止的过程有 $v^2 = 2ax$

解得该过程的位移为 $x = 4.9 \text{ m}$

则 P 最终静止在第 3 个防滑带上

P 在第一个防滑带上的运动由位移速度公式有

$$-2al_2 = v_1^2 - v^2$$

P 在第二个防滑带上的运动由位移速度公式有

$$-2al_2 = v_2^2 - v_1^2$$

解得 P 离开第一个、第二个防滑带瞬间的速度大小分别为

$$v_1 = 5 \text{ m/s}, v_2 = 1 \text{ m/s}$$

则 P 从开始运动到静止经历的时间为

$$t = \frac{v}{a} + \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_1}{v_2} = 5 \text{ s}。$$

答案: (1) 24.5 J (2) 5 s

4. 解析: (1) 规定向左为正方向, 冰块在圆弧面上上升到最大高度时两者达到共同速度 v , 设圆弧面的质量为 m_3 。对冰块与圆弧面分析, 由水平方向动量守恒得 $m_2 v_* = (m_2 + m_3)v$, 由系统机械能守恒得 $\frac{1}{2}m_2 v_*^2 = \frac{1}{2}(m_2 + m_3)v^2 + m_2 gh$

联立解得 $v = 1 \text{ m/s}$, $m_3 = 20 \text{ kg}$ 。

(2) 设推出冰块后此人的速度为 v_1 , 推冰块的过程中, 由动量守恒定律有 $m_1 v_1 + m_2 v_* = 0$

代入数据解得 $v_1 = -1 \text{ m/s}$

设冰块与圆弧面分离后的速度分别为 v_2 和 v_3 , 冰块从滑上圆弧面到与圆弧面分离过程中, 由动量守恒定律和机械能守恒定律有 $m_2 v_* = m_2 v_2 + m_3 v_3$, $\frac{1}{2}m_2 v_*^2 = \frac{1}{2}m_2 v_2^2 + \frac{1}{2}m_3 v_3^2$

联立解得 $v_2 = -1 \text{ m/s}$

由于冰块与圆弧面分离后的速度与此人推出冰块后的速度相同且冰块处在此人后方, 故冰块不能追上此人。

(3) 冰块在圆弧面上运动过程中, 冰块与圆弧面在水平方向动量守恒, 冰块到达圆弧面最高点时, 两者水平速度相等, 根据动量守恒定律以及机械能守恒定律有 $m_2 v_0 = (m_2 + m_3)v_{*平}$, $\frac{1}{2}m_2 v_0^2 = \frac{1}{2}m_3 v_{*平}^2 + m_2 gR + \frac{1}{2}m_2 v_{*平}^2$

$$\frac{1}{2}m_2 v_0^2 = \frac{1}{2}m_3 v_{*平}^2 + m_2 gR + \frac{1}{2}m_2 v_{*平}^2$$

解得 $v_{*平} = \sqrt{22} \text{ m/s}$, 方向相对于冰面斜向左上方

冰块到达圆弧面最高点时, 水平方向分速度与圆弧面相同, 冰块相对于冰面的速度斜向左上方, 故冰块冲出圆弧面后相对于冰面做斜抛运动, 相对于圆弧面做竖直上抛运动, 最终落回到圆弧面。

答案: (1) 20 kg (2) 不能 (3) 见解析

5. 解析: (1) A 在传送带上由滑动摩擦力提供加速度, 即 $\mu mg = ma$

可得 $a = \mu g$

由于 A 还没与传送带达到相同速度时就离开传送带, 所以 A 在传送带上做匀加速直线运动, 有 $v_1^2 = 2ad$

解得 $v_1 = \sqrt{2\mu gd}$ 。

(2) 设 B 的质量为 M , 则由题意碰前 $v_A = v_1, v_B = \frac{v_1}{2}$, 两物体发生弹性碰撞, 则动量和能量守恒, 有 $mv_1 + M \frac{v_1}{2} = mv'_1 + Mv'_2$, $\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}M\left(\frac{v_1}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}mv_1'^2 + \frac{1}{2}Mv_2'^2$

又因为在弹性碰撞中, 碰前相对速度与碰后相对速度大小相等, 方向相反, 即 $v_1 - \frac{v_1}{2} = v'_2 - v'_1 = \frac{v_1}{2}$

$$\text{联立解得 } v'_1 = \frac{mv_1}{m+M}, v'_2 = \frac{(3m+M)v_1}{2(m+M)}$$

因为 OP 段粗糙, 由动能定理有 $-\mu mgs = 0 - \frac{1}{2}mv^2$

$$\text{得 } s = \frac{v^2}{2\mu g}, \text{ 即 } s_A = \frac{v_1'^2}{2\mu g}, s_B = \frac{v_2'^2}{2\mu g}$$

根据题意有 $s_B - s_A = d$, 且由(1)有 $v_1 = \sqrt{2\mu gd}$

$$\text{联立各式解得 } M = \frac{m}{3}.$$

$$\text{答案: (1) } \mu g \quad \sqrt{2\mu gd} \quad (2) \frac{m}{3}$$

课时提能作业(三十六)

1. 解析: (1) 实验中若要使小球碰撞前、后的水平位移与其碰撞前、后的速度成正比, 需要确保小球做平抛运动, 即实验前调节装置, 使斜槽末端水平, 故 A 正确; 为使两小球发生的碰撞为对心正碰, 两小球半径需相同, 故 B 错误; 为使碰后入射小球与被碰小球同时飞出, 需要用质量大的小球碰撞质量小的小球, 故 C 正确。

(2) a. 用圆规画圆, 尽可能用最小的圆把各个落点圈住, 这个圆的圆心位置代表平均落点。b. 碰撞前、后小球均做平抛运动, 由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 可知, 小球的运动时间相同, 所以水平位移与平抛初速度成正比, 所以若 $m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON$, 即可验证碰撞前后动量守恒。

答案: (1) AC (2) a. 用圆规画圆, 尽可能用最小的圆把各个落点圈住, 这个圆的圆心位置代表平均落点 b. $m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON$

2. 解析: (1) 由于碰后两铁块分别向右运动, 为保证实现上述实验目标, 应使 $m_1 > m_2$; 若等式 $m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$ 成立, 则说明碰撞过程 A、B 组成的系统动量守恒。因为离开弹簧后 A、B 都做匀减速直线运动到速度减为零, 且根据牛顿第二定律 $\mu mg = ma$, 知 $a = \mu g$ 相同, 根据运动学公式 $v^2 = 2ax$, 可推得 $v \propto \sqrt{x}$, 根据题意拿走铁块 B, 测得铁块 A 停下时位移为 x_0 , A 与 B 发生碰撞后两铁块分别向右运动一段距离停下时位移分别为 $x_1, x_2 - L_1$, 故 $m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$ 可表示为 $m_1 \sqrt{x_0} = m_1 \sqrt{x_1} + m_2 \sqrt{x_2 - L_1}$ 。

(2) 若两铁块与木板间的动摩擦因数为 μ , 重力加速度为 g , 忽略偶然因素造成的误差, 根据能量守恒, 可求得碰撞过程系统损失的机械能为 $\Delta E = \frac{1}{2}m_1 v_0^2 - \frac{1}{2}m_1 v_1^2 - \frac{1}{2}m_2 v_2^2$

离开弹簧后, 对各铁块分别运用动能定理有

$$-\mu m_1 g x_0 = 0 - \frac{1}{2}m_1 v_0^2, -\mu m_1 g x_1 = 0 - \frac{1}{2}m_1 v_1^2$$

$$-\mu m_2 g (x_2 - L_1) = 0 - \frac{1}{2}m_2 v_2^2$$

$$\text{联立解得 } \Delta E = \mu g (m_1 x_0 - m_1 x_1 - m_2 x_2 + m_2 L_1)。$$

$$\text{答案: (1) } > \quad m_1 \sqrt{x_0} = m_1 \sqrt{x_1} + m_2 \sqrt{x_2 - L_1}$$

$$(2) \mu g (m_1 x_0 - m_1 x_1 - m_2 x_2 + m_2 L_1)$$

3. 解析: (1) 击中摆块并陷入其中, 由于打击时间极短, 该过程满足动量守恒定律, 则 $mv_0 = (m+M)v$, 击中摆块后, 弹丸与摆块摆动并推动指针到最高点过程, 有 $\frac{1}{2}(m+M)v^2 = (m+M) \cdot$

$$gl(1 - \cos \theta), \text{ 联立解得 } v = \sqrt{2gl(1 - \cos \theta)},$$

$$v_0 = \frac{m+M}{m} \sqrt{2gl(1 - \cos \theta)}。$$

(2) 发射弹丸过程, 弹簧的弹性势能转化为弹丸的动能, 即

$$E_p = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{(m+M)^2 gl(1 - \cos \theta)}{m}。$$

$$\text{答案: (1) } \sqrt{2gl(1 - \cos \theta)} \quad \frac{m+M}{m} \sqrt{2gl(1 - \cos \theta)}$$

$$(2) \frac{(m+M)^2 gl(1 - \cos \theta)}{m}$$

4. 解析: (1) 设小球 1 碰撞前瞬时速度为 v_0 , 碰撞后瞬间小球 1、小球 2 的速度分别为 v_1, v_2 。小球离开轨道后做平抛运动, 由于小球抛出点的高度均相同, 在空中的运动时间 t 相等, 水平位移 x 与其初速度成正比, 可以用小球的水平位移代替小球的初速度。无碰撞时小球 1 的平均落点为 P_1 , 碰撞后小球 1、小球 2 的平均落点分别为 M_1, N_1 。若两球碰撞过程动量守恒, 则有 $m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$, 又有 $x_2 = v_0 t, x_1 = v_1 t, x_3 = v_2 t$, 联立整理得 $m_1 x_2 = m_1 x_1 + m_2 x_3$ 。若两球相碰前后的动量守恒, 其表达式可表示为 $m_1 x_2 = m_1 x_1 + m_2 x_3$ 。

(2) 设小球在 B 点平抛初速度为 v , 水平位移为 x , 竖直位移为 H , 对于平抛运动有 $x = vt, H = \frac{1}{2}gt^2$, 解得 $v = x \sqrt{\frac{g}{2H}}$, 可

知当 x 一定, 平抛初速度 v 与 $\frac{1}{\sqrt{H}}$ 成正比, 设小球 1 碰撞前瞬

时速度为 v'_0 , 碰撞后瞬间小球 1、小球 2 的速度分别为 v'_1, v'_2 。每次平抛运动的水平位移 x 一定, 平抛初速度越大, 下落的高度越小即越靠近 O 点, 可知无碰撞时小球 1 的平均落点为 P_2 , 碰撞后小球 1、小球 2 的平均落点分别为 N_2, M_2 。可得 v'_0 :

$$v'_1 : v'_2 = \frac{1}{\sqrt{h_2}} : \frac{1}{\sqrt{h_3}} : \frac{1}{\sqrt{h_1}}, \text{ 若两球相碰前后的动量守恒,}$$

$$\text{需满足 } m_1 v'_0 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2, \text{ 联立整理得 } \frac{m_1}{\sqrt{h_2}} = \frac{m_1}{\sqrt{h_3}} + \frac{m_2}{\sqrt{h_1}}。$$

$$\text{则验证两球碰撞过程中动量守恒的表达式为 } \frac{m_1}{\sqrt{h_2}} = \frac{m_1}{\sqrt{h_3}} + \frac{m_2}{\sqrt{h_1}}。$$

(3) 设斜面倾角为 θ , 平抛初速度为 v , 落点与抛出点的距离为 L , 对于平抛运动 $x = L \cos \theta = vt, h = L \sin \theta = \frac{1}{2}gt^2$, 解得 $v =$

$$\sqrt{\frac{gL \cos^2 \theta}{2 \sin \theta}}, \text{ 可知平抛初速度 } v \text{ 与 } \sqrt{L} \text{ 成正比。设小球 1 碰撞}$$

前瞬时速度为 v''_0 , 碰撞后瞬间小球 1、小球 2 的速度分别为 v''_1, v''_2 , 无碰撞时小球 1 的平均落点为 P_3 , 碰撞后小球 1、小球 2 的平均落点分别为 M_3, N_3 。可得 $v''_0 : v''_1 : v''_2 = \sqrt{l_2} : \sqrt{l_1} : \sqrt{l_3}$, 若两球相碰前后的动量守恒, 需满足 $m_1 v''_0 = m_1 v''_1 + m_2 v''_2$, 联立整理得 $m_1 \sqrt{l_2} = m_1 \sqrt{l_1} + m_2 \sqrt{l_3}$ 。则验证两球碰撞过程中动量守恒的表达式为 $m_1 \sqrt{l_2} = m_1 \sqrt{l_1} + m_2 \sqrt{l_3}$ 。

$$\text{答案: (1) } m_1 x_2 = m_1 x_1 + m_2 x_3 \quad (2) \frac{m_1}{\sqrt{h_2}} = \frac{m_1}{\sqrt{h_3}} + \frac{m_2}{\sqrt{h_1}}$$

$$(3) m_1 \sqrt{l_2} = m_1 \sqrt{l_1} + m_2 \sqrt{l_3}$$

课时提能作业(三十七)

- D** [发生共振的条件是驱动力的频率等于物体的固有频率,用声音震碎玻璃杯是声音的频率与玻璃杯的固有频率相等,使玻璃杯发生共振,从而使玻璃杯碎裂,与音量的大小无关。故选 D。]
- AC** [小球做简谐运动,则小球在 $t=1.5T$ 时刻的状态与在 $t=0.5T$ 时刻的状态相同,由题意可知 $t=0$ 时,小球的速度为 0,位移最大,方向为负,则 $t=0.5T$ 时,小球的速度为 0,位移最大,方向为正, A 正确, B 错误;由 $F=-kx$ 可知, $t=0.5T$ 时,小球受到的回复力最大,方向为负,由牛顿第二定律可知,此时小球的加速度最大,方向为负, C 正确, D 错误。]
- C** [由单摆运动特点知,位移为零时,单摆处于平衡位置,此时回复力为零,做简谐运动的加速度为零,速度大小最大,重力势能最小,因为题图 a 为位移—时间图像,当位移为零时,速度大小最大,而题图 b 对应时刻是零,故 A 错误;向心加速度大小只有正值没有负值,而题图 b 有负值,故 B 错误;单摆回复力 $F=-kx$,可知回复力方向与位移方向时刻相反,且回复力大小与位移大小成正比,结合题图 a 和题图 b 可知 C 符合题意,故 C 正确;因为题图 a 为位移—时间图像,当位移为零时,单摆处于最低点,所以重力势能最小,与题图 b 零时刻不符合,故 D 错误。]
- B** [由题图可知该简谐运动的振幅为 1 cm, A 错误;由题图可知,振动周期为 0.4 s,由 $f=\frac{1}{T}$ 可知,频率为 2.5 Hz, B 正确;0.1 s 时,质点位于平衡位置,此时速度达到最大值, C 错误;0.2 s 时,质点位于负向最大位移处,加速度方向指向平衡位置,方向竖直向上, D 错误。]
- C** [由于电动机的转速为 12 r/min,则光点 1 min 振动 12 个周期,故光点振动的周期 $T=\frac{1 \text{ min}}{12}=\frac{60 \text{ s}}{12}=5 \text{ s}$,所以光点振动的圆频率 $\omega=\frac{2\pi}{T}=0.4\pi \text{ rad/s}\approx 1.26 \text{ rad/s}$, A、B 错误;由题意可知光点的振幅 $A=0.1 \text{ m}$,又 $t=12.5 \text{ s}=2.5T$,则光点在 12.5 s 内通过的路程 $s=2.5\times 4A=10A=1.0 \text{ m}$, C 正确, D 错误。]
- B** [由题图乙可知,单摆的周期为 $T=2 \text{ s}$,由单摆的周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$,可得 $L\approx 1 \text{ m}$,故 A 错误;由题图乙可知,从 $t=1.5 \text{ s}$ 到 $t=2.0 \text{ s}$ 的振动中,摆球向平衡位置运动,速度逐渐增大,动能逐渐增大,故 B 正确;由题图乙可知,从 $t=0.5 \text{ s}$ 到 $t=1.0 \text{ s}$ 的振动中,摆球向平衡位置运动,位移减小,根据 $F=-kx$ 可知,回复力逐渐减小,故 C 错误;由题图乙可知,振幅 $A=8 \text{ cm}$, $\varphi=0$,角速度 $\omega=\frac{2\pi}{T}=\pi \text{ rad/s}$,单摆的位移 x 随时间 t 变化的关系式为 $x=8\sin(\pi t) \text{ cm}$,故 D 错误。]
- D** [由题意可知 $\omega=2.5\pi \text{ rad/s}$,可得 $T=\frac{2\pi}{\omega}=0.8 \text{ s}$,故 A 错误; $t=0.4 \text{ s}$ 时, $a_1=4\sin(2.5\pi\times 0.4) \text{ m/s}^2=0$,由牛顿第二定律可知 $F_{\text{合}}=ma_1=0$ 可知,此时弹簧弹力与重力二力平衡,弹簧弹力不为零,故 B 错误; $t=0.2 \text{ s}$ 时, $a_2=4\sin(2.5\pi\times 0.2) \text{ m/s}^2=4 \text{ m/s}^2$,可知手机的加速度为正,则手机位于平衡位置下方,故 C 错误; $t=0.6 \text{ s}$ 时, $a_3=4\sin(2.5\pi\times 0.6) \text{ m/s}^2=-4 \text{ m/s}^2$ 可知, $t=0.4 \text{ s}$ 至 $t=0.6 \text{ s}$ 时间内,手机从平衡位置向平衡位置上方移动,由于在平衡位置时手机速度最大,因此手机动能减小,故 D 正确。]

- B** [由振动图像可知,甲、乙单摆的周期 $T_{\text{甲}}=4 \text{ s}$, $T_{\text{乙}}=6 \text{ s}$,

根据单摆周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$,可知 $\frac{l_{\text{甲}}}{l_{\text{乙}}}=\frac{T_{\text{甲}}^2}{T_{\text{乙}}^2}=\frac{4^2}{6^2}=\frac{4}{9}$,故

A 错误;对乙单摆有 $T_{\text{乙}}=6 \text{ s}$, $A=8 \text{ cm}$,故 $\omega_{\text{乙}}=\frac{2\pi}{T_{\text{乙}}}=\frac{\pi}{3} \text{ rad/s}$,由题图可知, $t=0$ 时刻,乙单摆的位移为 0,且向负方向

运动,故乙单摆的振动方程为 $x=8\sin\left(\frac{\pi}{3}t+\pi\right) \text{ cm}$,故 B 正确;单摆的机械能与摆球的质量、振幅等因素有关,仅从振动图像无法判断两单摆小球的质量关系,所以不能比较机械能的大小,故 C 错误;0~1 s 内,甲、乙摆球均从平衡位置向最高点运动,故甲、乙摆球的重力势能均增大,故 D 错误。]

- AC** [木块做简谐运动处于平衡位置时 $Mg=\rho_0 gSh$,让木块偏离平衡位置发生一段位移 x ,则振动方向的合外力大小为 $F=|\rho_0 gS(h+x)-Mg|=|\rho_0 gSx|$,因为合外力与位移方向相反,故 $F_{\text{回}}=-\rho_0 gSx$,即 $k=\rho_0 gS$,故周期为 $T_0=2\pi\sqrt{\frac{M}{\rho_0 gS}}$,整理得 $g=\frac{4\pi^2 M}{\rho_0 S T_0^2}$, A 正确, B 错误;由 $G\frac{M_{\text{星}} m}{R^2}=mg$, $M_{\text{星}}=\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3$,可得天体的密度为 $\rho=\frac{3\pi M}{GR\rho_0 S T_0^2}$, C 正确, D 错误。]

课时提能作业(三十八)

- 解析:** (1)选择题图甲方式的目的是要保持摆动中摆长不变。
(2)摆球直径为 $d=1.0 \text{ cm}+6\times 0.1 \text{ mm}=1.06 \text{ cm}$ 。
(3)根据单摆的周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 可得单摆的摆长为 $l=\frac{gT^2}{4\pi^2}$
从平衡位置拉开 5° 的角度释放,可得振幅为 $A=l\sin 5^\circ$
以该位置为计时起点,根据简谐运动规律可得摆球偏离平衡位置的位移 x 与时间 t 的关系为 $x=A\cos \omega t=\frac{gT^2\sin 5^\circ}{4\pi^2}\cdot\cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$ 。
答案: (1)摆长 (2)1.06 (3) $x=\frac{gT^2\sin 5^\circ}{4\pi^2}\cdot\cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$
- 解析:** (1)依题意,单摆周期为 $T=\frac{t}{n}$
根据单摆的周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
联立解得 $g=\frac{4\pi^2 n^2 l}{t^2}$ 。
(2)由(1)分析可知 $l=\frac{g}{4\pi^2}T^2$
结合图像,可得 $\frac{g}{4\pi^2}=\frac{l_2-l_1}{T_2^2-T_1^2}$
解得 $g=\frac{4\pi^2(l_2-l_1)}{T_2^2-T_1^2}$
根据重力加速度的表达式,可知摆球质量分布不均匀不会影响 (l_2-l_1) 的结果,不影响图像斜率,所以不会对重力加速度的测量造成影响。该图像求得 g 的测量值等于真实值。
(3)利用自由落体运动测量重力加速度。
答案: (1) $\frac{4\pi^2 n^2 l}{t^2}$ (2) $\frac{4\pi^2(l_2-l_1)}{T_2^2-T_1^2}$ 等于 (3)见解析

3. 解析: (1) 由匀变速直线运动规律有 $\Delta x = a_0 (\Delta t)^2$, 分析可知相邻两点间的时间间隔为单摆周期的一半, 即 $\Delta t = \frac{1}{2} \times 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$
 $= \pi \sqrt{\frac{L}{g}}$, 联立整理可有 $\Delta x = \frac{a_0 \pi^2 L}{g}$, 由该式可看出 Δx 与沙漏中沙子的质量无关, 故 A 错误; 仅重物质量增大时, a_0 增大, 由上式可知 Δx 将增大, 故 B 正确; 摆线长度增大时, 由上式可知 Δx 也增大, 故 C 正确。

(2) 因为 $\Delta x = a_0 (\Delta t)^2$, 整理得 $\Delta t = \sqrt{\frac{\Delta x}{a_0}}$, 而单摆周期 $T = 2\Delta t = 2\sqrt{\frac{\Delta x}{a_0}}$ 。

(3) 由以上分析可知 $\Delta x = \frac{a_0 \pi^2 L}{g}$, 整理得 $L = \frac{g}{a_0 \pi^2} \Delta x$, 则 $L-\Delta x$ 图像斜率 $k = \frac{g}{a_0 \pi^2}$, 整理得 $g = a_0 \pi^2 k$ 。

答案: (1) BC (2) $2\sqrt{\frac{\Delta x}{a_0}}$ (3) $a_0 \pi^2 k$

4. 解析: (1) 根据螺旋测微器读数规则可知, 小球直径 $d = 4.5 \text{ mm} + 20.0 \times 0.01 \text{ mm} = 4.700 \text{ mm}$ 。

(2) 设磁场变化的周期为 T_0 , 由题图丙可知 $T_0 = t_0$, 则双线摆摆动的周期为 $T = 2T_0 = 2t_0$ 。

(3) 摆长为 $L = a \cos 30^\circ + \frac{d}{2} = \frac{\sqrt{3}a + d}{2}$, 根据单摆周期公式 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$, 联立解得 $g = \frac{\pi^2 (\sqrt{3}a + d)}{2t_0^2}$, 若两悬点 A、B 间的实际距离小于 a , 则测得的摆长 L 偏小, 测得的重力加速度偏小。

答案: (1) 4.700 (2) $2t_0$ (3) $\frac{\pi^2 (\sqrt{3}a + d)}{2t_0^2}$ 偏小

5. 解析: (1) 由于 30 次全振动所用的时间为 t , 则 1 次全振动的间, 即振动周期 $T = \frac{t}{30}$ 。

(2) 弹簧振子平衡时, 由力的平衡条件有 $k(l - l_0) = Mg$, 又 $T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$, 联立可得 $l = l_0 + \frac{g}{4\pi^2} T^2$ 。

(3) 结合(2)问分析可知 $l-T^2$ 图线的斜率 $k = \frac{g}{4\pi^2}$, 由题图(b)可知 $k = \frac{0.54 - 0.474}{0.57 - 0.3} \text{ m/s}^2$, 联立解得 $g \approx 9.65 \text{ m/s}^2$ 。

(4) 空气阻力会使本实验中的振动系统做阻尼振动, 即本实验中的振动系统并不是理想化的弹簧振子, 而本实验中是将振动系统理想化为弹簧振子, 从而测出重力加速度的, 所以空气阻力是本实验的一个误差来源, A 正确; (2) 问分析中将弹簧振子的质量等效为托盘及其上物体的总质量, 但是实际上弹簧振子的质量为弹簧的质量和托盘及其上物体的总质量之和, 所以弹簧质量不为零是本实验的一个误差来源, B 正确; 由于数字计时器记录的是 30 次全振动的时间, 所以光电门的位置只要在托盘经过的位置均可, 即光电门的位置稍微偏离托盘的平衡位置不是本实验的误差来源, C 错误。

答案: (1) $\frac{t}{30}$ (2) $l_0 + \frac{g}{4\pi^2} T^2$ (3) 9.65 (9.55~9.75 均可)

(4) AB

课时提能作业(三十九)

1. D [潜艇声呐发出的超声波从深水区传到浅水区时传播方向会改变, 这是深水区 and 浅水区介质的轻微差别引起的, 所以这是波的折射现象, A 错误; 根据波的独立传播特点可知, 海洋生

物发出的超声波不会影响潜艇声呐发出的超声波信号的传递, B 错误; 潜艇声呐接收到的反射超声波信号的频率比发出时小, 根据多普勒效应的规律可知, 所探测的目标潜艇与自己远离, C 错误; 与在空气中相比, 潜艇声呐发出的超声波通信信号在海水中的传播速度更大, 则相同频率的超声波在海水中的波长较大, 根据发生明显衍射的条件可知, 同一超声波通信信号在海水更容易绕过障碍物被友军潜艇接收到, D 正确。]

2. D [根据弹簧的振动情况可知, 质点的运动情况与机械波的传播方向在同一直线上, 所以该波为纵波, A 错误; 机械波在同一介质中的传播速度相同, 由 $v = \frac{\lambda}{T}$ 可知, 推、拉弹簧的周期

(波的周期) 越小, 波长越短, B 错误; 标记物振动的速度为该波上质点的振动速度, 与波的传播速度无关, C 错误; 标记物由静止开始振动的现象表明机械波能传递能量, D 正确。]

3. A [因为降噪耳机的基本原理是在耳机内产生一系列相应的抵消声波, 通过波的干涉起到消音作用, 则由波的干涉的减弱区的特点可知, 两列波应频率相同、振幅相同、波长相同、波速相同, 但相位相反, 只有 A 符合。故选 A。]

4. AD [根据题意某时刻第 1 圈实线的半径为 r , 第 3 圈实线的半径为 $9r$, 故可得 $2\lambda = 9r - r$, 即 $\lambda = 4r$, 故 A 正确; 该波的波速为 $v = \lambda f = 4rf$, 故 B 错误; 由 $\lambda = 4r$, 根据某时刻第 1 圈实线的半径为 $r = \frac{1}{4}\lambda$ 可得此时浮筒处于平衡位置, 由于波向外传播, 根据同侧法可知此时浮筒处于平衡位置向下振动, 故再经过 $\frac{1}{4}f = \frac{1}{4}T$, 浮筒将在最低点, 故 C 错误, D 正确。]

5. AD [根据波速、波长与频率间的关系 $v = \lambda f$ 得 $\lambda = \frac{v}{f} = 4 \text{ m}$,

A 正确; 根据几何关系可知, $s_{BC} = \sqrt{s_{AB}^2 + s_{AC}^2} = 5 \text{ m}$, 则 B 处波源形成的波传播至 C 点所需的时间 $t_{BC} = \frac{s_{BC}}{v} = 0.5 \text{ s}$, A 处波

源形成的波传播至 C 点所需的时间 $t_{AC} = \frac{s_{AC}}{v} = 0.3 \text{ s}$, 故 $t =$

0.4 s 时, 只有 A 处波源形成的波传播到了 C 点, 又 $T = \frac{1}{f} =$

0.4 s, 故 C 处质点振动了 0.1 s $= \frac{T}{4}$, 即此时 C 处质点振动到

了最大位移处, 加速度最大, 速度为 0, B、C 错误; $t = 0.6 \text{ s}$ 时, A 处波源与 B 处波源形成的波均传播到了 C 点, A 处波源形

成的波使 C 点振动了 0.3 s $= \frac{3T}{4}$, B 处波源形成的波使 C 点振

动了 0.1 s $= \frac{T}{4}$, 又两波源产生的波振幅相等, 起振方向相同,

故 C 处质点静止, 即速度为 0, D 正确。]

6. D [由题图可知该简谐横波的波长为 $\lambda = 4 \text{ m}$, 波形由实线变为虚线所需的时间为 $\Delta t = 1.0 \text{ s}$, 该段时间内波向前传播了半个波形, 则该波的周期为 $T = 2\Delta t = 2.0 \text{ s}$, 由公式 $v = \frac{\lambda}{T}$ 可知

该波的波速为 2 m/s , A 错误; 从 $t = 0$ 到 $t = 2.5 \text{ s}$ 的时间内波向前传播的距离为 $x = 2 \text{ m/s} \times 2.5 \text{ s} = 5 \text{ m}$, 则波源的平衡位置距离 P 点 1 m, B 错误; 由波的图像可知, 波源的起振方向向

下, 1.0 s 为半个周期, 则 $t = 1.0 \text{ s}$ 时波源处于平衡位置且向上运动, C 错误; 由 A 项分析可知 1.5 s 时间内波向前传播的距离为 $x' = 2 \text{ m/s} \times 1.5 \text{ s} = 3 \text{ m}$, 而由 B 项分析可知 Q 点到波源的平衡位置距离为 3 m, 所以 $t = 1.5 \text{ s}$ 时波传播至 Q 点, 由波

的周期性可知 $t = 5.5 \text{ s}$ 时 P、Q 间的波形与 $t = 1.5 \text{ s}$ 时的波形相同, Q 处质点在平衡位置向下振动, P 处质点在平衡位置向上振动, 即 $t = 5.5 \text{ s}$ 时, 平衡位置在 P、Q 处的两质点位移相同, 均为 0, D 正确。]

7. C [根据题图知 $A=5\text{ cm}$, $\lambda=4\text{ m}$, $T=0.4\text{ s}$, 则 $v=\frac{\lambda}{T}=10\text{ m/s}$, 从 $t=0.2\text{ s}$ 到 $t=0.5\text{ s}$, 时间 $\Delta t=0.3\text{ s}=\frac{3}{4}T$, $t=0.2\text{ s}$ 时刻 P 在平衡位置与波峰之间, 故质点 P 通过的路程不可能为 $3A=15\text{ cm}$, 故 A 错误; 由题图(b)可知 $t=0.2\text{ s}$ 时, 质点 Q 处于平衡位置且速度沿 y 轴负方向, 结合题图(a)可判断波沿 x 轴正方向传播, 故从 $t=0.2\text{ s}$ 到 $t=0.4\text{ s}$, 该波沿 x 轴正方向传播了 $v \times \Delta t_1 = 10\text{ m/s} \times 0.2\text{ s} = 2\text{ m}$, 故 B 错误; $t=0.2\text{ s}$ 时质点 P 向 y 轴正方向振动, 故到 $t=0.25\text{ s}$ 时间内 $\Delta_2 = 0.25\text{ s} - 0.2\text{ s} = 0.05\text{ s} = \frac{T}{8}$, 质点 P 仍在 y 轴正方向位移处, 根据回复力与位移的关系推知, 质点 P 的加速度沿 y 轴负方向, 故 C 正确; 根据题图(b)知质点 Q 简谐运动的表达式 $y = 0.05\sin\left(\frac{2\pi}{0.4}t\right)\text{ m} = 0.05\sin(5\pi t)\text{ m}$, 根据平移法知质点 P 简谐运动的表达式不是 $y = 0.05\sin(5\pi t)\text{ m}$, 故 D 错误。]

8. 解析: (1) 两列波分别传到 P 、 Q 两质点, P 、 Q 的平衡位置相距 $s = 0.8\text{ m} - 0.2\text{ m} = 0.6\text{ m}$, 设两列波经过时间 t 相遇, 则有 $s = vt + vt$, 解得两列波相遇的时刻为 $t = \frac{s}{2v} = \frac{0.6}{2 \times 0.4}\text{ s} = 0.75\text{ s}$ 。

- (2) 两列波的振动周期为 $T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.4}{0.4}\text{ s} = 1\text{ s}$, 两列波经过 $t = 0.75\text{ s}$ 在 PQ 的中点 M 相遇, 所以质点 M 在 $t = 0.75\text{ s}$ 时刻开始振动, 两列波同时到达 M 点时, 引起质点 M 的振动方向均向下, 所以 M 点为振动加强点, 即质点 M 的振幅为 $A' = 2A = 4\text{ cm}$ 。当 $t = 1.5\text{ s}$ 时, 质点 M 振动的时间为 $1.5\text{ s} - 0.75\text{ s} = 0.75\text{ s} = \frac{3}{4}T$, 故 1.5 s 内质点 M 运动的路程为 $s = \frac{3}{4} \times 4A' = 3A' = 12\text{ cm}$ 。

答案: (1) 0.75 s (2) 12 cm

课时提能作业(四十)

1. B [静电场是由静止电荷产生的电场, 电场线不交叉不闭合, D 项中的电场线应该是等间距平行直线, A、C、D 错误, B 正确。]
2. D [带电玻璃棒与金属球接触后, 金属球带电, 金属箔与金属球通过导体棒连接, 金属箔与金属球带同种电荷; 静电荷在尖锐的地方分布密集, 附近电场强度最强, A、B、C 错误, D 正确。]
3. D [根据 $E = \frac{F}{q}$ 可知 $F-q$ 图像的斜率表示电场强度的大小, 由题图可知 $E_a > E_b$, 根据题意无法得出 E_a 和 E_b 的数量关系。故选 D。]
4. B [由于两点电荷电性相反, 且 Q_2 的电荷量较大, 则 Q_2 的位置应该在 x 轴的负半轴, 设两点电荷相距 L , 根据点电荷电场强度公式和电场强度叠加可得 $\frac{kQ_1}{x_0^2} = \frac{kQ_2}{(x_0 + L)^2}$, 又 $Q_2 = 8Q_1$, 解得 $L = (2\sqrt{2} - 1)x_0$, 故 B 正确。]
5. A [由电场的矢量叠加原理可知矩形薄板在 a 点处产生的电场强度与点电荷 $-q$ 在 a 点处产生的电场强度等大反向, 即大小为 $E = \frac{kq}{d^2}$, 方向水平向左, 则矩形薄板带负电; 由对称性可知, 矩形薄板在 b 点处产生的电场强度大小也为 $E = \frac{kq}{d^2}$, 方向水平向右, 故 A 正确。]

6. D [A 的受力如图所示, 几何三角形 OAB 与力

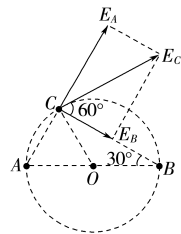
三角形相似, 由对应边成比例有 $\frac{F_T}{3mg} = \frac{l}{\sqrt{3}l}$, 解

得 $F_T = \sqrt{3}mg$, 故 D 正确; 由余弦定律得 $AB = \sqrt{l^2 + (\sqrt{3}l)^2 - 2\sqrt{3}l^2 \cos 30^\circ} = l$, 几何三角形

OAB 与力三角形相似, 由对应边成比例有 $\frac{F_T}{F} = \frac{l}{AB}$, 可得 F_T

$= F = k \frac{Qq}{l^2}$, 解得 $Q = \frac{\sqrt{3}mgl^2}{kq}$, 故 A、B、C 错误。]

7. B [分析可知, 若 A、B 两点处的点电荷为同种电荷, 则 C 点的电场强度不可能沿圆的切线方向, 可知两点电荷为异种电荷。假设 A 点处的点电荷为正电荷, B 点处的点电荷为负电荷, 则两点电荷在 C 点产生的电场强度如图所示, 有 $E_A = \frac{kq_A}{AC^2}$,



$E_B = \frac{kq_B}{BC^2}$, 设圆的半径为 r , 根据几何知识可得 $AC = 2r \sin 30^\circ$

$= r$, $BC = 2r \cos 30^\circ = \sqrt{3}r$, $\tan 60^\circ = \frac{E_A}{E_B}$, 联立解得 $\frac{q_A}{q_B} = \frac{\sqrt{3}}{3}$; 同

理, 若 A 点处的点电荷为负电荷, B 点处的点电荷为正电荷,

仍可得 $\frac{q_A}{q_B} = \frac{\sqrt{3}}{3}$ 。故选 B。]

8. D [设每根细线对杆的拉力大小为 F , 对杆和小球整体, 根据平衡条件, 在竖直方向上有 $3F \cos 30^\circ = (3m + M)g$, 解得 $F = \frac{2\sqrt{3}(3m + M)g}{9}$, 故 A、B 错误; 根据题意可得, 每两个小球间的距离为 $l = 2R \cos 30^\circ$, 所以每个小球受到的库仑力大小为 $F' = 2k \frac{q^2}{l^2} \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}kq^2}{3R^2}$, 故 C 错误; 由平衡条件可知, 杆对每个

小球的弹力大小为 $N = \sqrt{F'^2 + (mg)^2} = \sqrt{\frac{k^2 q^4}{3R^4} + m^2 g^2}$, 由

牛顿第三定律可知, 每个小球对杆的弹力大小为 $\sqrt{\frac{k^2 q^4}{3R^4} + m^2 g^2}$, 故 D 正确。]

9. A [设中垂线上某点和 P_1 或 P_2 的连线与 $P_1 P_2$ 连线间的夹角为 θ , 有 $0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}$, 则该点处的电场强度 $E =$

$2 \frac{kq}{\left(\frac{r}{\cos \theta}\right)^2} \sin \theta = \frac{2kq \sin \theta \cos^2 \theta}{r^2}$, 设 $f(\theta) = \sin \theta \cos^2 \theta$, 则

$f'(\theta) = \cos \theta - 3\sin^2 \theta \cos \theta$, 当 $f'(\theta) = 0$, 即 $\sin \theta = \frac{\sqrt{3}}{3}$ 时, $f(\theta)$

取最大值, $f(\theta)_m = \frac{2\sqrt{3}}{9}$, 此时电场强度最大, $E_m = \frac{2kq}{r^2} f(\theta)_m$

$= \frac{4\sqrt{3}kq}{9r^2}$, 对应的点到 O 点的距离 $h = r \tan \theta = \frac{\sqrt{2}}{2}r$, A 错误, B

正确; 由于 $r > \frac{\sqrt{2}}{2}r$, 则电子从 M 点向上运动的过程中, 其所受

的静电力越来越小, 加速度越来越小, C 正确; 电子在 O 点处所受电场力为 0, 在 N 点所受静电力指向平衡位置 O 点, 则从 N 点释放后, 将在等量同种负点电荷的连线上做往复运动, 设电子运动过程中距 O 点的距离为 x' , 则电子受到的电场力 $F = \frac{kqe}{(r-x')^2} - \frac{kqe}{(r+x')^2} = \frac{4kqex'}{(r-x')^2(r+x')^2}$, 由于 $r \gg x \geq x'$, 则

$F = \frac{4kqex'}{r^3}$, 即 F 与 x' 成正比, 因此电子的运动可视为简谐运动, D 正确。]

10. 解析: (1) M 处的电场强度方向竖直向下, 所以位于 A 、 B 两点处的点电荷在 M 处产生的电场强度等大反向, 即 A 、 B 两点处的点电荷电性相同, 且 $E_{AM} = E_{BM}$, 即 $\frac{kq}{AM^2} = \frac{kq_B}{BM^2}$,

又因为 M 为 AB 边的中点, 即 $AM = BM$, 所以 $q_B = q$,

分析可知, C 点处点电荷在 M 处产生的电场强度方向竖直向下, 所以 C 点处点电荷为正电荷。

N 处的电场强度方向竖直向上, 沿 BC 方向

与垂直 BC 方向 (AN 方向) 进行分解, 如图所示,

因为 C 点处为正电荷, E_{CN} 沿 CB 向下, 所以 B 点处点电荷在 N 处产生的电场强度方向沿 BC 向上, 即 B 点处点电荷为正电荷, 故 A 点处点电荷也为正电荷。

(2) 设等边三角形边长为 L , 由以上分析可知

$$E_{BC} = E_{BN} - E_{CN}, \quad \frac{E_{BC}}{E_{AN}} = \tan 60^\circ,$$

联立并根据电场强度与库仑定律的关系得

$$\frac{kq}{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}L\right)^2} \tan 60^\circ = \frac{kq}{\left(\frac{L}{2}\right)^2} - \frac{kq_C}{\left(\frac{L}{2}\right)^2},$$

$$\text{解得 } q_C = \frac{3-\sqrt{3}}{3}q.$$

答案: (1) q A 、 B 、 C 处都为正电荷 (2) $\frac{3-\sqrt{3}}{3}q$

课时提能作业(四十一)

1. AC [电荷只能从一个物体转移给另一个物体, 不能被创造, 也不能被消灭, 所以一个与外界没有电荷交换的系统, 电荷的代数和保持不变, A 正确; 电场线与等势面垂直, 沿电场线方向电势逐渐降低, 所以电场线由电势高的等势面指向电势低的等势面, B 错误; 点电荷仅在静电力作用下从静止释放, 将沿其所受静电力方向运动, 即静电力将做正功, 则该点电荷的电势能将减小, C 正确; 结合 C 项分析可知负点电荷将从低电势的地方向高电势的地方运动, 正点电荷将从高电势的地方向低电势的地方运动, D 错误。]

2. C [等差等势线越密集, 电场强度越大, 则 c 点电场强度最大, C 正确。]

3. D [等高线越密集, 坡面越陡, 根据牛顿第二定律可得 $a = g \sin \theta$ (θ 为坡面与水平面夹角), MB 对应的等高线更密集, 坡面更陡, 小球沿着 MB 运动时加速度比沿着 MA 运动时加速度大, A 错误; A 、 B 在同一等高线, 小球下落高度相同, 根据机械能守恒定律, 运动到 A 、 B 点时速度大小相同, B 错误; 等差等势线越密集, 电场强度越大, B 处等势线更密集, A 点电场强度比 B 点小, C 错误; 等差等势线越密集, 电势降落越快, 右侧等势线更密集, 右侧电势比左侧降落得快, D 正确。]

4. D [MN 两点电势相等, 电场线由上到下, NP 在同一电场线上, 沿电场线方向电势逐渐降低, 可知 N 点电势高于 P 点, 可知 M 点电势高于 P 点, 选项 A 错误; M 点电场线分布比 N 点密集, 可知 M 点电场强度比 N 点大, 选项 B 错误; 负电荷从 M 点运动到 P 点, 电势能增加, 则静电力做负功, 动能减小, 速度减小, 选项 C 错误, D 正确。]

5. D [电场线从高等势面指向低等势面, 即电场线从题图中的正电荷指向负电荷, 因此 b 点所在的等势面高于 a 点所在的等

势面, A 错误; a 、 c 两点电场强度方向不同, 电场强度不同, B 错误; 从 $d \rightarrow e \rightarrow f$ 电场强度逐渐减小, 间距相等, 结合 $U = Ed$ 可知 $0 < U_{fe} < U_{ed}$, 则 $U_{fd} < 2U_{ed}$, C 错误; a 点与 f 点在同一等势面上, a 、 b 两点和 f 、 b 两点的电势差相等, 根据静电力做功 $W = qU$ 可知从 a 到 b 与从 f 到 b , 静电力对电子做功相等, D 正确。]

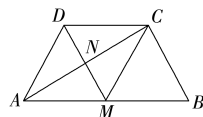
6. C [取 ac 边的中点 d , 则在匀强电场中有 $\varphi_d = \frac{\varphi_a + \varphi_c}{2} = 4 \text{ V} = \varphi_b$, 所以 bd 连线为该电场的等势线, 又电场方向垂直于等势线, 且由高电势指向低电势, 可知 a 点的电场方向从 a 指向 c , C 正确。]

7. A [由于 A 、 C 板均接地, 则 A 、 C 板的电势均为 0, 即 $\varphi_A = \varphi_C = 0$, 所以有 $U_{BA} = U_{BC}$, 相邻两平行金属板间的电场为匀强电场, 有 $E = \frac{U}{d}$, 又 $d_1 < d_2$, 所以 $E_a > E_b$, A 正确, B 错误; 由 a

点到 A 、 B 板的距离相等有 $\varphi_a = \frac{\varphi_B + \varphi_A}{2} = \frac{1}{2}\varphi_B$, 由 b 点到 B 、 C

板的距离相等有 $\varphi_b = \frac{\varphi_B + \varphi_C}{2} = \frac{1}{2}\varphi_B$, 故 $\varphi_a = \varphi_b$, C、D 错误。]

8. B [设 AB 的中点为 M , 连接 AC 、 DM , 两者交点为 N , 如图所示, 根据几何关系可知, N 点为 AC 的中点, $DM \parallel CB$, $CA \perp DM$, 根据匀强电场特点可得, N



点的电势为 $\varphi_N = \frac{\varphi_A + \varphi_C}{2} = 3 \text{ V} = \varphi_D$, 故 DM 、 CB 为等势线,

故 B 点的电势为 $\varphi_B = \varphi_C = 5 \text{ V}$, A 错误; 由于 $AC \perp DM$, 且 $\varphi_C > \varphi_A$, 则电场沿 CA 方向, 由几何关系可知, AC 距离 $d =$

$$2AD \cdot \cos \frac{60^\circ}{2} = \sqrt{3} \text{ m}, \text{ 则电场强度 } E = \frac{\varphi_C - \varphi_A}{d} = \frac{4\sqrt{3}}{3} \text{ V/m}, B$$

正确; 沿电场线方向电势降低, 可知, 在梯形区域内 A 点电势最低, 故整个梯形区域内电势均大于 1 V , 质子在梯形区域内的电势能均大于零, 故 C 错误; DM 为等势线, 故电子从 D 点移到 AB 的中点 M , 静电力不做功, 故 D 错误。]

9. D [由题图可知, a 粒子的轨迹向右弯曲, a 粒子所受静电力方向向右, b 粒子的轨迹向左弯曲, b 粒子所受静电力方向向左, 由于电场线方向未知, 无法判断粒子的电性, 故 A 错误; 由题图可知, a 所受静电力逐渐减小, 加速度减小, b 所受静电力逐渐增大, 加速度增大, 故 C 错误; 已知 $MN = NQ$, 由于 MN 段电场强度大于 NQ 段电场强度, 所以 M 、 N 两点间的电势差大小 $|U_{MN}|$ 大于 N 、 Q 两点间的电势差大小 $|U_{NQ}|$, 故 B 错误; 根据静电力做功公式 $W = qU$, $|U_{MN}| > |U_{NQ}|$, a 粒子从等势线 2 到 3 静电力做的功小于 b 粒子从等势线 2 到 1 静电力做的功, 所以 a 粒子到达等势线 3 的动能变化量比 b 粒子到达等势线 1 的动能变化量小, 故 D 正确。]

10. BD [由 A 、 B 两点间距离为 $\sqrt{3}R$, 可得 $2R \sin \frac{\theta}{2} = \sqrt{3}R$, 故

AB 圆弧所对的圆心角 $\theta = 120^\circ$. 对小球甲、乙分别受力分析, 如图所示, 由正弦定理可得 $\frac{F_{BA}}{\sin 45^\circ} = \frac{m_\text{甲} g}{\sin 30^\circ}, \frac{F_{AB}}{\sin 75^\circ} =$

$$\frac{m_\text{乙} g}{\sin 30^\circ}, \text{ 由于 } F_{BA} = F_{AB}, \text{ 可得 } m_\text{甲} > m_\text{乙}, \text{ 故甲的质量大于乙}$$

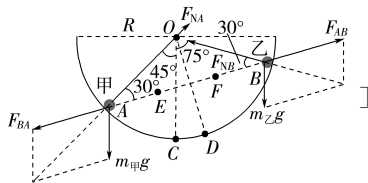
的质量, A 错误; 将带正电的试探电荷由 C 点沿圆弧移至 D 点, 静电力一直对其做正功, 试探电荷的电势能一直减小, 故电势一直减小, 所以 C 点电势高于 D 点电势, B 正确; 由电场

$$\text{强度叠加原理可得, } E \text{ 点处的电场强度大小 } E_E = \frac{k \cdot 2q}{\left(\frac{\sqrt{3}}{3}R\right)^2} -$$

$$\frac{kq}{\left(\frac{2\sqrt{3}R}{3}\right)^2} = \frac{21kq}{4R^2}, \text{方向由 } A \text{ 指向 } B, F \text{ 点处的电场强度大小}$$

$$E_F = \frac{kq}{\left(\frac{\sqrt{3}}{3}R\right)^2} - \frac{k \cdot 2q}{\left(\frac{2\sqrt{3}R}{3}\right)^2} = \frac{3kq}{2R^2}, \text{方向由 } B \text{ 指向 } A, C \text{ 错误};$$

将带正电的试探电荷沿直线从 O 点移到 D 点,静电力对其先做负功后做正功,所以试探电荷的电势能先增大后减小,可得沿直线从 O 点到 D 点电势先升高后降低, D 正确。



课时提能作业(四十二)

1. **D** [根据题意可知,小球所受合力方向沿虚线向下,则其所受静电力方向水平向右,小球从 O 点运动到与 O 点等高处的过程中做类平抛运动,小球的速度增大,动能增大,由于小球所受静电力与小球速度的夹角一直为锐角,则静电力做正功,小球的电势能减小, A 、 B 、 C 错误, D 正确。]

2. **A** [当物块向右运动时,根据动能定理有 $-qEx - \mu mgx = E_k - E_{k0}$,解得 $E_k = E_{k0} - qEx - \mu mgx$,当物块减速为 0 时,因为 $qE > \mu mg$,所以物块会向左加速,根据动能定理有 $qE(x_0 - x) - \mu mg(x_0 - x) = E_k - 0$,解得 $E_k = -qEx + qEx_0 - \mu mgx_0 + \mu mgx = (qE - \mu mg)(x_0 - x)$,故 A 正确, B 错误;物体先向右减速,再向左加速,而物体静电力方向向左,所以静电力先做负功,再做正功,故电势能 E_p 先增大后减小,故 C 、 D 错误。]

3. **AC** [从 x_1 运动到 x_2 ,电势降低,电子的电势能增加,则静电力对电子做负功,选项 A 正确;图线的斜率等于电场强度,可知 x_1 与 x_3 处切向的斜率不同,则电场强度方向不相同,选项 B 错误;电子运动过程中只有静电力做功,则电势能和动能之和守恒,电子在 x_1 处的电势能大于在 x_3 处的电势能,可知电子在 x_1 处的动能小于在 x_3 处的动能,电子在 x_1 处的速率小于在 x_3 处的速率,选项 C 正确;电子从 x_2 运动到 x_3 ,图像的斜率变大,则电场强度变大,根据牛顿第二定律 $qE = ma$ 可知加速度逐渐变大,选项 D 错误。]

4. **CD** [该带电粒子仅在静电力作用下由坐标位置 x_3 从静止运动到坐标原点 O 的过程中,由题图知电场方向一直沿 x 轴正方向,而带电粒子向 x 轴负方向运动,所以该粒子带负电,静电力方向一直与速度方向相同,静电力一直对粒子做正功,粒子速度一直增大,电势能一直减小, A 、 B 错误, C 正确;坐标原点 O 和位置 x_2 间的电势差为 $E-x$ 图线与 x 轴所围成的面积,即

$$U_{Ox_2} = \frac{E_0 x_2}{2}, D \text{ 正确。}]$$

5. **B** [设 B 球刚进入电场时带电系统速度为 v_1 ,由动能定理可得 $3qEL = \frac{1}{2} \times 2mv_1^2$,解得 $v_1 = \sqrt{\frac{3qEL}{m}}$,故 A 错误;设 A 球离开电场时速度为 v_2 ,由动能定理可得 $-2qEL = \frac{1}{2} \times$

$$2m(v_2^2 - v_1^2), \text{解得 } v_2 = \sqrt{\frac{qEL}{m}}, \text{故 } B \text{ 正确;当系统速度为零}$$

时, B 球进入电场的位移达到最大,设最大位移为 x ,从 A 球刚离开电场时到 B 球达到最大位移,由动能定理可得 $-5qE(x -$

$L) = 0 - \frac{1}{2} \times 2mv_2^2$,所以 $x = 1.2L$,故 C 错误; B 球从开始运动到最大位移的过程,静电力做功为 $W_B = -5qEx$,根据功能关系可得 $W_B = -\Delta E_p$,所以 $\Delta E_p = 6qEL$,故 D 错误。]

6. **AD** [小滑块在 B 点处的加速度为 0 ,则沿斜面方向有

$$mg \sin 30^\circ = \frac{kq^2}{l^2} \cos 30^\circ, \text{解得 } l = \sqrt{\frac{\sqrt{3}kq^2}{mg}}, A \text{ 正确}, B \text{ 错误};$$

小滑块从 A 到 C 的过程,由动能定理有 $W + mgs \sin 30^\circ = 0$,解得静电力对小滑块做的功为 $W = -\frac{mgs}{2}$, C 错误;根据静电力做功与电势差的关系结合 C 项分析可知, A 、 C 之间的电势差

$$U_{AC} = \frac{W}{q} = -\frac{mgs}{2q}, D \text{ 正确。}]$$

7. **B** [根据重力做功与重力势能变化的关系可得 $W_G = W_1 = -\Delta E_{p重}$,小球上升过程重力做负功,小球的重力势能增加了 $-W_1$,故 A 正确;根据静电力做功与电势能变化的关系可得 $W_电 = W_2 = -\Delta E_{p电}$,带正电小球上升过程静电力做正功,小球的电势能减少了 W_2 ,故 B 错误;对小球与弹簧组成的系统,在小球从静止开始运动到刚离开弹簧的过程中,由于静电力对小球做正功,为 W_2 ,小球与弹簧组成的系统机械能增加了 W_2 ,故 C 正确;在小球从静止开始运动到刚离开弹簧的过程中,根据能量守恒定律可知,减少的弹性势能与减少的电势能之和等于增加的重力势能与增加的动能之和,则有 $E_{p弹} + W_2 = -W_1 + \frac{1}{2}mv^2$,解得撤去 F 前弹簧的弹性势能为 $E_{p弹} = \frac{1}{2}mv^2 - W_1 - W_2$,故 D 正确。]

8. **解析**: (1) 对小球 b 由 A 点到 D 点的过程,根据动能定理得 $2mgL \cos \alpha - qE(L + L \sin \alpha) = 0 - 0$

$$\text{解得 } E = \frac{2\sqrt{3}mg}{3q}.$$

(2) 小球 a 水平抛出到 D 点的过程做平抛运动,设 a 到达 D 点时竖直分速度大小为 v_y ,根据运动学公式,在竖直方向上有 $2gH = v_y^2$

$$\text{由几何关系可得 } a \text{ 到达 } D \text{ 点时速度大小为 } v_a = \frac{v_y}{\sin \alpha}$$

$$\text{解得 } v_a = 3\sqrt{gL}$$

设 a 、 b 两球发生弹性碰撞后的瞬间速度大小分别为 v_1 、 v_2 ,以碰撞前小球 a 的速度方向为正方向,根据动量守恒定律与机械能守恒定律得 $mv_a = mv_1 + 2mv_2$, $\frac{1}{2}mv_a^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2} \times 2mv_2^2$

$$\text{解得 } v_1 = -\sqrt{gL}, v_2 = 2\sqrt{gL}$$

设两球相撞后小球 b 首次经过 B 点时的速度大小为 v_B ,根据动能定理得 $2mgL(1 - \cos \alpha) + qEL \sin \alpha = \frac{1}{2} \times 2mv_B^2 - \frac{1}{2} \times 2mv_2^2$

$$\text{在 } B \text{ 点,对小球 } b \text{ 由牛顿第二定律得 } T - 2mg = 2m \frac{v_B^2}{L}$$

$$\text{解得 } T = \frac{(42 - 4\sqrt{3})mg}{3}.$$

$$\text{答案: (1) } \frac{2\sqrt{3}mg}{3q} \quad (2) \frac{(42 - 4\sqrt{3})mg}{3}$$

课时提能作业(四十三)

1. **BD** [根据电容表达式 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi kd}$,可知按键过程中, d 减小, C 增大,故 A 错误;由于电容器直接接在电源两端,故电容器两

端电压 U 不变,因 C 增大,根据 $Q=CU$,可知 Q 增大,电容器充电,电流方向从 b 流向 a ,故 B 正确;根据电势差与电场强度关系,有 $E=\frac{U}{d}$ 可知,由于 U 不变,按键过程中, d 减小,故 E 增大,故 C 错误;令按键至少按下 Δd 距离,传感器才有感应,则此时电容 $C_0=\frac{\epsilon_r S}{4\pi k(d-\Delta d)}$,又因为 $C_0-C=0.5C$,联立以上解得 $\Delta d=\frac{1}{3}d$,故 D 正确。]

2. A [根据题意可知,电容器与电源保持连接,电容器两端电压不变,现将电容器两极板间距增大至原来的 2 倍,由公式 $E=\frac{U}{d}$ 可知,极板间电场强度变为原来的 $\frac{1}{2}$,则有 $W=Eqd$ 可知,再把电荷由 a 移至 b ,则静电力做功变为原来的 $\frac{1}{2}$,即静电力做功为 $\frac{W}{2}$ 。故选 A。]

3. C [由题意可知电源加在电容器两端,即电容器两端电压 U 不变, N 极板向左或向右运动时,极板正对面积 S 减小,根据 $C=\frac{\epsilon_r S}{4\pi kd}$ 可知 C 减小,因为 $Q=CU$,故电容器所带电荷量减小,故 A、B 错误; N 极板向上运动,则 d 减小, C 增大, Q 增大,故 C 正确;同理, D 错误。]

4. D [根据动能定理有 $qU_1=\frac{1}{2}mv_0^2$,根据类平抛运动知 $\tan \theta=\frac{at}{v_0}$, $t=\frac{l}{v_0}$,根据牛顿第二定律有 $q\frac{U_2}{d}=ma$,解得 $\tan \theta=\frac{U_2 l}{2U_1 d}$,故仅减小 U_1 可使 θ 增大,故 A 错误;根据 $\tan \theta=\frac{U_2 l}{2U_1 d}$ 知,仅减小偏转电极间的距离 d 或仅增大偏转电极板的长度 l 可使 θ 增大,故 B、C 错误;根据 $\tan \theta=\frac{U_2 l}{2U_1 d}$ 知,偏转角 θ 与粒子的质量 m 、电荷量 q 都无关,所以三种粒子离开偏转电场时 θ 相同,故 D 正确。]

5. B [根据 $qU_0=\frac{1}{2}mv_0^2$,粒子离开加速器时速度为 $v_0=\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$,故 A 错误;粒子在左侧平移器电场中的偏移量为 $y_1=\frac{1}{2}at^2$,又 $q\frac{U_0}{L}=ma$, $L=v_0 t$,得 $y_1=\frac{L}{4}$,故 B 正确;根据类平抛运动的特点和对称性,粒子在两平移器之间做匀速直线运动,它的轨迹延长线分别过平行板中点,根据几何关系可知 $\Delta d=L$,故 C 错误;由 B 选项分析可得 $y_1=\frac{qU_0 L}{2mv_0^2}$,由 A 选项分析可知当加速电压增大时,粒子进入平移器的速度增大,粒子在平移器中竖直方向偏移量变小,粒子可以离开平移器,位置比原来靠下,故 D 错误。]

6. C [带电大分子在加速区域做初速度为 0 的匀加速直线运动,在漂移区域做匀速直线运动,设加速区域 A、B 两板间距离为 d ,漂移区域 B、C 间距离为 L ,保持 S 闭合,则加速区域两板间电压始终为 U ,根据匀变速直线运动规律有 $d=\frac{1}{2}\cdot\frac{qU}{md}t_1^2$,可得带电大分子在加速区域的运动时间为 $t_1=\sqrt{\frac{2md^2}{qU}}$,则带电大分子进入漂移区域的速度为 $v_1=\frac{qU}{md}\cdot\sqrt{\frac{2md^2}{qU}}=\sqrt{\frac{2qU}{m}}$,在漂移区域的运动时间为 $t_2=\frac{L}{v_1}=L\sqrt{\frac{m}{2qU}}$,则带电大分子整个过程的运动时间 $t=d\sqrt{\frac{2m}{qU}}+L\sqrt{\frac{m}{2qU}}=\sqrt{\frac{2m}{qU}}(d+\frac{1}{2}L)$

$\frac{1}{2}L)=\frac{1}{2}\sqrt{\frac{2m}{qU}}(2d+L)$,可知仅增大 $\frac{q}{m}$ 或者仅增大 U , t 变短, A、B 错误;保持 S 闭合, A、C 位置不变,仅 B 极板向右移动,即 d 增大, $d+L$ 不变,结合上述 t 的表达式可知 t 变长, C 正确;将 S 断开,则平行板电容器所带电荷量 Q 不变,又平行板电容器两板间的电场强度 $E=\frac{U}{d}=\frac{Q}{Cd}=\frac{4\pi kQ}{\epsilon_r S}$,可知仅 B 极板向右移动,平行板电容器两板间的电场强度不变,带电大分子在加速区域的加速度大小 a 不变,又结合匀变速直线运动规律可得带电大分子整个过程的运动时间 $t=\sqrt{\frac{2d}{a}}+\frac{L}{\sqrt{2ad}}=\frac{1}{\sqrt{2a}}(\sqrt{d}+\frac{d+L}{\sqrt{d}})$, $d+L$ 不变,根据数学基本不等式可知 d 增大时 t 变短, D 错误。]

7. 解析: (1) 金属微粒的加速度大小为 $a=\frac{Eq}{m}$ ①

微粒第一次到达下极板有 $\frac{d}{2}=\frac{1}{2}at_1^2$ ②

解得 $t_1=\sqrt{\frac{md}{Eq}}$ 。

(2) 由题意分析知金属微粒的运动过程可视为初速度为零的匀加速直线运动,设微粒第一次从上极板回到 O 点时的速度大小为 v ,则

$v^2=2ax$ ③

$x=2d$ ④

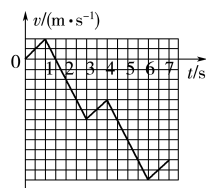
$p=mv$ ⑤

联立①③④⑤可得 $p=2\sqrt{mqEd}$ 。

答案: (1) $\sqrt{\frac{md}{Eq}}$ (2) $2\sqrt{mqEd}$

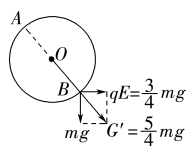
课时提能作业(四十四)

1. D [画出带电粒子速度 v 随时间 t 变化的图像如图所示, $v-t$ 图线与时间轴所围“面积”表示位移,可见带电粒子不是只向一个方向运动, 4 s 末带电粒子不能回到出发点, A、C 错误; 2 s 末速度不为 0, 可见 0~2 s 内静电力做的功不等于 0, B 错误; 2.5 s 末和 4 s 末,速度的大小、方向都相同,则 2.5~4 s 内,静电力做功等于 0, D 正确。



2. A [在前半个周期内, A 板的电势高,电场的方向向右,电子受到的静电力方向水平向左,电子向左做初速度为零的匀加速直线运动,在后半个周期,电场的方向向左,电子所受的静电力水平向右,电子向左做匀减速直线运动直到速度为零,然后进入第二个周期,重复之前的运动,由此可知,电子在每个周期内先向左做初速度为零的匀加速直线运动,然后向左做匀减速直线运动,如此反复,可知 A 正确, B、C、D 错误。]

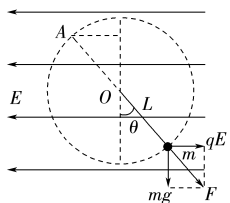
3. B [小球在运动的过程中,静电力做功,机械能不守恒,故 A 错误, B 正确;如图所示,小球在电场中运动的等效“最高点”和等效“最低点”分别为 A 点和 B 点,等效重力 $G'=\frac{5}{4}mg$,小球在等效



“最高点”的最小速度 v_1 满足 $G'=m\frac{v_1^2}{L}$,得 $v_1=\frac{\sqrt{5gL}}{2}$,故 C

错误;小球由等效“最高点”运动到等效“最低点”,由动能定理有 $G' \cdot 2L = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$,解得 $v_2 = \frac{5}{2}\sqrt{gL}$,故 D 错误。]

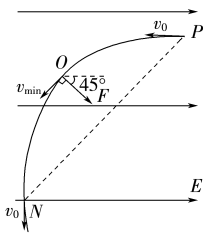
4. B [小球静止时,对小球受力分析,由平衡条件可知 $qE = mg \tan \theta$,解得 $E = \frac{mg \tan \theta}{q}$,故 A 错误;小球所受静电力与重力大小、方向均保持不变,将静电力与重力的合力等效为“新重力”,大小为 $F = \frac{mg}{\cos \theta}$,作



出小球做圆周运动的轨迹,如图所示,则与起始点关于圆心 O 对称的 A 点为小球绕 O 点在竖直平面内沿逆时针方向做圆周运动的等效“最高点”,在 A 点时小球的速度最小,动能最小,由牛顿第二定律可知 $F = \frac{mv_{\min}^2}{L}$,动能 $E_{\min} = \frac{1}{2}mv_{\min}^2$,联立解得 $E_{\min} = \frac{mgL}{2\cos \theta}$,故 B 正确;由功能关系可知,小球机械能的变化量等于静电力做的功,则当小球运动到最左边与 O 点等高时,静电力做负功最多,小球机械能最小,故 C 错误;小球从初始位置开始,在竖直平面内运动一周的过程中,静电力先做正功后做负功再做正功,所以电势能先减小后增大再减小,故 D 错误。]

5. C [由题意知, $\frac{1}{3}T \sim \frac{2}{3}T$ 时间内微粒匀速运动,设微粒所带电荷量为 q ,则 $qE_0 = mg$,微粒所受静电力向上, $0 \sim \frac{1}{3}T$ 内和 $\frac{2}{3}T \sim T$ 内,由牛顿第二定律分别有 $2qE_0 - mg = ma_1$, $mg = ma_2$,得 $a_1 = a_2 = g$,可知在竖直方向, $0 \sim \frac{1}{3}T$ 内微粒向上加速运动, $\frac{1}{3}T \sim \frac{2}{3}T$ 内微粒向上匀速运动, $\frac{2}{3}T \sim T$ 内微粒向上减速运动, $t = T$ 时微粒的竖直分速度为 0,在水平方向上微粒一直匀速运动,所以微粒飞出两板间的速度沿水平方向且等于 v_0 ,故 A 错误;由上述分析可知, $t = \frac{1}{3}T$ 时微粒速度最大,最大速度 $v_m = \sqrt{v_0^2 + \left(\frac{gT}{3}\right)^2}$,故 B 错误;设微粒受到的静电力做功为 W ,对微粒运动的全过程,由动能定理有 $W - mg \cdot \frac{d}{2} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$,解得 $W = \frac{mgd}{2}$,故 C 正确;微粒飞出时的速度方向与重力方向垂直,重力的功率为零,故 D 错误。]

6. BD [根据 $qE = mg$ 、 E 水平向右可知,带正电荷 q 的小球所受合力 F 斜向右下方,且与水平方向夹角为 45° ;小球在 P 点的初速度 v_0 水平向左,可画出小球在匀强电场中做类斜抛运动的轨迹如图,其中 O 为轨迹等效“最高点”,N 为轨迹上与 P“等高”的点。根据类斜抛运动的规律及对称性可知,小球经过 O 点时的速度方向与 F 垂直时,速度最小,动能最小,经过 N 点时,速度大小为 v_0 ,动能等于初动能,且经过 N 点的速度竖直向下。根据 $E_p = q\varphi$,以及沿电场线方向电势降低,结合上述分析可知,小球经过 O 点动能最小时,电势能不是最大,小球经过 N 点动能等于初动能时,电势能最大, A 错误, B 正确;分析可知,小球速度的水平分量和竖直分量大小相等时,恰好经过 O 点,此时动能最小, C 错误;小球速度的水平分量为零时,经过 N 点,从 P 点到



N 点的过程,根据动能定理有 $W_G + W_E = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$,根据功能关系,此过程电势能增加量 $\Delta E_p = -W_E$,则此过程 $W_G = \Delta E_p$, D 正确。]

7. 解析:(1)电子在加速电场中有 $eU_0 = \frac{1}{2}mv_0^2$

进入平行板中水平方向做匀速直线运动, $L = v_0 \cdot 2t_0$

$$\text{解得 } L = 2\sqrt{\frac{2eU_0}{m}}t_0。$$

(2)在偏转电场中,加速度为 $a = \frac{eU_0}{md}$

对于 0 时刻进入的电子,侧向位移的大小为 $y_1 = \frac{1}{2}at_0^2 + at_0^2$

$$\text{解得 } y_1 = \frac{3eU_0t_0^2}{2md}$$

对于 t_0 时刻进入的电子,侧向位移的大小为 $y_2 = \frac{1}{2}at_0^2$

$$\text{解得 } y_2 = \frac{eU_0t_0^2}{2md}。$$

(3)侧向位移最大,电子在有电场情况下的侧向位移为

$$y'_1 = \frac{1}{2}a(2t_0)^2$$

侧向位移最小,电子在有电场情况下的侧向位移为

$$y'_2 = \frac{1}{2}at_0^2$$

由动能定理得 $eEy_{\text{电场}} = \Delta E_k$

$$\text{可得动能增量之比 } \frac{\Delta E_{k1}}{\Delta E_{k2}} = \frac{y'_1}{y'_2} = \frac{4}{1}。$$

$$\text{答案: (1)} 2\sqrt{\frac{2eU_0}{m}}t_0 \quad (2) \frac{3eU_0t_0^2}{2md} \quad \frac{eU_0t_0^2}{2md} \quad (3) 4:1$$

课时提能作业(四十五)

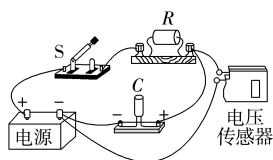
1. C [电容器不论是充电过程还是放电过程,电流都是逐渐减小的,充电过程电容器两极板的电荷量增加,由 $C = \frac{Q}{U}$ 可知电容器两极板间电势差增大,放电过程电容器两极板的电荷量减少,电势差减小, A 错误, C 正确;根据电路结构可知,不论是充电过程还是放电过程,电容器的上极板都是带正电荷的,充电过程,流过电阻 R 的电流由 N 点流向 M 点,放电过程,流过电阻 R 的电流由 M 点流向 N 点, B、D 错误。]

2. 解析:(1)电容器充电过程中,当电路刚接通后,电流表示数从 0 增大到某一最大值,后随着电容器的不断充电,电路中的充电电流减小,当充电结束电路稳定后,此时电路相当于断路,电流为 0。故选 B。

(2)根据题图(a)可知充电结束后电容器上极板带正电,将 S_1 接 2,电容器放电,此时通过定值电阻 R 的电流方向为 $a \rightarrow b$; $t = 2$ s 时 $I = 1.10$ mA,可知此时电容器两端的电压为 $U_2 = IR$,电容器开始放电前两端电压为 12.3 V,根据 $I-t$ 图像与横轴围成的面积表示放电量可得 $0 \sim 2$ s 间的放电量为 $Q_1 = |\Delta U| \cdot C = (12.3 - 1.10 \times 10^{-3} \times R)C$, 2 s 后到放电结束间放电量为 $Q_2 = |\Delta U'| \cdot C = 1.10 \times 10^{-3} \cdot RC$,根据题意 $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{8}{7}$,解得 $R \approx 5.2$ k Ω 。

答案:(1)B (2) $a \rightarrow b$ 5.2

3. 解析: (1) 根据电路图连接实物图, 如图所示。



(2) 由题图(c)可知周期 $T = 25 \times 10^{-3} \text{ s}$,

所以该矩形波的频率为 $f = \frac{1}{T} = 40 \text{ Hz}$ 。

(3) 由题图(d)可知, B 点处于电容器两端的电压在慢慢增大的过程, 即电容器处于充电状态; 从题图(d)中可得出, A 点为放电快结束阶段, B 点为充电开始阶段, 所以在 B 点时通过电阻 R 的电流更大。

(4) 由题图(e)可知, 当 $f = 45 \text{ Hz}$ 时, 电容器此时两端的电压最大值约为 $U_m = 3.77 \text{ V}$

根据电容的定义式 $C = \frac{Q}{U}$ 得此时电容器所带电荷量的最大值为 $Q_m = CU_m = 4.7 \times 10^{-6} \times 3.77 \text{ C} \approx 1.8 \times 10^{-5} \text{ C}$ 。

答案: (1) 见解析图 (2) 40 (3) 充电 B

(4) 1.8×10^{-5}

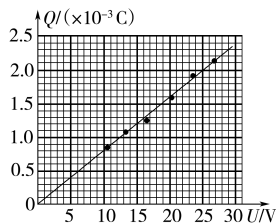
4. 解析: (1) 使用多用电表的电阻挡进行测量, 多用电表内有电源, 先对电容器充电, 有充电电流, 会观察到多用电表指针向右偏转较大角度; 随着电容器逐渐充满电, 充电电流逐渐减小, 最终电容器相当于断路状态, 指针又逐渐返回到起始位置, 此现象说明电容器是好的。

(2) 学生电源应采用直流电源, 因为电容器可以通过交流电, 其电压不断变化, 没法得出稳定的电压, 故选直流电源。

当把开关 S 与 2 端相连时, 电容器放电, 题图甲的所有电荷均通过电流传感器, 测量准确, 题图乙中还有一部分电荷通过电压表, 这部分电荷测不出来, 故选题图甲。

(3) 由 $\Delta Q = I \Delta t$ 知电荷量为 $I-t$ 图像与坐标横轴所围的面积, 即面积为电容器在开始放电时所带的电荷量, 由题图丙可知“面积”格数约为 40 格 (39~42 格均正确), 每小格相当于 $4 \times 10^{-5} \text{ C}$, 所以电容器电压为 $U = 20.2 \text{ V}$ 时, 电荷量 $Q = 40 \times 4 \times 10^{-5} \text{ C} = 1.60 \times 10^{-3} \text{ C}$ ($1.56 \times 10^{-3} \sim 1.68 \times 10^{-3} \text{ C}$ 均正确)。

由表格数据描点作图, 如图所示,



在图像中选取两个相距较远的点, 计算出图线的斜率, 即为电容器的电容 $C = \frac{2.2 \times 10^{-3} - 0}{28 - 0} \text{ F} \approx 7.86 \times 10^{-5} \text{ F}$ 。

答案: (1) 好 (2) 直流 甲 (3) 1.60×10^{-3} ($1.56 \times 10^{-3} \sim 1.68 \times 10^{-3}$ 均正确) 见解析图 7.86×10^{-5} ($7.70 \times 10^{-5} \sim 8.10 \times 10^{-5}$ 均正确)

课时提能作业(四十六)

1. A [根据电功 $W = Pt$ 可知 $W \cdot h$ 是能量的单位。故选 A。]

2. C [根据 $I = \frac{Q}{t}$, 可得 $Q = It = 1800 \times 1 \text{ C} = 1800 \text{ C}$ 。因为 $Q = nq$, $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, 故 $n = \frac{Q}{q} \approx 1.1 \times 10^{22}$ 个, 选项 C 正确。]

3. D [电流微观表达式为 $I = nqSv$, 式中 n 为单位体积内的自由电荷数, 而本题中 n 为单位长度内的自由电子数, t 时间内通过导体某一横截面的自由电子数是长度 vt 内的自由电子数, 其数量为 nvt , 电荷量 $q = nvt e$, 由电流的定义式有 $I = \frac{q}{t} = nev$, 所以 $v = \frac{I}{ne}$, 故 D 正确, B 错误; 易知 A、C 错误。]

4. B [根据欧姆定律 $R = \frac{U}{I}$, 可知 $U-I$ 图线上各点与坐标原点连线的斜率表示电阻, 由图可知, 对应 A 点, 白炽灯的电阻为 $R = \frac{U_1}{I_1}$, 故 B 正确, C、D 错误; 随着电压的增大, 图线上各点与坐标原点连线的斜率逐渐增大, 则随电压的升高, 白炽灯的电阻逐渐增大, 故 A 错误。]

5. C [由电阻定律得电阻丝的电阻 $R = \rho \frac{l}{S}$, 其中 $S = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2$, 电阻丝消耗的电功率 $P = \frac{U^2}{R}$, 联立可得电阻丝上的电压 $U = \sqrt{P \cdot \rho \frac{4l}{\pi d^2}}$, 所以加在两根电阻丝上的电压的比值 $\frac{U_{\text{甲}}}{U_{\text{乙}}} = \sqrt{\frac{l_0}{d_0^2} \cdot \frac{(2d_0)^2}{2l_0}} = \sqrt{2}$, C 正确。]

6. AD [小量程电流表 G 改装成大量程电流表需要并联一小电阻分流, 而且量程越大, 并联的小电阻阻值越小, 则量程大的电流表总内阻小, 量程小的电流表总电阻大。题图甲中, 由于 A_1 、 A_2 并联, 因此 A_1 、 A_2 中两个小量程电流表 G 的电压相等, 流过小量程电流表 G 的电流相等, A_1 、 A_2 的指针偏角相同, A 正确, C 错误; 题图乙中, 由于 A_1 、 A_2 串联, 流过 A_1 、 A_2 的电流相等, 由于 A_1 量程大于 A_2 量程, 则 A_1 内阻小于 A_2 内阻, 可知 A_1 中小量程电流表 G 两端的电压小于 A_2 中小量程电流表 G 两端的电压, 则流过 A_1 中小量程电流表 G 的电流小于流过 A_2 中小量程电流表 G 的电流, A_1 的指针偏角小于 A_2 的指针偏角, B 错误, D 正确。]

7. BC [将导线均匀拉长, 使其半径变为原来的 $\frac{1}{2}$, 横截面积变为原来的 $\frac{1}{4}$, 导线长度要变为原来的 4 倍, 金属导线电阻率不变, 由电阻定律 $R = \rho \frac{l}{S}$ 可知, 导线电阻变为原来的 16 倍; 电压 U 不变, 由欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$ 可知, 电流变为原来的 $\frac{1}{16}$, 故 A 错误, B 正确。电流 I 变为原来的 $\frac{1}{16}$, 横截面积变为原来的 $\frac{1}{4}$, 单位体积中自由移动的电子数 n 不变, 每个电子所带的电荷量 e 不变, 由电流的微观表达式 $I = nevS$ 可知, 电子定向移动的速率变为原来的 $\frac{1}{4}$, 故 C 正确, D 错误。]

8. B [根据电阻定律 $R = \rho \frac{L}{S}$, 可得 $R_a = \rho \frac{L_1}{S_1}$, $R_{b\frac{2}{3}} = 2\rho \frac{L_2}{S_2}$, 两支路并联, 有 $I_a R_a = I_b R_{b\frac{2}{3}}$, 结合电流的微观表达式 $I = nqvS$, 对于同种材料 n 、 q 相同, 联立可得 $v_a L_1 = 2v_b L_2$, 即 $\frac{v_a}{v_b} = \frac{2L_2}{L_1}$, 故选 B。]

9. BC [由题图甲可知 $I_g = \frac{U}{R_g + R} = \frac{3}{100 + 2.9 \times 10^3} \text{ A} = 0.001 \text{ A} = 1 \text{ mA}$, 接 b 时量程为 $U' = I_g (R_g + R + R') = 0.001 \times (100 + 2.9 \times 10^3 + 6 \times 10^3) \text{ V} = 9 \text{ V}$, 故 A 错误, B 正确; 在题图乙中,

改装为 $I_1 = 10 \text{ mA} = 0.01 \text{ A}$ 电流表时, 并联电阻的分流电流为 $I' = I_1 - I_g = 10 \text{ mA} - 1 \text{ mA} = 9 \text{ mA} = 0.009 \text{ A}$, 分流电阻的阻值为 $R_1 + R_2 = \frac{I_g R_g}{I'} = \frac{0.001 \times 100}{0.009} \Omega = \frac{100}{9} \Omega$, 改装为 $I_2 = 100 \text{ mA} = 0.1 \text{ A}$ 电流表时, 可得分流电阻的阻值 $R_1 = \frac{I_g (R_g + R_2)}{I_2 - I_g}$, 联立解得 $R_1 = \frac{10}{9} \Omega$, $R_2 = 10 \Omega$, 故 C 正确, D 错误。]

10. 解析: 设发生短路处距 A 处为 x , 根据欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$ 可得, A 端到短路处的两根输电线的总电阻 $R_x = \frac{U}{I} = \frac{10}{4 \times 10^{-2}} \Omega = 250 \Omega$

根据电阻定律可知 $R_x = \rho \frac{2x}{S}$

A、B 两处间输电线的总电阻为 $R_{\text{总}} = \rho \frac{2l}{S}$

由上式得 $\frac{R_x}{R_{\text{总}}} = \frac{x}{l}$

解得 $x = \frac{R_x}{R_{\text{总}}} l = \frac{250}{800} \times 40 \text{ km} = 12.5 \text{ km}$ 。

答案: 12.5 km

课时提能作业(四十七)

1. A [因电动势不变, 减小外电路电阻 R , 电路中的电流增大, 内电压变大, 外电压减小, A、B 两点间的高度差为外电压, 减小, C、D 两点间高度差为内电压, 变大, 故 A 正确, C 错误; A 与 D、C 与 B 高度差之和为电动势, 不变, 故 B 错误; 电子从 A 点经 D、C 至 B 点, 非静电力做功 $W = Eq$, 不变, 故 D 错误。]
2. B [电烙铁是纯电阻用电器, 即以发热为目的, 电流通过它就是为了产生热量的, 而日光灯和电风扇是非纯电阻用电器, 电流通过它们时产生的热量很少, 电能主要转化为其他形式的能 (光能和叶片动能), 故 B 正确。]
3. A [若电路正常, 则电流表测量流过 R_1 的支路电流, 电压表测量 R_3 两端的电压。若 R_1 短路, 则 R_2 被短路, 外电路只有电阻 R_3 接在电源两端, 电流表测量干路电流, 电压表测量路端电压, 两表示数均增大, 故 A 正确; 若 R_2 短路, 则 R_1 被短路, 电流表示数为零, 故 B 错误; 若 R_3 短路, 则电压表示数为零, 故 C 错误; 若 R_1 断路, 则电流表示数为零, 故 D 错误。]
4. A [当开关 S 从位置 1 切换到位置 2 时, 发现电流表示数变为原来的 1.5 倍, 则 $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 12 \Omega$, 根据 $E = I(R_1 + r)$, $E = 1.5I(R_2 + r)$, 解得 $r = 4 \Omega$, 电源电动势无法得出, 故 A 正确。]
5. B [电阻 R 消耗的电功率 $P_R = I^2 R = 5 \text{ W}$, B 正确; 电动机电路不是纯电阻电路, 故不适用部分电路欧姆定律, 故电动机线圈的电阻 $r \neq \frac{U}{I} = 20 \Omega$, C 错误; 电动机消耗的电功率 $P = IU = 20 \text{ W}$, 由于不知道电动机线圈的内阻, 无法求解电动机产生的热功率, 也就求不出输出功率, A、D 错误。]
6. B [由题意知人体脂肪缺乏等效电阻变小, 脂肪所占比例低者等效电阻较小, 根据闭合电路欧姆定律可得 $I = \frac{E}{R_1 + R_2 + r}$, 可知电流较大, 电压表示数 $U = E - I(r + R_1)$, 可知 U 较小, 故 A 错误; 脂肪所占比例高者等效电阻较大, 根据闭合电路欧姆定律可知电流较小, 电流表的示数较小, 故 B 正确; 脂肪所占比例低者对应的电流较大, 根据 $P_r = I^2 r$, 可知电源内阻消耗的功率较大, 故 C 错误; 脂肪所占比例高者对应的电流较小, 根据 $P = EI$, 可知电源消耗的总功率较小, 故 D 错误。]

7. AB [由题图可知, 电阻箱所消耗功率 P 最大为 45 W , 所以电源最大输出功率 $P_{\text{max}} = 45 \text{ W}$, 故 A 正确; 由 $P = I^2 R = \frac{E^2 R}{(R + r)^2} = \frac{E^2}{\frac{(R - r)^2}{R} + 4r}$ 可知, 电源输出功率即电阻箱所消耗功率 P 最大时, 电阻箱阻值等于电源内阻, 所以电源内阻 r 一定等于 5Ω , 故 B 正确; 由上述分析可知 $P_{\text{max}} = \frac{E^2}{4r}$, 可得 $E = 30 \text{ V}$, 故 C 错误; 电阻箱所消耗功率 P 最大时, 电阻箱读数 $R = 5 \Omega$, 电源效率为 $\eta = \frac{P}{P_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{I^2 R}{I^2 (R + r)} \times 100\% = 50\%$, 故 D 错误。]

8. C [由电动汽车的部分参数可知, 电动机正常工作时的电流为 2 A , 额定电压为 12 V , 所以电动机的输入功率为 $P = UI = 24 \text{ W}$, 故 A 错误; $\text{A} \cdot \text{h}$ 是电荷量的单位, 故 B 错误; 由电动汽车的部分参数可知, 电动机正常工作时的电流为 2 A , 若电动机在正常工作时突然被卡住不转动, 此时通过电动机的电流会超过 2 A , 故 C 正确; 根据题意, 由于电动机为非纯电阻电路, 则电动机线圈的电阻小于 6Ω , 故 D 错误。]

9. C [根据欧姆定律得电路中的电流 $I = \frac{U}{R_{\text{总}}}$, 功率 $P = UI$, 则电饭锅的功率 $P = \frac{U^2}{R_{\text{总}}}$, 开关 S 闭合时, 电路中仅接入 R_2 , 电饭锅的功率 $P_1 = \frac{U^2}{R_2}$, S 断开时, R_1 与 R_2 串联, 电饭锅的功率 $P_2 = \frac{U^2}{R_1 + R_2}$, 由于 $P_1 > P_2$, 则开关 S 闭合时电饭锅处于加热状态, S 断开时电饭锅处于保温状态, A 错误; 电饭锅处于加热挡时的功率 $P_1 = \frac{U^2}{R_2} = 550 \text{ W}$, B 错误; 保温状态的功率 $P_2 = \frac{3}{7} P_1$, 根据功率公式 $P = UI$, 可得保温状态下电路中的电流 $I_{\text{温}} = \frac{P_2}{U} = \frac{15}{14} \text{ A}$, D 错误; 电饭锅处于保温状态下电路的电阻为 $R_1 + R_2 = \frac{U}{I_{\text{温}}}$, 解得 $R_1 \approx 117.3 \Omega$, C 正确。]

10. 解析: (1) 电炉子为纯电阻元件, 由欧姆定律得

$$R = \frac{U}{I_1} = \frac{12}{6} \Omega = 2 \Omega$$

其发热功率为 $P = UI_1 = 12 \times 6 \text{ W} = 72 \text{ W}$ 。

(2) 电动机为非纯电阻元件, 由能量守恒定律得

$$UI_2 = I_2^2 r_M + P_{\text{输出}}$$

$$\text{可得 } r_M = \frac{UI_2 - P_{\text{输出}}}{I_2^2} = \frac{12 \times 5 - 35}{5^2} \Omega = 1 \Omega。$$

(3) 电解槽为非纯电阻元件, 由能量守恒定律得

$$P_{\text{电}} = UI_3 - I_3^2 r_A$$

$$\text{可得 } P_{\text{电}} = (12 \times 4 - 4^2 \times 2) \text{ W} = 16 \text{ W}。$$

答案: (1) 2Ω 72 W (2) 1Ω (3) 16 W

课时提能作业(四十八)

1. 解析: (1) 游标卡尺主尺的读数为 30 mm , 游标尺上第 10 条刻度线与主尺某刻度线对齐, 由于游标尺是 20 分度的, 所以读数为 $30 \text{ mm} + 0.05 \times 10 \text{ mm} = 30.50 \text{ mm}$ 。电压表选用 $0 \sim 3 \text{ V}$ 量程, 分度值为 0.1 V , 读数时应估读到分度值的 $\frac{1}{10}$, 所以读数为 2.25 V ; 电流表选用 $0 \sim 0.6 \text{ A}$ 量程, 分度值为 0.02 A , 读数时应估读到分度值的 $\frac{1}{2}$, 所以读数为 0.42 A 。

(2)校零时螺旋测微器的读数为 $0 + 0.7 \times 0.01 \text{ mm} = 0.007 \text{ mm}$ 。合金丝的直径为 $0.645 \text{ mm} - 0.007 \text{ mm} = 0.638 \text{ mm}$ 。

答案:(1)30.50 2.25 0.42 (2)0.007(0.005、0.006、0.007、0.008 均可) 0.638(0.636、0.637、0.638、0.639、0.640 均可)

2. 解析:(1)实验电路为滑动变阻器分压式接法,为了保护用电器,闭合开关前,滑动变阻器应该处在 M 端。

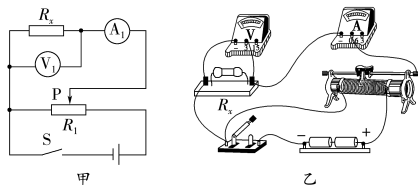
(2)滑动变阻器分压式接法为滑动变阻器下面两个接线柱与电池、开关连接成闭合回路,所以接错的导线为 b 。该错误连接会带来问题是滑动变阻器的滑片 P 无论处于什么位置,电流表、电压表示数都是零。

答案:(1) M (2) b 滑动变阻器的滑片 P 无论处于什么位置,电流表、电压表示数都是零

3. 解析:(1)电源电动势为 $1.5 \text{ V} \times 2 = 3 \text{ V}$,则电压表应选 A ;电路可能出现的最大电流为 $\frac{3}{6} \text{ A} = 0.5 \text{ A}$,则电流表应选 C ;待测

电阻的电压从零开始可以连续调节,则滑动变阻器应接成分压电路,故滑动变阻器应该选择最大阻值较小的 E 。

(2)因 $R_V \gg R_x$,则应该采用电流表外接电路;合理的实验电路如图甲所示,实物图连接如图乙所示。



答案:(1) A C E

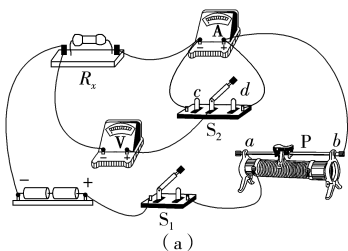
(2)电路图、实物图均见解析

4. 解析:(1)电压表示数变化较大,说明电流表分压较大,而电流表示数基本不变,说明电压表分流较小,可以忽略,故采用电流表外接法,即 c 接 a 点;电压表测量的电压为准确值,但电流表测量的电流为通过电阻和电压表的电流之和,即电流测量值偏大,根据 $R = \frac{U}{I}$ 可得电阻测量值偏小。

(2)因为电压表测量的是被测电阻两端电压,所以当其两端电压为零时,电流也为零,故图线②正确;图像的斜率的倒数表示电阻,故 $R_x = \frac{3.0}{0.4} \Omega = 7.5 \Omega$ 。

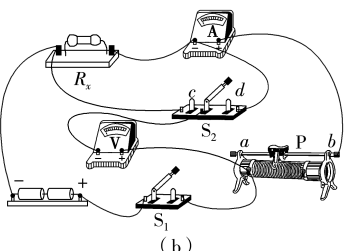
答案:(1) a 点 小于 (2)② 7.5

5. 解析:(1)实物连接图如图(a)所示,



闭合 S_1 前,根据滑动变阻器的限流式接法,滑片 P 应置于 b 端,连入电路中的阻值最大,保护电路的安全。闭合 S_1 后,将 S_2 分别接 c 端和 d 端,观察到这两种情况下电压表的示数有变化、电流表的示数基本不变,说明电流表分压明显,为减小实验误差,应采用电流表外接法,因此测量电阻时 S_2 应该接 c 端。

(2)实物连接图如图(b)所示,



根据电路分析,当闭合 S_1 ,将 S_2 接 c 端时,电压表、电流表的读数分别为 U_c 、 I_c ,则 $\frac{U_c}{I_c} = R_x + R_A + R_{滑}$,将 S_2 接 d 端时,电压

表、电流表的读数分别为 U_d 、 I_d ,则 $\frac{U_d}{I_d} = R_A + R_{滑}$,那么待测电阻阻值 $R_x = \frac{U_c}{I_c} - \frac{U_d}{I_d}$ 。

答案:(1)①见解析图(a) ② b ③ c

(2)①见解析图(b) ② $\frac{U_c}{I_c} - \frac{U_d}{I_d}$

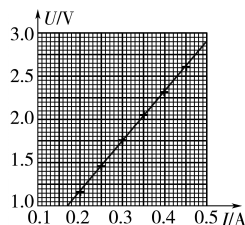
课时提能作业(四十九)

1. 解析:(1)根据题中所给数据,若不考虑待测的铜线电阻,可知

电路中最小电流为 $I = \frac{U}{R_1} = \frac{3 \text{ V}}{20 \Omega} = 0.15 \text{ A}$ 。考虑到滑动变阻器电阻可调、铜线也存在电阻以及为了测量准确,则电流表选择 $0 \sim 0.6 \text{ A}$ 即可,故电流表选 A 。

(2)根据螺旋测微器的读数规则可知,铜线的直径为 $d = 2.0 \text{ mm} + 9.5 \times 0.01 \text{ mm} = 2.095 \text{ mm}$ 。

(3)根据多个数据连线,得出该铜线的 $U-I$ 图线如图所示



为了减小误差,根据图线得出该铜线电阻为 $R = \frac{U}{I} = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{2.6 - 1.15}{0.45 - 0.2} \Omega = 5.80 \Omega$,根据电阻定律 $R = \rho \frac{l}{S}$, $S = \frac{\pi d^2}{4}$,解得 $\rho = \frac{\pi d^2 R}{4L} \approx 2.00 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ 。

(4)利用比值法,根据上述所求铜线电阻可得 $R < \sqrt{R_A R_V}$,铜线电阻为小电阻。本实验操作正确,则为了减小实验误差,实验采用的是电流表外接法,误差来源是电压表分流,使电流表示数偏大,则电阻测量值偏小,即电阻率测量值比实际值偏小。

答案:(1) A (2)2.095 (3)见解析图 2.00×10^{-8}

(4)偏小

2. 解析:(1)根据螺旋测微器的读数规则可知,其读数为 $d = 2 \text{ mm} + 0.01 \times 45.0 \text{ mm} = 2.450 \text{ mm}$ 。

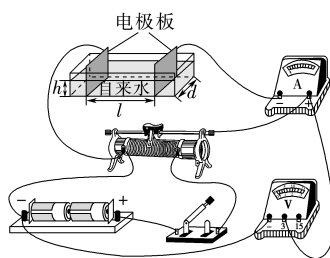
(2)由于电压表示数变化更明显,说明电流表分压较多,因此电流表应采用外接法,即测量铅笔芯电阻时应将 K 掷到 1 端。

(3)根据题图丙结合欧姆定律可得 $R_Y = \frac{2.5 \text{ V}}{1.3 \text{ A}} \approx 1.92 \Omega$ 。

(4)根据电阻定律 $R = \rho \frac{l}{S}$ 可得 $\rho = \frac{RS}{l}$,分别代入数据可知 $\rho_X > \rho_Y$ 。

答案:(1)2.450 (2)1 (3)1.92 (4)大于

3. 解析:(2)由于电流表内阻准确已知,则电流表的分压可以求出,故电流表采用内接法,又电源电动势为 3 V ,则电压表应以量程 3 V 接入电路,电路连接如图所示。



(4) 根据电阻定律有 $R_x = \rho \frac{l}{S}$, 又 $S = dh$, 联立得 $R_x = \frac{\rho}{dh} l$, 故

$R_x - l$ 图像中图线的斜率 $k = \frac{\rho}{dh}$, 解得 $\rho = kdh$, 根据题图(b)可知, 温度高的水的 $R_x - l$ 图线(图线乙)斜率较小, 则温度高的水的电阻率较小, 更容易导电。

(5) 根据欧姆定律和电阻定律有 $R = \frac{U}{I} = \rho \frac{l'}{\pi \frac{d'^2}{4}}$, 代入数据解

得水管长度的最小值约为 0.46 m。

答案: (2) 见解析图 (4) kdh 高 (5) 0.46

4. 解析: (1) 导电绳的直径 $D = 5 \text{ mm} + 31.5 \times 0.01 \text{ mm} = 5.315 \text{ mm} = 0.5315 \text{ cm}$ 。

(2) 断开开关 S_2 , 电路中总电阻增大, 电动势不变, 所以总电流减小, 电流表的示数变小; 根据欧姆定律, 先闭合开关 S_1 、 S_2

时, 有 $I_0 = \frac{U_0}{R_A + R_0}$, 然后断开开关 S_2 , 有 $I_0 = \frac{U}{R_A + R_0 + R_x}$,

联立解得此时导电绳的电阻 $R_x = \frac{U - U_0}{I_0}$ 。

(3) 根据题意分析, 有 $\frac{U}{I_0} = R_0 + R_A + \rho \frac{L}{S}$, 可知弹性导电绳的

电阻率为题图丁中图线的斜率, 即 $\rho = k = \frac{a - b}{c}$ 。

答案: (1) 0.5315 (2) 变小 $\frac{U - U_0}{I_0}$ (3) $\frac{a - b}{c}$

课时提能作业(五十)

1. 解析: 由闭合电路欧姆定律得 $E = U + \frac{U}{R} r$, 解得 $U = -\frac{U}{R} r +$

E , 结合题图 2 可得 $E = 1.0 \text{ V}$, $r = |k| = \frac{1.0 - 0.4}{180 \times 10^{-6}} \Omega \approx$

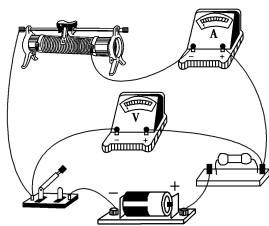
3.3 k Ω 。

答案: 1.0 3.3

2. 解析: (1) 根据电路图连接实物图如图所示。电路中的最大电

流约为 $I_{\max} = \frac{E}{R_0} = 0.75 \text{ A}$, 小于 A_2 最大量程的 $\frac{1}{3}$, 为了减小

实验误差, 电流表应选择量程为 0~0.6 A 的 A_1 。



(2) 根据闭合电路的欧姆定律有 $E = U_1 + I_1(r + R_0)$, $E =$

$U_2 + I_2(r + R_0)$, 联立可得 $E = \frac{U_2 I_1 - U_1 I_2}{I_1 - I_2}$, $r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} - R_0$ 。

答案: (1) 图见解析 A_1 (2) $\frac{U_2 I_1 - U_1 I_2}{I_1 - I_2}$ $\frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} - R_0$

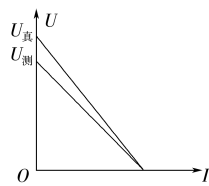
3. 解析: (1) 根据闭合电路欧姆定律可知 $U = E - Ir$, 由题图乙可以看出, 图线 Q 的短路电流更小, 说明图线 Q 对应的内阻更大, 当把电压表 V_2 的示数看成路端电压时, 内阻为 r , 当把电压表 V_1 的示数看成路端电压时, 内阻可理解为 $r + R_0$, 故图线 Q 是根据电压 U_1 与电流 I 的数据作出的。

(2) 根据闭合电路欧姆定律可知 $U = E - Ir$, 对应图乙可知 $E =$

$a, \frac{E}{r} = c, \frac{E}{r + R_0} = b$

联立解得 $R_0 = \frac{a}{b} - \frac{a}{c}$ 。

(3) 由于电压表分流, 电流表的测量值小于电源电流的真实值, 当外电路短路时, 短路电流的测量值等于真实值, 则电源的 $U - I$ 图像如图所示



由上述分析可知, 电源的 $U - I$ 图像的纵截距即为电源电动势, 所以由于电压表的分流作用使本实验电路存在系统误差, 导致 $E_{\text{测}} < E_{\text{真}}$ 。

答案: (1) U_1 (2) $\frac{a}{b} - \frac{a}{c}$ (3) 小于

4. 解析: (1) 要保护电压表, 则 R_0 两端的电压应小于 1 V, 通过

R_0 的电流应小于等于 0.05 A, 故电路中的总电阻 $R_{\text{总}} \geq \frac{1.5}{0.05} \Omega = 30 \Omega$, 所以电阻箱接入电路的阻值应选 15.0 Ω 。

(3) 根据闭合电路的欧姆定律可得, 电动势 $E = U + \left(\frac{U}{R_0} + \frac{U}{R_V} \right) \cdot$

$(R + r)$, 整理得 $\frac{1}{U} = \frac{R_0 + R_V}{ER_0 R_V} R + \frac{1}{E} \left(1 + \frac{R_0 + R_V}{R_0 R_V} r \right)$ 。

(5) 延长题图(b)中图线与纵轴相交, 由 $\frac{1}{U} = \frac{R_0 + R_V}{ER_0 R_V} R +$

$\frac{1}{E} \left(1 + \frac{R_0 + R_V}{R_0 R_V} r \right)$, 结合题图(b)可得, $\frac{R_0 + R_V}{ER_0 R_V} =$

$\frac{1.50 - 0.86}{24 - 5} \text{ V}^{-1} \cdot \Omega^{-1}$, 解得 $E \approx 1.56 \text{ V}$, 当 $R = 5 \Omega$ 时, $\frac{1}{U} =$

0.86 V^{-1} , 代入 $\frac{1}{U} = \frac{R_0 + R_V}{ER_0 R_V} R + \frac{1}{E} \left(1 + \frac{R_0 + R_V}{R_0 R_V} r \right)$, 可解得

$r \approx 1.5 \Omega$ 。

(6) 若将电压表当成理想电表, 则 $E' = U + \frac{U}{R_0} (R + r)$, 整理得 $\frac{1}{U} =$

$\frac{1}{E'} \left(1 + \frac{r}{R_0} \right) + \frac{1}{E' R_0} R$,

则 $\frac{1}{E' R_0} = \frac{1.50 - 0.86}{24 - 5} \text{ V}^{-1} \cdot \Omega^{-1}$, 解得 $E' \approx 1.48 \text{ V}$, 由此产

生的误差为 $\left| \frac{E' - E}{E} \right| \times 100\% \approx 5\%$ 。

答案: (1) 15.0 (3) $\frac{R_0 + R_V}{ER_0 R_V} R + \frac{1}{E} \left(1 + \frac{R_V + R_0}{R_0 R_V} r \right)$ (5) 1.56

1.5 (6) 5

课时提能作业(五十一)

1. 解析: (1) 多用电表使用前要进行机械调零, 使指针指向左边电流的零刻度处, 使用中每次换电阻挡都要进行欧姆调零, 使指针指向右边电阻的零刻度处。由于测量时, 指针从无穷大电阻值开始偏转, 偏角过小, 说明需增大倍率, 使指针指向电阻表中间刻度附近。

(2) 若用“ $\times 100$ ”挡测电阻, 指针读数为 $17.0 \times 100 \Omega = 1700 \Omega$ 。若用量程 100 mA 测直流电流, 看中排刻度线, 此时最小刻度是 2 mA, 要估读到最小刻度的同一位, 并按二分之一估读, 指针靠近 46 mA 和 48 mA 的“中间线”, 所以读数为 47 mA。若用量程 50 V 测直流电压, 看中排刻度线, 此时最小刻度是 1 V, 要估读到最小刻度的下一位, 读数为 23.5 V。

答案: (1) ① S ③ T 0 刻线 ④ ADC (2) 1700 47 23.5

2. 解析: (1) 电阻表内置电源的负极与红表笔相连, 由题图甲所示电路图可知, A 是红表笔。

(2) 若开关 K 掷向 a 端, 电阻表内阻 $R_{\text{内}a} = \frac{E_1}{I_g} = \frac{3}{200 \times 10^{-3}} \Omega$

$=15\ \Omega$, 则对应的电阻表倍率是“ $\times 1$ ”, 欧姆调零时滑动变阻器接入电路的电阻 $R_1 = R_{\text{内}a} - R_g - r_1 = 15\ \Omega - 2.5\ \Omega - 0.5\ \Omega = 12\ \Omega$, 开关掷向 b 时, 电阻表内阻 $R_{\text{内}b} = \frac{E_2}{I_g} = \frac{30}{200 \times 10^{-3}}\ \Omega = 150\ \Omega$, 电阻 $R_2 = R_{\text{内}b} - R_g - r_2 - R_1 = 150\ \Omega - 2.5\ \Omega - 1.5\ \Omega - 12\ \Omega = 134\ \Omega$.

(3) 若将电流表刻度更换为“ $\times 1$ ”挡电阻表的刻度, 由闭合电路的欧姆定律得 $I = \frac{E_1}{R_{\text{内}a} + R_x}$, 其中 $I = 50\ \text{mA}$, 代入数据解得 $R_x = 45\ \Omega$, 则题图乙表盘上 $50\ \text{mA}$ 处的刻度应更换为 $45\ \Omega$.

答案: (1) 红 (2) $\times 1$ 12 134 (3) 45

3. 解析: (1) ① 因为电源的电动势大约为 $6\ \text{V}$, 要使电压挡选择的量程安全以及准确, 则选择开关应选择 $10\ \text{V}$ 的量程, 故 B 正确。

② 测得 c, d 间电压约为 $5.8\ \text{V}$, 接近电源电动势, e, f 间电压为 0 , 可知灯泡 A 断路, 故 A 正确。

(2) ① 用电阻表测量电阻时, 开关应断开, 使得待测电阻与电源不相连。

② 电阻表的读数为 $6.0 \times 1\ \Omega = 6.0\ \Omega$, 因为 c, d 间断路, 可知测量的是 e, f 间的电阻。根据 $R = \frac{U}{I}$ 得, 小灯泡正常发光时的电阻为 $R = \frac{3.8}{0.3}\ \Omega \approx 12.7\ \Omega$ 。它不等于测量值, 原因是温度

高时灯丝电阻率大, 计算出的电阻是灯丝温度高时的电阻 (或测量出的电阻是常温下灯丝的电阻)。

答案: (1) ① B ② A (2) ① 断开 ② 6.0 e, f 12.7 温度高时灯丝电阻率大, 计算出的电阻是灯丝温度高时的电阻 (或测量出的电阻是常温下灯丝的电阻)

4. 解析: (1) 由于继续测量电阻的阻值约为上次测量电阻的 $1\ 000$ 倍, 则测量阻值约为 $15\ \text{k}\Omega$ 的电阻时应把选择开关旋转到“ $\times 1\ \text{k}$ ”位置, A、D 错误; 使用多用电表电阻挡时应先红黑表笔短接, 再欧姆调零, B 正确, C 错误。

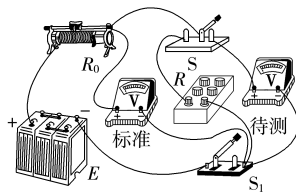
(2) 将量程较小的表头改装成电压表需串联一个电阻, 由欧姆定律可知 $I_g(r_g + R) = U_g$, 解得串联电阻的阻值为 $R = 1\ 980\ \Omega$ 。

(3) 当电压表直接连在电源两端时示数最大, 而题表中 2 和 3 之间电压最大, 则直流电源 E 处于 2 和 3 之间; 当电压表分别连在 R_A, R_B 两端时, 无法构成回路, 电压表示数为 0 , 题表中 1 和 2 之间、3 和 4 之间为电阻, 则电容器 C 处于 1 和 4 之间; 由于电容器相当于断路, 由题表可知电压表接接线柱 2 和 4 时电压表两端电压大于接 1 和 3 时的电压, 则 1 和 2 之间为大电阻, 即电阻 R_A 处于 1 和 2 之间。

答案: (1) B (2) 串联 $1\ 980$ (3) 2 和 3 1 和 4 1 和 2

课时提能作业(五十二)

1. 解析: (1) 实物图连线如图所示。



(2) ① 将 S 拨向接点 1, 闭合 S_1 , 调节 R_0 , 使标准电压表 V_0 指针偏转到适当位置, 记下此时标准电压表 V_0 的读数 U ;

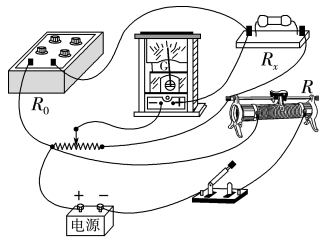
② 然后将 S 拨向接点 2, 保持 R_0 不变, 调节 R , 使标准电压表 V_0 的读数仍为 U , 记下此时 R 的读数;

③ 多次重复上述过程, 计算 R 读数的平均值, 即为待测电压表内阻的测量值。

(3) 原因: 电阻箱阻值不连续; 电流通过电阻时电阻发热导致电阻阻值发生变化; 电源连续使用较长时间, 电动势降低, 内阻增大等 (任写一条即可)。

答案: (1) 见解析图 (2) ① R_0 V_0 ② R 标准电压表 V_0 读数仍为 U ③ 平均值 (3) 见解析

2. 解析: (1) 根据原理图甲, 将实物图连线如图所示。



(2) ① 滑动变阻器 R 要使用分压式接法, 应选用总阻值较小的 R_1 。

② 某次调节时发现电流计 G 中有从 A 流向 B 的电流, 说明 A 点电势高于 B 点, 因电阻丝上越往左侧电势越高, 为使 B 点电势提高到与 A 点电势相等, 应将触头 P 向左移动, 直至电流计示数为 0 。

③ 在 ② 中电流计示数为 0 时, 电阻 R_0, R_x 以及电阻丝两边的电阻 $R_{\text{左}}, R_{\text{右}}$ 满足 $\frac{R_0}{R_x} = \frac{R_{\text{左}}}{R_{\text{右}}}$, 将电阻箱 R_0 和待测电阻 R_x 位置对调后, 电流计的示数为 0 时, 设电阻箱的阻值为 R'_0 , 同理有 $\frac{R_x}{R'_0} = \frac{R_{\text{左}}}{R_{\text{右}}}$, 则待测电阻的阻值为 $R_x = \sqrt{R_0 R'_0} = \sqrt{225.0 \times 196.0}\ \Omega = 210\ \Omega$ 。

④ 将滑动变阻器的滑片移动少许, 电阻丝两边电阻的比例关系不变, 电流计的示数为 0 时, 电阻箱阻值与待测电阻阻值的比例关系不变, 即对实验结果无影响。

答案: (1) 见解析图

(2) ① R_1 ② 左 ③ 210 ④ 无

3. 解析: (1) 在闭合 S 前, 应保持分压电路两端电压为 0 , 滑动变阻器滑片应移到 b 端。本题使用半偏法测量电压表内阻, 当电阻箱阻值为 0 时, 电压表满偏, 示数为 $3\ \text{V}$; 接入电阻箱后认为分压电路两端电压不变, 仍为 $3\ \text{V}$, 当电压表读数为 $1.5\ \text{V}$ 时, 电阻箱两端电压也为 $1.5\ \text{V}$, 则电压表内电阻与电阻箱阻值相等。

(2) 电阻箱与电压表串联后, 测量电路的电阻增加, 则测量电路两端的总电压稍大于 $3.0\ \text{V}$, 则电阻箱两端的电压稍大于 $1.5\ \text{V}$, 则电阻箱的阻值大于电压表的内阻, 即有 $R_{\text{测}} > R_{\text{真}}$ 。

(3) 滑动变阻器在电路图中为分压式接法, 为减小实验误差和方便调节, 滑动变阻器的最大阻值应远小于测量电路的电阻, 故应选择最大阻值为 $10\ \Omega$ 的, 即应选用乙。

答案: (1) b 1.5 (2) $>$ (3) 乙

4. 解析: (1) 根据半偏法测电表内阻的步骤知, 正确顺序为: 闭合开关前将 R_1 和 R_2 的阻值调至最大, 以免烧坏电流表, 闭合开关 S_1 , 调节 R_1 使 G_2 的指针达到满偏, 记下此时 G_1 的示数 I_1 , 闭合开关 S_2 , 反复调节 R_1 和 R_2 的阻值, 使 G_1 的示数仍为 I_1 , G_2 的指针偏转到满刻度的一半, 此时 R_2 的最终示数为 r , 记下 R_2 的最终示数。即顺序为 BEFADC。

(2) 由实验原理知, G_2 表头与电阻箱并联, 则当 G_2 电流达到半偏时, 两并联电阻相等, 即用上述方法得到的 G_2 内阻的测量值与真实值相比相等; 若没有电流表 G_1 , 电路中其他元件的连接方式不变, 闭合开关 S_2 后, 电路中总电阻变小, 流过 R_2 的电流大于流过 G_2 的电流, G_2 两端的电压和电阻箱 R_2 两端的电压相等, 根据欧姆定律 $R = \frac{U}{I}$, G_2 内阻的测量值与真实值相比偏小。

(3) 扩大电流表的量程需要并联一个电阻,由上述实验步骤可知其满偏电流为 I_1 , 则 $rI_1 = (I - I_1)R_s$, 可得 $R_s = \frac{I_1 r}{I - I_1}$ 。

答案: (1) BEFADC (2) 相等 偏小 (3) $\frac{I_1 r}{I - I_1}$

课时提能作业(五十三)

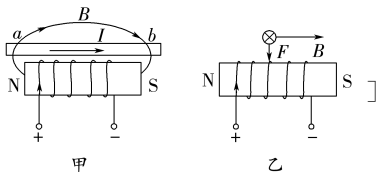
1. BC [通电螺线管的磁场分布类似于条形磁体的磁场分布, 可知 B 处磁感线最密, C 处磁感线最疏, 所以 B 处磁感应强度最大, C 处最小, A 错误, B 正确; 根据安培定则可知, B 处磁场向左, 再根据磁感线的闭合性可知 A 处磁场向左, C 处磁场向右, 所以小磁针静止时, 在 A、B 处 N 极指向左方, 在 C 处 N 极指向右方, C 正确, D 错误。]

2. A [根据题意, 作出 L_1 、 L_2 中电流的某种情况, 如图所示, 设 L_1 在 M 点、O 点、N 点产生的磁感应强度大小分别为 B_{1M} 、 B_{1O} 、 B_{1N} , L_2 在 M 点、O 点产生的磁感应强度大小分别为 B_{2M} 、 B_{2O} , 则由右手螺旋定则可知 L_1 和 L_2 在 M 点产生的磁感应强度方向相反, L_1 和 L_2 在 O 点产生的磁感应强度方向相同, 则有 $B_{1M} - B_{2M} = B_1$, $B_{1O} + B_{2O} = B_2$, 由于 L_1 、 L_2 中电流大小相等, 且 O、M 两点距 L_1 的距离与 O 点距 L_2 的距离相等, 则在大小关系上有 $B_{1M} = B_{1O} = B_{2O}$, $B_{2M} = B_{1N}$, 联立可得 $B_{2M} = B_{1N} = \frac{1}{2}B_2 - B_1$, 故保持 L_1 中电流不变, 仅将 L_2 撤去, N 点的磁感应强度大小为 $B_{1N} = \frac{1}{2}B_2 - B_1$, A 正确。]

3. A [设通过 ab 支路的电流为 I_1 , 通过 afedcb 支路的电流为 I_2 , 其中 afedcb 支路在磁场中所受安培力的有效长度为 a、b 两端点间的长度 L, 所以金属框受到的安培力的合力大小为 $F = BI_1 L + BI_2 L = BIL$, 根据左手定则可知安培力的方向垂直 ab 边向左, 故 A 正确。]

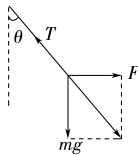
4. A [通电弹体在匀强磁场中受安培力的作用而做加速运动, 由动能定理有 $BI dL = \frac{1}{2} m v_m^2 - 0$, 解得 $v_m = \sqrt{\frac{2BI dL}{m}}$, 故选 A。]

5. D [通电螺线管的磁感线如图甲所示, 左侧导线所处的磁场方向斜向上, 右侧导线所处的磁场斜向下, 由左手定则可知, 左侧导线受安培力方向向外, 右侧导线受安培力方向向里, 从向上向下看, 导线应为逆时针转动; 当导线转过 90° 时, 由左手定则可得导线受安培力向下, 如图乙所示, 所以, 导线运动为逆时针转动的同时还要靠近通电螺线管, 故 D 正确, A、B、C 错误。]



6. C [根据安培定则, Q 产生的磁场的方向垂直于纸面向外, P 产生的磁场方向水平向右, 将 Q 等效为 S 极在里、N 极在外的小磁针, P 等效为左侧 S 极、右侧 N 极的小磁针, 根据同名磁极相互排斥、异名磁极相互吸引的特点, P 将逆时针转动, Q 将顺时针转动; 转动后 P、Q 两环相互靠近处的电流的方向相同, 所以两个线圈相互吸引, Q、P 间细线拉力减小, 故 C 正确, A、B、D 错误。]

7. C [设金属棒的长度为 L, 电流为 I, 磁感应强度大小为 B, 金属棒受到的安培力大小为 F。根据左手定则可知, 通电金属棒在磁场中受到的安培力方向水平向右, 对金属棒受力分析如图所示, 根据平衡条件可知 $\tan \theta = \frac{F}{mg}$, 仅棒中的电流变小, 由 $F = BIL$, 可知 F 变小, 则 θ 变小, 故 A 错误; 由 $\tan \theta = \frac{F}{mg}$ 知 θ 与两悬线的长度无关, 所以仅两悬线等长变长, θ 不变, 故 B 错误; 仅金属棒质量变大, 由 $\tan \theta = \frac{F}{mg}$ 知 θ 变小, 故 C 正确; 仅磁感应强度变大, 由 $\tan \theta = \frac{F}{mg}$ 知 θ 变大, 故 D 错误。]



8. AC [线框上边所在处的磁感应强度大小 $B_1 = k \frac{I}{L}$, 由安培定则可判断出磁场方向为垂直纸面向里, 上边所受安培力的大小 $F_1 = B_1 IL = kI^2$, 由左手定则可判断出安培力方向向上, 线框下边所在处的磁感应强度大小 $B_2 = k \frac{I}{2L}$, 所受安培力的大小 $F_2 = B_2 IL = \frac{1}{2} kI^2$, 由左手定则可判断出安培力方向向下; 若 $F_1 = F_2 + mg$, 则加速度为零, A 项正确; 若 $F_1 > F_2 + mg$, 则加速度方向向上, 由 $F_1 - F_2 - mg = ma$, 解得 $a = \frac{kI^2}{2m} - g$, C 项正确, B 项错误; 若 $F_1 < F_2 + mg$, 则加速度方向向下, 由 $F_2 + mg - F_1 = ma$, 解得 $a = g - \frac{kI^2}{2m}$, D 项错误。]

9. 解析: (1) 设金属杆离开液面时的速度大小为 v, 金属杆中的电流为 I。金属杆离开液面后做竖直上抛运动, 飞起的高度为 H, 由运动学公式得 $v^2 = 2gH$, 解得 $v = \sqrt{2}$ m/s 由动能定理有 $BILh - mg(H + h) = 0$

解得 $I = \frac{25}{6}$ A。

(2) 对金属杆, 由动量定理有 $(BI'L - mg)t' = mv'$ 由运动学公式得 $v'^2 = 2gH'$, 又 $q = I't'$ 解得 $q = 0.085$ C。

答案: (1) $\sqrt{2}$ m/s $\frac{25}{6}$ A (2) 0.085 C

课时提能作业(五十四)

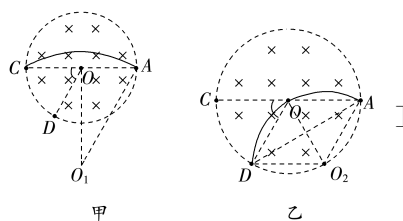
1. A [小球刚进入磁场时速度方向竖直向下, 由左手定则可知, 小球刚进入磁场时受到的洛伦兹力方向水平向右, A 正确; 小球运动过程中, 受重力和洛伦兹力的作用, 且合力不为零, 所以小球运动过程中的速度会发生变化, B 错误; 小球受到的重力不变, 洛伦兹力时刻变化, 则合力时刻变化, 加速度时刻变化, C 错误; 洛伦兹力永不做功, D 错误。]

2. A [三个粒子从 P 点射入磁场, 轨迹偏转方向相同的带同种电荷, 所以轨迹 2 对应的粒子是正电子, 轨迹 1、3 为电子, 故 D 错误; 由左手定则可判断, 磁场方向垂直纸面向里, 故 A 正确; 轨迹 1 对应的粒子运动半径越来越小, 由 $r = \frac{mv}{qB}$ 知, 运动速度越来越小, 故 B 错误; 轨迹 2 和轨迹 3 对应的两种粒子, 由于初始半径 $r_2 < r_3$, 由 $r = \frac{mv}{qB}$ 知 $v_2 < v_3$, 故 C 错误。]

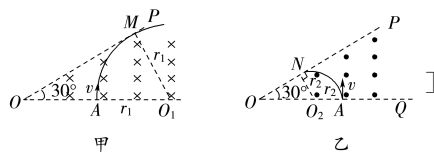
3. AD [若该过程仅由方向平行于 y 轴的匀强电场实现, 此时粒子做类平抛运动, $t_1 = \frac{a}{v_0}$, $E_{k1} = \frac{1}{2} m(v_0^2 + v_y^2)$; 若该过程仅由方向垂直于纸面的匀强磁场实现, 此时粒子做匀速圆周运动, $t_2 = \frac{\widehat{OP}}{v_0}$, $E_{k2} = \frac{1}{2} m v_0^2$, 故 $t_1 < t_2$, $E_{k1} > E_{k2}$, A、D 正确, B、C 错误。]

4. B [滑块自 a 点由静止沿斜面滑下, 在 a 点不受洛伦兹力作用, 故 A 错误; 设滑块在 b 点处的速度大小为 v , 滑块自 a 点运动到 b 点的过程中, 洛伦兹力不做功, 支持力不做功, 滑块机械能守恒, 有 $mgh = \frac{1}{2} m v^2$, 得 $v = \sqrt{2gh}$, 故滑块在 b 点受到的洛伦兹力大小为 $F = qBv = qB \sqrt{2gh}$, 故 B 正确, C、D 错误。]

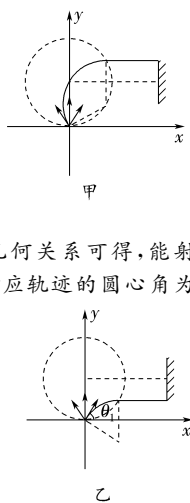
5. AD [带电粒子从 C 点射出磁场, 轨迹如图甲所示, 由几何关系得 $\sin 30^\circ = \frac{R}{r_1}$, 解得 $r_1 = 2R$, 带电粒子从 D 点射出磁场, 轨迹如图乙所示, 由几何关系得 $AODO_2$ 是菱形, 所以粒子的轨迹半径 $r_2 = R$, 所以粒子在磁场中运动的轨迹半径满足 $r_2 \leq r \leq r_1$, 由洛伦兹力提供向心力得 $qvB = m \frac{v^2}{r}$, 解得从 A 点射出的粒子的比荷满足 $\frac{v}{2BR} \leq \frac{q}{m} \leq \frac{v}{BR}$, 故 A、D 正确。



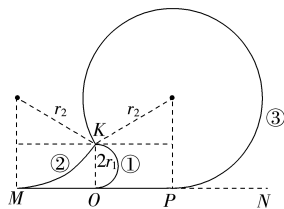
6. BD [当磁场方向垂直纸面向里时, 离子恰好与 OP 相切的轨迹如图甲所示, 切点为 M , 设轨迹半径为 r_1 , 由几何关系可知, $\sin 30^\circ = \frac{r_1}{s+r_1}$, 可得 $r_1 = s$, 由 $r_1 = \frac{mv}{B_1 q}$ 可得 $B_1 = \frac{mv}{qs}$; 当磁场方向垂直纸面向外时, 其临界轨迹, 即圆弧与 OP 相切于 N 点, 如图乙所示, 由几何关系 $s = \frac{r_2}{\sin 30^\circ} + r_2$, 得 $r_2 = \frac{s}{3}$, 又 $r_2 = \frac{mv}{qB_2}$, 所以 $B_2 = \frac{3mv}{qs}$, 综合上述分析可知, 选项 B、D 正确, A、C 错误。



7. AC [由题意, 初速度沿 y 轴正方向的粒子经过磁场后, 恰能垂直射在光屏上, 有 $qBv = m \frac{v^2}{r}$, $r = R$, 解得 $v = \frac{qBR}{m}$, A 正确; 由于所有粒子的速度大小相等, 但方向不同, 且离开磁场区域的出射点距离 O 点的竖直高度最大值为 $2R$, 粒子并不会全部垂直打在光屏上, B 错误; 如图甲, 由几何关系可得, 能射在光屏上的粒子中, 运动时间最长的粒子对应轨迹的圆心角为 $\frac{2}{3}\pi$, 根据周期公式 $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$, 可得 $t = \frac{1}{3} T = \frac{2\pi m}{3qB}$, C 正确; 若能打在光屏下端, 如图乙, 由几何关系可得 $\theta_1 = 60^\circ$, 即初速度与 x 轴正方向夹角为 $\theta_1 = 60^\circ$, 同理, 粒子打在光屏上端时, 初速度与 x 轴正方向夹角为 $\theta_2 = 120^\circ$, 则 $60^\circ \leq \theta \leq 120^\circ$, D 错误。]



8. 解析: (1) 作出粒子的运动轨迹如图所示, 当粒子到达 O 点时打开磁场开关, 粒子做匀速圆周运动到达 K 点, 运动轨迹如图中圆弧①所示, 设轨迹半径为 r_1 , 由洛伦兹力提供向心力得 $qv_0 B = m \frac{v_0^2}{r_1}$, 由几何关系有 $OK = 2r_1$, 联立解得 $OK = \frac{2mv_0}{qB}$ 。



(2) 速率为 $4v_0$ 的粒子射出瞬间打开磁场开关, 粒子做匀速圆周运动到达 K 点, 运动轨迹如图中圆弧②所示, 设轨迹半径为 r_2 , 由洛伦兹力提供向心力得 $q \cdot 4v_0 B = m \frac{(4v_0)^2}{r_2}$, 由几何关系有 $(r_2 - OK)^2 + MO^2 = r_2^2$, 联立解得 $MO = \frac{2\sqrt{3}mv_0}{qB}$ 。

(3) 设在 t 时刻, 粒子运动到 P 点时, 打开磁场开关, 粒子仍然被放置在 K 点的收集器收集, 粒子在磁场中运动的轨迹半径仍为 r_2 , 运动轨迹如图中圆弧③所示, 由几何关系有 $(r_2 - OK)^2 + OP^2 = r_2^2$, 又 $t = \frac{MO + OP}{4v_0}$, 联立解得 $t = \frac{\sqrt{3}m}{qB}$ 。

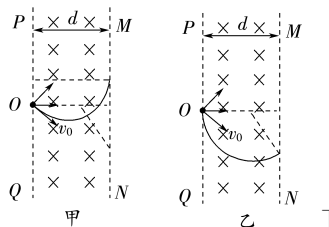
答案: (1) $\frac{2mv_0}{qB}$ (2) $\frac{2\sqrt{3}mv_0}{qB}$ (3) $\frac{\sqrt{3}m}{qB}$

课时提能作业(五十五)

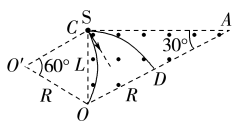
1. C [粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动, 如图甲所示, 粒子源最左端发射的粒子落在 A 点, 最右端发射的粒子落在 B 点, 故选 C。]

2. AC [带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动, 由洛伦兹力提供向心力, 有 $qvB = m \frac{v^2}{r}$, 解得轨迹半径 $r = \frac{mv}{qB}$, 粒子仅在磁场中运动, 则轨迹半径 r 满足 $0 < 2r \leq R$ 或 $3R \leq 2r \leq 4R$, 将 r 代入解得 $0 < v \leq \frac{qBR}{2m}$, 或 $\frac{3qBR}{2m} \leq v \leq \frac{2qBR}{m}$, 故 A、C 正确, B 错误。]

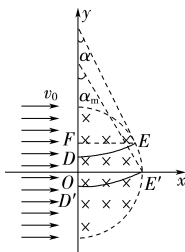
3. C [从磁场 MN 边界射出的质子数占总数的三分之一, 即当入射角度与 PQ 边界为 60° 角入射时恰好与 MN 边界相切, 如图甲所示, 由几何关系可知 $R + R \cos 60^\circ = d$, 解得 $R = \frac{2}{3}d$, 此时为质子从 MN 边界射出的最高点; 当质子与 PQ 边界平行入射时, 如图乙所示, 此时为质子从 MN 边界射出的最低点, 则由几何关系可知, MN 边界上有质子射出的区域长度为 $l = R \sin 60^\circ + R \sin 60^\circ = \sqrt{3}R = \frac{2\sqrt{3}d}{3}$, 故选 C。



4. **BC** [如图所示, S 发射的粒子有三分之二可以穿过 OA 边界, 根据左手定则可知, 入射角与 OC 夹角为 30° 的粒子刚好从 O 点射出, 根据几何关系可知, 粒子做圆周运动的轨迹半径为 $R=L$, 根据洛伦兹力提供向心力, 有 $qv_0B = m \frac{v_0^2}{R}$, 解得 $B = \frac{v_0}{KL}$, 故 A 错误, B 正确; 沿 CA 方向入射的粒子穿过 OA 边界时距 O 点最远, 根据题设并结合几何知识可知, 最远距离为 $OD=L$, 则 OA 上粒子出射区域长度为 L , 故 C 正确, D 错误。]

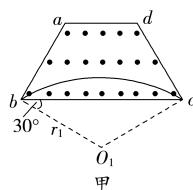


5. **C** [粒子在磁场中做匀速圆周运动, 由洛伦兹力提供向心力有 $qv_0B = m \frac{v_0^2}{r}$, 解得 $r = 2R$, 如图所示, 当粒子在磁场中的运动轨迹对应的圆心角最大时, 粒子在磁场中运动的时间最长, 由于 $\sin \alpha = \frac{FE}{r}$, 要使圆心角 α 最大, 则 FE 最长, 经分析可知, 当粒子从 y 轴上的 D' 点射入、从 x 轴上的 E' 点射出磁场时, 粒子在磁场中运动的时间最长, 有 $\sin \alpha_m = \frac{OE'}{r} = \frac{1}{2}$, 解得 $\alpha_m =$

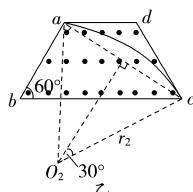


$$\frac{\pi}{6}, \text{ 则 } t_m = \frac{\pi}{2\pi} \cdot \frac{2\pi r}{v_0}, \text{ 解得 } t_m = \frac{\pi R}{3v_0}, \text{ 故选 C。}]$$

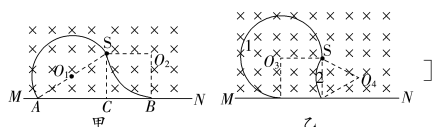
6. **BC** [从 b 点射出的电子轨迹半径最小, 如图甲所示, 由几何关系可知, $x_{bc} = 2L$, $r_1 = \frac{x_{bc}}{2\cos 30^\circ} = \frac{L}{\cos 30^\circ} = \frac{2\sqrt{3}}{3}L$; 从 a 点射出的电子轨迹半径最大, 如图乙所示, 由几何关系可知 $r_2 = \frac{L}{\tan 30^\circ} = \sqrt{3}L$ 。由



- 洛伦兹力提供向心力有 $qvB = m \frac{v^2}{r}$, 解得 $r = \frac{mv}{qB} = \frac{v}{kB}$, 则有 $\frac{2\sqrt{3}}{3}L \leq \frac{v}{kB} \leq \sqrt{3}L$, 为使电子能从 ab 边射出磁场区域, 电子的速度范围为 $\frac{2\sqrt{3}kBL}{3} \leq v \leq \sqrt{3}kBL$, 故选 BC。]



7. **BD** [打在荧屏 MN 上的粒子轨迹的临界状态如图甲所示, 根据几何关系知, 带电粒子能打到荧屏 MN 上的区域长度为 $l = AB = R + \sqrt{3}R = (1 + \sqrt{3})R = (1 + \sqrt{3})d$, 故 A 错误; 由运动轨迹图可知, 能打到荧屏 MN 上最左侧的粒子偏转了半个周期, 故所用时间为 $t = \frac{1}{2}T$, 又 $T = \frac{2\pi d}{v}$, 解得 $t = \frac{\pi d}{v}$, 故 B 正确; 在磁场中运动时间最长(优弧 1)和最短(劣弧 2)的粒子的运动轨迹如图乙所示, 粒子做完整圆周运动的周期 $T = \frac{2\pi d}{v}$, 由几何关系可知, 最长时间 $t_1 = \frac{3}{4}T = \frac{3\pi d}{2v}$, 最短时间 $t_2 = \frac{1}{6}T = \frac{\pi d}{3v}$, 根据题意得同一时刻发射的粒子打到荧屏 MN 上的最大时间差 $\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{7\pi d}{6v}$, 故 C 错误, D 正确。



8. **解析:** (1) 粒子垂直于 ab 边射出磁场时的运动轨迹如图线 1 所示

设粒子做匀速圆周运动的轨迹半径为 R , 运动轨迹对应的圆心角为 θ , 由几何关系可

$$\text{知 } \tan \theta = \frac{L}{\sqrt{3}L} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\text{则 } \theta = \frac{\pi}{6}, \text{ 且 } \sin \theta = \frac{\sqrt{3}L}{R}$$

$$\text{故 } R = 2\sqrt{3}L$$

粒子在磁场中做匀速圆周运动, 由洛伦兹

$$\text{力提供向心力有 } qvB = m \frac{v^2}{R}$$

$$\text{解得 } v = \frac{2\sqrt{3}qBL}{m}.$$

(2) 由粒子做匀速圆周运动可知

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{Bq}$$

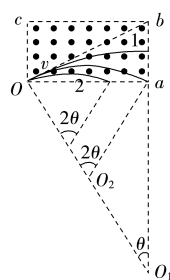
因此粒子在磁场中做匀速圆周运动的周期不变, 由几何关系可

$$\text{知粒子的运动轨迹对应的最大圆心角 } \alpha = 2\theta = \frac{\pi}{3}$$

可知粒子在磁场中运动的最长时间

$$t_m = \frac{\alpha}{2\pi} T = \frac{\pi m}{3Bq}.$$

$$\text{答案: (1) } \frac{2\sqrt{3}qBL}{m} \quad (2) \frac{\pi m}{3Bq}$$

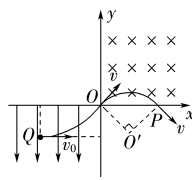


课时提能作业(五十六)

1. **C** [当质子在回旋加速器中做圆周运动的半径等于加速器的最大回旋半径 R_m 时, 速率达到最大, 动能最大, 为 $E_{km} = \frac{1}{2}mv_m^2$, 由洛伦兹力提供向心力得 $ev_mB = \frac{mv_m^2}{R_m}$, 联立可解得 $v_m = \frac{2E_{km}}{eBR_m}$, 其中 $E_{km} = 1.5 \times 10^7 \text{ eV}$, $R_m = 0.5 \text{ m}$, $B = 1.12 \text{ T}$, 将数据代入上式, 可解得质子经该回旋加速器加速后的最大速率 $v_m \approx 5.4 \times 10^7 \text{ m/s}$. 故 C 正确, A、B、D 错误。]

2. **C** [设该粒子的质量为 m , 带电荷量的绝对值为 q , 由左手定则可知粒子沿逆时针方向做匀速圆周运动时所受洛伦兹力沿径向向外, 又结合电场方向可知该粒子所受电场力沿径向向内, 故有 $\frac{kq}{r_1^2} - qvB_1 = m \frac{v^2}{r_1}$, $\frac{kq}{r_2^2} - qvB_2 = \frac{mv^2}{r_2}$, 联立可得 $\frac{kq}{r_1} - qvB_1r_1 = \frac{kq}{r_2} - qvB_2r_2$, 由于 $B_2 > B_1$, 则 $r_2 < r_1$, 又沿电场线方向电势逐渐降低, 故运动半径为 r_2 处的电势较高, 即 $\varphi_2 > \varphi_1$, 又该粒子带负电, 因此 $E_{p2} < E_{p1}$, C 正确。]

3. **B** [粒子的运动轨迹如图所示, 粒子在电场中由 Q 点运动到 O 点过程做类平抛运动, 设粒子在 O 点时沿 y 轴方向的分速度为 v_y , 有 $v_y^2 = 2aL$, 由牛顿第二定律有 $Eq = ma$, 且有 $\tan 45^\circ = \frac{v_y}{v_0}$, 解得 $E =$



$$\frac{mv_0^2}{2qL}; \text{ 粒子到达 O 点时的速度大小为 } v = \frac{v_0}{\cos 45^\circ} = \sqrt{2}v_0, \text{ 设粒}$$

子在磁场中做匀速圆周运动的半径为 R , 由洛伦兹力提供向心力有 $qvB = m \frac{v^2}{R}$, 根据几何关系可知 $R = \sqrt{2}L$, 解得 $B = \frac{mv_0}{qL}$, 故

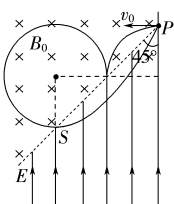
$$\text{有 } \frac{B}{E} = \frac{2}{v_0}, \text{ B 正确。}]$$

4. A [粒子在加速电场中加速时,有 $Uq = \frac{1}{2}mv^2$, 获得的速度 $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$, 粒子在磁场中偏转时有 $qvB = m\frac{v^2}{R}$, 所以 $R = \frac{mv}{qB} = \frac{\sqrt{2mqU}}{qB} = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$, 所以比荷大的偏转半径小, 打到 a 处

的离子的比荷小, 故 A 正确; 由于 $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$, 两种带正电的离子比荷不同, 所以获得速度大小不同, 故 B 错误; 离子带正电, 故根据左手定则可得匀强磁场的方向为垂直纸面向外, 故 C 错误; 根据周期公式 $T = \frac{2\pi m}{Bq}$, 由于两种带正电的离子比荷不同, 故周期不同, 离子在磁场中均运动半个周期, 故运动时间不同, 故 D 错误。]

5. C [带电粒子只有经过 A、C 极板间时被加速, 即带电粒子每运动一周被加速一次, 电场的方向没有改变, 故 A、D 错误; 根据洛伦兹力提供向心力 $qvB = m\frac{v^2}{r}$ 可得 $r = \frac{mv}{qB}$, 所以 $P_1P_2 = 2(r_2 - r_1) = \frac{2m\Delta v}{qB}$, 因为每转一圈被加速一次, 根据速度位移关系 $v^2 - v_1^2 = 2ad$ 可知每转一圈, 速度的变化量不等, 且 $v_3 - v_2 < v_2 - v_1$, 所以 $P_1P_2 > P_2P_3$, 故 B 错误; 当粒子从 D 形盒中射出时, 速度最大, 则 $qvB = m\frac{v^2}{R}$, 可得 $v = \frac{qBR}{m}$, 由此可知, 加速粒子的最大速度与 D 形盒的半径有关, 故 C 正确。]

6. BD [根据题意可知, 粒子的运动轨迹如图, 粒子在磁场中做匀速圆周运动, 根据圆周运动的特点可知, 粒子第一次到达边界时的偏转角是 90° , 即速度与分界线所成的锐角为 45° , 粒子进入电场后先减速到零, 再反方向加速到原来的速度第二次进入磁



场, 在磁场中做圆周运动, 经过 $\frac{3}{4}T$ 后, 由 S 点进入电场, 设粒子在磁场中做圆周运动的半径为 R , 根据牛顿第二定律有 $qv_0B_0 = m\frac{v_0^2}{R}$, 代入数据解得 $R = \frac{mv_0}{qB_0}$, 由图根据几何关系解

得 $PS = 2\sqrt{2}R = \frac{2\sqrt{2}mv_0}{qB_0}$, 设电场的电场强度大小为 E , 粒子第二次进入电场的方向与电场方向垂直, 根据图可知, 水平方向 $2R = v_0t$, 竖直方向 $2R = \frac{1}{2}at^2$, 根据牛顿第二定律 $qE = ma$, 联立代入数据解得 $E = B_0v_0$, 故 B、D 正确, A 错误; 粒子回到 P 点所用的总时间包括在磁场中的运动时间 t_1 , 第一次进入电场时先减速后加速的时间 t_2 及第二次在电场中偏转的时间 t_3 , 粒子在磁场中运动的时间由几何关系可知 $t_1 = T = \frac{2\pi R}{v_0} = \frac{2\pi m}{qB_0}$, 第一次进入电场时先减速后加速的时间 $t_2 = \frac{2v_0}{a} = \frac{2m}{qB_0}$, 第二次在电场中偏转的时间 $t_3 = \frac{2R}{v_0} = \frac{2m}{qB_0}$, 粒子回到

P 点所用的总时间为 $t = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{(2\pi+4)m}{qB_0}$, 故 C 错误。]

7. 解析: (1) 粒子在第一象限内做类平抛运动

设粒子在 P_2 处速度沿 y 轴的分量大小为 v_y , 由于粒子在 P_2 处的速度方向与 x 轴正方向成 45° 角, 则根据几何关系有

$$\tan 45^\circ = \frac{v_y}{v_0}$$

解得 $v_y = v_0$

在 y 轴方向上由牛顿第二定律有 $Eq = ma$

在 y 轴方向上由运动学公式有 $v_y^2 = 2aL$

联立解得匀强电场的电场强度大小为 $E = \frac{mv_0^2}{2qL}$ 。

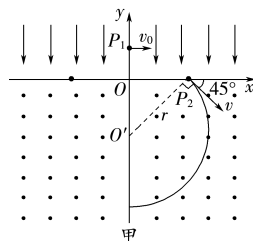
(2) 粒子在第一象限内做类平抛运动, 可分解为沿 x 轴正方向的匀速直线运动和沿 y 轴负方向的匀加速直线运动, 设粒子从 P_1 到 P_2 的运动时间为 t_1 , 则由运动学公式有

$$x_{OP_2} = v_0 t_1$$

$$y_{OP_1} = L = \frac{0 + v_y}{2} t_1$$

结合(1)问分析解得 $t_1 = \frac{2L}{v_y} = \frac{2L}{v_0}$, OP_2 的长度为 $x_{OP_2} = 2L$

粒子做匀速圆周运动, 已知粒子在 P_2 处的速度方向与 x 轴正方向成 45° 角, 随后恰好垂直 y 轴射出第四象限, 作出粒子在第四象限的运动轨迹如图甲所示



设粒子做圆周运动的半径为 r , 速率为 v , 则根据几何关系有

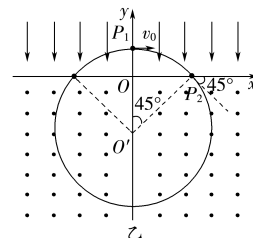
$$r = \frac{x_{OP_2}}{\cos 45^\circ} = \sqrt{2} x_{OP_2} = 2\sqrt{2}L$$

$$v = \frac{v_0}{\cos 45^\circ} = \sqrt{2}v_0$$

由洛伦兹力提供向心力有 $Bqv = \frac{mv^2}{r}$

联立解得匀强磁场的磁感应强度大小 $B = \frac{mv}{qr} = \frac{mv_0}{2qL}$ 。

(3) 粒子的运动过程周期性重复, 运动轨迹如图乙所示



由对称性可知粒子在第一象限内电场中做类平抛运动的时间和在第二象限内电场中做类平抛的逆过程的时间相同, 都为 t_1 设粒子在磁场中做匀速圆周运动的周期为 T , 则根据周期与速度的关系式有

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \times 2\sqrt{2}L}{\sqrt{2}v_0} = \frac{4\pi L}{v_0}$$

设粒子从第一次经过 x 轴 (P_2 点) 到第二次经过 x 轴的时间为 t_2 , 由轨迹分析可知此过程粒子在磁场中转过的圆心角为

$$270^\circ, \text{ 故 } t_2 = \frac{270^\circ}{360^\circ} T = \frac{3}{4} T = \frac{3\pi L}{v_0}$$

由于粒子在一次周期性的运动过程中经过 x 轴 2 次, 所以粒子从开始运动到第 5 次经过 x 轴时的时间为 $t_{\text{总}} = 2(2t_1 + t_2) +$

$$t_1 = \frac{(10+6\pi)L}{v_0}。$$

答案: (1) $\frac{mv_0^2}{2qL}$ (2) $\frac{mv_0}{2qL}$ (3) $\frac{(10+6\pi)L}{v_0}$

课时提能作业(五十七)

1. B [粒子带正电或负电均可, A 错误; 粒子做直线运动, 受力平衡, 洛伦兹力等于静电力, 即 $qvB = qE$, 解得速度 $v = \frac{E}{B}$, B 正

确;若速度 $v > \frac{E}{B}$, 粒子可能从板间射出, C 错误;若此粒子从右端沿虚线方向进入, 则所受静电力和洛伦兹力方向相同, 不能做直线运动, D 错误。]

2. BC [小球做匀速圆周运动, 重力必与静电力平衡, 则静电力方向竖直向上, 结合电场方向可知小球一定带负电, A 错误, B 正确;洛伦兹力充当向心力, 由曲线运动轨迹的弯曲方向结合左手定则可得, 小球的绕行方向为顺时针方向, C 正确;改变小球的速度大小, 重力仍与静电力平衡, 小球仍在洛伦兹力作用下做圆周运动, D 错误。]

3. C [受力分析可知, 粒子受到洛伦兹力沿 y 轴方向的分力是变化的, 故粒子在 y 轴方向的合力是变化的, 加速度也是变化的, A 错误;从 O 到 P , 洛伦兹力不做功, 由动能定理得 $qEh = \frac{1}{2}mv_p^2$, 解得 $v_p = \sqrt{\frac{2qEh}{m}}$, B 错误;粒子经过最高点时, 洛伦兹力和静电力的合力提供向心力, 即 $qv_p B - qE = m \frac{v_p^2}{2h}$, 联立

解得 $B = \sqrt{\frac{2mE}{qh}}$, C 正确, D 错误。]

4. D [由题图知电流方向从右向左, 则霍尔元件中电子从左向右定向移动, 根据左手定则判断可知在洛伦兹力的作用下电子向 b 端偏转, 故 b 端电势较低, 故 A 错误;由于赤道附近的地磁场平行于地面, 若要测量赤道附近地磁场, 工作面应该处于竖直状态, 故 B 错误;设元件的前后距离为 l 和厚度为 d , 稳定后, 定向移动的电子受到的静电力与洛伦兹力大小相等, 则有

$evB = e \frac{U}{l}$, 根据电流微观表达式有 $I = neSv$, 又 $S = ld$, 联立解得 $U = \frac{IB}{ned}$, 可知 a 、 b 两端电势差 U 与电子的热运动速率无关;故在测量某匀强磁场时, 若通过元件的电流 I 不变, 元件的厚度 d 增加, 则 ab 两端霍尔电势差减小, 故 C 错误, D 正确。]

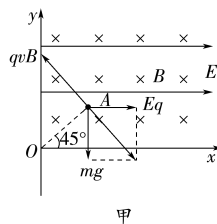
5. D [根据左手定则可知正离子向血管上侧偏转, 负离子向血管下侧偏转, 则血管上侧电势高, 血管下侧电势低, 故 A 错误;血液的流量(单位时间内流过管道横截面的液体体积)一定, 设为 V , 若血管内径变小, 则血管的横截面积变小, 根据 $V = Sv$ 可知血液流速变大, 故 B 错误;稳定时, 离子所受洛伦兹力等于所受的静电力, 根据 $qvB = \frac{qU}{d}$ 可得 $U = dvB$, 又 $v = \frac{V}{\pi(\frac{d}{2})^2}$,

联立可得 $U = \frac{4VB}{\pi d}$, 根据 $U = \frac{4VB}{\pi d}$ 可知血管上下侧电势差变大, 说明血管内径变小, 血液的流速变化, 所以血管上下侧电势差与血液流速有关, 故 D 正确, C 错误。]

6. BD [油滴 a 做圆周运动, 故重力与静电力平衡, 可知带负电, 有 $mg = Eq$, 解得 $q = \frac{mg}{E}$, 故 A 错误;根据洛伦兹力提供向心力 $Bqv = m \frac{v^2}{R}$, 得 $R = \frac{mv}{Bq}$, 解得油滴 a 做圆周运动的速度大小为 $v = \frac{gBR}{E}$, 故 B 正确;设小油滴 I 的速度大小为 v_1 , 得 $3R = \frac{m}{\frac{2}{v_1}}$, 解得 $v_1 = \frac{3BqR}{m} = \frac{3gBR}{E}$, 周期为 $T = \frac{2\pi \cdot 3R}{v_1} = \frac{2\pi E}{gB}$, 故 C 错误;带电油滴 a 分离前后动量守恒, 设分离后小油滴 II 的速度为 v_2 , 取油滴 a 分离前瞬间的速度方向为正方向, 得 $mv = \frac{m}{2}v_1 + \frac{m}{2}v_2$, 解得 $v_2 = -\frac{gBR}{E}$, 由于分离后的小油滴受到的静电力和重力仍然平衡, 分离后小油滴 II 的速度方向与正方向相反,

根据左手定则可知小油滴 II 沿顺时针方向做圆周运动, 故 D 正确。]

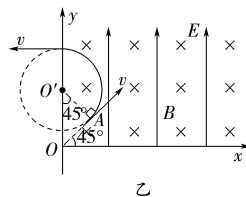
7. 解析: (1) 由题意可知微粒到达 $A(2L, 2L)$ 之前做匀速直线运动, 对微粒受力分析如图甲所示



沿速度方向, 由平衡条件得 $Eq \sin 45^\circ = mg \cos 45^\circ$

解得 $E = \frac{mg}{q}$ 。

(2) 由第(1)问可知 $Eq = mg$, 故电场方向变化后, 微粒所受重力与静电力平衡, 微粒在洛伦兹力作用下做匀速圆周运动, 设轨迹半径为 r , 则电场突变后, 微粒的轨迹如图乙所示



微粒做匀速直线运动时, 由平衡条件得 $qvB = \sqrt{(mg)^2 + (qE)^2}$

微粒做圆周运动时, 根据牛顿第二定律得 $qvB = m \frac{v^2}{r}$

由几何知识可得 $r \sin 45^\circ = 2L$

联立解得 $B = \frac{m \sqrt{2gL}}{2qL}$ 。

答案: (1) $\frac{mg}{q}$ (2) $\frac{m \sqrt{2gL}}{2qL}$

课时提能作业(五十八)

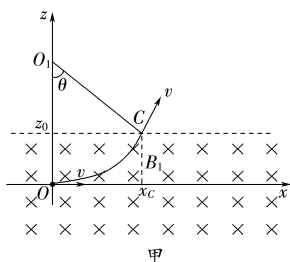
1. D [根据功率的计算公式可知 $P = Fv \cos \theta$, 则静电力的瞬时功率为 $P = Eqv_1$, A 错误;由于 v_1 与磁场 B 平行, 则根据洛伦兹力的计算公式知 $F_{洛} = qv_2 B$, B 错误;离子在垂直于磁场方向的平面内以 v_2 做匀速圆周运动, 沿电场方向做加速运动, 则 v_1 增大, v_2 不变, v_2 与 v_1 的比值不断变小, C 错误;离子受到的洛伦兹力大小不变, 静电力大小不变, 合力大小不变, 则该离子的加速度大小不变, D 正确。]

2. C [设粒子的质量为 m , 带电荷量为 q , 粒子的偏转半径为 r , 经 $\frac{T_1}{2}$ 粒子转过的圆心角为 α , 则由几何关系有 $2r \sin \alpha = AB$, $2(r - r \cos \alpha) = AD$, 又 $AB = \sqrt{3}AD$, 联立解得 $\alpha = 60^\circ$, 所以有 $\frac{T_1}{2} = \frac{1}{6}T$, $T = \frac{2\pi r}{v_0}$, 解得 $T_1 = \frac{2\sqrt{3}\pi AB}{9v_0}$, 如果把磁场换为电场, 则有 $AB = v_0 T_2$, 解得 $T_2 = \frac{AB}{v_0}$, 所以 $\frac{T_1}{T_2} = \frac{2\sqrt{3}\pi}{9}$, 故 C 正确, A、B、D 错误。]

3. BC [设立方体棱长为 L , 只加磁场时, 粒子做匀速圆周运动, 恰好通过 c 点, 其半径 $R = L$, 由 $qv_0 B = m \frac{v_0^2}{R}$, 所用时间 $t_1 = \frac{T}{4} = \frac{\pi L}{2v_0}$, 只加电场 E_1 , 粒子做类平抛运动, 有 $L = v_0 t_2$, $L = \frac{1}{2} \frac{E_1 q}{m} t_2^2$ 得 $E_1 = 2v_0 B$, 则 $t_2 = \frac{L}{v_0}$, 可得 $\frac{t_1}{t_2} = \frac{\pi}{2}$, 故 A 错误, B 正确;空间内同时加磁场和电场 E_2 , 粒子做非等距螺旋线运

动,粒子恰好通过 g 点,所用时间 $t_3 = t_1 = \frac{\pi L}{2v_0}$,沿电场方向有 $L = \frac{1}{2} \frac{E_2 q}{m} t_3^2$,得 $E_2 = \frac{8v_0 B}{\pi^2}$,故 C 正确;粒子在 g 点速度, $v_g = \sqrt{v_0^2 + \left(\frac{E_2 q}{m} t_3\right)^2} = v_0 \sqrt{1 + \frac{16}{\pi^2}}$,故 D 错误。]

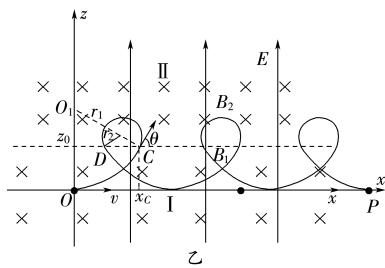
4. 解析:(1)质量 m 的正电粒子沿 x 轴正方向以速度 v 射出,之后做匀速圆周运动,有 $qE = mg$,解得 $E = \frac{mg}{q}$
粒子做圆周运动,满足 $qvB_1 = \frac{mv^2}{r_1}$,解得 $r_1 = \frac{v^2}{g}$,运动轨迹如图甲所示



有 $\cos \theta = \frac{r_1 - z_0}{r_1} = \frac{3}{5}$,可知 $\theta = 53^\circ$

故粒子第一次经过 $z = z_0$ 平面时位置的 x 坐标为 $x_C = r_1 \sin 53^\circ = \frac{4v^2}{5g}$ 。

(2)带电粒子沿 x 轴方向射出到达 P 点的时间最短,由于 $\frac{x_P}{x_C} = 4$,故满足要求时,粒子运动轨迹如图乙。设粒子在磁场 B_2 中轨迹半径为 r_2 ,粒子运动满足几何条件为 $6x_C - [(r_2 \sin \theta) \times 2] \times 3 = x_P = \frac{16v^2}{5g}$,解得 $r_2 = \frac{v^2}{3g}$
又 $r_2 = \frac{mv}{qB_2} = \frac{v^2}{3g}$,解得 $B_2 = \frac{3mg}{qv}$ 。



(3)将匀强电场 E 方向改变为沿 y 轴正方向,题中粒子沿 x 轴正向以速度 v 射出,在竖直方向,粒子受力满足 $qvB_1 = mg$,粒子仅在 y 轴正方向受恒定静电力 $qE = |mg| = ma_y$,故粒子在 $z = 0$ 的 xOy 平面做类平抛运动。有 $x = vt$, $y = \frac{1}{2} a_y t^2$,联立解得 $y = \left(\frac{g}{2v^2}\right)x^2$,即为粒子运动的轨迹方程。

答案:(1) $\frac{mg}{q}$ $\frac{4v^2}{5g}$ (2) $\frac{3mg}{qv}$ (3) $y = \left(\frac{g}{2v^2}\right)x^2$

5. 解析:(1)粒子在电场中,根据牛顿第二定律有 $qE = ma$
粒子在电场中做类平抛运动,则有 $v_y = at_1$, $v_y = v_0 \tan 60^\circ$, $L_{OM} = v_0 t_1$
解得 $L_{OM} = \frac{\sqrt{3}mv_0^2}{qE}$ 。
(2)粒子进入磁场时,根据速度合成有 $v = \frac{v_0}{\cos 60^\circ}$
解得 $v = 2v_0$ 。

(3)粒子进入磁场中时,沿 z 轴正方向做匀速直线运动,最后粒子打在 P 上,则有 $L_{MP} = v_0 t$

结合题意解得 $L_{MP} = \frac{4\pi mv_0}{3qB}$ 。

(4)粒子进入磁场后,在 xOy 平面内做匀速圆周运动,由洛伦兹力提供向心力,则有 $qv_y B = m \frac{v_y^2}{R}$

$v_y = v \sin 60^\circ = \sqrt{3}v_0$

解得 $R = \frac{\sqrt{3}mv_0}{qB}$

粒子圆周运动的周期 $T = \frac{2\pi R}{v_y} = \frac{2\pi m}{qB}$

由于 $t = \frac{4\pi m}{3qB} = \frac{2}{3}T$

可知,粒子在 $\frac{t}{2}$ 时间内圆周分运动轨迹对应的圆心角为 $\frac{2\pi}{3} = 120^\circ$

则根据几何关系有 $x = R + R + 2R \sin 30^\circ$

解得 $x = \frac{3\sqrt{3}mv_0}{qB}$

粒子在偏转电场中沿 y 轴正方向的侧移 $y_1 = \frac{1}{2} at_1^2$

粒子在磁场中沿 y 轴正方向的侧移 $y_2 = 2R \cos 30^\circ$

粒子打在 P 上的 y 坐标 $y = y_1 + y_2$

解得 $y = \frac{3mv_0^2}{2qE} + \frac{3mv_0}{qB}$ 。

答案:(1) $\frac{\sqrt{3}mv_0^2}{qE}$ (2) $2v_0$ (3) $\frac{4\pi mv_0}{3qB}$

(4) $\frac{3\sqrt{3}mv_0}{qB}$ $\frac{3mv_0^2}{2qE} + \frac{3mv_0}{qB}$

课时提能作业(五十九)

1. A [线圈 a 从磁场中匀速拉出的过程中穿过 a 线圈的磁通量在减小,则根据楞次定律可知 a 线圈的电流方向为顺时针,由于线圈 a 从磁场中匀速拉出,则 a 中产生的电流为恒定电流,则线圈 a 靠近线圈 b 的过程中,线圈 b 的磁通量在向外增大,同理可得线圈 b 产生的感应电流方向为顺时针,故选 A。]
2. AC [由右手定则可判断,当 AB 向左运动时, AB 中感应电流方向为 $A \rightarrow B$,当 AB 向右运动时, AB 中感应电流方向为 $B \rightarrow A$,A 正确,B 错误;当 CD 向左运动时, CD 中的感应电流方向为 $C \rightarrow D$, AB 中的感应电流方向为 $A \rightarrow B$;当 CD 向右移动时, AB 中感应电流方向为 $B \rightarrow A$,C 正确,D 错误。]
3. B [闭合开关瞬间,根据安培定则可知线圈 M 中产生向右的磁场,根据楞次定律可知,线圈 P 中感应电流的磁场方向向左,因此线圈 M 和线圈 P 相互排斥,A 错误;线圈 M 中的磁场稳定后,线圈 P 中的磁通量也不再变化,则线圈 P 产生的感应电流为 0,电流表示数为 0,B 正确;断开开关瞬间,线圈 M 中向右的磁场迅速减弱,根据楞次定律可知,线圈 P 中感应电流的磁场方向向右,根据安培定则可知流过电流表的方向由 b 到 a ,C、D 错误。]
4. B [长直导线中的电流先减小后增大,所以穿过线框的磁通量先减小后增大,故 A 错误;由楞次定律可以判断在 $0 \sim t_2$ 时间内,线框中始终产生顺时针方向的感应电流,故 B 正确;穿过线框的磁通量先减小后增大,由楞次定律知线框先有扩张的趋势后有收缩的趋势,故 C 错误;由楞次定律和左手定则可以判断线框所受安培力的合力方向先向上后向下,故 D 错误。]
5. C [由楞次定律“增反减同”可知回路框中感应电流方向为逆时针,根据左手定则可知左侧导体棒所受安培力斜向右上方,右侧导体棒所受安培力斜向左上方,故选 C。]

6. **A** [导体棒 OA 段旋转切割磁感线, 根据右手定则可知 $\varphi_O > \varphi_A$, AC 段不切割磁感线, 属于等势体, 则 $\varphi_A = \varphi_C$, 故 $\varphi_O > \varphi_A = \varphi_C$, A 正确, B、C、D 错误。]
7. **B** [断开 S 瞬间, 穿过线圈 B 的磁通量向下减小, 由楞次定律可知线圈 B 中感应电流的磁场方向向下, 选项 A 错误; 若线圈 B 的两端不闭合, 则断开开关时线圈 B 中不会产生感应电流, 从而铁芯不会吸引衔铁 D, 则会对延时效果产生影响, 选项 B 正确; 改变线圈 B 的缠绕方向或者调换电源的正负极, 断开开关时线圈 B 中都会产生感应电流, 从而铁芯会吸引衔铁 D, 不会对延时效果产生影响, 选项 C、D 错误。]
8. **C** [由右手螺旋定则可知, 线圈 1、2 形成的磁场方向都是竖直向下的, A 错误; 汽车进入线圈 1 时, 线圈 abcd 中向下的磁通量增大, 由楞次定律可判断, 线圈 abcd 中的感应电流方向与线圈 1 反向, 是逆时针, 即感应电流方向为 adcb, 同理, 汽车离开线圈 1 时, 线圈 abcd 中向下的磁通量减小, 线圈 abcd 中的感应电流方向是顺时针, 即感应电流方向为 abcd, B 错误, C 正确; 安培力为阻力, 与速度方向相反, D 错误。]
9. **B** [将滑动变阻器的滑片 P 向上滑动时, 其接入电路的电阻增大, 通过螺线管 b 的电流减小, 产生的磁场减弱, 穿过线圈 a 的磁通量减小, 根据楞次定律可知, 俯视图线圈 a 时, 其产生顺时针方向的感应电流, 根据楞次定律可知, 线圈 a 应有扩张的趋势, 同时有靠近线圈 b 的趋势, 所以线圈 a 受到斜向右上方的安培力, 即线圈 a 对水平桌面的压力将减小, 同时受到水平向左的静摩擦力, 故 B 正确, A、C、D 错误。]
10. **BD** [根据左手定则, 可判定等离子气流中的正离子向上极板 M 偏转, 负离子向下极板 N 偏转, 所以 ab 中电流方向是由 a 流向 b, 由题图乙可知, 在 0~1 s 内, 线圈 A 内磁场方向向右, 磁感应强度减小, 由楞次定律可知感应电流方向是由 c 流向 d, 由于 ab、cd 导线内电流的方向相同, 则互相吸引, 故 A 错误; 在 1~2 s 内, 线圈 A 内磁场方向向左, 磁感应强度增加, 由楞次定律可知感应电流的方向是由 c 流向 d, 由于 ab、cd 导线内电流的方向相同, 则互相吸引, 故 B 正确; 在 2~3 s 内, 线圈 A 内磁场方向向左, 磁感应强度减小, 由楞次定律可知感应电流的方向是由 d 流向 c, 由于 ab、cd 导线内电流的方向相反, 则互相排斥, 故 C 错误; 在 3~4 s 内, 线圈 A 内磁场方向向右, 磁感应强度增加, 由楞次定律可知感应电流的方向是由 d 流向 c, 由于 ab、cd 导线内电流的方向相反, 则互相排斥, 故 D 正确。]

课时提能作业(六十)

1. **C** [雷击时, 瞬时非均匀变化的电场产生变化的磁场, 变化的磁场在金属内产生涡流, 发热使金属熔化, C 正确。]
2. **D** [根据题图乙可知此时穿过线圈的磁通量不为 BL^2 , 故 A 错误; 根据法拉第电磁感应定律可知永磁铁相对线圈上升越快, 磁通量变化越快, 线圈中感应电动势越大, 故 B、C 错误; 永磁铁相对线圈下降时, 根据楞次定律和安培定则可知线圈中感应电流的方向为顺时针方向, 故 D 正确。]
3. **A** [导体棒以速度 v 向右匀速运动, 根据右手定则可知, 回路中产生逆时针方向的感应电流, 根据左手定则可知, ab 棒所受安培力方向向左, 故 B、D 错误; 由 $E = Bdv$, $I = \frac{E}{R}$, $F = BId$, 可得 $F = \frac{B^2 d^2 v}{R}$, 故 A 正确, C 错误。]
4. **C** [两条铜丝构成的莫比乌斯环形成两匝线圈串联的闭合电路, 穿过回路的有效面积 $S = \pi r^2$, 则由法拉第电磁感应定律得回路中产生的感应电动势 $E = \frac{n\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{n\Delta B \cdot S}{\Delta t} = nk\pi r^2 = 2k\pi r^2$, C 正确。]

5. **B** [在 $t=0$ 时刻, 闭合开关的瞬间, 由于自感线圈 L 产生自感电动势, 自感线圈相当于一个阻值很大的电阻, 灯泡中有一定的电流通过; 随着自感线圈 L 自感电动势的逐渐减小, 自感线圈的等效阻值逐渐减小, 直至减小到其直流电阻值, 线圈与灯泡并联电路两端的电压逐渐减小至稳定值, 故灯泡中的电流逐渐减小至稳定值, 故 A、D 错误。当在 $t=t_1$ 时刻断开开关 S 时, 线圈产生自感电动势, 线圈中的电流与原来的电流方向相同, 它与灯泡组成的电路中, 感应电流沿逆时针方向, 故灯泡的电流方向与原来相反, 为负值; 线圈的直流电阻大于灯泡 D 的阻值, 故 $t=t_1$ 时刻灯泡中的电流比稳定时要小一些, 然后电流随自感电动势的减小而慢慢减小到 0, 故 B 正确, C 错误。]
6. **AD** [根据楞次定律, 感应电流产生的磁场总要阻碍原磁通量的变化, 在线圈转动的过程中通过线圈的磁通量减小, 可知感应电流应为顺时针方向, 故 A 正确; 当转过 90° 时的感应电动势最大, 此时切割磁感线的有效长度最大, 为圆形线圈的直径, 由此可得感应电动势的最大值为 $E_m = \frac{1}{2}B(2R)^2\omega = 2BR^2\omega$, 根据闭合电路的欧姆定律可知感应电流的最大值为 $I_m = \frac{E_m}{R_{总}} = \frac{2BR^2\omega}{2\pi Rr} = \frac{BR\omega}{\pi r}$, 故 B、C 错误; 通过导体任意横截面的电量为 $q = \frac{\Delta\Phi}{R_{总}} = \frac{\frac{1}{2}\pi R^2 B}{2\pi Rr} = \frac{RB}{4r}$, 故 D 正确。]
7. **C** [由于二极管具有单向导电性, 所以开关 S 从断开状态突然闭合时, 二极管不能导通, L_2 一直不亮; 此时 L_1 、 L_3 和 L 串联在同一回路中, L 产生自感电动势阻碍线圈中电流的增大, 所以通过 L_1 和 L_3 的电流逐渐增大, L_1 和 L_3 均逐渐变亮, 故 A、B 错误。开关 S 从闭合状态突然断开时, 通过 L_3 的电流立即变为零, 所以 L_3 立即熄灭, L 产生自感电动势阻碍线圈中电流的减小, 此时自感电动势的方向满足二极管导通的条件, 所以 L_1 、 L_2 和 L 串联在同一回路中, 通过 L_1 的电流逐渐减小, L_1 逐渐熄灭, 而由于 L_2 开始时不亮, 所以 L_2 突然变亮, 然后逐渐变暗至熄灭, 故 C 正确, D 错误。]

8. 解析: (1) 金属框内磁场区域的面积 $S = \frac{1}{2}l^2$
 Δt 时间内穿过金属框的磁通量变化量 $\Delta\Phi = S\Delta B$
 根据法拉第电磁感应定律有 $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

$$\text{由 } B = kt \text{ 得 } \frac{\Delta B}{\Delta t} = k$$

$$\text{联立解得 } E = \frac{k l^2}{2}.$$

$$(2) \text{ 由闭合电路欧姆定律得, 金属框中的感应电流大小为 } I = \frac{E}{R}$$

由楞次定律及安培定则得, 感应电流的方向为逆时针, 再由左手定则可知, 金属框受到的安培力方向竖直向上, 则当金属框开始向上运动时, 磁感应强度大小为 $B_0 = kt_0$

金属框受到的安培力大小为 $F_A = IlB_0$

根据平衡条件, 有 $mg = F_A$

$$\text{联立解得 } t_0 = \frac{2mgR}{k^2 l^3}.$$

$$\text{答案: (1) } \frac{k l^2}{2} \quad (2) \frac{2mgR}{k^2 l^3}$$

课时提能作业(六十一)

1. **B** [a 、 b 间的电压等于路端电压, 而小环电阻占电路总电阻的 $\frac{1}{3}$, 故 a 、 b 间电压为 $U = \frac{1}{3}E$, 选项 B 正确。]

2. **AD** [金属棒 AD 段产生的感应电动势为 $E_{AD} = BLv = 2 \times 0.8 \times 0.5 \text{ V} = 0.8 \text{ V}$, 流过电阻 R 的电流 $I = \frac{E_{AD}}{R+R} = \frac{0.8}{0.4} \text{ A} = 2 \text{ A}$, 根据右手定则, 可知 A 端的电势低于 D 端的电势, A 、 D 两点的电势差 $U_{AD} = -IR = -0.4 \text{ V}$, B 错误, A 正确; D 、 C 两点的电势差 $U_{DC} = -BLv = -0.8 \text{ V}$, 则 $U_{AC} = U_{AD} + U_{DC} = -1.2 \text{ V}$, C 错误, D 正确。]

3. **B** [在 $0 \sim a$ 内, 导线框切割磁感线产生感应电动势 $E = BLv$, 感应电流 $I = \frac{E}{R} = \frac{BLv}{R}$, 方向沿逆时针, 有效长度 L 均匀变大, 感应电流 I 均匀变大, B 、 C 两端的电势差 $U_{BC} = IR_0$, 则随着 I 均匀增大, U_{BC} 均匀增大, 且 B 点的电势高于 C 点的电势, $U_{BC} > 0$; 在 $a \sim 2a$ 内, 有效长度 L 均匀变大, 感应电流均匀变大, 方向沿顺时针, 故 U_{BC} 均匀增大, 且 B 点的电势低于 C 点的电势, $U_{BC} < 0$, 故 B 正确。]

4. **C** [根据右手定则可知, 金属棒中的感应电流由 b 流向 a , A 错误; 金属棒有效切割长度为导轨宽度 d , 金属棒切割产生的感应电动势为 $E = Bdv_0$, a 、 b 两点间的电势差为路端电压, 故 $U_{ab} = \frac{E}{\frac{R}{2} + R} \cdot \frac{R}{2} = \frac{Bdv_0}{3}$, B 错误; 干路电流 $I_{\text{干}} = \frac{E}{\frac{R}{2} + R} = \frac{2Bdv_0}{3R}$, 流过 R_1 的电流为 $I = \frac{1}{2}I_{\text{干}} = \frac{Bdv_0}{3R}$, C 正确; 导体棒所

受的安培力大小为 $F_{\text{安}} = BI_{\text{干}} l = B \cdot \frac{2Bdv_0}{3R} \cdot \frac{d}{\sin \theta} = \frac{2B^2 d^2 v_0}{3R \sin \theta}$, D 错误。]

5. **AC** [根据楞次定律可知, 线框中的感应电流沿逆时针方向, 选项 A 正确; 感应电动势 $E = \frac{\Delta B}{\Delta t} S = \frac{8}{4} \times \frac{1}{2} \times 0.2 \times 0.2 \text{ V} = 0.04 \text{ V}$, 感应电流的大小为 $I = \frac{E}{r} = \frac{0.04}{0.2} \text{ A} = 0.2 \text{ A}$, 选项 B 错误; $0 \sim 4 \text{ s}$ 内通过 ab 边横截面的电荷量为 $q = It = 0.8 \text{ C}$, 选项 C 正确; $0 \sim 4 \text{ s}$ 内线框内产生的热量为 $Q = I^2 rt = 0.2^2 \times 0.2 \times 4 \text{ J} = 3.2 \times 10^{-2} \text{ J}$, 选项 D 错误。]

6. **B** [由法拉第电磁感应定律可知金属棒产生的电动势为 $E = Br \cdot \frac{1}{2} \omega r = \frac{1}{2} Br^2 \omega$, A 错误; 金属棒电阻不计, 故电容器两极板间的电压等于金属棒产生的电动势, 微粒的重力与其受到的静电力大小相等, 有 $q \frac{U}{d} = mg$, 可得 $\frac{q}{m} = \frac{2gd}{Br^2 \omega}$, B 正确; 电阻消耗的电功率 $P = \frac{U^2}{R} = \frac{B^2 r^4 \omega^2}{4R}$, C 错误; 电容器所带的电荷量 $Q = CU = \frac{1}{2} CBr^2 \omega$, D 错误。]

7. **AC** [根据楞次定律可知, 线圈产生沿逆时针方向的感应电流, 则电容器上极板带正电, 故 A 正确; 根据法拉第电磁感应定律有 $E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} S = \frac{B_1 \pi r_1^2}{t_1}$, 稳定电流为 $I = \frac{E}{R_1 + R_2 + R} = \frac{B_1 \pi r_1^2}{4Rt_1}$, $U_{R2} = IR_2 = \frac{B_1 \pi r_1^2}{2t_1}$, 电容器所带的电荷量为 $Q = CU_{R2} = \frac{CB_1 \pi r_1^2}{2t_1}$, 故 B 错误; t_1 时刻之后, 线圈两端的电压为 $U = I(R_1 + R_2) = \frac{3B_1 \pi r_1^2}{4t_1}$, 故 C 正确; t_1 时刻之后, R_1 两端的电压为 $U_{R1} = IR_1 = \frac{B_1 \pi r_1^2}{4t_1} = \frac{B_2 \pi r_1^2}{4t_2}$, 故 D 错误。]

8. **解析**: (1) 带负电微粒受到重力和静电力的作用处于静止状态, 因为重力竖直向下, 所以静电力竖直向上, 故 M 板带正电。 ab 棒向右做切割磁感线运动产生感应电动势, ab 棒等效于电源,

感应电流方向由 $b \rightarrow a$, 其 a 端为电源的正极, 由右手定则可判断, 磁场方向竖直向下。

(2) 微粒受到重力和静电力的作用处于静止状态, 根据平衡条件有 $mg = Eq$

$$\text{又 } E = \frac{U_{MN}}{d}$$

$$\text{所以 } U_{MN} = \frac{mgd}{q} = 0.1 \text{ V}$$

R_3 两端电压与电容器两端电压相等, 由欧姆定律得通过 R_3 的

$$\text{电流 } I = \frac{U_{MN}}{R_3} = 0.05 \text{ A}$$

$$\text{则 } ab \text{ 棒两端的电压 } U_{ab} = U_{MN} + I \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 0.4 \text{ V}.$$

(3) 由法拉第电磁感应定律得感应电动势 $E_{\text{感}} = Blv$

由闭合电路欧姆定律得 $E_{\text{感}} = U_{ab} + Ir = 0.5 \text{ V}$

联立解得 $v = 1 \text{ m/s}$ 。

答案: (1) 竖直向下 (2) 0.4 V (3) 1 m/s

课时提能作业(六十二)

1. **A** [ef 向右运动, 切割磁感线, 产生感应电动势和感应电流, 会受到向左的安培力而做减速运动, 由 $F = BIL = \frac{B^2 L^2 v}{R} = ma$ 知, ef 做的是加速度减小的减速运动, 最终停止运动, 故 A 正确, B 、 C 、 D 错误。]

2. **BD** [A 线圈不受安培力, 所以最先落地, 选项 A 错误, 选项 B 正确; 要想比较出 B 、 C 线圈的下落时间, 需要比较加速度, 得出加速度 a 与导线横截面积 S 的关系, 线圈下落的加速度 $a = \frac{mg - F_{\text{安}}}{m} = g - \frac{\frac{B^2 l^2 v}{R}}{m} = g - \frac{B^2 l^2 v}{Rm}$, 其中电阻 $R = \rho_{\text{电}} \frac{4l}{S}$, $m = \rho V = \rho \cdot 4l \cdot S$, 所以有加速度 $a = g - \frac{B^2 v}{16\rho_{\text{电}} \rho}$, 加速度 a 与 l 和 S 均无关, 即 B 、 C 线圈同时落地, 选项 C 错误, 选项 D 正确。]

3. **AD** [由 $E = Blv$ 知, 第二次与第一次进入时线圈中感应电动势之比为 $\frac{E_2}{E_1} = \frac{2}{1}$, 由 $I = \frac{E}{R}$ 得, 第二次与第一次进入时线圈中感应电流之比为 $\frac{I_2}{I_1} = \frac{2}{1}$, 故 A 正确; 匀速进入, 外力做功的功率与克服安培力做功的功率相等, 由 $P = I^2 R$ 得, 第二次与第一次进入时外力做功的功率之比为 $\frac{P_2}{P_1} = \frac{4}{1}$, 故 B 错误; 由电荷量 $q = \frac{\Delta \Phi}{R}$ 得, 第二次与第一次进入过程中通过线圈某横截面的电荷量之比为 $\frac{q_2}{q_1} = \frac{1}{1}$, 故 C 错误; 产生热量 $Q = Pt = P \cdot \frac{l}{v}$, 得第二次与第一次进入时线圈中产生热量之比为 $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{4}{1} \times \frac{1}{2} = \frac{2}{1}$, 故 D 正确。]

4. **AC** [根据右手定则可知导体棒的感应电流为逆时针方向, 则电阻 R 中的电流从 a 到 b , 故 A 正确; 导体棒受到的安培力 $F = ILB = \frac{B^2 L^2 v}{R}$, 由牛顿第二定律得 $\frac{B^2 L^2 v}{R} = ma$, 导体棒的加速度 $a = \frac{B^2 L^2 v}{mR}$, 导体棒受安培力作用而做减速运动, 随着速度 v 的减小, 加速度 a 减小, 故 B 错误; 根据 $Q = CU$ 可知电容器的带电荷量 $Q = CBLv$, 随着速度 v 的减小, 电容器的带电荷量逐渐变小, 故 C 正确; 导体棒运动过程中, 根据能量守恒定律

可知导体棒动能的减少量和电容器储存的电场能减小量之和等于电阻 R 上产生的热量,故 D 错误。]

5. C [ab 从静止释放至第一次到达最低点的过程中,根据右手定则可得流过导体棒的感应电流方向为由 b 向 a , A 错误;根据左手定则可得导体棒受到的安培力方向始终向上,根据冲量定义 $I = Ft$ 可知,导体棒所受安培力冲量不为零, B 错误;结合电流的定义式可得通过导体棒的电荷量 $q = \bar{I}t = \frac{\bar{E}}{R}t = \frac{\Delta\Phi}{Rt}t = \frac{\Delta\Phi}{R} = \frac{BLh}{R}$, C 正确;导体棒刚由静止释放时速度为零,弹簧处于原长位置,受到的安培力与弹簧弹力均为零,此时导体棒仅受重力作用,加速度为重力加速度 g ,导体棒达到最大速度 v 时,所受合外力为零,有 $mg = kx + \frac{B^2L^2v}{R}$,整理可得 $\frac{B^2L^2v}{mR} = g - \frac{kx}{m}$,显然 $\frac{B^2L^2v}{mR}$ 小于重力加速度 g ,故 $\frac{B^2L^2v}{mR}$ 并非导体棒的加速度最大值, D 错误。]

6. 解析: (1) 线框整体悬浮, 竖直方向上受力平衡, 因此 $a'b'c'd'$ 框整体受到的安培力竖直向上, 而 $a'b'$ 边与 $c'd'$ 受到的安培力方向相反且 $F_{\text{安}a'b'} < F_{\text{安}c'd'}$, 因此 $a'b'$ 边受到的安培力向下, $c'd'$ 受到的安培力向上, 根据左手定则可知 $a'b'c'd'$ 框中电流方向沿逆时针方向

由安培力公式和力的平衡条件有

$$kBI L - BIL = mg$$

$$\text{解得 } I = \frac{mg}{(k-1)BL}.$$

(2) 根据法拉第电磁感应定律得 $E_1 = BLv_1$ 。

(3) 设动力线框 $abcd$ 中的电流大小为 I_0 , 由于动力线框 $abcd$ 中电流方向改变前, 线框整体做匀速直线运动, 则水平方向上由力的平衡条件有 $kBI_0L - BI_0L = f$

动力线框 $abcd$ 中电流方向改变后至停止的过程, 根据动能定理有 $(BI_0L - kBI_0L - f)s = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$

$$cd \text{ 边所受的安培力的平均功率 } P = F_{\text{安}cd} \bar{v} = F_{\text{安}cd} \cdot \frac{v_0}{2}$$

又 cd 边所受的安培力大小 $F_{\text{安}cd} = kBI_0L$

$$\text{联立解得 } P = \frac{kmv_0^3}{8(k-1)s}.$$

$$\text{答案: (1) 见解析 (2) } BLv_1 \quad (3) \frac{kmv_0^3}{8(k-1)s}$$

7. 解析: (1) $t = 0$ 时, 金属杆长度即切割磁感线的有效长度, 为 $L = 2d \sin \frac{\theta}{2} = 3 \text{ m}$

根据法拉第电磁感应定律得 $E = BLv = 1.5 \text{ V}$ 。

(2) 由于金属杆做匀速直线运动, 则 $t = 0.8 \text{ s}$ 时, 金属杆仍产生 1.5 V 的电动势

此时由几何关系可知, 金属杆在导轨间的长度为

$$L' = 2 \left(d \cos \frac{\theta}{2} - vt \right) \tan \frac{\theta}{2} = 1.8 \text{ m}$$

根据法拉第电磁感应定律得, 金属杆在导轨间的部分切割磁感线产生的感应电动势为 $E' = BL'v = 0.9 \text{ V}$

根据题意可知导轨的电阻均不计, 则金属杆在导轨间部分的电势差为 0

因此, 金属杆两端的电势差可看成是金属杆除与导轨构成回路外的部分产生的感应电动势的总和, 则金属杆两端的电势差为 $U = E - E' = 0.6 \text{ V}$, 由右手定则可知金属杆上端的电势较高。

(3) 设 t 时刻导轨间金属杆切割磁感线产生的感应电动势为 $E'' = BL''v$

$$\text{此时导轨间金属杆的电阻为 } R'' = \frac{L''}{L}R$$

根据闭合电路欧姆定律得, 流过金属杆的电流为

$$I = \frac{E''}{R''} = \frac{BL''v}{\frac{L''}{L}R} = \frac{BLv}{R} = 5 \text{ A}$$

由此可知整个过程中任意时刻流过金属杆的电流均相同

根据电流的定义式可得, 整个过程通过金属杆的电荷量为 $q =$

$$It = I \cdot \frac{d \cos \frac{\theta}{2}}{v} = 10 \text{ C}.$$

(4) 由安培力公式可知 t 时刻金属杆所受安培力大小为 $F_A =$

$$BIL'' = BI \cdot 2 \left(d \cos \frac{\theta}{2} - vt \right) \tan \frac{\theta}{2}$$

t 时刻金属杆的位移大小为 $x = vt$

由此可知安培力与位移呈线性关系, 根据功能关系可知, 整个过程金属杆克服安培力做的功转化为金属杆产生的焦耳热, 因

$$\text{此整个过程金属杆上产生的焦耳热为 } Q = \bar{F}_A x_{\text{总}} = \frac{1}{2} F_{A0} x_{\text{总}} = \frac{1}{2} BIL \cdot d \cos \frac{\theta}{2} = 7.5 \text{ J}.$$

答案: (1) 1.5 V (2) 0.6 V (3) 10 C (4) 7.5 J

课时提能作业(六十三)

1. C [金属框以初速度 v_0 向右运动时, 导体棒 MN 还没开始运动, 此时金属框 bc 边切割磁感线产生感应电动势, 根据右手定则知, 回路中的感应电流的方向为 $c \rightarrow b \rightarrow M \rightarrow N \rightarrow c$, A 错误; 金属框 bc 边中的电流方向为 $c \rightarrow b$, 导体棒 MN 中的电流方向为 $M \rightarrow N$, 根据左手定则可知, 导体棒与金属框所受安培力大小相等, 方向相反, 把框和棒 MN 视为一个系统, 遵循动量守恒定律, 则有 $2mv_0 = 3mv$, 解得其共同速度 $v = \frac{2v_0}{3}$, 方向向右, B 错误; 以棒 MN 为研究对象, 由动量定理得 $BIL \Delta t = mv - 0$, 即 $BLq = m \cdot \frac{2v_0}{3} - 0$, 即整个过程中通过导体棒的电荷量为 $q = \frac{2mv_0}{3BL}$, C 正确; 根据能量守恒定律, 整个运动过程中产生的总热量 $Q = \frac{1}{2} \times 2mv_0^2 - \frac{1}{2} \times 3mv^2 = \frac{1}{3} mv_0^2$, D 错误。]

2. BD [b 下滑到底端过程有 $m_b g R = \frac{1}{2} m_b v_0^2$, 可得到达底端时的速度 $v_0 = 4 \text{ m/s}$, b 刚进入磁场时, a 的加速度最大, 此时 $E = BLv_0$, $I = \frac{E}{2r}$, 对导体棒 a, 有 $ILB = m_a a$, 解得 $I = 5 \text{ A}$, $a = 12.5 \text{ m/s}^2$, 故 A 错误, B 正确; b 进入磁场后, a、b 组成的系统动量守恒, 则有 $m_b v_0 = (m_a + m_b) v$, 由能量守恒定律得损失的机械能 $\Delta E = \frac{1}{2} m_b v_0^2 - \frac{1}{2} (m_a + m_b) v^2$, 解得 $\Delta E = 0.6 \text{ J}$, 安培力对系统做的总功为负功, 数值上等于系统损失的机械能, 即整个过程中安培力对 a、b 做功的总和为 -0.6 J , 故 C 错误; 因两根导体棒电阻相等, 故导体棒 a 产生的焦耳热为 0.3 J , 故 D 正确。]

3. AC [S_1 闭合、 S_2 断开时, 区域 I 中产生感应电动势给 C_1 充电, 由法拉第电磁感应定律可知产生的感应电动势为 $U_1 = \frac{\Delta B_1}{\Delta t} L^2 = kL^2$, 由电容定义式可得 C_1 充电完毕时的电荷量为 $Q_1 = C_1 U_1 = C_1 kL^2$, A 正确; 由楞次定律和右手螺旋定则可知区域 I 中产生顺时针方向的感应电流, 则 C_1 充电完毕时, 上极

课时提能作业(六十四)

- 板带正电, B 错误; 断开 S_1 、闭合 S_2 时, C_1 放电, 最终回路中感应电流为 0, C_1 、 C_2 和 MN 两端电压相等, 设最终稳定时 C_1 的电荷量为 Q_1' , C_2 电荷量为 Q_2 , 流过 MN 的电荷量为 Q_{MN} , MN 的速度为 v , 对 MN 由动量定理和电流的定义式有 $\bar{B}ILt = BLQ_{MN} = mv$, 结合法拉第电磁感应定律和电容的定义式可知 $\frac{Q_1'}{C_1} = \frac{Q_2}{C_2} = BLv$, 联立可得 $Q_{MN} = \frac{m}{BL} \cdot \frac{Q_2}{C_2 BL} = \frac{mQ_2}{C_2 B^2 L^2}$, $Q_1' = \frac{C_1}{C_2} Q_2$, 整个过程由电荷守恒定律有 $Q_1 = Q_1' + Q_2 + Q_{MN}$, 联立可得 $Q_2 = \frac{kC_1 C_2 B^2 L^4}{B^2 L^2 (C_1 + C_2) + m}$, $v = \frac{Q_2}{C_2 BL} = \frac{kC_1 BL^3}{B^2 L^2 (C_1 + C_2) + m}$, C 正确, D 错误。]
4. D [金属棒 ab 刚开始运动时, 根据右手定则可知 cd 棒中的电流方向为 $c \rightarrow d$, 故 A 错误; ab 运动后, 由于安培力作用, 速度会逐渐减小, 同时 cd 棒将做加速运动, 回路总电动势减小, 电流减小, cd 棒受到的安培力会减小, 由 $F = m_{cd}a$ 可知, cd 棒的加速度会减小, 故 B 错误; 两金属棒组成的系统动量守恒, 有 $mv_0 = (m + m_{cd})\frac{1}{3}v_0$, 解得 $m_{cd} = 2m$, 由于 ab 棒与 cd 棒质量之比为 1:2, 且它们的材料和长度相同, 故横截面积之比为 1:2, 由 $R = \rho \frac{L}{S}$ 得电阻之比为 2:1, 故 ab 棒与 cd 棒产生的热量之比为 2:1, 根据两棒组成的系统能量守恒有 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}(m + m_{cd}) \cdot \left(\frac{1}{3}v_0\right)^2 + Q$, $0 \sim t_0$ 时间内 ab 棒产生的热量 $Q_{ab} = \frac{2}{3}Q = \frac{2}{9}mv_0^2$, 故 C 错误; 对 cd 棒列动量定理有 $\bar{B}ILt_0 = 2m \times \frac{1}{3}v_0$, 又 $q = \bar{I}t_0$, 则在 $0 \sim t_0$ 时间内, 通过 cd 棒的电荷量 $q = \frac{2mv_0}{3BL}$, 故 D 正确。]

5. 解析: (1) 由法拉第电磁感应定律可知, 初始时机械臂 1 的感应电动势大小为 $E = BLv_0$
由右手定则, 知电流方向沿机械臂 1 向上。
(2) 达到稳定前, 两臂电流分别为 I_1 和 I_2
安培力大小分别为 $F_1 = BI_1 L$, $F_2 = BI_2 L$
电容器电压为 U , 其带电荷量为 $Q = CU$ 。
(3) 达到稳定状态时, $I_1 = I_2 = I = 0$, 两机械臂的速度相同, 设为 v , 对机械臂 1 和 2 分别根据动量定理有 $-\sum BI_1 L \Delta t = mv - mv_0$, $\sum BI_2 L \Delta t = mv$
其中 $\sum I_1 \Delta t = Q_1$, $\sum I_2 \Delta t = Q_2$
电容器充电量 $Q = Q_1 - Q_2 = CU$
稳定时 $U = BLv$

$$\text{联立以上方程, 解得 } v = \frac{mv_0}{2m + B^2 L^2 C}, \text{ 方向向右}$$

$$\text{稳定前任意时刻, } U = BLv_1 - I_1 R = BLv_2 + I_2 R$$

$$\text{即 } BL(v_1 - v_2) = I_2 R + I_1 R$$

$$\text{对时间累计, 有 } \sum BL(v_1 - v_2) \Delta t = \sum I_2 R \Delta t + \sum I_1 R \Delta t$$

$$\text{其中 } (v_1 - v_2) \Delta t = d_{\min}, \text{ 即 } BLd_{\min} = (Q_1 + Q_2)R$$

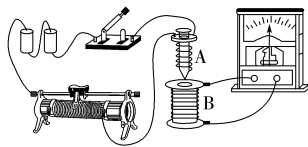
$$\text{由前面动量定理的方程可得 } BL(Q_1 + Q_2) = mv_0$$

$$\text{解得初始时刻两机械臂的最小距离为 } d_{\min} = \frac{mv_0 R}{B^2 L^2}。$$

$$\text{答案: (1) } BLv_0 \quad \text{沿机械臂 1 向上} \quad (2) BI_1 L \quad BI_2 L \quad CU$$

$$(3) \frac{mv_0}{2m + B^2 L^2 C}, \text{ 方向向右} \quad \frac{mv_0 R}{B^2 L^2}$$

1. BC [分析实验目的可知, 本实验需要通过电流表指针的偏转方向分析感应电流的方向, 不需要记录感应电流的大小, A 错误, B 正确; 比较甲和乙, 磁体的 N 极和 S 极分别靠近螺线管, 感应电流方向相反, 则感应电流的方向与条形磁体的插入端是 N 极还是 S 极有关, C 正确。]
2. 解析: (1) 磁铁 N 极向下从线圈上方竖直插入 L 时, 磁铁产生的磁场方向向下且增强, 感应磁场方向向上, 根据安培定则可知感应电流方向为逆时针方向(俯视线圈), 且电流方向在线圈中为 $b \rightarrow a$ 并流入电流计左端, 可知线圈为顺时针绕向。
(2) 条形磁铁从题图中虚线位置向右远离 L 时, 线圈的磁场方向向上且减弱, 且感应电流从电流计右端流入, 根据安培定则可知线圈为逆时针绕向。
答案: (1) 顺时针 (2) 逆时针
3. 解析: (1) 将电源、开关、A 线圈、滑动变阻器串联成一个回路, 再将电流计与 B 线圈串联成另一个回路, 电路图如图所示。



- (2) ① 闭合开关, 穿过 B 线圈的磁通量增大, 灵敏电流计的指针向右偏转了一下, 滑片向右移动, 滑动变阻器接入电路的电阻减小, A 线圈中电流增大, 穿过 B 线圈的磁通量增大, 指针向右偏转; ② 拔出铁芯, 穿过 B 线圈的磁通量减小, 指针向左偏转。
(3) 产生感应电流的本质是穿过 B 线圈的磁通量发生变化。
答案: (1) 见解析图 (2) ① 右 ② 左 (3) 穿过 B 线圈的磁通量发生变化
4. 解析: (1) 电路中串联定值电阻, 目的是减小电流, 保护灵敏电流计, 故选 C。
(2) 由题意知, 当电流从灵敏电流计正接线柱流入时, 指针向左偏转。S 闭合后, 将原线圈 A 插入副线圈 B 的过程中, 穿过 B 的磁场向下, 磁通量变大, 由楞次定律可知, 感应电流从灵敏电流计正接线柱流入, 则灵敏电流计的指针将向左偏转。
(3) 线圈 A 放在 B 中不动, 穿过 B 的磁场向下, 将滑动变阻器的滑片向左滑动时, 穿过 B 的磁通量增大, 由楞次定律可知, 感应电流从灵敏电流计正接线柱流入, 则灵敏电流计的指针将向左偏转。
(4) 线圈 A 放在 B 中不动, 穿过 B 的磁场向下, 突然断开 S 时, 穿过 B 的磁通量减小, 由楞次定律可知, 感应电流从灵敏电流计负接线柱流入, 则灵敏电流计的指针将向右偏转。
答案: (1) C (2) 向左 (3) 向左 (4) 向右
5. 解析: 由操作 2 可知, 在开关 S 闭合的情况下, 滑动变阻器的滑片向右滑动时, 电阻变大, 电流减小, 此时穿过线圈 C 的磁通量减小, 表针向右摆动; 操作 1 闭合开关 S 瞬间, 电流变大, 穿过线圈 C 的磁通量增加, 则表针向左摆动; 操作 3 在开关 S 闭合的情况下, 线圈 A 远离线圈 C 时, 穿过线圈 C 的磁通量减小, 则表针向右摆动; 操作 4 在开关 S 闭合的情况下, 将线圈 A 中的铁芯抽出时, 穿过线圈 C 的磁通量减小, 则表针向右摆动。
答案: 左 右 右

课时提能作业(六十五)

1. BD [磁极顺时针匀速转动相当于线圈逆时针匀速转动, 线圈从中性面位置开始转动, 磁极转过 90° 时即线圈逆时针转过 90° 时, 穿过线圈的磁通量为 0, 磁通量的变化率最大, 线圈中电流最大, A 错误, B 正确; 磁极转过 90° 时相当于题图中 PQ 向下

- 切割磁感线,由右手定则可知线圈中电流方向由Q指向P,C错误,D正确。]
2. D [由题可知,从线圈平面与磁场方向平行开始计时,线圈产生的感应电动势表达式 $e = E_m \cos \omega t = E_m \cos \frac{2\pi}{T} \cdot t$,当 $t = \frac{T}{6}$ 时,线圈中的感应电动势为4 V,即 $E_m \cos \frac{\pi}{3} = 4$ V,解得 $E_m = 8$ V,故线圈感应电动势的有效值 $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 4\sqrt{2}$ V,故D正确。]
3. A [题图所示位置线框处于与中性面垂直的平面,此时产生的感应电动势最大,为 $E_m = NBS\omega$,根据正弦式交变电流的表达式可知,感应电动势随时间的变化关系为 $e = NBS\omega \cos \omega t$,故选A。]
4. D [由题图可知交流电的周期为0.02 s,则频率为 $f = \frac{1}{T} = 50$ Hz,故A错误;根据题图可知电压的峰值为 $10\sqrt{2}$ V,根据欧姆定律可知电流的峰值 $I_m = \frac{U_m}{R} = \frac{10\sqrt{2}}{50} \text{ A} = 0.2\sqrt{2}$ A,故B错误;电流的有效值为 $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.2$ A,所以电阻在1 s内消耗的电能为 $W = I^2 R t = 0.2^2 \times 50 \times 1 \text{ J} = 2 \text{ J}$,故C错误;根据题图可知电阻两端电压的表达式为 $u = U_m \sin \omega t = 10\sqrt{2} \sin \frac{2\pi}{T} t$ (V) $= 10\sqrt{2} \sin 100\pi t$ (V),故D正确。故选D。]
5. B [结合 $Q = \frac{U^2}{R} t$ 可知 $Q_1 = \left(\frac{U_0}{\sqrt{3}}\right)^2 \frac{1}{R_1} \cdot \frac{T}{2} + (U_0)^2 \frac{1}{R_1} \cdot \frac{T}{2} = \frac{2U_0^2 T}{3R_1}$, $Q_2 = \left(\frac{U_0}{\sqrt{2}}\right)^2 \frac{1}{R_2} T = \frac{U_0^2 T}{2R_2}$,又 $R_1 = R_2$,所以 $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{4}{3}$,B正确。]
6. D [题图甲对应的交流电,一个周期内金属棒转过的角度为 2π ,所以其周期为 $T_\varphi = \frac{2\pi}{\omega}$,题图乙所示的交流电,一个周期内金属棒转过的角度为 π ,所以其周期为 $T_\varepsilon = \frac{\pi}{2\omega}$,则 $T_\varepsilon = \frac{1}{4} T_\varphi$,A、B错误;金属棒绕O点旋转切割磁感线产生的感应电动势为 $E = BL \frac{0 + \omega' L}{2} = \frac{1}{2} BL^2 \omega'$,所以 $\frac{E_\varphi}{E_\varepsilon} = \frac{B_0 \omega}{4B_0 \cdot 2\omega} = \frac{1}{8}$,即 $E_\varepsilon = 8E_\varphi$,C错误,D正确。]
7. D [由题图乙可知,线框磁通量的最大值为 $\Phi_m = 2$ Wb,线框转动的周期为 $T = 0.1$ s,角速度为 $\omega = \frac{2\pi}{T}$,则线框产生的电动势的最大值为 $E_m = NBS\omega = N\Phi_m \omega = 200\pi$ V,该线框产生的电动势有效值为 $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 100\sqrt{2}\pi$ V,故A错误;该线框的转速为 $n = \frac{1}{T} = 10$ r/s,故B错误;该线框在前四分之一周期内磁通量的变化量为 $\Delta\Phi = \Phi_m - 0$,则电动势的平均值为 $\bar{E} = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 400$ V,故C错误;该线框产生的电动势的瞬时值为 $e = N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$,该线框的磁通量变化率为 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{e}{N}$,则磁通量变化率的最大值为 $\frac{E_m}{N} = 40\pi$ Wb/s,故D正确。]
8. BD [由题图可知,在 $0 \sim t_0$ 内和 $2t_0 \sim 3t_0$ 内圆环I中的电流大小均为 $I_1 = \frac{\pi r^2 B_0}{R t_0}$,在 $t_0 \sim 2t_0$ 内圆环I中的电流大小为 I_2

$$= \frac{2\pi r^2 B_0}{R t_0}, \text{设圆环I中电流的有效值为 } I, \text{根据有效值定义可}$$

得 $I^2 R \cdot 3t_0 = I_1^2 R \cdot 2t_0 + I_2^2 R t_0$,联立解得 $I = \frac{\sqrt{2} \pi r^2 B_0}{R t_0}$,故A错误;设右侧有一与无限长的直导线CD对称的无限长的直导线 $C'D'$ 与CD构成回路,则 $t = 1.5t_0$ 时刻,CD、 $C'D'$ 回路产生的总电动势为 $E_{\text{总}} = \pi r^2 \cdot \frac{2B_0}{t_0}$,根据对称性可知 $t = 1.5t_0$ 时刻直导线CD电动势为 $\pi r^2 \cdot \frac{B_0}{t_0}$,故B正确;由于圆环II处于磁场外部,通过圆环II的磁通量一直为0,所以圆环II不会产生感应电流,则 $t = 0.5t_0$ 时刻圆环II中电流为0,故C错误;假设有一金属圆与PQ所在的感生电场线重合,则沿圆环转一圈,电势差即为感生电动势的大小,由法拉第电磁感应定律知,在 $t = 0.5t_0$ 时刻产生的电动势为 $E = \pi r^2 \frac{B_0}{t_0}$,则P、Q两点间圆弧的电动势为 $E' = \frac{30^\circ}{360^\circ} E = \frac{1}{12} \pi r^2 \frac{B_0}{t_0}$,则圆环II上PQ间电动势为 $\frac{1}{12} \pi r^2 \frac{B_0}{t_0}$,故D正确。]

9. C [线框穿过磁场区时,BC或AD边切割磁感线的有效长度为y,产生的感应电动势 $e = Byv = 2Bv \sin \frac{\pi}{2} vt$,线框所受的安培力 $F = \frac{B^2 y^2 v}{R}$,当 $y = 2$ m时,安培力最大,最大值 $F_m = \frac{0.4^2 \times 2^2 \times 10}{0.5} \text{ N} = 12.8 \text{ N}$,拉力的最大功率 $P_m = F_m v = 128 \text{ W}$,A、B错误;由能量守恒定律可知,线框通过磁场区拉力做的功等于电阻产生的热量,用有效值计算: $W = Q = I^2 R t = \frac{E^2}{R} t = \left(\frac{8}{\sqrt{2}}\right)^2 \times \frac{1}{0.5} \times \frac{4}{10} \text{ J} = 25.6 \text{ J}$,C正确,D错误。]

课时提能作业(六十六)

1. A [因为变压器的输入、输出端必须是交变电流,所以送电端先使用交流电升压,再用“整流”设备把交流电转换成直流电,A正确;用户端应先逆变为交流电再降压,B错误;1100 kV指的是交流电的有效值,C错误;由远距离输电的原理可知,输电功率由用户端决定,D错误。]
2. D [电压互感器并联在电网上,且需要一个把高电压变成低电压的降压变压器,根据理想变压器原、副线圈电压之比等于匝数之比,可知原线圈(电网所连部分)的匝数要大于副线圈的匝数,故A、B错误;电流互感器串联在电网上,且需要把一个电流变成小电流,根据理想变压器原、副线圈的电流之比等于匝数的反比,可知原线圈的匝数要小于副线圈的匝数,故C错误,D正确。]

3. AC [

$$\begin{aligned} & \text{原线圈输入电压为 } u = 100\sqrt{2} \sin 100\pi t \text{ (V)} \rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} \text{ Hz} = 50 \text{ Hz} \rightarrow \text{B错误} \\ & \rightarrow U_{\text{原}} = \frac{u_m}{\sqrt{2}} = 100 \text{ V} \rightarrow n_{\text{原}} = 50 \rightarrow \text{A正确} \\ & \text{理想变压器} \begin{cases} \text{电压关系 } \frac{U_{\text{原}}}{U_{\text{乙}}} = \frac{n_{\text{原}}}{n_{\text{乙}}} \text{ 灯泡乙正常发光 } \rightarrow U_{\text{乙}} = 2 \text{ V}, n_{\text{乙}} = 1 \\ \text{功率关系 } P_{\text{原}} = P_{\text{甲}} + P_{\text{乙}} = 11 \text{ W} \rightarrow \text{C正确} \\ \text{灯泡正常发光 } \rightarrow P_{\text{原}} = P_{\text{甲}} + P_{\text{乙}} = 11 \text{ W} \\ \text{功率公式 } U_{\text{原}} = \frac{u_m}{\sqrt{2}} = 100 \text{ V} \\ \rightarrow I_{\text{原}} = \frac{P_{\text{原}}}{U_{\text{原}}} = 0.11 \text{ A} \rightarrow I_{\text{原m}} = \sqrt{2} I_{\text{原}} = 0.11\sqrt{2} \text{ A} \rightarrow \text{D错误} \end{cases} \end{aligned}$$

4. **B** [由题图乙可知交流电的周期为 $T = 2.5 \text{ s} - 0.25 \text{ s} = 2.25 \text{ s}$, A 错误; 结合题图乙可知原线圈两端电压的有效值为 $U_1 = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 48 \text{ V}$, 由理想变压器的变压规律有 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$, 代入可得副线圈两端电压的有效值 $U_2 = 12 \text{ V}$, 又电压表测的是副线圈两端电压的有效值, 所以电压表示数为 12 V , B 正确; 设通过 R_1 的电流为 I_1 , 通过 R_2 的电流为 I_2 , 则由并联电路规律有 $I_1 R_1 = I_2 R_2$, 可得 $I_1 = \frac{1}{2} I_2$, 则副线圈干路中的电流为 $I_T = 3I_1$, 即副线圈干路中的电流为 R_1 中电流的 3 倍, C 错误; 由于该变压器为理想变压器, 所以原、副线圈的功率之比为 $1:1$, D 错误。]

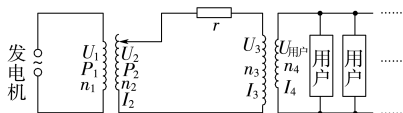
5. **D** [根据理想变压器电压比与匝数比关系可知 $\frac{U_1}{U_3} = \frac{n_1}{n_3}$, $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$, 由于输入电压 U_1 不变, 可知 $\frac{U_2}{U_3} = \frac{n_2}{n_3}$, 即 $\frac{u_2}{U_m \sin \omega t} = \frac{n_2}{n_3}$, 解得 $u_2 = \frac{9}{8} U_m \sin \omega t$, 此时输出的交流电的周期为 $T = \frac{2\pi}{\omega}$ 。故选 D。]

6. **C** [根据理想变压器原、副线圈两端电压之比等于其匝数之比, 可得 $\frac{U_1}{n_1} = \frac{U_2}{n_2} = \frac{U_3}{n_3}$, 已知 $n_1 : n_2 : n_3 = 10 : 5 : 1$, $U_1 = 220 \text{ V}$, 解得 $U_2 = 110 \text{ V}$, $U_3 = 22 \text{ V}$, 根据欧姆定律得 $I_2 = \frac{U_2}{R_2} = 1 \text{ A}$, 根据理想变压器有多个副线圈时, 原线圈的输入功率等于副线圈的输出功率之和, 可得 $U_1 I_1 = U_2 I_2 + U_3 I_3$, 解得 $I_1 = 0.7 \text{ A}$, 故选 C。]

7. **D** [根据 $P = UI$ 可知, 当电压从 500 kV 提高到 $1\,000 \text{ kV}$ 时, 发电厂的输出功率恒定, 则输电电流降为原来的 $\frac{1}{2}$, 故 A、B 错误; 线路采用分裂导线设计, 单位长度的电阻因导线截面优化降至原来的四分之一, 又由 $P_{\text{损}} = I^2 R$ 可知, 线路单位长度的功率损耗降至原来的 $\frac{1}{16}$, 故 C 错误, D 正确。]

8. **B** [a、b 间接入电路的电压有效值为 $U_1 = 12 \text{ V}$, 根据 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2}$ 可得 $U_2 = 36 \text{ V}$, 当滑片 P 位于中间、电阻箱的阻值调为 $18 \, \Omega$ 时, 对副线圈上的电阻箱由欧姆定律有 $I_2 = \frac{U_2}{2R}$, 解得 $I_2 = 1 \text{ A}$, A 错误; 当副线圈接入电路的匝数调整为总匝数 n_2 的 $\frac{1}{3}$ 时, 结合 A 项分析可得 $I_2 = \frac{U_2}{3R} = 2 \text{ A}$, B 正确; 输入端电压调整为 $u = 12\sqrt{2} \sin(50\pi t) \text{ V}$ 时, 有效电压为 12 V , 结合 A 项分析可解得 $I_2 = 3 \text{ A}$, C 错误; 输入端电压调整为 $u = 6\sqrt{2} \sin(100\pi t) \text{ V}$ 时, 有效电压为 6 V , 结合 A 项分析可解得 $I_2 = 1.5 \text{ A}$, D 错误。]

9. **AC** [整个电路物理量标注如图所示。]



设用户端总电阻为 $R_{\text{用户}}$, 降压变压器输入端等效为电阻 R_x , 则有 $I_3^2 R_x = I_4^2 R_{\text{用户}}$, 因为 $I_3 n_3 = I_4 n_4$, 又 $I_2 = I_3$, 对于输电线

有 $I_2 = \frac{U_2}{r + R_x}$, 联立可得 $I_2 = \frac{U_2}{r + \left(\frac{n_3}{n_4}\right)^2 R_{\text{用户}}}$, 仅增加用户数,

则 $R_{\text{用户}}$ 减小, 可知 I_2 增大, 根据 $\Delta P = I_2^2 r$ 可知 r 消耗的功率增大, 故 A 正确; 仅增加用户数, I_2 增大, 根据 $U_3 = U_2 - I_2 r$ 可知 U_3 减小, 根据用户端的电压 $U_4 = \frac{n_4}{n_3} U_3$ 可知用户端的电

压减小, 故 B 错误; 仅适当增加 n_2 , 根据 $U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1$ 可知 U_2 增大, 根据 $I_2 = \frac{U_2}{r + \left(\frac{n_3}{n_4}\right)^2 R_{\text{用户}}}$ 可知 I_2 增大, 根据 $U_3 = I_2 R_x$ 可

知 U_3 增大, 根据用户端的电压 $U_4 = \frac{n_4}{n_3} U_3$, 可知用户端的电压增大, 故 C 正确; 由 C 选项可知, 仅适当增加 n_2 , U_2 、 I_2 均增大, 整个电路消耗的电功率 $P_1 = P_2 = U_2 I_2$, 则整个电路消耗的电功率变大, 故 D 错误。]

课时提能作业(六十七)

1. **C** [周期性变化的磁场产生周期性变化的电场, A 项错误; 均匀变化的磁场产生恒定的电场, B 项错误; 电磁波在真空中传播的速度大于在介质中传播的速度, C 项正确; 电磁波传播过程中, 电场激发磁场, 磁场激发电场, 两者是相互关联的, D 项错误。]
2. **AB** [紫外线的频率高, 能量强, 常用于杀菌, 紫外灯属于电磁波的应用, A 正确; X 光的穿透能力较强, 常用于拍胸片, X 光机属于电磁波的应用, B 正确; 超声波雾化器属于超声波的应用, 超声波属于机械波, 不属于电磁波, 故与电磁波无关, C 错误; “彩超”机属于超声波的应用, D 错误。]
3. **D** [接收电路与电磁波发生电谐振时, 即接收电路的固有频率等于电磁波的频率时, 电路中激起的感应电流最大, 选项 A 正确; 根据调谐概念可知, 选项 B 正确, D 错误; 收音机的接收电路是 LC 振荡电路, 选项 C 正确。]
4. **A** [调制是把低频信号加到高频电磁波上增强发射能力, 即辐射本领变强; 电磁波在真空中的波速等于光速, 所以传播速度不变; 调频时, 频率改变, 周期变化, 根据 $v = \lambda f$ 可知, 波长改变。故选 A。]
5. **C** [根据光速不变原理, 不论光源与观察者之间做怎样的相对运动, 光速都是一样的, 等于 c , A 错误; 教室相对于飞船向左运动, 则光到前壁的路程变短, 飞船上的观察者观察到光先到达前壁, D 错误; 根据爱因斯坦的相对论, 知太空飞船上的观察者观察到教室中的时钟变慢, 即观测到飞船上的时间进程比教室的快, 教室的长度变短, 小于 10 m , B 错误, C 正确。]
6. **C** [因为 L 为一电阻可忽略的线圈, 可知当开关闭合时, 电容器带的电荷量为零, 通过线圈 L 的电流向下; 断开开关 S 后, 电流在 LC 电路中开始振荡, 电容器开始充电, 电流方向为逆时针方向(负方向)且电流逐渐减小, b 板带正电荷且逐渐增加, 即负方向的电场强度逐渐增加, 故选项 A、B、D 错误, C 正确。]
7. **D** [无线电波在真空中传播的速度都等于光速, 故 A 错误; 5G 通信技术采用了 $3\,300 \sim 5\,000 \text{ MHz}$ 频段的无线电波, 由 $c = f\lambda$ 可知 5G 通信技术采用的无线电波的波长在 $6 \sim 9 \text{ cm}$ 间, 属于厘米波, 故 B 错误; 题图所示时刻, 电容器正在充电, 磁场能转化为电场能, 所以电感线圈储存的磁场能正在减少, 电容器两极板带的电荷量正在增加, 故 C 错误, D 正确。]
8. **C** [由题图乙可知, 0 至 0.5 ms 内, 通过 P 点的电流逐渐增大, 则电容器正在放电, 故 A 错误; 0.5 ms 至 1 ms 内, 通过 P

点的电流向右且逐渐减小,则电容器正在充电,电容器下极板带正电,故B错误;1 ms至1.5 ms内,通过P点的电流向左且逐渐增大,则电容器正在放电,电容器下极板带正电,上极板带负电,可知Q点的电势比P点的电势高,故C正确;由题图乙可知,电流的周期 $T=2\text{ ms}$,若电容器的电容 C 加倍,根据 $T=2\pi\sqrt{LC}$,则电流的周期将变为 $T'=\sqrt{2}T=2\sqrt{2}\text{ ms}$,故D错误。]

9. D [电路中的磁场能最大时,电容器极板间电场能最小,此时电场能为零,A错误;电容器极板间场强增大时,电容器正在充电,磁场能转化为电场能,电路中电流正在减小,B错误;电容器充电结束时,电容器带电荷量达到最大,电场能最大,电路中电流为零,C错误;由 $T=2\pi\sqrt{LC}$,得 $T^2=4\pi^2 LC$,由 T^2-C 图像的斜率可以计算得到线圈的自感系数,D正确。]

10. D [当开关断开时,灰尘静止,则有 $Eq=mg$,此时电场能最大,极板间电场强度最大,若开关闭合,电场能减小,极板间电场强度减小,则灰尘会向下极板运动,振荡回路磁场和电场周期性改变,根据对称性可知当电场方向和初始状态相反且电场能最大时,静电力方向竖直向下,和重力方向相同,此时灰尘的加速度为 $2g$,所以灰尘的加速度不可能向上,灰尘的加速度大于等于0,且一直向下,所以灰尘不会在两极板间做往复运动,故A、B、C错误;当磁场能最大时,电场能为0,极板间电场强度为0,灰尘只受重力,加速度一定为 g ,故D正确。]

课时提能作业(六十八)

1. 解析:(1)该实验要用低压交流电源和多用电表,所以不需要干电池和滑动变阻器。故选AC。

(2)已知 $N_1=400$ 匝和 $N_2=800$ 匝,题表中每组数据都可以看出电压之比 $\frac{U_1}{U_2}<\frac{N_1}{N_2}=\frac{1}{2}$,由此可知此变压器不是理想变压器,原因是漏磁,从而导致副线圈测量电压小于理论值,故 N_2 一定是原线圈, N_1 一定是副线圈,故选B。

答案:(1)AC (2)B

2. 解析:(1)多用电表选择的是同一挡位,由电阻表的读数规则可知A线圈比B线圈电阻大,由此可推断A线圈的匝数较多。

(2)①用绝缘导线在A线圈的外部或变压器的铁芯上绕制 n 匝线圈;

②将A线圈与低压交流电源相连接;

③用多用电表的交流电压挡分别测量A线圈的输入电压 U_A 和绕制线圈的输出电压 U 。A线圈的匝数为 $n_A=\frac{U_A}{U}n$ 。(其他方法只要合理即可)

答案:(1)A (2)实验步骤见解析 $\frac{U_A}{U}n$

3. 解析:(1)在“探究变压器线圈两端的电压与匝数的关系”实验中,首先将两个线圈套到可拆变压器的铁芯上;再将匝数较多的一组线圈接到学生电源的交流电源输出端上,另一个作为副线圈,连上小灯泡;闭合电源开关,用多用电表的交流电压挡分别测量原线圈和副线圈两端的电压;最后将原线圈与副线圈对调,重复以上步骤。故合理的顺序是①③②④。

(2)两线圈的匝数 $n_1=1\ 600$, $n_2=400$,当将 n_1 作为原线圈时, $U_1=16\text{ V}$,副线圈两端电压 $U_2=4\text{ V}$;当原线圈与副线圈对调后, $U'_1=8\text{ V}$ 时, $U'_2=32\text{ V}$,此时 U'_2 对应的线圈匝数为 n_1 ,而 U'_1 对应的线圈匝数为 n_2 ;由以上数据可得 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$ 。

答案:(1)①③②④ (2) $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$

4. 解析:(1)第三组数据为: $\frac{U_1}{U_2}=\frac{7.8}{15.2}=\frac{1}{1.9}$ 。

(2)线圈匝数之比 $\frac{n_1}{n_2}=\frac{120}{240}=\frac{1}{2}$,结合题表中的数据知,在误差允许的范围内,线圈两端电压与匝数的关系是 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$ 。

(3)从题表中的数据可知副线圈匝数多、电压高,所以该变压器是升压变压器。

答案:(1)1:1.9 (2) $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$ (3)升压

5. 解析:(1)线圈应连到学生电源的交流输出端上。

(2)将与灯泡相连的线圈拆掉部分匝数,其余装置不变,则次级电压会减小,继续实验,灯泡亮度将变暗,这说明灯泡两端的电压变小。

(3)在实验中,测得变压器原、副线圈的匝数分别为180匝和90匝,原线圈电压为12 V,由此可以计算出副线圈电压为 $U_2=\frac{n_2}{n_1}U_1=\frac{90}{180}\times 12\text{ V}=6\text{ V}$ 。

答案:(1)交流 (2)变暗 变小 (3)6

6. 解析:(1)在探究变压器线圈两端电压与匝数的关系的实验中,原线圈两端应接入交变电流,故应将A、B分别与c、d连接。

(2)根据题表中数据可得,在实验误差允许范围内, $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$, $\frac{U_1}{U_3}=\frac{n_1}{n_3}$,得出结论:在实验误差允许范围内,变压器原、副线圈的电压之比等于原、副线圈的匝数之比。

(3)若把题图丙中的可移动铁芯取走,磁损耗变大,原线圈中磁通量变化率比副线圈磁通量变化率大,根据法拉第电磁感应定律知,副线圈两端电压一定小于4.0 V,故选A。

答案:(1)c、d (2)原、副线圈的匝数之比 (3)A

课时提能作业(六十九)

1. D [由光敏电阻的特性可知,光照逐渐变暗时, R_G 的电阻逐渐变大,所以光敏电阻 R_G 的分压逐渐变大,当光敏电阻两端的电压即晶体管b极的电压增大到一定值时,晶体管被导通,A、B、C错误;想要在更暗的时候接通LED灯,即晶体管恰好导通时光敏电阻对应的阻值更大,应将 R_1 的电阻调大,D正确。]

2. A [当门紧闭时,磁体处在干簧管附近,干簧管两个簧片被磁化而接通,触点c、a接通,LED灯亮;当门被推开时,磁体远离干簧管,干簧管两簧片失去磁性而断开,继电器断电,触点c、b接通,LED灯不亮,蜂鸣器H发声报警,B、C、D正确,A错误。]

3. 解析:(1)由于声、光控制开关需要同时满足光线较暗、有声音时接通电路的工作要求,可知声、光控制开关中的声控继电器与光控继电器是串联关系。

(2)题图丙中电流表的量程为0.6 A,精度为0.02 A,根据电流表的读数规律,可知,该电流表的读数为0.42 A。

(3)由于环境亮度越大,光敏元件阻值越小,则当降低光照度阈值时,对应光敏电阻的阻值增大,由于电路电流小于某阈值 I_0 时,继电器开始工作,可知此时应把滑动变阻器阻值调小。

答案:(1)串联 (2)0.42 (3)小

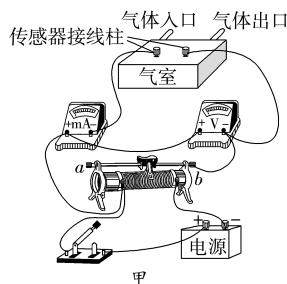
4. 解析:(1)由题图(a)可知,0℃时 $R_0=1.000\times 10^3\ \Omega$,100℃时 $R_{100}=1.385\times 10^3\ \Omega$,故温度每升高1℃,铂电阻的阻值增加量为 $\Delta R=\frac{1.385\times 10^3\ \Omega-1.000\times 10^3\ \Omega}{100\text{ }^\circ\text{C}}\times 1\text{ }^\circ\text{C}=3.85\ \Omega$ 。

(2) 由于电流表 A_2 内阻无准确值, 而电流表 A_1 内阻有准确值, 电流表 A_1 可以当作电压表准确测量铂电阻两端的电压, 由电流表 A_2 的示数减去电流表 A_1 的示数即可准确测量通过铂电阻的电流, 故能准确测出铂电阻阻值的是题图(b)中乙电路; 铂电阻工作电流范围为 $0.1 \sim 0.3 \text{ mA}$, 电源电动势 5 V , 故电路中的总电阻范围应为 $\frac{50}{3} \sim 50 \text{ k}\Omega$, 故保护电阻选 R_1 。

(3) 题图(c)中 A_1 量程 $100 \mu\text{A}$, 分度值 $1 \mu\text{A}$, 要往下估读一位, 故题图(c)的示数为 $62.0 \mu\text{A}$; 题图(b)乙电路中, A_1 与铂电阻并联后再与 A_2 串联, 根据串并联电路特点有 $I_1 r_{A1} = (I_2 - I_1) R_1$, 其中 $r_{A1} = 4.5 \text{ k}\Omega$, $I_2 = 295 \mu\text{A}$, $I_1 = 62.0 \mu\text{A}$, 解得 $R_1 = \frac{62.0 \times 10^{-6} \times 4.5 \times 10^3}{(295 - 62.0) \times 10^{-6}} \Omega \approx 1.197 \times 10^3 \Omega$, 又 $R_1 = 1\ 000 + 3.85t (\Omega)$, 当 $R_1 = 1\ 197 \Omega$ 时, $t = \frac{1\ 197 - 1\ 000}{3.85} \text{ } ^\circ\text{C} \approx 51 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

答案: (1) 3.85 (2) 乙 R_1 (3) 62.0 51

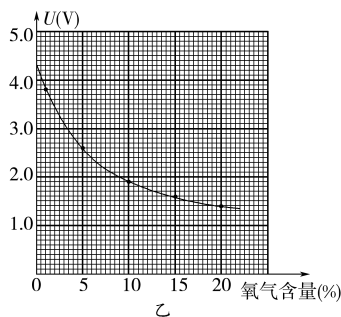
5. 解析: (1) 连接实物图如图甲所示, 注意连线不要有交叉, 且电流从电表的正接线柱流入, 从电表的负接线柱流出。



(3) 为了保护电路, 闭合开关瞬间, 电流表和电压表的示数应为 0, 所以闭合开关前应将滑动变阻器的滑片滑至 a 端。

(6) 根据电压表的读数规则可知, 电压表的示数为 1.40 V 。

(7) 根据题图(b)中的数据点拟合电压表示数 U 与氧气含量的曲线如图乙所示, 则可知当电压表的示数为 1.50 V 时, 氧气含量为 17% 。

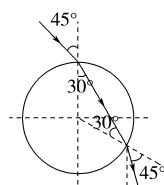


答案: (1) 见解析图 (3) a (6) 1.40 (7) 17

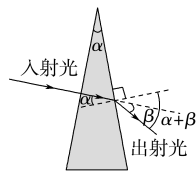
课时提能作业(七十)

- C** [因 $n > \sqrt{2}$ 可得临界角 $\sin C = \frac{1}{n} < \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$, 即 $C < 45^\circ$, 因射到 B 点的光线的入射角为 $\alpha = \frac{180^\circ - 45^\circ}{2} = 67.5^\circ > C$, 可知光线 1 会发生全反射; 因射到 C 点偏上的光线的入射角为 $\beta > 45^\circ > C$, 可知光线 2 会发生全反射。故选 C。]
- B** [由折射定律可知光线射入玻璃时的折射角 r 满足 $\sin r = \frac{\sin 45^\circ}{n}$, 解得 $r = 30^\circ$, 光路图如图所示, 则由几何知识可知, 该光线从圆柱体中射出时与竖直方向的夹角 $\alpha = 2 \times 30^\circ - 45^\circ = 15^\circ$, B 正确。]

- A** [作出光射出玻璃时界面的法线如图所示, 由几何关系可知, 光射出玻璃时的折射角(在空气中的光线与法线的夹角)为 $\alpha + \beta$, 入射角(在玻璃中的光线与法线的夹角)为 α , 由折射定律 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ 可知该折射率为 $n = \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin \alpha}$, A 正确。]



- AD** [光纤底端锥形的顶角为 90° , 单色光平行轴线入射, 且锥面外为空气时光在锥面恰好发生全反射, 则此时该单色光发生全反射的临界角为 $C = 45^\circ$, 则由发生全反射的临界角公式可得 $n = \frac{1}{\sin C} = \sqrt{2}$, A 正确; 由 $v = \frac{c}{n}$ 可知该单色光在此光纤中的传播速度是真空中光速的 $\frac{\sqrt{2}}{2}$, B 错误; 由题意可知探测器可接收在锥面发生反射的光, 浸入液体前锥面外全部是空气, 该单色光全部在锥面发生全反射, 全部被探测器探测到, 此时探测器探测到的光强最强, 而锥面浸入液体的过程中, 部分锥面外为液体, 由于被测液体的折射率大于此光纤折射率, 则该单色光在这部分锥面无法发生全反射, 则探测器无法探测到全部的单色光, 即其探测到的光强相对于浸入液体前变弱, C 错误; 结合 C 项分析可知, 锥面完全浸入液体后, 若探测到的光强在变强, 说明锥面外更多部分的液体变为空气, 即检测到气泡, D 正确。]



- CD** [因为 $1.4 < \sqrt{2}$, 故当选用折射率为 1.4 的光学玻璃时, 根据 $\sin C = \frac{1}{n}$, 可知 $\sin C > \frac{\sqrt{2}}{2}$, 即 $C > 45^\circ$, 根据几何知识可知光线第一次发生全反射时的入射角为 $\theta < 45^\circ < C$, 故选用折射率为 1.4 的光学玻璃时此时不会发生全反射, 故 A 错误; 当 $\theta = 30^\circ$ 时, 此时入射角为 30° , 选用折射率为 1.6 的光学玻璃时, 此时的临界角为 $\sin C = \frac{1}{1.6} = 0.625 > 0.5 = \sin 30^\circ$, 故 $C > 30^\circ$, 故此时不会发生全反射, 故 B 错误; 若选用折射率为 2 的光学玻璃, 此时临界角为 $\sin C = \frac{1}{2}$, 即 $C = 30^\circ$, 此时光线第一次要发生全反射, 入射角一定大于 30° , 即第一次发生全反射时的入射光线和反射光线的夹角一定大于 60° , 根据几何关系可知第一次发生全反射时的入射光线和反射光线的夹角等于第二次全反射入射角, 故可能为 70° , 故 C 正确; 若入射光线向左移动, 可知第一次全反射时的反射光线向左移动, 第二次全反射时的反射光线向左移动, 同理, 第三次全反射时的反射光线向左移动, 即出射光线向左移动, 故 D 正确。]

- A** [由题意可知当屏上无光点时, 光线从隔板射到空气上时发生了全发射, 出现亮点时, 光线从溶液射到隔板再射到空气时发生了折射, 设入射光从溶液射入透明隔板的入射角为 θ , 可知从出现亮点到亮点消失, 满足 $2\theta = \omega \Delta t$, 光线能透过液体和隔板从空气中射出时, 即出现亮点时, 可知光线在空气中的入射角为 θ 时, 光线在隔板和空气界面发生全反射, 在隔板和液体界面, 有 $\frac{\sin \theta}{\sin C} = \frac{n}{n_x}$, 在隔板和空气界面 $n = \frac{1}{\sin C}$, 解得 $n_x = \frac{1}{\sin(\frac{\omega \Delta t}{2})}$, 故选 A。]

- 解析:** (1) 画光路图如图 1 所示

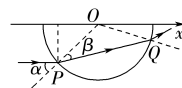


图 1

由几何关系可得 $\alpha=45^\circ, \beta=30^\circ$

$$\text{则 } n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{2}.$$

(2) 激光能射到圆心 O 上, 说明入射光线一定沿半径方向射入玻璃砖, 画光路图如图 2 所示。

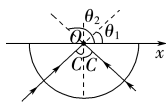


图2

由 $\sin C = \frac{1}{n}$ 可得 $C=45^\circ$, 由图 2 可知: $\theta_1=45^\circ, \theta_2=135^\circ$

设入射光线与 x 轴之间夹角为 θ 时可以在 O 点发生全反射, 则 $0^\circ < \theta \leq \theta_1$ 或 $\theta_2 \leq \theta \leq 180^\circ$

即 $0^\circ < \theta \leq 45^\circ$ 或 $135^\circ \leq \theta < 180^\circ$ 。

答案: (1) $\sqrt{2}$ (2) $0^\circ < \theta \leq 45^\circ$ 或 $135^\circ \leq \theta < 180^\circ$

课时提能作业(七十一)

1. B [利用光导纤维传递信息, 实现光纤通信, 是全反射现象, 原理与该现象不相同, A 错误; 阳光下的肥皂泡呈现彩色条纹是光的干涉, 原理与该现象相同, B 正确; 电影院放映 3D 影片, 佩戴立体眼镜, 形成立体效果, 是光的偏振, 原理与该现象不相同, C 错误; 泊松亮斑是光的衍射, 原理与该现象不相同, D 错误。]

2. A [相邻亮条纹中心间距公式 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$, 换用更粗的头发丝, 则双缝间距 d 增大, Δx 变小, A 正确; 换用红色激光照射双缝, 即光的波长 λ 增大, Δx 变大, B 错误; 增大纸板与墙面的距离, 即 l 增大, Δx 变大, C 错误; Δx 与光源到纸板的距离无关, 故减小光源与纸板的距离, Δx 不变, D 错误。]

3. D [太阳光沿轴线通过光屏 M 上的小孔照射到固定不动的偏振片 P 上, 再使偏振片 Q 绕轴匀速转动一周, 当偏振片 P 与偏振片 Q 垂直时, 光屏 N 上没有亮度, 则光屏 N 上光的亮度从亮到暗, 再由暗到亮, 所以光屏 N 上光的亮度会时亮时暗, 故 A、B 错误, D 正确; 光屏 N 上不可能有两条与偏振片 P、Q 透振方向对应的亮线, 故 C 错误。]

4. A [初始时 P_2 与 P_1 的透振方向平行, 则光屏上的干涉条纹亮度最大, P_2 绕 OO' 轴转动 90° 的过程中, 亮度逐渐减小, B、D 错误; 转动 P_2 不会影响光的波长 λ 、双缝间距 d 和光屏到双缝的距离 L , 由双缝干涉条纹间距公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 可知, 条纹间距不变, A 正确, C 错误。]

5. B [双缝干涉条纹是等间距的, 而单缝衍射条纹除中央亮条纹最宽、最亮之外, 两侧条纹亮度、宽度都逐渐减小, 因此 1、3 为双缝干涉条纹, 2、4 为单缝衍射条纹。相邻亮条纹间距 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$, 红光波长比蓝光波长长, 则红光干涉条纹间距大于蓝光干涉条纹间距, 即 1、3 分别对应红光和蓝光。而在单缝衍射中, 当单缝宽度一定时, 波长越长, 衍射越明显, 即中央条纹越宽越亮, 黄光波长比紫光波长长, 即 2、4 分别对应紫光和黄光。综上所述, 1、2、3、4 四幅图中亮条纹的颜色依次是: 红、紫、蓝、黄, 故选 B。]

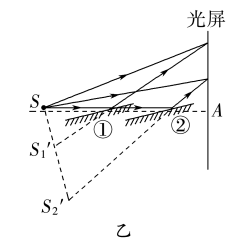
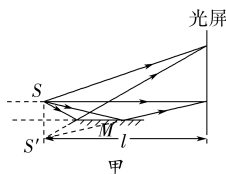
6. A [波长为 λ 的光在玻璃片中的传播速度 $v = \frac{c}{n}$, 通过 10λ 的距离, 光传播的时间差 $\Delta t = \frac{10\lambda n}{c} - \frac{10\lambda}{c} = \frac{5\lambda}{c}$, 选项 A 正确。]

7. BC [发生干涉的条件是频率相同, 蓝光与红光的波长不同, 由 $v = \frac{c}{\lambda}$ 可知蓝光与红光的频率不同, 所以蓝光与红光之间不

能发生干涉, A 错误; 由双缝干涉条纹间距公式 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$, 解得蓝光的条纹间距为 $\Delta x_{\text{蓝}} = 0.44 \text{ mm}$, 红光的条纹间距为 $\Delta x_{\text{红}} = 0.66 \text{ mm}$, $\Delta x_{\text{红}} > \Delta x_{\text{蓝}}$, B 正确; 结合 B 项分析, 由于 $\frac{1.32 \text{ mm}}{\Delta x_{\text{蓝}}} = 3$, $\frac{1.32 \text{ mm}}{\Delta x_{\text{红}}} = 2$, 距中央亮条纹中心 1.32 mm 处蓝光和红光亮条纹中心重叠, C 正确; 与 C 项分析同理, 由于 $\frac{1.98 \text{ mm}}{\Delta x_{\text{蓝}}} = 4.5$, $\frac{1.98 \text{ mm}}{\Delta x_{\text{红}}} = 3$, 所以距中央亮条纹中心 1.98 mm 处蓝光暗条纹中心和红光亮条纹中心重叠, D 错误。]

8. B [双缝干涉条纹是均匀的, 所以题图乙是双缝干涉条纹, 但也发生了衍射现象, A 项正确; 遮住一条狭缝, 就只能观察到单缝衍射现象, 狭缝宽度增大时, 衍射现象减弱, 题图丙中中央亮条纹宽度减小, B 项错误; 照射两狭缝时, 发生双缝干涉, 根据 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$ 可知, 当增加 l 时, 题图乙中相邻暗条纹中心间的距离增大, C 项正确; 照到双缝的光是由一束光经单缝衍射后形成的, 两光的相位相同, 根据相干条件可知, $|S_2P - S_1P| = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$ ($n=0, 1, 2, \dots$) 时, P 点一定是暗条纹, D 项正确。]

9. BC [当 $\theta=0^\circ$ 时, 根据题意画出光路图如图甲所示, S 发出的光与通过平面镜反射的光(可以等效成虚像 S' 发出的光)是同一列光分成的, 满足相干光条件, 所以实验中的相干光源之一相当于从光源 S' 发出的光, 设 S 与 S' 的距离为 d , 则 d 相当于双缝之间的距离, S 、 S' 到光屏的距离设为 l , 由双缝干涉公式 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$, 若 $\theta=0^\circ$, 沿 OA 向右或沿 AO 向左略微平移平面镜, 对 l 和 d 均没有影响, 则干涉条纹间距不变, 也不会移动, 故 C 正确, D 错误; 当平面镜倾斜了微小角度时, 同理再次画出光路图如图乙所示, 若沿 OA 向右略微平移平面镜, 即图中从①位置 $\rightarrow$ ②位置, 由图乙可看出双缝的间距增大, 则干涉条纹间距减小, 沿 AO 向左略微平移平面镜, 即图乙中从②位置 $\rightarrow$ ①位置, 由图乙可看出干涉条纹向上移动, 故 A 错误, B 正确。]



课时提能作业(七十二)

1. 解析: 设第一条和第六条亮条纹的中心间距为 x , 则相邻两条亮条纹之间的距离 $\Delta x = \frac{x}{5}$, 又双缝干涉条纹间距公式 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$, 则 $\lambda = \frac{xd}{5l}$, 由题表中数据可知 $x_{\text{单色光1}} = 18.64 \text{ mm} - 10.60 \text{ mm} = 8.04 \text{ mm} < x_{\text{单色光2}} = 18.08 \text{ mm} - 9.44 \text{ mm} = 8.64 \text{ mm}$, 同一实验装置 d 和 l 一定, 则 $\lambda_1 < \lambda_2$, 又绿光波长小于红光波长, 则单色光 1 为绿光。

答案: 绿光

2. 解析: (3) “插针法”测量玻璃的折射率时, 需要在视线一侧插上大头针 P_3 时, 使 P_3 挡住另一侧 P_1 和 P_2 的虚像。
(4) 由于 cd 与 ab 垂直, 则光线的出射点为 O' , 因此只需连接 $O'P_3$ 即可确定出射光线, 故不需要第四枚大头针来确定出射光线。

(5)根据几何关系可知,光在侧面B从玻璃砖射入空气时,入射角为 θ ,折射角为 $90^\circ - \alpha$,根据折射定律得 $n = \frac{\sin(90^\circ - \alpha)}{\sin \theta} = \frac{\cos \alpha}{\sin \theta}$.

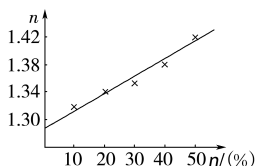
答案:(3) P_1 和 P_2 (4)不需要 (5) $\frac{\cos \alpha}{\sin \theta}$

3. 解析:(1)根据题图甲由几何关系可知,入射角的正弦值 $\sin i =$

$$\frac{L_1}{\sqrt{h_1^2 + L_1^2}}, \text{折射角的正弦值 } \sin r = \frac{L_2}{\sqrt{h_2^2 + L_2^2}}, \text{根据折射定律}$$

$$\text{得 } n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{L_1 \sqrt{h_2^2 + L_2^2}}{L_2 \sqrt{h_1^2 + L_1^2}}.$$

(2)将数据(30%, 1.35)在题图乙中描点并连线时,应使尽可能多的点落在线上,其余点均匀分布在线两侧,如图所示;根据图可知,糖水浓度每增加10%,折射率增加值为 $\Delta n = \frac{1.40 - 1.34}{3} = 0.020$.



答案:(1) $\frac{L_1 \sqrt{h_2^2 + L_2^2}}{L_2 \sqrt{h_1^2 + L_1^2}}$ (2)见解析图 0.020(0.019~0.022)

4. 解析:(1)此时题图2中手轮上的示数 $x_6 = 13.5 \text{ mm} + 37.0 \times 0.01 \text{ mm} = 13.870 \text{ mm}$.

(2)由 $\Delta x = \frac{x_6 - x_1}{5} = \frac{l}{d} \lambda$, 整理可得 $\lambda = \frac{d(x_6 - x_1)}{5l}$, 代入数据可得 $\lambda = 6.6 \times 10^{-7} \text{ m}$.

答案:(1)13.870 (2) $\frac{d(x_6 - x_1)}{5l}$ 6.6×10^{-7}

5. 解析:(1)相邻两条亮条纹间的距离为 $\Delta x = \frac{x_5 - x_1}{4} = \frac{4.177 - 2.145}{4} \text{ mm} = 0.508 \text{ mm}$.

(2)根据相邻两条亮条纹间的距离与光的波长关系式 $\Delta x = \frac{l}{d} \lambda$ 可得波长为 $\lambda = \frac{d}{l} \Delta x$, 故选B.

(3)待测LED发出光的波长为 $\lambda = \frac{d}{l} \Delta x = \frac{0.450 \times 10^{-3}}{365.0 \times 10^{-3}} \times 0.508 \times 10^{-3} \text{ m} \approx 6.26 \times 10^{-7} \text{ m} = 626 \text{ nm}$.

答案:(1)0.508 (2)B (3)626

6. 解析:(1)在本实验中,为了减小测量误差,入射角应适当大些,因为入射角越大,折射角也越大,则入射角和折射角的相对测量误差都会减小,从而使测量折射率的误差减小,A错误;与插针法测量相比,激光的平行度好,能更准确地确定入射光线和折射光线,从而更有利于减小实验误差,B正确;选择圆心O点作为入射点,是因为便于计算,并不是因为此处的折射现象最明显,C错误.

(2)设入射角为 α 、折射角为 β 、半圆弧轮廓线半径(玻璃砖半径)为R,则由几何关系可知 $\sin \alpha = \frac{PP'}{R} = \frac{y}{R}$, $\sin \beta = \frac{MM'}{R} =$

$\frac{x}{R}$, 根据折射定律可得玻璃砖的折射率 $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{y}{x}$, 结合题

图(b)可知 $y-x$ 图像的斜率表示该玻璃砖的折射率,故该玻璃砖的折射率 $n = \frac{45}{28.4} \approx 1.58$.

(3)由(2)问分析可知折射率的表达式中没有半圆弧轮廓线半径R,所以轮廓线半径的测量误差对实验结果没有影响,即折射率的测量结果不变.

答案:(1)B (2)1.58(1.56~1.60均可) (3)不变

课时提能作业(七十三)

1. D [分子热运动永不停息,水凝结成冰,但分子热运动没有停止,故A错误;海水上下翻腾是宏观运动,而分子热运动是微观现象,二者不同,故B错误;温度越高布朗运动越剧烈,是因为液体或气体分子的平均动能变大了,故C错误;温度是分子平均动能的标志,物体温度越高,分子的平均动能越大,故D正确。]

2. BD [浸润即液体在与固体表面接触时能够润湿固体并附着在固体表面上的现象,而题图中的玻璃和水不浸润,故A错误;由于液体表面张力的作用,水滴呈球形,但又在重力的作用下水滴呈椭球形,故B正确;题图中水滴表面分子比水滴的内部稀疏,水滴与玻璃表面接触的那层水分子间距比水滴内部的水分子间距大,分子间作用力表现为引力,故C错误,D正确。]

3. CD [物体的内能是物体内所有分子的热运动动能和分子势能的总和,与物体的温度、体积、分子总数(或物质的量)均有关,故A、B错误,C正确;做功和传热都能改变物体的内能,对物体做功,若物体同时对外放热,则物体的内能可能减小,故D正确。]

4. C [分子间距离大于 r_0 时,分子间表现为引力,分子从无限远靠近到距离 r_0 处过程中,引力做正功,分子势能减小;继续减小距离,分子间表现为斥力,分子力做负功,分子势能增大,则在 r_0 处分子势能最小。故选C。]

5. CD [转过 90° 后电流表示数发生变化,说明圆板电阻的阻值发生变化,即显示各向异性。多晶体和非晶体都显示各向同性。故C、D正确。]

6. A [由于分子间的距离等于平衡位置的距离时,分子势能最小,所以虚线为分子势能图线(E_p-r 图线),实线为分子间作用力图线($F-r$ 图线),选项A正确;由于分子是由带正电荷的原子核和带负电荷的电子组成,所以无论两个分子之间的距离多大,分子之间既存在斥力,又存在引力,选项B错误;乙分子从 r_4 到 r_2 所受的分子力(表现为引力)先增大后减小,根据牛顿第二定律,乙分子做加速度先增大后减小的加速运动,乙分子从 r_2 到 r_1 所受的分子力(表现为斥力)一直增大,根据牛顿第二定律,乙分子做加速度增大的减速运动,选项C错误;根据分子势能图线可知,乙分子从 r_4 到 r_1 的过程中,分子势能先减小后增大,在 r_2 位置时分子势能最小,选项D错误。]

7. D [a 千克气凝胶的摩尔数为 $\frac{a}{M}$,所含分子数为 $n = \frac{a}{M} N_A$,选项A正确;气凝胶的摩尔体积为 $V_{\text{mol}} = \frac{M}{\rho}$,选项B正确;每个

气凝胶分子的体积为 $V_0 = \frac{V_{\text{mol}}}{N_A} = \frac{M}{N_A \rho}$,选项C正确;根据 $V_0 =$

$\frac{1}{6} \pi d^3$, 则每个气凝胶分子的直径为 $d = \sqrt[3]{\frac{6M}{\pi N_A \rho}}$, 选项D错误。]

8. B [经过C点前后乙分子的运动方向不变,故A错误;加速度大小与力的大小成正比,方向与力相同,故B正确;分子动能不

可能为负值,故 C 错误;乙分子从 A 处由静止释放,分子势能不可能增大到正值,故 D 错误。]

9. 解析: (1) 将小碳粒看成立方体, 设小碳粒棱长为 a , 放大 600 倍后, 其体积为 $V = (600a)^3 = 0.1 \times 10^{-9} \text{ m}^3$
则实际体积为 $V' = a^3 \approx 4.63 \times 10^{-19} \text{ m}^3$
质量为 $m = \rho V'$

$$\text{含分子数为 } N = \frac{m}{M} N_A = \frac{\rho V'}{M} N_A \approx 5 \times 10^{10} \text{ 个}.$$

(2) 将碳分子看成球体模型, 则其实际体积仍为 V' , 小碳粒的分子数仍为 N , 则有

$$\frac{V'}{N} = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2} \right)^3 = \frac{\pi d^3}{6}$$

$$\text{得 } d = \sqrt[3]{\frac{6V'}{N\pi}} = \sqrt[3]{\frac{6 \times 4.63 \times 10^{-19}}{5 \times 10^{10} \times 3.14}} \text{ m} \approx 2.6 \times 10^{-10} \text{ m}.$$

答案: (1) 5×10^{10} 个 (2) $2.6 \times 10^{-10} \text{ m}$

课时提能作业(七十四)

- AC [从开口端开始计算, 右端大气压强为 p_0 , 同种液体同一水平面上的压强相同, 所以空气柱 b 的压强为 $p_b = p_0 + \rho g(h_2 - h_1)$, 而空气柱 a 的压强为 $p_a = p_b - \rho g h_3 = p_0 + \rho g(h_2 - h_1 - h_3)$, 故 A、C 正确, B、D 错误。]
- B [将糖果瓶从寒冷的站台带入温暖的车厢一段时间后, 瓶内气体的温度升高, 则瓶内气体的内能变大, A 错误; 由于瓶内气体的体积不变, 则气体做等容变化, 由题意知瓶内气体的温度升高, 则由查理定律可知, 瓶内气体的压强变大, B 正确; 由于瓶内气体的体积不变, 则瓶内气体的分子数密度不变, C 错误; 瓶内气体的温度升高, 分子的平均动能变大, 但并不是每个分子的动能都变大, D 错误。]
- D [根据题意可知活塞从 a 到 b 的过程中, 汽缸内气体温度降低, 则内能减小, 体积减小, 压强不变, 故 A、B 错误; 根据题意可知活塞从 b 到 a 的过程中汽缸内气体温度不变, 则内能不变, 体积增大, 根据玻意耳定律 $pV = C$ 可知压强减小, 故 C 错误, D 正确。]
- BD [在标准大气压 p_0 下, 设进入玻璃管 b 的液柱高度为 h , 则封闭气体的压强为 $p_1 = p_0 - \rho g h$, 由于 b 管中气体的体积可忽略不计, 则温度发生变化时, 封闭气体的变化可视为等容变化, 由公式 $\frac{p}{T} = C$ (C 为常量) 可知, 温度升高时, 封闭气体的压强增大, 则 b 管中液面降低, 反之, 温度降低时, 封闭气体的压强减小, b 管中液面升高, A 错误, B 正确; 水槽中的水少量蒸发后, 水槽中的液面高度降低, 则 b 管内液面的高度也降低, 由 A、B 选项的分析可知, 温度的测量值偏大, C 错误, D 正确。]
- C [开始时水银柱平衡, 故两侧气体压强相等, 设为 p , 设温度升高 Δt 时气体体积不变, 根据查理定律, 有 $\frac{p}{T} = \frac{\Delta p}{\Delta T}$, 故 $\Delta p = \frac{\Delta T}{T} p$, 两侧初状态温度 T 相同, 升高的温度 ΔT 相同, 初状态两侧的压强 p 相等, 则两边气体的 Δp 相等, 水银柱静止不动, 故 C 正确, A、B、D 错误。]
- A [分析 p - V 图像可知, $A \rightarrow B$ 为等压膨胀, $B \rightarrow C$ 是等温压缩(反比例函数图像为双曲线), $C \rightarrow A$ 是等容降温, 根据理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$, 可知 p - T 图像中 $A \rightarrow B$ 为平行横轴的直线, $B \rightarrow C$ 是平行纵轴的直线, $C \rightarrow A$ 是过原点的直线, 选项 A 正确, B 错误; V - T 图像中 $A \rightarrow B$ 为过原点的直线, $B \rightarrow C$ 是

平行纵轴的直线, $C \rightarrow A$ 是平行横轴的直线, 选项 C 的变化方向错误, 选项 C、D 错误。]

7. B [温度变化时, 封闭气体发生等压变化, 根据盖-吕萨克定律有 $\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T}$, 又 $V_0 = 330 \text{ cm}^3 + 0.5 \times 10 \text{ cm}^3 = 335 \text{ cm}^3$, $T_0 = 300 \text{ K}$, $V = 330 + 0.5x (\text{cm}^3)$, $T = t + 273 \text{ K}$, 解得 $t = \frac{30}{67}x + \frac{1509}{67} (^\circ\text{C})$, 则吸管上标注等差温度值的刻度均匀, A 错误; 当 $x = 20 \text{ cm}$ 时, 所测温度最高, 代入 A 项表达式可得 $t \approx 31.5 \text{ }^\circ\text{C}$, B 正确; 当 $x = 0$ 时, 所测温度最低, 代入 A 项表达式可得 $t \approx 22.5 \text{ }^\circ\text{C}$, C 错误; 缓慢把吸管拉出来一些, 封闭气体的温度和压强均不变, 因此封闭气体的体积不变, 则油柱离罐口距离不变, D 错误。]

8. 解析: (1) A 到 B 发生等压变化, 则由盖-吕萨克定律得 $\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B}$
代入数据解得, 在 A 状态时, 汽缸内气体的温度为 $T_A = 200 \text{ K}$ 。

(2) 汽缸内气体在 B 到 C 做等容变化, 由查理定律得 $\frac{p_B}{T_B} = \frac{p_C}{T_C}$

$$\text{其中 } p_B = p_0 + \frac{mg}{S}$$

对活塞受力分析, 由平衡条件得 $F + mg + p_0 S = p_C S$

$$\text{联立可得 } F = \frac{1}{3} (p_0 S + mg)$$

结合牛顿第三定律, 在 C 状态时, 活塞对卡口的作用力大小为 $\frac{1}{3} (p_0 S + mg)$ 。

答案: (1) 200 K (2) $\frac{1}{3} (p_0 S + mg)$

课时提能作业(七十五)

- D [第一次抽气相当于气体的体积由 V 变为 $V + \Delta V$, 且 $\frac{\Delta V}{V} = \frac{1}{10}$, 温度不变, 根据玻意耳定律得 $p_0 V = p_1 (V + \Delta V)$, 解得 $p_1 = \frac{10}{11} p_0$, 同理可得, 第二次抽气后有 $p_1 V = p_2 (V + \Delta V)$, 解得 $p_2 = \frac{100}{121} p_0$, 故选 D。]
- D [以 5 次充气后, 臂带内所有气体为研究对象, 初态: $p_1 = 750 \text{ mmHg}$, $V_1 = (V + 60 \times 5) \text{ cm}^3$, 末态: $p_2 = 750 \text{ mmHg} + 150 \text{ mmHg} = 900 \text{ mmHg}$, $V_2 = 5V$, 由玻意耳定律得 $p_1 V_1 = p_2 V_2$, 代入数据计算可得 $V = 60 \text{ cm}^3$, 故 D 正确, A、B、C 错误。]
- 解析: (1) 由题意可知, 打气过程中温度不变, 由玻意耳定律可得 $p_1 V + N p_0 V_0 = p_2 V$
解得 $N = 28$ 次。
(2) 以篮球内空气为研究对象, 设放出的气体体积为 ΔV , 由玻意耳定律可得 $p_3 V = p_2 (V + \Delta V)$
 $\frac{\Delta m}{m} = \frac{\rho \Delta V}{\rho V}$
联立解得 $\frac{\Delta m}{m} = \frac{1}{8}$ 。
答案: (1) 28 次 (2) $\frac{1}{8}$

4. 解析: (1) 当两管液面高度差为 L 时左管液柱下降 Δx , 右管液柱上升 Δx , 设此时温度为 T , 则有

$$2\Delta x = L$$

$$\text{解得 } \Delta x = \frac{L}{2}$$

对左管封闭气体, 根据理想气体状态方程有

$$\frac{p_0 SL}{T_0} = \frac{1.2 p_0 \times 1.5 SL}{T}$$

$$\text{联立解得 } T = 1.8 T_0.$$

(2) 升温过程中, 右管封闭气体压强不变, 设末状态时右管中封闭气体长度为 L' , 则有

$$\frac{SL}{T_0} = \frac{SL'}{T}$$

$$\text{解得 } L' = 1.8 L$$

右管内活塞上升的高度 $\Delta h = (L' + \Delta x) - L = 1.3 L$.

答案: (1) $1.8 T_0$ (2) $1.3 L$

5. 解析: (1) 设打气筒容积为 V , 对上部分气体完成一次抽气, 根据玻意耳定律可得 $p_0 V_0 = p_{\perp 1} (V + V_0)$

对下部分气体完成一次打气, 根据玻意耳定律可得 $p_{\perp 1} V_0 = p_0 V_0 + p_{\perp 1} V$

$$\text{根据题意 } \frac{p_{\perp 1}}{p_{\perp 1}} = \frac{3}{5}$$

$$\text{解得 } p_{\perp 1} = \frac{3}{4} p_0, p_{\perp 1} = \frac{5}{4} p_0$$

对隔板, 根据平衡条件可知 $p_{\perp 1} S = p_{\perp 1} S + mg$

$$\text{解得 } m = \frac{p_0 S}{2g}.$$

(2) 设初始时刻两部分气体的质量均为 m , 由以上分析, 结合玻意耳定律可得, 上部分气体每次压强变为原来的 $\frac{3}{4}$, n 次后上

部分压强变为原来的 $\left(\frac{3}{4}\right)^n$, 则上部分质量为 $\left(\frac{3}{4}\right)^n m$, 下

部分质量为 $2m - \left(\frac{3}{4}\right)^n m$, 因此上、下两部分中气体质量之比

$$\text{为 } \frac{\left(\frac{3}{4}\right)^n m}{2m - \left(\frac{3}{4}\right)^n m} = \frac{\left(\frac{3}{4}\right)^n}{2 - \left(\frac{3}{4}\right)^n}.$$

$$\text{答案: (1) } \frac{p_0 S}{2g} \quad (2) \frac{\left(\frac{3}{4}\right)^n}{2 - \left(\frac{3}{4}\right)^n}$$

课时提能作业(七十六)

1. AD [根据热力学第二定律可知, 不可能从单一热源吸热, 使之完全变成功, 而不产生其他影响, 故 A 正确; 在外界干预下, 热量可以由低温物体传递给高温物体, 故 B 错误; 第二类永动机不违反能量守恒定律, 但违反了热力学第二定律, 故 C 错误; 利用浅层海水和深层海水之间的温度差制造一种热机, 将海水的一部分内能转化为机械能是可能的, 故 D 正确。]
2. BD [有外界的帮助和影响, 热量可以从低温物体传递到高温物体, 仍遵循热力学第二定律, A 错误; 由热力学第二定律可知, 自发的传热是不可逆的, B 正确; 不可能通过给物体加热而使它运动起来且不产生其他影响, 这违背了热力学第二定律, C 错误; 气体可自发地向真空膨胀, 具有方向性, D 正确。]
3. A [气袋被压缩且绝热(无热交换), 视为理想气体。绝热压缩时外界对气体做功, 内能增加, 温度升高, 分子平均动能由温

度决定, 分子热运动的平均动能增加, 故 A 正确, B 错误; 根据理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$, 体积减小, 温度升高, 可知压强增大, 故 C 错误; 气体体积减小, 外界对气体做功, 气体对外界做负功, 故 D 错误。]

4. D [猛推推杆压缩筒内气体, 气体未来得及与外界发生热交换, $Q=0$, 气体被压缩, 体积减小, 则外界对气体做正功, $W>0$, 根据热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$ 可知, 气体内能增大, 故 C 错误; 气体内能增大, 故其温度增大, 又体积减小, 根据理想气体状态方程 $\frac{pV}{T}=C$, 可知气体压强增大, 故 A 错误; 气体被压缩, 体积减小, 则气体对外界做负功, 故 B 错误; 气体温度增大, 则分子平均动能增大, 故 D 正确。]
5. AD [放气过程中, 气体的体积增大, 该过程中, 溢出的气体对外界做正功, A 正确, B 错误; 在刚放气完到下次即将放气的过程中, 发酵产生气体, 罐内气体增多, 罐内气体温度不变, 罐内气体可视为理想气体, 该过程中, 罐内气体内能增大, C 错误, D 正确。故选 AD。]

6. AC [根据理想气体状态方程 $\frac{pV}{T}=C$, 变形得 $p=\frac{C}{V}T$, 可知斜率 $k=\frac{C}{V}$, 即状态 b 、 c 体积相等且为最大, a 、 e 状态体积相等且为最小, 所以从状态 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow a$, 气体体积不是先减小后增大, 故 A 正确, B 错误; $a \rightarrow b$ 过程中, 体积增大, 气体对外做功, 温度升高, 气体内能增大, 根据热力学第一定律, 有 $\Delta U=W+Q$, 可知 $Q>0$, 气体从外界吸热, 故 C 正确; $d \rightarrow e$ 过程中气体体积减小, 外界对气体做功, 故 D 错误。]

7. 解析: (1) 根据盖-吕萨克定律 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_1 + \Delta V}{T_2}$

代入数据可得 $\Delta V=2 \text{ L}$ 。

(2) 初始压强为 p_0 , 经等容过程, 该气体吸收 400 J 的热量后温度上升 100 K

$$\Delta U=400 \text{ J}$$

若经等压过程, 需要吸收 600 J 的热量才能使气体温度上升 100 K

$$\Delta U=Q+W$$

$$W=-200 \text{ J}$$

$$\text{又 } W=-p_0 \cdot \Delta V$$

因此初始压强的大小 $p_0=1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。

答案: (1) 2 L (2) $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$

8. D [在状态 A, 对重物和活塞整体根据平衡条件有 $mg + p_0 S = p_A S$, 解得 $m=2 \text{ kg}$, 故 A 错误; 根据题图乙可知 $\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B}$, 即气体做等压变化, 解得 $V_B=8.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$, 故 B 错误; 从状态 A 变化到状态 B 的过程, 气体对外界做功 $W=p_A (V_B - V_A)=206 \text{ J}$, 故 C 错误; 根据热力学第一定律可知, 从状态 A 变化到状态 B 的过程, 气体的内能增加量 $\Delta U=Q-W=294 \text{ J}$, 故 D 正确。]

9. 解析: (1) 气体从状态 1 到状态 2 的过程, 由盖-吕萨克定律得

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

其中 $V_1=1 \times 10^3 \text{ cm}^3$, $T_1=300 \text{ K}$, $T_2=303 \text{ K}$

$$\text{解得 } V_2=1.01 \times 10^3 \text{ cm}^3$$

此时气体压强为 $p_2=p_1=p_0+\rho gh=1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$

气体从状态 2 到状态 3 的过程, 由玻意耳定律得 $p_2 V_2 = p_3 V_3$

其中 $p_3=p_0$

代入数据解得,气体在状态3的体积为

$$V_3 = 1.020\ 1 \times 10^3\ \text{cm}^3.$$

(2)气体从状态1到状态2的过程中,气体对外做功为 $W_1 = p_1(V_2 - V_1) = 1.01\ \text{J}$

由热力学第一定律得 $\Delta U = Q - (W_1 + W_2)$

其中 $Q = 4.56\ \text{J}, W_2 = 1.02\ \text{J}$

代入解得,从状态1到状态3气体内能的改变量为 $\Delta U = 2.53\ \text{J}$.

答案:(1) $1.020\ 1 \times 10^3\ \text{cm}^3$ (2) $2.53\ \text{J}$

课时提能作业(七十七)

1. 解析:(1)实验步骤为:准备浅水盘(C)→形成油膜(A)→描绘油膜边缘(D)→测量油膜面积(B)→计算分子直径(E),故正确的顺序为:CADBE。

(2)油膜的面积约为 $S = 110 \times 1\ \text{cm}^2 = 110\ \text{cm}^2 = 1.1 \times 10^{-2}\ \text{m}^2$

油酸分子的直径 $d = \frac{V}{S} = \frac{0.02 \times 0.05\%}{110}\ \text{cm} \approx 9.1 \times 10^{-8}\ \text{cm} = 9.1 \times 10^{-10}\ \text{m}$ 。

(3)若实验时爽身粉撒得太厚,油膜无法完全展开,测得的油膜面积偏小,即测得的油酸分子的直径偏大。

答案:(1)CADBE (2) 1.1×10^{-2} 9.1×10^{-10} (3)偏大

2. 解析:(1)“用油膜法估测分子的大小”的实验步骤为:配制油酸酒精溶液→测定一滴油酸酒精溶液中纯油酸的体积→准备浅盘→形成油膜→描绘油膜边缘→测量油膜面积→计算分子直径。因此操作先后顺序排列应是 bcad。

(2)①题图2中油膜中大约有132个小方格,则油膜的面积为 $S = 132 \times 1^2\ \text{cm}^2 = 132\ \text{cm}^2 = 1.32 \times 10^{-2}\ \text{m}^2$ 。

②每滴油酸酒精溶液中含有纯油酸的体积为 $V_0 = \frac{0.6}{1\ 000} \times \frac{1 \times 10^{-6}}{75}\ \text{m}^3 = 8.0 \times 10^{-12}\ \text{m}^3$ 。

③油酸分子的直径为 $d = \frac{V_0}{S} = \frac{8 \times 10^{-12}}{132 \times 10^{-4}}\ \text{m} \approx 6.1 \times 10^{-10}\ \text{m}$ 。

(3)1 kg 油酸所含有分子数为 $n = \frac{1}{M} N_A = \frac{N_A}{M}$, A 错误;1 m^3

油酸所含分子数为 $n = \frac{1}{M} N_A = \frac{\rho N_A}{M}$, B 正确;1 个油酸分子的质量为 $m_0 = \frac{M}{N_A}$, C 错误;设油酸分子的直径为 d ,则有

$$\frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2} \right)^3 = \frac{M}{\rho N_A}, \text{解得 } d = \sqrt[3]{\frac{6M}{\pi \rho N_A}}, \text{D 错误。}$$

答案:(1)bcad (2)① 1.32×10^{-2} ② $8.0 \times 10^{-12}\ \text{m}^3$

③ 6.1×10^{-10} (3)B

3. 解析:(1)实验时注射器活塞与筒壁间的摩擦力不断增大,不会影响气体的压强与体积的测量, A 错误;实验时若环境温度升高了,则由气体压强的微观解释分析可知,“ $p \cdot V$ ”值将增大, B 错误;实验时封闭气体压强与外界大气压强无关, C 错误;实验时若注射器内的气体向外发生了泄漏,由气体压强的微观解释分析可知,“ $p \cdot V$ ”值减小, D 正确。

(2) $V - \frac{1}{p}$ 图像是一条倾斜直线,但未过原点,而是过 $(0, -V_0)$ 点,则 $p \cdot (V + V_0) = \text{恒量}$,其原因可能是连接压力表和注射器内空气柱的细管中有气体未计入。

答案:(1)D

(2)连接压力表和注射器内空气柱的细管中有气体未计入

4. 解析:(1)在实验误差允许范围内,题图乙中的拟合曲线为一条过原点的倾斜直线,说明一定质量的气体在温度不变的条件下压强与体积的倒数成正比, B 正确。

(2)气体体积 $V = 10.0\ \text{mL}$ 时, $\frac{1}{V} = 100 \times 10^{-3}\ \text{mL}^{-1}$, 由题图

乙直接读出该状态下的压强 $p = 2.04 \times 10^5\ \text{Pa}$ 。

(3)正确记录数据时 $p \cdot V$ 的乘积为 $p(V_0 + \Delta V)$, 漏掉 ΔV 时,该乘积为 pV_0 , 则计算结果之差的绝对值为 $p \cdot \Delta V$, 由于 ΔV 为定值,所以压强 p 越大,计算结果之差的绝对值越大。

答案:(1)B (2) 2.04×10^5 (3)增大

课时提能作业(七十八)

1. B [普朗克认为黑体辐射的能量是量子化的, A 错误;紫光的频率大于红光的频率,由爱因斯坦光电效应方程 $E_k = h\nu - W_0$ 可知,若改用紫光照射此金属表面,一定能发生光电效应,即电子从金属表面逸出, B 正确;康普顿散射实验发现, X 射线被较轻物质(石墨、石蜡等)散射后除了有波长与原波长相同的成分外还有波长较长的成分, C 错误;德布罗意认为实物粒子具有波粒二象性, D 错误。]

2. A [黑体辐射的特点是随着温度的升高,一方面,各种波长的辐射强度都有增加,另一方面,辐射强度的极大值向波长较短的方向移动,故选 A。]

3. C [α 粒子质量远大于电子质量,电子对 α 粒子速度的影响可以忽略,故 A 正确;入射方向的延长线越接近原子核的 α 粒子,所受库仑力就越大,发生散射时的偏转角越大,故 B 正确; α 粒子散射类似于碰撞,根据实验数据无法确定各种元素原子核的质量,故 C 错误;由 α 粒子散射的实验数据可以估计出原子核半径的数量级是 $10^{-15}\ \text{m}$,故 D 正确。]

4. A [当光照射金属表面时,电子会吸收光的能量,若金属表面的电子吸收的能量超过逸出功,电子就能从金属表面逸出,成为光电子。由题意可知照射这些金属的单色光的光子能量只大于金属铷的逸出功,故能逸出光电子的金属是铷, A 正确。]

5. A [结合题图可知两光电子进入电场后做加速度相同的类平抛运动,由平抛运动规律可知最大初动能分别为 E_{k1} 和 E_{k2} 的光电子在电场中的运动时间相同,又最大初动能为 E_{k2} 的光电子在电场中的水平位移较大,则最大初动能为 E_{k2} 的光电子进入电场的速度较大,其初动能较大,即 $E_{k1} < E_{k2}$,由爱因斯坦光电效应方程可知 $E_k = h\nu - W_0$,则 $\nu_1 < \nu_2$, A 正确。]

6. C [根据题意可知,用能量为 $50\ \text{eV}$ 的电子碰撞 He^+ 离子,可使 He^+ 离子跃迁到 $n = 3$ 能级和 $n = 2$ 能级,由 $\Delta E = E_m - E_n = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$ 可知,波长最长的谱线对应的跃迁为 $n = 3 \rightarrow n = 2$ 能级,故选 C。]

7. C [光子能量公式为 $E = \frac{hc}{\lambda}$,解得波长 $\lambda = \frac{hc}{E}$,故 A 错误;原子吸收光子后,能量增加 E ,根据质能方程 $\Delta m = \frac{E}{c^2}$,质量应增加而非减少,故 B 错误;德布罗意波长公式为 $\lambda = \frac{h}{p}$,题目明确吸收后原子动量为 p ,因此波长为 $\frac{h}{p}$,故 C 正确;吸收光子跃迁需光子能量严格等于能级差,波长更长的光子能量更低($E' = \frac{hc}{\lambda'} < E$),无法满足跃迁条件,故 D 错误。]

8. C [若光电管所加电压为正向电压,则根据爱因斯坦光电效应方程可知光电子到达A极时动能的最大值 $E_{\text{km}} = Ue + h\nu - h\nu_{\text{截止}}$,可知 $E_{\text{km}} - U$ 图像的斜率相同,均为 e ;截止频率越大,则图像在纵轴上的截距越小,因 $\nu_1 < \nu_2$,则图像C正确,A、B、D错误。]
9. BC [这些氢原子跃迁过程中最多可发出 $C_4^2 = 6$ 种频率的光,产生光子的能量从大到小分别为 $\epsilon_1 = E_4 - E_1 = 12.75 \text{ eV}$, $\epsilon_2 = E_3 - E_1 = 12.09 \text{ eV}$, $\epsilon_3 = E_2 - E_1 = 10.2 \text{ eV}$, $\epsilon_4 = E_4 - E_2 = 2.55 \text{ eV}$, $\epsilon_5 = E_3 - E_2 = 1.89 \text{ eV}$, $\epsilon_6 = E_4 - E_3 = 0.66 \text{ eV}$,该铍铯化合物的逸出功为 2.0 eV ,根据发生光电效应的条件可知,这些氢原子跃迁过程中有4种频率的光照射该铍铯化合物可使其电子逸出,故A错误,C正确;在这些氢原子跃迁产生的光子中,从 $n=4$ 能级跃迁到 $n=3$ 能级发出的光子的能量最小,为 $\epsilon_6 = E_4 - E_3 = 0.66 \text{ eV}$,则这些氢原子跃迁过程中产生光子的最小频率为 $\nu_6 = \frac{\epsilon_6}{h} = \frac{0.66 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.6 \times 10^{-34}} \text{ Hz} = 1.6 \times 10^{14} \text{ Hz}$,故B正确;一个基态氢原子跃迁到激发态所需的最小能量为 $\Delta E_{\text{min}} = E_2 - E_1 = 10.2 \text{ eV}$,一个动能为 12.5 eV 的电子碰撞一个基态氢原子,可以传递给氢原子 10.2 eV 的能量而使其跃迁到激发态,故D错误。]

课时提能作业(七十九)

1. B [原子核衰变释放能量,根据爱因斯坦质能方程可知,存在质量亏损,则新核总质量小于原核质量,A错误;根据半衰期的定义可知,大量某放射性元素的原子核经过一个半衰期后有半数发生衰变,B正确;放射性元素衰变的快慢是由核内部自身的因素决定的,跟原子所处的化学状态和外部条件没有关系,C、D错误。]
2. A [设X的质量数为A,电荷数为Z,核反应方程遵循质量数守恒、电荷数守恒,则有 $14 = 14 + A$,解得 $A = 0$,又 $6 = 7 + Z$,解得 $Z = -1$,则X为电子,是在核内中子转化为质子的过程中产生的,A正确。]
3. C [根据质量数守恒和核电荷数守恒可知X是 ${}_0^1\text{n}$,故选C。]
4. B [${}_{76}^{160}\text{Os}$ 比 ${}_{74}^{156}\text{W}$ 多了2个质子,故A错误; ${}_{76}^{160}\text{Os}$ 有84个中子, ${}_{74}^{156}\text{W}$ 有82个中子,所以 ${}_{76}^{160}\text{Os}$ 比 ${}_{74}^{156}\text{W}$ 多了2个中子,故B正确; ${}_{76}^{160}\text{Os} \rightarrow {}_{74}^{156}\text{W} + {}_2^4\text{He}$,所以 ${}_{76}^{160}\text{Os}$ 转变为 ${}_{74}^{156}\text{W}$ 的反应为 α 衰变,故C错误;半衰期跟原子核的内部结构有关,不受温度与压强的影响,故D错误。]
5. C [根据质量数守恒和电荷数守恒可知,X的质量数为 $\frac{1+11}{3} = 4$,电荷数为 $\frac{1+5}{3} = 2$,则X为 ${}_2^4\text{He}$,故A错误,C正确;该方程为可控核聚变反应方程,不是 α 衰变方程,故B错误;目前可控核聚变的技术尚不成熟,所有的核电站均采用核裂变反应发电,大亚湾核电站也不例外,故D错误。]
6. B [根据质量数守恒可得 $238 + 2 = 238 + k$,解得 $k = 2$,故A错误;根据质量数和电荷数守恒可知,X的质量数为0,电荷数为-1,即X为电子,故B正确; ${}_{92}^{238}\text{U} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_{93}^{238}\text{Np} + k{}_0^1\text{n}$ 代表的核反应并不是轻核聚变,故C错误;因月球车携带的放射性同位素 ${}_{94}^{238}\text{Pu}$ 会不断发生 α 衰变,且放出热量,所以 ${}_{94}^{238}\text{Pu}$ 的比结合能比 ${}_{92}^{238}\text{U}$ 的比结合能小,故D错误。]
7. AC [题中核反应释放能量,由爱因斯坦质能方程可知,该反应有质量亏损,A正确;题中核反应为两个轻核结合成质量较大的核,所以该反应为核聚变,B错误;动量大小相等、方向相反的反氦核与氦核相撞,由动量守恒定律可知生成的 ${}_2^4\text{He}$ 与 ${}_0^1\text{n}$ 的动量大小相等、方向相反,设两者的动量大小为 p ,由能量守恒定律有 $\frac{p^2}{2M} + \frac{p^2}{2m} = 17.6 \text{ MeV}$,其中 $M = 4m$,所以 ${}_0^1\text{n}$ 获得的动能 $E_{\text{k1}} = \frac{p^2}{2m} = 14.08 \text{ MeV} \approx 14 \text{ MeV}$, ${}_2^4\text{He}$ 获得的动能 $E_{\text{k2}} = \frac{p^2}{2M} = 3.52 \text{ MeV}$,C正确,D错误。]
8. C [根据核反应过程中质量数守恒及电荷数守恒,可知X为 ${}_{8}^{18}\text{O}$,A错误;该衰变过程不属于核聚变反应,B错误;半衰期是指放射性元素的原子核有半数发生衰变所需的时间,C正确; ${}_0^0\gamma$ 是一种电中性粒子,不带电,所以不会受到洛伦兹力,也就不会在磁场中发生偏转,D错误。]
9. A [外界条件不会引起半衰期发生变化,所以改变环境温度不会使 ${}_{6}^{14}\text{C}$ 的半衰期变长,故A正确;衰变反应时释放能量,新核更稳定,新核的比结合能更大,所以 ${}_{6}^{14}\text{C}$ 的比结合能小于衰变产物的比结合能,故B错误;根据电荷数守恒、质量数守恒,可得核反应方程为 ${}_{6}^{14}\text{C} \rightarrow {}_{7}^{14}\text{N} + {}_{-1}^0\text{e}$,故C错误; β 衰变辐射出的电子,来自碳原子核内的中子转变成质子时放出的电子,不是原子核外的电子,故D错误。]
10. C [根据核反应方程满足质量数和电荷数守恒可知,原子核X的质量数为90,电荷数为38,则原子核X有38个质子,52个中子,故A错误;核裂变过程释放能量,所以存在质量亏损,则该核反应发生前原子核的总质量大于发生后原子核的总质量,故B错误;核裂变过程释放能量,反应后的原子核比反应前的原子核更稳定,原子核的比结合能越大,原子核越稳定,则 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 的比结合能小于 ${}_{54}^{136}\text{Xe}$ 的比结合能, ${}_{54}^{136}\text{Xe}$ 比 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 更稳定,故C正确,D错误。]
11. C [${}_{6}^{12}\text{C}$ 与元素X作用后变成 ${}_{8}^{16}\text{O}$ 的核反应方程为 ${}_{6}^{12}\text{C} + X \rightarrow {}_{8}^{16}\text{O}$,则X为 ${}_2^4\text{He}$,即 α 粒子,故A错误; ${}_{7}^{14}\text{N}$ 与元素X作用的核反应方程为 ${}_{7}^{14}\text{N} + X \rightarrow Y + {}_1^1\text{H}$,则Y是 ${}_{8}^{17}\text{O}$,是 ${}_{8}^{16}\text{O}$ 的同位素,故B错误;设X的比结合能为 E ,由能量守恒可得第一个核反应放出的核能为 $E_0 = 17E_2 - 14E_1 - 4E$,解得 $E = \frac{17E_2 - E_0 - 14E_1}{4}$,故C正确;第二个核反应放出的核能为 $\Delta E = 16E_4 - 12E_3 - 4E$,综合可得 $\Delta E = 16E_4 + E_0 + 14E_1 - 12E_3 - 17E_2$,故D错误。]
12. 解析: (1) ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_2^4\text{He}$ 。
(2) 设 α 粒子的速度大小为 v ,
由 $qvB = m \frac{v^2}{R}$, $T = \frac{2\pi R}{v}$
得 α 粒子在磁场中运动周期 $T = \frac{2\pi m}{qB}$
环形电流大小 $I = \frac{q}{T} = \frac{q^2 B}{2\pi m}$ 。
(3) 由 $qvB = m \frac{v^2}{R}$,得 $v = \frac{qBR}{m}$
设衰变后新核Y的速度大小为 v' ,系统动量守恒,有 $Mv' - mv = 0$
联立可得 $v' = \frac{mv}{M} = \frac{qBR}{M}$
由 $\Delta mc^2 = \frac{1}{2}Mv'^2 + \frac{1}{2}mv^2$
得 $\Delta m = \frac{(M+m)(qBR)^2}{2mMc^2}$ 。
答案: (1) ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_2^4\text{He}$ (2) $\frac{2\pi m}{qB}$ $\frac{q^2 B}{2\pi m}$
(3) $\frac{(M+m)(qBR)^2}{2mMc^2}$