

Óptica Oftálmica
Guia dos trabalhos práticos
(1ª série)
2022/2023

Sandra Mogo

2 de Outubro de 2022

Conteúdo

0	Introdução	5
1	Neutralização de lentes oftálmicas	7
2	Parâmetros geométricos das lentes oftálmicas	9
3	Combinação de lentes e espelhos	11
4	Construção de um frontofocómetro em banco óptico	15



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR Departamento de Física

Óptica Ofáltmica

0 Introdução

Os trabalhos experimentais de Óptica Ofáltmica são realizados no Laboratório de Ensino de Óptica (LEO) do Centro de Óptica (CO-UBI), localizado no piso -1 do edifício principal da UBI e no Laboratório de Óptica Ofáltmica, localizado no piso 2 do mesmo edifício. Antes de se dirigir aos laboratórios, deve ler atentamente as Normas de Segurança que lhe foram distribuídas via Moodle.

Nos laboratórios de Óptica Ofáltmica deve realizar duas séries trabalhos. A primeira série é constituída por 4 trabalhos de grupo e implica a realização de um relatório por cada trabalho. A segunda série é constituída por trabalhos individuais e a avaliação é realizada com base na sua execução prática.

Sugestões:

Antes do laboratório:

- Leia atentamente o manual de laboratório;
- consulte as referências bibliográficas associadas a cada guia de trabalho prático;
- assegure-se de que compreendeu toda a teoria associada ao trabalho antes de iniciar a sua realização experimental.

Durante a realização do trabalho:

- Esboce um esquema da montagem (sempre que aplicável) anotando todos os valores relevantes para a experiência bem como todos os dados relevantes acerca do material e instrumentação usada. Deve anotar dados suficientes para que alguém que não conheça a experiência consiga reproduzir a montagem;
- anote todas as medições e observações que efectuar, bem como as condições em que foram realizadas;
- anote as medições com toda a precisão que o instrumento de medida lhe permitir, lembre-se que anotar 20 não é o mesmo que anotar 20,0;
- no mínimo deve realizar três leituras para cada parâmetro que medir;
- sempre que possível, efectue cálculos que lhe permitam concluir se os dados que está a obter fazem sentido.

Após a realização do trabalho:

- Apresente os dados de forma a facilitar a sua interpretação, *i.e.*, sob a forma de tabela ou em forma gráfica;
- se os valores teóricos forem conhecidos, não se esqueça de os comparar com os valores que obteve experimentalmente;
- efectue o tratamento de erros de forma a permitir perceber o que fez;

- retire conclusões. Se o objectivo do trabalho era medir um valor, apresente-o juntamente com o valor que calculou para o seu erro e compare-o com o valor que esperava obter;
- se os valores que obteve se afastam dos valores esperados, não atire todas as culpas para os erros nem para a falta de sensibilidade dos aparelhos de medida, tente perceber o que se passou.

Mais algumas recomendações:

- Escreva o seu relatório de forma que se precisar lê-lo daqui a alguns anos seja capaz de perceber o que fez. Não tente explicar-me o que fez, explique-o a si próprio de forma a tornar o relatório um elemento para sua consulta futura;
- seja tão conciso quanto possível, lembre-se que a classificação não é proporcional ao número de páginas entregues;
- se tiver tempo, seja original e criativo, tente melhorar o guia de trabalho prático que seguiu;
- também é boa política efectuar medições e cálculos adicionais que lhe permitam verificar os valores que obteve.



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Departamento de Física

Óptica Oftálmica
Guia do trabalho prático

1 Neutralização de lentes oftálmicas

Objectivos

1. Determinação da potência de diversas lentes desconhecidas sem usar frontofocómetro.

Material e equipamento utilizado

- Lentes oftálmicas esférica, cilíndricas e tóricas de várias potências;
- caixa de prova;
- cruz óptica.

Procedimento experimental

LENTE ESFÉRICA:

1. Observe a cruz óptica através de uma das lentes oftálmicas que tem ao seu dispor;
2. enquanto realiza pequenos movimentos com a lente, repare se o movimento da cruz acompanha o movimento da lente — movimento COM — ou se, pelo contrário, o movimento da cruz se realiza no sentido contrário àquele com que move a lente — movimento CONTRA;
3. utilize lentes da caixa de prova para tentar neutralizar o movimento COM ou CONTRA da cruz óptica.

LENTE CILÍNDRICA E TÓRICA:

1. rode a lente em torno do seu eixo óptico e repare se os braços da cruz óptica se mantêm a 90° um do outro ou se parecem inclinar-se — movimento em tesoura;
2. identifique o eixo do cilindro e para esse eixo e o eixo a 90° dele, analise a existência de movimentos COM ou CONTRA;
3. neutralize os movimentos encontrados utilizando lentes da caixa de prova.



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Departamento de Física

Óptica Oftálmica
Guia do trabalho prático

2 Parâmetros geométricos das lentes oftálmicas

Objectivos

1. Estudo dos parâmetros geométricos de várias lentes oftálmicas;
2. cálculo da potência de lentes oftálmicas a partir da medição dos raios de curvatura das suas superfícies e da sua espessura.

Material e equipamento utilizado

- Lentes oftálmicas esférica e tórica;
- superfície plana de referência;
- esferómetro / sagímetro;
- espessímetro;
- régua.

Procedimento experimental

Para cada uma das lentes oftálmicas que se encontram ao seu dispor, deverá seguir o seguinte procedimento:

1. Apoie o esferómetro ou o sagímetro sobre a superfície plana de referência e comprove que o valor indicado é zero, caso não seja, registre o erro do instrumento;
2. apoie o esferómetro ou o sagímetro sobre uma das lentes oftálmicas e gire a lente em torno do seu eixo óptico, observando se o valor indicado pelo instrumento varia. Se assim for, estamos perante uma lente cilíndrica ou tórica, se o valor se mantiver constante, estamos perante uma lente esférica. Dependendo do tipo de superfície, decida se deve continuar o procedimento utilizando o esferómetro ou o sagímetro;
3. meça o valor da(s) ságita(s) nas superfícies anterior e posterior da lente e a partir delas, calcule o(s) raios(s) de curvatura de ambas superfícies;
4. repita o procedimento para a segunda lente oftálmica que se encontra ao seu dispor;
5. utilizando o instrumento de medida adequado, meça a potência das superfícies anterior e posterior de ambas lentes e, considerando que o instrumento está calibrado para $n = 1,523$, calcule os respectivos raios de curvatura;
6. meça o diâmetros e a espessura de ambas lentes.

Óptica Oftálmica
Guia do trabalho prático

3 Combinação de lentes e espelhos

Objectivos

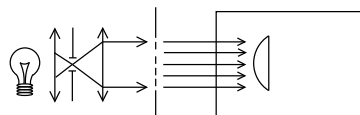
1. Observar o efeito de lentes e combinações de lentes e espelhos sobre o percurso dos raios luminosos;
2. observar o efeito da aberração esférica;
3. estudar combinações de lentes esféricas e cilíndricas.

Material e equipamento utilizado








- Fonte luminosa colimada;
- alvo vertical;
- plataforma horizontal;
- adaptador com 5 fendas coloridas;
- caixa com lentes e espelhos vários;
- 1 lente esférica positiva;
- 2 lentes cilíndricas;
- lente tórica;
- diapositivo com objecto pontual;
- diapositivo com objecto em forma de rede.

Procedimento experimental

1. Proceda à montagem de todos os componentes ópticos de acordo com a montagem seguinte, começando por colimar o feixe de luz.



2. Registe sob a forma de um esboço o percurso dos feixes emergentes da lente plano convexe. Pode fixar uma folha de papel branca à plataforma horizontal e decalcar o percurso dos feixes.
3. Repita o procedimento de modo a poder completar a tabela seguinte.

Lentes	Esquema de raios
	
	
	
	
	
	
	



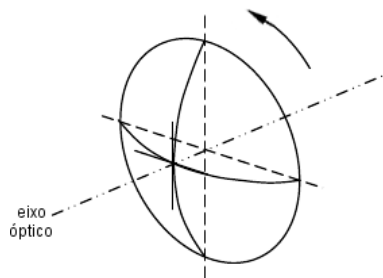
1. Para o caso da lente plano convexa, bloqueie os feixes exteriores e marque o ponto focal dos feixes centrais, F_c .
2. Bloqueie os três feixes centrais e marque o ponto focal dos feixes exteriores, F_e .
3. Rode a lente de 180° e verifique as novas posições de F_c e F_e .
4. Determine a aberração esférica nas duas situações e indique em que posição a aberração é menor.



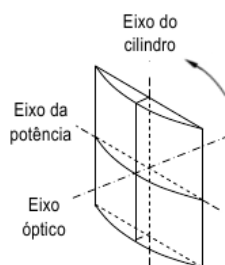
1. Retire da montagem a plataforma horizontal e coloque no seu lugar uma lente esférica positiva. Retire também o adaptador de cinco fendas. Utilize como objecto o diapositivo com o objecto em forma de rede.
2. Utilize um alvo vertical para procurar a imagem que a lente esférica forma a partir do objecto em forma de rede.
3. Substitua a lente esférica positiva por uma lente esférica negativa e procure a imagem do mesmo objecto.
4. Compare a distorção devida à lente esférica positiva com aquela devida à lente esférica negativa.



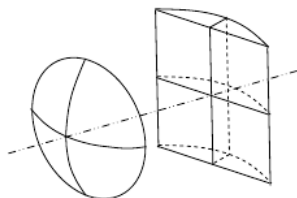
1. Utilize agora como objecto o diapositivo com o objecto pontual.
2. Utilize o alvo vertical para procurar a imagem que a lente esférica forma a partir do objecto pontual.
3. Rode a lente esférica em torno do seu eixo óptico. O que acontece à imagem?
4. Registe as distâncias da lente ao objecto e da lente à imagem. Determine a potência da lente.



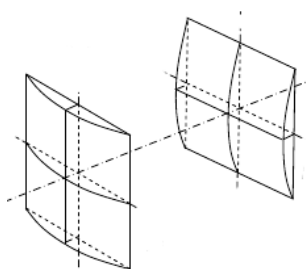
5. Substitua a lente esférica por uma lente cilíndrica em posição vertical.
6. Utilize o alvo vertical para procurar a imagem que a lente cilíndrica forma a partir do objecto pontual. Registre as distâncias da lente ao objecto e da lente à imagem.
7. Rode a lente cilíndrica 90° em torno do seu eixo óptico e observe as alterações que ocorrem na imagem. Registre as distâncias da lente ao objecto e da lente à imagem. Determine a potência da lente.



8. Coloque agora a lente esférica encostada à lente cilíndrica.
9. Utilize o alvo vertical para procurar as posições das imagens que a combinação esferocilíndrica produz.
10. Registre as distâncias ao objecto e às imagens. Calcule o intervalo de Sturm.

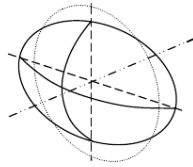


11. Substitua a lente esférica por outra lente cilíndrica de modo que as duas lentes cilíndricas se situem a 90° entre si.
12. Utilize o alvo vertical para procurar as posições das imagens que a combinação bicilíndrica produz.
13. Registre as distâncias ao objecto e às imagens. Calcule o intervalo de Sturm.



14. Retire da montagem ambas lentes cilíndricas e coloque no seu lugar a lente tórica.

15. Utilize o alvo vertical para procurar as posições das imagens que a lente tórica produz.
16. Registe as distâncias ao objecto e às imagens. Calcule o intervalo de Sturm.



17. Refira-se à imagem de um objecto pontual obtida a partir de uma lente esférica, uma lente cilíndrica, uma lente bicilíndrica, uma lente esferocilíndrica e uma lente tórica.

Bibliografia

- Born, M., Wolf, E., *Principles of optics*. 7th edition, Cambridge University Press, Cambridge, 1999.
- Schwartz, S., *Geometrical and Visual Optics*, 3rd edition, McGraw-Hill Education, 2019.
- Rabbetts, R., *Bennett and Rabbett's Clinical Visual Optics*. 4th edition, Butterworth-Heinemann, 2007.
- Bennet, A.G., *Emsley and Swaine's Ophthalmic Lenses*. Volume I, The Hatton Press Ltd., 1968.

Óptica Oftálmica
Guia do trabalho prático

4 Construção de um frontofocómetro em banco óptico

Objectivos

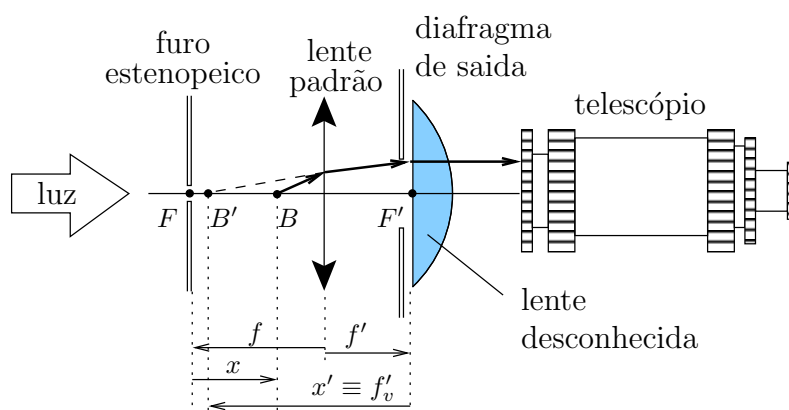
1. Estudo do princípio de funcionamento do frontofocómetro;
2. estudo dos vários elementos constituintes do frontofocómetro;
3. determinação da potência ao vértice de diversas lentes desconhecidas.

Introdução

O frontofocómetro é um instrumento óptico que serve para medir a potência ao vértice de lentes oftálmicas. O seu princípio de funcionamento baseia-se na lei de Newton, $xx' = -f'^2$.

Os frontofocómetros disponíveis comercialmente regem-se todos pelo mesmo princípio, apresentando uma constituição óptica básica muito semelhante. A lente a medir é colocada entre uma lente padrão (de potência conhecida) e um telescópio afocal. Depois da lente padrão existe um retículo com possibilidade de se mover para trás e para a frente até ser possível ver a sua imagem nitidamente através do telescópio.

Com base na figura seguinte pode-se demonstrar que a potência ao vértice da lente que se pretende medir só depende da distância percorrida pelo retículo até ser possível percebê-lo nítido através do telescópio.



Material e equipamento utilizado

- Fonte luminosa colimada;
- filtro vermelho;
- lente padrão 15 mm;
- 4 lentes de potências desconhecidas;

- furo estenopeico;
- telescópio.

Procedimento experimental

1. O telescópio já se encontra focado no infinito, pelo que não deve mexer na sua ocular nem na sua posição;
2. a fonte de luz já se encontra colimada e a lente padrão encontra-se numa posição fixa na calha óptica;
3. o furo estenopeico situa-se sobre o primeiro ponto focal, F , da lente padrão, de modo que, a luz que emerge da lente padrão será formada por um feixe de raios paralelos que podem ser focados pelo telescópio e percebidos de forma clara por um observador emétrepe com a acomodação relaxada;
4. anote a posição de F ;
5. coloque a lente desconhecida n.1 com a sua face posterior no segundo ponto focal, F' , da lente padrão (previamente determinado, encontra-se marcado na calha);
6. note que, uma vez que a lente desconhecida é colocada em F' , a imagem da fonte pontual situada em F , quando vista através do telescópio, será desfocada;
7. movimente o furo estenopeico, a partir de F , de uma distância x para uma nova posição, B de forma que a sua imagem seja vista novamente nítida pelo telescópio;
8. meça todas as distâncias que considerar relevantes para o trabalho;
9. com base nos valores que mediu, determine a potência da lente desconhecida;
10. substitua a lente desconhecida n.1 pela lente desconhecida n.2 e repita o procedimento;
11. repita novamente para as lentes n.3 e n.4.

Bibliografia

- Born,M., Wolf,E., *Principles of optics*. 7th ed., Cambridge University Press, Cambridge, 1999.
- Bennet,A., *Emsley and Swaine's ophthalmic lenses*. Vol.1, The Hatton Press Ltd., 1968.
- Schwartz,S., *Geometrical and Visual Optics*, 3rd edition, McGraw-Hill Education, 2019.