

专题 18 压轴题：含浮力、杠杆、滑轮组的机械效率的综合计算

内容概览

| | |
|---------------------|----|
| 01 题型突破 | 1 |
| 题型突破一：怎样解含浮力和杠杆类问题 | 1 |
| 题型突破二：怎样解含浮力和滑轮组类问题 | 4 |
| 题型突破三：怎样解含杠杆和滑轮组类问题 | 7 |
| 题型突破四：怎样解杠杆与压强类问题 | 10 |
| 题型突破五：怎样解滑轮组与压强类问题 | 12 |
| 02 素养提升 | 15 |
| 03 中考练场 | 23 |

01 题型突破

题型突破一：怎样解含浮力和杠杆类问题

此类题型综合性较强，难度偏大，解答此类题型需要注意一下几个方面：

- (1) 在浮力方面，需注意阿基米德原理和重力公式相结合解方程组；
- (2) 在杠杆方面，需要注意作用力和反作用力，利用杠杆平衡条件公式建立方程求解；

【特别提示】

- (1) 阿基米德原理： $F_{浮}=G_{排}=\rho_{液}gV_{排}$
- (2) 杠杆平衡条件公式： $F_1L_1=F_2L_2$ （只有一个动力和阻力）
- (3) 若有多个动力和阻力构成的杠杆，沿顺指针转动的力和力臂的乘积之和等于沿逆时针转动的力和力臂的乘积之和

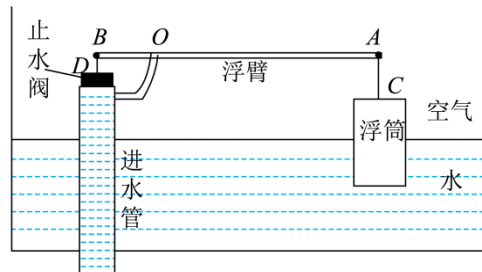
【典例 1】（2022·山东潍坊·中考真题）图甲是某卫生间马桶水箱的进水调节装置，图乙为其结构示意图，浮臂 AB 可视为绕 O 点转动的杠杆， $OA=5\text{cm}$ ， $OB=1\text{cm}$ ，A 端通过细连接杆 AC 与柱状浮筒连接，浮筒质量为 50g，B 端通过细连接杆 BD 与圆饼状止水阀连接，止水阀上下表面积与进水管口面积均为

0.2 cm²。当水箱中无水或水量较少时，止水阀打开，水从进水管流进水箱。水位达到一定高度时，浮筒推动杠杆，使止水阀刚好堵住进水管，停止进水，此时 AB 处于水平位置，连接杆竖直，大气压强 $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，进水管中水压 $p_{\text{水}} = 6.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。除浮筒外其它装置所受重力不计，忽略所有摩擦， g 取 10 N/kg ，水的密度 $\rho_{\text{水}} = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。刚停止进水时，求：

- (1) 浮筒所受重力；
- (2) 进水管中的水对止水阀的压力；
- (3) 连接杆 BD 对止水阀的压力；
- (4) 浮筒排开水的体积。



甲



乙

【答案】 (1) 0.5N； (2) 12N； (3) 10N； (4) $2.5 \times 10^{-4} \text{ m}^3$

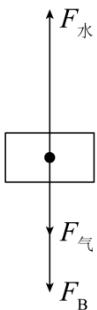
【详解】解：(1) 根据重力的计算公式可得，浮筒所受重力为 $G = mg = 0.05 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 0.5 \text{ N}$

(2) 由 $p = \frac{F}{S}$

可知，进水管中的水对止水阀的压力为 $F_{\text{水}} = p_{\text{水}} S = 6.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 0.2 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 12 \text{ N}$

(3) 根据压强的计算公式可得，止水阀上表面所受大气压力为 $F_{\text{气}} = p_0 S = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 0.2 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 2 \text{ N}$

对止水阀进行受力分析，如图所示

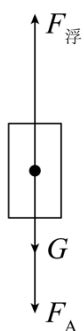


则有 $F_B = F_{\text{水}} - F_{\text{气}} = 12 \text{ N} - 2 \text{ N} = 10 \text{ N}$

(4) 浮臂平衡时，由杠杆平衡条件有 $F_A \cdot OA = F_B \cdot OB$

则 $F_A = \frac{OB}{OA} F_B = \frac{1}{5} F_B = \frac{1}{5} \times 10\text{N} = 2\text{N}$

对浮筒进行受力分析如图所示



则有 $F_{\text{浮}} = G + F_A = 0.5\text{N} + 2\text{N} = 2.5\text{N}$

根据阿基米德定律的计算公式可得，浮筒排开水的体积为 $V = \frac{F_{\text{浮}}}{\rho_{\text{水}}g} = \frac{2.5\text{N}}{1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 10\text{N/kg}} = 2.5 \times 10^{-4} \text{ m}^3$

答：（1）浮筒所受重力为 0.5N；

（2）进水管中的水对止水阀的压力为 12N；

（3）连接杆 BD 对止水阀的压力为 10N；

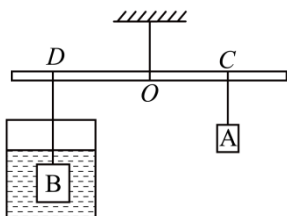
（4）浮筒排开水的体积为 $2.5 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ 。

【变式】（2023·黑龙江绥化·中考真题）水平桌面上有一个底面积为 200cm^2 的圆柱形容器，容器中水的深度为 15cm 。如图所示，用细线将一质量忽略不计的杠杆悬挂起来，把质量为 0.3kg 的物体 A 用细线悬挂在杠杆 C 处，再把体积为 400cm^3 的物体 B（不吸水）用细线悬挂在杠杆 D 处，当物体 B 浸没在水中静止时，杠杆恰好在水平位置平衡，此时 C、D 两点到支点 O 的距离分别为 10cm 、 15cm 。求：

（1）物体 B 受到的浮力；

（2）物体 B 浸没在水中静止时，水对容器底部的压强；

（3）细线对物体 B 的拉力及物体 B 的密度。



【答案】（1）4N；（2） $1.7 \times 10^3 \text{ Pa}$ ；（3） $1.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

【详解】解：（1）因为物体 B 浸没在水中 $V_{\text{排}} = V_B = 400\text{cm}^3 = 4 \times 10^{-4} \text{ m}^3$

物体 B 受到的浮力 $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} V_{\text{排}} g = 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 10\text{N/kg} \times 4 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 4\text{N}$

(2) 物体 B 浸没在水中后液面上升的高度 $\Delta h = \frac{V_B}{S_{容}} = \frac{400\text{cm}^3}{200\text{cm}^2} = 2\text{cm}$

物体 B 浸没在水中时容器中水深 $h_{总} = h + \Delta h = 15\text{cm} + 2\text{cm} = 17\text{cm} = 0.17\text{m}$

物体 B 浸没在水中静止时，水对容器的压强 $p = \rho gh_{总} = 1 \times 10^3 \text{kg/m}^3 \times 10 \text{N/kg} \times 0.17\text{m} = 1.7 \times 10^3 \text{Pa}$

(3) 物体 A 的重力 $G_A = m_A g = 0.3\text{kg} \times 10 \text{N/kg} = 3\text{N}$

细线对杠杆的拉力为 F_D 和 F_C $F_C = G_A = 3\text{N}$

根据杠杆的平衡条件 $F_1 l_1 = F_2 l_2$ 得 $F_D = \frac{F_C l_{OC}}{l_{OD}} = \frac{G_A l_{OC}}{l_{OD}} = \frac{3\text{N} \times 0.1\text{m}}{0.15\text{m}} = 2\text{N}$

细线对 B 的拉力为 $F_B = F_D = 2\text{N}$

对物体 B 受力分析得 $G_B = F_B + F_{浮} = 2\text{N} + 4\text{N} = 6\text{N}$

由 $G = mg$ 得，物体 B 的质量 $m_B = \frac{G_B}{g} = \frac{6\text{N}}{10 \text{N/kg}} = 0.6\text{kg}$

物体 B 的密度 $\rho_B = \frac{m_B}{V_B} = \frac{0.6\text{kg}}{4 \times 10^{-4} \text{m}^3} = 1.5 \times 10^3 \text{kg/m}^3$

答：(1) 物体 B 受到的浮力 4N；

(2) 物体 B 浸没在水中静止时，水对容器底部的压强 $1.7 \times 10^3 \text{Pa}$ ；

(3) 细线对物体 B 的拉力及物体 B 的密度 $1.5 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 。

题型突破二：怎样解含浮力和滑轮组类问题

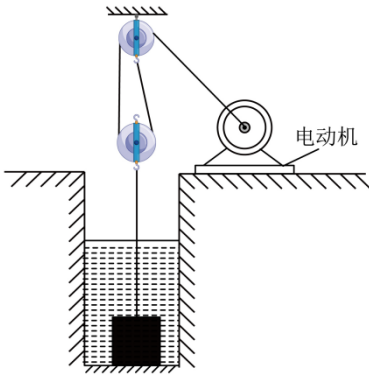
此类题型综合性较强，难度偏大，解答此类题型需要注意一下几个方面：

- (1) 在浮力方面，需注意阿基米德原理和重力公式相结合解方程组；
- (2) 在滑轮组方面，需要注意在竖直面上机械效率的计算方法，特别注意物体在液体中时，有用功的来源；

【典例 2】(2022·四川遂宁·中考真题) 小超与同学到某工地参观，看到工人操作电动机通过如图所示滑轮组将正方体石料从水池底竖直匀速吊起。他们通过调查得知：石料的边长为 0.2m，密度为 $2.5 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ，石料上升时速度恒为 0.4m/s，圆柱形水池的底面积为 0.2m^2 ，动滑轮重为 30N。请根据他们的调查数据求：(不计绳重和摩擦， $\rho_{水} = 1.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ， g 取 10N/kg)：

- (1) 石料露出水面前受到的浮力；
- (2) 石料的重力；
- (3) 石料露出水面前滑轮组的机械效率；

(4) 石料从刚露出水面到完全露出水面所用的时间；并推导出该过程中电动机的输出功率 P (单位: W) 与时间 t (单位: s) 的函数关系式。



【答案】 (1) 80N; (2) 200N; (3) 80%; (4) 0.4s, $P = 80t + 60$ ($0 \leq t \leq 0.4s$)

【详解】 解: (1) 石料的体积 $V = (0.2m)^3 = 0.008m^3$

石料露出水面前受到的浮力 $F_{浮} = \rho_{水} g V_{排} = \rho_{水} g V = 1.0 \times 10^3 kg/m^3 \times 10N/kg \times 0.008m^3 = 80N$

(2) 石料的重力 $G = mg = \rho g V = 2.5 \times 10^3 kg/m^3 \times 10N/kg \times 0.008m^3 = 200N$

(3) 由图可知, 绳子承重段数 $n=2$, 不计绳重和摩擦, 绳子的拉力

$$F = \frac{1}{2}(G - F_{浮} + G_{动}) = \frac{1}{2} \times (200N - 80N + 30N) = 75N$$

$$\text{石料露出水面前滑轮组的机械效率 } \eta = \frac{W_{有}}{W_{总}} = \frac{(G - F_{浮})h}{Fs} = \frac{(G - F_{浮})h}{F \times 2h} = \frac{G - F_{浮}}{2F} = \frac{200N - 80N}{2 \times 75N} = 80\%$$

(4) 拉出水面后, 水面下降的高度 $\Delta h = \frac{V}{S} = \frac{0.008m^3}{0.2m^2} = 0.04m$

石料上升的实际距离 $h' = L - \Delta h = 0.2m - 0.04m = 0.16m$

$$\text{石料从刚露出水面到完全露出水面的时间 } t = \frac{h'}{v} = \frac{0.16m}{0.4m/s} = 0.4s$$

石料经过 t 秒上升的高度 $h_1 = vt = 0.4t$

石料的底面积 $S_{石} = 0.2m \times 0.2m = 0.04m^2$

$$\text{水面下降的高度 } h_2 = \frac{vtS_{石}}{S - S_{石}} = \frac{0.4m/s \times t \times 0.04m^2}{0.2m^2 - 0.04m^2} = 0.1t$$

露出水面的高度 $h_{露} = h_1 + h_2 = 0.4t + 0.1t = 0.5t$

此时排开水的体积 $V'_{排} = (L - h_{露})S_{石} = (0.2 - 0.5t) \times 0.04m^2 = -0.02t + 0.008$

浮力 $F'_{浮} = \rho_{水} g V'_{排} = 1 \times 10^3 \times 10 \times (0.008 - 0.02t) = -200t + 80$

$$\text{自由端的拉力 } F_{拉} = \frac{G - F'_{浮} + G_{动}}{n} = \frac{200 - (80 - 200t) + 30}{2} = 100t + 75$$

自由端的速度 $v_{绳} = 2v = 2 \times 0.4m/s = 0.8m/s$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/837104062065006114>