

1322 – Interferômetro de Michelson



Roteiros elaborados com base na documentação que acompanha o conjunto por:
Otávio Augusto T. Dias IFT-SP & Elias da Silva PUC-SP

Conceitos utilizados

Interferência, comprimento de onda, índice de refração, velocidade da luz, fase, fonte virtual de luz.

Princípios

A luz sofre interferência, após passar por espelhos conforme a montagem de Michelson. O comprimento de onda é determinado ao deslocar-se um dos espelhos.

Equipamentos

	127 V	220 V	
Filtro de polarização, 50 x 50 mm	08613.00	08613.00	2
Célula de vidro para efeito Faraday	08625.00	08625.00	1
Pé magnético para base prato óptico	08710.00	08710.00	3
Suporte de ajuste 35 x 35 mm	08711.00	08711.00	2
Suporte de ajuste 35 x 35 mm	08711.00	08711.00	1
Suporte de ajuste 35 x 35 mm	08711.00	08711.00	1
Superfície espelhada 30 x 30 mm	08711.01	08711.01	2
Prendedor para diafragma./divisor de feixe	08719.00	08719.00	1
Divisor de feixe 1/1, n?o polarizado	08741.00	08741.00	1
Divisor de feixe 1/1, n?o polarizado	08741.00	08741.00	1
Bomba de vácuo manual	08745.00	08745.00	1
Suporte com escala no suporte deslizante	09823.00	09823.00	1
Tela, branca, 150x150mm	09826.00	09826.00	1
Base imantada	11602.00	11602.00	1
Prendedor de diafragma, ajustável	11604.09	11604.09	2
Prendedor de lente com lente f=+20mm	41724.9E	41724.9E	1
Laser, HeNe, 0.5 mW polarização aleatória	41725.0S	41725.0E	1
Mangueira de silicone	41725.1E	41725.1E	1
Placa de base com ajustador de precisão para espelho	41727.2E	41727.2E	1
Suporte p/ cuvette	41727.3E	41727.3E	1
Prato de vidro 50x50 mm	41727.4E	41727.4E	1
Prendedor de prato com direcionador modificado	41727.5E	41727.5E	1
Lente TWYMAN GREEN no prendedor	41727.6E	41727.6E	2
Suporte COMP. LINSE	41727.7E	41727.7E	1

1322 – Interferômetro de Michelson

Problemas

Determinação do comprimento de onda da luz laser utilizada.

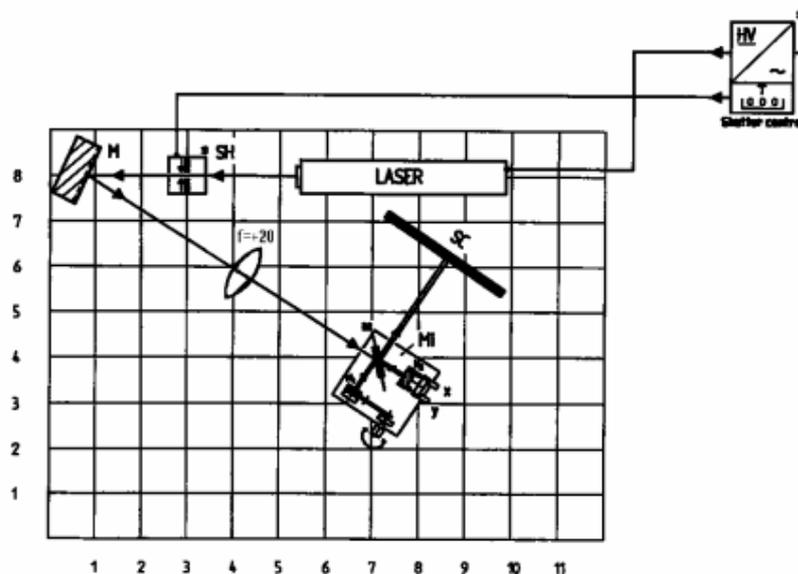


Fig.1: Montagem experimental para interferômetro de Michelson

Montagem e procedimentos

A montagem experimental é a mostrada na fig.1. A altura recomendada da montagem (altura da trajetória do feixe) é de 110 mm.

Após o caminho do feixe de laser estar ajustado com o espelho regulável M, os dois espelhos do interferômetro estarão ajustados.

Para iniciar, as lentes fixadas de $f=+20$ mm, devem ser removidas. O feixe de laser encontra-se com o espelho semi transparente em um ângulo de 45° e é dividido.

Os dois feixes parciais são refletidos pelo espelho correspondente e se encontram na tela SC.

Os dois pontos luminosos são então sobrepostos através do ajuste em um dos dois espelhos.

O ponto luminoso é ofuscado ao se introduzir as lentes fixas $f=+20$ mm no caminho do feixe de laser. Obten-se um ponto luminoso sem nenhuma figura de difração, ou seja, não há nem anéis de difração nem linhas.

Com um ajuste cuidadoso, pode-se obter círculos concêntricos.

Para medir o comprimento de onda, o parafuso do micrômetro é girado para qualquer posição inicial, para a qual o centro do anel de interferência seja escuro.

1322 – Interferômetro de Michelson

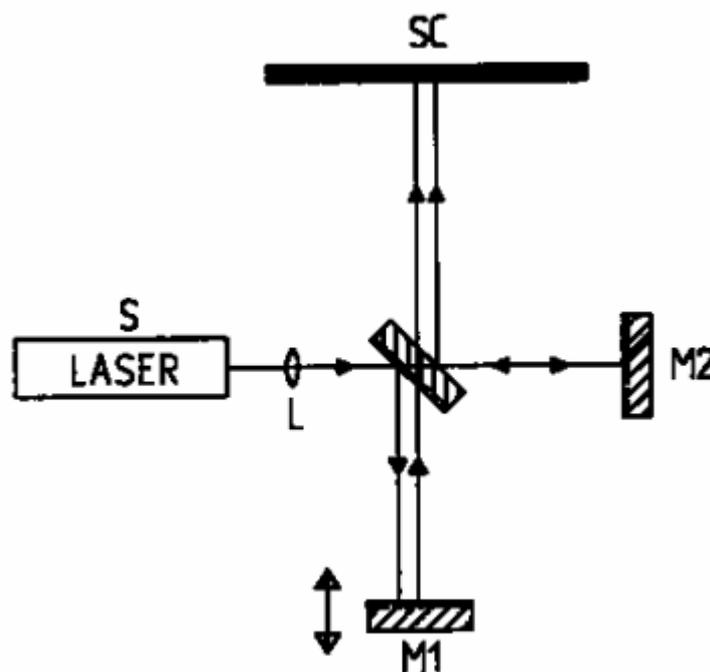


Fig.2 : Montagem experimental do interferômetro de Michelson.

Devido ao livre movimento do espelho, o parafuso do micrômetro pode ser girado ainda mais na mesma direção. Ao fazer isto, conta-se os períodos dos máximos e mínimos.

O percurso do espelho pode ser contado através do micrômetro e dividido por 10 (transmissão da alavanca 1:10).

Sugestão: se o centro do anel sair fora do ponto luminoso, será necessário novo ajuste.

Teoria e Análise

Se duas ondas de mesma frequência ω e diferentes amplitudes e fase, atingem o mesmo ponto, elas irão se superpor na forma:

$$y = a_1 \text{sen}(\omega t - \alpha_1) + a_2 \text{sen}(\omega t - \alpha_2)$$

A onda resultante pode ser descrita por:

$$y = A \text{sen}(\omega t - \alpha)$$

1322 – Interferômetro de Michelson

com a amplitude $A^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2 \cos \delta$ (1)

e a diferença de fase $\delta = \alpha_1 - \alpha_2$

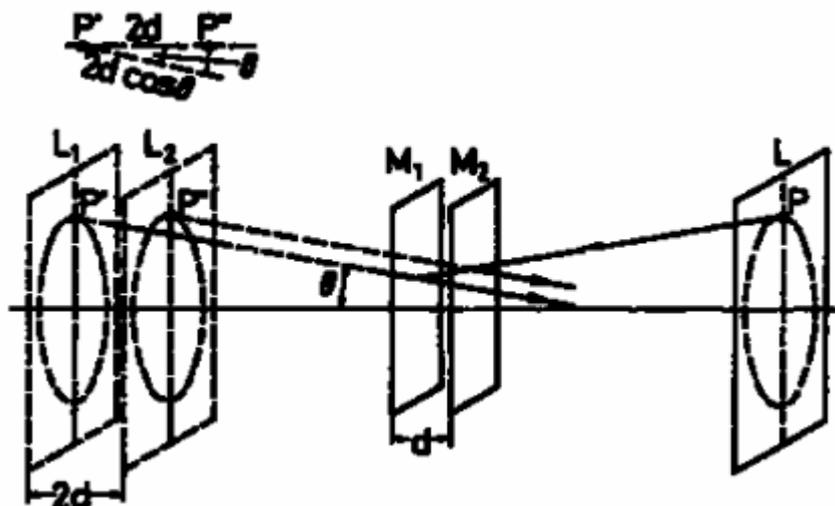


Fig.3: Formação dos anéis de interferência.

No interferômetro de Michelson, O feixe de luz é dividido em dois feixes parciais por uma lâmina de vidro semi transparente (separação da amplitude), refletido por dois espelhos e trazido novamente para interferir novamente após passar pela lâmina de vidro (fig.2). Como apenas pincéis de luz extensos podem mostrar anéis de interferência, o feixe de luz é aberto através de uma lente entre o laser e a lâmina de vidro.

Se o espelho real M_1 for substituído por uma imagem virtual M_2' obtido através de reflexão na lâmina de vidro, um ponto P da fonte real de luz aparece como pontos P' e P'' de fontes virtuais L_1 e L_2 .

Devido aos diferentes trajetos da luz, obtem-se a seguinte diferença de fase com as designações da Fig.3:

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} 2d \cdot \cos \theta \quad (2)$$

onde λ é o comprimento de onda do laser utilizado. De acordo com (1), a distribuição de intensidade para $a_1 = a_2 = a$ é:

1322 – Interferômetro de Michelson

$$I \approx A^2 = 4 \cdot a^2 \cdot \cos^2 \frac{\delta}{2} \quad (3)$$

Assim os picos ocorrem quando δ for múltiplo de 2π , ou seja, com (2):

$$2 \cdot d \cdot \cos \theta = m \cdot \lambda \quad \lambda=1,2,\dots \quad (4)$$

Isto significa que anéis circulares são obtidos para valores fixos selecionados de m e d , pois θ permanece constante (c.f. Fig.3).

Se mudarmos a posição do espelho móvel M_1 , de forma que d diminua, de acordo com (4), o diâmetro dos anéis também diminuem, conforme m for fixado para este anel. Assim o anel irá desaparecer cada vez que d for diminuído de um valor de $\lambda/2$. O padrão do anel desaparece quando $d = 0$. Se M_1 e M_2 não forem paralelos, obtem-se faixas tortas, que começam a se ajustar para $d = 0$.

Para medir o comprimento de onda da luz, 500 mudanças de anéis foram contadas, com um desvio medido do espelho de $158 \mu\text{m}$. Através disto o comprimento de onda que é obtido tem o valor :

$$\lambda = 632 \text{ nm}$$

Determinação do índice de refração do ar com o interferômetro de Michelson

Conceitos utilizados

Interferência, comprimento de onda, índice de refração, velocidade da luz, fontes de luz virtuais.

Princípios

A luz sofre interferência, após passar por espelhos conforme a montagem de Michelson. Mudando-se a pressão no interior de um recipiente localizado no trajeto do laser, nos permite determinar o índice de refração do ar.

Equipamentos

Prato base com pé de borracha
Laser HeNe

1322 – Interferômetro de Michelson

Suporte ajustável 35 x 35 mm
 Superfície espelhada 30 x 30 mm
 Pé magnético
 Interferômetro de Michelson
 Suporte de componentes
 Lentes fixadas, $f=+20$ mm
 Recipiente para efeito Faraday
 Bomba de vácuo manual c/ manômetro
 Prendedor universal com articulação
 Conector T, $d=8$ mm
 Peça de redução 8/4 mm 3 peças
 Mangueira de vácuo, $d=6$ mm 6 x 5,1 m
 mangueira de silicone $d= 3$ mm, 1m
 Tela, branca 150 x 150 mm

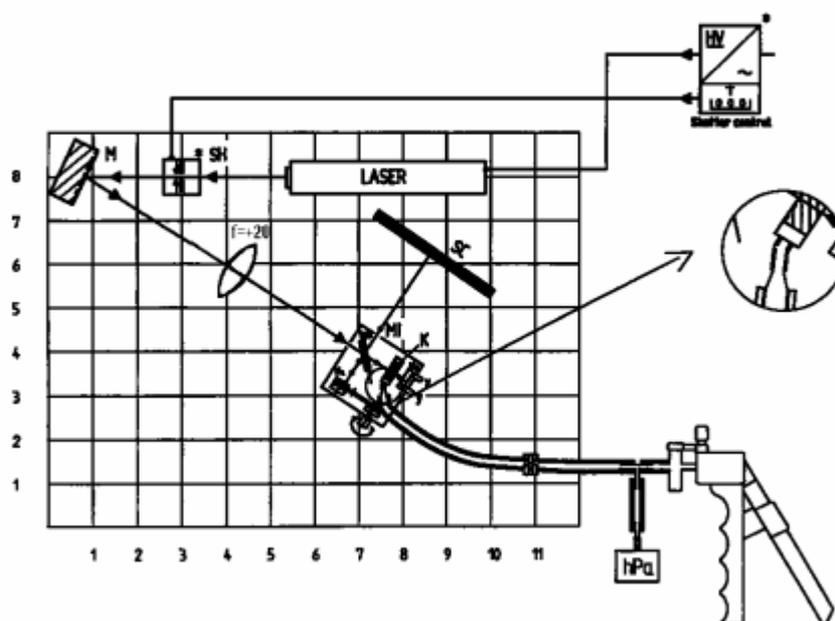


Fig.1: Montagem experimental para determinação do índice de refração do ar com o interferômetro de Michelson.

Montagem e procedimento

A montagem experimental é a mostrada na fig.1. A altura recomendada para a montagem (altura do trajeto do feixe) deve ser de aproximadamente 110 mm. O recipiente é fixado ao interferômetro e conectado à bomba de vácuo e ao manômetro. Após ajustar o trajeto do feixe pelo o espelho regulável M_1 , o espelho e o interferômetro estarão ajustados.

1322 – Interferômetro de Michelson

Para iniciar, as lentes fixadas de $f = +20$ mm, devem ser removidas. O feixe de laser encontra com o espelho semi transparente em um ângulo de 45° e é dividido.

Os dois feixes parciais são refletidos pelo espelho correspondente e se encontram na tela S.

Os dois pontos luminosos são encontrados através do ajuste em um dos dois espelhos.

O ajuste se mantém até que os anéis de interferência concêntricos fiquem bem visíveis no centro.

Para determinar o índice de refração, o parafuso do micrômetro é girado para a sua posição inicial, na qual o centro do anél de interferência fique escuro.

A pressão no recipiente é diminuída através da bomba manual. Conforme o centro dos anéis de interferência apresente um mínimo de intensidade, a pressão e o correspondente número de mínimos percorridos são registrados.

É diminuída a pressão no sistema através da alavanca da bomba manual.

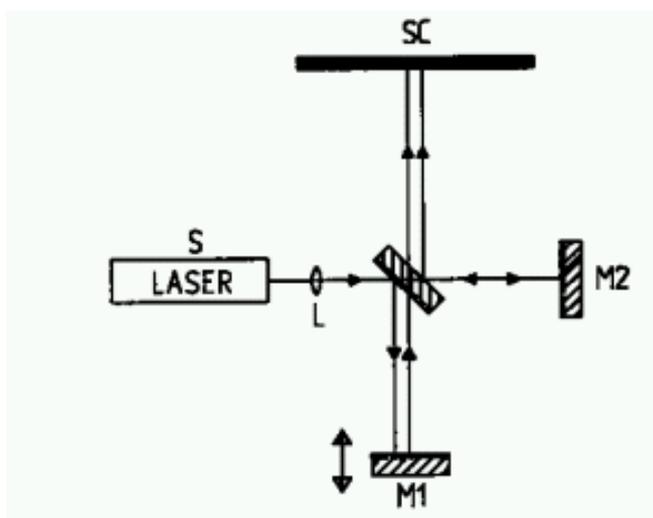


Fig.2: Montagem de Michelson para Interferômetro.

Teoria e Análise

Referente ao interferômetro de Michelson:

Se duas ondas de mesma frequência ω e diferentes amplitudes e fases incidem sobre o mesmo local, elas se superpõem para formar

$$y = a_1 \sin(\omega t - \alpha_1) + a_2 \sin(\omega t - \alpha_2).$$

A onda resultante pode ser descrita por $y = A \sin(\omega t - \alpha)$, com a amplitude

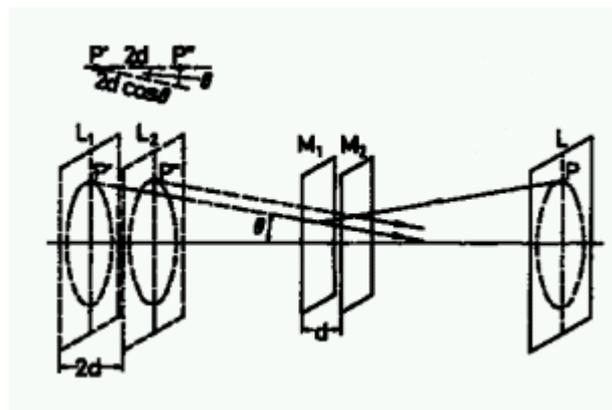
$$A^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2 \cos \delta \quad (1)$$

1322 – Interferômetro de Michelson

e a diferença de fase

$$\delta = \alpha_1 - \alpha_2.$$

Fig.3: Formação de anéis de interferência.



No interferômetro de Michelson, a luz é dividida em dois feixes parciais por um prato de vidro semi-transparente (dividindo a amplitude), refletida por dois espelhos e levadas à interferir após o prato de vidro. Como apenas pontos de luz extendidos podem mostrar anéis de interferência, o feixe de luz é alargado por um sistema correspondente entre o laser e o prato de vidro.

Se um espelho real M_2 for trocado por sua imagem virtual M_2' obtida através da reflexão do prato de vidro, um ponto P da fonte de luz real aparece como pontos P' e P'' das fontes de luz virtuais L_1 e L_2 .

Devido à interferência dos caminhos dos feixes, e com as designações usadas na fig. 3, a diferença de fase é

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} 2d \cos \Theta, \quad (2)$$

onde λ é o comprimento de onda do laser utilizado.

De acordo com (1), a distribuição de intensidade para $a_1=a_2=a$ é

$$I - A^2 = 4a^2 \cos^2 \frac{\delta}{2}. \quad (3)$$

Máximos ocorrem, então, quando δ é um múltiplo de 2π , ou seja, quando em (2)

$$2d \cos \Theta = m\lambda; \quad m = 1, 2, \dots \quad (4)$$

que é o mesmo que dizer que encontra-se anéis para valores fixos de m e d , já que Θ permanece constante (ver fig. 3).

1322 – Interferômetro de Michelson

Se for modificada a posição do espelho móvel \mathbf{M}_1 , de modo que ocorra, por exemplo, decréscimo em d , o diâmetro do anel também diminui de acordo com (4), já que m é fixo para este anel.

Logo um anel desaparece toda vez que d for decrescido de $\lambda/2$. Para $d=0$, o padrão de anel desaparece. Se \mathbf{M}_1 e \mathbf{M}_2 não forem paralelos, obtém-se faixas encurvadas que se tornam retas para $d=0$.

A fim de medir o índice de refração n do ar, um recipiente cheio de ar e com paredes planas, paralelas, é usada.

O índice de refração n de um gás depende linearmente da pressão P . Para uma pressão $P=0$, tem-se o vácuo absoluto, de modo que $n=1$.

O quociente da diferença $\Delta n/\Delta P$ é determinado como

$$\frac{\Delta n}{\Delta P} = \frac{n(P + \Delta P) - n(P)}{\Delta P} \quad (6)$$

onde $n(P)$ é o índice de refração do gás na câmara. Os caminhos da onda óptica d , é

$$d = n(P)s \quad (7)$$

onde s é o comprimento geométrico do recipiente vazio. Deve-se levar em conta que a luz passa duas vezes pelo caminho, por causa da reflexão do espelho. Então, variando a pressão dentro do recipiente por ΔP , o caminho óptico é variado por Δd ,

$$\Delta d = n(P + \Delta P)s - n(P)s. \quad (8)$$

Observa-se uma modificação no padrão do anel com mudanças na pressão (o centro do padrão de interferência do anel alternadamente mostra máximos e mínimos). Começando com uma pressão ambiente P_0 , observa-se, quando a pressão é reduzida, N vezes a restauração da posição inicial dos padrões de interferência (ou seja, um mínimo de intensidade no centro do anel) até uma certa pressão P . Uma mudança de mínimo à mínimo corresponde à uma modificação do caminho óptico por um comprimento de onda λ .

Logo, entre a pressão P e $P + \Delta P$, o caminho óptico muda de

$$\Delta d = (N(P) - N(P + \Delta P))\lambda. \quad (9)$$

De (8) e (9), e levando em consideração que o recipiente é atravessado duas vezes pela luz, obtém-se

$$n(P + \Delta P) - n(P) = -(N(P + \Delta P) - N(P)) \frac{\lambda}{2s} \quad (10)$$

1322 – Interferômetro de Michelson

e, com (8),

$$\frac{\Delta n}{\Delta P} = -\frac{\Delta N}{\Delta P} \frac{\lambda}{2s}. \text{ Tabela 1:}$$

Número de N de mínimos encontrados com a pressão P correspondente.

Pressão normal P_0 era de 968 hPa.

ΔN	P(hPa)	ΔP (hPa)	$\Delta N/\Delta P$
1	878	110	$9,091 \times 10^{-3}$
2	768	220	$9,091 \times 10^{-3}$
3	858	332	$9,036 \times 10^{-3}$
4	540	448	$8,928 \times 10^{-3}$
5	438	550	$9,091 \times 10^{-3}$

As tabela 1 e a fig. 4 mostram um exemplo de medidas. À partir dos valores medidos com $s=10$ mm, é obtido como uma média para a modificação do índice de refração com mudança de pressão ($\Delta n/\Delta P$),

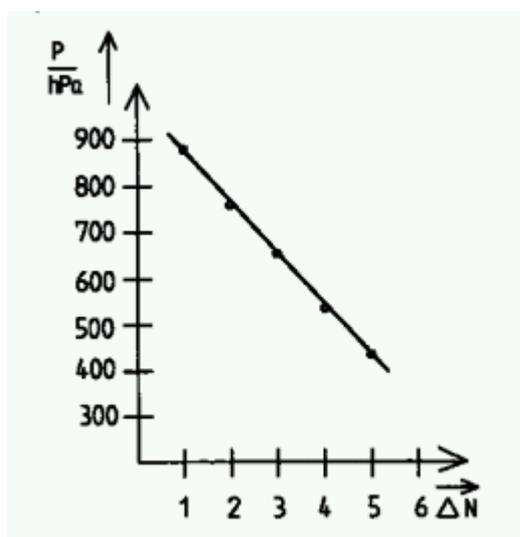
$$\frac{\Delta n}{\Delta P} = -\frac{\Delta N}{\Delta P} \frac{\lambda}{2s} = 2,862 \cdot 10^{-7}.$$

Quando introduzido em (5), é obtido o índice de refração $n=1,00282$.

O valor dado pela literatura para pressão normal ($P=1013$ hPa), temperatura de 22°C e comprimento de onda $\lambda=632,8$ nm, é $n = 1,000269$.

Dica: Em condições adequadas, até 8 mudanças ΔN podem ser medidas de mínimo à mínimo.

Fig.4



1322 – Interferômetro de Michelson**Determinação do índice de refração do CO₂ com o interferômetro de Michelson****Conceitos utilizados**

Interferência, comprimento de onda, índice de refração, velocidade da luz, fonte de luz virtual.

Princípios

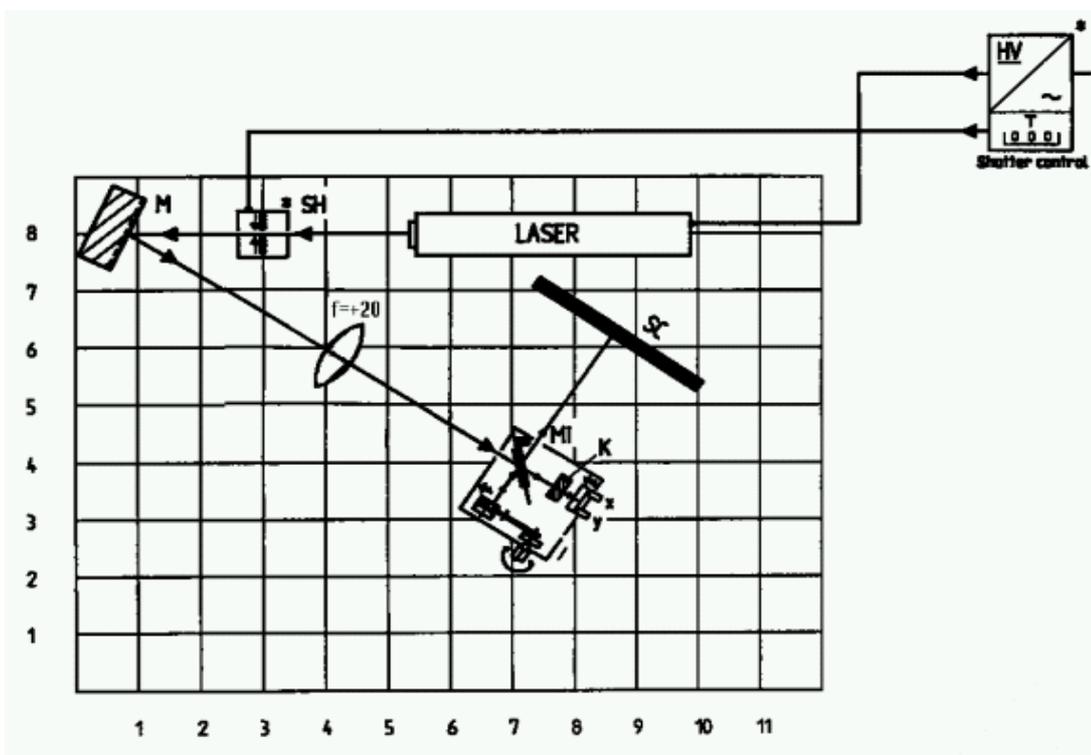
A luz sofre interferência, após passar por espelhos conforme a montagem de Michelson. Mudando a pressão no interior de um recipiente de medida localizado no trajeto do laser, permite a determinação do índice de refração do ar.

Equipamentos

Prato base com pé de borracha	1
Laser HeNe	1
Suporte ajustável 35 x 35 mm	1
Superfície espelhada 30 x 30 mm	1
Pé magnético	4
Interferômetro de Michelson	1
Tela, branca 150 x 150 mm	1
Recipiente para efeito Faraday	1
Mangueira de Silicone, $d=5$ mm, 5 x 1, 1m	1
Grampo universal com articulação	1
Suporte de componentes	1
Suporte com lentes, $f=+20$ mm	1

Fig.1: Montagem experimental para determinação do índice de refração do CO₂ através do interferômetro de Michelson (*necessário apenas para laser de 5 mW)

1322 – Interferômetro de Michelson



Montagem e procedimento

A montagem experimental é mostrada na fig. 1. A altura recomendada para a montagem (altura do trajeto do feixe) deve ser de aproximadamente 130 mm.

O recipiente é preso ao interferômetro de Michelson e uma peça conectora é fechada utilizando uma rolha de Teflon.

Após ajustar o trajeto do feixe ajustando o espelho **M**, o feixe é alargado pelas lentes, $f=+20$ mm.

Após isso, ambos os espelhos do interferômetro são ajustados.

O feixe laser incide no espelho semi-transparente em um ângulo de 45° e é dividido.

Ambos os feixes parciais são refletidos pelos espelhos correspondentes e incidem no anteparo **S**.

Os dois pontos de luz são superpostos através da utilização dos dois parafusos de ajuste de um dos dois espelhos. O ajuste é feito até que os círculos de interferência concêntrica estejam claramente visíveis no centro.

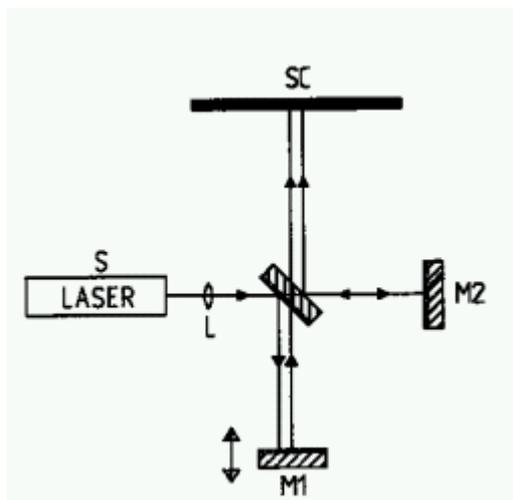
Para determinar o índice de refração, o micrômetro-parafuso é ajustado para uma posição inicial onde os círculos de interferência apareçam estar escuros.

A garrafa pressurizada de dióxido de carbono é conectada à pipeta de vidro pela válvula e uma mangueira de silicone. A pipeta de vidro é orientada através do grampo universal ajustado em um pé magnético de tal modo que a ponta aponte para a parte não fechada do recipiente.

A pressão no recipiente é diminuída com a bomba manual. Assim que o centro dos círculos de interferência mostrar um mínimo de intensidade, a pressão e a quantidade correspondente de mínimos passando são registradas.

1322 – Interferômetro de Michelson

Fig.2: Montagem de Michelson para Interferência.



A válvula de gás é aberta de tal maneira que o gás flua lentamente. Observa-se mudanças entre máximos e mínimos do anel de interferência. Tais mudanças param após certo tempo quando o recipiente é completamente preenchido com CO_2 .

Teoria e Análise

Referente ao interferômetro de Michelson:

Se duas ondas de mesma frequência ω e diferentes amplitudes e fases incidem sobre o mesmo local, elas se superpõem para formar

$$y = a_1 \sin(\omega t - \alpha_1) + a_2 \sin(\omega t - \alpha_2).$$

A onda resultante pode ser descrita por

$$y = A \sin(\omega t - \alpha),$$

com a amplitude

$$A^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2 \cos \delta \quad (1)$$

e a diferença de fase

$$\delta = \alpha_1 - \alpha_2.$$

1322 – Interferômetro de Michelson

No interferômetro de Michelson, a luz é dividida em dois feixes parciais por um prato de vidro semi-transparente (dividindo a amplitude), refletida por dois espelhos e levadas à interferir após o prato de vidro. Como apenas pontos de luz estendidos podem mostrar anéis de interferência, o feixe de luz é alargado por um sistema correspondente entre o laser e o prato de vidro.

Se um espelho real \mathbf{M}_2 for trocado por sua imagem virtual \mathbf{M}_2' obtida através da reflexão do prato de vidro, um ponto P da fonte de luz real aparece como pontos P' e P'' das fontes de luz virtuais \mathbf{L}_1 e \mathbf{L}_2 .

Devido à interferência dos caminhos dos feixes, e com as designações usadas na fig. 3, a diferença de fase é

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} 2d \cos \Theta, \quad (2)$$

onde λ é o comprimento de onda do laser utilizado.

De acordo com (1), a distribuição de intensidade para $a_1=a_2=a$ é

$$I - A^2 = 4a^2 \cos^2 \frac{\delta}{2}. \quad (3)$$

Máximos ocorrem, então, quando δ é um múltiplo de 2π , ou seja, quando em (2) $2d \cos \Theta = m\lambda$; $m = 1, 2, \dots$ (4)

que é o mesmo que dizer que encontra-se anéis para valores fixos de m e d , já que Θ permanece constante (ver fig. 3).

Se for modificada a posição do espelho móvel \mathbf{M}_1 , de modo que ocorra, por exemplo, decréscimo em d , o diâmetro do anel também diminui de acordo com (4), já que m é fixo para este anel.

Logo um anel desaparece toda vez que d for decrescido de $\lambda/2$. Para $d=0$, o padrão de anel desaparece. Se \mathbf{M}_1 e \mathbf{M}_2 não forem paralelos, obtém-se faixas encurvadas que se tornam retas para $d=0$.

Para medir o índice de refração do CO_2 , um recipiente previamente resfriado com ar e com paredes paralelas e planas é utilizado. Este recipiente é introduzido na trajetória do feixe entre o sistema de separação do feixe e um espelho. Como os índices de refração do ar e do CO_2 são diferentes, o índice de refração no recipiente é proporcional à quantidade de CO_2 introduzido.

O comprimento r da trajetória óptica do recipiente de comprimento geométrico l é então diferente para o ar e para o dióxido de carbono.

Como o feixe de luz atravessa duas vezes o recipiente, o comprimento geométrico da trajetória óptica é $s=2l$. Isso resulta em:

$$r_1 = n_1 s, \text{ para ar com índice de refração } n_1;$$

$$r_2 = n_2 s, \text{ para dióxido de carbono com índice de refração } n_2.$$

1322 – Interferômetro de Michelson

Contando as mudanças entre máximos e mínimos, a mudança do comprimento da trajetória óptica Δr é medida, porque a mudança de um mínimo para um máximo corresponde à uma mudança de $\lambda/2$.

Logo, $N\lambda/2 = \Delta r$, e obtém-se

$$r_2 = r_1 + \Delta r, \quad (5)$$

$$n_2 = n_1 + \Delta n \quad (6)$$

e de (5) e (6) segue que

$$\Delta r = s\Delta n. \quad (7)$$

Do experimento 4.2, sabe-se que quando o índice de refração é diminuído, os anéis de interferência aumentam de dentro para fora. Assim, a direção do movimento dos anéis permite que se determine se o índice de refração do gás examinado é maior ou menor do que o do ar.

Quando medido com CO_2 , o índice de refração é maior que o do ar, pois os anéis correm pra dentro quando o recipiente está cheio de CO_2 .

Uma medida mostrou que 9 mudanças entre máximos e mínimos podem ser observadas. Isso corresponde a uma modificação na trajetória óptica de $\Delta r = 4,5\lambda$. ($\lambda = 632,8 \text{ nm}$). O comprimento geométrico s do recipiente é 12 mm para as dimensões exteriores (o comprimento da coluna de CO_2 é 10 mm).

De acordo com (7) obtém-se

$$\Delta n = 1,4238 \cdot 10^{-4}.$$

Com o valor da literatura para o índice de refração do ar em temperatura normal e 20°C de $n_1 = 1,000272(2)$, obtém-se um índice de refração para o CO_2 de

$$n_2 = 1,000414(4).$$

O valor de literatura dado para o índice de refração do CO_2 em pressão normal e temperatura de 20°C é

$$n_2(\text{Lit.}) = 1,000416.$$

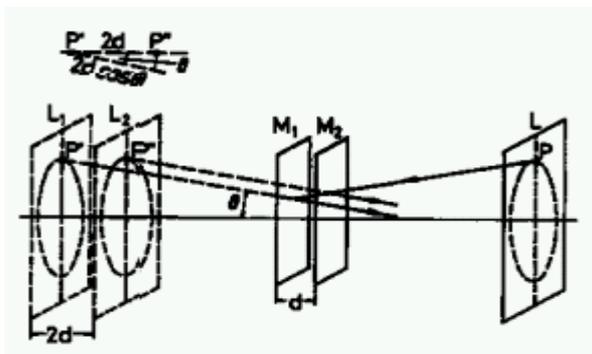


Fig.3: Formação de anéis de interferência.
Interferômetro de Twyman - Green

1322 – Interferômetro de Michelson**Temas relacionados**

Interferômetro de Michelson, interferência, índice de refração, velocidade da luz, fase.

Fundamentos e tarefas

Luz paralela é posta em interferência com um interferômetro de Michelson. Se um elemento óptico é posto no caminho do feixe, pode-se analisar várias falhas no elemento, qualitativamente utilizando as distorções nos padrões de interferência.

Equipamentos

Base prato com pés de borracha	1
Laser He Ne, 1 mW	1
Suporte ajustável, 35 x 35 mm	4
Superfície espelhada, 30 x 30 mm	4
Base magnética	6
Prendedor prato	1
Divisor de feixe, 50;50	1
Placa de vidro	1
Lentes com montagem, $f = +20$ mm	1
Lentes com montagem, $f = +50$ mm	1
Lentes com montagem, $f = +5$ mm	1
Prendedor de lentes para base prato	4
Tela, branca, 150 x 150 mm	1
Prendedor de diafragma, ajustável	1
Alternativos	
Laser He NE, 5 mW	1
Fonte de alimentação e chave para laser 5 mW	1

Objetivos

- Montagem de um Interferômetro de Twyman-Green utilizando componentes ópticos separados.
- Estudo qualitativo dos elementos ópticos que estão sendo irradiados com feixe de luz paralela pela observação dos padrões de interferência na tela.

Montagem e procedimento

A seguir, os pares de números nos parênteses referem-se a coordenadas na base de prato óptica de acordo com a Fig.1. Estas coordenadas são apenas um exemplo guia grosseiro. Para fazer a montagem experimental de acordo

1322 – Interferômetro de Michelson

com a Fig.1, a altura recomendada da montagem (altura do feixe de luz) é de 130 mm.

- As lentes L_1 $f = +5$ mm (1,6), L_2 , $f = +50$ mm (1,5) e L_3 , $f = 50$ mm (7,5) e o pane de vidro GI (9,4) não deve estar na posição, quando for fazer os ajuste iniciais.
- Quando ajustar o caminho do feixe com o espelho ajustável M_1 (1,8) e M_2 (1,4), o feixe estará alinhado com a quarta coordenada y da base prato.

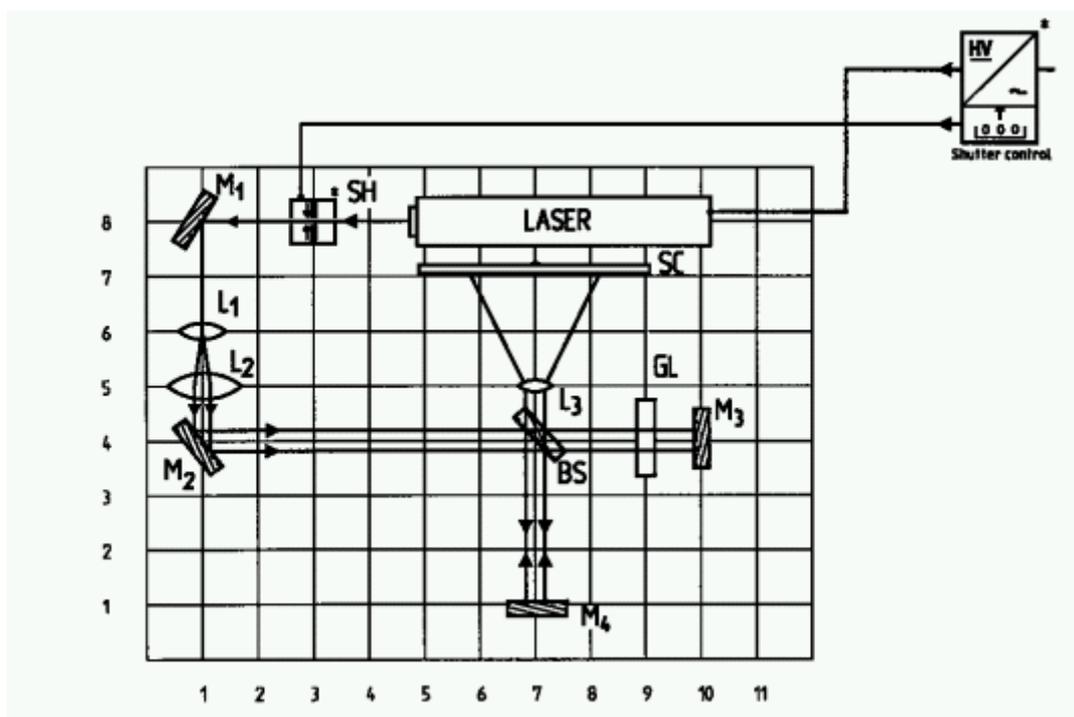


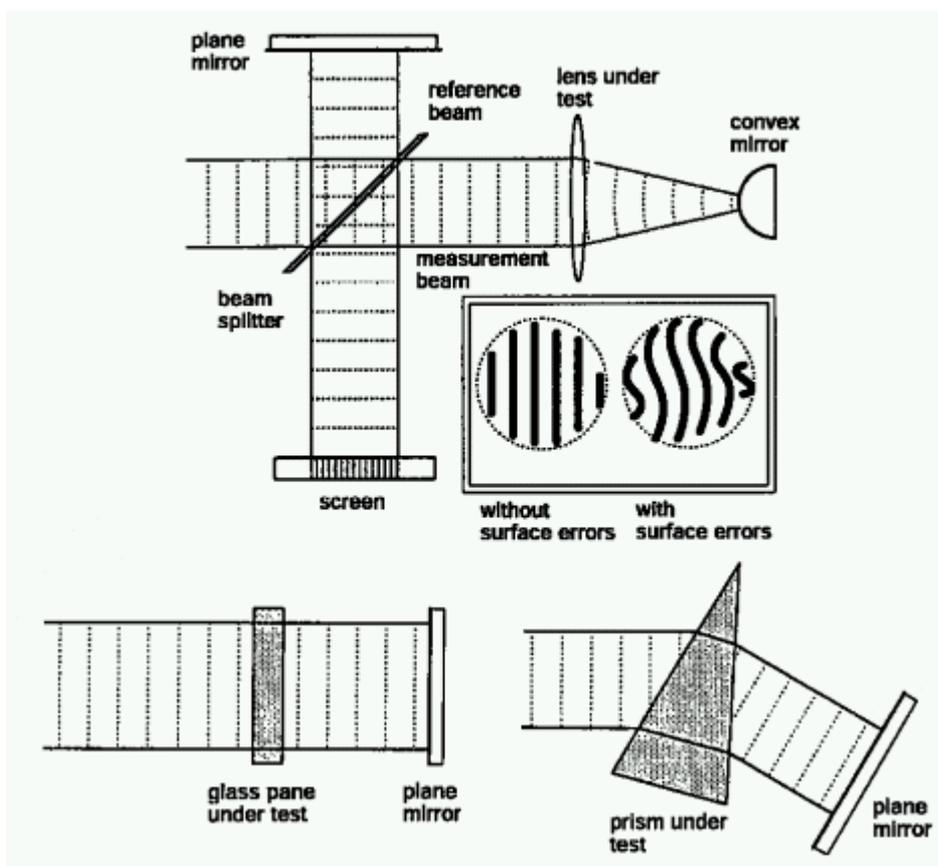
Fig.1: Montagem experimental do Interferômetro de Twyman-Green (*necessário apenas para laser de 5 mW)

- Ajuste o espelho M_3 (10,4) – inicialmente sem o divisor de feixe BS (7,4) – de forma que os feixes refletidos atinjam no mesmo ponto o espelho M_2 de onde ele inicialmente se originou.
- Agora, coloque o divisor de feixe BS com sua parte metálica na frente do espelho M_2 no caminho do feixe a (7,4) de maneira que um feixe parcial seja incidente no espelho M_3 sem ser mudado e o outro feixe parcial atinja o espelho M_4 (7,1) perpendicularmente ao longo da 7ª coordenada x da base prato.
- Um melhor resultado pode ser obtido se o comprimento dos caminhos entre os espelhos M_3 e BS e M_4 e o divisor de feixe estiverem equidistantes.
- O feixe que é refletido pelo espelho M_4 deve ser ajustado agora com o parafuso de ajustes de forma que atinja o mesmo ponto na tela SC (7,7) conforme o feixe parcial originando no espelho M_3 e refletido pelo divisor de feixe BS.
- Uma leve piscadela dos pontos luminosos indicam o ajuste exato.

1322 – Interferômetro de Michelson

- Posicione agora a lente L_2 , $f = +50$ mm (1,5) no caminho do feixe. Um padrão de interferência tênue e expandido, como é típico no interferômetro de Michelson, será observado.
- Através de adição e ajustes apropriados das posições da lente L_1 , $f = +5$ mm (1,6) um ponto luminoso que é de aproximadamente $\frac{1}{2}$ polegada de tamanho torna-se visível. Deve ter o mesmo diâmetro em todas as posições da montagem “atrás das lentes” – isto pode ser verificado com uma folha de papel. Assim, a interferência das ondas luminosas são aproximadamente planas.
- Para uma observação mais exata, posicione a lente L_3 . Através de reajustes nos espelhos M_3 e M_4 o “centro” de interferência pode ser trazido para o campo visual.
- Agora coloque a placa de vidro GL (9,4) na posição. Posicione-a na mesa com um bastão, que esteja fixado na base magnética. Um padrão em linha é obtido ao invés de uma superfície iluminada uniformemente.

Fig.2: Configurações diferentes do interferômetro de Twyman-Green para medidas de elementos ópticos variáveis.



1322 – Interferômetro de Michelson

Teoria e análise

A teoria do interferômetro de Michelson e interferência foi explicada adequadamente na experiência correspondente (e.g. LP5).

Contudo, apenas a teoria do interferômetro de Twyman-Green que é baseada na parte que diz respeito ao interferômetro, será considerada.

Em optica o interferômetro de Twynamn-Green é uma das ferramentas de testes mais efetiva para elementos ópticos. Seu campo de aplicação preferido se concentra em testes de lentes para falhas em superfícies . Para tanto, uma lente é normalmente posicionada entre o divisor de feixe e um espelho (Fig.2); o plano do espelho é então substituído por um espelho convexo cujo centro coincide exatamente com o ponto focal das lentes. A onda plana que é incidente na lente, atinge o espelho como uma onda esférica e é também refletida de volta como uma onda esférica. Esta montagem é contudo possível apenas se uma tiver um espelho ópticamente esférico de alta qualidade. O experimento descrito aqui é uma variação para teste de meio ópticos planos, por exemplo lâminas de vidros ou prismas (veja Fig.2).

Os desvios no padrão de interferência, visíveis na tela, são causados por irregularidades microscópicas do corpo optico inserido na trajetória do feixe. Uma irregularidade que tem uma altura igual a n -ésima parte do comprimento de onda utilizado em relação ao plano do corpo, isto causa uma desvio na fase pela mencionada n -ésima parte de λ . Este desvio na fase é então visível na tela como uma mudança na espessura das franjas de interferência.