Universidade Federal do Paraná
Departamento de Física
Laboratório de Física Moderna

Bloco 02: A DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DA LUZ

Introdução

A primeira medida que confirmava que a luz tinha uma velocidade finita foi realizada pelo dinamarquês Olaf Römer em 1676, um feito espetacular na época. Ele mediu a velocidade da luz em 2,3 x 10^8 m/s analisando o atraso no período de uma lua de Júpiter quando a Terra e Júpiter estavam respectivamente mais próximos e mais distantes entre si. Esta experiência que hoje pode ser realizada por qualquer astrônomo amador mostra também que a luz viaja igualmente com a mesma velocidade independentemente do comprimento de onda. Um pacote de ondas de luz viaja com o que se chama de velocidade de grupo sem dispersar no espaço.

Uma série de experiências cada vez mais refinadas foram idealizadas por muitos cientistas desde Römer até hoje. Citamos a experiência da roda dentada de Fizeau em 1849, a do espelho rotativo de Foucault em 1850 e uma série de experiências de Michelson a partir de 1879 como as mais representativas. A incerteza na determinação da velocidade da luz caiu a ± 0,2 m/s! Veja a tabela abaixo.

Em 20 de Outubro de 1983, tendo em vista a precisão com a qual pode-se medir atualmente tanto a velocidade quanto a freqüência da luz, o Comitê Internacional de Pesos e Medidas redefiniu o metro. O metro é hoje a distância percorrida pela luz no vácuo no intervalo de tempo de 1/ 299792458 s, usando a velocidade da luz como sendo 299 792 458 m/s.

Outro desenvolvimento que emergiu a partir das medidas da velocidade da luz é a constatação de que a velocidade da luz no vácuo é a mesma independentemente do sistema de referência inercial no qual nos encontramos. Por exemplo: imagine um pulso

de luz viajando no espaço indo de encontro a outro pulso de luz que viaja em sentido contrário. Um observador "atrelado" (sabemos que isto é impossível de fazer!) a um dos pulsos e que mede a velocidade do outro pulso que se aproxima, medirá a velocidade relativa dos dois pulsos como sendo igual a 299 792 458 m/s! Este fato fez Einstein repensar todo o espaço-tempo introduzindo a teoria da relatividade restrita com suas fantásticas contrações espaciais e dilatações temporais.

Pensamos que a medida da velocidade da luz em laboratório é um experimento absolutamente essencial para estudantes do Curso de Física e muito significativo para estudantes do Curso de Química. Então vamos lá!

Ano	**Pesquisador**	**País**	**Método Experimental**	**Velocidade escalar 10^8 (m/s)**	**Incerteza Experimental (m/s)**
1600	Galileu	Itália	Lanternas e obturadores	"rápida"	?
1676	Röemer	França	Luas de Júpiter	2,14	?
1729	Bradley	Inglaterra	Aberração da luz	3,08	?
1849	Fizeau	França	Roda dentada	3,14	?
1879	Michelson	EUA	Espelho giratório	2,99910	~ $8x10^4$
	Michelson	EUA	Espelho giratório	2,99798	~$2x10^4$
1950	Essen	Inglaterra	Cavidade de micro-ondas	2,99798	$1x10^3$
1958	Froome	Inglaterra	Interferômetro	2,997925	$1x10^2$
1972	Evenson et al.	EUA	Laser	2,997924574	~1
1974	Blaney et al.	Inglaterra	Laser	2,997924590	$6x10^{-1}$
1976	Woods et al.	Inglaterra	Laser	2,997924588	$2x10^{-1}$

Procedimento

Nesta experiência, excitamos um laser de semicondutor (< 3 mW) com um gerador de ondas quadradas operando na freqüência que desejarmos. Basicamente o que fazemos é um liga-desliga do laser. Desta forma, os pulsos de luz gerados pelo diodo laser percorrem uma certa distância até encontrar um espelho totalmente refletor. A luz é refletida e passa por uma lente convergente, incidindo em um fotodetector. Os sinais da excitação do laser e da detecção da luz refletida são analisados por um osciloscópio digital, que mostrará uma defasagem temporal entre eles que por sua vez é proporcional à velocidade da luz.

Você recebe basicamente, um laser de intensidade modulável, um par de detectores fototransitores, um osciloscópio digital, um gerador de função, uma lente convergente e um espelho totalmente refletor. Todas a ligações e conexões já estão feitas. O cabo coaxial do laser é ligado no gerador de função em MAIN. Cuidado! NÃO LIGUE o GERADOR SEM QUE O PROFESSOR VEJA ANTES, pois é muito fácil danificar o LASER! Faça o seguinte:

1) Conecte os cabos dos detectores nos canais x1 e x2 do osciloscópio e ligue o osciloscópio e não esqueça de ligar os detectores.

2) Com o laser ligado faça o feixe incidir no espelho totalmente refletor. Alinhe o feixe refletido e faça-o incidir, passando pela lente, no fotodetector. A distância entre os espelhos irá mudar no desenrolar da experiência, mas inicie com um valor em torno de 10 m.

3) Com o osciloscópio meça a diferença de tempo entre os feixes gerado e refletido.

4) Utilize a fórmula $c = 2L / \Delta t$, na qual L é a distância do laser ao espelho totalmente refletor e Δt é o atraso temporal medido no osciloscópio, para determinar o valor da velocidade da luz c.

5) Não esqueça de preencher o relatório Vapt-Vupt!

UFPR- Departamento de Física

Laboratório de Física Moderna

Relatório Vapt-Vupt

Bloco 01: A DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DA LUZ.

1) Faça um desenho esquemático da montagem experimental.

2) Meça os valores de atraso temporal (Δt) para diferentes distâncias (L) com uma freqüência fixa e preencha a tabela abaixo.

L ( )	Δt( )

3) Faça um gráfico de distância em função do tempo e determine a velocidade da luz e o tempo de resposta intrínseco do sistema de medidas.

4) Compare a velocidade da luz com o valor tabelado. Existe discrepância? Se sim, à que você atribui?