

EXPERIMENTO 1 - VELOCIDADE DA LUZ COM CONTA FOTICA E FIGURAS

RESUMO:

Este experimento utiliza a relação simples da distância (d) e do tempo (t) para obter a velocidade ($v = d/t$), e com aparato experimental simples consistindo de apenas um feixe de luz, uma tábua para facilitar o uso, um espelho e um cronômetro. Além de duas análises (gráfico e estatística) pode ser investigado se o valor da velocidade da luz encontrado estava próximo da velocidade da luz no vácuo (referência) e também pode analisar em quais regiões em que as medidas tiveram menor dispersão.

OBJETIVO:

O objetivo deste experimento é obter estimativas para a velocidade da luz através de um cálculo de velocidade média simples, para diversas distâncias entre o feixe de luz e o espelho.

INTRODUÇÃO:

Hoje em dia sabe-se que a luz apresenta um velocidade finita (aproximadamente 3×10^8 m/s). Contudo num sempre foi comum, até 1675 acreditava-se que a velocidade era infinita. Neste século, Ole Rømer ao observar a órbita de ~~la~~ uma das luas de Júpiter, ~~o~~ percebeu que quando a Terra estava mais próxima de Júpiter ~~a~~ órbita da lua era mais rápida, em contrapartida com a Terra mais distante sua órbita era mais devagar. Levando em consideração que o tempo da órbita não deveria ser distinto, Rømer descobriu que a luz refletida pela lua demorava um certo tempo para viajar.

Michelson, no século XX, fez um experimento e notou que não tinha variações na velocidade luz previstas tecnicamente, neste mesmo século Einstein expôs o postulado "A velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor c em todas as direções e em todos os sistemas de referências inerciais".

Essa descoberta provocou uma mudança na mecânica Newtoniana, a qual propunha velocidade sem limitações. A importância da finitude dessa velocidade está na Relatividade que diz que o tempo se distorce, em altas velocidades, assim como o espaço.

MÉTODOS:

É possível estimar um valor para a velocidade da luz utilizando um feixe de luz, uma lente para focalizar o raio, um espelho e um osciloscópio.

Um pulso é gerado e atravessa uma lente de Fresnel, que focaliza o feixe, este após atravessar a lente, ~~bate~~ é refletido por um espelho (superfície retro-refletora) que faz com que o feixe volte na mesma direção que veio.

O equipamento funciona de forma a gerar um pulso correspondente ao que sai e outro que retorna, assim pode ser visto dois sinais no osciloscópio e a janela entre os picos determina o tempo, junto com a distância medida da fonte até o espelho. Assim variando essa distância da fonte e, conseqüentemente, o tempo. Fez-se um gráfico para melhor analisar os dados da velocidade da luz.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Com o aparato experimental determinou-se os dados de distância e de tempo para o cálculo da velocidade, uma vez que o pulso bate em um espelho e retorna, a distância foi multiplicada por dois.

Assim pode-se obter os dados, levando em consideração que mudar as distâncias ~~em~~ contando com os limites da bancada e a sensibilidade do detector.

#	Distância	Tempo	Velocidade Calculada	Tempo	Distância (x2)
(puro)	(m)	(ns)	(m/s)	(s)	(m)
1	0,60	4,80	2,50E+08	4,80E-09	1,2
2	0,70	5,20	2,69E+08	5,20E-09	1,4
3	0,80	5,60	2,86E+08	5,60E-09	1,6
4	0,90	6,00	3,00E+08	6,00E-09	1,8
5	1,00	6,40	3,13E+08	6,40E-09	2
6	1,10	7,20	3,06E+08	7,20E-09	2,2
7	1,20	8,00	3,00E+08	8,00E-09	2,4
8	1,30	8,80	2,95E+08	8,80E-09	2,6
9	1,40	9,20	3,04E+08	9,20E-09	2,8
10	1,50	10,80	2,78E+08	1,08E-08	3
11	1,60	11,60	2,76E+08	1,16E-08	3,2
12	1,70	12,40	2,74E+08	1,24E-08	3,4
13	1,80	13,20	2,73E+08	1,32E-08	3,6
14	1,90	13,60	2,79E+08	1,36E-08	3,8
15	2,00	14,00	2,86E+08	1,40E-08	4
16	2,10	14,40	2,92E+08	1,44E-08	4,2

Os dados foram analisados e assim tirou-se o valor de velocidade (visto na tabela ponto por ponto), além dos erros envolvidos em medições e entre os dados,

- A velocidade foi calculada por:

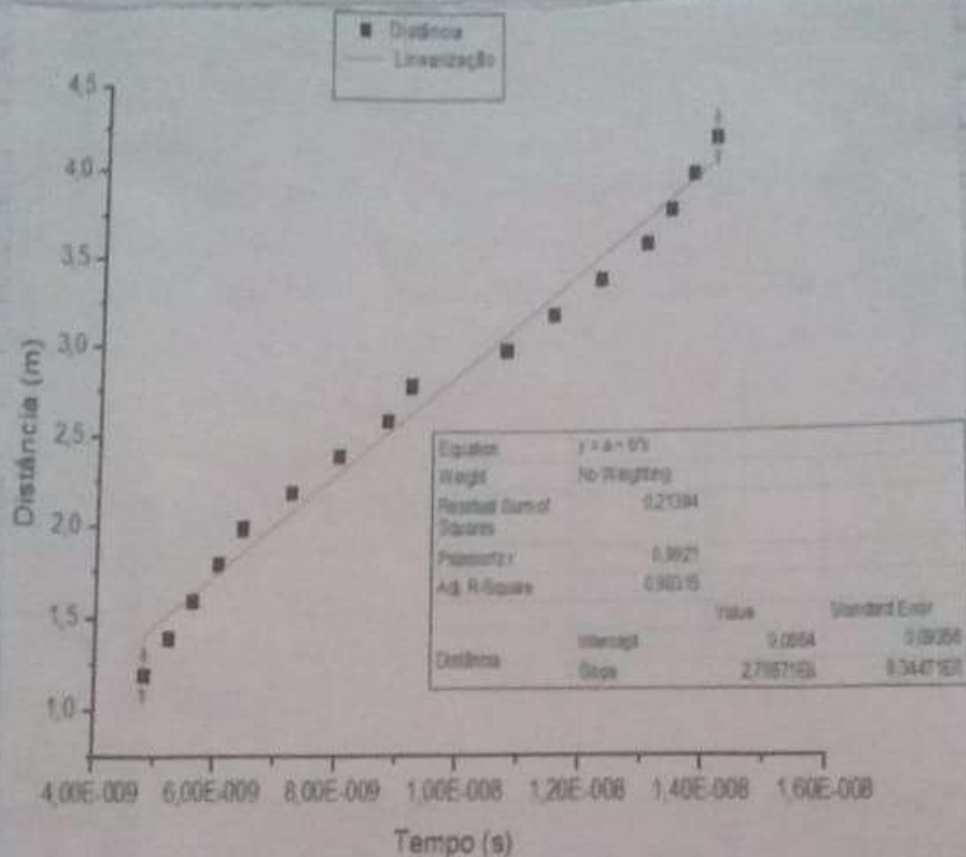
$$v = \frac{2d}{t}$$

e o erro foi calculado através:

$$\sigma_v^2 = \left(\frac{\partial v}{\partial d} \sigma_d \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial t} \sigma_t \right)^2$$

$$\sigma_v = \sqrt{\left(\frac{2 \sigma_d}{t} \right)^2 + \left(-\frac{2d \sigma_t}{t^2} \right)^2}$$

Com os dados da tabela pode-se platar um gráfico entre distância x tempo:



Com os dados da tabela e do gráfico pode-se dizer terar uma relação entre os dados experimentais e esperados teoricamente.

DADOS DA TABELA		
Velocidade média	σ velocidade	Velocidade Teórica
2,86E+08	6,05E+07	2,99E+08
Tempo médio	Distância média	Velocidade média
9,45E-09	2,7	2,86E+08
DADOS DO GRÁFICO		
Velocidade média	σ velocidade	Velocidade Teórica
2,76E+08	9,34E+06	2,99E+08

Com esses dados pode-se ver um certa proximidade entre os dados experimentais com teóricos, poderia ter maior aproximação se tivesse mais dados com intuito de diminuir o erro entre os dados.

DISCUSSÃO:

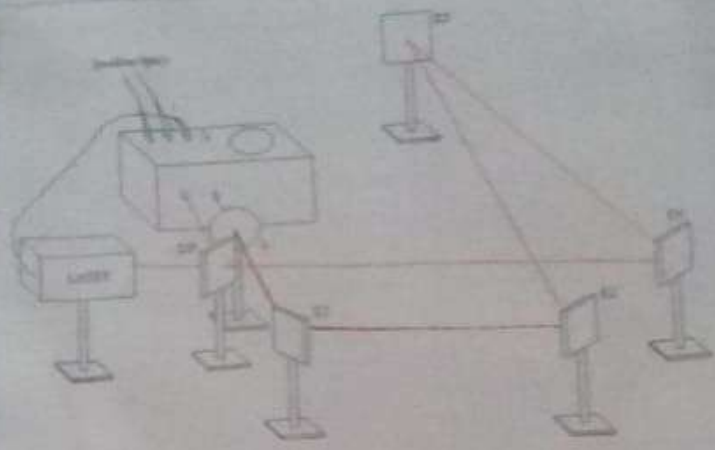
5. O astrônomo Ole Rømer, em 1675, identificou um novo método para achar a velocidade da luz observando as eclipses de um satélite de Júpiter anotando as instâncias em que o satélite desaparecia atrás do planeta e verificou que as eclipses se davam bem regularmente, com um período constante. Suponhamos que o período fosse de 1 hora. Isto é, se um eclipse acontecesse a uma hora, o próximo se daria às 2 horas e assim por diante, contudo em suas observações, meses depois observou que o período era o mesmo com um atraso de 16 minutos. Rømer, corretamente, atribuiu esse atraso ao tempo gasto pela luz para percorrer o diâmetro da órbita da Terra.

6. Método J: 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 defasados. O que se deve pelo fato dos feixes percorrerem distâncias diferentes. Deste modo, medindo a diferença do espaço percorrido e a defasagem entre os dois feixes é possível determinar a velocidade da luz através da equação

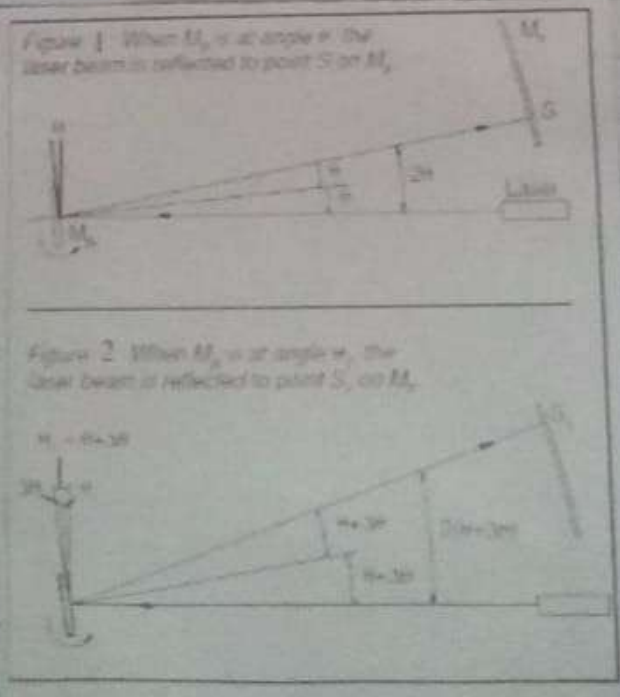
$$c = \frac{s}{t}$$

onde que c é a velocidade da luz; s é a diferença entre os dois percursos ópticos; t é o tempo de defasagem entre os dois sinais.

Tendo esse como diagrama esquemático de montagem experimental para o cálculo da velocidade da luz.



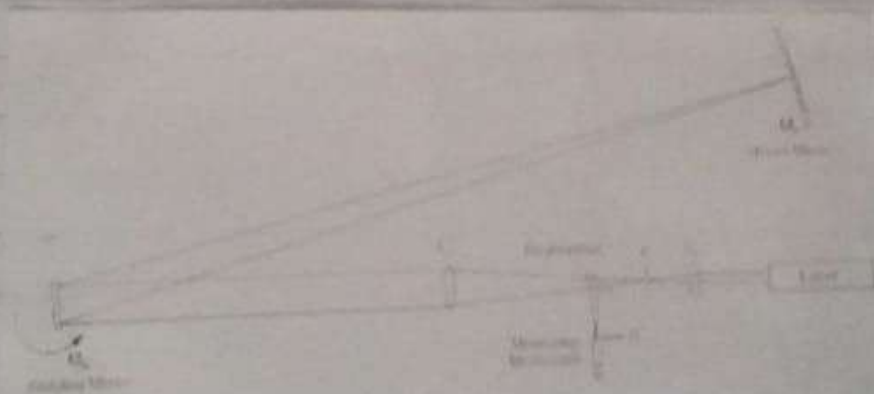
Método 2: Outro método para determinar a velocidade c pelo método de Foucault se baseia em um experiência simples como na figura abaixo temos uma forma simplificada da montagem:



Uma fonte de luz emite um feixe luminoso que é refletido por um espelho côncavo que se encontra em rotação (MR). Outro espelho (fixo) côncavo (MF) encontra-se a alguns metros de distância e reflete novamente o raio de luz em direção a MR. Se supôs que a luz tem uma velocidade de propagação infinita, a luz demoraria quase nenhum tempo a percorrer a distância entre os espelhos. O raio que voltava de MF iria encontrar o rotativo com a mesma rotação/inclinação.

Sabe-se que a velocidade da luz é grande porém finita, portanto o raio de luz partindo de MF irá reencontrar MR com uma inclinação diferente. Foucault encontrou um processo de medir o desvio resultante da rotação de MR. Este tempo de desvio zero muito pequeno já que o raio luminoso é muito rápido para alguns metros e a velocidade de rotação de MR nunca passará de 2000 rotações por segundo.

Acrescenta-se às montagens presentes na figura anterior um conjunto óptico cuja função será medir o desvio anteriormente referido. Esse conjunto consiste de duas lentes convergentes, um espelho semi-esférico e um microscópio de medida. A função primordial das lentes está em evitar a dispersão do feixe luminoso. A montagem ficará de acordo com a figura:



Analisando o sistema óptico pode-se demonstrar que:

$$c = \frac{4AD\omega}{(D+A)DS}$$

sendo c a velocidade da luz, ω a velocidade angular do MR, A - distância entre L_2 e L_1 menos a distância focal de L_1 , B distância entre L_2 e MR, D - distância entre MR e MF e DS o valor absoluto do desvio medido pelo microscópio.

Como apresentamos dois valores de rotações distintos a equação se torna:

$$c = \frac{4AD^2[\omega_{SR} + \omega_{ASR}]}{(D+B)[D_{SR} - D_{ASR}]}$$

Onde SR - horário e ASR - anti-horário.

CONCLUSÃO

Através de análises pode ser concluído que o experimento obtem valores próximos do valor real, $c = 2,99 \times 10^8$ m/s, e para maiores distâncias o valor encontrado pode ser ainda mais preciso. É notório que a velocidade da luz é um valor alto e que foi calculada através de um experimento simples e fácil de aplicar obtendo-se determinada acurácia nos valores.