

# 参考答案

## 课题一

### 知识点回顾

摆动幅度；摆动时间；

(1) 摆动幅度；

(2) 摆绳

### 典题精练

1. 【答案】1.01 m；250 s

【提示】由  $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$  得，2 s 摆的摆长为  $l = \frac{2^2 \times 10}{4 \times 3.14^2} \text{ m} \approx 1.01 \text{ m}$ 。在月球上摆动和在地球上摆动的秒摆长相同，即  $\frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{T_{\text{月}}^2 g_{\text{月}}}{4\pi^2}$ ，在月球上摆动一次的时间  $T_{\text{月}} = \sqrt{\frac{g}{g_{\text{月}}}} T = \sqrt{\frac{10}{1.6}} \times$

$2 \text{ s} = 5 \text{ s}$ ，在月球上做 50 次全振动的时间  $T_{\text{总}} = 50T_{\text{月}} = 50 \times 5 \text{ s} = 250 \text{ s}$ 。

2. 【答案】D

【提示】摆球摆到平衡位置  $O$  点具有向上的向心加速度，绳拉力大于重力，合力不为零，故 A 错误；在  $0.6 \sim 0.8 \text{ s}$  时间内，图线切线的斜率逐渐减小，小球的速度减小，动能减小，故 B 错误；由于向右为正方向， $t = 0.4 \text{ s}$  时摆球位移达到正向最大，所以摆球位于 C 点，故 C 错误；由题图可知，单摆的周期为  $0.8 \text{ s}$ ，根据单摆周期公式  $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$  可得  $L = 0.16 \text{ m}$ ，故 D 正确。故选 D。

3. 【答案】ACD

【提示】测量摆长时，要测出悬点到摆球上端的悬线的长度，再测出小球的直径，悬线的长度加上小球的半径才是摆长，故 A 正确。做  $T^2 - L$  图线，利用斜率计算重力加速度，可有效减小偶然误差，故 B 错误。要改变摆长，重复前三步的操作，实验多次；如果不改变摆长，则无法得到不同摆长和周期的关系，故 C 正确。摆球到达平衡位置时开始计时，并计为第一次，并且每次到达平衡位置且与第一次计数时的运动方向相同，计一次数，则每增加一次用时一个周期。所以当摆球第  $(n + 1)$  次到达平衡位置且与第一次计数时的运动方向相同时按停秒表，秒表的读数为  $n$  个周期，故 D 正确。故选 ACD。

4. 【答案】B

【提示】杆线摆可看成以  $L_2$  为摆长，以  $g \sin \theta$  为等效加速度的单摆，其摆动周期  $T =$

$2\pi\sqrt{\frac{L_2}{g \sin \theta}} = 2\pi\sqrt{\frac{L_2}{g \cos \beta}}$ 。 $L_1$ 、 $L_2$ 不变时， $\beta$ 越大，周期越长，故 A 错误； $L_1$ 、 $\beta$ 不变时，

$L_2$ 越大，周期越长，故 B 正确； $L_2$ 、 $\beta$ 不变时， $L_1$ 越大，周期不变，故 C 错误；由题意可知，其摆动的周期不仅与  $\beta$  有关，还与  $L_2$  有关，故 D 错误。

## 学以致用

### 1. 【答案】A

【提示】在两极处，设重力加速度为  $g_1$ ，单摆的周期为  $T_1 = \frac{t}{n}$ 。单摆周期公式为  $T_1 =$

$2\pi\sqrt{\frac{L}{g_1}}$ ，联立可得  $g_1 = \frac{4\pi^2 L n^2}{t^2}$ 。在赤道处，设重力加速度为  $g_2$ ，单摆的周期为  $T_2 = \frac{t}{n'}$ 。

单摆周期公式为  $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g_2}}$ ，联立可得  $g_2 = \frac{4\pi^2 L n'^2}{t^2}$ 。根据  $mg_1 = mg_2 + m \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot R$  解

得  $n' = \sqrt{\frac{T^2 L n^2 - R t^2}{T^2 L}}$ 。

### 2. 【答案】AC

【提示】金属小球受到垂直纸面方向的扰动做微小摆动，可知其类似单摆，小球做简谐运动，选项 A 正确。单摆的周期与摆角无关，选项 B 错误。摆长  $l = 1.15 \text{ m} \times \sin 60^\circ \approx 1 \text{ m}$ 。则金属小球摆动周期约为  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \approx 2 \text{ s}$ ，选项 C 正确。若金属球静止在最低点时，

$A$  端拉力  $2T \sin 60^\circ = mg$ ，解得  $T = \frac{\sqrt{3}}{3} N$ 。当金属小球经过最低点时，因为速度不为零，

根据  $2T' \sin 60^\circ = mg + m \frac{v^2}{r} > mg$  可知， $A$  端拉力  $T' > \frac{\sqrt{3}}{3} N$ ，选项 D 错误。故选 AC。

## 课题二

### 知识点回顾

- (1) 刻度尺；厘米；毫米；1 mm；分度值；
- (2) 量程；分度值；平行；垂直；分度值；
- (3) 数字；单位；末端刻度值；起始点刻度值

### 典题精练

#### 1. 【答案】28.3 mm

#### 2. 【答案】32.20 mm

#### 3. 【答案】2.255 mm

#### 4. 【答案】1.900 mm

#### 5. 【答案】6.75 mm

#### 6. 【答案】0.302 mm

## 学以致用

【答案】(1) 23.60; (2) 3.687; (3) 621.41 mm<sup>3</sup>

【提示】(1) 20 分度游标卡尺精度为 0.05 mm, 游标尺读数 = 12 × 0.05 mm = 0.60 mm, 外径 = 主尺读数 + 游标尺读数 = 23 mm + 0.60 mm = 23.60 mm。

(2) 螺旋测微器读数 = 固定刻度 + 可动刻度 = 3.5 mm + 18.7 × 0.01 mm = 3.5 mm + 0.187 mm = 3.687 mm。

(3) 代入公式得  $V = 3.14 \times [(23.60 \text{ mm})^2 - (18.50 \text{ mm})^2] \times 3.687 \text{ mm} \div 4 = 621.41 \text{ mm}^3$ 。

## 课题三

### 知识点回顾

- (1) 位置随时间的变化;
- (2) 事先选定的、假定为不动的物体;
- (3) 描述物体运动快慢; 路程与时间的比值; 恒定不变

### 典题精练

1. 【答案】7.5m/s

【提示】根据匀变速直线运动的平均速度公式  $v = \frac{v_0 + v_t}{2}$ , 先求 5 s 后的速度  $v_t = v_0 + at = 5 \text{ m/s} + 1 \text{ m/s}^2 \times 5 \text{ s} = 10 \text{ m/s}$ , 则平均速度  $v = \frac{v_0 + v_t}{2} = \frac{5 \text{ m/s} + 10 \text{ m/s}}{2} = 7.5 \text{ m/s}$ 。

2. 【答案】不能

【提示】根据  $v_t^2 - v_0^2 = 2as$  可得, 刹车距离  $s = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2a} = \frac{(5 \text{ m/s})^2 - (0 \text{ m/s})^2}{2 \times 2 \text{ m/s}^2} = 6.25 \text{ m} > 3 \text{ m}$ ,

所以不能安全通过。

3. 【答案】 $v_0 = 4 \text{ m/s}$   $a = -4 \text{ m/s}^2$

【提示】与  $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$  对比可得  $v_0 = 4 \text{ m/s}$ ,  $\frac{1}{2} a = -2 \text{ m/s}^2$ , 则  $a = -4 \text{ m/s}^2$ 。

4. 【答案】10 m/s<sup>2</sup>

【提示】 $72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$ , 根据  $v_t^2 - v_0^2 = 2as$  可得  $a = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2s} = \frac{(0 \text{ m/s})^2 - (20 \text{ m/s})^2}{2 \times 20 \text{ m}} = -10 \text{ m/s}^2$ , 加速度大小为  $10 \text{ m/s}^2$ 。

## 学以致用

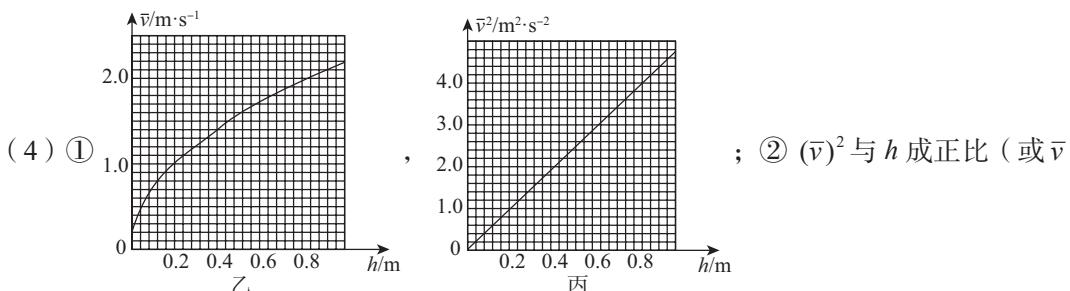
1. 【答案】(1) 64 辆; (2) 1.47 m/s<sup>2</sup>; (3) 25 辆

【提示】(1) 40.0 s 内汽车能行驶的位移为  $x = \frac{1}{2} a t_1^2 + v(t - t_1)$ ,  $t_1 = \frac{v}{a} = \frac{10 \text{ m/s}}{2.5 \text{ m/s}^2} = 4 \text{ s}$  代入数据解得  $x = 380 \text{ m}$ , 所以  $n = \frac{x}{l} = \frac{380 \text{ m}}{6 \text{ m}} = 63.3$ 。根据题意, 能有 64 辆汽车通过路口。

(2) 记  $t_0 = 3$  s, 当计时灯刚亮出“3”时, 第 65 辆汽车行驶的位移为  $x_1 = \frac{1}{2}at_1^2 + v(t - t_1 - t_0)$ , 代入数据解得  $x_1 = 350$  m。此时汽车距停车线的距离  $x_2 = 64l - x_1 = 34$  m。第 65 辆车刹车的加速度  $a' = \frac{v^2}{2x_2} = \frac{100}{68} \text{ m/s}^2 \approx 1.47 \text{ m/s}^2$ 。

(3) 设能通过  $k$  辆汽车, 则第  $k$  辆汽车能通过路口要满足  $\frac{1}{2}at_1^2 + v(t - t_1 - k\Delta t) \geq (k-1)l$ , 数据代入后解得  $k \leq 25.7$ 。所以能通过 25 辆汽车。

2. 【答案】(1)  $\bar{v} = \frac{(n-1)h}{t}$ ; (2) 平均速度  $v \approx 2.18 \text{ m/s}$ ; (3) 一昼夜浪费的水量为 47.172 kg;



与  $h$  的平方根成正比); (5) 偏小, 因为若不放置挡板, 在看到“下一滴水刚好开始下落”的同时, 前一滴水实际下落的高度比  $h$  要大些, 即用听声的办法测得的高度偏小, 故  $\bar{v}$  偏小

## 课题四

### 知识点回顾

- (1) 靠近法线;
- (2) 光路可逆; 远离法线

### 典题精练

1. 【答案】D

【提示】当光线从光疏介质射入光密介质, 发生折射时, 折射角小于入射角。而当光线从光密介质射入光疏介质折射时, 折射角大于入射角。故 A 错误; 折射率  $n$  由介质本身的性质决定, 与折射角无关, 故 B 错误; 根据  $n = \frac{c}{v}$  知折射率大的介质, 光在其中的传播速度小, 故 D 正确; 由数学知识可知, 折射角正弦值与入射角正弦值成正比, 当折射角增大为原来的 2 倍时, 入射角并不是原来的 2 倍, 故 C 错误。

2. 【答案】甲、丁不可能发生, 乙、丙可能发生

【提示】根据光的折射定律, 玻璃为光密介质, 空气为光疏介质, 因此当光以一定角度在这两种介质中传播时, 光疏介质中的角度更大, 所以甲、丁不可能发生, 乙、丙可

能发生。

### 3. 【答案】

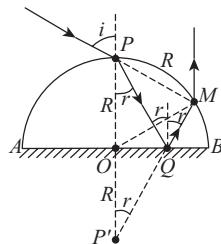
【提示】根据  $\sin \theta_1 \times n_1 = \sin \theta_2 \times n_2$  得  $\sin 90^\circ - 50^\circ \times 1 = \sin 55^\circ \times n$ ，所以该介质的折射率  $n = 1.12$ ，介质中的光速  $v = 2.68 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。

4. 【答案】 $39.1^\circ$

【提示】根据光的折射定律可知  $\sin \theta_1 \times n_1 = \sin \theta_2 \times n_2$ ， $\sin 45^\circ \times 1.33 = \sin \theta_2 \times 1.5$ ，解得  $\sin \theta_2 = 0.63$ ， $\theta_2 = 39.1^\circ$ 。所以，光线在玻璃球内部的折射角约为  $39.1^\circ$

5.【答案】(1) 见提示; (2)  $\sqrt{3}$ ; (3)  $\frac{\sqrt{3}R}{c}$

【提示】(1) 如图所示, 做  $P$  点关于  $O$  点的对称点  $P'$ , 连接  $P'$  点与  $M$  点,  $P'M$  交底面  $AB$  于  $Q$  点, 连接  $Q$  点与  $P$  点可得完整光路。



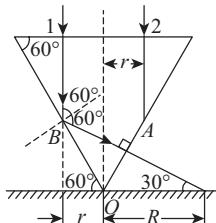
(2) 设光束从  $P$  点入射时的入射角为  $i$ 、折射角为  $r$ ，根据光路图，连接  $OM$  可得  $\triangle OPM$  为正三角形， $PM = R$ ，所以  $\frac{PM}{PP'} = \frac{1}{2} = \cos \angle OPM$ ，则  $\triangle P'PM$  为直角三角形，由几何关系可得  $i = 60^\circ$ ， $r = 30^\circ$ 。由折射定律得  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ ，解得  $n = \sqrt{3}$ 。

(3) 光束在玻璃中的路程设为  $s$ , 有  $s = PQ + QM = P'M$ 。根据  $n = \frac{c}{v}$  可得, 这束光在玻璃中传播的时间  $t = \frac{s}{v}$ , 解得  $t = \frac{\sqrt{3}R}{c}$ 。

## 学以致用

1.【答案】(1)能, 计算见提示; (2)  $2r$

【提示】(1) 临界角  $\sin C = \frac{1}{n}$ ,  $C = \arcsin \frac{\sqrt{3}}{3}$ 。光路图如图所示。入射角为  $60^\circ$ , 又  $\arcsin \frac{\sqrt{3}}{2} = 60^\circ$ , 所以有  $C < 60^\circ$ 。所以, 光线 1 能在圆锥的侧面 B 点发生全反射。



(2) 此时光线在第一个界面上发生全反射后垂直射在相对一侧的界面上, 沿直线射出,

如图所示。由几何知识可得  $r \tan 60^\circ = (R+r) \tan 30^\circ$ ，故半径  $R = 2r$ 。

## 2. 【答案】43.2°

【提示】光线在透明介质层与空气界面上发生全反射的临界角可以通过以下公式计算：  
 $\sin 90^\circ \times 1 = \sin \theta \times 1.46$ ，解得  $\theta = 43.2^\circ$ 。因此，光线在透明介质层与空气界面上发生全反射的临界角约为 43.2°。这意味着当光线以大于或等于 43.2° 的入射角射向界面时，如果介质层足够厚且没有其他干扰（如雨滴），则光线将发生全反射。

# 课题五

## 知识点回顾

- (1) 一倍焦距；正立、放大；一倍焦距；倒立、放大；二倍焦距；倒立、缩小；
- (2) 物远像近像变小；物近像远像变大；物远像远像变大；物近像近像变小

## 典题精练

### 1. 【答案】24 cm，1 倍

【提示】根据成像公式，当  $u = 24 \text{ cm}$ ,  $f = 12 \text{ cm}$  时有  $\frac{1}{24 \text{ cm}} + \frac{1}{v} = \frac{1}{12 \text{ cm}}$ ，解得  $v = 24 \text{ cm}$ ，所以  $u = v$ ，倍数为 1 倍。

### 2. 【答案】10 cm

【提示】因为像的高度仅为物体的一半，根据相似三角形原理易得  $u = 2v$ ，所以  $v = 15 \text{ cm}$ ，根据成像公式有  $\frac{1}{30 \text{ cm}} + \frac{1}{15 \text{ cm}} = \frac{1}{f}$ ，解得  $f = 10 \text{ cm}$ 。

### 3. 【答案】16.7 cm

【提示】根据成像公式有  $\frac{1}{u} + \frac{1}{25 \text{ cm}} = \frac{1}{10 \text{ cm}}$ ，解得  $u = 16.7 \text{ cm}$ 。

### 4. 【答案】C

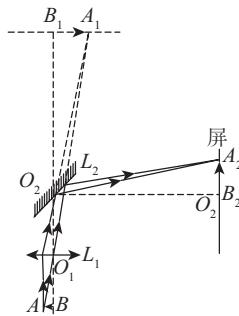
【提示】根据题意蚂蚁沿着透镜主轴爬行，蚂蚁的成像为正立、放大，则物像同侧可知，物距小于一倍焦距。设像距为 30 cm 时，物距为  $u_1$ ，像距为 24 cm 时，物距为  $u_2$ 。根据  $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} - \frac{1}{v}$ ，代入数据有  $\frac{1}{6} = \frac{1}{u_1} - \frac{1}{30}$ ,  $\frac{1}{6} = \frac{1}{u_2} - \frac{1}{24}$ ，解得  $u_1 = 5 \text{ cm}$ ,  $u_2 = 4.8 \text{ cm}$ 。由  $u_1 > u_2$  可知蚂蚁接近镜心，平均速度为  $v = \frac{u_1 - u_2}{t} = \frac{5 - 4.8}{0.5} \text{ cm/s} = 0.4 \text{ cm/s}$ 。故选 C。

## 学以致用

### 1. 【答案】(1) $f = 24 \text{ cm}$ ；(2) 见提示

【提示】(1) 对凸透镜  $L_1$  而言，当像成在屏幕上时，结合平面镜成像的特点，有  $u = 30 \text{ cm}$ ,  $v = 30 \text{ cm} + 90 \text{ cm} = 120 \text{ cm}$ 。由  $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ ，解得  $f = 24 \text{ cm}$ 。

(2) 成像如图所示。



2. 【答案】 $\frac{L-2a-b}{2}$ ;  $\frac{L^2-b^2}{4L}$

【提示】点光源两次通过凸透镜成的像都能在光屏上承接，说明均为实像，第一次成像时，物距  $u_1 = a + x$ ，像距  $v_1 = L - a - x$ ；第二次成像时，物距  $u_2 = a + b + x$ ，像距  $v_2 = L - a - b - x$ 。根据凸透镜成像的特点可知  $u_1 = v_2$ ， $v_2 = u_1$ ，解得  $x = \frac{L-2a-b}{2}$ 。代入数据可得  $u_1 = \frac{L-b}{2}$ ， $v_1 = \frac{L+b}{2}$ ，利用成像公式可得  $\frac{2}{L-b} + \frac{2}{L+b} = \frac{1}{f}$ ，解得  $f = \frac{L^2-b^2}{4L}$ 。

## 课题六

### 知识点回顾

- (1) 弹性形变；弹力；相互接触；弹性形变；压力；支持力；
- (2) 弹性形变程度；弹性形变；相反；垂直；
- (3) 弹性限度；伸长量；拉力

### 典题精练

1. 【答案】C

【提示】根据胡克定律  $F = kx$ ， $k = \frac{F}{x} = \frac{10 \text{ N}}{5 \text{ cm}} = 200 \text{ N/m}$ 。若将 3 根这样的弹簧并联，

3 根弹簧伸长量相同。一根弹簧所需拉力  $F = kx_1 = 200 \text{ N/m} \times 10 \text{ cm} = 20 \text{ N}$ 。三根并联  $F' = 3F_1 = 3 \times 20 \text{ N} = 60 \text{ N}$ ，所需的拉力是 60 N。故选 C。

2. 【答案】(1) 0.5 m; 2000 N/m; (2) 0.275 m

【提示】(1) 设弹簧的原长为  $l_0$ ，劲度系数为  $k$ 。根据胡克定律  $F = kx$  可得  $100 \text{ N} = k(0.55 \text{ m} - l_0)$  ①， $300 \text{ N} = k(0.65 \text{ m} - l_0)$  ②，由①②联立解得  $l_0 = 0.5 \text{ m}$ ， $k = 2000 \text{ N/m}$ 。

(2) 将弹簧减去一半，劲度系数  $k$  变为了  $k' = 2k = 4000 \text{ N/m}$ ，根据胡克定律  $F = kx$  可得弹簧伸长量  $x' = \frac{F}{2k} = \frac{100 \text{ N}}{4000 \text{ N/m}} = 0.025 \text{ m}$ 。弹簧的长度变为  $L = \frac{l_0}{2} + x' = \frac{0.5 \text{ m}}{2} + 0.025 \text{ m} = 0.275 \text{ m}$ 。

3. 【答案】A

【提示】设弹簧的劲度系数是  $k$ ，弹簧原长  $L_0$ ，根据弹簧长度的表达式可知，弹簧的长度为  $L = L_0 + x = L_0 + \frac{F}{k}$ ，则甲弹簧的长度  $L = L_0 + \frac{F}{k}$ ，则原长  $L_0 = L - \frac{F}{k}$ ，乙弹簧的

长度  $L = L_0 - \frac{F}{k}$ ，则原长  $L_0 = L + \frac{F}{k}$ 。甲、乙弹簧并联时，两者长度相同，设为  $s$ ，那么甲的伸长量  $x_1 = s - \left(L - \frac{F}{k}\right)$ ，产生拉力  $kx_1 = k \left[s - \left(L - \frac{F}{k}\right)\right]$ 。乙的伸长量  $x_2 = s - \left(L + \frac{F}{k}\right)$ ，产生拉力  $kx_2 = k \left[s - \left(L + \frac{F}{k}\right)\right]$ 。甲、乙两弹簧拉力之和应该等于  $G$ ，即  $k \left[s - \left(L - \frac{F}{k}\right)\right] + k \left[s - \left(L + \frac{F}{k}\right)\right] = G$ 。解得弹簧的长度  $s = L + \frac{G}{2k}$ 。故选 A。

## 4. 【答案】200

【提示】根据题意，在弹性限度内，弹簧的伸长量跟受到的拉力成正比。已知把一根弹簧拉长 10 cm 需要 10 N 的力，则把一根相同的弹簧拉长 0.4 m，需要 40 N 的力，把同样的五根并排的弹簧拉长 0.4 m 需要的力是 200 N。

5. 【答案】 $1.8x$ 

【提示】如果此弹簧劲度系数为  $k$ ，下端挂重量为  $G$  的重物，其伸长量为  $x$ ，其表达式为  $G = kx$ 。截去  $\frac{1}{10}$  后，此时弹簧劲度系数为  $\frac{10}{9}k$ ，下端挂重量为  $2G$  的重物，其伸长量  $x_1 = \frac{2G}{\frac{10}{9}k} = \frac{2kx}{\frac{10}{9}k} = \frac{9}{5}x = 1.8x$ 。

## 6. 【答案】6；40；16

【提示】开始时  $q$  弹簧处于压缩状态，它向上的弹力等于木块  $b$  的重力，设压缩量为  $x_1$ ，则有  $kx_1 = m_b g$ 。代入数据解得  $x_1 = \frac{m_b g}{k} = \frac{2 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg}}{500 \text{ N/m}} = 0.04 \text{ m} = 4 \text{ cm}$ 。开始时  $q$  弹簧的长度  $l_1 = l_0 - x_1 = 10 \text{ cm} - 4 \text{ cm} = 6 \text{ cm}$ 。木块刚好离开水平地面时绳子对  $b$  的拉力  $F_b = (m_b + m_c)g = (2 \text{ kg} + 2 \text{ kg}) \times 10 \text{ N/kg} = 40 \text{ N}$ 。木块刚好离开水平地面时， $q$  弹簧处于伸长状态，设伸长量为  $x_2$ ，则  $kx_2 = m_c g$ ，解得  $x_2 = \frac{m_c g}{k} = \frac{2 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg}}{500 \text{ N/m}} = 0.04 \text{ m} = 4 \text{ cm}$ 。

$p$  弹簧的水平拉力  $F = F_b = 40 \text{ N}$ 。设  $p$  弹簧的伸长量为  $x_3$ ，则有  $F = kx_3$ ，解得  $x_3 = \frac{F}{k} = \frac{40 \text{ N}}{500 \text{ N/m}} = 0.08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$ 。该过程  $p$  弹簧的左端向左移动的距离  $s = x_1 + x_2 + x_3 = 4 \text{ cm} + 4 \text{ cm} + 8 \text{ cm} = 16 \text{ cm}$ 。

## 学以致用

## 1. 【答案】C

【提示】根据弹簧的串、并联规律，分别表示出每一组弹簧的总的劲度系数  $k_a = \frac{k_1 k_2 + k_1 k_3}{k_1 + k_2 + k_3}$  ①， $k_b = \frac{k_1 k_2 + k_2 k_3}{k_1 + k_2 + k_3}$  ②， $k_c = \frac{k_1 k_3 + k_2 k_3}{k_1 + k_2 + k_3}$  ③，因为  $k_1 > k_2 > k_3$ ，比较①②可知，分母相同，分子中只有后半部分不同，所以  $k_a > k_b$ 。比较②③可知，分母相同，分子中只有前半部分不同，所以  $k_b > k_c$ 。综合比较结果得  $k_a > k_b > k_c$ 。因为弹簧的劲度系数越大，伸长越短，所以，它们的伸长量（a）组最短，（c）组最长。

2. 【答案】（1） $F_{\text{测}} = \frac{17}{20}F$ ，理由见提示；（2）4.72N

【提示】(1) 对于一定的拉力  $F$ , 弹簧改制前后每匝的伸长量是相同的, 但改制后的弹簧只有 17 匝, 故总的伸长量只有原来的  $\frac{17}{20}$ , 而弹簧刻度的示数未变, 因而示数  $F_{\text{测}}$  与实际拉力  $F$  的关系为  $F_{\text{测}} = \frac{17}{20}F$ , 或  $F = \frac{20}{17}F_{\text{测}} \approx 1.18F_{\text{测}}$ 。

(2) 已知  $F_{\text{测}} = 4.0 \text{ N}$ , 故  $F = 4.0 \times 1.18 \text{ N} = 4.72 \text{ N}$ , 即该物实重 4.72 N。

## 课题七

### 知识点回顾

- (1) 地球;  $G = mg$ ; 9.8;
- (2) 竖直向下; 重垂线;
- (3) 几何中心

### 典题精练

#### 1. 【答案】C

【提示】输液前, 玻璃瓶连通瓶中的液体作为一个整体, 其重心在玻璃瓶的中心位置附近, 设此时重心高度为  $h_1$ 。当液体开始滴下时, 玻璃瓶中的液体质量逐渐减少, 而玻璃瓶的质量不变。由于液体是从玻璃瓶的下部逐渐流出的, 所以在液体不断滴下的过程中, 整体的质量分布逐渐向下移动, 重心也随之向下移动。当液体即将滴完时, 玻璃瓶中只剩下少量液体, 此时整体的重心高度达到最低, 设为  $h_2$ , 且  $h_2 < h_1$ 。当液体滴完时, 只剩下玻璃瓶的质量, 其重心又回到玻璃瓶的中心位置附近  $h_1$ 。所以在液体不断滴下的过程中, 玻璃瓶连同瓶中的液体共同的重心先降后升。答案为 C。

#### 2. 【答案】35 m/s; 61.25 m

【提示】设小球下落总时间为  $t$ , 根据自由落体运动的位移公式  $h = \frac{1}{2}gt^2$ , 则小球在  $t$  时间内下落的高度为  $h_1 = \frac{1}{2}gt^2$ 。小球在  $(t-1)$  s 内下落的高度为  $h_2 = \frac{1}{2}g(t-1)^2$ 。 $h_1 - h_2 = \frac{1}{2}gt^2 - \frac{1}{2}g(t-1)^2 = 30 \text{ m}$ 。根据  $g = 10 \text{ m/s}^2$  可得  $t = 3.5 \text{ s}$ 。根据自由落体速度公式  $v = gt$  可得, 小球落地时速度  $v = gt = 10 \times 3.5 \text{ m/s} = 35 \text{ m/s}$ 。根据自由落体运动的位移公式  $h = \frac{1}{2}gt^2$  可得, 塔顶的高度  $h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 3.5^2 \text{ m} = 61.25 \text{ m}$ 。

#### 3. 【答案】0.5 s; 35 m

【提示】设小球下落总时间为  $t$ 。将自由落体运动位移公式  $h = \frac{1}{2}gt^2$  变形得  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ , 则小球在 125 m 的下落时间  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 125}{10}} \text{ s} = 5 \text{ s}$ 。当第 11 个小球刚从井口下落时, 第 1 个小球恰好到井底, 间隔 10 个小球的时间, 相邻两小球下落的时间间隔  $t_{\text{间}} = 5 \text{ s} \div 10 = 0.5 \text{ s}$ 。推出此时第 3 个小球的运动时间为 4 s, 第 5 个小球的运动时间为 3 s。第 3 个小球下落的高度为  $h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 4^2 \text{ m} = 80 \text{ m}$ 。第 5 个小球下落的高度为  $h_2 =$

$\frac{1}{2}gt_2^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 3^2 \text{ m} = 45 \text{ m}$ 。这时第 3 个小球与第 5 个小球相距  $h = h_1 - h_2 = 80 \text{ m} - 45 \text{ m} = 35 \text{ m}$ 。

4. 【答案】(1) 10 s; (2) 5 m, 95 m; (3) 125 m; (4)  $5\sqrt{2}$  s

【提示】由  $x = 500 \text{ m}$  和自由落体加速度, 根据位移公式可直接算出落地所用时间, 根据运动时间, 可算出第 1 s 内的位移。最后 1 s 内的位移是下落总位移和前  $(n-1)$  s 下落位移之差。

(1) 由  $x = \frac{1}{2}gt^2$  得, 落地所用时间  $t = \sqrt{\frac{2x}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 500}{10}} \text{ s} = 10 \text{ s}$ 。

(2) 第 1 s 内的位移  $x_1 = \frac{1}{2}gt_1^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 \text{ m} = 5 \text{ m}$ 。因为从开始运动起, 前 9 s 内的位移为  $x_9 = \frac{1}{2}gt_9^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 9^2 \text{ m} = 405 \text{ m}$ 。所以最后 1 s 内的位移为  $\Delta x = x - x_9 = 500 \text{ m} - 405 \text{ m} = 95 \text{ m}$ 。

(3) 由  $x = \frac{1}{2}gt^2$  得, 下落一半时间  $x_{\frac{t}{2}} = \frac{1}{2}g\left(\frac{t}{2}\right)^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 5^2 \text{ m} = 125 \text{ m}$ 。

(4) 由  $x = \frac{1}{2}gt^2$  得, 落地所用时间  $t' = \sqrt{\frac{2x}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 250}{10}} \text{ s} = 5\sqrt{2} \text{ s}$ 。

5. 【答案】D

【提示】持续注水一段时间后, 水桶与水整体的重心不断升高, 打破平衡时水桶就会翻转, 因此选项 A、B、C 错误, 选项 D 正确。

6. 【答案】B

【提示】为保证两木块刚好不翻倒, 两木块整体的重心要刚好在桌子边缘正上方。设 B

木块伸出桌子边缘外  $x$ , 两木块质量为  $m$ , 则  $m_A g \frac{\frac{3}{8}l + x}{l} + m_B g \frac{x}{l} = \frac{(m_A + m_B)g}{2}$ , 解得  $x = \frac{5}{16}l$ , 故选 B。

## 学以致用

1. 【答案】C

【提示】常开型道闸平时上扬, 我们可以把道闸看作一个整体, 其重心是物体所受重力的等效作用点  $O$ 。当道闸上扬并能保持平衡时, 以  $O$  点为转动轴, 道闸所受的重力矩为零。由于重力的方向是竖直向下的, 那么只有当重心位于  $O$  点左侧时, 重力作用线才会在  $O$  点左侧, 从而产生一个使道闸顺时针转动的力矩, 这样道闸才能稳定地上扬, 所以常开型道闸的重心应在  $O$  点左侧。

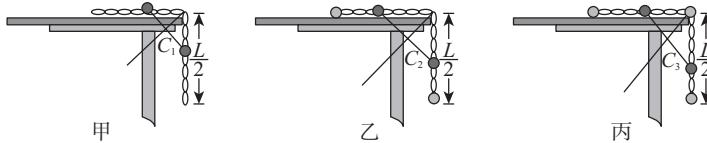
常闭型道闸平时水平放置, 此时道闸能保持水平平衡, 说明以  $O$  点为转动轴, 道闸所受的重力矩为零, 即重心就在  $O$  点上, 此时重力作用线通过  $O$  点, 不存在使道闸转动的重力矩。而当常闭型道闸上扬时, 道闸绕  $O$  点转动, 此时重力产生一个使道闸逆时

针转动的力矩，要实现这种转动，重心必须在  $O$  点右侧，这样重力作用线在  $O$  点右侧，产生的力矩才能使道闸上扬，所以常闭型道闸的重心应在  $O$  点右侧。

综上所述，答案为 C。通过对道闸在不同状态下重心位置与力矩平衡关系的分析，可以清晰地理解道闸的工作原理以及重心位置的要求。

## 2. 【答案】D

【提示】分别研究桌面以上部分和桌面以下部分，则可得出两部分的重心。连接两点，则连线与角平分线的交点即为重心，如图所示。



图甲两段重心都在线段的中心；图乙的上、下两段的重心分别偏向左侧和下侧，所以连接后与角平分线的交点低，即重心低；图丙将中央的小球归到上面的一段考虑，则下面的一半链条重心偏低，由图则可得出  $h_1 > h_3 > h_2$ 。故选 D。

# 课题八

## 知识点回顾

(1) ① 不同粗糙程度；同一位置；滑行距离；阻力越小；② 恒定速度；匀速直线运动状态；静止状态；力；③ 惯性；惯性；惯性

(2) ① 固有属性；受力与否；运动状态；② 质量；质量；质量；③ 惯性；惯性；惯性

## 典题精练

### 1. 【答案】AB

【提示】当一个物体受到两个满足大小相等、方向相反、作用在同一条直线上这些条件的力时，这两个力构成平衡力。根据二力平衡的原理，物体将处于静止或者匀速直线运动这两种平衡状态之一。所以答案为 AB。

### 2. 【答案】ABCD

【提示】平衡力具有以下特点：大小相等、方向相反、作用在同一物体上、作用在同一直线上。对于书受到的重力和桌面对书的支持力而言，它们完全满足这些条件，是一对典型的平衡力。所以答案为 ABCD。

### 3. 【答案】50 N

【提示】当物体静止时，物体处于二力平衡状态，此时绳子对物体的拉力  $F$  和物体的重力  $G$  大小相等。根据重力计算公式  $G = mg$  可得，物体的重力  $G = 5 \times 10 \text{ N} = 50 \text{ N}$ ，所以绳子对物体的拉力  $F = G = 50 \text{ N}$ 。

### 4. 【答案】2000 N

【提示】因为汽车在水平路面上匀速行驶，处于平衡状态，此时牵引力和阻力是一对平

衡力，根据二力平衡的特点，二者大小相等。所以汽车受到的阻力大小为 2000 N。

### 5.【答案】B

【提示】物体受到重力  $G = 100$  N，方向竖直向下，同时受到小明竖直向上的拉力  $F = 40$  N。按照合力的计算方法，合力  $F_{合} = G - F = 100$  N - 40 N = 60 N，方向竖直向下。但是，由于物体仍然静止在地面上，处于平衡状态，所以物体受到的合力实际上为 0 N。

### 6.【答案】左；右

【提示】铁球的质量大于相同体积的水的质量，即铁球的惯性大于相同体积的水的惯性。由牛顿第一定律可知，相对于相同体积的水，铁球的运动状态改变的难度大一些，即当容器随小车突然向右运动时，铁球相对于小车向左运动。乒乓球的质量小于相同体积的水的质量，即乒乓球的惯性小于相同体积的水的惯性。由牛顿第一定律可知，相对于相同体积的水，乒乓球的运动状态改变的难度小一些，即当容器随小车突然向右运动时，乒乓球相对于小车向右运动。

## 学以致用

### 【答案】C

【提示】本题首先要判断  $A$ 、 $B$  间是否有静摩擦力存在，现在已知  $A$ 、 $B$  间有正压力作用，若接触面光滑，则  $F_1 = 0$ 。若接触面粗糙，则关键是分析判断  $A$ 、 $B$  间有无相对运动趋势，“趋势”是如果没有静摩擦力存在，它们要怎样相对运动，因为有静摩擦力存在，这个相对运动被阻止了，这种想要动而没有动起来的状态就叫“趋势”。因此，分析相对运动趋势就要先假定  $A$ 、 $B$  间无静摩擦力，这样  $A$  在水平方向就不受任何外力了， $A$  应该用原来的速度匀速前进。由题意知  $B$  也在匀速前进，谁也不超前，谁也不落后，也就是说，如果  $A$ 、 $B$  间无静摩擦力它们也不会发生相对运动，即没有相对运动趋势，所以  $A$ 、 $B$  间不存在静摩擦力， $F_1 = 0$ 。故正确选项为 C。

## 课题九

### 知识点回顾

- (1) 接触；挤压；粗糙；相对运动；相对运动趋势；
- (2) 静摩擦力；滑动摩擦力；滚动摩擦力；
- (3) 接触面；相对运动；相对运动趋势；压力大小；接触面粗糙程度

### 典题精练

#### 1.【答案】竖直向下；52

【提示】将 108 个木块看成一个整体，对整体进行受力分析，在竖直方向，共受到三个力的作用：竖直向下的重力  $108G$ 、两个相等的竖直向上的摩擦力  $f$ 。由平衡条件可得  $2f = 108G$ ，解得  $f = 54G$ 。将左边 106 个木块看成一个整体，对整体进行受力分析，在竖直方向，共受到三个力的作用：竖直向下的重力  $106G$ 、左边竖直向上的摩擦力

$f=54G$ ，右边竖直向上的摩擦力 $f'$ 。由平衡条件可得 $f'+54G=106G$ 。解得 $f'=52G=52\times1\text{ N}=52\text{ N}$ 。由于物体间力的作用是相互的，则106号木块对107号木块摩擦力的方向为竖直向下。

2.【答案】 $\frac{1-a^2}{a^2}$

【提示】已知 $A$ 、 $B$ 表面与地面的粗糙程度相同，最大静摩擦力与压力的关系均为 $f=aF_{\text{压}}$ 。对 $A$ 、 $B$ 整体受力分析， $F_1=a(m_A+m_B)g$ 。再对物体 $B$ 分析， $B$ 受推力、重力、向左的支持力和向上的最大静摩擦力，根据平衡条件有 $aF_1=m_Bg$ 。联立解得， $A$ 与 $B$ 的质量之比为 $\frac{m_A}{m_B}=\frac{1-a^2}{a^2}$ 。

3.【答案】CD

【提示】题图甲为阶梯电梯，对小张进行受力分析，根据牛顿第二定律可知，他受重力、支持力及水平向左的摩擦力作用，故A错误，C正确；而题图乙为斜面电梯，小李受到重力、垂直于斜面的支持力与沿斜面向上的静摩擦力，故B错误，D正确。故选CD。

4.【答案】A

【提示】需用约1N的拉力克服最大静摩擦力，A4纸受正反两面的两个摩擦力，不计书皮及A4纸的质量，有 $1\text{ N}=2\mu\frac{G}{n}n_1=\left(2\times\mu\times\frac{6}{424}\times106\text{ N}\right)$ ，解得 $\mu\approx0.33$ ，故选A。

5.【答案】A

【提示】以桌面上的一段铁链为研究对象，设铁链单位长度的质量为 $m_0$ ，则 $m_0Lg\mu+m_0xg=m_0(L-x)g$ ，摩擦因数为 $\frac{1}{3}$ ，解得 $x=\frac{1}{3}L$ 。

## 学以致用

1.【答案】ABD

【提示】分析时可将后轮和甲车视为一个整体，前轮和乙车视为一个整体，分析前、后轮就相当于分析甲、乙车。按动遥控器上的“前进”键，后轮是主动轮且顺时针转动，所以甲车对后轮摩擦力向前，后轮对甲车的摩擦力向后，甲车相对地面向后退；前轮是从动轮，所以前轮对乙车的摩擦力向前，则乙车对前轮的摩擦力向后，乙车相对地面向前进，故A、B正确；按动遥控器上的“后退”键，后轮是主动轮且逆时针转动，则甲车对后轮的摩擦力向后，后轮对甲车的摩擦力向前，甲车相对地面向前进；前轮是从动轮，所以前轮对乙车的摩擦力向后，则乙车对前轮的摩擦力向前，乙车相对地面向后退，故C错误，D正确。故选ABD。

2.【答案】A

【提示】①由于 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 整体一起向右做匀速直线运动，所以相对于 $B$ ， $A$ 没有运动趋势，所以题图甲中 $A$ 不受摩擦力，故①正确。

②由于题图甲中 $B$ 所受支持力等于 $A$ 、 $B$ 的重力之和，所以题图甲中 $B$ 所受重力小于

*B* 所受支持力，故 *B* 所受重力与支持力不是一对平衡力，故②错误。

③ 题图甲中，水平拉力  $F_1 = 6\text{ N}$  作用于 *B* 上，*A*、*B*、*C* 整体一起向右做匀速直线运动，*A*、*B* 间摩擦力为 0，*B*、*C* 间摩擦力为 6 N，*C* 与地面间的滑动摩擦力为 6 N。

$m_A = 3\text{ kg}$ ,  $m_B = 2\text{ kg}$ ,  $m_C = 1\text{ kg}$ , 则 *C* 对地面的压力为  $F_C = G_A + G_B + G_C = (m_A + m_B + m_C)g = (3\text{ kg} + 2\text{ kg} + 1\text{ kg}) \times 10\text{ N/kg} = 60\text{ N}$ 。由于接触面粗糙程度相同时，滑动摩擦力大小与压力大小成正比，则题图乙中 *A*、*B* 之间的摩擦力为  $f_{AB} = \frac{f_C}{F_C} \times F_A = \frac{f_C}{F_C} \times$

$$G_A = \frac{6\text{ N}}{60\text{ N}} \times 30\text{ N} = 3\text{ N}$$

同理可得 *B*、*C* 间摩擦力为 5 N，*B* 相对于地面做匀速直线运动，

拉力与摩擦力平衡，则  $F_2 = f_{AB} + f_{BC} = 3\text{ N} + 5\text{ N} = 8\text{ N}$ ，故③正确。

④ *A*、*C* 保持静止，*B* 相对于地面向右做匀速直线运动，则 *A*、*C* 受到 *B* 的滑动摩擦力方向均水平向右。由 *A* 静止处于平衡状态可知，定滑轮上的绳子对 *A* 向左的拉力为 3 N，则 *C* 受到定滑轮上的绳子向左的拉力也为 3 N。*C* 保持静止，处于平衡状态，应受平衡力的作用。分析 *C* 受力情况：绳子对 *C* 有水平向左的 3 N 的拉力，*B* 对 *C* 有水平向右的摩擦力为 5 N，则地面对 *C* 应有 2 N 水平向左的摩擦力，故④错误。

综上所述，①③正确，故 A 符合题意，BCD 不符合题意。故选 A。

## 课题十

### 知识点回顾

同一直线；加法；减法；较大；互相垂直；互不影响

### 典题精练

1. 【答案】可能为 10 N，不可能为 5 N、15 N、12 N、8 N

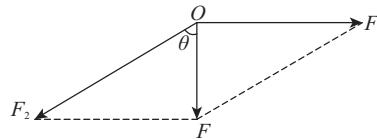
【提示】当两个力的夹角为 0° 时，它们的合力最大为 12 N；当两个力的夹角为 180° 时，它们的合力最小为 8 N；当两个力之间的夹角由 0° 逐渐增大至 180° 时，合力逐渐减小，即合力大小在 8 N 到 12 N 之间，因此合力可能为 10 N，不可能为 5 N、15 N。

2. 【答案】 $6\sqrt{2}\text{ N}$ ，南偏西 45°

【提示】当两个力的合力为 0 时，由于一个力向东，大小为 6 N，则另一个力必定方向向西，且大小也为 6 N。将向东的力改为向南后，二力互相垂直，因此它们的合力大小为  $6\sqrt{2}\text{ N}$ ，方向为南偏西 45°。

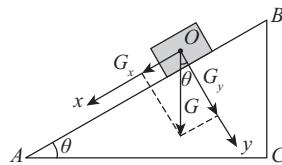
3. 【答案】300 N，与竖直方向成 53° 向左下

【提示】如图所示，由平行四边形定则可知， $F_2 = \sqrt{F^2 + F_1^2} = 300\text{ N}$ ，设它与力 *F* 的夹角为  $\theta$ ，则  $\tan \theta = \frac{F_1}{F} = \frac{4}{3}$ ，解得  $\theta = 53^\circ$ 。



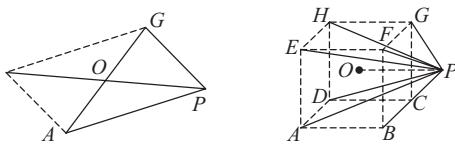
4. 【答案】 $F_1 = G \sin \theta$ ,  $F_2 = G \cos \theta$

【提示】如图所示,  $F_1 = G_x = G \sin \theta$ ,  $F_2 = G_y = G \cos \theta$ 。



5. 【答案】D

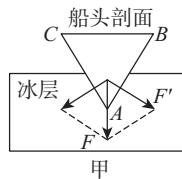
【提示】如图所示, 易知点 O 为 AG 的中点, 由平行四边形定则可知力  $F_{PA}$ 、 $F_{PG}$  的合力为  $2F_0$ , 同理, 力  $F_{PB}$ 、 $F_{PH}$  的合力、力  $F_{PC}$ 、 $F_{PE}$  的合力、力  $F_{PD}$ 、 $F_{PF}$  的合力均为  $2F_0$ , 所以质点 P 受到的合力为  $8F_0$ 。故选 D。



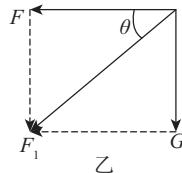
## 学以致用

【答案】(1)  $\frac{5}{8}F$ ; (2)  $\sqrt{F^2 + G^2}$ , 斜向上且  $\tan \theta = \frac{G}{F}$

【提示】(1) 如图甲所示把船头对冰面的作用力按作用效果分解, 根据几何关系可知  $2F' \cos \frac{\theta}{2} = F$ ,  $\theta = 74^\circ$ , 解得  $F' = \frac{5}{8}F$ 。



(2) 如图乙所示对冰块受力分析可知, 水对冰块的作用力与船体对冰块作用力和重力的合力等大、反向, 则有  $F_1 = \sqrt{F^2 + G^2}$ , 所以水对冰块的作用力与  $F_1$  方向相反, 斜向上且  $\tan \theta = \frac{G}{F}$ 。



## 课题十一

### 知识点回顾

(1) 压强;

(2)  $\frac{F}{S}$ ;

(3)  $\rho gh$ **典题精练**

1. 【答案】A
2. 【答案】C
3. 【答案】AD
4. 【答案】2 : 5; 有向右

【提示】根据帕斯卡定律  $p_1 = p_2$ , 即  $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$  可得  $\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{20 \text{ cm}^2}{50 \text{ cm}^2} = \frac{2}{5}$ 。由于  $F_2$  大于  $F_1$ , 而容器处于平衡状态, 所以桌面对容器有向右的水平作用力。

**学以致用**

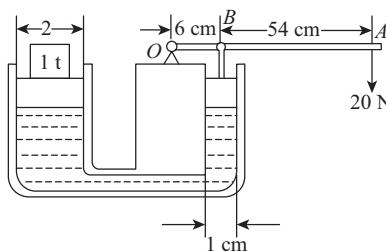
1. 【答案】(1) 帕斯卡原理的理解与应用: 帕斯卡原理指出, 密闭容器中的液体在某一处受到的压强变化会大小不变地向各个方向传递。这意味着, 如果我们在一个小面积上施加一个力, 这个力产生的压强将均匀地传递到容器的所有部分, 包括那些面积更大的部分。因此, 我们可以在一个较小的活塞上施加一个较小的力, 通过液体的传递, 在一个较大的活塞上产生一个较大的力。这就是帕斯卡原理在实际应用中的意义。帕斯卡原理在生产、生活或工程中的实际应用案例包括液压千斤顶、液压传动系统和液压制动系统等。液压千斤顶利用帕斯卡原理, 用较小的力就可以举起较重的物体; 液压传动系统则利用液体的压力传递来驱动各种机械设备; 液压制动系统则利用液体的不可压缩性来实现快速、可靠的制动。

(2) 液压系统的设计与分析: 要实现将较小的力放大为较大的力, 同时保持力的方向不变, 我们可以设计一个液压系统, 其中包含一个较小的输入活塞和一个较大的输出活塞。当在输入活塞上施加一个力时, 这个力产生的压强将均匀地传递到整个液压系统中, 包括输出活塞。由于输出活塞的面积大于输入活塞的面积, 因此输出活塞上产生的力将大于输入活塞上施加的力, 从而实现力的放大。在设计过程中, 我们需要考虑液体的选择 (如黏度、腐蚀性、可燃性等)、密封性能 (以防止液体泄漏)、活塞和缸体的材料选择 (以承受高压和磨损), 以及系统的安全性和稳定性等因素。此外, 我们还需要考虑液压系统的效率, 包括能量损失 (如摩擦损失、热损失等) 和系统的响应速度等。

(3) 工程应用中的挑战与解决方案: 在实际工程中, 应用帕斯卡原理的液压系统可能会遇到液体泄漏、摩擦损失、热传导损失、系统不稳定等挑战。这些挑战可能会导致液压系统的性能下降, 甚至失效。针对这些挑战, 我们可以采取以下解决方案: 使用高质量的密封材料和密封技术来减少液体泄漏; 优化液压系统的设计和材料选择以减少摩擦损失; 使用高效的冷却系统来降低液压系统中产生的热量; 采用先进的控制系统来确保液压系统的稳定性和响应速度。此外, 定期对液压系统进行维护和保养也是确保其性能和可靠性的重要措施。

## 2. 【答案】7 cm

【提示】如图所示，动力臂为  $OA = OB + BA = 6 \text{ cm} + 54 \text{ cm} = 60 \text{ cm} = 0.6 \text{ m}$ 。根据杠杆的平衡条件得  $F \times OA = F_{\text{小}} \times OB$  即  $20 \text{ N} \times 0.6 \text{ m} = F_{\text{小}} \times 0.06 \text{ m}$ ，解得  $F_{\text{小}} = 200 \text{ N}$ 。因为压强相等，所以  $\frac{F_{\text{大}}}{S_{\text{大}}} = \frac{F_{\text{小}}}{S_{\text{小}}}$ ， $\frac{mg}{\pi \left(\frac{1}{2}D\right)^2} = \frac{F_{\text{小}}}{\pi \left(\frac{1}{2}d\right)^2}$  得  $D^2 = \frac{mg}{F_{\text{小}}} d^2 = \frac{1000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg}}{200 \text{ N}} \times (1 \text{ cm})^2$ ，解得大活塞的直径至少是  $D = 7 \text{ cm}$ 。



## 课题十二

### 知识点回顾

- (1) 大气压；
- (2)  $p_0$ ;  $1 \times 10^5$ ;
- (3) 重力；流动性

### 典题精练

## 1. 【答案】ADE

2. 【答案】 $\frac{mv_0^2}{7p_0S}$

【提示】电阻丝产生的焦耳热等于杆动能减少量，即  $Q = \frac{1}{2}mv_0^2$ ，则气体内能增加量为  $\Delta U = 2.5R\Delta T$ 。气体体积膨胀，对液柱做功为  $W = p_0\Delta V = p_0S\Delta l$ 。由理想气体方程有  $p_0\Delta V = R\Delta T$ 。结合热力学第一定律有  $\Delta U = Q - W$ 。联立得，最终液柱达到平衡时在细管中移动的距离为  $\Delta l = \frac{mv_0^2}{7p_0S}$ 。

3. 【答案】(1)  $16p_0V_0$ ；(2) 75 : 1124. 【答案】(1)  $V_A = 1 \text{ m}^3$ ,  $T_A = 2 \times 10^2 \text{ K}$ ,  $V_D = 4 \text{ m}^3$ ,  $T_D = 4 \times 10^2 \text{ K}$ ；(2)  $4 \times 10^4 \text{ Pa}$ 

【提示】(1) 从题图中可判断出状态  $A$  的体积  $V_A = 1 \text{ m}^3$ ，温度  $T_A = 2 \times 10^2 \text{ K}$ 。状态  $D$  的体积  $V_D = 4 \text{ m}^3$ ，温度  $T_D = 4 \times 10^2 \text{ K}$ 。

(2) 状态  $A$ : 压强  $p_A$ ，体积  $V_A = 1 \text{ m}^3$ ，温度  $T_A = 2 \times 10^2 \text{ K}$ 。状态  $D$ : 压强  $p_D = 2 \times 10^4 \text{ Pa}$ ，体积  $V_D = 4 \text{ m}^3$ ，温度  $T_D = 4 \times 10^2 \text{ K}$ 。根据理想气体的状态方程可得  $\frac{p_A V_A}{T_A} = \frac{p_D V_D}{T_D}$ ，解得状态  $A$  的压强  $p_A = 4 \times 10^4 \text{ Pa}$ 。

## 5. 【答案】A

【提示】从  $A$  到  $B$  过程中，气体的体积与热力学温度成正比，所以气体发生等压变化，压强保持不变，即  $p_A = p_B = 1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，根据盖-吕萨克定律  $\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B}$ ，代入数据解得  $T_A = 200 \text{ K}$ ，故 A 正确，C 错误；从  $B$  到  $C$  过程中，气体发生等容变化，根据查理定律  $\frac{p_B}{T_B} = \frac{p_C}{T_C}$  代入数据解得  $p_C = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，故 B 错误；从状态  $B$  到状态  $C$  的过程中，气体温度升高，内能增加，故 D 错误。故选 A。

## 学以致用

## 【答案】(1) 理想气体状态方程的应用

理想气体状态方程为  $pV = nRT$ ，其中  $p$  是压强， $V$  是体积， $n$  是物质的量（对于一定量的气体， $n$  为常数）， $R$  是理想气体常数， $T$  是热力学温度（以开尔文为单位）。

在压缩机对空气进行压缩的过程中，压强  $p$  和体积  $V$  会发生变化，因为压缩机通过减小体积来增加压强。温度  $T$  也可能发生变化，因为压缩过程中可能会产生热量。物质的量  $n$  对于一定量的气体来说是保持不变的。

## (2) 压缩机性能的分析

利用理想气体状态方程，我们可以推导出压缩机压缩过程中压强与体积的关系；推导出温度与体积的关系。在压缩机性能评估中，压强比  $\left(\frac{p_2}{p_1}\right)$ 、体积比  $\left(\frac{V_1}{V_2}\right)$  和温度变化  $(\Delta T = T_2 - T_1)$  都是重要的因素。压强比越大，说明压缩机的压缩能力越强；体积比越小，说明压缩机在相同的压强下能够压缩更多的气体；温度变化则会影响压缩机的效率和成本，因为过高的温度可能需要额外的冷却设备来降低。

## (3) 工程应用中的实际问题

在实际工程中，压缩机可能会遇到气体泄漏、摩擦损失、热传导损失等挑战，这些都会导致理想气体状态方程的应用受到一定影响。改进方案包括：使用高质量的密封材料来减少气体泄漏；优化压缩机的设计以减少摩擦损失；使用高效的冷却系统来降低压缩过程中产生的热量；定期对压缩机进行维护和保养，以确保其处于最佳工作状态。

## 课题十三

## 知识点回顾

- (1) 做功快慢；
- (2)  $P$ ;  $W$ ;  $t$ ;
- (3)  $P$ ;  $F$ ;  $v$

## 典题精练

## 1. 【答案】CD

【提示】 $P = \frac{W}{t}$  是平均功率公式，不能求瞬时功率；所以 A 错误；由  $P = Fv$  得，在牵引力一定时， $P$  与  $v$  成正比，所以 B 错误；C、D 选项正确。

2. 【答案】BC

【提示】图像乙中面积代表拉力做的  $W$ ，所以 B 正确；2~6 s 物体做匀速运动，合外力为零，不做功，所以 C 正确。

3. 【答案】ABD

【提示】由圆周运动公式可知，速度不变，则向心力大小不变，所以 A 正确；合力大小不变， $OA$  段支持力减小，所以摩擦力和重力合力增大，B 正确； $OA$  段只有重力和摩擦力做功，且合外力做功为零，所以摩擦力和重力功率大小互为相反数，重力功率减小，所以克服摩擦力功率也减小，D 正确。

4. 【答案】B

【提示】小球  $c$  从  $M$  到  $N$ ，滑块  $b$  先下滑再回到原来的位置，则由能量关系得  $m_c g \times 2\overline{MO} \cos 37^\circ \times \sin 37^\circ = \mu m_b g \cos 30^\circ \times 2(\overline{MO} - \overline{MO} \sin 37^\circ)$ ，解得滑块  $b$  与斜面间的动摩擦因数为  $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ，选项 A 错误；小球在  $M$  点时弹簧被拉伸，弹力为 8 N，此时弹簧被拉长  $\Delta x = \frac{8}{200} \text{ m} = 4 \text{ cm}$ ，小球  $c$  滑至  $MN$  的中点处时， $b$  下滑的距离为  $\Delta x' = \overline{OM} - \overline{OM} \sin 37^\circ = 8 \text{ cm}$ ，则此时弹簧被压缩 4 cm，此时的弹性势能等于在  $M$  点的弹性势能，设此时  $c$  的速度为  $v$ ，则  $b$  的速度为 0，则由能量关系得  $m_c g \times \overline{MO} \cos 37^\circ \times \sin 37^\circ + m_b g \Delta x' \sin 30^\circ = \frac{1}{2} m_c v^2 + \mu m_b g \cos 30^\circ \Delta x'$ ，解得  $v = \frac{4\sqrt{2}}{5} \text{ m/s}$ ，选项 B 正确；小球  $c$  从  $M$  点滑至  $N$  点的过程中，经过  $MN$  中点处时，小球  $c$  沿斜面方向的合力为  $m_c g \sin 37^\circ$ ，则加速度不为零，速度不是最大，即此时重力的功率不是最大，选项 C 错误；小球  $c$  从  $M$  点滑至  $MN$  中点的过程中，弹簧由伸长 4 cm 到压缩 4 cm，即弹簧的弹性势能先减小再增大；同样小球  $c$  从  $MN$  中点滑至  $N$  点的过程中，弹簧由压缩 4 cm 到拉长 4 cm，即弹簧的弹性势能仍先减小再增大，则选项 D 错误。故选 B。

5. 【答案】D

【提示】滑雪运动员离开起跳区后做平抛运动，水平速度不变，竖直速度变化，则速度变化量为  $\Delta v = gt$ ，可知速度变化量和时间关系为正比例函数，图像为过原点的一条倾斜直线，故 A 错误；经过时间  $t$  后竖直方向速度为  $v_y = gt$ ，重力的瞬时功率为  $P = mgv_y = mg^2 t$ ，可知重力瞬时功率和时间关系为正比例函数，图像为过原点的一条倾斜直线，故 B 错误；不计空气阻力，只有重力做功，滑雪运动员飞行过程机械能守恒，不随时间变化，故 C 错误；设起跳时的速度为  $v_0$ ，则经过时间  $t$  动能为  $E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}mv_y^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}mg^2 t^2$ ，可知动能和时间关系为二次函数，图像为抛物线一部分，顶点不在原点，故 D 正确。故选 D。

## 学以致用

### 【答案】A

【提示】功率一定，速度越小  $F$  越大，加速度越大，所以当速度为  $v$  时，加速度最大，故 A 正确。

## 课题十四

### 知识点回顾

- (1) 对外做功；焦耳；
- (2) 运动；
- (3) 质量；速度

### 典题精练

#### 1. 【答案】C

#### 2. 【答案】C

#### 3. 【答案】(1) 9 J；(2) 120 N，方向竖直向下；(3) $s \leq 2.4 \text{ m}$ 或 $3.9 \text{ m} \leq s < 4.9 \text{ m}$

【提示】(1) 小物块从  $A$  到  $B$  点，做平抛运动，根据运动学规律  $v_y^2 = 2gh$ ，解得  $v_y = 4 \text{ m/s}$ 。又物块恰好能无碰撞地落在右下方的光滑斜面的顶端  $B$  点，根据几何关系  $v_0 = \frac{v_y}{\tan 53^\circ} = 3 \text{ m/s}$  可知  $E = E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 = 9 \text{ J}$ 。

(2) 根据动能定理， $E$  点到顶点  $F$  有  $-mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_F^2 - \frac{1}{2}mv_E^2$ 。根据牛顿第二定律，在  $F$  点  $mg = \frac{mv_F^2}{R}$ ，解得  $v_F = \sqrt{gR} = \sqrt{5} \text{ m/s}$ 。联立求解  $v_E = 5 \text{ m/s}$ 。在  $E$  点，根据牛顿第二定律， $F - mg = m \frac{v_E^2}{R}$ ，代入数据解得  $F = 120 \text{ N}$ 。由牛顿第三定律得，小物块对轨道的压力大小为 120 N，方向竖直向下。

(3) 根据矢量定则知，小物块在  $B$  点的速度为  $v_B = \frac{v_0}{\cos \theta} = 5 \text{ m/s}$ 。小物块沿斜面运动到底端  $C$  点，根据动能定理有  $mgl \sin \theta = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$ ，解得  $v_C = 6 \text{ m/s}$ 。又  $a = \mu g = 5 \text{ m/s}^2$ ，根据运动学规律，小物块从  $C$  到  $D$  点有  $v_D^2 - v_C^2 = 2ax$ ，则小物块到  $D$  点时的速度为  $v_D = 7 \text{ m/s} < 8 \text{ m/s}$ 。要使小物块能滑上半圆轨道且不脱离半圆形轨道，则  $v_G \leq 0$  或  $v_F \geq \sqrt{5} \text{ m/s}$  且  $v_E \geq 0$ 。由动能定理可知， $D \rightarrow G$ ， $-\mu mgs_1 - mgR = 0 - \frac{1}{2}mv_D^2$ ，解得  $s_1 = 3.9 \text{ m}$ 。同理可得， $D \rightarrow F$ ， $-\mu mgs_2 - mg2R = \frac{1}{2}mv_F^2 - \frac{1}{2}mv_D^2$ ，解得  $s_2 = 2.4 \text{ m}$ 。根据运动学规律  $v_E^2 - v_D^2 = 2as_3$ ，解得  $s_3 = 4.9 \text{ m}$ ，所以综合所得  $s \leq 2.4 \text{ m}$  或  $3.9 \text{ m} \leq s < 4.9 \text{ m}$ 。

## 4. 【答案】C

【提示】在平抛运动过程中， $h = \frac{1}{2}gt^2$ ， $x = v_0 t$ ，位移与水平方向夹角的正切值  $\tan \alpha = \frac{h}{x} = \frac{v_0}{2gt}$ 。速度与水平方向夹角的正切值  $\tan \beta = \frac{v_0}{v_y} = \frac{v_0}{gt}$ 。则  $\tan \beta = 2 \tan \alpha$ 。在平抛运动中， $h = x \frac{\tan \beta}{2}$ ，所以  $\frac{h_1}{h_2} = \frac{\tan 30^\circ}{\tan 60^\circ} = \frac{1}{3}$ ，由  $h = \frac{1}{2}gt^2$  可知， $\frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{h_1}{h_2}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$ 。速度  $v = \frac{x}{t}$ ，可得  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{3}}{1}$ 。由于  $v_t = \frac{v_0}{\cos \beta}$  可知， $\frac{v_{t1}}{v_{t2}} = \frac{v_1 \cos 60^\circ}{v_2 \cos 30^\circ} = \frac{1}{1}$ ，所以动能之比  $\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{v_{t1}^2}{v_{t2}^2} = \frac{1}{1}$ 。综上分析，C 正确。

## 5. 【答案】A

【提示】A 球做竖直上抛运动，落回斜面的时间为  $t_A = \frac{2v_0}{g}$ 。B 做平抛运动，落回斜面的时间为  $t_B$ ，则有  $\tan 30^\circ = \frac{y}{x} = \frac{\frac{1}{2}gt_B^2}{v_0 t_B}$ ，解得  $t_B = \frac{2v_0 \tan 30^\circ}{g}$ 。则 A、B 两小球在空中运动时间之比为  $\frac{t_A}{t_B} = \frac{1}{\tan 30^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{1}$ ，所以 A 正确。A 球落回斜面时重力的瞬时功率为  $P_A = mgv_0$ ，B 球落回斜面时重力的瞬时功率  $P_B = mgv_y = mggt = mg \cdot v_0 \cdot 2 \tan 30^\circ$ 。则 A、B 两小球落回斜面时重力的瞬时功率之比为  $\frac{P_A}{P_B} = \frac{1}{2 \tan 30^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ，所以 C 错误。A 球落回斜面时动能为  $E_{kA} = \frac{1}{2}mv_0^2$ 。B 球落回斜面时速度为  $v$ ，则有  $v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + (gt_B)^2} = \sqrt{\frac{7}{3}}v_0$ 。因此落回斜面的速度之比为  $\frac{v_0}{v} = \frac{v_0}{\sqrt{\frac{7}{3}}v_0} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{7}}$ 。B 球落回斜面时动能为  $E_{kB} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{7}{3} \times \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{7}{3}E_{kA}$ ，所以 B 错误，D 错误。故选 A。

## 学以致用

【答案】(1)  $\frac{2s_2}{v_0}$ ；(2)  $\frac{mv_0^2}{2s_2}$ ；(3)  $\frac{(s_1 - s_2)mv_0^2}{2s_2}$

【提示】(1) 根据  $s_2 = \frac{v_0 + 0}{2}t$  可得，不用阻拦索时舰载机的滑行时间为  $t = \frac{2s_2}{v_0}$ 。

(2) 如果不用阻拦索，由动能定理得  $-fs_2 = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ，可得舰载机所受其他阻力的大小为  $f = \frac{mv_0^2}{2s_2}$ 。

(3) 在阻拦索的阻力和其他阻力作用下，由动能定理得  $W - fs_1 = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ，可得阻拦索的阻力对舰载机做的功为  $W = \frac{(s_1 - s_2)mv_0^2}{2s_2}$ 。

## 课题十五

### 知识点回顾

- (1) 被举高;
- (2) ①质量; 高度; 小桌陷入深度; ③质量; 高度; 质量; 质量;
- (3) 重力势能; 动能; 重力势能; 动能; 重力势能; 动能

### 典题精练

1. 【答案】D

2. 【答案】D

3. 【答案】(1) 10 m/s; (2)  $2\sqrt{115}$  m/s; (3) 1.2 s; (4) 9 m

【提示】(1) 根据题意可得, 重力和电场力的合力大小为  $F = \sqrt{(mg)^2 + (Eq)^2} = 1.0 \text{ N}$ 。设合力与竖直方向的夹角为  $\alpha$ , 则  $\tan \alpha = \frac{Eq}{mg} = \frac{3}{4}$ , 所以合力与竖直方向的夹角为  $37^\circ$ , 所以在  $A$  点有  $F = m \frac{v_A^2}{R}$ , 解得  $v_A = 10 \text{ m/s}$ 。

(2) 由  $C$  到  $A$ , 根据动能定理可得  $-FR(1 + \cos 37^\circ) = -\frac{1}{2}mv_C^2 + \frac{1}{2}mv_A^2$  解得  $v_C = \sqrt{460} \text{ m/s} = 2\sqrt{115} \text{ m/s}$ 。

(3) 小球经过  $A$  点后做斜下抛运动, 则  $R(1 + \cos 37^\circ) = (v_A \sin 37^\circ)t + \frac{1}{2}gt^2$  解得  $t = 1.2 \text{ s}$ 。

(4) 小球落地点距离  $C$  点的距离为  $x = R \sin 37^\circ + v_A \cos 37^\circ t - \frac{1}{2} \frac{Eq}{m} t^2$ , 解得  $x = 9 \text{ m}$ 。

4. 【答案】D

【提示】铁链的长度为  $l = \theta R = 2 \text{ m}$ 。由机械能守恒定律得  $mgh = \frac{1}{2}mv_1^2 + \left(-mg \frac{l}{2}\right)$  可得  $h = 1.8 \text{ m}$ , 铁链在初始位置时具有的重力势能为  $E_p = mgh = 113 \text{ J}$ , 故 A、B 错误; 铁链的端点  $A$  滑至  $C$  点时其重心下降约  $\Delta h = h - \left(-\frac{l}{2}\right) = 2.8 \text{ m}$ , 故 C 错误; 铁链均匀, 由几何关系可知, 铁链在同一个圆弧半球时, 其重心离球心的距离不变, 则铁链的端点  $B$  滑至  $C$  处时, 重心下降  $\frac{h}{2}$ , 由机械能守恒定律得  $mgh = \frac{1}{2}mv_2^2 + mg \frac{h}{2}$ , 可得  $v_2 = 3\sqrt{2} \text{ m/s}$ , 故 D 正确。

5. 【答案】C

【提示】绳子由竖直位置到与水平方面成  $\theta$  角的过程中, 物体上升的高度  $h = \frac{s}{\cos \theta} - s \tan \theta$ , 物体缓慢上升, 物体动能不变, 根据功能关系知, 人的拉力所做的功等于物体重力势能的增加, 即得  $W = Gh = \frac{Gs}{\cos \theta} - Gs \tan \theta$ , 故选 C。

### 学以致用

【答案】D

【提示】要将一个质量为  $m$ 、边长为  $a$  的水平放置的匀质三阶魔方翻倒，至少将重心由  $\frac{1}{2}a$

升高至  $\frac{1}{2} \times \sqrt{2}a$ ，需要克服重力做功为  $W = mg \left( \frac{1}{2} \times \sqrt{2}a - \frac{1}{2}a \right) = \frac{(\sqrt{2}-1)mga}{2}$ ，故 D 正确。

## 课题十六

### 知识点回顾

- (1) 弹性形变；弹簧；发条；动能；
- (2) ①滚动距离；
- (3) 弹性形变程度；
- (4) ①形变；②弹性势能

### 典题精练

1. 【答案】C

2. 【答案】(1) 2 m/s；(2) 1.6 J

【提示】(1) 设子弹初速度为正方向，子弹射入木块  $A$  中，由动量守恒定律有  $mv_0 = (m_A + m)v$ ，解得  $v = 2$  m/s。

(2) 当弹簧压缩量最大时，即子弹、木块  $A$  与木块  $B$  共速时，弹簧的弹性势能最大，在此过程中，系统动量守恒。以子弹的速度方向为正方向，由动量守恒定律得  $mv_0 = (m_A + m_B + m)v'$ ，解得  $v' = 1.6$  m/s。则弹性势能的最大值是  $E_{pm} = \frac{1}{2}(m_A + m)v^2 - \frac{1}{2}(m_A + m_B + m)v'^2$ ，代入数据解得  $E_{pm} = 1.6$  J。

3. 【答案】C

【提示】根据题意，小物块的位移是相对于坐标原点的位移，则该位移大小即为弹簧的形变量，当物块在  $O$  点左侧运动时，位移为负值，弹簧处于压缩状态，弹簧弹力方向向右，为正值；当物块在  $O$  点右侧运动时，位移为正值，弹簧处于拉伸状态，弹簧弹力方向向左，为负值，即弹力方向与相对于原点的位移方向相反，则有  $F = -kx$ ，斜率为负值，图中斜率为正值，A 错误。从  $A$  到  $B$  的过程中，摩擦力方向向左，为负值，根据牛顿第二定律有  $F - \mu mg = ma$ ，结合上述解得  $a = -\frac{k}{m}x - \mu g$  可知，加速度与位移呈现线性关系，图像为一条不经过原点的倾斜直线，B 错误。根据上述有  $F = -kx$ ，由于小物块的位移大小等于弹簧的形变量，即弹簧弹力大小与位移大小成正比，则弹性势能  $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ ，即图像为一条过原点的抛物线，开口向上，D 错误。令  $AO$  长为  $x_0$ ，

则物块在  $A$  位置时，弹性势能为  $E_{p0} = \frac{1}{2}kx_0^2$ 。结合上述可知，物块从  $A$  向  $B$  运动过程中，

根据能量守恒定律有  $\frac{1}{2}kx_0^2 - \frac{1}{2}kx^2 = \mu mg(x_0 + x) + \frac{1}{2}mv^2$ ，物块的动量  $p = mv$ ，解得  $p = \sqrt{mkx_0^2 - mkx^2 - 2\mu mg(x_0 + x)}$ 。可知动量随位移变化的图像是一条曲线，物块从  $A$  向  $B$

运动过程中,速度方向向右,动量为正值,根据题意分析可知,物块在AO之间运动时,弹簧处于压缩状态。当弹簧弹力大于摩擦力时,做加速运动,当弹簧弹力小于摩擦力时,做减速运动,物块越过O点后向右运动时,弹簧处于拉伸状态,物块一直减速至B点,即物块的最大速度位置在AO之间。令该位置为C点,可知物块从A运动到C点加速,动量增大,从C点运动到B点减速,动量减小,动量最大位置在O点左侧,C正确。故选C。

#### 4.【答案】A

【提示】由题图乙可知,在位移为0.2 m处加速度为零,在位移为0.3 m后,加速度不变,即物体离开了弹簧,其加速度为重力加速度。所以有 $k(0.3-0.2)=mg$ ,在起始位置物体加速度最大,有 $F=0.3k-mg=ma$ ,解得 $a=20\text{ m/s}^2$ ,A正确,D错误;弹簧的劲度系数为 $k=\frac{mg}{(0.3-0.2)\text{m}}=100\text{ N/m}$ ,B错误;弹簧恢复形变的过程中,弹簧弹力做的功为 $W=\frac{F}{2}x=\left(\frac{0.3k}{2}\times 0.3\right)\text{J}=4.5\text{ J}$ ,C错误,故选A。

### 学以致用

【答案】(1)  $\frac{3mg}{k}$ ; (2)  $\frac{75mg}{8k}$ ; (3) 见提示

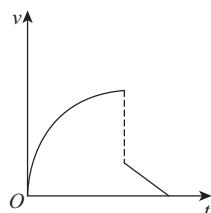
【提示】(1)外壳受向下的重力和向上的弹力,当弹力等于重力时,速度最大, $k\cdot x_1=3mg$ ,解得 $x_1=\frac{3mg}{k}$ ,故当弹簧的压缩量为 $\frac{3mg}{k}$ 时,外壳的速度达到最大。

(2)设外壳的最大速度为v,根据机械能守恒得 $-\Delta E_p=\frac{1}{2}\times 3mv^2+3mg\Delta h$ 。又由弹性势能 $E_p=\frac{1}{2}kx^2$ 可得 $-\Delta E_p=\frac{1}{2}kx^2-\frac{1}{2}kx_1^2$ 。由几何关系可知,外壳升高的高度 $\Delta h=x-x_1$ 。

代入机械能守恒方程可得 $\frac{1}{2}k\left(\frac{81m^2g^2}{k^2}-\frac{9m^2g^2}{k^2}\right)=\frac{1}{2}\times 3mv^2+3mg\times\left(\frac{9mg}{k}-\frac{3mg}{k}\right)$ ,解得 $v=2g\sqrt{\frac{3m}{k}}$ 。外壳与内芯碰撞过程,由动量守恒可得 $3mv=(3m+m)v'$ ,故外壳与内

芯的最大速度为 $v'=\frac{3}{2}g\sqrt{\frac{3m}{k}}$ ,则上升的最大高度为 $H=\frac{v'^2}{2g}+\Delta h=\frac{75mg}{8k}$ 。

(3)外壳先在弹力作用下向上做加速度减小的加速运动,与内芯碰撞后结合在一起,速度瞬时减小,然后一起做上抛运动,则画出圆珠笔外壳从静止释放到最高点过程中速度随时间的变化图像,如图所示。



## 课题十七

### 知识点回顾

- (1) 动能；势能；质量；速度；质量；速度；重力势能；质量；高度；弹性势能；
- (2) ① 重力势能；动能；重力势能；动能；动能；重力势能；② 弹性势能；动能；动能；弹性势能；动能；③ 重力势能；弹性势能；动能；运动员的重力势能；
- (3) 动能；势能；空气阻力；摩擦力；
- (4) 重力势能；动能；动能；重力势能

### 典题精练

#### 1. 【答案】C

【提示】沿斜面匀速下滑过程中，有摩擦力做功，机械能不守恒，所以 C 正确。

#### 2. 【答案】B

【提示】如自由落体运动，合外力不为零，但机械能守恒，所以 B 选项正确。

#### 3. 【答案】C

【提示】小球下滑过程中，只有重力做功，所以机械能守恒。故 C 正确。

#### 4. 【答案】D

【提示】刚施加力  $F$  时，对  $P$ 、 $Q$  整体进行分析，根据牛顿第二定律有  $\frac{1}{2}mg = 2ma_1$ ，解得  $a_1 = \frac{1}{4}g$ 。对  $Q$  进行分析，根据牛顿第二定律有  $N_1 + \frac{1}{2}mg - mg = ma_1$ 。根据牛顿第三定律有  $N_2 = N_1$ ，解得  $Q$  对  $P$  的压力大小为  $N_2 = \frac{3}{4}mg$ ，故 A 错误。假设  $P$ 、 $Q$  分离，则两者之间弹力为 0，对  $Q$  进行分析，根据牛顿第二定律有  $mg - \frac{1}{2}mg = ma_2$ ，解得加速度大小为  $a_2 = \frac{1}{2}g$ ，方向竖直向下。施加拉力后，对  $P$ 、 $Q$  整体进行分析，令平衡位置的压缩量为  $x_0$ ，则有  $\frac{1}{2}mg + kx_0 = 2mg$ 。令整体相对平衡位置位移为  $x$ ，则回复力为  $F_{回} = \frac{1}{2}mg + k(x + x_0) - 2mg$ ，解得  $F_{回} = kx$ ，可知，回复力大小与相对平衡位置的位移大小成正比，方向相反，可知整体做简谐运动。根据简谐运动的对称性，整体运动的最大加速度为  $a_1 = \frac{1}{4}g < a_2 = \frac{1}{2}g$ 。表明  $P$ 、 $Q$  整体先向上做加速运动，后向上减速至速度为 0，速度减为 0 时的加速度大小小于分离时向下的加速度，可知假设不成立，即施加力  $F$  后，在运动过程中  $P$ 、 $Q$  不可能分离，故 B 错误。结合上述可知， $P$  运动到最高点时，整体加速度方向向下，大小为  $a_1 = \frac{1}{4}g$ 。对整体分析有  $2mg - F - F_0 = 2ma_1$ ，解得  $F_0 = mg$ ，即弹簧的弹力大小为  $mg$ ，故 C 错误。在物块开始位置，根据胡克定律与平衡条件有  $2mg = kx_1$ ，结合上述，物块在最高点时，根据胡克定律有  $F_0 = mg = kx_2$ ，

拉力做功为  $W = F(x_1 - x_2) = \frac{m^2 g^2}{2k}$ 。重力势能的增加量为  $E_{p1} = 2mg(x_1 - x_2) = \frac{2m^2 g^2}{k}$ 。

根据功能关系与能量守恒定律可知，弹性势能的减小量为  $E_{p2} = E_{p1} - W$ ，解得  $E_{p2} = \frac{3m^2 g^2}{2k}$ 。P 重力势能增加量为  $E_{p3} = mg(x_1 - x_2) = \frac{m^2 g^2}{k}$ 。则有  $\frac{E_{p2}}{E_{p3}} = 1.5$ ，即 P 从开始运动到最高点的过程，弹簧弹性势能减少量等于 P 重力势能增加量的 1.5 倍，故 D 正确。

### 5.【答案】D

【提示】小球从释放到最低点，根据动能定理有  $mg(h+R) = E_{kB}$ ，解得  $E_{kB} = 17.5 \text{ J}$ ，故 A 错误。小球从释放到 A 点，根据动能定理有  $mg h = \frac{1}{2}mv_A^2$ ，在 A 点，根据牛顿第二定律有  $N = m\frac{v_A^2}{R}$ ，解得  $N = 15 \text{ N}$ ，故 B 错误。设小球上升过程中即将脱离轨道的位置与圆心的连线和竖直方向的夹角为  $\theta$ ，则有  $mg \cos \theta = \frac{mv^2}{R}$ 。根据动能定理有  $-mgR(1+\cos \theta) = \frac{1}{2}mv^2 - E_{kB}$ ，解得  $v = \sqrt{5} \text{ m/s}$ ， $\cos \theta = \frac{1}{2}$ ，所以  $\theta = 60^\circ$  之后小球做斜上抛运动，竖直速度减为零时有  $y = \frac{(v \sin 60^\circ)^2}{2g} = \frac{3}{16} \text{ m}$ 。所以小球上升的最大高度为  $h = R(1+\cos \theta) + y = \frac{27}{16} \text{ m}$ ，故 C 错误。假设小球离开轨道后将落至轨道 B 点，由 C 分析可知脱离轨道的速度为  $v = \sqrt{5} \text{ m/s}$ ，根据斜抛的运动规律可知  $h = -v \sin 60^\circ t + \frac{1}{2}gt^2$ ， $x = v \cos 60^\circ t$ ，解得  $x = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ m} = R \sin 60^\circ$ ，可知小球离开轨道后将落至轨道 B 点，故 D 正确。

## 学以致用

【答案】(1)  $4.0 \times 10^8 \text{ J}$ ;  $2.4 \times 10^{12} \text{ J}$ ; (2)  $9.7 \times 10^8 \text{ J}$

【提示】(1) 飞船着地前瞬间的机械能为  $E_{kh} = \frac{1}{2}mv_0^2$  ①，式中， $m$  和  $v_0$  分别是飞船的质量和着地前瞬间的速率。由①式和题给数据得  $E_{kh} = 4.0 \times 10^8 \text{ J}$  ②。设地面附近的重力加速度大小为  $g$ ，飞船进入大气层时的机械能为  $E_h = \frac{1}{2}mv_h^2 + mgh$  ③，式中， $v_h$  是飞船在高度  $1.60 \times 10^5 \text{ m}$  处的速度大小。由③式和题给数据得  $E_h = 2.4 \times 10^{12} \text{ J}$  ④。

(2) 飞船在高度  $h' = 600 \text{ m}$  处的机械能为  $E_{h'} = \frac{1}{2}m\left(\frac{2.0}{100}v_h\right)^2 + mgh'$  ⑤。由功能原理得  $W = E_{h'} - E_{k0}$  ⑥。式中， $W$  是飞船从高度  $600 \text{ m}$  处至着地瞬间的过程中克服阻力所做的功。由②⑤⑥式和题给数据得  $W = 9.7 \times 10^8 \text{ J}$  ⑦。

## 课题十八

### 知识点回顾

(1) 分子；无规则热运动；引力；斥力；

- (2) 动能；势能；
- (3) ①大；大；②体积；状态；
- (4) 做功；热传递；①内能；②内能；③效果；
- (5) ①增加；减少；②晶体

## 典题精练

### 1. 【答案】B

【提示】根据 $\Delta U = Q + W$ 可知，已知 $W = 7.0 \times 10^4 \text{ J}$ ， $\Delta U = -1.3 \times 10^5 \text{ J}$ ，则 $Q = \Delta U - W = -1.3 \times 10^5 \text{ J} - 7.0 \times 10^4 \text{ J} = -2.0 \times 10^5 \text{ J}$ ，负号表示气体向外界放出热量。

### 2. 【答案】A

【提示】温度是分子平均动能的标志，温度相同时，不同物体的分子平均动能相同，A 正确；分子势能与分子间距离有关，不同物体分子间距离情况不同，温度相同时分子势能不一定相同，B 错误；物体体积增大时，分子势能可能增大、减小或不变，这取决于分子力做功情况，C、D 错误。

### 3. 【答案】热量；升高；膨胀

【提示】气体吸收热水的热量，内能增加，温度升高，根据 $pV = nRT$ （对于一定质量的理想气体），压强不变时，温度升高，体积膨胀。

### 4. 【答案】 $6.0 \times 10^4 \text{ J}$ ；0

【提示】等容过程 $W = 0$ ，根据 $\Delta U = Q + W$ ， $Q = 6.0 \times 10^4 \text{ J}$ ，所以 $\Delta U = 6.0 \times 10^4 \text{ J}$ 。

### 5. 【答案】BC

## 学以致用

### 【答案】 $46.75^\circ\text{C}$

【提示】高温物体放出的热量 $Q_{\text{放}} = c_1 m_1 \Delta t_1 = 0.5 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C}) \times 500 \text{ kg} \times (1000^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}) = 2.25 \times 10^7 \text{ J}$ 。水吸收的热量 $Q_{\text{吸}} = c_2 m_2 \Delta t_2 = 4.2 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C}) \times 2000 \text{ kg} \times (t - 20^\circ\text{C})$ 。因为热量没有损失，所以 $Q_{\text{吸}} = Q_{\text{放}}$ ，即 $4.2 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C}) \times 2000 \text{ kg} \times (t - 20^\circ\text{C}) = 2.25 \times 10^7 \text{ J}$ ，解方程可得 $t = 46.75^\circ\text{C}$ 。

## 课题十九

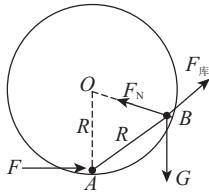
## 知识点回顾

- (1) 吸引轻小物体；两种电荷；丝绸；毛皮；
- (2) 排斥；吸引；
- (3) 电荷量；库仑； $1.6 \times 10^{-19}$ ；元电荷

## 典题精练

### 1. 【答案】C

【提示】此时轻杆刚好不受力，小球B受重力 $G$ 、支持力 $F_N$ 、库仑力 $F_C$ ，如图所示。



此时库仑力为斥力，所以两小球带同种电荷，且由几何知识可得，任意两力的夹角都为  $120^\circ$ ，则有  $F_N = F_库 = mg$ ，故 C 正确，ABD 错误。

### 2. 【答案】B

【提示】由平行四边形定则可知，A 处电荷对 C 处电荷的力沿 CA 方向，指向 A，又 C 处电荷带正电，所以 A 处电荷带负电，故 A、C 错误；由几何关系得  $k \frac{qQ_A}{r^2} = k \frac{qQ_B}{(2r)^2} \sin 30^\circ$ ，解得  $\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{1}{8}$ ，故 B 正确，D 错误。

### 3. 【答案】AB

【提示】将圆环等分为  $n$  段小圆弧，每段小圆弧均可视为电荷量为  $q_0$  的点电荷，有  $Q = nq_0$ ，在 c 点，由库仑定律可知， $q_0$  对小球的电场力  $F_0 = \frac{kq_0q}{r_c^2}$ ，由几何关系  $r_c^2 = 2R^2$ ，在 c 点，整个圆环对小球的电场力设为  $F_c$ ，有  $F_c = nF_0 \sin 45^\circ$ ，联立解得  $F_c = \frac{\sqrt{2}kQq}{4R^2}$ ，故 A 正确。同理可得  $E_a = \frac{2\sqrt{5}kQ}{25R^2}$ ，方向沿斜面向下，故 D 错误。由对称性，小球在 b 点所受的电场力与在 c 点所受的电场力方向相反，大小相等，有  $F_b = F_c$ 。在 b 点，对小球，由牛顿第二定律有  $mg \sin 37^\circ + \mu mg \cos 37^\circ + F_b = ma$ ，联立解得  $a = \frac{(3+\sqrt{3})g}{5} + \frac{\sqrt{2}kQq}{4mR^2}$ ，故 B 正确。小球从 a 到 d，由对称性，电场力做功  $W_{ad} = 0$ ，对小球，由动能定理有  $W_{ad} - mg \cdot 4R \sin 37^\circ - \mu mg \cdot 4R \cos 37^\circ = 0 - E_k$ ，联立解得  $E_k = \frac{4(3+\sqrt{3})mgR}{5}$ ，故 C 错误。

### 4. 【答案】 $mg$ ； $\frac{1}{d^2}$ ；它们之间距离的二次方成反比

## 学以致用

$$【答案】k \frac{Q^2}{2r^2}$$

【提示】初始：A 带电量为  $+Q$ ，B、C 电量为 0。A 与 B 接触后分开：总电量  $Q+0=Q$ ，因两球相同，电荷均匀分配，故 A、B 各带  $\frac{Q}{2}$ （正电）。B 与 C 接触后分开：B 带  $\frac{Q}{2}$ ，C 带 0，总电量  $\frac{Q}{2}+0=\frac{Q}{2}$ ，两球相同，电荷均匀分配后，B、C 各带  $\frac{Q}{4}$ （正电）。最终：C 带  $\frac{Q}{4}$ ，A 带  $+2Q$ ，间距为  $r$ 。

计算 A 与 C 间的静电力：根据库仑定律  $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ ，其中  $q_1 = 2Q$ ， $q_2 = \frac{Q}{4}$ 。代入得

$$F = k \frac{2Q \times \frac{Q}{4}}{r^2} = k \frac{Q^2}{2r^2} \text{。}$$

## 课题二十

### 知识点回顾

- (1) 电荷的定向移动；带负电的自由电子；
- (2) 正电荷定向移动的方向；正极；负极；闭合回路；
- (3) 安培 (A)；每秒通过导体横截面的电荷量；1 库仑 (C)

### 典题精练

#### 1. 【答案】C

【提示】由电阻定律  $R = \rho \frac{L}{S}$  可得导体  $a$  和  $b$  的电阻之比为  $\frac{R_a}{R_b} = \frac{S_b}{S_a} = \frac{9}{4}$ ，由于导体  $a$  和  $b$  并联接入电路中，则电压相等，由  $I = \frac{U}{R}$  可得通过导体  $a$  和  $b$  的电流之比为  $\frac{I_a}{I_b} = \frac{R_b}{R_a} = \frac{4}{9}$ 。由电流的定义式  $I = \frac{q}{t}$  可得相等时间内流过导体  $a$  和  $b$  的横截面的电荷量之比为  $\frac{q_a}{q_b} = \frac{I_a}{I_b} = \frac{4}{9}$ ，故选 C。

#### 2. 【答案】B

【提示】根据公式  $q = It$ ，可知用该手机播放视频时，工作电流  $I = \frac{q}{t} = \frac{4000 \text{ mA} \cdot \text{h}}{17 \text{ h}} = \frac{4000 \text{ mA} \cdot \text{h}}{17 \text{ h}} = \frac{4000 \text{ mA} \cdot \text{h}}{17 \text{ h}} = \frac{4000 \text{ mA} \cdot \text{h}}{17 \text{ h}}$ ，待机时电流  $I' = \frac{q}{t'} = \frac{4000 \text{ mA} \cdot \text{h}}{22 \times 24 \text{ h}}$ ，则  $\frac{I}{I'} = 31$ ，故 B 正确，ACD 错误。

#### 3. 【答案】B

【提示】电子运动一周所需要的时间  $t = \frac{240}{\frac{1}{10} \times 3 \times 10^8} \text{ s} = 8 \times 10^{-6} \text{ s}$ 。在圆形轨道上任取一横截面，则在时间  $t$  内通过该横截面的电荷量为  $q = It = 10 \times 10^{-3} \times 8 \times 10^{-6} \text{ C} = 8 \times 10^{-8} \text{ C}$ 。环中运行的电子数  $N = \frac{q}{e} = \frac{8 \times 10^{-8}}{1.6 \times 10^{-19}} = 5 \times 10^{11}$ ，故 B 正确。

#### 4. 【答案】C

【提示】根据题意可知电路中的电流为  $I = \frac{q}{t} = \frac{6 \times 10^{13} \times 1.6 \times 10^{-19}}{60} \text{ A} = 1.6 \times 10^{-7} \text{ A} = 0.16 \mu\text{A}$ ，故 C 正确，ABD 错误。

#### 5. 【答案】(1) $neSv$ ；(2) $j = nev$ ；(3) $\rho = \frac{k}{ne^2}$

【提示】(1) 一段时间内流过导体横截面积的电子个数为  $\Delta N = nSv \cdot \Delta t$ ，对应的电荷量  $\Delta Q = \Delta N \cdot e = nSv \cdot \Delta t \cdot e$ ，导线中的电流  $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = neSv$ 。

(2) 电流面密度  $j = \frac{\Delta I}{\Delta S} = nev$ 。

(3) 取长度为  $L$  一段导体, 则电子做定向移动时满足电场力与阻力相等, 即  $kv = eE = e\frac{U}{L}$ 。而  $U = IR$ ,  $I = neSv$ ,  $R = \rho \frac{L}{S}$ 。联立解得  $\rho = \frac{k}{ne^2}$ 。

## 学以致用

【答案】A

【提示】铭牌中有 10000 mAh/38.5 Wh 的数据, 根据  $q = It$ , 则其中 mAh 是电荷量的单位, 选项 A 正确; 充电宝的主体不是一个电容器, 而是可充电电池, 通常是锂离子电池。就功能来说, 和电容器一样是储存电量的, 不过锂电池储存的电量要比电容器大许多, 选项 B 错误; 移动电源与电容器不同, 即使是在不充满电的情况下, 输出电压总能保持 5 V 不变, 选项 C 错误; 用该移动电源给手机充电时, 也有能量损失, 不可能把能量百分百转换成电能充到手机内, 选项 D 错误。

# 课题二十一

## 知识点回顾

- (1) 电流; 电源; 定向; 伏特;
- (2) 电压; 并联; 量程; 正负接线柱;
- (3) 各部分电压之和; 各支路电压相等

## 典题精练

1. 【答案】D

【提示】由运动轨迹为虚线  $AB$ , 等势面为  $MN$  可知, 电场力方向指向凹的一侧即垂直  $MN$  向下, 由于匀强电场中电场力与电场线平行, 则电场方向垂直  $MN$  向上。由于电子在匀强电场中运动, 电场力不变, 加速度不变, 故 A、B 错误; 设电场强度为  $E$ , 电子的电荷量为  $q$ , 质量为  $m$ , 从  $A$  到  $B$ , 沿电场方向的运动距离为  $s$ , 则电场力做正功  $W_{\text{电}} = Eq \cdot s = Eq \cdot \left( v_{Ay} t + \frac{1}{2} \cdot \frac{E_q}{m} \cdot t^2 \right)$ , 由动能定理可知  $E_k = E_{kA} + W_{\text{电}} = E_{kA} + Eq \left( v_{Ay} t + \frac{1}{2} \cdot \frac{E_q}{m} \cdot t^2 \right)$ , 所以  $E_k - t$  图像为二次函数图像, 故 C 错误, D 正确。

2. 【答案】D

【提示】运动轨迹只能得到电子受力指向凹的一侧, 不能得到运动走向, 故 A 错误; 由电子受力指向凹的一侧可得,  $MN$  上电场线方向向右; 根据沿着电场线电势降低可得,  $B$  点电势可能低于  $A$  点电势, 故 B 错误; 根据电子的运动轨迹可以知道电子在经过  $MN$  直线时, 所受电场力的方向沿  $MN$  直线向左, 所以电场线方向是从  $M$  指向  $N$ , 若  $a_A < a_B$ , 根据点电荷场强公式  $E = k \frac{Q}{r^2}$  可以知道,  $A$  点距离点电荷较远, 所以  $Q$  应该靠近  $N$

端且为负电荷，故 C 错误；电子只受电场力作用，电场力做正功，电势能减小；电场力做负功，电势能增大，则  $E_{pA} < E_{pB}$ ，故 D 正确。

### 3. 【答案】BC

【提示】由于等势线是电场中的一簇同心圆，且电子由 A 向 C 运动过程速度越来越小，故题中电场是由一个处于圆心的负电荷产生的，根据库仑定律可以判断，电子沿 AC 方向运动时受到的电场力越来越大，故 A 错误；电子沿 AC 方向运动时，电场力做负功，故电势能逐渐变大，故 B 正确；电场线与等势面垂直，且由电势高的等势面指向电势低的等势面，电子由 A 向 C 运动过程速度越来越小，故电场力向外，场强向内，故外侧电势较高，故  $\varphi_A > \varphi_B > \varphi_C$ ，故 C 正确；电子沿 AC 方向运动过程中，电场力逐渐变大，从 A 到 B 过程电场力较小，故从 A 到 B 过程电场力做功较少，根据电势差与电场力做功关系  $U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$  可以得到  $U_{AB} < U_{BC}$ ，故 D 错误。

### 4. 【答案】BD

【提示】根据点电荷电场强度公式  $E = \frac{kQ}{r^2}$ ，可知，牛乙所处位置的电场强度不为零，故 A 错误；牛甲和牛丙的前后脚都在同一个等势面上，则电势差都为 0，故 B 正确；根据点电荷电场强度公式  $E = \frac{kQ}{r^2}$  可知，牛甲和牛乙两处电场强度大小相等，但方向不同，故 C 错误；牛甲与牛丙两位置的前后脚连线与半径垂直，而牛乙与牛丁两位置的前后脚连线与半径平行，越靠近点电荷的电势差越大，因此牛丁前后脚电势差最大，处于最危险的状态，故 D 正确。

### 5. 【答案】 $\frac{1}{2}mgh$ ； $-\frac{mgh}{2q}$

【答案】(1) 小球由 A 到 B 重力和电场力做功，由动能定理得  $mgh + W_{AB} = \frac{1}{2}mv^2 - 0$ ，

代入数据解得  $W_{AB} = \frac{1}{2}mgh$ 。

(2) 由电势差的定义得  $U_{AC} = U_{AB} = \frac{W_{AB}}{-q} = -\frac{W_{AB}}{q}$ ，代入数据解得  $U_{AC} = -\frac{mgh}{2q}$ 。

## 学以致用

### 1. 【答案】AC

【提示】沿电场线电势降低，电场线的疏密反映电场强度的大小，则 A 点的电势高于 B 点的电势，A 点的电场强度小于 B 点的电场强度，故 A 项正确；等量异种点电荷产生的电场中，两点电荷连线的中垂线是等势线，则 C 点的电势等于 D 点的电势，C 点的电场强度大于 D 点的电场强度，故 B 项错误；负电荷由 A 点移动到 B 点，电场力做负功，故 C 项正确；正电荷由 B 点移动到 C 点，电场力做负功，电势能增大，正电荷在 B 点的电势能小于在 C 点的电势能，故 D 项错误。

## 课题二十二

### 知识点回顾

- (1) 电流的阻碍作用;  $R$ ; 欧姆;  $\Omega$ ;  $10^3$ ;  $10^6$ ;
- (2) 本身; 材料; 长度; 横截面积; 温度; 越大

### 典题精练

#### 1. 【答案】B

【提示】电阻是导体本身的一种性质,与导体的材料、长度、横截面积有关,与导体两端的电压及通过的电流无关。故B项正确,A项错误;导线的电阻率由导体的材料决定,故C、D错误。

#### 2. 【答案】D

【提示】由  $R = \frac{U}{I}$  得,  $R = 4 \Omega$ , 故A、B项错误; 由  $R = \frac{\rho l}{S}$  知长度变为原来的2倍, 则横截面积变为原来的  $\frac{1}{2}$  倍, 电阻变为原来的4倍, 即  $16 \Omega$ , 故C项错误; 同理知D项正确。

#### 3. 【答案】C

【提示】由  $I$ - $U$  图像知  $R_a : R_b = 10 : 3$ , 由  $R = \frac{\rho l}{S}$  知  $S_a : S_b = 3 : 10$ , 故A项错误;  $R_a$ 、 $R_b$  并联后电阻小于  $R_a$ 、 $R_b$ , 故B项错误;  $a$ 、 $b$  并联, 电流与电阻成反比, 故  $I_a : I_b = 3 : 10$ , D项错误;  $a$ 、 $b$  串联, 电压之比等于电阻之比, C项正确。

#### 4. 【答案】C

【提示】由题图乙知  $R = 2000 \Omega$ , A、B项错误; 导体长度  $L = 0.8 \text{ m}$ ,  $S = 0.02 \text{ m}^2$ , 由  $R = \frac{\rho l}{S}$  知电阻率  $\rho = 50 \Omega \cdot \text{m}$ , 故C项正确。

### 学以致用

【答案】 $\Delta R_B > \Delta R_A$ , 理由见解析

【提示】初始电阻大小比较: 根据电阻定律  $R = \rho \frac{l}{S}$ , 同种材料的电阻率  $\rho$  相同可得, 导体  $A$  的电阻  $R_A = \rho \frac{l}{S}$ , 导体  $B$  的电阻  $R_B = \rho \frac{2l}{\frac{S}{2}} = 4\rho \frac{l}{S} = 4R_A$ , 故初始电阻  $R_B = 4R_A$ 。

串联电路的电流与热量关系: 串联电路中电流  $I$  处处相等, 根据焦耳定律  $Q = I^2 R t$  可知, 通电时间  $t$  相同时,  $A$  产生的热量  $Q_A = I^2 R_A t$ ,  $B$  产生的热量  $Q_B = I^2 R_B t = 4I^2 R_A t = 4Q_A$ , 即  $Q_B = 4Q_A$ ,  $B$  产生的热量更多。

温度变化对电阻的影响: 题目已知通电后  $t_A < t_B$  ( $A$  温度比  $B$  低), 且  $B$  产生的热量远多于  $A$ , 说明  $B$  的温度升高更显著。对于金属导体 (一般材料), 电阻随温度升高而增大,

且温度变化越大，电阻变化量  $\Delta R$  越大。因此， $B$  的电阻变化量大于  $A$ ，即  $\Delta R_B > \Delta R_A$ 。理由： $B$  的初始电阻更大，串联时产生的热量更多，温度升高更显著，而电阻随温度升高增大，故其电阻变化量更大。

## 课题二十三

### 知识点回顾

(1) 电压；电阻；

$$(2) I = \frac{U}{R}$$

### 典题精练

1. 【答案】(1)  $3\Omega, 12\Omega$ ；(2)  $8V, 1\Omega$

【提示】(1) 当变阻器的滑动片向左移动时，变阻器接入电路的电阻减小，电路中电流增大，定值电阻  $R_0$  的电压增大，路端电压减小，以此来判断两个电压表的示数对应的图线。定值电阻  $R_0$  等于图线  $AC$  的斜率大小。由数学知识求出图线的斜率，求解  $R_0$ 。当滑动变阻器取最大值时，电流最小，由题图读出电流的最小值，由欧姆定律求出变阻器的总电阻  $R$ 。

(2) 图线  $BC$  反映路端电压与电流的关系，其斜率大小等于电源的内阻，由数学知识求出电源的内阻。再用闭合电路欧姆定律求出电源的电动势。

2. 【答案】C

【提示】根据欧姆定律可知外电阻  $R$  路端电压  $U$  与电流  $I$  的关系为  $R = \frac{U}{I}$ ，在  $U - I$  图线中甲、乙两图线的交点坐标为  $(I_0, U_0)$ ，说明两电源的外电阻相等，不能说明内电阻相等，故 A 错误；电源的内电压等于通过电源的电流与电源内阻的乘积，即  $U_{内} = Ir$ ，因为甲的内阻较乙的内阻大，所以当电流都为  $I_0$  时，甲电源的内电压较大，故 B 错误；图线与  $U$  轴交点的坐标值表示电动势的大小，由题图线可知，甲与  $U$  轴交点的坐标值比乙的大，表明甲的电动势大于乙的电动势，故 C 正确；图线的斜率大小表示电源内电阻的大小（电动势与短路电流的比值），图线甲的斜率大于图线乙的斜率，表明甲的内阻大于乙的内阻，故 D 错误。

3. 【答案】1 A；5 V

【提示】(1) 电源与小灯泡串联，电路的总电流为  $I = \frac{E}{R+r} = \frac{6}{1+5} A = 1 A$ 。

(2) 由欧姆定律得小灯泡两端的电压为  $U = IR = (1 \times 5) V = 5 V$ 。

4. 【答案】(1) 12 V,  $2\Omega$ ；(2)  $0 \sim 11 V$

【提示】(1) 由题图乙可知，当  $R \rightarrow \infty$  时， $U = E$ ，则得电源的电动势  $E = 12 V$ ，而当  $U = 6 V = \frac{E}{2}$  时，应有  $r = R = 2 \Omega$ 。

(2) A、B 空载时, 当滑片滑至上端时,  $U_{AB}$  最大为  $U = \frac{R}{R+r}E = 11$  V。当滑片滑至下端时,  $U_{AB}$  为零。因此, A、B 空载时输出电压范围为 0~11 V。

## 学以致用

【答案】BC

【提示】假设  $R_0$  无限大, 则  $R_0$  处相当于开路。观察选项的总电压是 26 V, 所以  $U_1 = U_2 = 13$  V。假设  $R_0 = 0$ , 此时, 电压表  $(V_1)$  测的是  $4R$  处的电压, 电压表  $(V_2)$  测的是  $R$  处的电压。但要考虑电压表本身的电阻  $R$ , 则电压表  $(V_1)$  所测电阻为  $R_1 = \frac{4R \times R}{4R + R} = 0.8R$ , 电压表  $(V_2)$  所测电阻为  $R_2 = \frac{R \times R}{R + R} = 0.5R$ 。由串联分压可得, 电压表  $(V_1)$ 、 $(V_2)$  的示数分别为  $U'_1 = \frac{0.8R}{0.8R + 0.5R} \times 26$  V = 16 V,  $U'_2 = \frac{0.5R}{0.8R + 0.5R} \times 26$  V = 10 V。由题意可得, 电压表  $(V_1)$ 、 $(V_2)$  的示数介于两者之间, 即  $13$  V <  $U_1$  <  $16$  V,  $10$  V <  $U_2$  <  $13$  V。故选 BC。

## 课题二十四

### 知识点回顾

(1)  $\frac{U}{I}$ ;

(2) 伏安法; 滑动变阻器;

(3) 多次测量

### 典题精练

1. 【答案】小于;  $R \ll R_v$

2. 【答案】乙; 1000

3. 【答案】(1) B; (2) 小; (3) 见提示

【提示】(1) 电流表的内阻非常小, 约为  $R_A = 0.05\Omega$ ; 电压表的内阻非常大, 约为  $R_v = 10\text{k}\Omega$ , 在测量  $R_l = 5\Omega$  的阻值时, 若采用内接法, 电流表测得的通过定值电阻的电流是准确的, 定值电阻为电流表内阻的  $\frac{5\Omega}{0.05\Omega} = 100$  倍, 由分压原理知, 电流表分去的电压约为电压表示数的  $\frac{1}{100}U_v$  ①。若采用外接法, 电压表测得的电压是准确的, 定值电阻是电压表内阻的  $\frac{5\Omega}{10^4\Omega} = \frac{1}{2000}$ 。设通过定值电阻的电流为  $I'$ , 由分流原理知, 通过电压表的电流为  $\frac{1}{2 \times 10^3}I'$  ②; 比较①②得, 采用外接法对测量结果的影响较小, 选 B。

(2) (3) 若采用外接法, 电压表测得的电压是准确的, 根据并联电路电流的规律, 电流表的示数等于通过定值电阻的真实电流和通过电压表的电流的和, 故电流表示数比通过定值电阻的电流大, 由欧姆定律  $R = \frac{U}{I}$  知, 用这种方法测得的电阻值比真实值偏小。

4. 【答案】 $4.08\Omega$ ;  $0.4\Omega$ ;  $0.41\Omega$ ;  $3.67\Omega$

【提示】如题图甲所示, 电阻阻值  $R_1 = \frac{I_g R_g}{(I_1 - I_g)} \approx 4.08\Omega$ ,  $R_2 = \frac{I_g R_g}{(I_1 - I_g)} = \frac{0.002 \times 200}{(1 - 0.002)} \approx 0.4\Omega$ 。

如题图乙所示, 分流电阻的阻值为  $R_3 + R_4 = \frac{I_g R_g}{(I_1 - I_g)} \approx 4.08\Omega$ 。连接 1 A 挡时有  $I_g(R_g + R_4) = (I_2 - I_g) \cdot R_3$ , 即  $0.002 \times (200 + R_4) = (1 - 0.002)R_3$ , 联立解得  $R_3 \approx 0.41\Omega$ ,  $R_4 \approx 3.67\Omega$ 。

5. 【答案】24.5; 甲

【提示】(1) 将电流表改装成电压表使用, 要使量程为 15 V, 那么, 根据满偏电流可得电压表的电阻  $R_v = \frac{U_g}{I_g} = \frac{15\text{ V}}{0.6\text{ A}} = 25\Omega$ , 故应串联的分压电阻  $R = R_v - R_A = 25\Omega - 0.5\Omega = 24.5\Omega$ 。

(2) 要对改装后的电压表进行校对, 那么, 需要电压表测量尽可能大的电压范围, 故滑动变阻器采用分压式接法, 故校对电路选甲。

## 学以致用

1. 【答案】a; d

2. 【答案】C; F; G;  $200\Omega$ ;  $1000 - 8 \times 10^{-3} p$

【提示】(1) 根据题意可知, 电源电动势为 6 V, 电压表读数时要在表盘中间三分之一更准确, 而且串联定值电阻可以扩大量程, 故电压表选 C。气压传感器阻值变化范围从几十欧到几百欧, 流经电流表的电流大概在几十毫安, 故电流表选 F; 串联定值电阻, 相当于扩大电压表量程, 扩大到 6 V 即可, 电压表内阻为  $3\text{k}\Omega$ , 定值电阻选 G。

(2) 根据题意, 由欧姆定律有  $R_x = \frac{2U}{I} = 200\Omega$ 。

(3) 根据图像, 假设  $R_x = R_0 - kp$  代入数据可得  $R_x = 1000 - 8 \times 10^{-3} p$ 。

## 课题二十五

### 知识点回顾

(1) 快慢;  $\frac{W}{t}$ ;  $UI$ ;

(2) 正常工作; 额定电压; 实际电压;

(3) 瓦特; 千瓦

### 典题精练

1. 【答案】25 W

【提示】先求出灯泡电阻  $R = \frac{U^2}{P} = \frac{(220\text{ V})^2}{100\text{ W}} = 484\Omega$ 。两个灯泡串联后总电阻  $R_{\text{总}} = 2R = 968\Omega$ 。电路中的电流  $I = \frac{U}{R_{\text{总}}} = \frac{220\text{ V}}{968\Omega} = \frac{5}{22}\text{ A}$ 。每个灯泡的实际功率  $P_{\text{实}} = I^2 R =$

$$\left(\frac{5}{22} \text{ A}\right)^2 \times 484 \Omega = 25 \text{ W}.$$

2. 【答案】16 W

【提示】电动机总功率  $P_{\text{总}} = UI = 12 \text{ V} \times 2 \text{ A} = 24 \text{ W}$ 。线圈发热功率  $P_{\text{热}} = I^2R = (2 \text{ A})^2 \times 2 \Omega = 8 \text{ W}$ 。输出功率  $P_{\text{出}} = P_{\text{总}} - P_{\text{热}} = 24 \text{ W} - 8 \text{ W} = 16 \text{ W}$ 。

3. 【答案】500 W

【提示】5 盏电灯的总功率  $P_1 = 5 \times 40 \text{ W} = 200 \text{ W}$ 。电视机功率  $P_2 = 100 \text{ W}$ ，电冰箱功率  $P_3 = 200 \text{ W}$ 。家庭电路总功率  $P = P_1 + P_2 + P_3 = 200 \text{ W} + 100 \text{ W} + 200 \text{ W} = 500 \text{ W}$ 。

4. 【答案】B

【提示】电动机未启动时， $U_{\text{灯}} = E - I_1 r = (12.5 - 10 \times 0.05) \text{ V} = 12 \text{ V}$ 。电灯功率  $P_{\text{灯}} = U_{\text{灯}} I = 120 \text{ W}$ 。电动机启动时， $U'_{\text{灯}} = E - I_2 r = (12.5 - 58 \times 0.05) \text{ V} = 9.6 \text{ V}$ 。设电灯阻值不变，由  $P = \frac{U^2}{R}$  可得  $P' = \left(\frac{U'_{\text{灯}}}{U_{\text{灯}}}\right)^2 \times P_{\text{灯}} = \left(\frac{9.6}{12}\right)^2 \times 120 \text{ W} = 76.8 \text{ W}$ 。电功率的减少量  $\Delta P = P - P' = (120 - 76.8) \text{ W} = 43.2 \text{ W}$ 。所以答案选 B。

5. 【答案】4; 67

【提示】由直线 B 知  $R = 1 \Omega$ ，由直线 A 知  $E = 3 \text{ V}$ ， $r = \frac{3}{6} \Omega = 0.5 \Omega$ 。当两者组成闭合电路后，电流  $I = \frac{E}{R+r} = \frac{3}{1+0.5} \text{ A} = 2 \text{ A}$ 。故  $P_{\text{出}} = I^2 R = 4 \text{ W}$ ，或  $P_R = P_{\text{出}} = UI = 2 \times 2 \text{ W} = 4 \text{ W}$ 。  
 $\eta = \frac{P_{\text{出}}}{P} = \frac{R}{R+r} = 67\%$ 。

## 学以致用

1. 【答案】(1) 26.32 A; (2) 4800 kg

【提示】(1) 已知  $P = 10 \text{ kW} = 10000 \text{ W}$ ， $U = 380 \text{ V}$ ，根据  $P = UI$ ，可得  $I = \frac{P}{U} = \frac{10000 \text{ W}}{380 \text{ V}} \approx 26.32 \text{ A}$ 。

(2) 电动机输出功率  $P_{\text{出}} = P \times \eta = 10000 \text{ W} \times 80\% = 8000 \text{ W}$ 。抽水机每分钟做功  $W = P_{\text{出}} t = 8000 \text{ W} \times 60 \text{ s} = 480000 \text{ J}$ 。根据  $W = mgh$  可得，抽水质量  $m = \frac{W}{gh} = \frac{480000 \text{ J}}{10 \text{ m} \times 10 \text{ m/s}^2} = 4800 \text{ kg}$ 。

2. 【答案】(1) 0.1 A; (2) 6 Ω; 1.5 W

【提示】(1) 由题中电路图可知， $R$  与  $L$  并联，电压表测并联部分的电压，电流表测干路电流。小灯泡额定电压为 6 V，灯的额定功率为 3 W，由  $P = UI$  可得，通过灯泡的额定电流为  $I_L = \frac{P}{U} = 0.5 \text{ A}$ 。因电压表的示数为 6 V 时，根据并联电路电压的规律，此时灯正常发光，由题中图像可知，干路电流表的示数  $I = 0.6 \text{ A}$ 。根据并联电路中干路电流等于各支路电流之和可得，通过  $R$  的电流  $I_R = I - I_L = 0.6 \text{ A} - 0.5 \text{ A} = 0.1 \text{ A}$ 。

(2) 在(1)中, 根据并联电路中各支路两端的电压相等, 由欧姆定律可得  $R = \frac{U}{I_R} = \frac{60}{0.55} = 108 \Omega$ 。由题图乙知, 当电路消耗的总功率为 1.65 W, 电压表的示数为 3 V 时, 干路电流  $I' = 0.55 \text{ A}$ 。由欧姆定律可得, 此时通过  $R$  的电流为  $I'_R = \frac{U'}{R} = \frac{3}{108} = 0.0278 \text{ A}$ 。根据并联电路电流的规律, 通过小灯泡的电流  $I'_L = I' - I'_R = 0.55 \text{ A} - 0.0278 \text{ A} = 0.522 \text{ A}$ 。可知小灯泡电阻为  $R_L = \frac{U'}{I'_L} = \frac{3}{0.522} = 5.7 \Omega$ 。小灯泡的实际功率为  $P'_L = UI'_L = 1.5 \text{ W}$ 。

## 课题二十六

### 知识点回顾

- (1) 特殊物质; 磁场;
- (2) 北极;
- (3) 箭头; 磁感线;
- (4) N 极; S

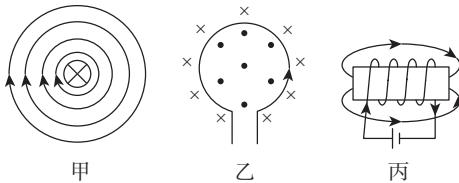
### 典题精练

1. 【答案】AC

2. 【答案】B; 垂直纸面向外

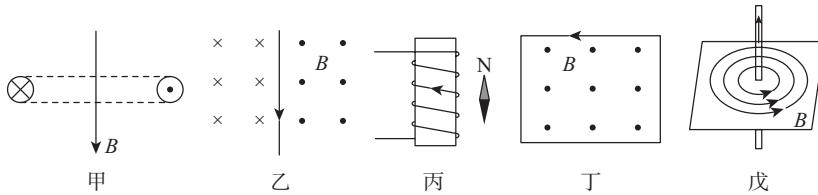
3. 【答案】如图甲、乙、丙所示

【提示】根据安培定则, 可以确定甲中电流方向垂直纸面向里, 乙中电流方向是逆时针, 丙中磁感线方向向左; 如图所示。



4. 【答案】如图甲、乙、丙、丁、戊所示

【提示】对于直线电流, 右手握住直导线, 大拇指指向表示电流方向, 四指弯曲方向表示磁场的方向; 对于环形电流、线框、通电螺线管, 四指弯曲方向表示电流方向, 大拇指所指方向为磁场方向。根据右手螺旋定则, 作图如下。



## 学以致用

【答案】(1) 笔杆底部磁体的底面是 N 极, 理由见提示; (2) 见提示

【提示】(1) 磁悬浮笔能悬空静止, 说明底座磁体对笔杆磁体的力是排斥力; 同名磁极相互排斥, 底座磁体顶面是 N 极, 因此笔杆磁体底面也应为 N 极。

(2) 磁感线的分布特点: 两条磁体相对的都是 N 极, 磁感线从两个 N 极出发, 向周围发散, 不会相交; 两个 N 极之间的磁感线方向相反, 且分布稀疏 (因磁极排斥, 中间磁场较弱)。

## 课题二十七

### 知识点回顾

- (1) 南北; 偏转; 磁场; 电流的方向; 电流的磁效应;
- (2) 右手; 电流方向; N 极; 方向;
- (3) 铁芯; 电流通断; 电流的方向; 电流大小; 线圈匝数

### 典题精练

1. 【答案】2.4 N

【提示】根据安培力公式  $F = BIL$ , 可得  $F = 0.4 \text{ T} \times 2 \text{ A} \times 0.3 \text{ m} = 2.4 \text{ N}$ 。

2. 【答案】 $1.6 \times 10^{-13} \text{ N}$

【提示】根据洛伦兹力公式  $F = qvB$ , 可得  $F = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 5 \times 10^6 \text{ m/s} \times 0.2 \text{ T} = 1.6 \times 10^{-13} \text{ N}$ 。

3. 【答案】用安培定则判断导线周围磁场方向: 根据安培定则, 用右手握住通电直导线, 让大拇指指向电流方向, 即垂直纸面向里, 那么四指的环绕方向就是磁场的方向。由此可知, 在小磁针所在位置, 磁场方向是顺时针的, 即从纸外指向纸里。用左手定则判断小磁针受力方向: 小磁针可以等效为一个小磁针北极所带的正电荷在磁场中运动, 由于小磁针初始静止, 可认为其速度方向为垂直纸面向外。已知磁场方向是从纸外指向纸里, 根据左手定则, 伸开左手, 让磁感线穿过手心, 四指指向正电荷运动的方向, 即纸面外, 大拇指所指的方向就是正电荷所受洛伦兹力的方向。所以, 小磁针北极所受的力指向纸里, 南极所受的力指向纸外, 因此小磁针会顺时针转动, 最终静止时北极指向纸里。

4. 【答案】B

【提示】由洛伦兹力作为向心力可得  $qvB = m \frac{v^2}{R}$ , 解得  $R = \frac{mv}{qB}$ 。通过粒子运动轨道所围面积为  $S = \pi R^2 = \pi \left( \frac{mv}{qB} \right)^2$  相应的磁通量为  $\Phi = BS = B \cdot \pi \left( \frac{mv}{qB} \right)^2 = \frac{\pi m^2 v^2}{q^2 B}$ 。粒子的质量增加为原来的 2 倍, 入射速度也增加为原来的 2 倍, 而磁场的磁感应强度增大为原来的 4

倍，则通过粒子运动轨道所围面积的磁通量增大为原来的4倍。故选B。

## 学以致用

1.【答案】使用换向器：换向器是由两个彼此绝缘的金属半圆环与电刷连接组成的装置。当通电线圈在磁场中转动到平衡位置时，换向器能够及时改变线圈中的电流方向，从而改变线圈所受安培力的方向，使线圈可以按原来的转动方向继续转动下去。直流电动机就是利用换向器来实现通电线圈在磁场中的持续转动。

改变磁场方向：若使磁场方向周期性地改变，那么通电线圈所受安培力的方向也会周期性改变，从而使线圈能够持续转动。不过，这种方法在实际应用中相对较少，因为改变磁场方向的装置较为复杂，且需要消耗额外的能量来实现磁场方向的改变。

采用特殊的电流控制方式：通过电子控制技术，按照一定的规律和时间间隔来控制通入线圈电流的通断或大小，使线圈在不同位置受到合适的安培力，以维持其持续转动。

例如，一些无刷直流电机采用电子换向电路，通过检测转子位置，适时地控制各相绕组的电流通断和方向，从而实现电机的持续转动，并且具有较高的效率和可靠性。

### 2.【答案】A

【提示】根据几何关系可知，A、B、C三导线在O处产生的磁感应强度大小相等，设为 $B_1$ ；根据右手螺旋定则可知，B、C两导线在O处产生的磁感应强度方向均垂直于BC向下，A导线在O处产生的磁感应强度方向由O指向C，则A、B、C三导线在O处的合磁感应强度大小为 $B' = \sqrt{(2B_1)^2 + B_1^2} = \sqrt{5}B_1$ 。由于在该区域加上一个磁感应强度大小为 $B_0$ 的匀强磁场后，O处的磁感应强度恰为零，则有 $B_0 = \sqrt{5}B_1$ ，解得 $B_1 = \frac{\sqrt{5}B_0}{5}$ 。如果撤去匀强磁场和导线C，剩下A导线在O处产生的磁感应强度方向由O指向C，大小为 $B_1$ ，B导线在O处产生的磁感应强度方向垂直于BC向下，大小为 $B_1$ ，则A、B两导线在O处合磁感应强度大小为 $B_{\text{合}} = \sqrt{2}B_1 = \frac{\sqrt{10}B_0}{5}$ ，方向由A指向C。故选A。

## 课题二十八

### 知识点回顾

- (1) 灵敏电流表；切割磁感线；闭合电路；部分导体；切割磁感线运动；磁通量；本质；
- (2) 定子；转子；电磁感应；周期性；交流电；机械能；电能

### 典题精练

#### 1.【答案】0.4 V

【提示】初始磁通量 $\Phi_1 = 0$ （线圈与磁感线平行），末磁通量 $\Phi_2 = BS = 0.8 \text{ T} \times 0.1 \text{ m}^2 = 0.08 \text{ Wb}$ ，磁通量变化量 $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = 0.08 \text{ Wb}$ ，由 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ，可得 $E = 1 \times$

$$\frac{0.08 \text{ Wb}}{0.2 \text{ s}} = 0.4 \text{ V.}$$

2.【答案】铝环会远离螺线管。根据楞次定律，通电螺线管插入铝环时，穿过铝环磁通量增加，铝环中感应电流产生的磁场要阻碍磁通量增加，即与螺线管磁场相互排斥，所以铝环会远离螺线管。此外，磁通量增加，由楞次定律得到，铝环会收缩，减小  $S$ ，从而减缓  $\Phi$  的增加。

### 3.【答案】B

【提示】从位置 I 到位置 II，穿过线圈的磁通量变小。根据楞次定律的推广表述“增缩减扩”，这里磁通量减小，线圈应有扩张的趋势，而非缩小趋势，故 A 错误；磁感线的疏密表示磁感应强度的大小，从位置 I 到位置 II，磁场变弱，线圈面积不变，根据磁通量公式  $\Phi = BS$  ( $B$  为磁感应强度， $S$  为线圈面积) 可知穿过线圈的磁通量变小，故 B 正确；只要穿过线圈（无论闭合与否）的磁通量发生变化，就会产生感应电动势，只有闭合回路中才有感应电流，所以若线圈不闭合，虽没有感应电流，但有感应电动势，故 C 错误；线圈由位置 I 水平向右平移到位置 II 的过程中，磁通量发生变化，根据感应电流产生条件，只要穿过闭合回路的磁通量发生变化，回路中就有感应电流，与线圈是否匀速移动无关，故 D 错误。故选 B。

### 4.【答案】A

【提示】题图甲中开关 S 闭合瞬间，穿过线圈 N 的磁通量增大，所以线圈 N 中产生感应电流，故 A 正确；题图乙中条形磁铁放入圆形线圈中不动后，穿过线圈平面的磁通量不变，所以线圈中不产生感应电流，故 B 错误；题图丙中矩形导电线圈平面垂直于磁场方向向右平移中，金属框中磁通量不发生变化，所以不会在金属框中产生感应电流，故 C 错误；题图丁中增大通入的电流，穿过线圈的磁通量始终为零，所以在线圈中不会产生感应电流，故 D 错误。故选 A。

## 学以致用

1.【答案】优化线圈设计：提升发射端与接收端线圈品质因数，选用高导电性、低电阻材料绕制线圈，减少线圈内阻，降低焦耳热损耗；合理设计线圈匝数、形状，让发射线圈产生的磁场更均匀、集中，接收线圈能高效捕捉磁通量，增大感应电动势，提升能量转换效率。

频率匹配调控：精准匹配交变电流频率与线圈电感、电容形成的谐振频率。处于谐振状态时，发射、接收线圈间能量传输效率最高，磁能与电能转换损耗最低；借助智能控制电路实时监测、调整频率，适应不同环境、设备工况，维持高效充电。

磁场屏蔽与耦合增强：在无线充电装置周边添加磁性屏蔽材料，减少向外磁场泄漏，防止能量散失；同时，采用特殊磁芯结构增强发射、接收线圈磁场耦合程度，引导磁通量更多汇聚于接收端，保障感应电流稳定、高效产生，提高充电功率传输比，降低无效发热。

## 2【答案】D

【提示】根据题意，由右手定则可知，当外力使  $ab$  向右平移时，感应电流的方向为  $acdba$ ，由左手定则可知， $cd$  受向右的安培力，则  $cd$  向右移动。故选 D。

## 课题二十九

### 知识点回顾

- (1) 原子核；核外电子；①质子；中子；②电中性；正；负；
- (2) ①原子能；②2500；
- (3) ①较轻；中子；核裂变；②较重；氢；氦；核裂变；
- (4) ①核电站；②重水；石墨；镉棒；
- (5) ①放疗；②清洁能源；核废料

### 典题精练

## 1.【答案】C

【提示】反应的质量亏损  $\Delta m = (2.0136 \text{ u} + 3.0150 \text{ u}) - (4.0015 \text{ u} + 1.0087 \text{ u}) = 0.0184 \text{ u}$ 。根据爱因斯坦的质能方程，可得放出的能量为  $\Delta E = \Delta mc^2$  又有  $1 \text{ u} = 931.5 \text{ MeV}$ 。解以上各式得  $\Delta E = 17.1 \text{ MeV}$ 。故选 C。

2.【答案】(1) 3.26 MeV；(2)  $E_{\text{kHe}} = 0.99 \text{ MeV}$ ,  $E_{\text{kn}} = 2.97 \text{ MeV}$ 

【提示】(1) 聚变的核反应方程  ${}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$  核反应过程中的质量亏损为  $\Delta m = 2m_{\text{D}} - (m_{\text{He}} + m_{\text{n}}) = 0.0035 \text{ u}$ ，释放的核能为  $\Delta E = \Delta mc^2 = 0.0035 \text{ u}c^2 = 3.26 \text{ MeV}$ 。

(2) 对撞过程动量守恒，由于反应前两氘核动能相同，其动量等值反向，因此反应前后系统的动量为 0。即  $0 = m_{\text{He}}v_{\text{He}} + m_{\text{n}}v_{\text{n}}$  反应前后总能量守恒，得  $\frac{1}{2}m_{\text{He}}v_{\text{He}}^2 + \frac{1}{2}m_{\text{n}}v_{\text{n}}^2 = \Delta E + 2E_{\text{ko}}$  解得  $E_{\text{kHe}} = 0.99 \text{ MeV}$ ,  $E_{\text{kn}} = 2.97 \text{ MeV}$ 。

## 3.【答案】C

【提示】核电站获得核能的典型核反应方程为  ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{144}_{56}\text{Ba} + {}^{89}_{36}\text{Kr} + 3{}^1_0\text{n}$ ，故 A 错误；轻核聚变需要很高的温度，使发生反应的两个核有较大的相对动能，故 B 错误；核聚变和核裂变均放出能量，故 C 正确；我国的核电站都是采用核裂变发电的，故 D 错误。故选 C。

## 4.【答案】B

【提示】根据反应过程满足质量数守恒可得  $235 + 1 = 144 + 89 + x \times 1$  可得  $x = 3$ ，故 A 错误；根据爱因斯坦质能方程可知，该核反应释放的核能为  $\Delta E = \Delta mc^2 = (m_1 + m_4 - m_2 - m_3 - 3m_4)c^2 = (m_1 - m_2 - m_3 - 2m_4)c^2$ ，故 B 正确；核反应后产物  ${}^{144}_{56}\text{Ba}$ （或  ${}^{89}_{36}\text{Kr}$ ）比反应前的  ${}^{235}_{92}\text{U}$  更稳定，所以  ${}^{235}_{92}\text{U}$  的比结合能小于  ${}^{144}_{56}\text{Ba}$ （或  ${}^{89}_{36}\text{Kr}$ ）的比结合能，故 C 错误；现在的核电站仍采用核裂变反应发电，还没有实现可控核聚变发电，故 D 错误。故选 B。

## 5. 【答案】D

【提示】氚与氢核内质子数相同，核外电子数也相同，所以化学性质也相同，故 A 错误；氚发生  $\beta$  衰变时产生的粒子为  $\beta$  射线，穿透能力较强，很容易穿透黑纸，也能穿透几毫米厚的铝板，但不能穿透 10 cm 厚的钢板，故 B 错误；如果金属罐中密封有 1 kg 氚，12.43 年后将有 0.5 kg 的氚发生衰变，但衰变后的产物仍在金属罐中，金属罐的质量不会减少 0.5 kg，故 C 错误；用中子轰击锂能产生氚，核反应过程遵循质量数守恒和电荷数守恒，其核反应方程式为  ${}^3_3\text{Li} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^3_1\text{H}$ ，故 D 正确。

## 学以致用

【答案】(1)  ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ ；(2) 3.26 MeV；(3) 0.74 MeV

【提示】(1) 核反应过程满足质量数和电荷数守恒，该核反应的反应方程式为  ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ 。

(2) 该核反应的质量亏损  $\Delta m = (2 \times 2.0136 - 1.0087 - 3.0150)\text{u} = 0.0035\text{ u}$ ，该核反应释放的核能  $\Delta E = 0.0035 \times 931.5\text{ MeV} \approx 3.26\text{ MeV}$ 。

(3) 两个氘核正碰而发生核聚变过程，满足动量守恒，设中子的质量为  $m$ ，中子的速度大小为  $v_1$ ，核的质量为  $3m$ ， ${}^3_2\text{He}$  核的速度大小为  $v_2$ ，一个光子能量  $E_0 = 0.5\text{ MeV}$ 。由于碰撞前的总动量为零，则有  $mv_1 = 3mv_2$ 。根据能量守恒可得  $\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2} \times 3mv_2^2 = \Delta E + 2E_k - 2E_0 = 2.96\text{ MeV}$ 。联立解得生成的  ${}^3_2\text{He}$  核的动能为  $\frac{1}{2} \times 3mv_2^2 = 0.74\text{ MeV}$ 。

## 课题三十

## 知识点回顾

- (1) 电磁波；电磁波；移动电话；电磁波；电磁波；电磁波；
- (2) 迅速变化；电磁波；电子线路；电磁波；
- (3) 声音；电磁波； $c$ ；30 万； $c$ ； $c$ ；
- (4) 数百千赫；数百兆赫；无线电波；天线；电磁波；电磁波；电磁波

## 典题精练

## 1. 【答案】A

【提示】根据麦克斯韦电磁场理论可知，变化的磁场产生电场，变化的电场产生磁场，故 A 正确；电磁波在不同介质中的传播速度不同，但在真空中传播的速度均等于光速，故 B 错误；电磁波传播不需要介质，可以在水中传播，故 C 错误；微波炉加热食物是利用微波的频率与水分子的固有频率相近，从而使水分子产生共振，剧烈振动产生热量，达到加热食物的目的，故 D 错误。故选 A。

## 2. 【答案】D

**【提示】**由题图可知甲波的频率小于乙波的频率，则甲波波长比乙波长，故 A 错误；所有频率的电磁波在真空中的传播速度都为  $3 \times 10^8$  m/s，故 B 错误；测量体温时使用的测温枪探测的是红外线，而通信用的是无线电波，故 C 错误；所有频率的电磁波都能在真空中传播，故 D 正确。故选 D。

3. **【答案】** ACE

**【提示】** 变化的磁场产生电场，变化的电场能产生磁场，故 A 正确；由  $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$  可知

单摆的周期与摆球质量无关，故 B 错误；电磁波可传播信息，电磁波是电场与磁场交替出现传播形成的，电场和磁场储存的能量，所以电磁波也可传播能量，故 C 正确；当波源与观察者互相远离时，观察者观察到的频率变小，故 D 错误；根据波长的定义可知，在波动中，振动相位总是相同的两个相邻质点间的距离叫作波长，故 E 正确。故选 ACE。

4. **【答案】** D

**【提示】** 因为随着温度的降低，发出电磁波的波长变长，则温度约为 3K 时，辐射称为“3K 背景辐射”，若要进行“3K 背景辐射”的观测，应该选择无线电波。故 D 正确，A、B、C 错误。

5. **【答案】** B

**【提示】** 因为  $c = \lambda f$ ，所以空气中 PM2.5 颗粒的直径： $d = \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{3 \times 10^{14} \text{ Hz}} = 6 \times 10^{-7} \text{ m} = 0.6 \mu\text{m}$ ， $0.4 \mu\text{m}$  最接近  $0.6 \mu\text{m}$ ，故选 B。

## 学以致用

**【答案】**  $0.64 \text{ m}$ ； $1.7 \times 10^{-5} \text{ s}$

**【提示】** 由  $c = \lambda f$  得该电磁波的波长为  $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{470 \times 10^6} \text{ m} \approx 0.64 \text{ m}$ ，则使用对讲机接收信息的人接收到电磁波信号的时间至少为  $t = \frac{x}{v} = \frac{5000}{3 \times 10^8} \text{ s} \approx 1.7 \times 10^{-5} \text{ s}$ 。

