

实验过程

- 研究不同宽度的单缝所产生的衍射。
- 研究单缝对不同波长的光产生的衍射。
- 研究单缝以及相同大小的不透明物体所产生的衍射（巴比涅原理）。

目标

展示光的波动性并确定其波长。

概要

单缝所产生的光的衍射，可采用相干波叠加进行描述，按照惠更斯原理，会在各个方向上从被照射的狭缝之中传播出去。根据其传播角度，各个波会发生相干相长的叠加或者相干相消的叠加。如果狭缝的宽度及其与屏幕之间的距离已知，则可基于衍射相干图中相邻暗带之间的距离计算波长。

所需装置

数量	描述	编号
1	激光二极管, 红色	1003201
1	激光模块, 绿色	1003202
1	光具座 K, 1000 mm	1009696
2	光具座滑座 K	1000862
1	可调节狭缝 K	1008519
1	二极管激光器支座 K	1000868

另外需要

电线

基本原理

单缝所产生的光的衍射，可采用相干波叠加进行描述，根据惠更斯原理，会在各个方向上从被照射的狭缝之中传播出去。依照其传播角度，各个波会发生相干相长的叠加或者相干相消的叠加。除了狭缝之外，在屏幕上可观察到一系列的亮带和暗带。

当小波消除的时候 – 也就是，最暗的区带位置 – 可以看到，对于从狭缝的一半产生的每个小波，有从狭缝的另一半所产生的另一个小波与之发生相互作用，从而使得其组合波幅降低到最小值。当通过狭缝中心的光束与来自于边缘的光束之间的光程差 Δs_n 恰好为半波长 λ 的整数倍数 n 时，以下公式适用：

$$(1) \quad \Delta s_n = n \cdot \frac{\lambda}{2} = \frac{b}{2} \cdot \sin \alpha_n$$

$n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$: 衍射级
 b : 狹缝宽度,
 α_n : 传播的角度

最大暗度区域在主光线周围对称分布（参见图1）。它们与主光线之间的距离，在观察平面上测得，如下所列：

$$(2) \quad x_n = L \cdot \tan \alpha_n$$

L : 狹缝与观察平面之间的距离

对于小角度而言，以下公式适用：

$$(3) \quad \alpha_n = x_n = \frac{\lambda \cdot L}{b} \cdot n = \Delta \cdot n \text{ where } \Delta = \frac{\lambda \cdot L}{b}.$$

Δ : 最小值之间的相对距离

一个狹缝以及具有完全相同大小和形状的不透明障碍物被视为互补衍射物。根据巴比涅原理，位于未受影响的光束之外的两种物体的衍射图案，是完全相同的。因此，两个图案中的最暗区域处于相同位置。

在这一实验中，对不同宽度的单缝产生的衍射进行了研究，同时还对不同波长的光的衍射开展了研究。此外，还将展示由单缝产生的衍射和由相同宽度的不透明物体产生的衍射是互补的衍射图案。

评价

在主光线方向上的亮度最大。数值 Δ 可使用绘制出的距离 x_n 与 n 的直线关系图的斜率确定。因为 Δ 与狹缝宽度 b 呈明显的反比例关系，因此可绘制 Δ / L 与 $1/b$ 的关系图，且测量数值绘图的斜率可用来确定波长 λ 。

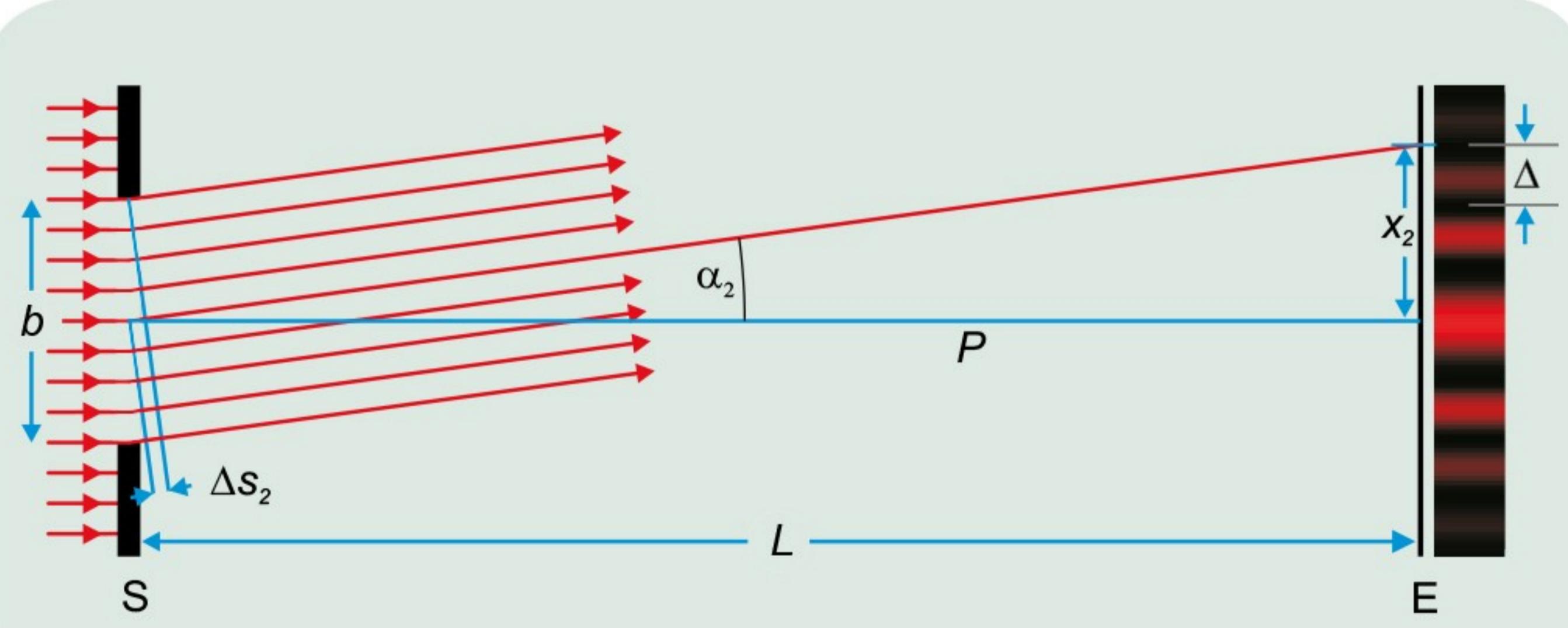


图1：光的单缝衍射示意图 (S: 狹缝, b: 狹缝宽度, E: 观察平面, P: 主光束, L: 观察屏幕与狭缝之间的距离, x_2 : 第二暗区与中心之间的距离, α_2 : 第二暗区的观察方向, Δs_2 : 穿过中心的光线与来自边缘的光线的光程差)。

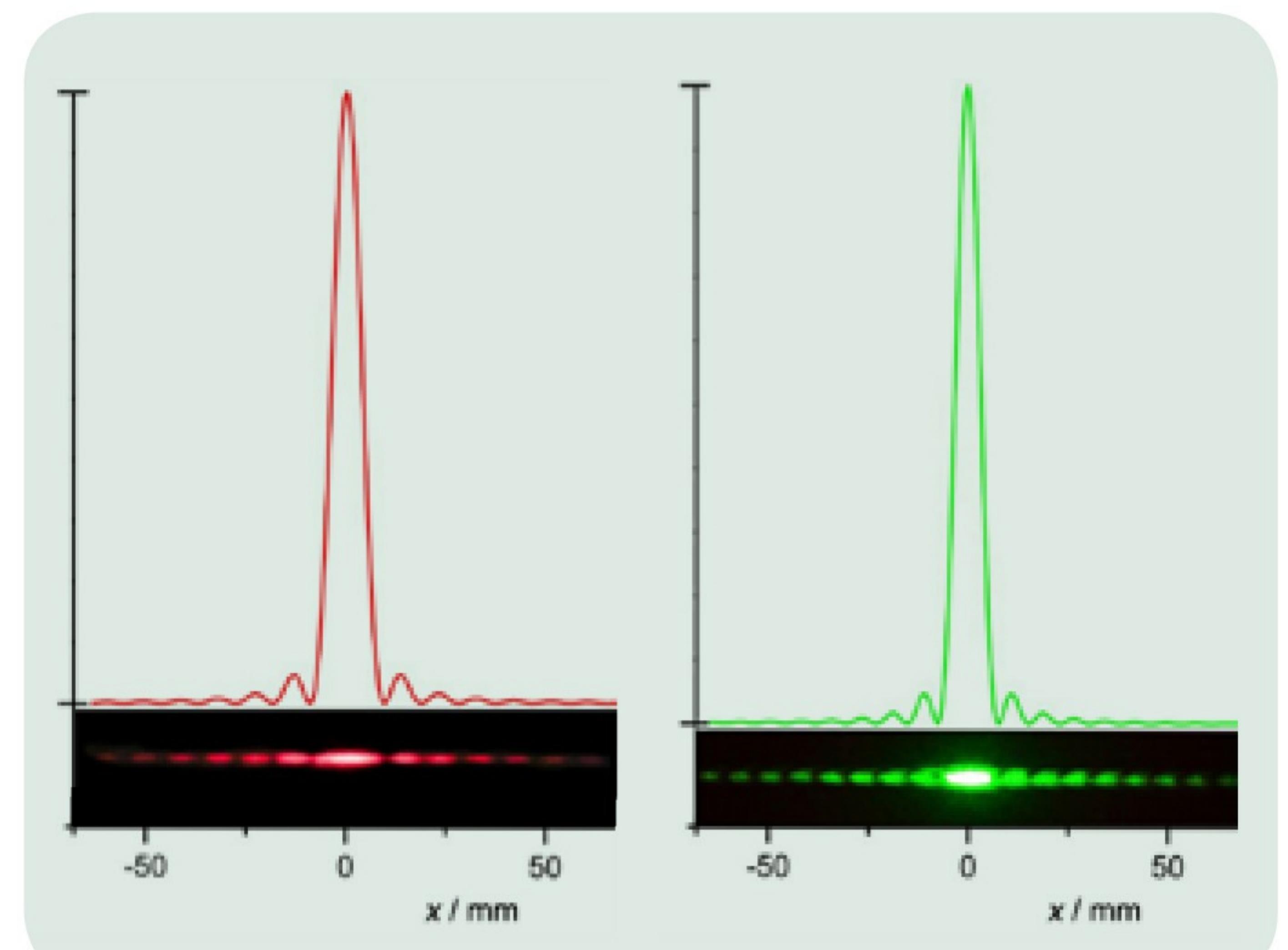


图2：狹缝宽度为0.3 mm, 光波长 $\lambda = 650$ nm 以及 $\lambda = 532$ nm情况下的单缝衍射的计算强度与测量强度

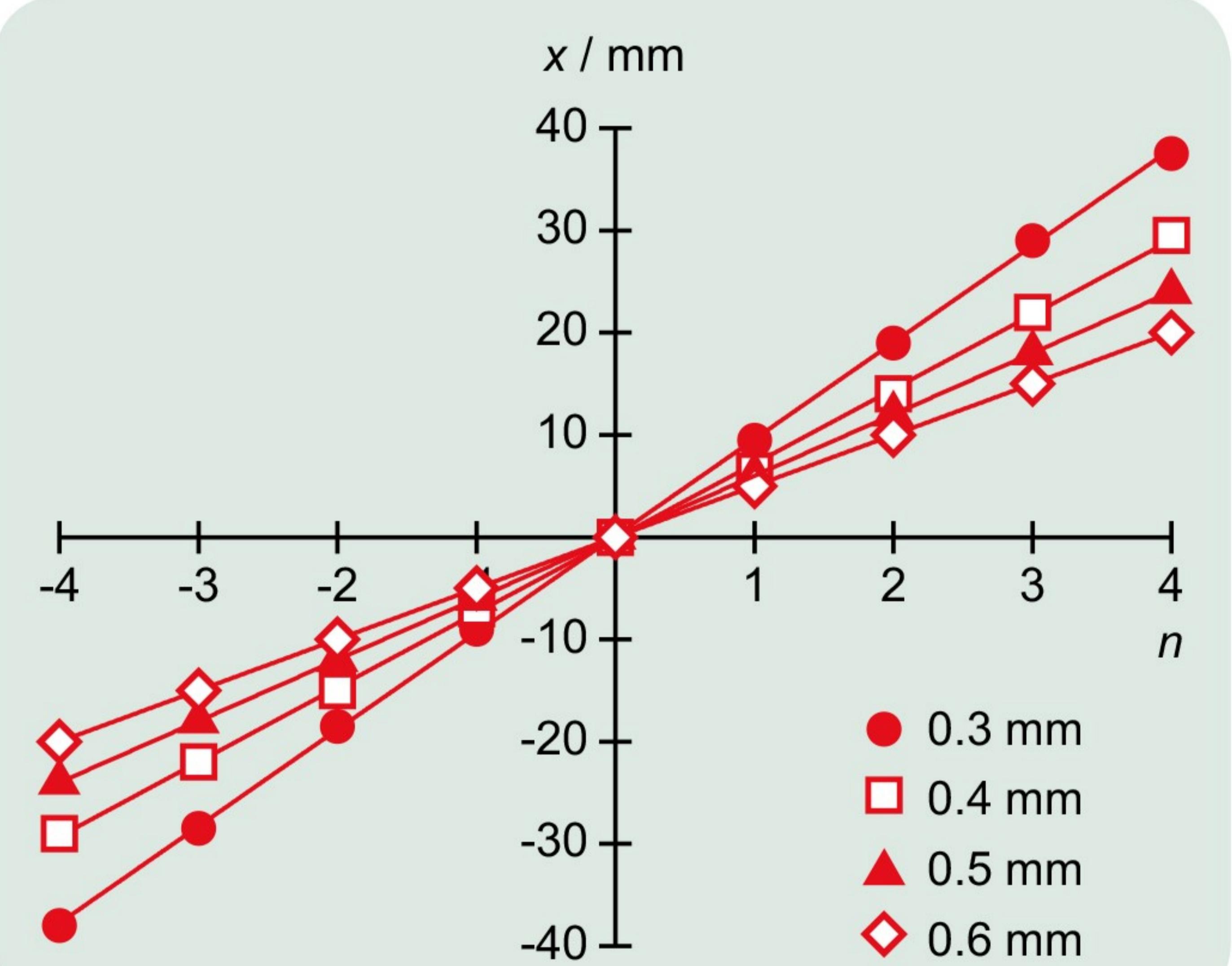


图3：对于多种狹缝宽度 b 而言，在 $\lambda = 650$ nm 的条件下，间距 x_n 与衍射级之间的函数关系。

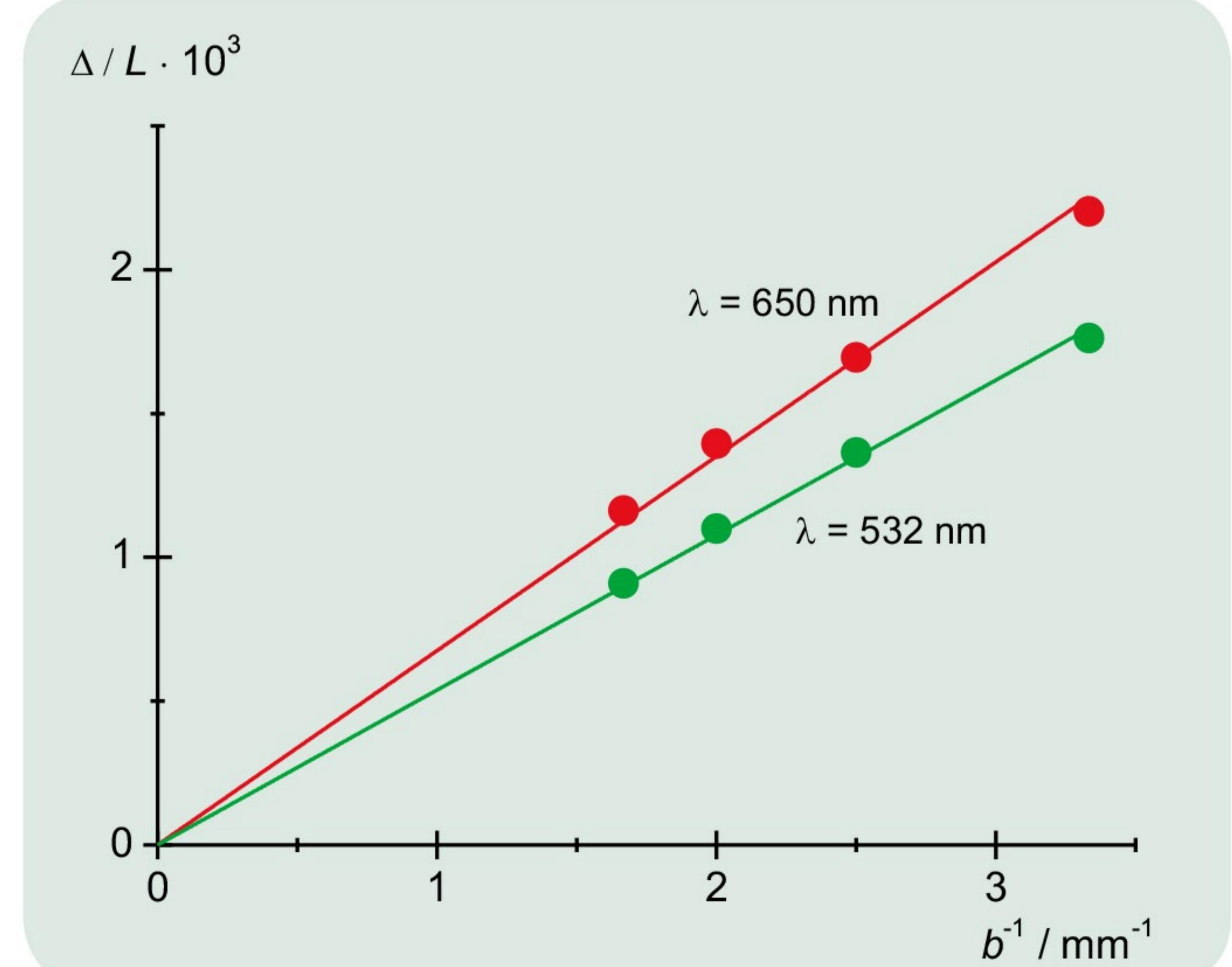


图4：最小 Δ 的相对间隔与距离 L 之商，与狹缝宽度 $1/b$ 的函数关系。