

实验专题

实验物理	1
测量与误差	1
不确定度	2
有效数字	4
数据处理	4
力学实验	5
研究单摆的运动特性	5
光杠杆装置测量金属杨氏模量	7
测量媒质中的声速	9
用拉脱法测液体的表面张力系数	11
热学实验	13
测量冰的熔化热	13
电学实验	15
测定直流电源的参数并研究其输出特性	15
整流滤波电路	17
霍尔效应	19
非线性元件的伏安特性	21
亥姆霍兹线圈测量地磁水平分量	23
电表改装	25
暂态过程	27
LCR电路的谐振现象	29
黑盒子	31
直流平衡电桥	32
光学实验	34
分光器测玻璃折射率	34
分光计观察汞灯光谱	36
测量薄透镜焦距	38

读书显微镜测量牛顿环和劈头	40
双棱镜干涉	42
迈克尔逊干涉仪的使用	44
光电效应	46
单缝衍射	48

991005315843版权所有

实验

(一) 实验理论

1

测量与误差 (1)

△ 测量误差的普遍存在:

· 测量分两种:

□ 直接测量: 仪器直接读出.

□ 间接测量: 公式计算得出.

· 误差产生的原因:

□ 理论近似性: 单摆小角度近似...

□ 仪器分辨率/灵敏度局限性: 天平不可调(左右放取几何平均)...

□ 环境条件不稳定性: 尺子热膨胀.

· 误差定义:

$$\text{测量误差} = \text{测量值} - \text{真值}$$

△ 偶然误差和系统误差.

· 系统误差: 多次测量同一物理量时, 对真值的偏离相同.

来源: 理论近似性、仪器不完善、环境有改变、测量者因素.

特点: 恒定性(无法多次测量消除).

· 偶然(随机)误差: 测量值的无规则涨落.

来源: 仪器/人的统计涨落、环境波动、对定不确定性...

特点: 一般来讲, 大多数偶然误差(包括算术平均误差)服从近似

服从正态分布. 有:

(1) 单峰性(小误差概率大于大误差)

(2) 对称性(正负误差出现概率对等)

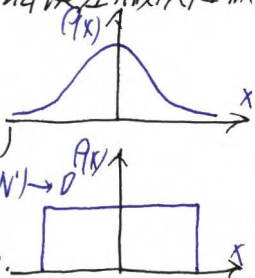
(3) 有界性(误差绝对值不超过一定界限)

(4) 抵偿性(误差算术平均趋零) $\frac{1}{n} \sum (N_i - N) \rightarrow 0$

→ 多次测量, 取平均值.

除此之外, 还有其它误差, 如均匀分布.

· 二者不是绝对的, 有时可以相互转化.



不确定度 (2)

2

△ 含义:

· 结果表示:

$$Y = N \pm \Delta N$$

· 含义:

不确定度: 测量值不确定的程度, 是对测量误差可能取值的测定. 也是对真值可能存在的范围的估计.

△ 测量结果:

· 范围:

$N \in [N - \Delta N, N + \Delta N] \rightarrow$ 真值有一定概率落在此范围内.

区间称: 置信区间

概率称: 置信概率

\rightarrow 达到 100%, ΔN 称: 极限不确定度, 用 e 表示.

有: $Y = N \pm e$

$\rightarrow \Delta N$ 常用标准差表示, 记做 σ , 表征测量列的离散程度.

有: $Y = N \pm \sigma$

· 相对不确定度: $\frac{\sigma}{N}$, 表示误差对结果影响的大小

△ 估计方法:

· 对直接测量结果:

□ 相同条件下多次测量:

使用 $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ 求

测量列的标准不确定度 σ_x : $\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ (正态下概率为 68.3%)

又真值不可知, 用 \bar{x} 代替: 记某次 $\delta_i = x_i - \bar{x} = x_i - \bar{x} + \bar{x} - \bar{x}$

$$\begin{aligned} \rightarrow \sum_{i=1}^n \delta_i^2 &= \sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x}) + (\bar{x} - \bar{x})]^2 \geq \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(\bar{x} - \bar{x}) + \sum_{i=1}^n (\bar{x} - \bar{x})^2 \\ &= \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 + \sum_{i=1}^n (\bar{x} - \bar{x})^2 \end{aligned}$$

$$\rightarrow \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} + (\bar{x} - \bar{x})^2$$

$$\text{又由误差传递公式: } (\bar{x} - \bar{x})^2 = \left(\frac{x_1 - \bar{x}}{n}\right)^2 + \left(\frac{x_2 - \bar{x}}{n}\right)^2 + \dots = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n^2}$$

$$\rightarrow \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

$$\Rightarrow \text{标准偏差: } \sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{即贝塞尔公式, 表示测量列的标准不确定度或标准偏差.}$$

$$\text{又: } (\bar{x} - \bar{x})^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n^2} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)} \quad \text{记 } \sigma_{\bar{x}} \text{ 为算术平均值的标准不确定度, } \sigma_{\bar{x}} = \bar{\sigma}_x$$

$$\Rightarrow \sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \quad \text{最终结果表示为 } Y = \bar{x} \pm \sigma_{\bar{x}}$$

或前者为在一些数据的基础上新数据的不确定度, 后者为数据平均值的平均不确定度.

测量煤质中的声速(3)

△实验原理:

·理论值:

认为是绝热过程: $v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$ γ : 比热容比(定压/定容); M : 摩尔质量; T : 开氏温度
 → 对摄氏温度 θ : $T = T_0 + \theta$, $T_0 = 273.15K$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{\gamma R}{M} (T_0 + \theta)} = \sqrt{\frac{\gamma R T_0}{M}} \cdot \sqrt{1 + \frac{\theta}{T_0}} = v_0 \sqrt{1 + \frac{\theta}{T_0}} \quad 0^\circ C \text{ 时: } v_0 = 331.4 \text{ m/s}$$

→ 考虑水蒸气: $v = v_0 \sqrt{\left(1 + \frac{\theta}{T_0}\right) \left(1 + \frac{0.319 p_w}{p}\right)}$

p_w : 水蒸气分压; p : 大气压; 又 $p_w = p_s \cdot H$ (p_s : 饱和蒸汽压, H : 相对湿度)

·振幅法测声速:

(1) $v = f \cdot \lambda$. 对驻波场中坐标为 x 的空气质点: $y_1 = A e^{i(\omega t - kx)}$ $y_2 = B e^{i(\omega t + kx)}$

有: $x=0$, $y = y_1 + y_2 = A e^{i\omega t}$ $\Rightarrow y = y_1 + y_2 = \frac{a \sin[k(l-x)]}{\sin kl} \cos \omega t$ ($k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{v}$)

$x=l$, $y = y_1 + y_2 = 0$

波数: k : 声速 v 与平面间距 λ 的关系. 注: $\sin kl = 0$ 时 $kl \rightarrow \infty$, 但声速 v 与 λ 的关系 $v = \frac{\omega}{k}$ 有限

(2) 声压: $p = -\rho_0 v^2 \frac{\partial y}{\partial x} = \rho_0 \omega v a \frac{\sin[k(l-x) + \frac{\pi}{2}]}{\sin kl} \cos \omega t$. 极值分布与波相反

→ 则面处 $|p(l)| = \frac{\rho_0 \omega v a}{|\sin kl|}$. 有: $|p(l \pm \frac{\lambda}{2})| = |p(l)|$

·相位法测声速:

实际存在的是驻波与行波的叠加, 又反射面不理想、空气吸收, 使振幅衰减. 故可比较声压相位差: $p(l)$, $p(l)$

→ 设平面行波: $y = a \cos(\omega t - kx)$ $p(l) = -\rho_0 \omega v a \sin \omega t$ $p(l) = -\rho_0 \omega v a \sin(\omega t - kl)$

即 $p(l)$ 比 $p(l)$ 落后 kl .

→ 声源接 CH1, 接收器接 CH2. 将示波器如图, 当变 $\Delta l = \lambda$ 时复原.



$\Delta \varphi = 0, l = 0$ $\Delta \varphi = \frac{\pi}{2}, l = \frac{\lambda}{4}$ $\Delta \varphi = \pi, l = \frac{\lambda}{2}$ $\Delta \varphi = \frac{3\pi}{2}, l = \frac{3}{4}\lambda$ $\Delta \varphi = 2\pi, l = \lambda$

★ $l \neq \frac{\lambda}{2}, k$ 时多次反射无干涉叠加成驻波, 会衰减, 但不管如何 $\Delta \varphi$ 为 kl .

△实验内容

★[例]用振幅法测声速(空气中、水中)

解: ①接线 ②测换能器谐振频率: 拉开一定距离, 调出正弦波最大振幅对应
 例: (水 $\sim 20\text{kHz}$, 空气 $\sim 37\text{kHz}$) 使灵敏板入 $0.81 \sim 1.2$ 个半波长处, 记下 x_1, x_2 ...
 再减小 $\lambda/2$ 再记录, 用逐差法, 求 $\frac{x_2 - x_1}{2}$ 些平均值, 再平均出 $\frac{x_2 - x_1}{2}$ 些 $\lambda/2$ 距离。

★[例]用相位法测声速(空气中、水中)

解: ①接线, ②调 X-Y 图 ③记录出相同点或的 x_1, x_2 ... 逐差法出 $\lambda/2$ 距离。

991005315843版权所有

测量冰的熔化热(1)

△实验原理:

·混合量热法: 待测系统 I 与已知热容的系统 II 混合起来, 隔绝外界, 测出 ΔT , 于是已知热传递 $Q = C\Delta T$

·量热器: 温度计
绝热杯

绝热杯

内筒: 铝件

空气: 对流很小

支架: 绝热

→ 热损失极小.

绝热架

金属外壳(表面光亮)

金属内壳

→ 吸收热辐射本领小.

·测冰的溶解热:

$$M C_3 (T_0 - T_1) + M L + M C_0 (T_3 - T_0) = (m_0 C_0 + m_1 C_1 + m_2 C_2 + \delta C) (T_2 - T_3)$$

M: 冰质量

C_3 : 冰比热

T_0 : 环境不熔点

T_1 : 冰初温

L: 熔化热

C_0 : 水比热

T_3 : 平衡温度

m_0 : 水质量

m_1 : 内筒质量

C_1 : 内筒比热

m_2 : 搅拌器质量

C_2 : 搅拌器比热

T_2 : 水初温

δC : 温度计浸入水中部分热容

→ $C_1 = C_2 = 0.38 \times 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ (通常为铜); 一般取 $T_2: T_3 = 10:3$

$C_3 = 1.80 \times 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$, $C_0 = 4.18 \times 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$, T_0 取 0°C , T_1 由实验室提供.

$$\Rightarrow L = \frac{1}{M} (m_0 C_0 + m_1 C_1 + m_2 C_2) (T_2 - T_3) - C_0 (T_3 - T_0) - C_3 (T_0 - T_1)$$

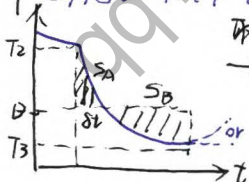
★ 温度仅在平衡下有意义, 必须各处均用温度计

·散热修正:

热量补偿法:

当系统与环境的温差较小 ($\leq 10 \sim 15^\circ\text{C}$), 有牛顿冷却定律:

$$\delta q / \delta t = k(T - \theta) \quad \text{右边: } \delta q / \delta t: \text{散热速率} \quad k: \text{散热系数 (与面积、介质相关)}$$



取 δt 有: $\delta q = k(T - \theta) \delta t = k \delta S \rightarrow$ 使 $S_A = S_B$!

→ 多次实验调整参数: (面积)

冬天室温 12°C , 取 $3 \times 4 \times 1 \text{ m}^3$ 冰, 水 $35 \sim 40^\circ\text{C}$, 冰 -26°C

$T_2: T_3 \approx 10:3$

△实验内容:

★例测定冰的溶解热.

解: ①测筒, 环质量

③整体装入器具, 插上温度计

⑤量冰区, 称量

②周围直水区, 装入内筒, 测质量.

④快速加水, 加刀搅拌, 注意记初温.

⑥结合T-t图伏化初温₂轻!

★末温对结果影响最大

★例测定T-t图:

解: 每隔一定时间记录110s左右, 读到110s后一位最好.

分析: (1) 确定 T_2 : 水装入后每隔一段时间读取水温, 读取5~6值(10s~15s), 再按冰, 记下投入时间, 隔相同时间读5~6个值, 画线外推至投入水时 T_2 (2) 确定 T_3 : 有2种现象: ① $T \downarrow$ 后 \uparrow , 极小值为 T_3 ($\theta - T_3$ 较大)② $T \downarrow$ 后稳定一个值为 T_3 ($\theta - T_3$ 较小)★例本实验忽略了 δC , 设计实验粗略并注明确实可忽略.

解: 将部分温度计放入已知水温的水中, 观察示数变化

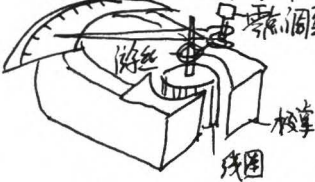
粗算 δC

结果是其他量的百分之几.

电表改装(16)

△实验原理:

磁电式直流电表:



极掌内呈均匀辐射状 $\rightarrow \rho \propto I$

电表级别: α 级 \rightarrow 基本误差为 $\pm \alpha\%$

α : 准确度等级; X_m : 量程

\rightarrow 极限误差: $e = \alpha\% X_m$

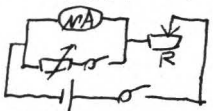
\rightarrow 所有分度线的基本误差不超过 e

量程选择: 最大相对误差 $\frac{e}{X} = \frac{\alpha\% X_m}{X} \rightarrow X \rightarrow X_m$ 则 \downarrow

太大太小均有问题 \rightarrow 接近 $2/3 \rightarrow$ 测量误差 \leq 准确度等级的 1.5 倍

测量微安表内阻:

半偏分流法:



(1) 调 R 至 MA 为半量程

当 $R \gg R_g$ 时 $R_g \approx R_0$ ($R_0 = \frac{PR}{P-R}$)
(否则偏小)

替代法:

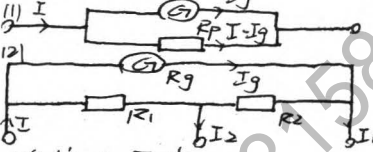


$R_g = R_0$

(1) 调 R 至 MA 满偏

电表改装:

直流电流表:



(1) 单量程: $(I - I_g)R_p = I_g R_g \Rightarrow R_p = \frac{R_g}{\frac{I}{I_g} - 1}$

(2) 双量程: $\begin{cases} (I_1 - I_g)R_1 = I_g R_g \\ (I_2 - I_g)R_2 = I_g R_g \end{cases} \Rightarrow R_1 = \frac{I_g R_g I_1}{I_1(I_1 - I_g)}, R_2 = \frac{I_g R_g I_2}{I_2(I_1 - I_g)}$

直流电压表:



(1) 单量程: $I_g(R_g + R_s) = U \Rightarrow R_s = \frac{U}{I_g} - R_g = (\frac{U}{U_g} - 1)R_g$

(2) 双量程: $\begin{cases} I_g(R_g + R_1) = U_1 \\ I_g(R_g + R_2) = U_2 \end{cases} \Rightarrow R_1 = \frac{U_1}{I_g} - R_g, R_2 = \frac{U_2}{I_g} - \frac{U_1}{I_g}$

校准:

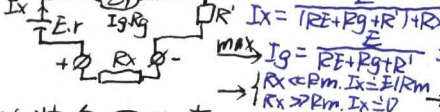


(3) 校准曲线: 细调 R_0 , 即使满刻度对齐

\rightarrow 作 $\Delta I - \Delta U, \Delta U - \Delta I$ 图: $\Delta I = I_0 - I_x, \Delta U = U_0 - U_x$

(4) 改装电表相对误差: 最大相对误差 = $\frac{\text{最大绝对误差}}{\text{量程}} \times 100\% \leq \alpha\%$. $\alpha = \pm 0.1, \pm 0.2, \pm 0.5, \pm 1.0, \pm 1.5, \pm 2.5, \pm 5$

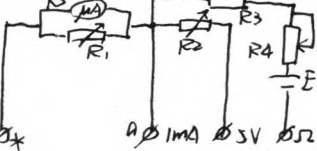
改装欧姆表:



\rightarrow 调零电路



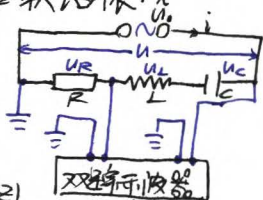
改装多用电表:



LCR电路的谐振现象(8)

△实验原理:

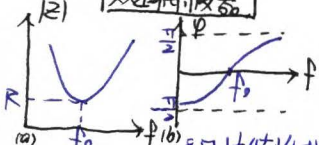
· 串联谐振:



$$\begin{cases} |Z| = \sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2} \Rightarrow \text{谐振: } \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \\ \varphi = \arctan \frac{\omega L - 1/\omega C}{R} \\ i = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}} \cos(\omega t - \varphi) \end{cases}$$

□ 电路性质:

- (1) $f < f_0, \varphi < 0, U_L > U_C \rightarrow$ 容性; $f \downarrow, \varphi \rightarrow -\frac{\pi}{2}$
- (2) $f > f_0, \varphi > 0, U_C > U_L \rightarrow$ 感性; $f \uparrow, \varphi \rightarrow \frac{\pi}{2}$
- (3) $f = f_0, |Z| \downarrow, i \uparrow$



$$U_L = i\omega L$$

- (a) 阻抗特性曲线
- (b) 相频特性曲线
- (c) 幅频特性曲线

□ 品质因数:

$$Q = R \sqrt{\frac{C}{L}}$$

谐振时定义:

- (1) 谐振特性: $Q \uparrow$, 储能效率, 相对储能的损耗 \downarrow

$$\frac{E_{\text{储}}}{E_{\text{损耗}}} = \frac{\frac{1}{2}LI_0^2}{(I_{\text{eff}}L)^2} = \frac{L\omega_0}{2\pi \cdot R} = \frac{1}{2\pi} \cdot R \sqrt{\frac{C}{L}} \Rightarrow Q = \frac{1}{2\pi} \cdot R \sqrt{\frac{C}{L}}$$

(2) 电压分配特性: U_L, U_C 均为 U_0 的 Q 倍 \rightarrow 电压谐振.

$$U_L = i\omega L = \frac{\omega_0 L}{R} \cdot U \quad U_C = i/\omega C = \frac{1}{\omega_0 C R} \cdot U \Rightarrow Q_1 = \frac{U_L}{U} = \frac{\omega_0 L}{R} / Q_2 = \frac{U_C}{U} = \frac{1}{R\omega_0 C}$$

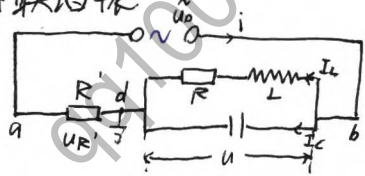
(3) 频率选择性: 对 Δf : 通频带宽度 有 $f_0 = Q \cdot \Delta f$, $Q \uparrow \rightarrow$ 带宽 $\downarrow \rightarrow$ 选择性越好.

$$\Rightarrow Q_3 = \frac{f_0}{\Delta f}$$

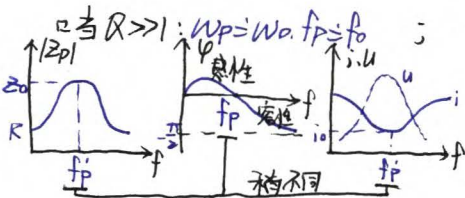
□ 在示波器上的操作注意事项

- (1) 利用 X-Y 图, 为斜线时, 将 Y 轴调为谐振.
- (2) 发生器, 示波器黑点接 地 , 故接地只要接到黑出口即可.
- (3) R 接靠地线一侧.
- (4) f 读数以示波器为准.

· 并联谐振:



$$\begin{cases} |Z| = \frac{R}{\sqrt{(1 - \omega^2 LC)^2 + (RC/L)^2}} \Rightarrow \text{谐振: } \omega_p = 2\pi f_p \\ \varphi = \arctan \frac{\omega L - \omega C R^2 + (L/C)}{R} = \omega_0 \sqrt{1 - 1/Q^2} \\ U = i/Z = \frac{U_R}{R} |Z| \end{cases}$$



□ 品质因数:

$$Q_1 = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{R\omega_0 C}$$

$$Q_2 = \frac{i_C}{i} = \frac{i}{i_L}$$

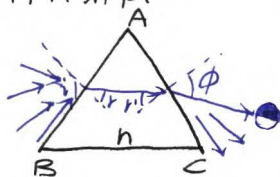
$$Q_3 = f_0 / \Delta f$$

有 $i_L = i_C \rightarrow$ 支路中为纯电抗 \rightarrow 电流谐振

分光计测玻璃折射率(1)

△实验原理:

· 插刀射法:



$$\text{有: } n_0 \sin i = n \sin r \quad (n_0 \approx 1)$$

$$n \sin i' = n_0 \sin \phi$$

$$r + i' = A$$

$$n = \frac{1}{\sin A} \sqrt{\sin^2 i \cdot \sin^2 A + (\sin i \cos A + \sin \phi)^2}$$

若 $i \rightarrow 0$ 射, 有 $\sin i = 0$, 则 ϕ 最小, 称: **极限角**, 也叫 **插刀射**

$$\Rightarrow n = \sqrt{1 + \frac{(\cos A + \sin \phi)^2}{\sin^2 A}}$$

· 最小偏向角法:



有: 出射对称时 δ 最小:

$$\delta = 2(\phi - \frac{A}{2})$$

$$\Rightarrow \phi = \frac{\delta}{2} + \frac{A}{2}$$

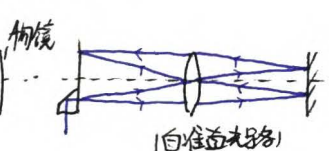
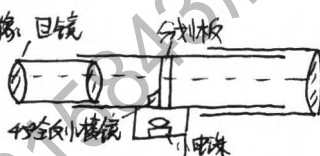
$$\Rightarrow n = \frac{\sin \phi}{\sin \frac{A}{2}} = \frac{\sin(\frac{\delta}{2} + \frac{A}{2})}{\sin(\frac{A}{2})}$$

· n 为 δ 的函数! 我们有色散! 一般四色! 不为黄灯! 不醒!

· 分光计:

□ 重要结构: P 标准像, 目镜

1) 望远镜:



2) 平行光管:



· 角度偏小:

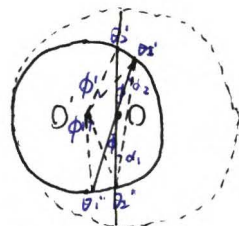
仪器绕转轴 O 实际转过 ϕ , 左右游标读出 ϕ', ϕ''

$$\text{有: } \alpha_1 = \frac{1}{2} \phi', \alpha_2 = \frac{1}{2} \phi'', \phi = \alpha_1 + \alpha_2 = \frac{1}{2} (\phi' + \phi'')$$

$$\rightarrow \phi = \frac{1}{2} [(B_2' - B_1') + (B_2'' - B_1'')]$$

$$\rightarrow \text{左、右游标分别读出转角 } \phi' = B_2' - B_1', \phi'' = B_2'' - B_1'', \text{取平均的 } \phi$$

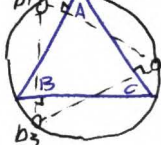
(B_1', B_1'' 为左右游标初值, B_2' 为末值)



□ 读数:

右游标读数取平均, 若止 360° , 则 $\psi = (B_2' + B_2'') - B_2$ or $\psi = (B_2' - 360^\circ) - B_2$

□ 三棱镜的放置: 双半双半透光面与底座角度 $\sim 180^\circ$ 三棱镜的不平整, 故可用同底面图



1) 正对 AB, 测 $b_1, b_2 \rightarrow$ (2) 不破坏 (1) 的结果!

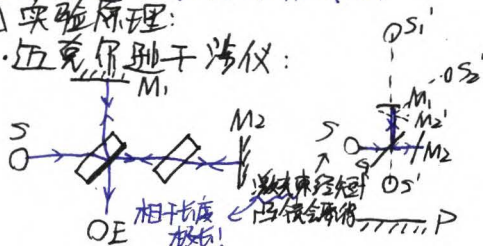
2) 正对 AC, 测 b_2, b_3

\rightarrow 二维同步化 (二维同步校正) 但总有误差, 多测可。

迈克尔逊干涉仪的使用(6)

△实验原理:

迈克尔逊干涉仪:

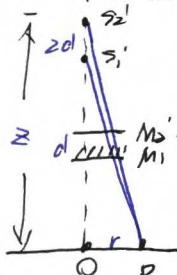


- 1) 手玻璃 P, S, S', M1, S, M2 大体平行
→ 圆条纹, 圆心在 S, S' 连线 SP 轴上, 外.
- 2) P // S, S', M1, S, M2 同 E 大体垂直, 且有一小夹角
→ 直线条纹
- 3) 其余情况: 稍有圆双曲线条纹

· 非定域干涉: (点光源照明)

□ 非定域干涉圆条纹:

S1, S2 发出的两列球面波, 在空间里各处相干, 即非定域干涉.

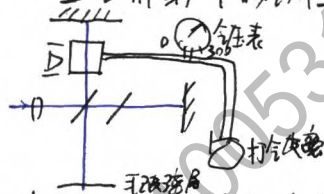


屏 P: $\Delta L = 2d \cos \theta \approx 2d(1 - r^2/2z^2)$
 亮纹条件: $\Delta L = k\lambda \rightarrow 2d(1 - r^2/2z^2) = k\lambda$, 轨迹为圆.
 → 当 z, d 不变, r 小, k 大 → 中心级次高.

→ 条纹间距: $2d(1 - r_k^2/2z^2) = k\lambda, 2d(1 - r_{k+1}^2/2z^2) = (k+1)\lambda$
 $\Rightarrow \Delta r = r_{k+1} - r_k = \lambda z^2 / 2kd$

1) $r \downarrow \Delta r \uparrow \rightarrow$ 中心级次高, 2) $d \downarrow \Delta r \uparrow \rightarrow M1, M2$ 距光源越远, 条纹级次高3) $z \uparrow \Delta r \uparrow \rightarrow S, P, M1, M2$ 越远条纹越稀, 4) $\lambda \uparrow \Delta r \uparrow$ → 条纹吞吐: 对 k : $d \uparrow r_k \uparrow \rightarrow$ 吐 $d \downarrow r_k \downarrow \rightarrow$ 吞圆心处: $r=0 \rightarrow 2d = k\lambda \Rightarrow 2d = N\lambda (N = dk/\lambda)$

□ 空气折射率的测量:

有 $2D(n-1) = N\lambda$

又在温度和湿度一定, 气压不太大时:

$$\frac{n-1}{P} = \frac{\Delta n}{\Delta P} = C$$

$$\Rightarrow n = 1 + \frac{kn\lambda}{kPl} \cdot P = 1 + \frac{N\lambda}{2D} \cdot \frac{P}{\Delta P}$$

· 定域干涉: (扩展光源照明)

□ 等倾干涉条纹: (定域于无穷远) 向外扩展

 $\Delta L = 2d \cos \theta$, 在 E 人眼观察可以看到一组同心圆(对称)→ $\theta=0$ (圆心) 干涉级数最高 $\Delta L = 2d = k\lambda$ → 移动 $M2$ 使 $d \uparrow$, 圆心处 $k \uparrow \rightarrow$ 吐; $d \downarrow$ 使 $k \downarrow \rightarrow$ 吞 (每 $\frac{\lambda}{2}$)

□ 等厚干涉条纹: (定域于气膜面附近) 向外扩展

有小角 α , 空气膜极薄, 人眼观测应聚焦于气膜面附近.仍有 $\Delta L = 2d \cos \theta$, 0 处 $d=0, \Delta L=0$ 为暗纹 (因 $M1, M2$ 是 G 的外反射面)又 θ 有限 (反射镜对非垂直) → $\Delta L = 2d(1 - \theta^2/2)$ 1) 交接附近: 近似用间距 d 比 λ 大一些 (0 级附近 d 可取): 已同交接方向.

□ 钠黄光的干涉条纹及双缝波长差的测量:

理想单色扩展光源, ΔL 连续改变时条纹级数不变, 但对钠黄光, 设某时刻级数元件:

$$L_1 = M_1 \lambda_1 = (N_1 + k + \frac{1}{2}) \lambda_1 \rightarrow \text{再次曝光 } L_2 = N_2 \lambda_2 = (N_2 + k + \frac{3}{2}) \lambda_2$$

$$\Rightarrow \Delta L = 2d = L_2 - L_1 = (N_2 - N_1) \lambda_1 = (N_2 - N_1 + 1) \lambda_2 \Rightarrow \Delta \lambda = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{2d} \approx \frac{\lambda^2}{2d}$$

 $(\lambda = 589.3 \text{ nm 为 } \lambda_1 \text{ 平均值})$

R > 45