

# Determinação da velocidade da luz

## Introdução

O objectivo desta experiência é determinar a velocidade da luz utilizando a radiação laser.

De acordo com a teoria da relatividade, a velocidade da luz tem um significado especial, porque nenhum corpo no universo pode ter uma velocidade superior à velocidade da luz no vácuo, que é igual a  $299792458 \text{ ms}^{-1}$ .

A velocidade da luz foi medida pela primeira vez pelo astrónomo O. Roemer, em 1676. Roemer observou que o tempo do eclipse da lua Io de Júpiter era diferente durante o ciclo anual. Associando estas diferenças ao facto de a luz ter que percorrer distâncias diferentes estimou um valor para a velocidade da luz,  $30800 \text{ Kms}^{-1}$ .

Outros métodos foram entretanto desenvolvidos, entre os quais podemos citar: o método de paralaxe anual dos astros proposto por Bradley; o método da roda dentada de Fizeau; o método do espelho girante de Foucault e, em particular, com mais precisão o método interferométrico de Michelson.

Com o advento dos lasers surgiram kits simples, de fácil manuseamento, que permitem a um aluno do ensino secundário medir a velocidade da luz. Modulando um laser semiconductor com um sinal de 1 MHz e dividindo o feixe, de modo que os percursos ópticos sejam diferentes quando observados no osciloscópio, verifica-se que estes sinais encontram-se desfasados. Este desfasamento deve-se ao facto dos feixes percorrerem distâncias diferentes. Deste modo, medindo a diferença do espaço percorrido e o desfasamento entre os dois feixes é possível determinar a velocidade da luz através da equação:

$$c = \frac{s}{t}$$

em que  $c$  é a velocidade da luz;  $s$  é a diferença entre as distâncias dos dois percursos ópticos;  $t$  é o tempo de desfasamento entre os dois sinais.

### Material necessário para realizar a experiência:

Laser semiconductor; divisor de feixe (DF); espelhos (E); lente (L); receptor para decodificar o sinal de 1 MHz; osciloscópio, suportes para os diversos componentes.

### Montagem experimental

O diagrama esquemático da montagem experimental é ilustrado na figura 1.

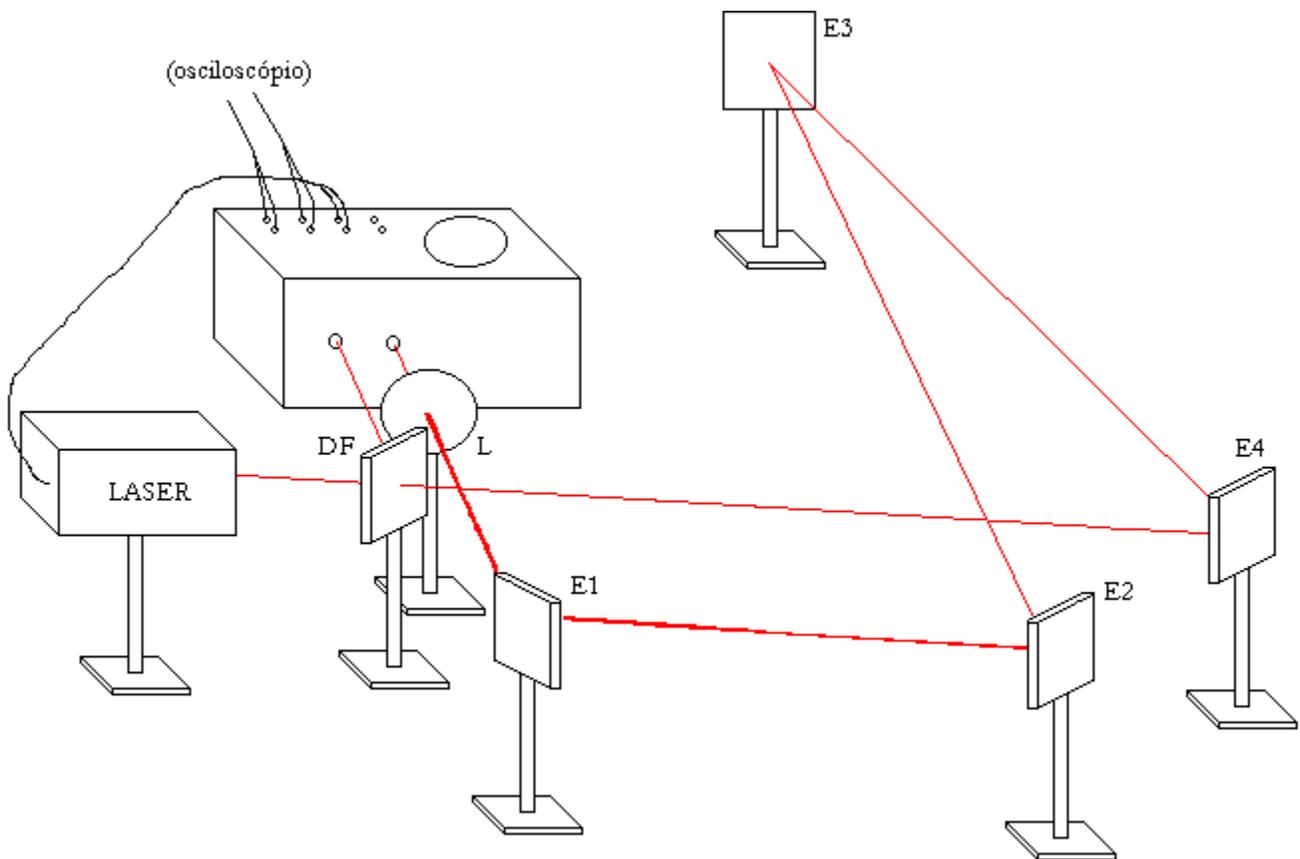


Figura 1: Diagrama esquemático da experiência “Determinação da velocidade da luz”.

## **Procedimento**

A modulação do laser pode ser interna ou externa. Devido à precisão de leitura no osciloscópio, para que o erro relativo da medição do tempo seja inferior a 15%, o sistema deve ser montado de modo a que um dos feixes percorra pelo menos 40 metros. Com um percurso de 40 metros o feixe laser diverge, e assim deve-se incluir na montagem uma lente convergente de modo a fazer com que o *spot* laser incida num dos detectores do receptor. O alinhamento do sistema requer alguma perícia e paciência, sendo aconselhável recorrer a espelhos com dois graus de liberdade. Para que um dos percursos ópticos seja superior a 40 metros, quando a experiência é realizada em espaços curtos, terá que se idealizar esse percurso recorrendo a múltiplas reflexões.

## **Tratamento dos resultados**

Para determinar a velocidade da luz,  $c$ , é necessário medir:

- a diferença das distâncias,  $s$ , entre os dois percursos ópticos
- o tempo,  $t$ , de desfasamento entre os dois sinais

A distância é medida com uma fita métrica, enquanto o tempo é medido no osciloscópio.

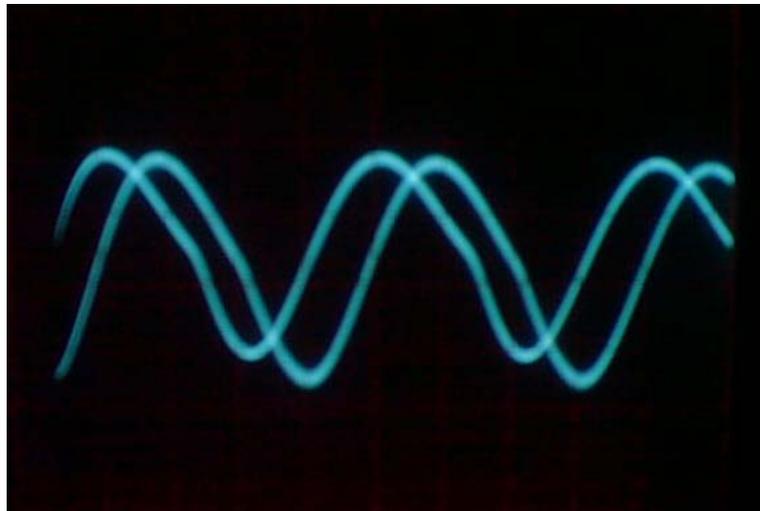


Figura 30: Sinal observado no osciloscópio.

A incerteza relativa da medição da velocidade da luz está relacionada com  $\Delta t$  e  $\Delta s$ :

$$\frac{\Delta c}{c} = \frac{\Delta s}{s} + \frac{\Delta t}{t}$$

Tabela de resultados:

Grandezas	s / m	t / s	c / ms <sup>-1</sup>
[G]	50,00	1,6x10 <sup>-7</sup>	3,1x10 <sup>8</sup>
$\Delta G$	0,05	0,2x10 <sup>-7</sup>	0,4x10 <sup>8</sup>

[G] – valor mais provável da medição e  $\Delta G$  – erro associado à medição.

### Análise dos resultados

O erro relativo da medição de s é de 0,1%, enquanto que o erro relativo da medição de t é de 12,5%. Assim o erro da medição da velocidade da luz é fortemente influenciado pela pouca precisão da escala do tempo. O erro relativo da velocidade da luz é de 12,9%, contudo o intervalo de medida engloba o valor teórico, pelo que podemos afirmar que esta medição é exacta.

