

光学仪器及其在 食品工业中的应用

〔苏〕 Б. М. 米傑涅茨 著
K. П. 葛尼德高

輕工業出版社

光学仪器及其在 食品工業中的应用

〔苏〕 Б. М. 米傑涅茨 著
K. П. 葛尼德高

邵球琳 吳欽偉 譯

梁祖厚 校

輕工業出版社

1958年·北京

目 录

序 言	3
手持折射計	4
食品折射計	5
阿貝折射計	7
浸入式折射計	9
圓盤旋光計	9
普氏光度計	11
實驗室用干涉儀	14
色度計	25
火焰光电光度計	38
自动穿入度計	49
偏光鏡	51

序 言

光学和精密机械工業在德意志民主共和国有着很好的發展，这些工業工厂的产品充分地滿足了国家对仪器的需要。許多光学机械仪器和精密机械仪器輸出到人民民主国家和其他国家去。这些仪器在輸入国家的各种不同的工業部門中，用以进行产品的数量和質量檢查及工艺过程的自动化。

德意志民主共和国的精密机械和光学工業产品的品种是十分多样化的。“卡尔蔡司”工厂是最大和装备最好的企業，它的产品在德意志民主共和国以外很远的地区也是馳名的。“卡尔蔡司”工厂出品有許多种光学机械及其他类型的仪器。

在食品工業中应用的有折射計、旋光計和糖量計、光度計、光譜光度計、干涉仪、偏光鏡、穿入度計、显微鏡、光譜鏡、攝譜仪、等等。

在食品工業中，利用上述各种仪器可以实现对原料、成品的数量和質量的檢查，並进行科学研究。

本書作者向讀者簡短地介紹了德意志民主共和国的仪器制造厂所生产的新型的現代化的仪器。

各企業在利用所述光学仪器时，如有意見，請函苏联食品工業部技术管理局(Техническое управление МППТ СССР)，局址为：Москва К-12, Кузнецкий мост, 21。

手持折射計

“卡尔蔡司”工厂所生产的新型手持式（野外用）折射計 [ручной (полевой) рефрактометр] 系供制造果糕时檢驗水果漿，估計水果（櫻桃、李子、葡萄）和甜菜的成熟度，以及確定葡萄汁密度之用。

新型的手持（野外用）折射計与一般所習慣用的不同之点在于前者沒有帶照明稜鏡的照明室，用以代替照明稜鏡的有一膠木盖子 2（圖 1），它依軸心轉動而開闔，並不讓被測定的液体自測量稜鏡 3 流出。在刻度尺上得出的指示数用目鏡 1 来观察。

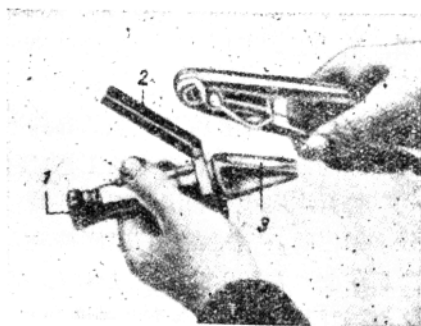


圖 1 手持折射計

在仪器中除了干物質的刻度尺外，还有爱克斯里度数的刻度尺。这种国际标度在釀酒工業中用于測定葡萄汁的密度。

1 爱克斯里度 $Q = 1000 (S - 1)$ ， S 是比重。

新型手持折射計的技术特性

測量范围：干物質含量刻度尺 0 至 30%；

爱克斯里刻度尺 0 至 130° 。

測量精确度：干物質刻度尺 $\pm 0.2\%$ ；

爱克斯里刻度尺 $\pm 1^\circ$ 。

此仪器配备有甜菜採样器、試样清除器、压汁器及溫度計。

利用压汁器使被測量的液体滴到稜鏡 3 表面上的方式如圖

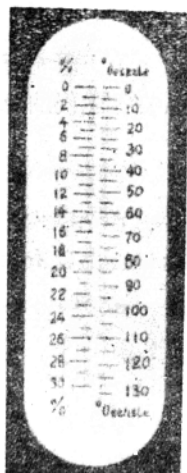


圖 2 儀器的刻度尺

1 所示，儀器的刻度尺示于圖 2。

由于考虑到它也可以用于测定未过滤的混濁溶液，因此仪器設計时仅使其在反射光綫下进行工作。調节仪器的光学元件便能使分界綫清晰可觀。

仪器使用方便，在野外的条件下也能应用。

食 品 折 射 計

“卡尔蔡司”工厂产有新型的、習慣用的糖用（實驗室用）折射計，亦称食品折射計（пищевой рефрактометр）。

这种折射計用以快速测定糖溶液中的干物質或含水量，

在制糖、罐頭、糖食及其他食品工業部門中用以测定开始及最后的产品，並可用以檢查各种油脂、水、酒精和醚溶液的純度。

这种仪器制成兩種型式。

型式 I 有 0 至 85% 干物質含量的刻度尺和折射系数 n_d 由 1.330 至 1.540 的刻度尺。

型式 II 除了 0 至 85% 的干物質含量刻度尺以外，还有一个从前蔡司厂出品的奶油折射計上所有、包含折射系数 1.33 至 1.42 和 1.49 至 1.54 並經放大了的刻

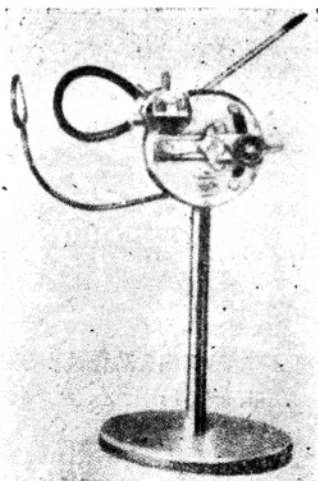


圖 3 實驗室用食品折射計的外形

度尺。用这种刻度尺能够测量奶油及食用脂肪。

在結構方面，仪器並無改变。在仪器（型式Ⅱ）上附有兩種溫度計：巴衣尔与伏尔尼溫度計。这些溫度計在測量奶油及脂肪時要用。

圖 3 是實驗室用食品折光計的外形。

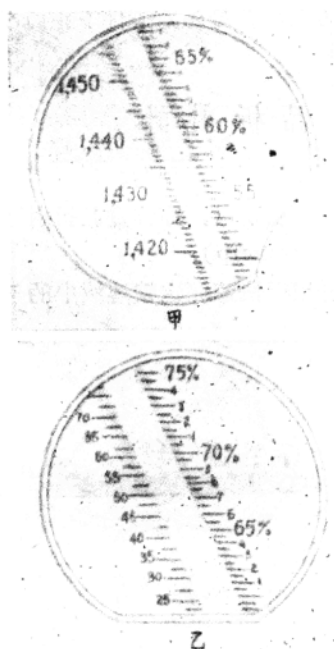


圖 4 實驗室用食品折光計的刻度尺
甲、型式Ⅰ； 乙、型式Ⅱ。

圖 4 所示為型式Ⅰ及型式Ⅱ
刻度尺的一部分；圖 5 是巴衣尔
(1) 及伏尔尼 (2) 溫度計。

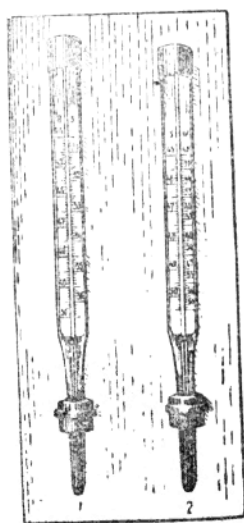


圖 5 溫度計
1, 巴衣尔式； 2, 伏尔尼式。

阿貝折射計

“卡尔蔡司”工厂出产有著名的新型阿貝折射計(рефрактометр Аббе)。这种型式構造簡單，使用方便。玻璃制成的密閉的折射系数刻度尺位于儀器的內部。刻度尺是用照相接触的方法制造的。色散补偿器的刻度盤正对着观察者的眼睛方向轉动，因而便于讀数。折射系数刻度尺上还有一行表示干物質含量百分数的平行刻度。

新型阿貝折射計的技术特性

測量范围：折射系数 1.3 至 1.7；

干物質含量 0
至 85%。

測量精确度：折射系数
 $\pm 1 \sim 2 \times 10^{-4}$ ；
干物質含量
 $\pm 0.1 \sim 0.2\%$ 。

用阿貝折射計亦能測定平均色散 ($n_F - n_C$)，精确度为
 $\pm 1 \sim 2 \times 10^{-4}$ 。

儀器上裝有測量范围为
 $0 \sim 75^\circ$ 的溫度計一支。

儀器的外形如圖 6 所示。

立架 2 裝在底座 1 上。儀器的壳体 3 固定在立架軸上。壳体上裝有帶目鏡 8 的折射計观察鏡筒 7 和帶目鏡 12 的刻

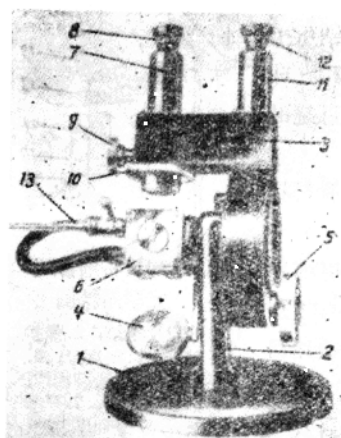


圖 6 阿貝折射計的外形

1. 底座；2. 立架；3. 儀器壳体；4. 反射鏡；5. 調節手輪；6. 測量刻度
圈；7. 观察鏡筒；8. 目鏡；9. 补偿
器旋手；10. 色散度盤；11. 显微
鏡；12. 目鏡；13. 溫度計。

度尺显微镜 11。色散补偿器装在观察镜筒 7 的前面，用旋手 9 可使之转动，色散度盘 10 亦同时随之转动。装在测量稜镜匣 6 的转轴上的扇形齿片系用手轮 5 转动的。在这同一转轴上装有可旋转的圆刻度尺，用显微镜 11 即可按此刻度尺进行读数。在匣 6 上插有一温度计 13，以指示流动的水温，亦即被测量溶液的温度。光束由反射镜 4 射向照明稜镜盒。

仪器的光学系统如图 7 所示。

与生产已七十多年的老式阿贝折射计的光学系统相比较，新型式的光学系统有了某些改变。

在色散补偿器前加保护玻璃，将观察镜筒完全封闭。观察镜筒的凯纳尔型目镜组对着分划板的不是平面而是球面。这种型式的目镜属于凯纳尔目镜的进一步发展，其像差改正良好。

对刻度尺进行读数的光学装置结构如下：光线通过保护毛玻璃 2 照亮刻度尺 3。然后光线被直角稜镜 4 反射而射经物镜 5，物镜将刻度尺 3 的象再投射到分划板 6 上，分划板上的刻度象用目镜 7 来观察。

观察镜筒的目镜和显微镜的目镜是完全一样的。

由于新型阿贝折射计也有干物质含量的刻度尺，所以无论就精确度或测量范围而言，阿贝折射计是能够完全替代大家所熟悉的糖用(实验室用)折射计的。

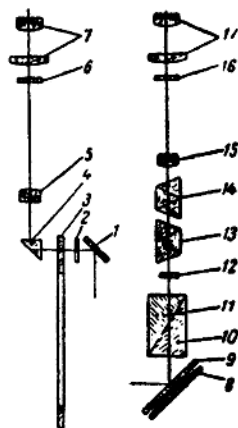


图 7 阿贝折射计的光学系统图

1. 刻度尺反射镜；2. 保护用毛玻璃；3. 刻度尺；4. 反射稜镜；5. 显微镜物镜；6. 显微镜分划板；7. 显微镜目镜；8. 球面反射镜；9. 平面反射镜；10. 照明稜镜；11. 测量稜镜；12. 保护玻璃；13. 第一个直視稜鏡；14. 第二个直視稜鏡；15. 观察镜筒物镜；16. 观察镜筒的分划板；17. 观察镜筒目镜。

浸入式折射計

“卡尔蔡司”工厂所产浸入式折射計 (погружной рефрактометр) 示如圖 8。

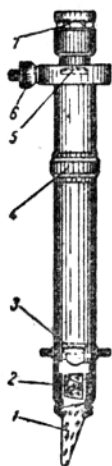


圖 8 浸入式折射計

1. 測量稜鏡; 2. 补偿器稜鏡; 3. 物鏡; 4. 补偿器环; 5. 刻度尺与透鏡組; 6. 讀数轉輪; 7. 目鏡接目透鏡

折射計由測量稜鏡 1、补偿器稜鏡 2 (阿米契稜鏡)、物鏡 3、补偿器环 4、刻度尺和透鏡組 5、讀数轉輪 6 和目鏡接目透鏡 7 組成。

在構造上, 这种仪器与过去大家所熟悉的“蔡司”浸入式折射計沒有多大的区别。新的地方是採用了与凱納尔式目鏡組膠合在一起的弯曲刻度尺。由于这个革新, 使物鏡的視場曲率获得校正, 因而改进了仪器的工作。过去这种誤差是用別的方法来校正的, 有时甚至不予校正。現在刻度尺和分界線不論在視界的中央或邊緣, 看起来都是同样良好的。

圓盤旋光計

以下將介紹“卡尔蔡司”工厂出品的新型圓盤旋光計 (круговой поляриметр)。

这种型式的特点在于旋光計管子是傾斜的, 傾斜的管子給观察者的头一个方便的位置, 从而給观察工作准备了良好的条件。光源灯紧固地与仪器連接在一起, 这样就免除了調整灯的必要。

在目鏡外壳上裝有兩個放大鏡，以便能較為方便地根据儀器圓刻度尺上的兩個游標進行讀數。可見的視場大約是12~15毫米，用具有正目鏡的望遠鏡作為觀察鏡筒，用黏于兩塊保護玻璃之間的偏光板作為偏光稜鏡。光程差為半波長的石英片將視場分為三部分，這樣便成為一個三視場的起偏器。為了使旋轉的檢偏器對起偏器能安裝得正確，必須使視場的三個部分具有同樣的明亮程度。這樣，根据視場明亮的均勻性，就能使安裝的精確度提高。

通過手輪及錐形齒輪，刻度尺連同檢偏器能環繞儀器的光軸迴轉。

為了獲得單色光，需用橙黃色濾光片。

光源可以採用經過電阻圈或可變電阻接在電路中的鈉單色燈。磨沙燈泡也可以裝用。

圓周分度的最小分度值為 0.05° ，誤差範圍為 $\pm 0.05^\circ$ 。

旋光計管子用陶瓷做成，它的外表面上有釉子。在

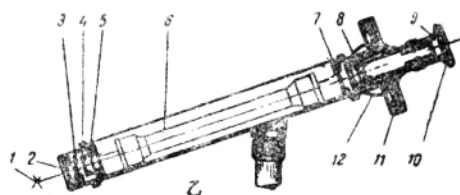
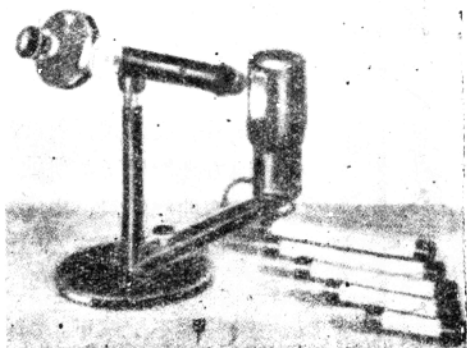


圖9 圓盤旋光計

甲、帶有鈉光譜燈和旋光計管的旋光計；

乙、帶有刻度盤的旋光計示意圖。

1. 光源；2. 照明透鏡；3. 濾光片；4. 旋光濾光片；
5. 勞倫特片；6. 旋光計管；7. 濾光檢偏器；8. 望遠鏡物鏡；9. 望遠鏡目鏡；10. 放大鏡；11. 刻度與游標平面；12. 傳動機構。

管子末端有凸耳，用以放出發生的气泡。管上的螺紋系在特別的磨床上制成的，然後將管的兩頭研磨拋光。將膠木螺帽旋到管上，^①陶瓷做成的管子較黃銅和玻璃的旋光計管有很大的優點，這種管子幾乎不會損壞，並且不怕強酸與強鹼的作用，這種管子的內表面幾乎不反射光線。採用陶瓷的旋光計管是有很大好處的。

同樣有意思的是勞倫特石英片和偏光板作為高靈敏度的三視場起偏器。

圖 9 所示為新型圓旋光計的外形、各個部件與儀器的光學系統。

旋光計應用於食品工業的制糖、酒精、糖食及芳香等部門，也應用於醫學、化學工業及其他需要研究光學活動物質的工業部門。

不同工業部門應用着各種不同的分析方法及各種不同的準確稱出的劑量。

因此，除了標準長度（100 及 200 毫米）的旋光計管外，也製造長度為 150.3, 192.6, 190.09 及 220 毫米長的旋光計管。

普氏光度計

普氏光度計（фотометр пульфриха）（見圖 10）在德意志民主共和國的企業和科學研究機構中廣泛地用作對食品和其他產品進行光學研究的通用儀器。

普氏光度計對科學與技術的重要性為以下事實所証實，在過去不多的年代中曾出版數千種不同的著作，其中敘述了這種儀器在各種不同工業部門中的應用。

多數著作敘述應用於金屬分析及醫學中的比色方法，有些

著作敘述到利用普氏光度計以进行食品分析。

这种光度計的多方面应用，說明它的广泛性。它可用于分光光度測量，濃度与吸收的比色測量，混濁与螢光、反射与顏色、变黑物与透过性的測量，光澤、光的强度与密度的測量。

普氏光度計的工作原理可以簡略說明如下。利用測量轉輪 1、調節光度計的光闌 2 的啟閉以控制进入仪器的光束的大小。光束經物鏡 3、菱形稜鏡 4 引向双稜鏡 5，随后用透鏡 6 及 7 所組成的目鏡来观察。

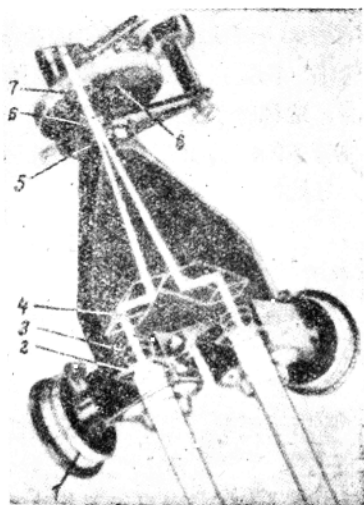


圖 10 普氏光度計光度測量的头部

1. 測量轉輪；2. 光度測量光闌；3. 物鏡；
4. 菱形稜鏡；5. 双稜鏡；6和7. 目鏡透鏡；
8. 濾光器組。

光度計头部的左右兩半內光線的行程和構造完全相同。

圖 10 所示的光度計头部是仪器的主要部分，它与普氏光度計的其他部分的結合方法，視分析的类型而定。

用比較法进行比色濃度測量的普氏光度計的裝置如圖 11 所示。

在圖 11 中，除光度計的头部以外，尚可看到溶液槽支架，两个溶液槽（一个溶液槽供盛标准溶液用，另一个供盛被測量溶液用）和具有两个聚光透鏡的照明头。

用作比色測量的普氏光度計应用在啤酒与酒精工厂，麦芽制造厂，淀粉糖漿工厂，磨粉工業，食品工業的科学研究所，

圖 11 用比較法作
比色濃度測
量時普氏光
度計的裝置

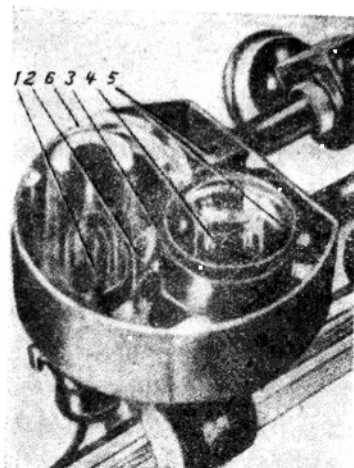
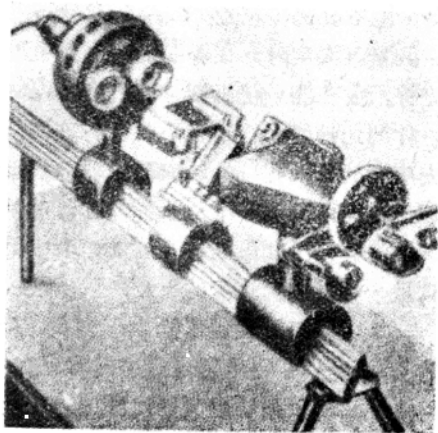


圖 12 作混濁度及螢光測量時普
氏光度計的照明頭部

1. 光源；2. 反射部分光束的玻璃（平面平行玻璃板）；3. 透鏡；4. 被測量的液體；5. 光度計的孔；6. 濾光器組。

油、牛奶、脂肪与人造奶油生产，大学及农学院中作为液体顏色的測量，和一切比色濃度測定的儀器。

用以測量液体混濁度及螢光性的普氏光度計应用在維他命、罐頭食品工業，水及食品的研究機構，医学，及各种工業部門的實驗室中。

用于混濁度及螢光性測量的普氏光度計的照明頭如圖12所示。照明頭与光度計頭部同時裝在三稜形支架上，圖上照明頭的蓋子已取下，以便表明其內部構造和工作情况。由

光源發出的部分光線經過平面平行玻璃板与透鏡射到被測量的液体。測量混濁度時，在混濁液体試樣中與照明方向成 45° 散射的光線，或在測量螢光性時的螢光光線，通過光度計的一個孔口。作為比較的光線系自平面平行玻璃板反射后通過濾光器進入光度計的另一孔口的，而濾光器則根據研究工作的種類，利用廻轉盤插入到光路中，此轉盤在燈的外壳后面可以看到。

這種儀器用于測量液体及膠狀溶液中的散射光及螢光，檢驗與測量一切混濁與沉淀的反應，以及濃度的螢光測定。

“卡尔蔡司”工厂物理仪器科学部的领导者，“化学家和医学家的光学测量”一書的作者辽維教授，在与本書作者的談話中，肯定地回答了关于用光学密度的方法利用普氏光度計來測量糖的色度的可能性的問題。

實驗室用干涉仪

實驗室用干涉仪 (лабораторный интерферометр) 系用以測定各種液体和气体对应于某已知折射率或濃度的取作標準的物質的折射率的差值。這種干涉仪有很高的靈敏度，所能測定的折射率的差值，要比包括浸入式折光計在內的任何最精確的折光計還要精確 1000 倍。

由于這種干涉仪靈敏度高、誤差小、使用簡便，因此是食品工業的科學研究機構與企業作食品定性和定量分析的很好的儀器。這種儀器又是一種既能測量氣體又能測量液体的通用儀器。

在煉氣工業、電燈泡工厂、食品工業工厂、科學研究機構及醫學研究機構中，干涉仪可用來研究氣體。同樣，專為液体用的干涉仪可以在研究水的科學研究所、食品工業工厂和科學研究所及醫學研究機構中應用。

在列寧格勒油脂科學研究所的油脂研究工作中，即採用干

涉仪以进行大量的工作。

干涉仪在制糖工业中的应用亦已受到人们极大的注意，特别是用以测定废水中的糖份。可以用一个比较来作很有意思的说明，一具用测量稜鏡为 $L=1$ 的浸入式折光計，折射率差值的测量精确度只有 $2 \cdot 10^{-5}$ ，而测量范围只是 0.04000。

实验室用干涉仪的技术特性

测定气体时的盛筒 長度: 厘米	折射率差值(n_1-n_2) 的测量精确度	折射率差值 的测量范围
100	$2 \cdot 10^{-8}$	0.00005
50	$4 \cdot 10^{-8}$	0.00010
25	$8 \cdot 10^{-8}$	0.00020
10	$2 \cdot 10^{-7}$	0.00050
测定液体时的盛筒 長度: 厘米	折射率差值(n_1-n_2) 的测量精确度	折射率差值的 测量范围
80	$2.5 \cdot 10^{-7}$	0.00063
40	$5 \cdot 10^{-7}$	0.00125
20	$1 \cdot 10^{-6}$	0.00250
10	$2 \cdot 10^{-6}$	0.00500
1	$2 \cdot 10^{-5}$	0.05000

裝置和作用原理

被用作测量液体和气体折射率差值的光的干涉，是借用如图 13 所示的装置而得到的。由光源 1 (6 伏、1.8 瓦的低压灯泡) 射出的光束，照射在狭缝 2 上，通过平行光管物鏡 3 以后平行地射过去。当光束穿过直接装置在平行光管物鏡后面的双光欄 4 的边缘之后，就受到繞射。下面一半光束在双盛筒 5 的下面

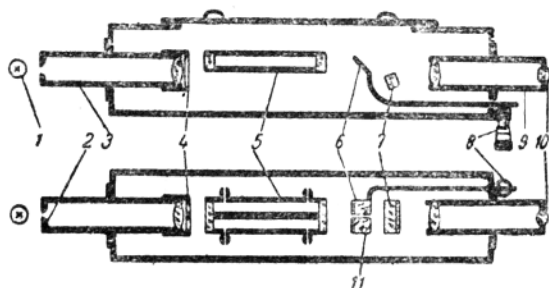


圖 13 實驗室干涉儀的裝置圖

1. 光源；2. 狹縫光闌；3. 平行光管；4. 雙光闌；5. 裝測定物的雙盛筒；
6. 活動的補償器玻璃板；7. 附加玻璃板；8. 測量轉筒；9. 望遠鏡；10. 目鏡；11. 固定的補償器玻璃板。

通過而進入到望遠鏡 9 中，此時在接目鏡 10 中，形成了下面不能移動的一組干涉條紋。上面一半光束通過雙盛筒 5 和補償玻璃板 6 和 11 之後，同樣投射在望遠鏡內，而形成上面可動的一組干涉條紋。利用附加玻璃板 7 可使兩組干涉條紋相互接近，並形成細的分界線。

如果在盛筒兩半邊中的介質的折射率各不相同，那麼平行光束的上面一半就產生相位移動；因此，隨着折射率的差值的大小，上面一組干涉條紋或者完全消失（如圖 14 a），或者發生微小的位移（如圖 14 b）。

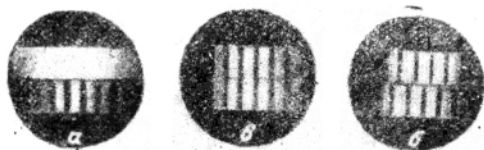


圖 14 在目鏡中所觀察到的干涉條紋的形狀

- a. 條紋位移大的情況； b. 條紋位移小的情況；
c. 沒有位移的情況（儀器已經調整好）。