

班号 2103206 学号 210320621 姓名 吴俊达 教师签字 VF

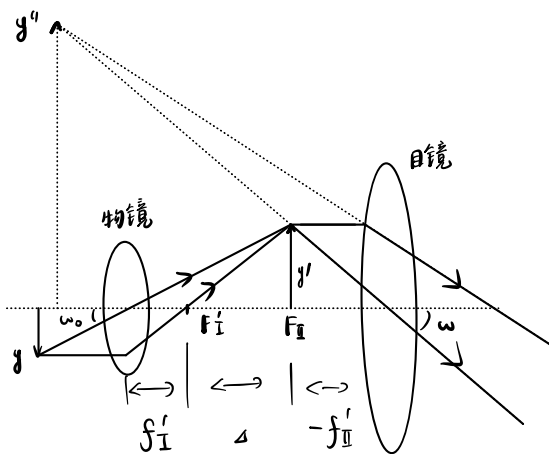
实验日期 2023.5.5 组号 预习成绩 2 总成绩

实验名称 自组显微镜与望远镜

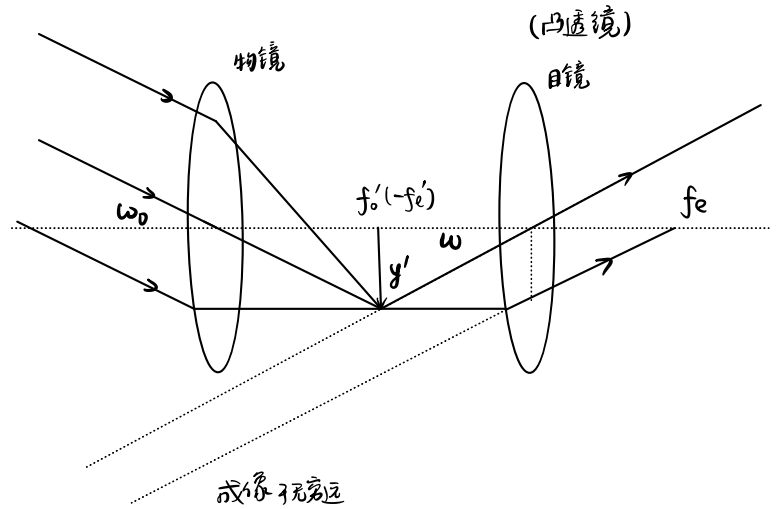
一、预习

1. 请分别绘制出显微镜和望远镜的光路图。
2. 结合光路图，请分别推导显微镜和望远镜放大率的计算公式。

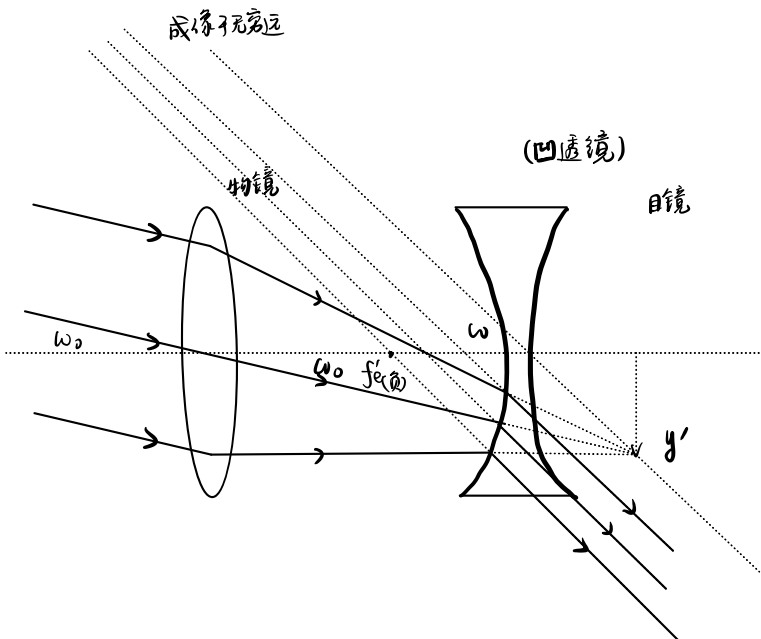
1. 显微镜的光路图:



开普勒式望远镜光路图:



伽利略式望远镜:



2. ① 显微镜放大率推导:

人眼直接观察的视角正切值 $\tan \omega_0 = \frac{y}{L}$,

通过显微镜观察, 视角的正切值 $\tan \omega = \frac{y'}{f_{II}'}$,

设物镜像方焦点 F_I' 到目镜物方焦点 F_{II} 的距离为 Δ (称为光学筒长), 由牛顿公式,

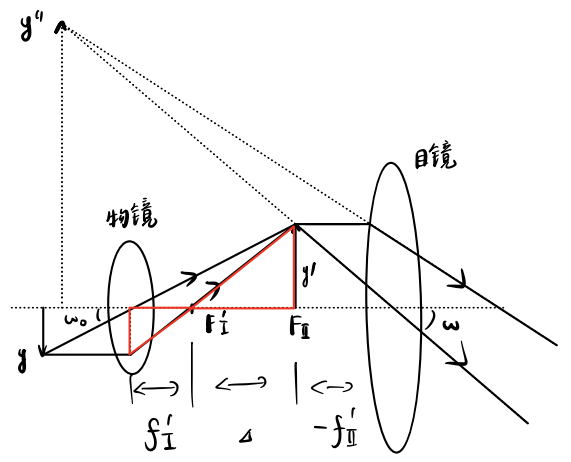
物镜的垂轴放大率 $\beta_I = \frac{y'}{y} = -\frac{\Delta}{f_{II}'}$ (如红色三角形所示)

因此 $y' = -\frac{\Delta}{f_{II}'} y$

得 $\tan \omega = -\frac{\Delta}{f_{II}' f_{II}} y$

则放大率 $r = \frac{\omega}{\omega_0} \approx \frac{\tan \omega}{\tan \omega_0} = -\frac{\Delta}{f_{II}' f_{II}}$

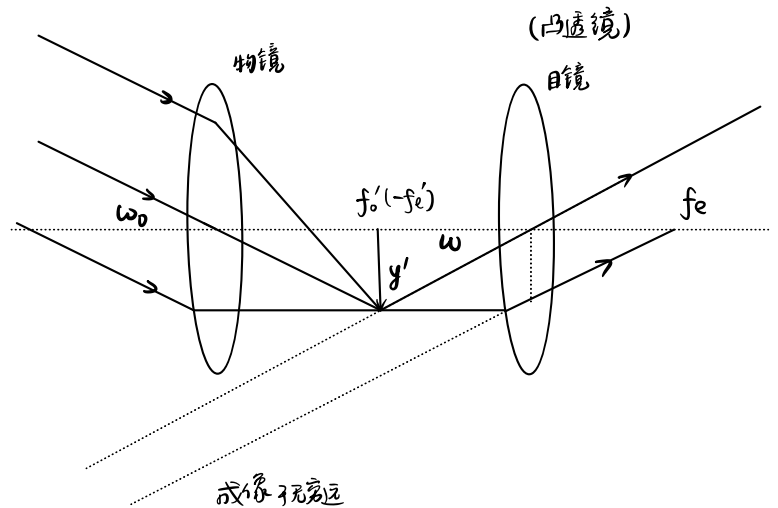
变形为 $r = -\frac{\Delta}{f_I' f_{II}} = \beta_I \Gamma_{II}$, 即显微镜的放大率等于物镜的垂轴放大率与目镜的初放大率的乘积。



② 开普勒式望远镜放大率 (视角放大率) 推导:

$\tan \omega_0 = \frac{y'}{f_o'}$ $\tan \omega = \frac{y'}{f_e'}$

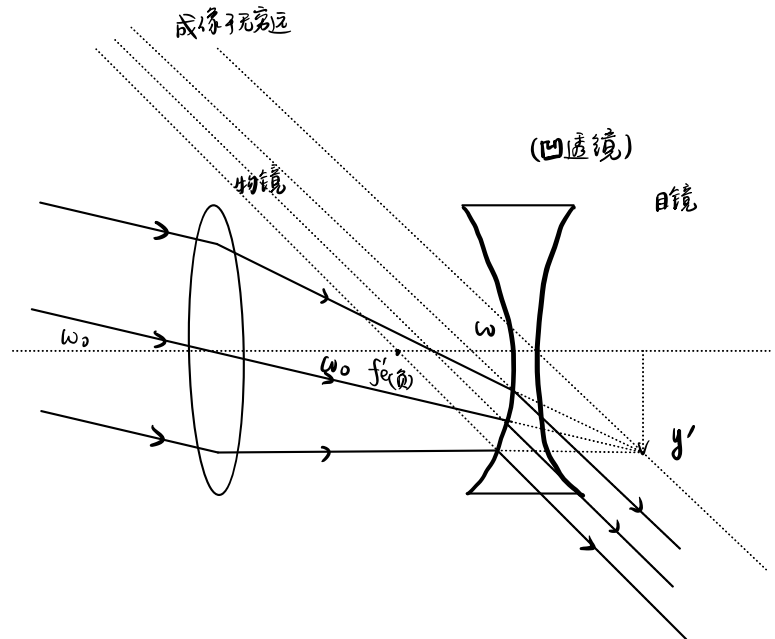
$r = \frac{\omega}{\omega_0} \approx \frac{\tan \omega}{\tan \omega_0} = -\frac{f_o'}{f_e'}$



③ 伽利略式望远镜放大率 (视角放大率) 推导:

$\tan \omega_0 = \frac{y'}{f_o'}$ $\tan \omega = \frac{y'}{|f_e'|}$

$r = \frac{\omega}{\omega_0} \approx \frac{\tan \omega}{\tan \omega_0} = \frac{f_o'}{|f_e'|}$



二、原始数据记录

1. 自组显微镜放大率测量

物镜 L_o ($f'_o=45\text{ mm}$) 目镜 L_e ($f'_e=34\text{ mm}$)


序号	物镜 L_o 位置 (mm)	目镜 L_e 位置 (mm)	分划板 M_1 位置 (mm)	标尺 M_2 位置 (mm)	光学筒长 Δ (mm)	M_2 标尺中距离 d (mm)	对应 M_1 格数 a
1	183.0	470.2	129.2	280.0	208.2	28	7.0
2	177.5	470.2	125.0	229.0	213.7	30	8.2
3	184.0	470.2	130.0	229.0	207.2	20	6.0
4	212.5	470.2	158.0	229.0	178.7	20	8.0
5	262.0	470.2	205.0	240.0	189.2	20	8.0

2. 自组望远镜放大率测量

物镜 L_o ($f'_o=225\text{ mm}$) 目镜 L_e ($f'_e=45\text{ mm}$)

序号	物镜 L_o 位置 (mm)	目镜 L_e 位置 (mm)	标尺距离物镜的 距离 (mm)	红色指针距离 d_1 (mm)	直观标尺长度 d_2 (mm)
1	68.0	350.0	1555.0	9.5	43.0
2	51.0	347.0	1458.0	9.5	56.0
3	70.0	366.0	1368.0	9.5	59.0
4	70.0	366.0	1276.0	9.5	68.0
5	70.0	366.0	1143.0	9.5	70.0

21.6
15.7

教师	姓名
签字	

三、数据处理

1. 分别求出自组显微镜测量放大率和计算放大率。
2. 分别求出自组望远镜实际测量放大率和无限远放大率。

解：1. 测量放大率为：

序号	M ₂ 标尺中距离 d (mm)	对应 M ₁ 格数 a	物长 (=a×0.1mm)	测量放大率
1	28	7.0	0.70	-40
2	30	8.2	0.82	-36.58
3	20	6.0	0.60	-33.33
4	20	8.0	0.80	-25
5	20	8.0	0.80	-25

计算放大率为：(其中光学筒长等于物镜、目镜距离减去两者焦距之和；理论放大率表达式

为 $M = -\frac{L\Delta}{f'_I f'_II}$ ，式中 $f'_I = 45\text{mm}$, $f'_II = 34\text{mm}$.)

序号	物镜 L ₀ (mm)	目镜 L _e (mm)	标尺 M ₁ (mm)	标尺 M ₂ (mm)	光学筒长 Δ(mm)	理论放大率 M	误差 (%)
1	183.0	470.2	129.2	280.0	208.2	-38.10	4.75
2	177.5	470.2	125.0	229.0	213.7	-31.99	-12.57
3	184.0	470.2	130.0	229.0	207.2	-31.01	-6.96
4	212.5	470.2	158.0	229.0	178.7	-26.75	-6.99
5	262.0	470.2	205.0	240.0	129.2	-20.27	-18.93

2. 测量放大率为：

序号	红色指针距离 d ₁ (mm)	直观标尺长度 d ₂ (mm)	测量放大率
1	9.5	43.0	-4.53
2	9.5	56.0	-5.89
3	9.5	59.0	-6.21
4	9.5	68.0	-7.16
5	9.5	70.0	-7.37

计算放大率为：**【放大率 1 为无限远放大率，对应误差 1；放大率 2 为按照所给出的修正公式**

$M = -\frac{u_1 f'_o}{L(u_1 - f'_o) - u_1 f'_o}$ 计算出的理论放大率($f'_o = 225\text{mm}$, $f'_e = 45\text{mm}$)，对应误差 2】

序号	物镜 L ₀ (mm)	目镜 L _e (mm)	标尺与物镜的距离 (mm)	放大率 1	放大率 2	误差 1 (%)	误差 2 (%)
1	68.0	350.0	1555.0	-5	-13.89	-9.47	-67.42
2	51.0	347.0	1458.0	-5	-8.89	17.89	-33.66
3	70.0	366.0	1368.0	-5	-10.08	24.21	-38.40
4	70.0	366.0	1276.0	-5	-11.96	43.16	-40.17
5	70.0	366.0	1143.0	-5	-17.67	47.37	-58.30

四、实验现象分析及结论

自组显微镜测量放大率和计算放大率,自组望远镜实际测量放大率和无限远放大率都见第三部分、数据处理。

开普勒望远镜成倒立、放大虚像,显微镜成倒立、放大虚像。

五、讨论题

1. 请简述显微镜与望远镜的区别?

2. 请思考自组望远镜实际视放大率测量值与无限远放大率数值出现差异的原因?

答: 1. ①用途不同: 显微镜是用来观察(近处)细微物体或物体细微部分的仪器; 望远镜是用来看清远处(理论上为无限远处)的物体。

②成像位置不同: 显微镜成像在物镜之前, 望远镜成像于无穷远处。

③成像特点不同: 显微镜的物镜成倒立放大实像, 而望远镜的物镜成倒立缩小的实像, 通过目镜再把这个实像放大给人眼观察。

④焦距计算不同: 显微镜的放大倍数等于物镜放大倍数乘以目镜放大倍数, 望远镜则不是, 如开普勒望远镜的放大倍数等于物镜焦距除以目镜焦距。

⑤物镜目镜焦距不同。显微镜物镜焦距较小, 而望远镜物镜焦距较大。

2. ①测试条件与理论模型不符: 无限远放大率的计算通常假设物体位于无限远处。然而, 在实际测量中, 受到场地和设备限制, 我们无法观测到无限远的物体, 可能选择较远的物体代替无限远物体进行观测和测量, 但这种近似可能导致测量放大率与无限远放大率有差异。

②望远镜调焦误差: 实际视放大率的测量值受到调焦操作的影响。如果望远镜在调焦过程中没有达到最佳焦距, 成像可能会模糊, 进而导致我们在计算放大率时产生误差。

③测量误差: 对实际视放大率的测量可能会有一定的误差, 比如测量像长、物长时读数存在误差, 这些因素可能导致实际视放大率测量值与无限远放大率数值之间的差异。