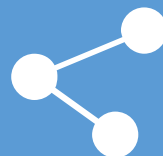


迈克尔逊干涉仪的应用

Application of Michelson interferometer

浙江大学物理实验教学中心

主讲教师：陈水桥 时间：2021.04.20





浙江大学物理实验教学中心

实验背景

EXPERIMENT BACKGROUNDS

实验目的

EXPERIMENT OBJECTIVE

实验原理

EXPERIMENT PRINCIPLE

1

2

3

4

5

6

实验内容

EXPERIMENT CONTENT

数据处理

DATA PROCESSING

实验思考

EXPERIMENT INSPIRATION

The background of the slide features a collection of overlapping squares in various shades of light beige and cream, scattered across the white background. A solid blue horizontal bar spans the width of the slide, containing the title and a large number '1' in a blue box on the left.

1

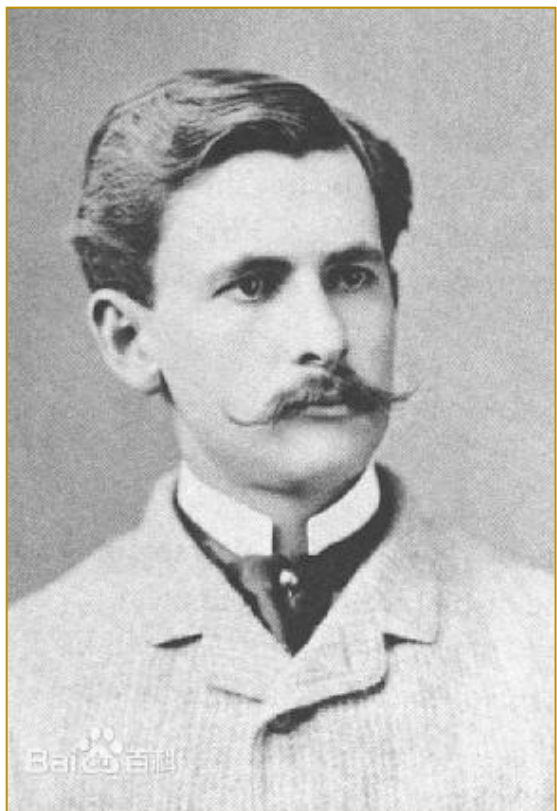
EXPERIMENT BACKGROUNDS 实验背景

迈克尔逊干涉仪，是1881年美国物理学家迈克尔逊和莫雷合作，为研究“以太”漂移而设计制造出来的精密光学仪器。它是利用分振幅法产生双光束以实现干涉。



诺贝尔精神

迈克尔逊干涉仪调整和使用
干涉法测量光波波长
研究钠双线的影响



迈克尔逊 1852-1931
Albert Abraham Michelson

- 主要从事光学和光谱学方面的研究，他以毕生精力从事光速的精密测量。
- 他一直是光速测定的国际中心人物。他发明了一种用以测定微小长度、折射率和光波波长的干涉仪，在研究光谱学方面起着重要的作用。
- 他因发明精密光学仪器和借助这些仪器在光谱学和度量学的研究工作中所做出的贡献，被授予了1907年度诺贝尔物理学奖。



现代迈克尔逊干涉仪，主要用于长度、折射率、波长的测量和光谱分析，等等。



The background of the slide is white and features a decorative pattern of numerous overlapping squares. These squares are in various shades of light beige, cream, and pale pink, creating a layered, geometric effect. A solid blue horizontal bar spans the width of the slide, serving as a backdrop for the title text.

2

EXPERIMENT OBJECTIVE 实验目的



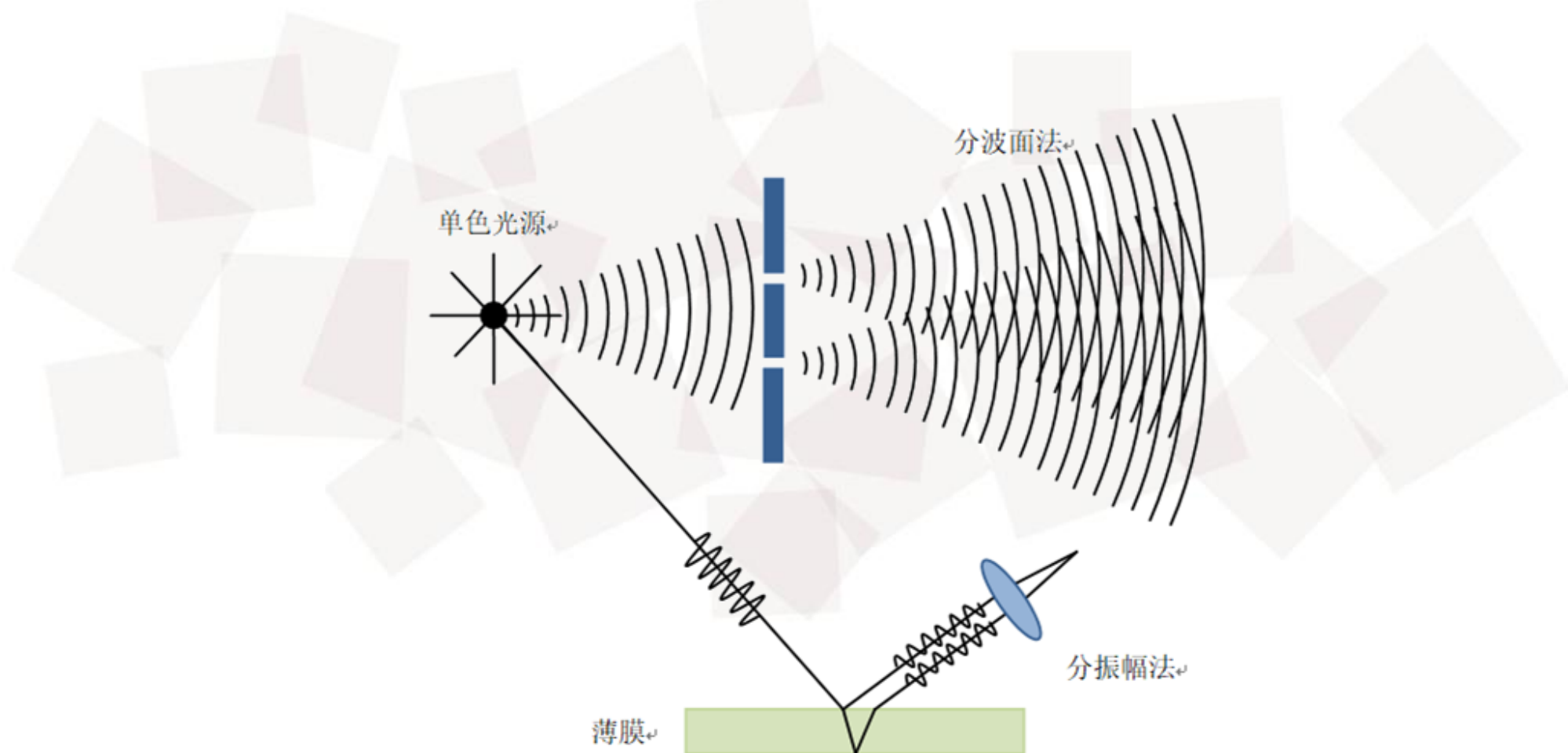
- **了解迈克尔逊干涉仪的结构并掌握调节方法；**
- **观察光波干涉现象，加深对干涉理论的理解；**
- **学会测量钠光波波长。**

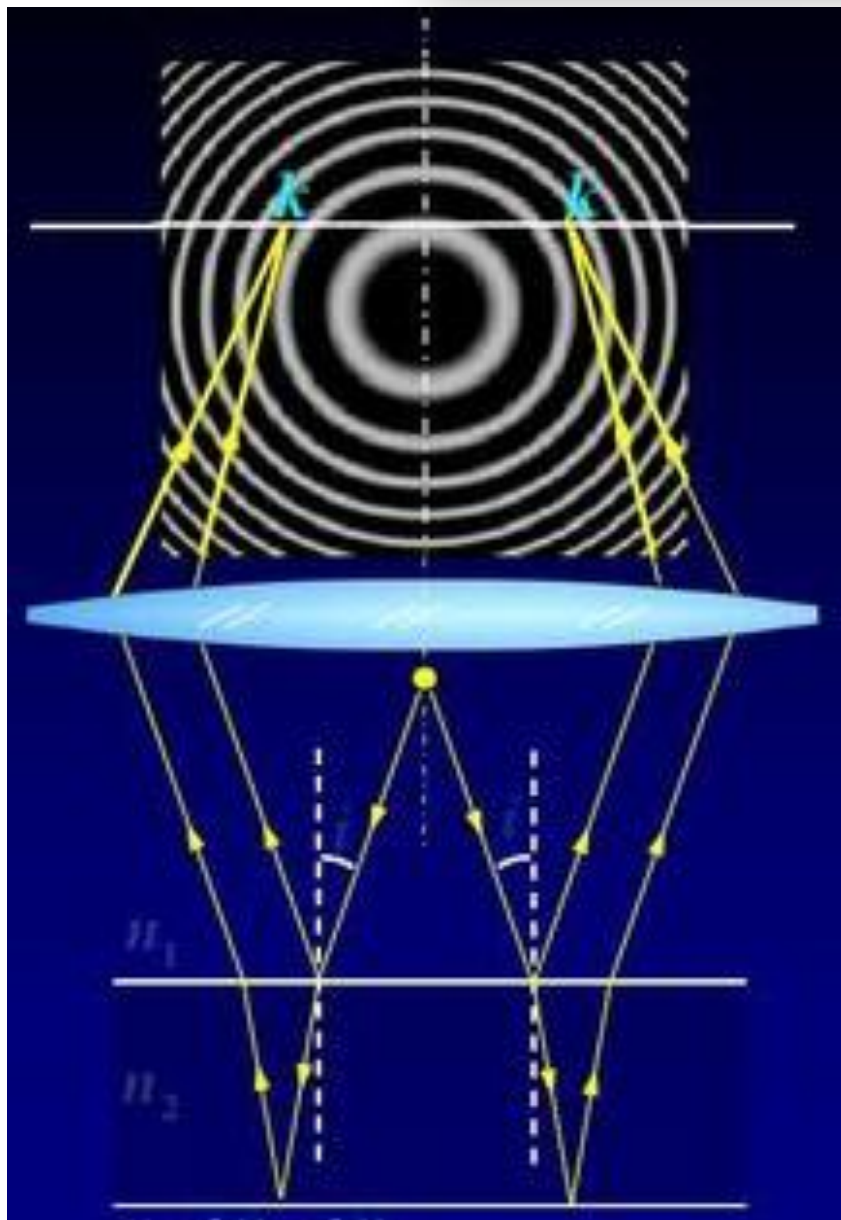
The background of the slide features a pattern of overlapping squares in various shades of beige, tan, and light brown, creating a textured, collage-like effect. A solid blue horizontal bar spans the width of the slide, serving as a backdrop for the title and number.

3

EXPERIMENT PRINCIPLE 实验原理

两种获取相干光途径

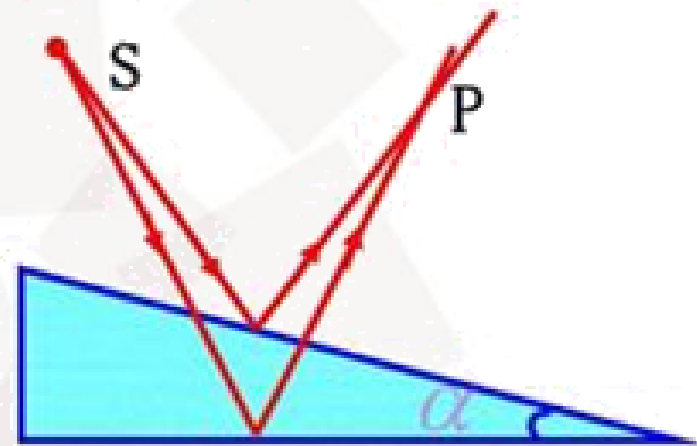




两种光的干涉

➤ 等倾干涉

➤ 等厚干涉



光的相干条件

- 频率: $f_1 = f_2$
- 振动方向: $\vec{A}_1 // \vec{A}_2$
- 相位差: $\phi_1 - \phi_2 = C$

迈克尔逊干涉仪

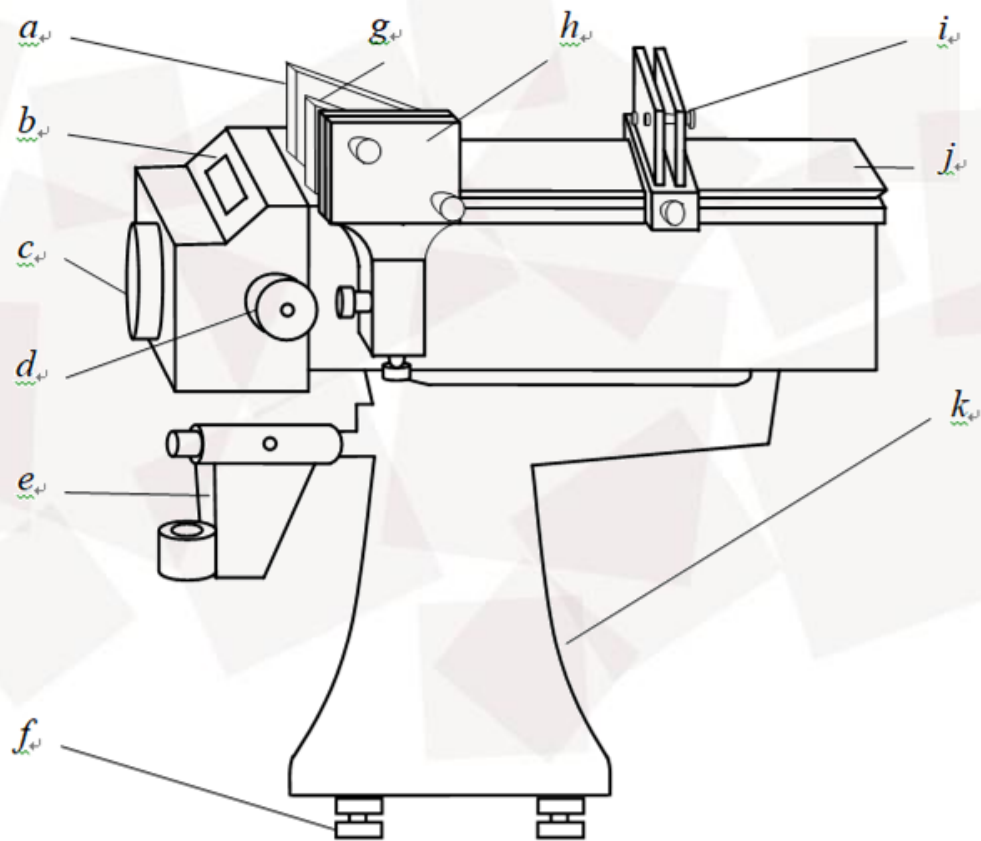


图 5-5-4

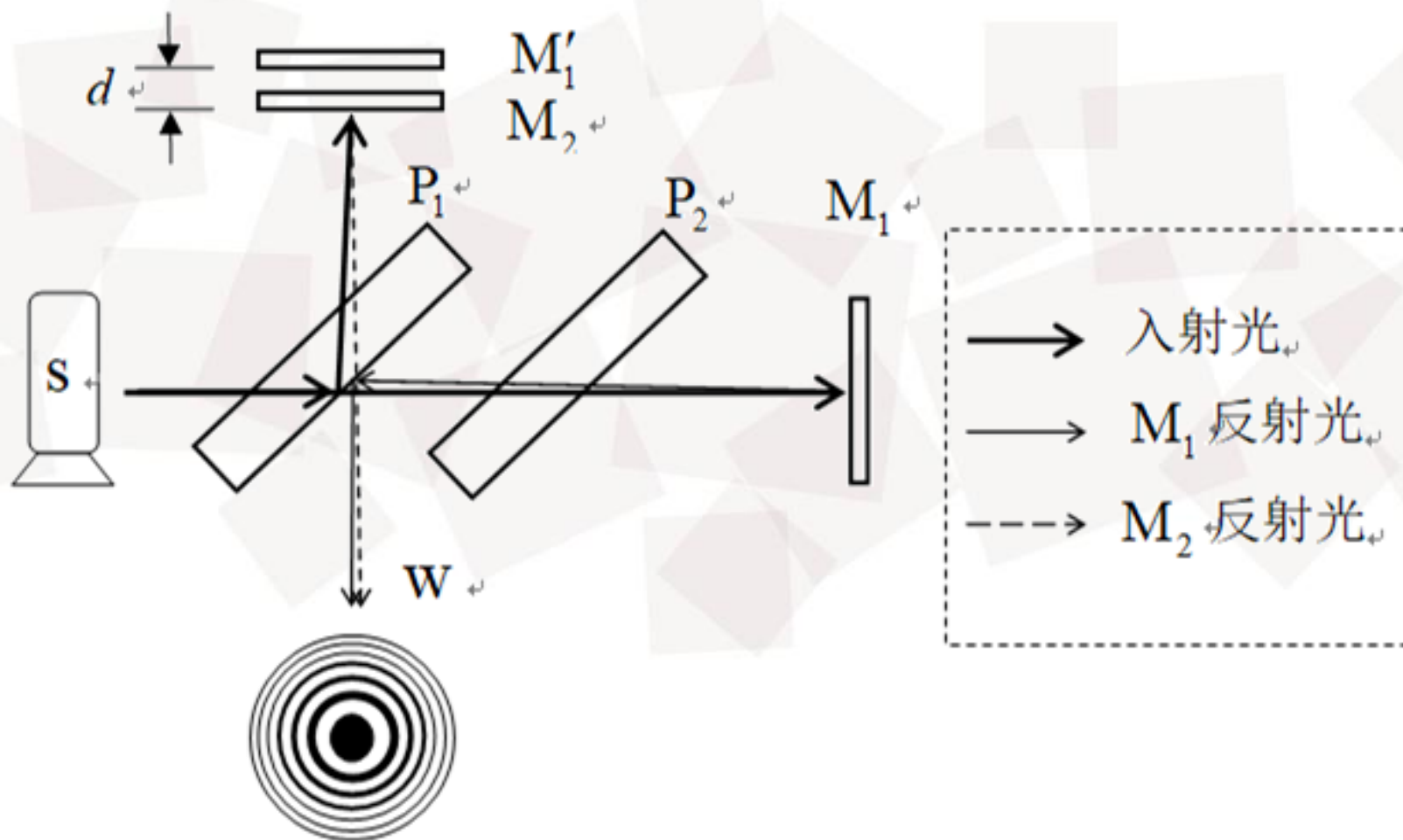
(a-分光板,b-读数窗口,c-粗调手轮,d-微调手轮,e-屏架,f-底脚,g-补偿板,h- M_1 固定反射镜架,i- M_2 移动反射镜架,j-带主尺导轨,k-底座)



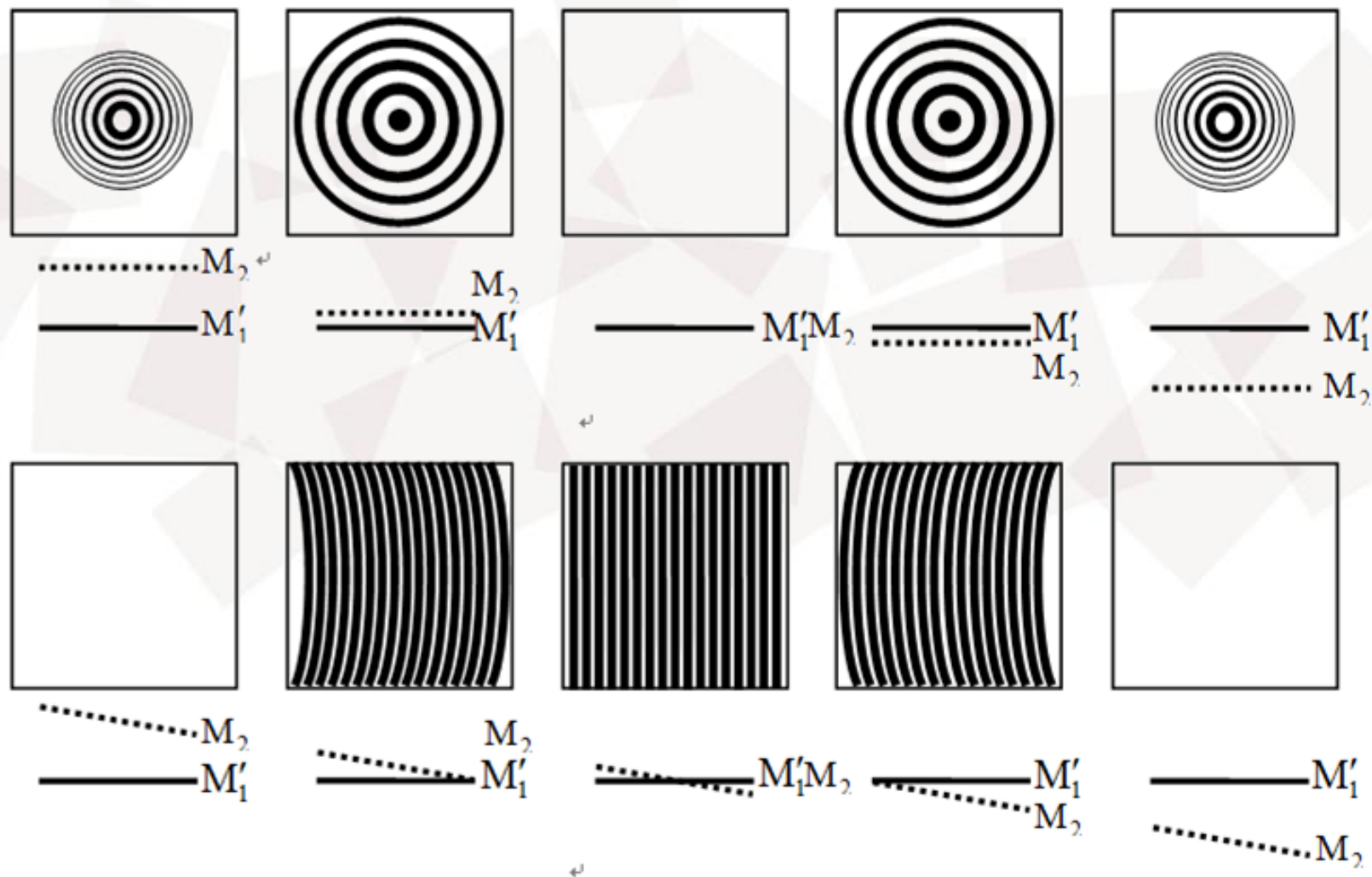
用迈克尔逊干涉仪可以观察各种类型的条纹特征表。

种类		光源	条纹位置	观察方式
非定域干涉		点光源	任意位置	观察屏
定域干涉	等倾干涉	扩展光源	无穷远	眼睛直接观察
	等厚干涉		膜附近	观察屏

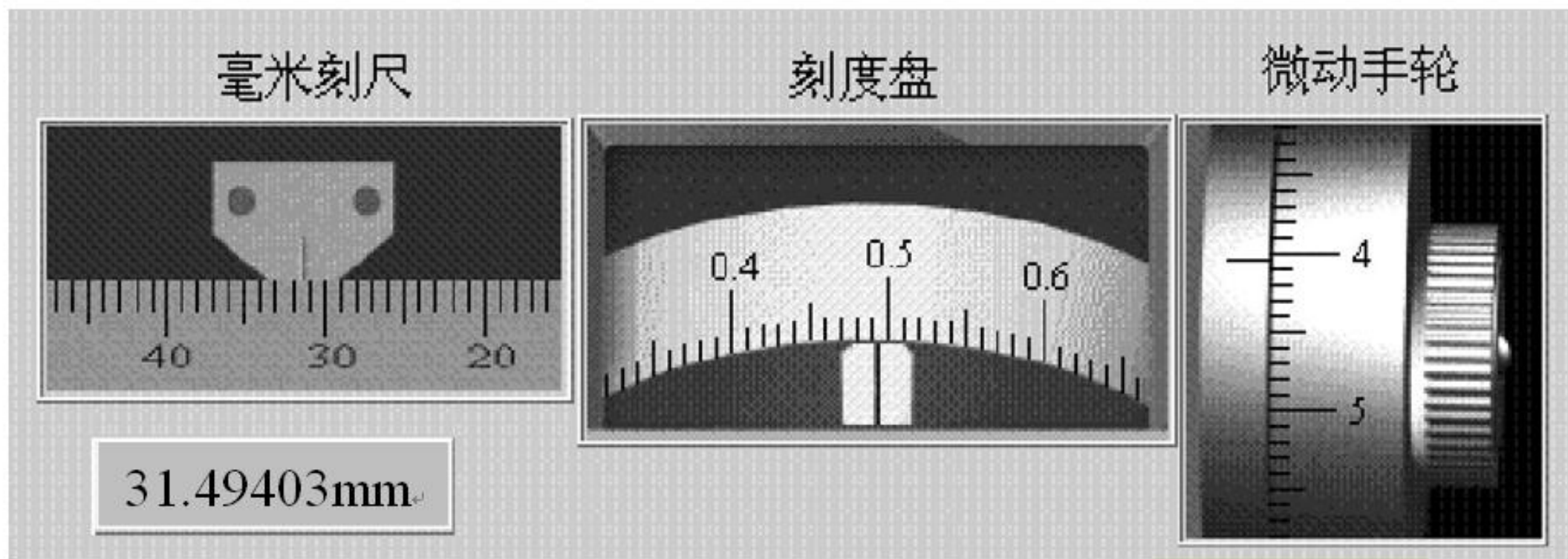
迈克尔逊干涉仪光路图



迈克尔逊干涉仪观察到干涉条纹变化图



迈克尔逊干涉仪读数方法





王大珩 1915年-2011年

实验扩展-激光器

著名光学家，中国近代光学工程的重要学术奠基人，“中国光学之父”。



- 领导早期研制中国第一块光学玻璃、第一台电子显微镜、第一台激光器。
- 1986年他和王淦昌、陈芳允、杨嘉墀联名，提出发展高技术的建议（“863”计划）。还与王淦昌联名倡议，促成了激光核聚变重大装备的建设。
- 王大珩参与了航天测试的研制工作，研制了跟踪经纬仪。



实验扩展-测量精度

卷尺：10mm。

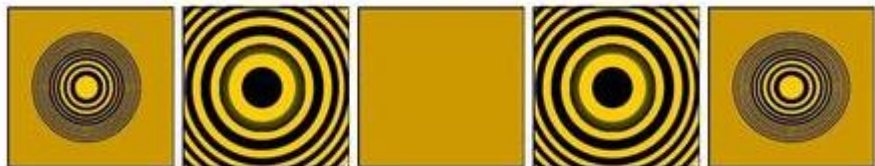
米尺：1mm。

游标卡尺：0.02mm。

螺旋测微计：0.01mm。

迈克尔逊干涉仪：0.0001mm。

纳米尺： 10^{-6} mm。



1分钟短视频



高凤林
中国航天科技集团公司一院
首席技能专家



李万君
中车长春客车股份公司
首席焊工



陈行行
中国工程物理研究院机械
制造工艺研究所 高级技师



孟剑锋
中国电子科技集团公司
第54研究所 高级技师



张冬伟
中国航空工业集团公司
首席技师



火箭发动机焊接第一人高凤林；深海“蛟龙”守护者顾秋亮；高铁研磨师宁允展；港珠澳大桥深海钳工管延安；镌刻人生制作国礼的孟剑锋；手工捞晒宣纸大师周东红；焊接殷瓦板完美无缺的张冬伟；手工制作大飞机零件的钳工胡双钱。

《大国工匠》是中央电视台第九频道推出的八集纪录片》

4

EXPERIMENT CONTENT

实验内容



- 迈克尔逊干涉仪调整；
- 测量钠光波波长。



波长计算公式

两列相干光波的光程差为：

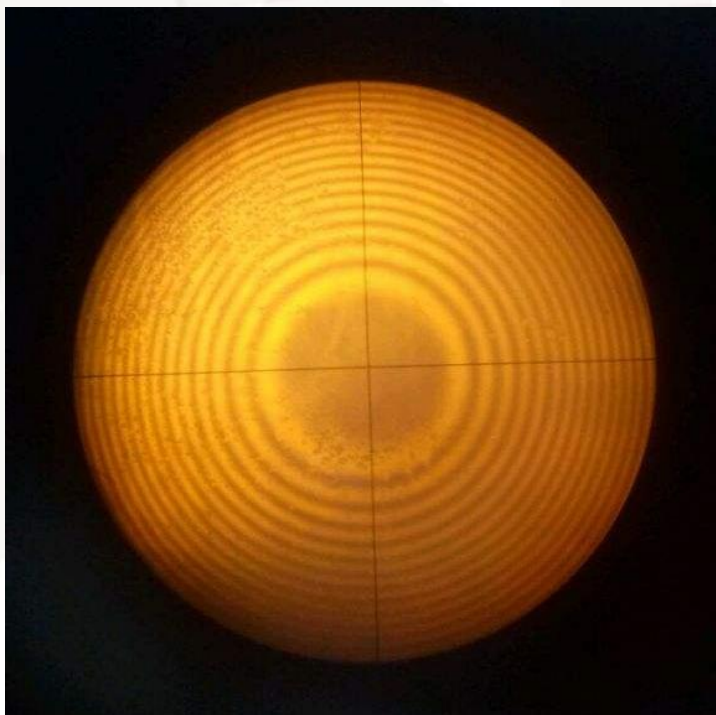
$$\delta = 2d \cos \theta$$

对于第 k 级条纹，则有：

$$2d \cos \theta_k = k\lambda$$

移动距离为：

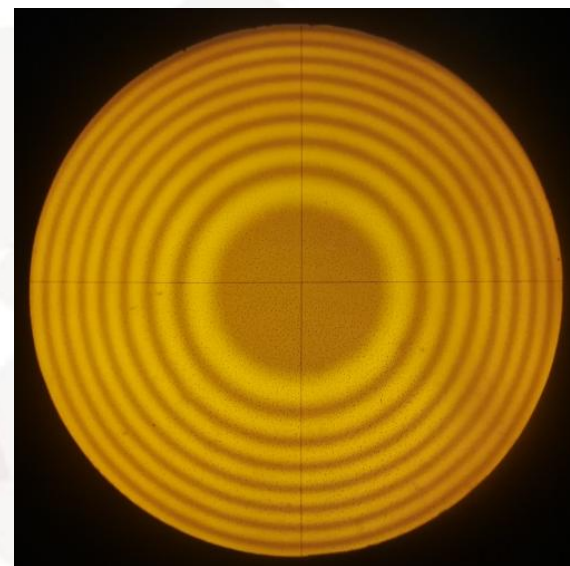
$$\Delta d = \Delta N \frac{\lambda}{2}$$



STEM的四个首字母分别代表着S科学、T技术、E工程、**M数学**，而STEM教育更多的是代表着理科、工科、数学等领域的综合素质的培育。



观察干涉圆环形条纹发生“涌出”或“陷入”现象。观察并记录每“涌出”或“陷入”50个干涉圆环形条纹时，镜的前后移动位置。



5

DATA PROCESSING

数据处理



动镜位置 d_i (mm)		$\Delta d_i = \frac{d_{i+4} - d_i}{4}$ (mm)	$\lambda_i = \frac{\Delta d_i}{25}$ (nm)	$\bar{\lambda}$ (nm)

逐差法计算，求A类不确定度。



6

EXPERIMENT INSPIRATION 实验思考



进阶内容设计

- 1、迈克尔逊干涉在现代光学成像的应用等。
- 2、迈克尔逊干涉测量磁流体样品的折射率等。
- 3、利用迈克尔逊干涉仪完成其他物理量（折射率、压电陶瓷动态特性、滤光片单色性）等的测量。

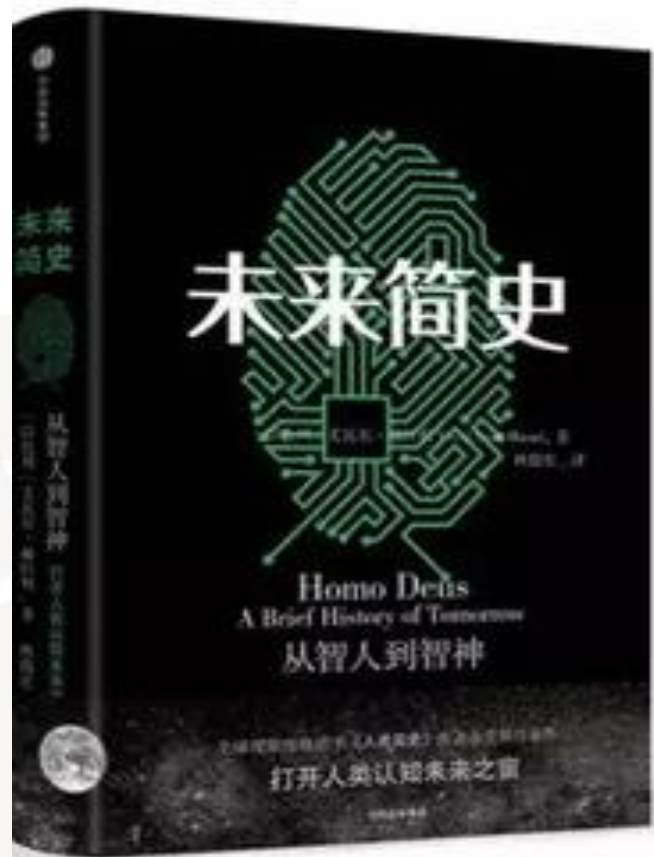
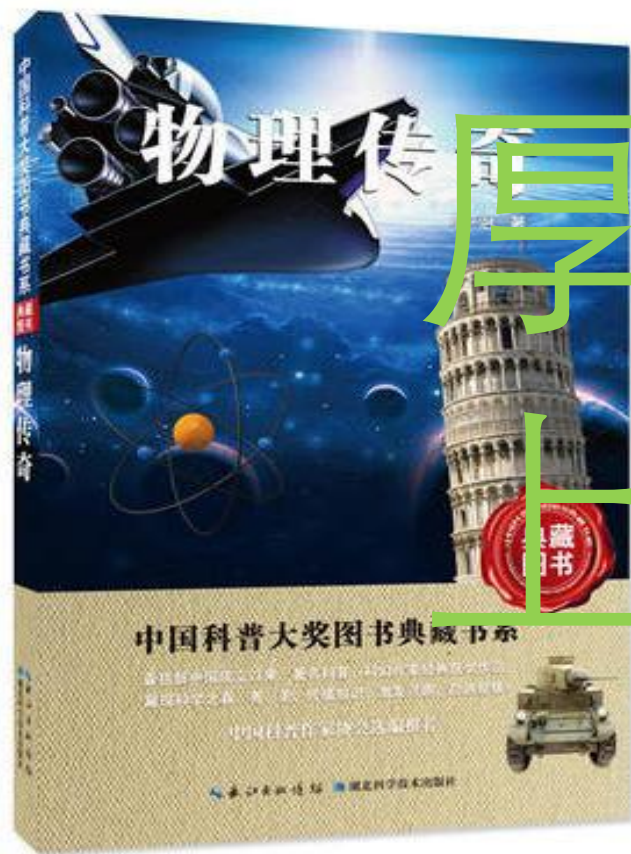
高阶内容设计

- 1、设计性、开放性实验内容（包含前沿科研实验）。
- 2、测量物理量的新方法（如测量超短脉冲脉宽）。
- 3、在近代物理实验中的应用（如傅里叶变换光谱仪的设计）等。
- 4、根据迈克尔逊干涉仪思想设计新仪器（如量子迈克尔逊干涉仪）。



参考文献

- [1] 李海洋, 等, 大学物理实验 I [M]. 高等教育出版社 (2014)
- [2] 韩玉龙, 等, 迈克尔孙干涉仪测量He-Ne激光波长的不确定度计算, 物理通报。
- [3] 艾德智, 等, 迈克尔逊干涉仪测波长的不等间隔条纹计数法的探讨, 大学物理实验。



厚德载物
上善若水

2021.4.20

Application of Michelson interferometer

MANY THANKS

