

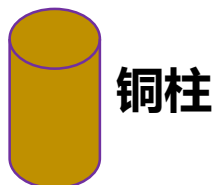
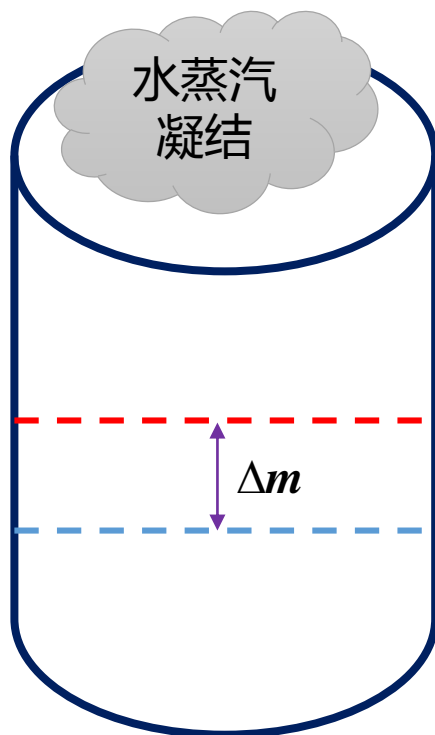
804实验室（第一循环）实验讲解

复旦大学物理实验教学中心

液氮比汽化热的测量

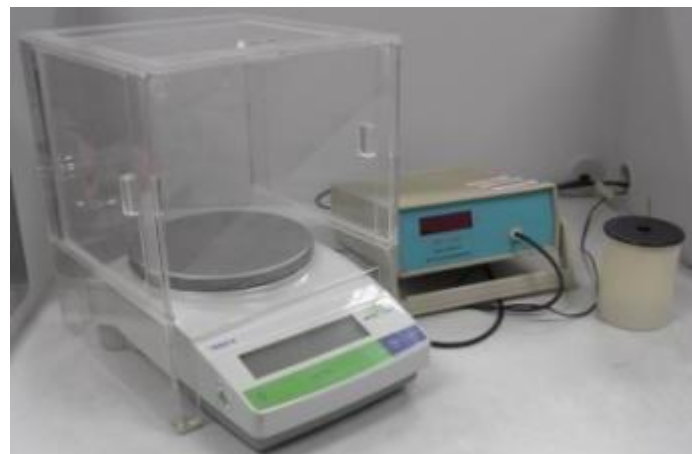
实验原理：

$$L_v = \frac{Q}{\Delta m} = \frac{1}{\Delta m} \left[(m_w c_w + m_a c_a + m_c c_c + h_t)(\theta_2 - \theta_3) + m_{cu} c_{cu} (\theta_1 - \theta_3) \right]$$



初始高度LN₂

末态高度LN₂



热平衡时，铜柱
传递给液氮的热量
有多少？吸收
铜柱热量汽化的
液氮质量？

热量的计算:

a) 直接法

$$Q = C_{Cu}(T)m_{Cu}\Delta T_{Cu} = \int_{T_{f,Cu}}^{T_{i,Cu}} C_{Cu}(T)m_{Cu}$$

$C_{Cu}(T)$ 为铜材料比热熔随温度变化的关系式。

b) 间接法

■ 低温(-195.8℃)铜柱转移至温度为 θ_2 水中吸热，温度上升至 θ_3 ：

此过程中包含以下方面的热传递：

- 水提供的热量 $C_w m_w (\theta_2 - \theta_3)$
- 铝杯提供的热量 $C_a m_a (\theta_2 - \theta_3)$
- 搅拌器提供的热量 $C_c m_c (\theta_2 - \theta_3)$
- 温度计提供的热量 $h_t \approx 0$

■ 温度上升至 θ_1 所需热量: $C_{cu} m_{cu} (\theta_1 - \theta_3)$

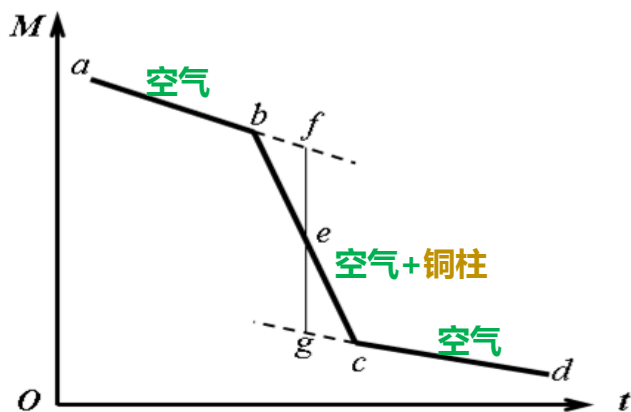
■ 总热量:

$$Q = \left[(m_w c_w + m_a c_a + m_c c_c) (\theta_2 - \theta_3) + m_{cu} c_{cu} (\theta_1 - \theta_3) \right]$$

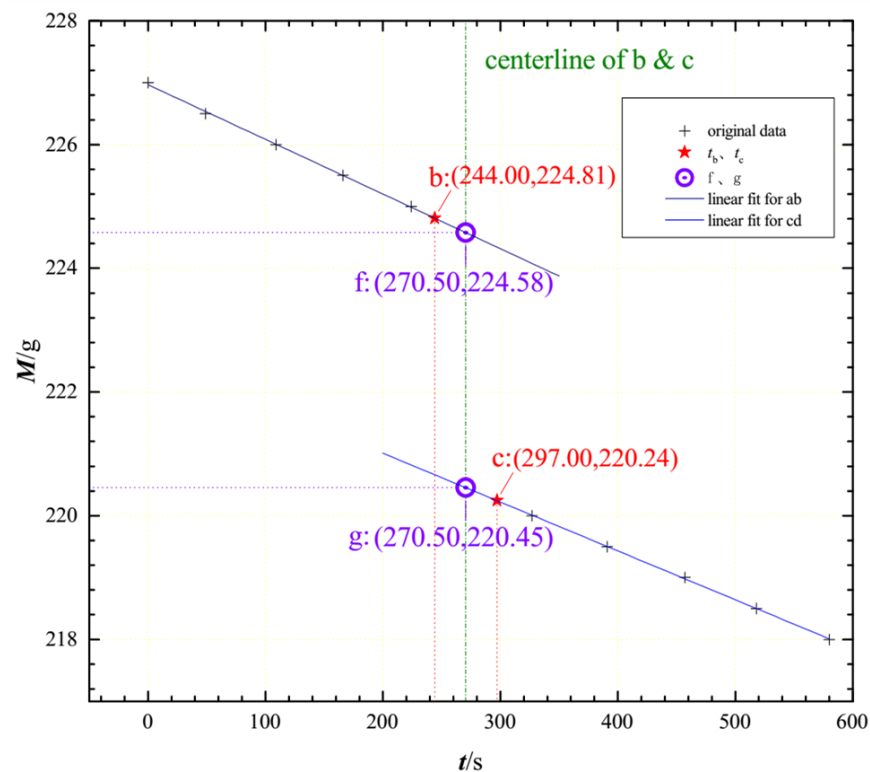
质量的计算:

$$\begin{aligned}\Delta m &= m_b - m_c - (m_b - m_f) - (m_g - m_c) \\ &= m_f - m_g\end{aligned}$$

作图法:

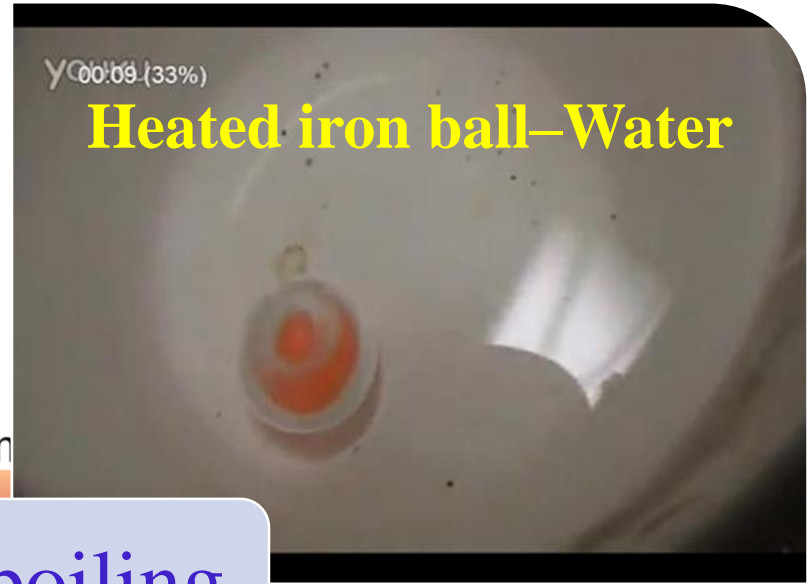
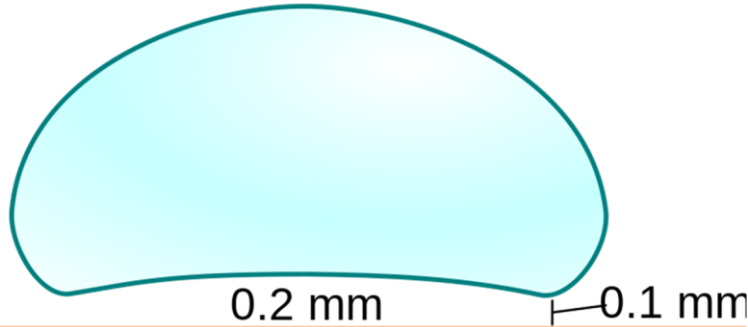


线性拟合:



Leidenfrost effect :

Drop of liquid held up by layer of vapor



Film boiling



Leidenfrost Effect

相关问题讨论:

◆ 关于实验现象：

- 液氮暴露在空气中或室温下的铜柱投到液氮中，会冒出白雾（白烟）其原因是什么？
- 液氮在与铜柱进行热交换的过程中为什么会有两次白雾出现？

◆ 关于实验操作：

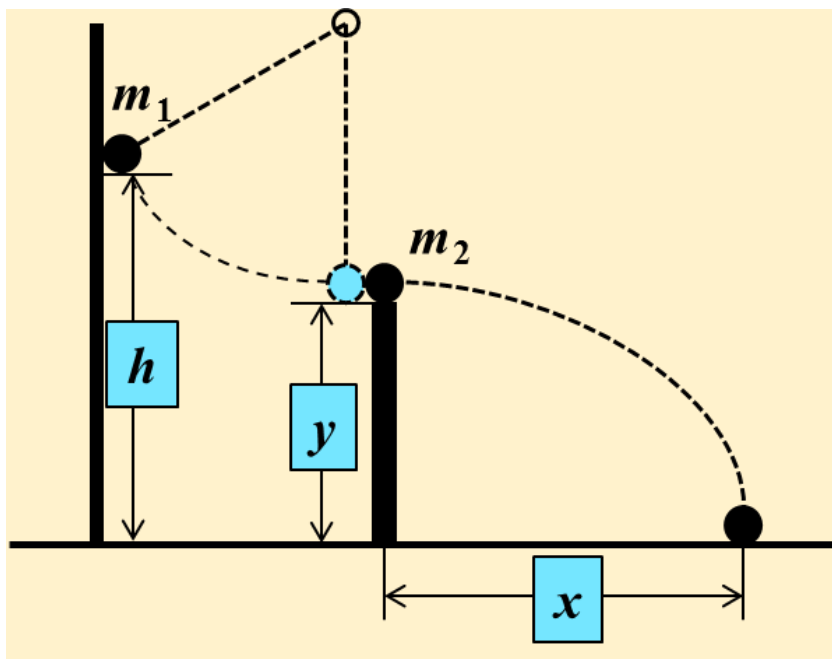
- 天平上的水平泡（水平仪）偏向一边，应如何调节螺丝脚
- 测 $M-t$ 时铜柱不放在电子天平上称，最后在 $M-t$ 图的ab线段加上铜柱的质量，是否可以？测ab段和cd段时铜柱都不放可以吗？bc段测好后把铜柱拿出再测cd段可以吗？
- 如果天平没有防风罩或实验步骤中不打开顶盖，对实验有什么影响？
- 如果实验失败了，铜柱为什么要在水中清洗，等其恢复至室温才能做第二次？
- θ_1 和 θ_2 在什么时候测量最好？一般这两个温度哪个高？
- 量热器中的搅拌器有哪些作用？用一只温度计测 θ_1 用另一只温度计测 θ_2 、 θ_3 可以吗？
- 将铜柱从液氮中取出应迅速投入量热器中，为什么要迅速？而此时用搅拌器搅拌，为什么不能有水溅出筒外？
- 实验时，量热器中的水不能太多，也不能太少，为什么？

◆ 关于实验仪器：

- 加液氮的保温杯的软木塞为什么要留孔？这孔的大小和实验有什么关系？不用软木塞可以吗？
- 如果铜柱换成比重相似的塑料可以吗？如果铜柱换其他金属可以吗？

碰撞打靶

实验原理：



$$\begin{cases} m_1 v_1' + m_2 v_2' = m_1 v_1 + m_2 v_2 \\ \frac{m_1 v_1'^2}{2} + \frac{m_2 v_2'^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \\ v_2' = 0 \\ v_1 = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{m_1}{m_2} v_1$$

$$\begin{cases} \frac{gt^2}{2} = Y \Rightarrow v_2 = \frac{X^2}{2Y} g \\ X = v_2 t \end{cases}$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 g H_0$$

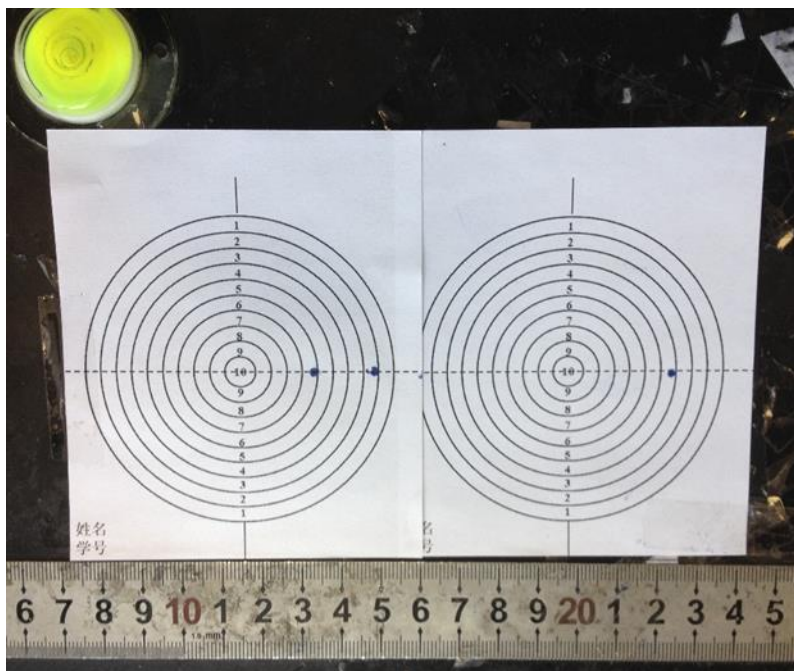
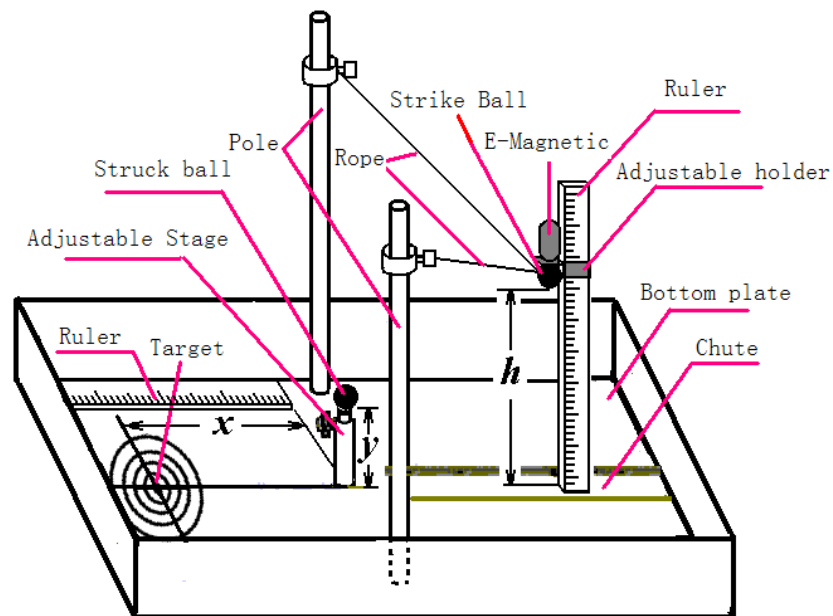
$$H_0 = X^2 / 4Y$$

$$h = H_0 + Y = X^2 / 4Y + Y$$

$$\Delta E_i = m_1 g \Delta H_i = m_1 g (H_0 - H_i) = m_1 g \frac{X^2 - (X^i)^2}{4Y}$$

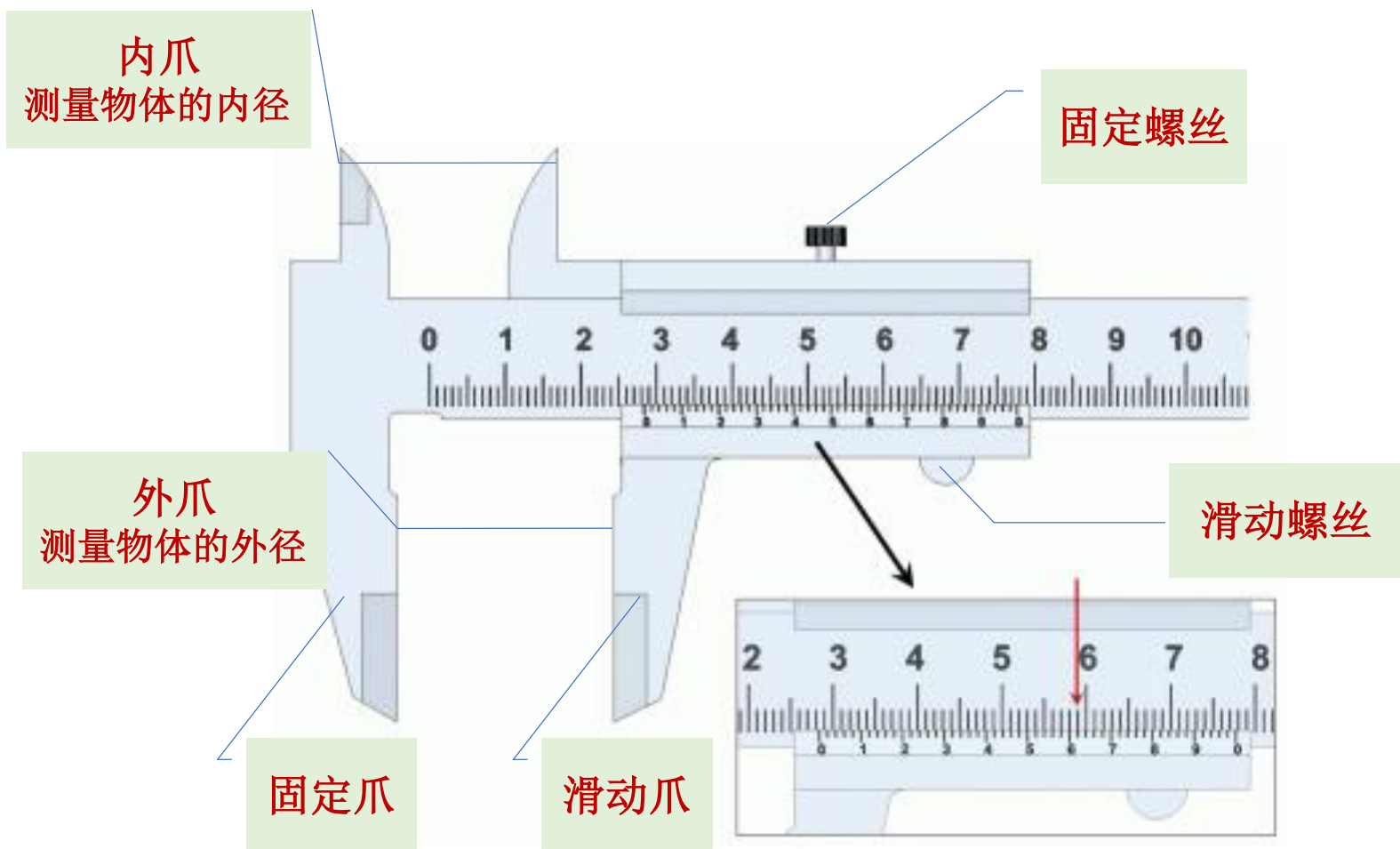
$$\Delta H_i = \frac{X^2 - (X^i)^2}{4Y}$$

正碰的调节：

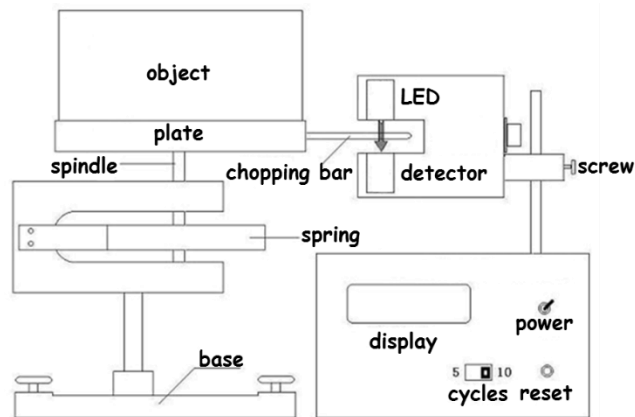


用扭摆法测定物体转动惯量

游标卡尺的使用：



实验原理：



方法一：质量 m 、直径 D

塑料圆柱：
$$I_t = \frac{1}{2} mR^2$$

金属圆筒：
$$I_t = \frac{1}{8} m(D_1^2 + D_2^2)$$

金属球：
$$I_t = \frac{1}{10} mD^2$$

金属杆：
$$I_t = \frac{1}{12} ml^2$$

方法二：周期 T

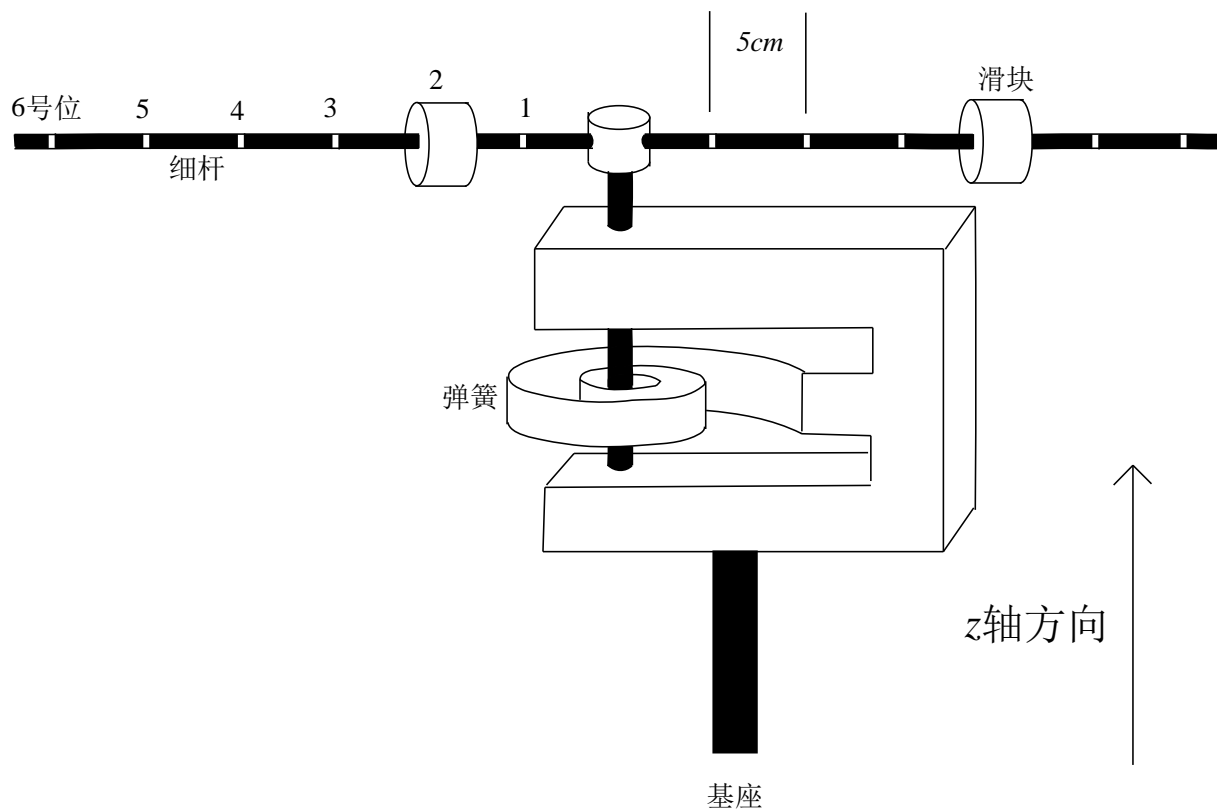
$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{I}{K}} \Rightarrow I = \frac{T_1^2}{4\pi^2} K$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_0}{K}} \Rightarrow I_0 = \frac{T_0^2}{4\pi^2} K$$

$$I = I_{PC} + I_0$$

$$K = 4\pi^2 \frac{I_{PC}}{T_1^2 - T_0^2}$$

最小二乘法验证平行轴定理： $I = I_C + md^2$



最小二乘法拟合转动惯量 I 与滑块位置 d^2 之间的关系，证明平行轴定理成立。