



Documento de preparação do Trabalho Experimental

TE 2 - Reflexão e refração. Espelhos, dioptros e lentes

Finalidade

A finalidade deste documento é contribuir para que os alunos se preparem para a execução do trabalho experimental, “TE2 - Reflexão e refração. Espelhos, dioptros e lentes”.

Ao percorrer este documento, deve o estudante consultar todos os tópicos a que estão feitas as ligações (“links”) indicadas, tomando notas de enunciados ou expressões ou fazendo cópias, por forma a construir o seu memorando auxiliar para a actividade em laboratório.



Ao percorrer este documento os estudantes fazem a exploração teórica dos conteúdos programáticos:

- Leis da reflexão e refacção ([ligação a AT4](#))
- Desvio mínimo de prisma (Ver [Anexo 1](#))
- Desvio lateral em lâmina de faces paralelas, (Ver [Anexo 2](#))
- Reflexão interna e ângulo crítico ([ligação a AT4](#))
- Focos, focos imagem e objecto ([ligação a AT5](#))

Ao percorrer este documento os alunos tomam contacto com os procedimentos a realizar e com imagens dalguns equipamentos e componentes a manipular e respondem a um questionário, credenciando-se para a execução do trabalho em laboratório.



Objectivos

Os objectivos gerais dos trabalhos em laboratório são:

- executar as experiências percorrendo os processos e realizando as manipulações dos equipamentos e componentes
- associar as observações e os resultados das experiências ao conjunto de leis expressões e fenómenos abrangidos nos conteúdos programáticos referidos na secção anterior



No concreto os objectivos são:

O1 - Observar e medir ângulos de incidência e reflexão para o espelho plano

O2 - Observar e descrever o trajectos da luz num prisma recto

O3 - Medir os ângulos de incidência e refração

O4 - Medir e observar o ângulo crítico para a reflexão interna

O5 - Medir o ângulo de desvio mínimo dum prisma

O6 - Medir o desvio lateral numa lâmina espessa de faces paralelas

O7 - Determinar o foco dum espelho parabólico

O8 - Determinar o foco dum espelho esférico

O9 - Determinar os focos numa lente convergente, numa lente divergente e dum dióptro esférico



Cuidados informações e acções prévias

Verificar a bancada e os componentes

Para a realização das experiências vai utilizar a Bancada de Trabalho nº3 (BT3) e a Mesa de Óptica nº3 - ([MO3](#)), que dispõem de um laser de He-Ne, montado num suporte deslizante e numa plataforma nivelável com placas semi-colantes com aderência ao papel (Ver [Figura 6](#)).

Na gaveta da bancada BT3, dispõem de papel milimétrico, papel polar, X-acto, baton de cola e os componentes ópticos necessários (espelhos plano e esférico, componente óptico hemecilíndrico, lentes e prismas e lâmina de faces paralelas). O aluno deve trazer uma lapiseira de lápis fino, borracha e duplo decímetro.



Estudar o dispositivo e o seu funcionamento

- Ligar e desligar o laser
- Colocar as placas da mesa e o papel milimétrico ou polar, da melhor forma para Fazer os registos e colocar os componentes
- Nivelar a mesa para obter traços rasantes do feixe laser no papel

Experimentar o uso da mesa e das placas semiaderentes em duas configurações

- Numa primeira configuração pode fazer os estudos com todo o papel e componentes no plano do laser, como na [figura 1](#)
- Numa segunda configuração quando usar medidas directas de ângulos ou mover as componentes com rotações à procura da situação que quer registar, use o componente num plano mais baixo, cortando com o X-Acto o papel milimétrico ou polar como na [figura 6](#)

Escolher em cada caso o método considerado melhor



Obter semiobscuridade na sala

Quando com dificuldade dirija-se ao instrutor

Arrumar a bancada e os componentes e desligar os dispositivos no fim do trabalho

Cuidados especiais:

Nunca espreitar para dentro dum laser ou manipular um laser por forma a atingir os olhos. Mesmo os lasers de fraca potência podem causar danos irreversíveis ao olho criando zonas “cegas” na retina.

Não apontar nunca nenhum laser para ninguém. Para certos comprimentos de onda e para certas potências pode mesmo produzir queimaduras na pele ou estragar vestuário.



Programa de actividades por objectivos (Obs)

O1 - Observar e medir ângulos de incidência e reflexão para o espelho plano

- a) Colocar o papel polar ou milimétrico na configuração escolhida e colocar o espelho plano, como na [figura 1](#)
- b) Referenciar a situação. Para tal desenhar no papel com lápis fino a posição do espelho e marcar os pontos necessários dos raios incidente e reflectido. A partir destes elementos complete o desenho da situação
- c) Repetir para outra posição do espelho
- d) Verificar as leis da reflexão

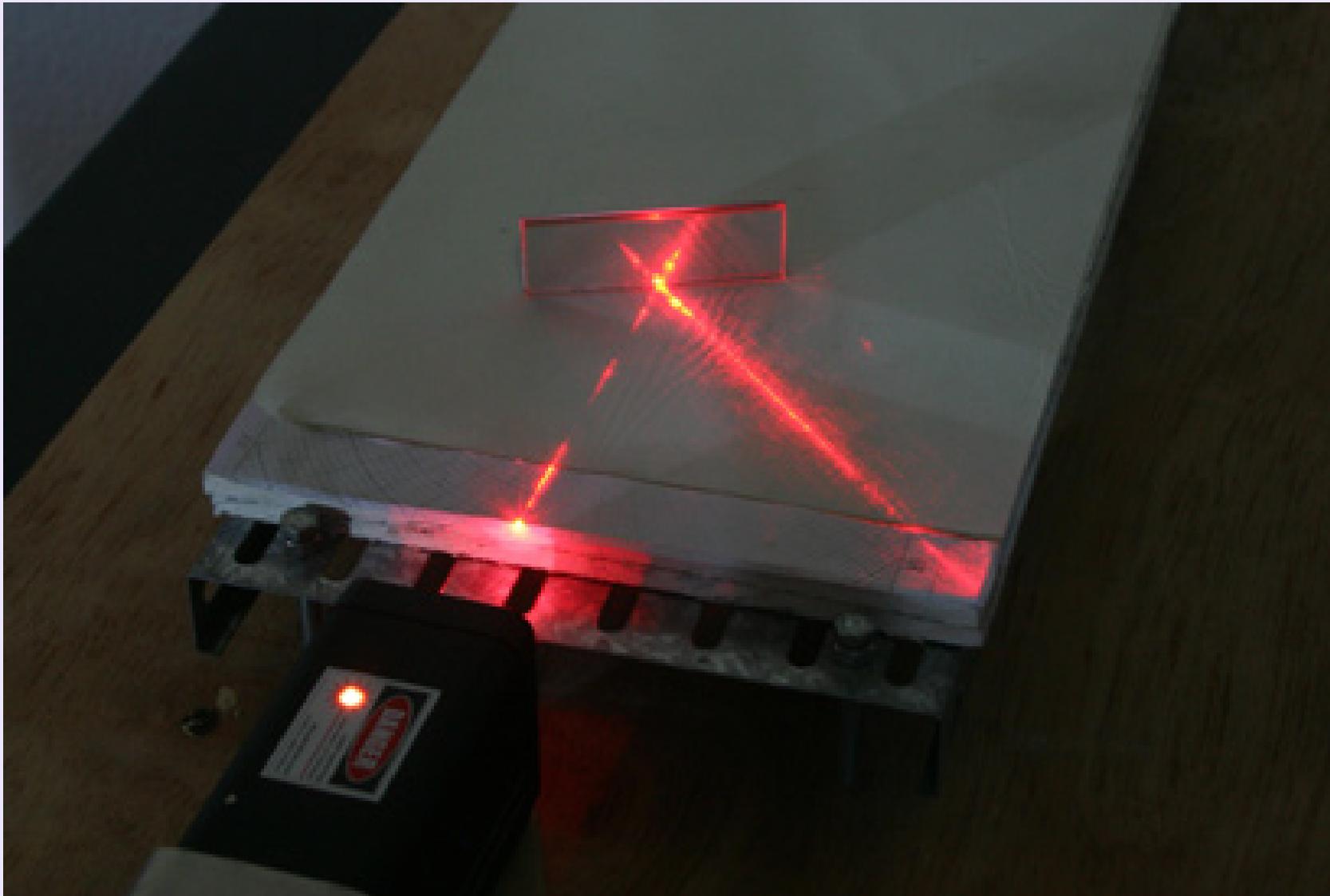


Figura 1 - Mesa óptica MO3, em demonstração de leis da reflexão para o espelho plano. O feixe progride num sentido antero-posterior, do laser para o espelho plano, sendo reflectido. Observe as imagens do traço do feixe dadas pelo espelho

[página 6](#)

[página 8](#)



O2 - Observar e descrever o trajectos da luz num prisma recto

- a) Coloque o papel polar ou milimétrico na mesa e coloque o prisma na configuração de periscópio como na [figura 2](#)
- b) Garantir a incidência normal na 1ª face e que o ponto de incidência na 2ª face esteja sobre o centro do papel polar
- c) Referenciar a situação. Desenhar no papel com lápis fino a posição do prisma e marcar os pontos por forma a desenhar a situação *a posteriori*
- d) Desenhar, descrever e explicar a situação com base nas leis da reflexão e refração
- e) Repetir a), b), c) e d) para outra posição do prisma, colocando no centro no papel polar o ponto da 1ª incidência e considerando os raios adicionais que obtém em relação à situação anterior

[Índice de
objectivos](#)

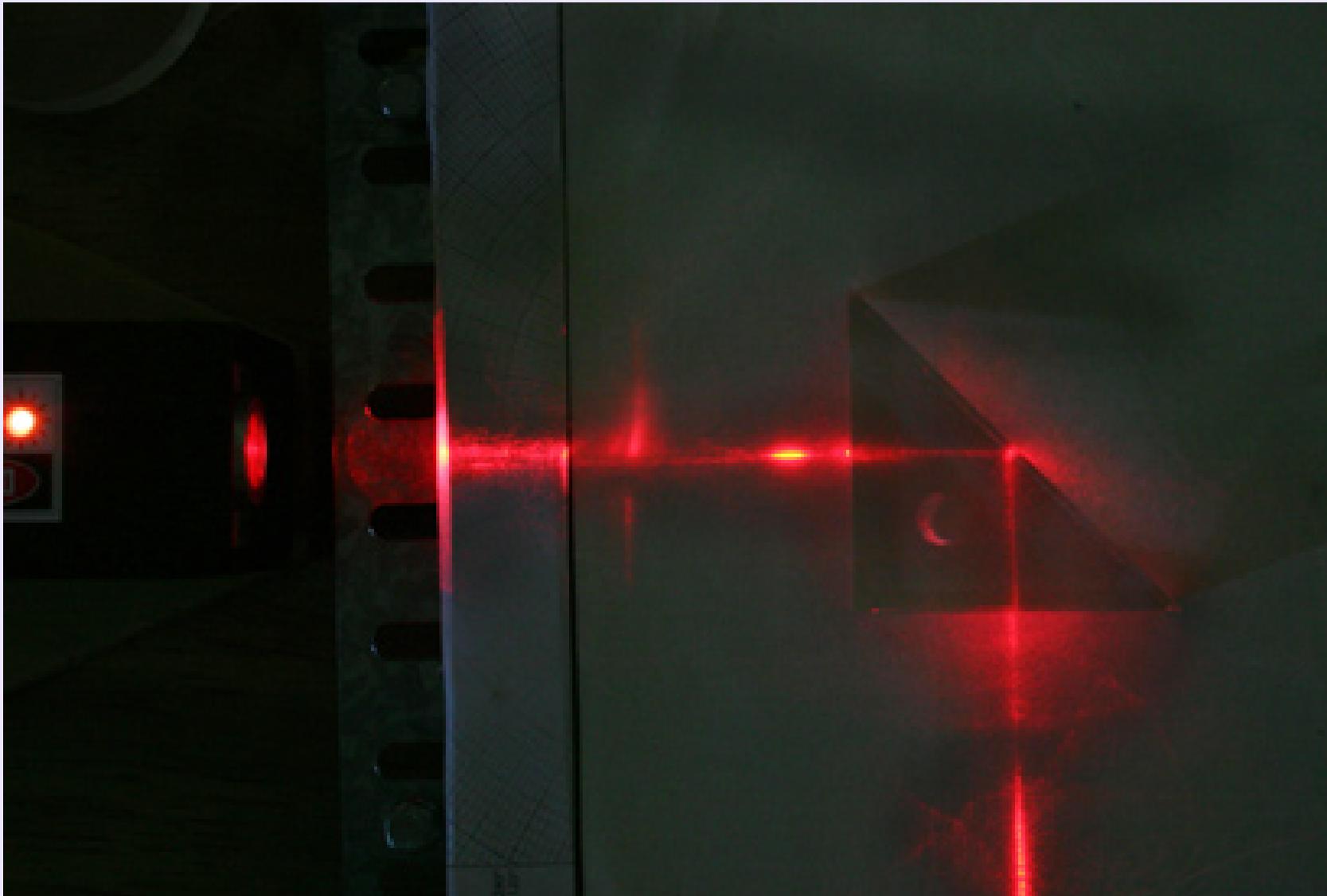


Figura 2 - Mesa óptica MO3 em demonstração de periscópio com prisma recto. O feixe laser progride da esquerda para a direita

[página anterior](#)



O3 - Medir os ângulos de incidência e refração

- a) Colocar o papel polar ou milimétrico na mesa e posicionar o componente hemcilíndrico como na [figura 3](#)
- b) Garantir que na face de saída, o raio refractado na 2^a face, esteja na direcção do raio refractado na 1^a face e que o ponto de incidência na 1^a face esteja sobre o centro do papel polar
- c) Referenciar a situação de forma semelhante ao feito anteriormente
- d) Desenhar, descrever e explicar a situação com base nas leis da reflexão e refração
- e) Determinar o índice de refração do material

[índice de
objectivos](#)

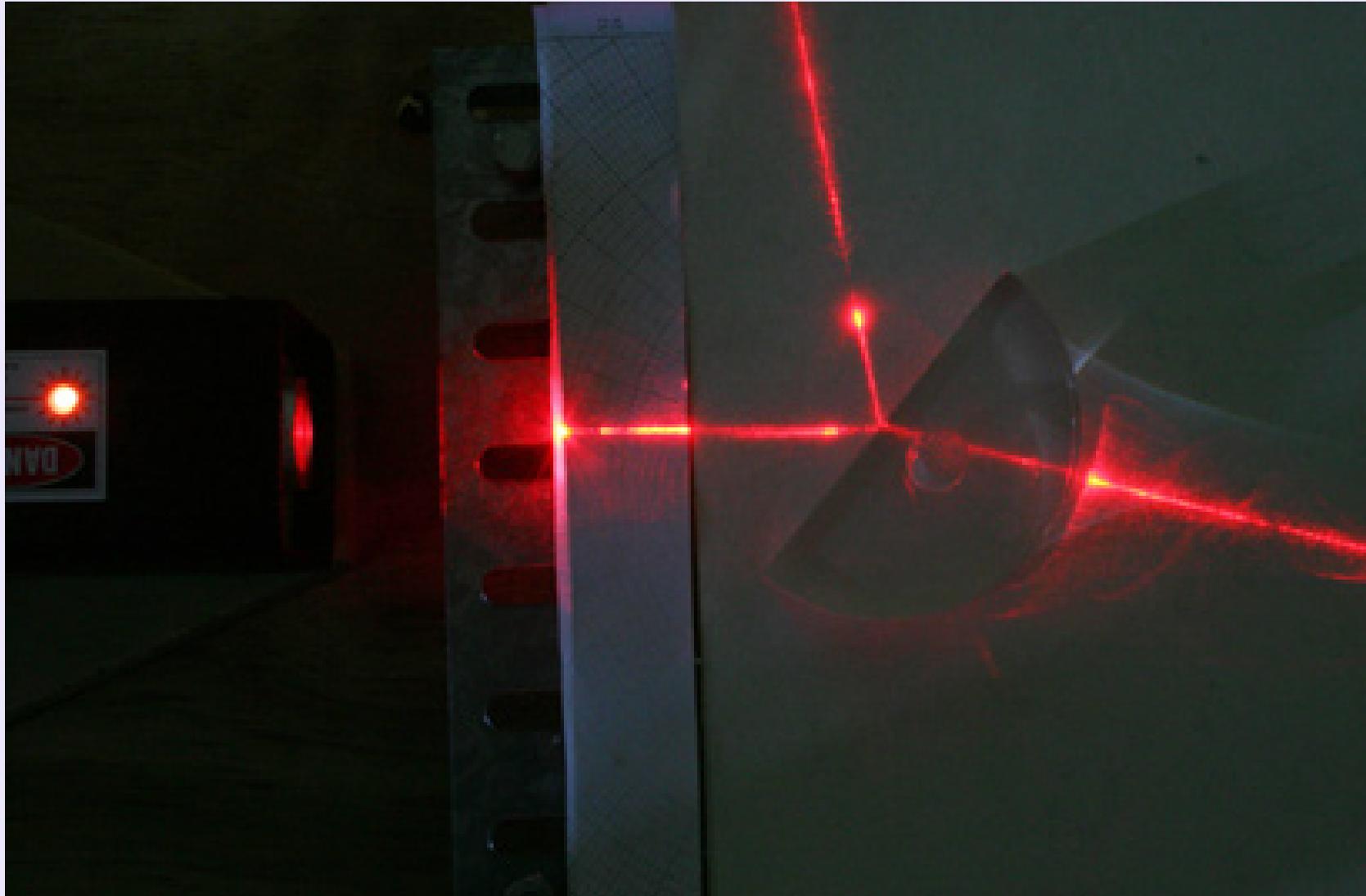


Figura 3 - Mesa óptica MO3 em demonstração das leis da reflexão e refração com componente hemcilindrico. O feixe laser progride da esquerda para a direita

[página anterior](#)



O4 - Medir e observar o ângulo crítico para a reflexão interna

- a) Colocar o papel polar ou milimétrico e o componente hemecilíndrico na mesa como na [figura 4](#)
- b) Garantir que na 1ª face o raio refractado esteja na direcção do raio incidente e que o ponto de incidência na 2ª face esteja sobre o centro do papel polar
- c) Começar por um pequeno ângulo de incidência na 2ª face, por forma a observar um raio transmitido partindo desta 2ª face (plana)
- d) Rodar a peça por forma aumentar o ângulo de incidência na 2ª face até que o raio transmitido saia rasante, i.e., tangencial à face de saída. Ter o cuidado de manter as condições da alínea b), como se observa na figura 4

[índice de
objectivos](#)



- e) Referenciar a situação
- f) Desenhar a situação *a posteriori*, e determinar os ângulos
- g) Descrever e explicar a situação com base nas leis da reflexão e refração
- h) Determinar o índice de refração do material

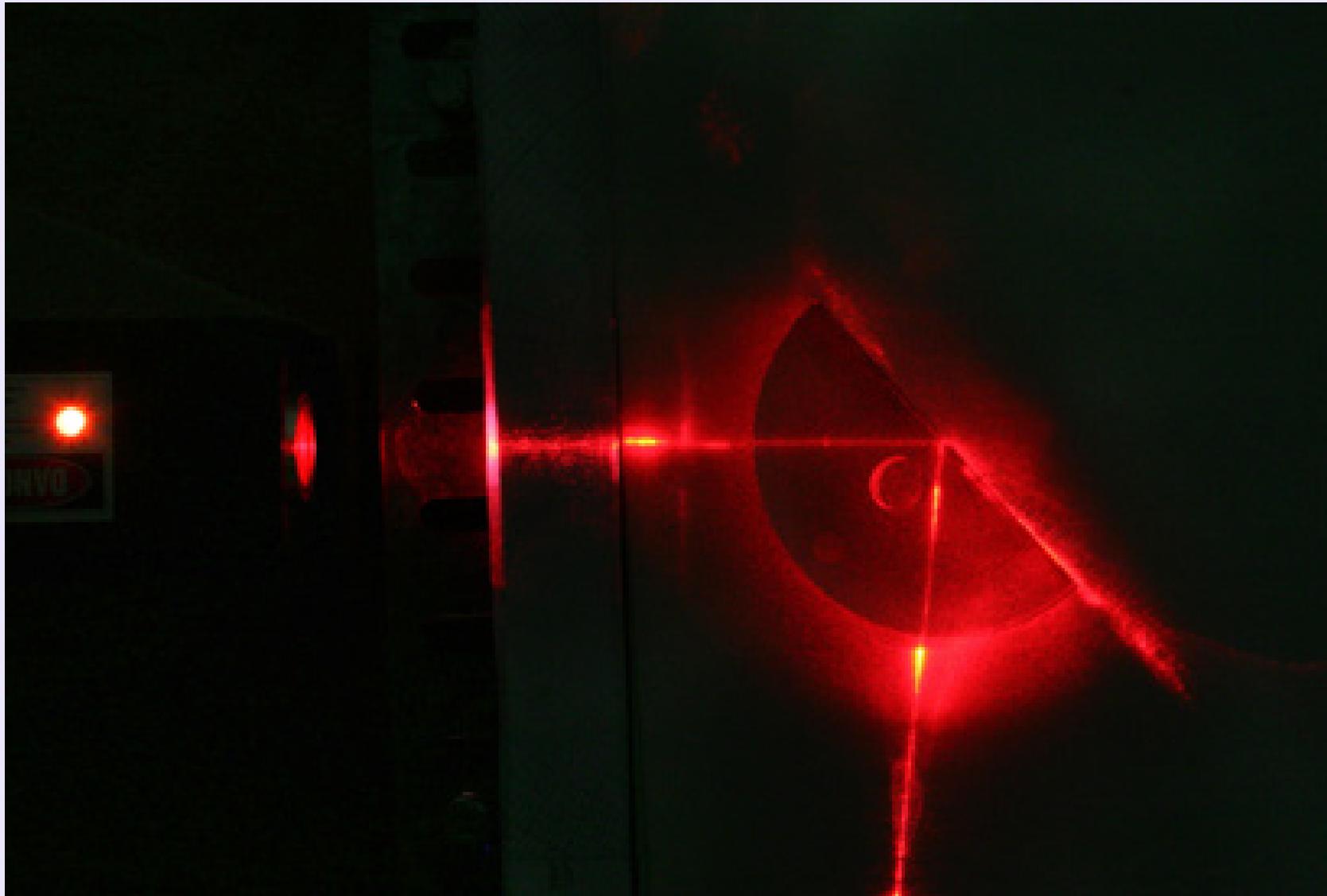


Figura 4 - Mesa óptica MO3 em demonstraçãõ de ângulo crítico com componente hemecilíndrico. O feixe laser progride da esquerda para a direita

[página anterior](#)



O5 - Medir o ângulo de desvio mínimo dum prisma

- a) Colocar as placas da mesa por forma a ter uma configuração semelhante à da [figura 6](#) e que permita a rotação livre do prisma num plano rebaixado em relação ao plano do feixe laser
- b) Cortar e colocar o papel polar na mesa de maneira a poder rodar o prisma mantendo o seu vértice sobre o centro do papel polar
- c) Colocar o prisma com o vértice ligeiramente acima do centro do papel polar e apontar o laser sobre o centro do papel polar
- d) Rodar o prisma partindo dos maiores para os menores ângulos de incidência na 1^a face, por forma a determinar a situação de desvio mínimo

[Índice de
objectivos](#)



- e) Referenciar a situação e desenhar a situação *a posteriori*
- f) Medir as grandezas necessárias e determinar o índice de refração do material do prisma usando a expressão adequada



O6 - Medir o desvio lateral numa lâmina espessa de faces paralelas

- a) Colocar a lâmina de faces paralelas na mesa por forma observar claramente o desvio lateral do feixe
- b) Referenciar a situação e desenhar a situação *a posteriori*
- c) Desenhar, medir o desvio lateral e explicar a situação com base nas leis da refração
- d) Determinar o índice de refração do material da lâmina



O7 - Determinar o foco dum espelho parabólico

- a) Colocar o papel milimétrico na configuração escolhida e o espelho parabólico, de maneira a que o eixo óptico coincida com o traço do feixe laser
- b) Referenciar a situação
- c) Deslocar o laser para cima e para baixo do eixo óptico, paralelamente a si próprio com o suporte encostado ao batente direito da mesa, para obter mais 3 situações semelhantes à da [figura 5](#) respeitante ao espelho esférico
- d) Referenciar as situações. Observar que nenhum raio sofre duas reflexões no espelho
- e) Desenhar as situações
- f) Verificar que o sistema é perfeitamente focalizador. Determinar o foco “perfeito” e a distância focal. Obter a equação da parábola

[índice de
objectivos](#)



O8 - Determinar o foco dum espelho esférico

- a) Colocar o papel milimétrico na configuração escolhida e o espelho esférico, de maneira a que o eixo óptico coincida com o traço do feixe laser
- b) Referenciar a situação
- c) Deslocar o laser para cima e para baixo do eixo óptico, paralelamente a si próprio com o suporte encostado ao batente direito da mesa. Observar que para os raios mais distantes do eixo óptico se obtêm duas ou mais reflexões no espelho
- d) Abrir a cortina da janela em frente do espelho e observar a cáustica de reflexão. (Ver [Anexo 3](#))
- e) Deslocar o laser para cima e para baixo do eixo óptico para obter situações semelhantes à da [figura 5](#)

[índice de
objectivos](#)

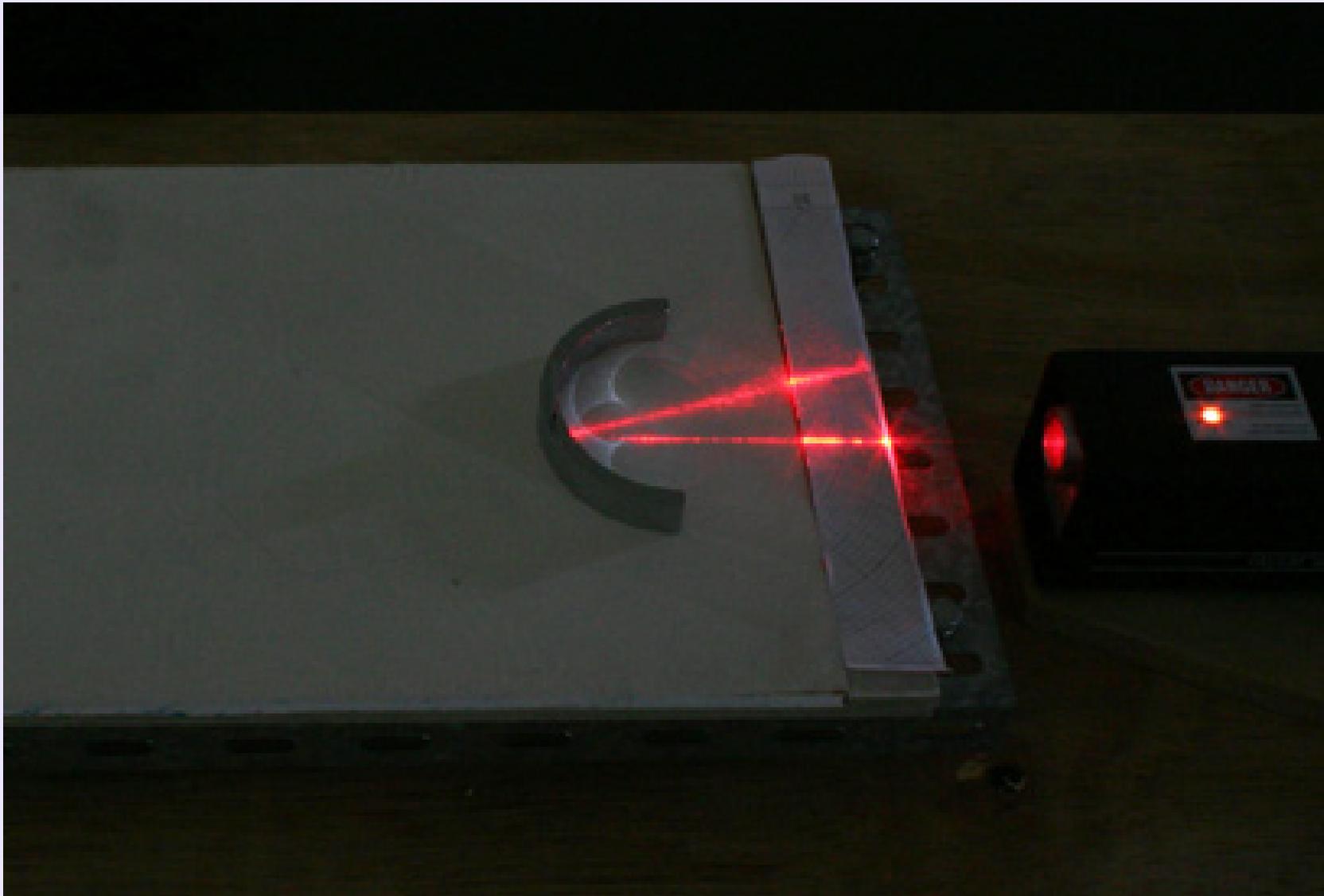


Figura 5 - Mesa óptica MO3 em demonstração e determinação do foco em espelho esférico. Observe na figura duas cáusticas de reflexão (Ver [Anexo 3](#)). O feixe laser na incidência progride da direita para a esquerda

[página 20](#)

[página 21](#)



O9 - Determinar os focos duma lente convergente, duma lente divergente e dum dioptro esférico

- a) Colocar as placas da mesa de forma a ter uma configuração semelhante à da [figura 6](#). e que permita colocar os componentes num plano rebaixado em relação ao plano do feixe laser. Manter mínima a área rebaixada, mas suficiente para acomodar os componentes
- b) Cortar e colocar o papel milimétrico na mesa
- c) Colocar a lente convergente na mesa como na [figura 6](#), mas de maneira a que o eixo óptico coincida com o traço do feixe laser
- d) Deslocar o laser para cima e para baixo do eixo óptico, paralelamente a si próprio com o suporte encostado ao batente direito da mesa



- e) Escolher e referenciar as situações que lhe permitam determinar o foco
- f) Reconstituir a folha de papel milimétrico colando as três secções numa folha normal desenhar as situações, determinar os focos imagem e objecto e a distância focal
- g) Repetir as acções de b) a g), para a lente divergente
- h) Repetir as acções de b) a g), para o dioptro esférico que é simulado pelo componente hemecilíndrico com o feixe incidindo na normal à face plana
- i) Determinar o valor experimental da distância focal objecto, tendo em conta a reversibilidade dos trajectos luminosos
- j) Calcular as distâncias focais imagem e objecto servindo-se do índice de refração já determinado para o componente e da expressão adequada

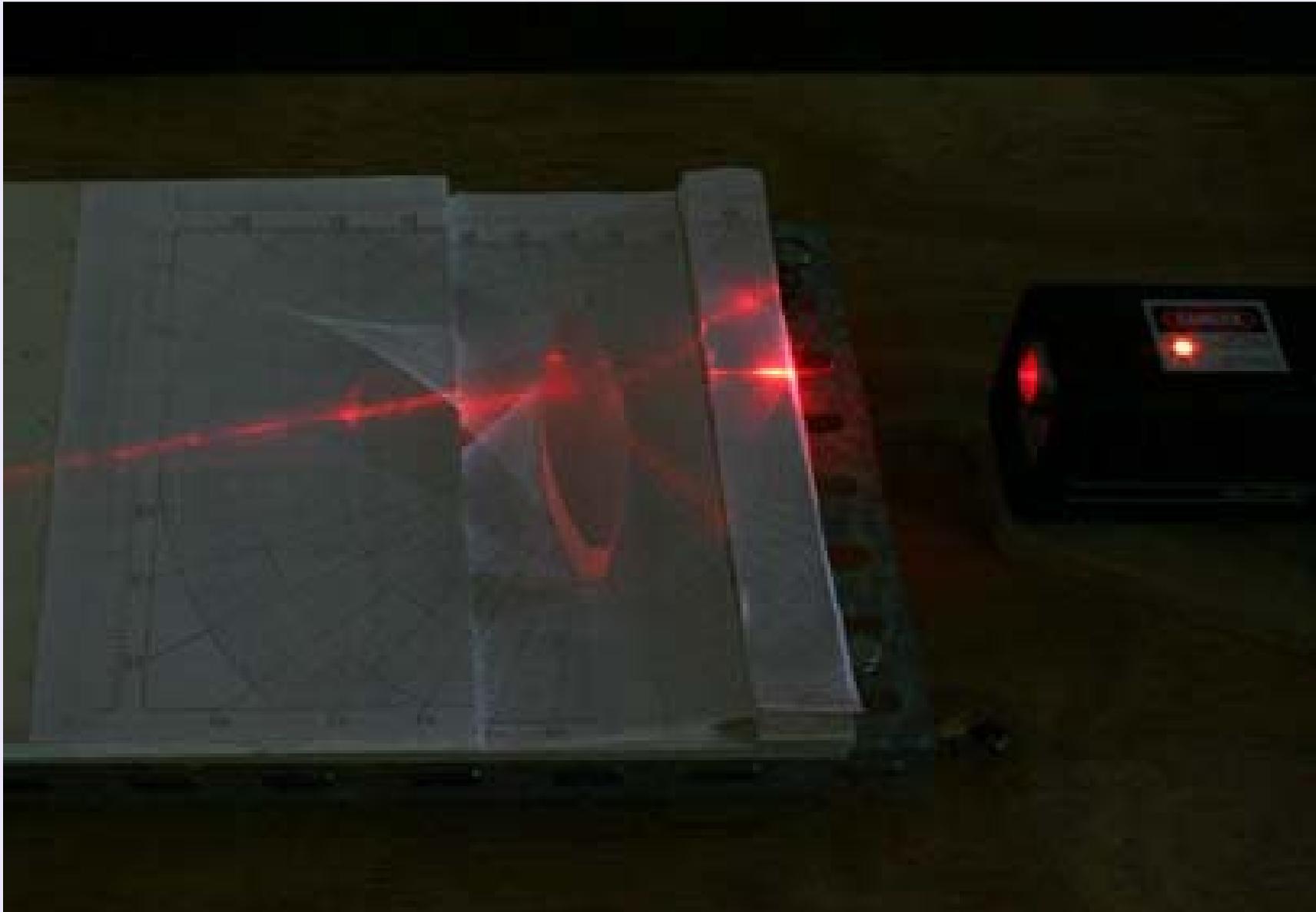


Figura 6 - Mesa óptica MO3 em demonstração de lente convergente. O feixe laser na incidência progride da direita para a esquerda

[página 5](#)

[página 6](#)

[página 17](#)

[página 24](#)



Relatório

Produzir um relatório muito sucinto e organizado por objectivos. Apresente agrupados por objectivos, os registos e desenhos, esquemas, medidas, cálculos e conclusões das actividades em torno de cada objectivo.

Para o objectivo O4, integrar adicionalmente no relatório uma pequena introdução teórica e uma discussão sobre as aplicações da reflexão interna total.

No objectivo O8 discutir no relatório as condições em que o espelho esférico se pode considerar focalizador.

Consultar o documento [Notas para elaboração de relatórios sintéticos de I & D e de trabalhos experimentais](#). Não o usar como receita única mas sim como guia.



Índice de navegação

Índice de Aulas Teóricas

AT1 – Introdução à disciplina de Óptica Aplicada

AT2 – Introdução à Óptica Aplicada

AT3 – Campo Electromagnético

AT4 – Propagação

AT5 – Óptica Geométrica

AT6 – Olho Humano

AT7 – Radiometria

AT8 – Interferências

AT9 – Difracção



Índice de Trabalhos Experimentais

TE1 – Fenómenos ondulatórios em tina de ondas

TE2 – Reflexão e refração. Espelhos, dioptros e lentes

TE3 – Formação de imagem. Polarização

TE4 – Laser e fibras ópticas

TE5 – A rede de difração. Estudo dum CD e monocromador

TE6 – Óptica visual e instrumentação

TE 7 – Experiência de Young. Interferências