PROFCEM
VIII Escola do CBPF
Rio de Janeiro, 19 a 30 de julho de 2010

Os Contadores de Franjas

o desenvolvimento da interferometria e o experimento de Michelson-Morley

Beto Pimentel

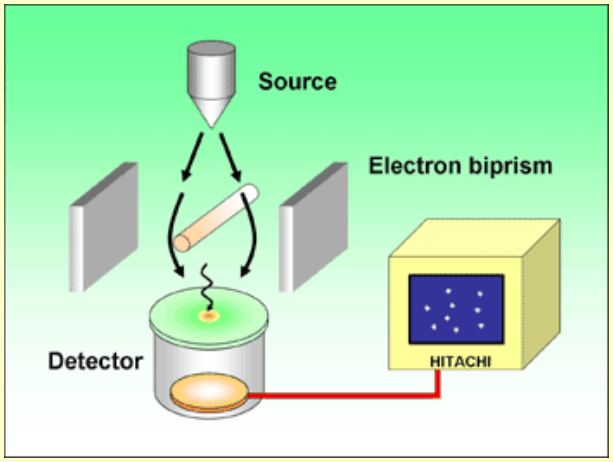
doutorando do Programa de Pós-graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia (HCTE) da UFRJ

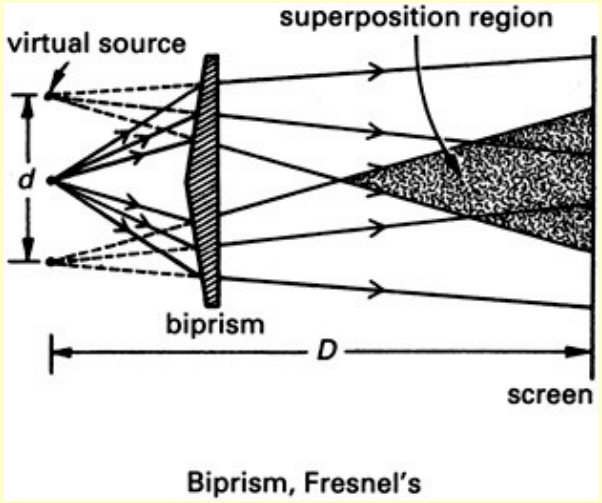
e professor de Física do Colégio de Aplicação (CAp) da UFRJ

beto@if.ufrj.br

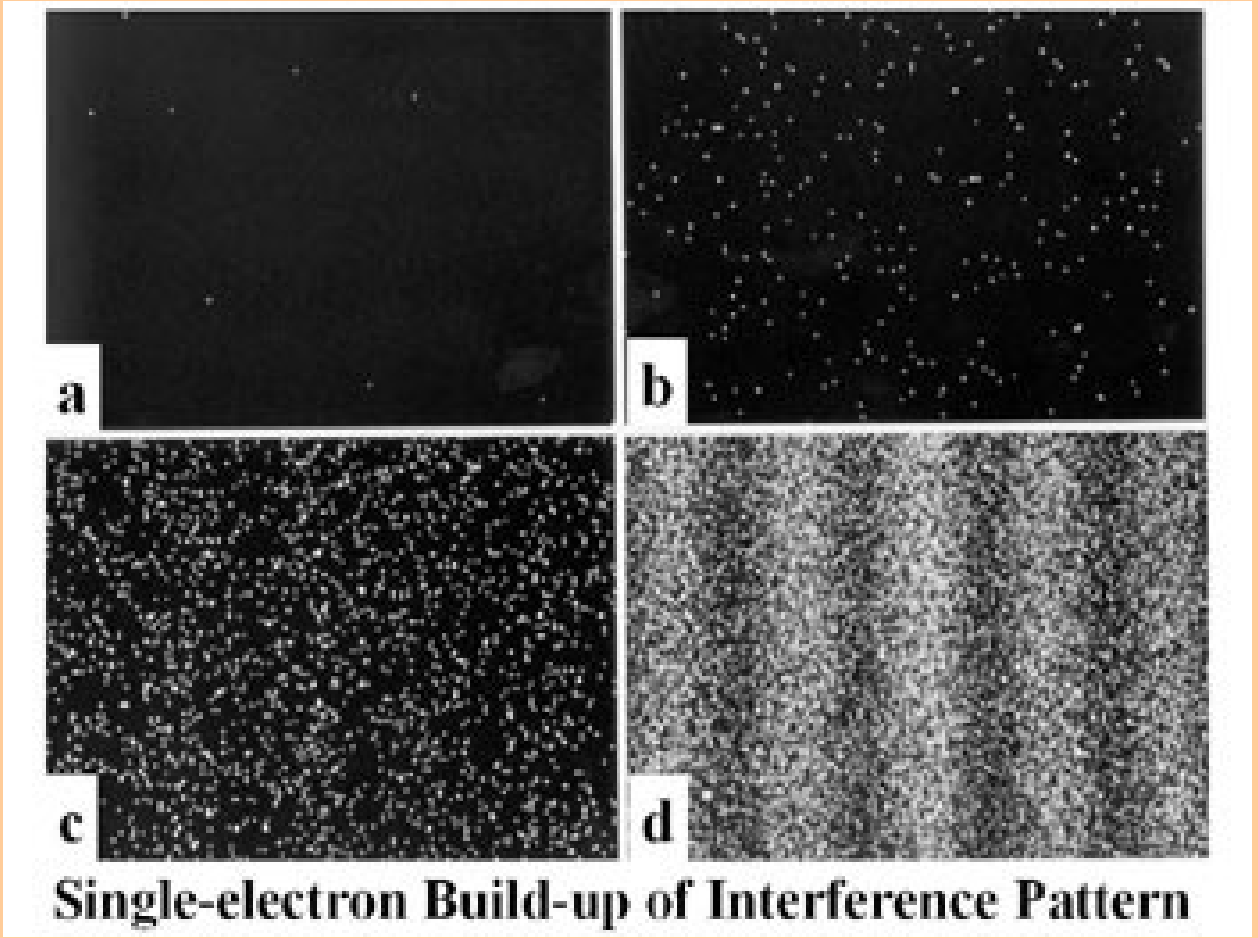
O Mais Belo Experimento da Física em Todos os Tempos

- *Physics World* 2002 Robert Crease



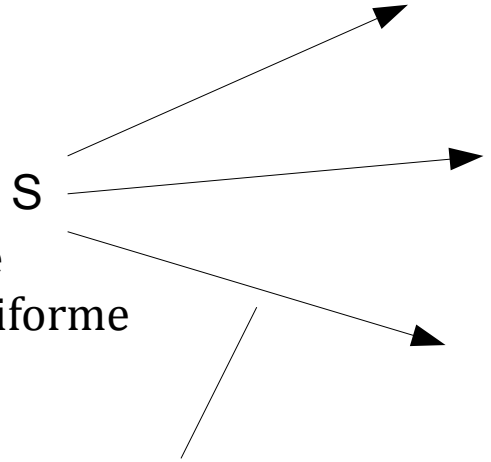


Biprism, Fresnel's



Single-electron Build-up of Interference Pattern

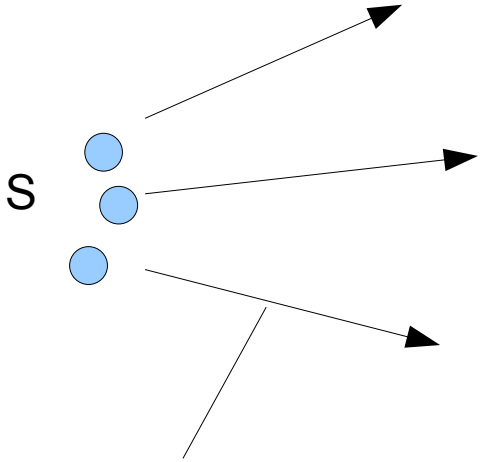
Óptica Geométrica



fonte puntiforme

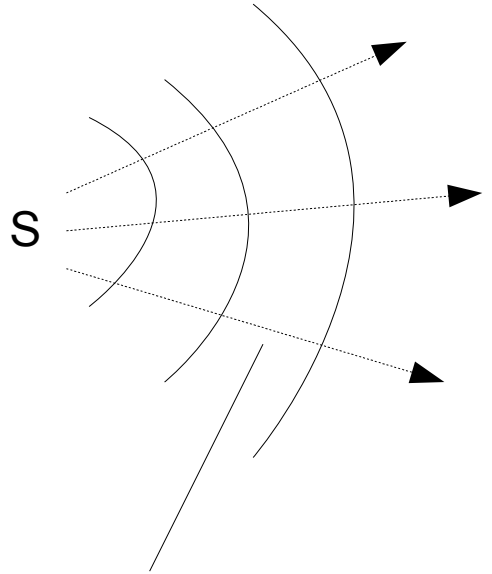
raio de luz

Teoria da Emissão



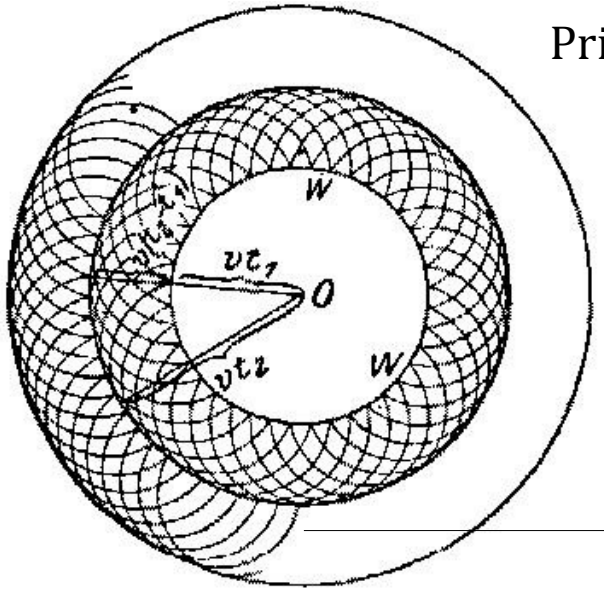
trajetória do corpúsculo de luz

Teoria Ondulatória



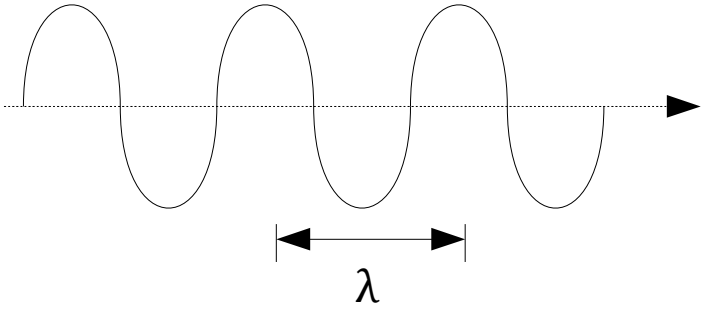
direção de propagação das frentes de onda

Princípio de Huygens



envoltória

ondícula

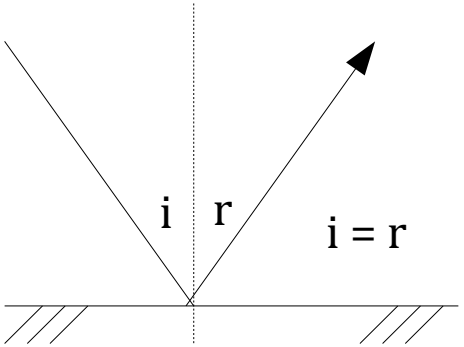


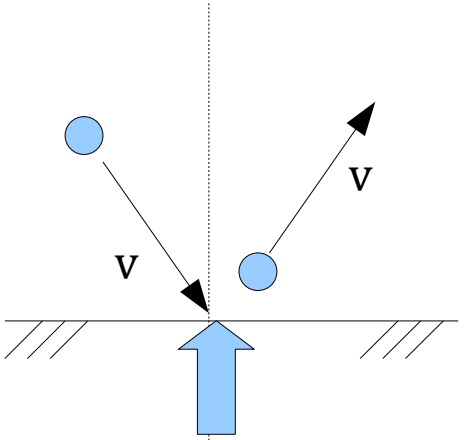
Óptica Geométrica

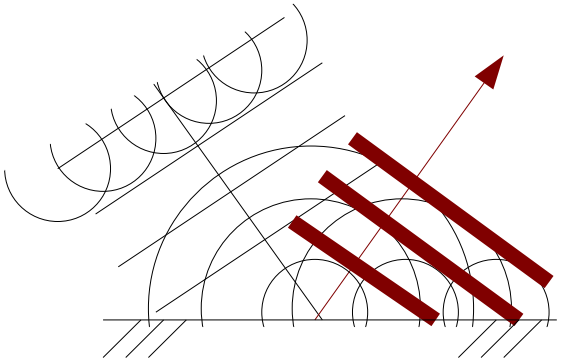
Teoria da Emissão

Teoria Ondulatória

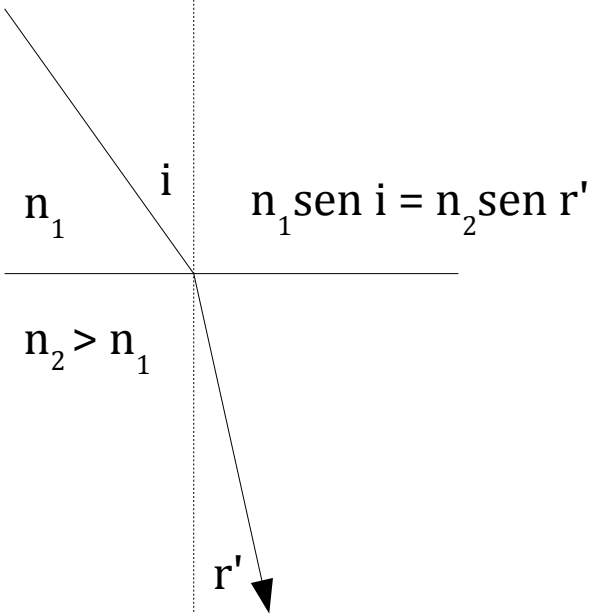
reflexão

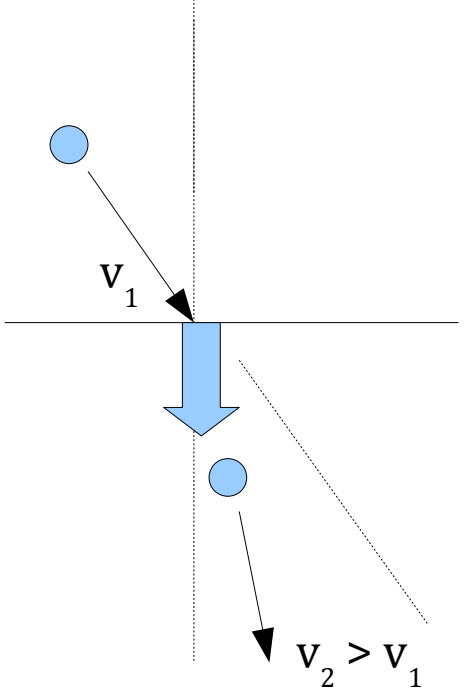


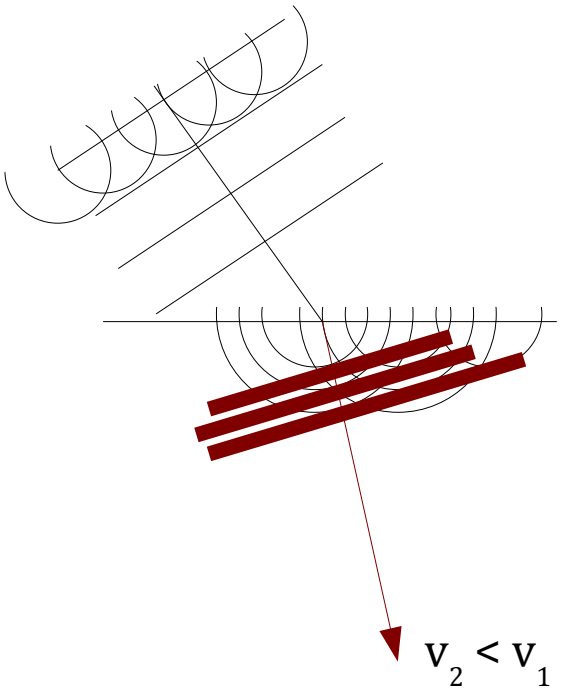




refração







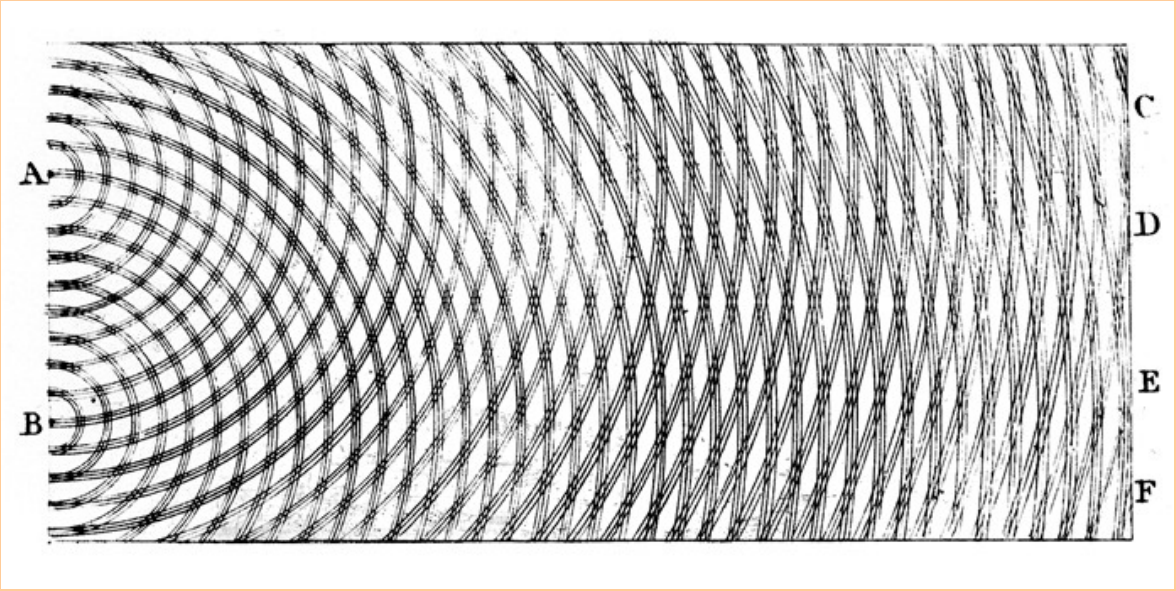
	Teoria da Emissão	Teoria Ondulatória
Principais dificuldades ao final do século XVIII	• velocidade da luz aparentemente constante independente da fonte • inflexão da luz/difração (Grimaldi) • anéis de Newton • cores • reflexão/refração parcial	• sombras geométricas • uniformidade do movimento planetário • birrefringência • natureza do éter e sua relação com a matéria ponderável

A Descoberta do Fenômeno da Interferência da Luz

1800
Thomas Young

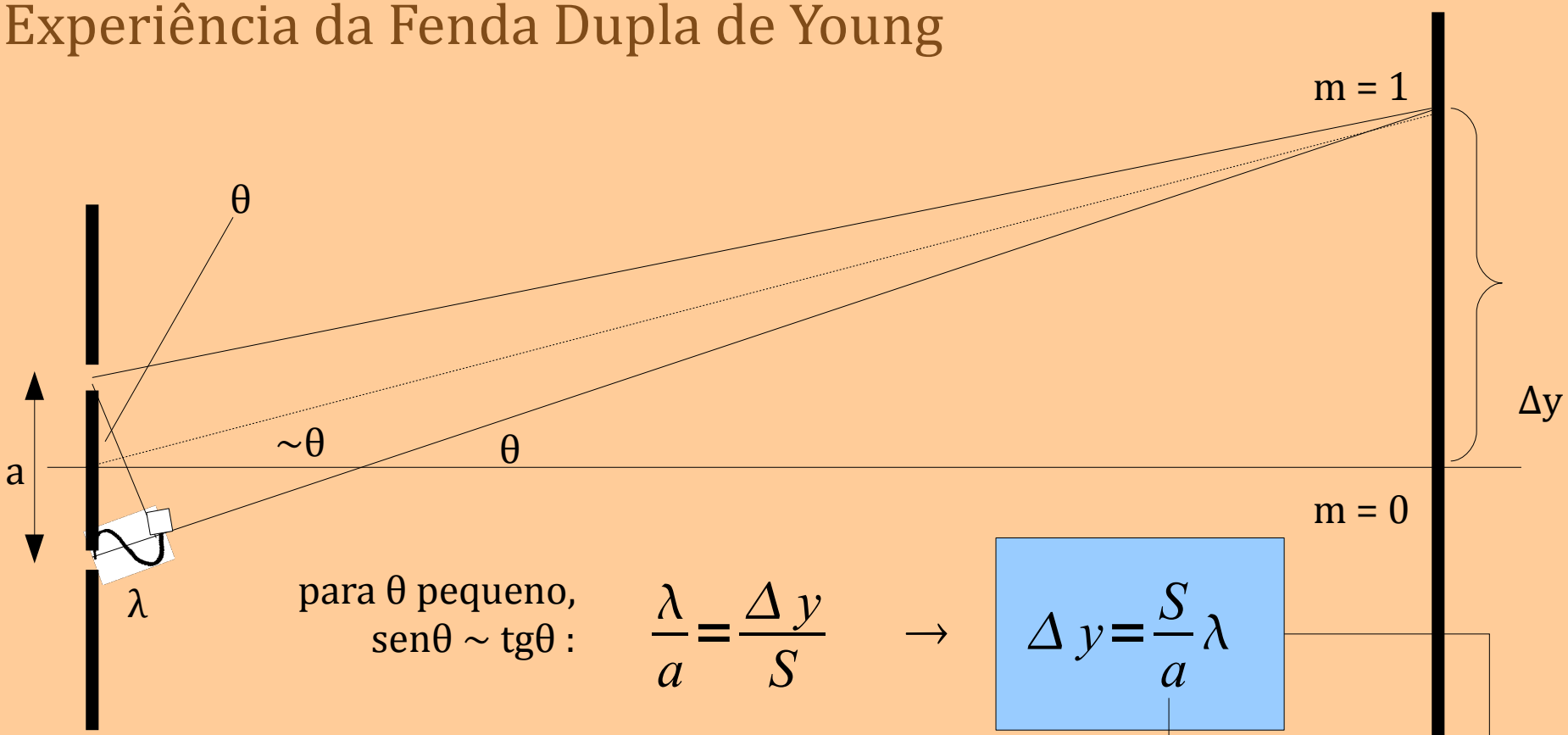
- **Thomas Young:**
  - analogia som e luz
  - fenda dupla





"É surpreendente que um matemático tão importante quanto o dr. Smith tenha acreditado, mesmo que por um momento, na idéia de que vibrações que constituem sons diferentes seriam capazes de se cruzar em todas as direções, sem afetar as partículas de ar com sua força combinada. Sem dúvida elas se cruzam, sem provocar distúrbios no progresso uma da outra; mas isso *só pode acontecer* se cada partícula compartilhar ambos os movimentos" (YOUNG, 1800)

A Experiência da Fenda Dupla de Young

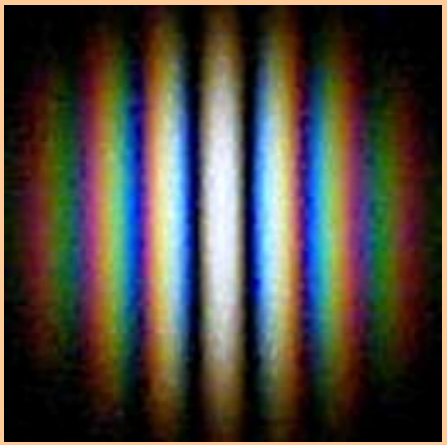


para θ pequeno,
senθ ~ tgθ :

$$\frac{\lambda}{a} = \frac{\Delta y}{S} \rightarrow \Delta y = \frac{S}{a}\lambda$$

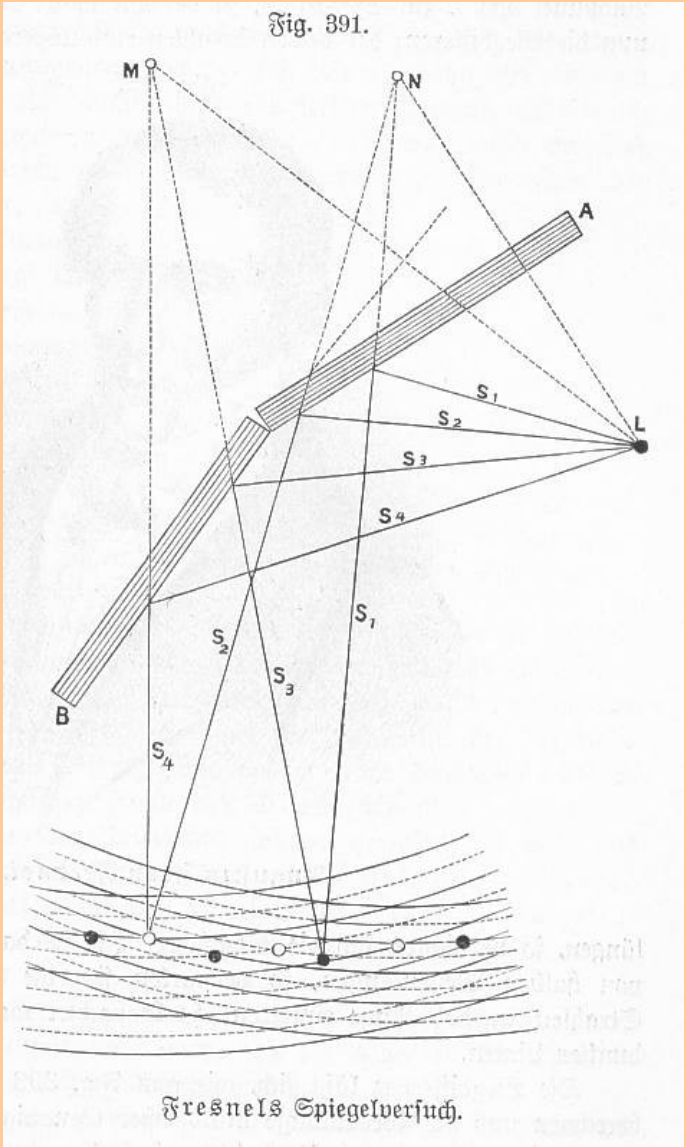
S

quanto menor a separação entre as fendas mais larga é a franja



efeito da luz branca (diferentes λ's)

O Triunfo da Teoria Ondulatória



descoberta da polarização da luz (Malus 1808)

- espelhos de Fresnel
- biprisma de Fresnel
- espelho de Lloyd

teoria da difração (Fresnel *ca.* 1815)

- Fresnel + Arago:
  - ligação com Young
  - leis da interferência da luz polarizada
  - desenvolvimento de métodos interferométricos de medição

onda transversal
- éter rígido? - *Silly putty* (Stokes)

teoria ondulatória se torna paradigma (1820s)

O Éter Luminífero

10. É'ter. — Em virtude do princípio de conservação da matéria, torna-se necessário admitir que certos fenómenos como os da luz, calôr e electricidade são devidos a fenómenos de movimento vibratório das moléculas dos corpos e que esses movimentos se transmitem até aos orgãos dos nossos sentidos por meio de movimentos vivratórios das moléculas dos corpos intermediários. Há, porém, fenómenos que chegam até nós sem que tenhamos conhecimento da existencia de qualquer corpo intermediário, por exemplo, a luz das estrelas, o calôr do sol, a luz electrica dentro de um recipiente em que se tenha feito o vácuo, etc. O espirito humano foi assim levado a admitir que na natureza não existe em parte alguma o vácuo perfeito e que os espaços inter-siderais e os intervalos ou póros moleculares, vasios da própria substância, estão na realidade cheios dum

fluido subtil, infinitamente mais ténue do que os mais leves gases, *absolutamente inerte e perfeitamente elástico.*

A este fluido, agente transmissor dos fenómenos caloríficos, luminosos e eléctricos através do espaço dá-se o nome de *éter*.

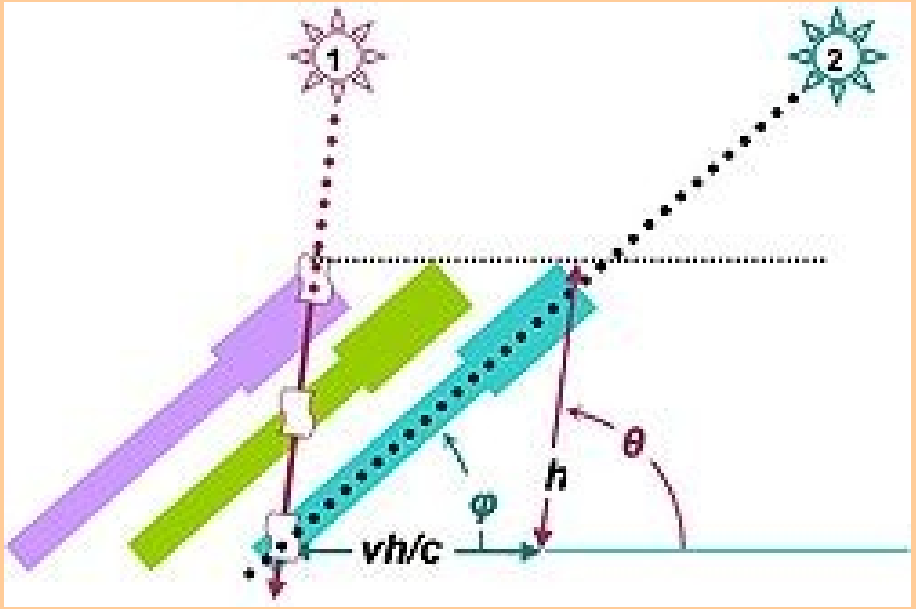
O *éter* pode ser considerado como matéria num novo estado, capaz de embeber e penetrar intimamente todos os corpos *sólidos, líquidos* ou *gasosos* e que enche os espaços siderais do mesmo modo que os póros intermoleculares, pondo em relação todas as partes do universo. O *éter* não se pode reconhecer directamente pelos sentidos e resulta de uma concepção imposta pelo raciocínio para explicar a transmissão de energia (luz, calor e electricidade) atravez dos espaços que se não podia compreender sem a existência de um meio material.

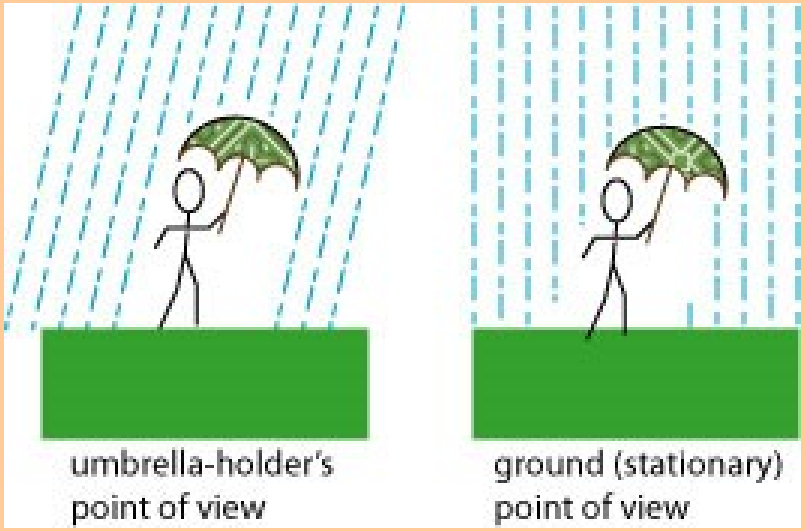
A concepção do éter em física e a hipótese dos movimentos vibratórios molèculares da matéria completam as ideias modernas sôbre a constituição dos corpos, as quais contêm incipiente a teoria completa das suas propriedades.

Retirado do "Tratado de Física Elementar" de Francisco Ribeiro Nobre, 23ª edição (revista e actualizada), ed. Aillaud & Lelos Lda., Lisboa, 1934.

O Arrasto Parcial do Éter

aberração estelar
(Bradley 1729)



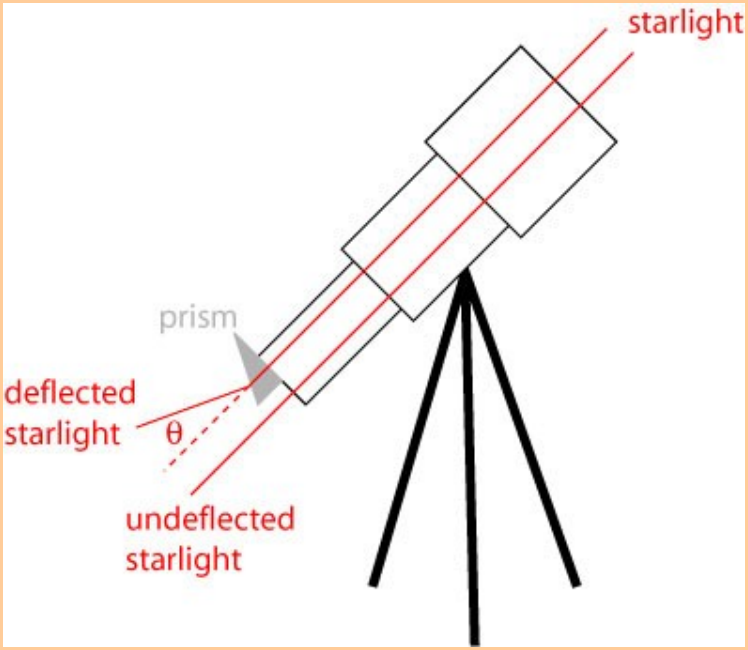


O Arrasto Parcial do Éter

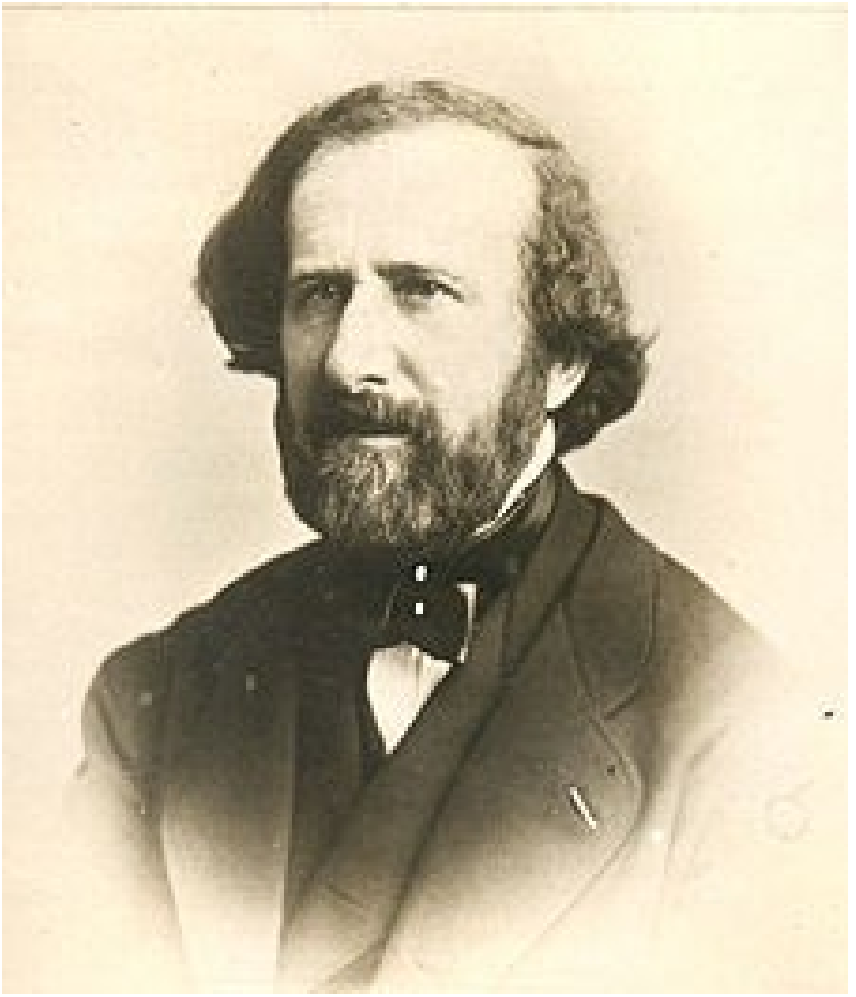
experimento de Arago (1810):

refração da luz estelar por um prisma e hipótese do arrasto parcial do éter de Fresnel

$$c' = \frac{c}{n} + \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) v$$



Armand Hippolyte Louis Fizeau (1819-1896)



Nascido em Paris, estudou na Polytechnique e foi um experimentador talentoso.

Fez a primeira medição terrestre da velocidade da luz em 1849.

Em 1851 debruçou-se sobre a questão da relação do éter com a matéria ponderável em movimento.

Identificou 3 comportamentos possíveis:

1. éter solidário à matéria ponderável
2. éter imóvel
3. éter parcialmente arrastado

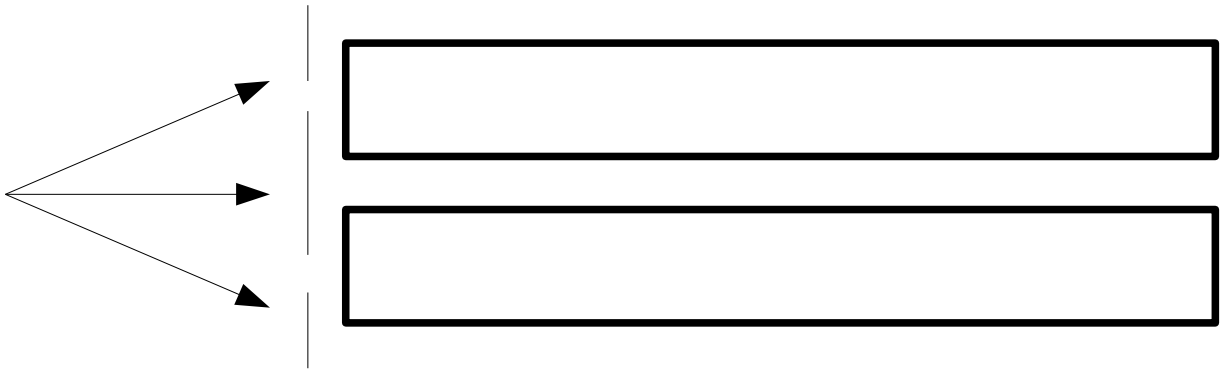
Fresnel buscando satisfazer o fenômeno da aberração estelar

+ Arago (refração da luz de estrelas por um prisma)

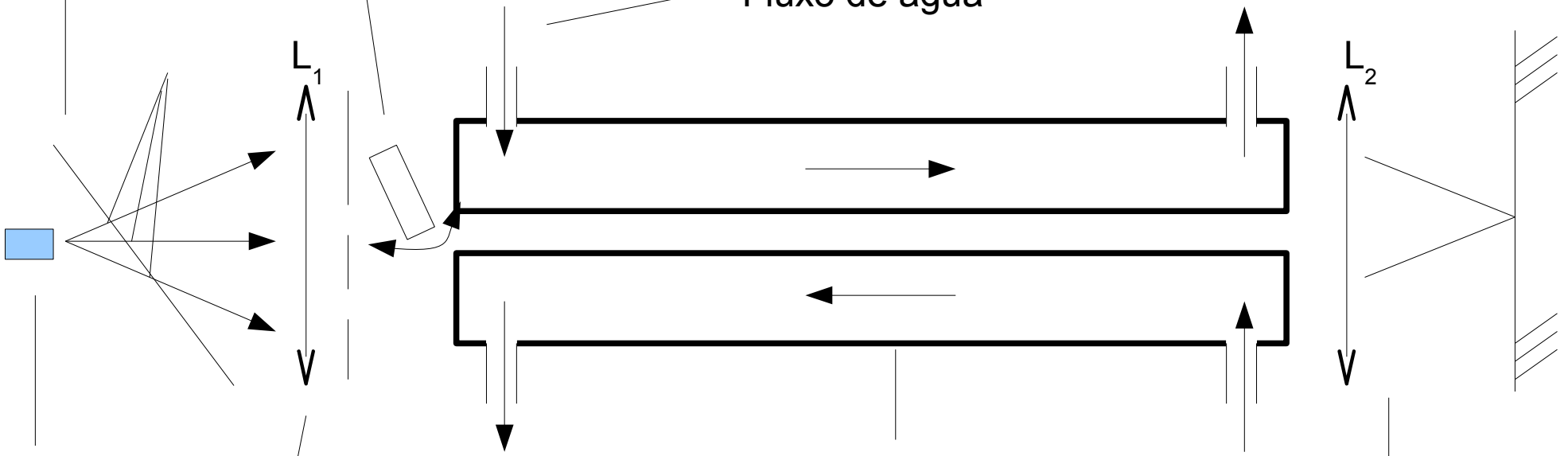
Cada hipótese faz previsões distintas sobre a variação da velocidade com que a luz se propaga no interior de corpos transparentes em repouso e em movimento:

1. éter solidário → velocidade aumentada da velocidade do corpo
2. éter imóvel → velocidade inalterada
3. arrasto parcial → velocidade aumentada de PARTE da velocidade do corpo

Experimento proposto por Fizeau baseado no método interferométrico desenvolvido por Arago para medir pequenas variações nos índices de refração (por exemplo, ar seco e ar úmido):



Montagem de Fizeau:



Resultados

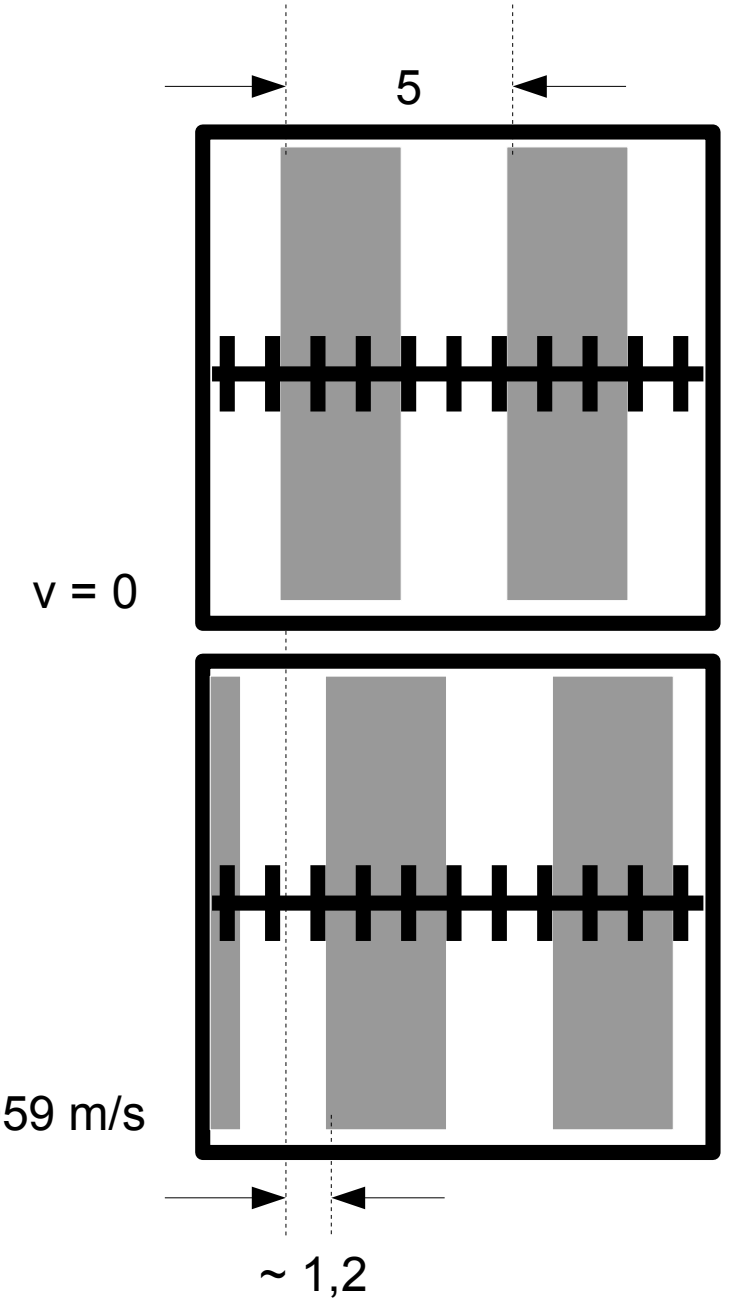
AR → NENHUM deslocamento observado

ÁGUA → HÁ um deslocamento evidente

O padrão de franjas é deslocado para a DIREITA quando a água se move para longe do observador no tubo à sua direita e na direção do observador no tubo à sua esquerda. O contrário quando o sentido é revertido.

O deslocamento é proporcional à velocidade de escoamento da água.

Para evitar erros sistemáticos, Fizeau variou a largura das franjas, a velocidade da água e até mesmo as divisões do micrômetro.



Valeurs du déplacement des franges pour une vitesse moyenne de l'eau égale à $7^{m},059$ en une seconde.	Différences entre les valeurs observées et la valeur moyenne.
0,200	— 0,030
0,220	— 0,010
0,240	+ 0,010
0,167	— 0,063
0,171	— 0,059
0,225	— 0,005
0,247	+ 0,017
0,225	— 0,005
0,214	— 0,016
0,230	0,000
0,224	— 0,006
0,247	+ 0,017
0,224	— 0,006
0,307	+ 0,077
0,307	+ 0,077
0,256	+ 0,026
0,240	+ 0,010
0,240	+ 0,010
0,189	— 0,041
Somme... 4,373	
Moyenne... 0,23016	

Fonte de erro mais relevante: tempo curto para estimativa do deslocamento máximo das franjas (fluxo de água variável)

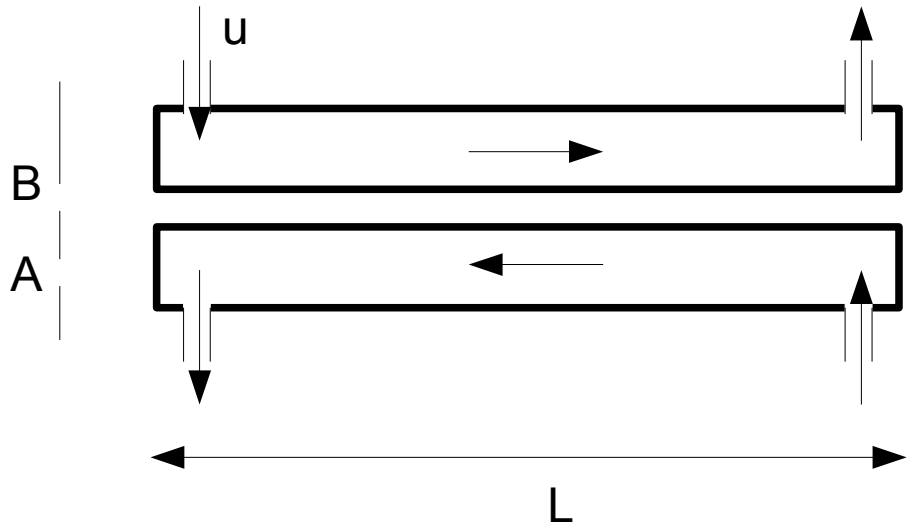
maior desvio corresponde a apenas 1/13 da largura da franja

Comparação dos resultados experimentais com as previsões teóricas nos três casos

2. éter imóvel → velocidade inalterada

Descartada. O deslocamento das franjas deixa evidente que há uma alteração na velocidade de propagação da luz contra e a favor do fluxo de água.

1. éter solidário → velocidade aumentada da velocidade do corpo



u → velocidade do fluxo de água

v → velocidade da luz no vácuo

v' → velocidade da luz na água em repouso

v' + u → velocidade do feixe que vai a favor o fluxo de água

v' – u → velocidade do feixe que vai contra o fluxo de água

Seja E (= 2L) o comprimento percorrido pela luz nos tubos. Se estivessem vazios, o tempo gasto para percorrê-los seria

$$E = v.\Delta t \quad \rightarrow \quad \Delta t = \frac{E}{v}$$

Com a água em movimento:

$$\Delta t'_A = \frac{E}{v' - u}$$

para a luz que sai da fenda A e vai CONTRA o fluxo de água, e

$$\Delta t'_B = \frac{E}{v' + u}$$

para a luz que sai da fenda B e vai A FAVOR do fluxo de água.

A diferença de percurso equivalente Δ pode ser calculada como:

$$\Delta = v.\Delta t'_A - v.\Delta t'_B$$

$$\Delta = E\left(\frac{v}{v' - u} - \frac{v}{v' + u}\right)$$

$$\Delta = 2E\frac{u.v}{v'^2 - u^2} = 2E\frac{u}{v}\left(\frac{v^2}{v'^2 - u^2}\right)$$

$$\Delta = 2E\frac{u}{v}\left(\frac{1}{\frac{v'^2}{v^2} - \frac{u^2}{v^2}}\right)$$

mas $$\frac{u}{v'} \approx \frac{1}{33.000.000}$$

logo $$\frac{u^2}{v'^2} \approx 0$$

E, portanto,

$$\Delta = 2E\frac{u}{v}\left(\frac{v^2}{v'^2}\right) = 2E\frac{u}{v}m^2 = 4\mathrm{L}\frac{u}{v}m^2$$

onde m é o índice de refração da água e L o comprimento do tubo.

Para u = 7,059 m/s,

Δ = 0,0002418 mm

Deslocamento das franjas para a raia E (λ = 0,000526 mm):

$$\frac{\Delta}{\lambda} = 0{,}4597$$ → valor medido: 0,23016

A hipótese de um éter solidário à matéria ponderável NÃO é corroborada!

3. arrasto parcial → velocidade aumentada de PARTE da velocidade do corpo

Fresnel associa a refração à diminuição da velocidade da luz nos meios materiais em função de uma maior DENSIDADE DO ÉTER em seu interior (em comparação com a densidade do éter no vácuo).

Para uma onda mecânica a velocidade de propagação é função de $\sqrt{\frac{T}{D}}$

onde T é a tensão e D a densidade do meio.

Fresnel assume que em todos os meios a elasticidade do éter é aproximadamente a mesma, e portanto as diferenças na velocidade de propagação são devidas às diferenças de densidade.

Portanto as densidades D e D' do éter fora e dentro de um meio material estariam para as respectivas velocidades de propagação da luz da seguinte forma:

$$\frac{D'}{D} = \frac{v^2}{v'^2} \qquad \text{de onde} \qquad D' = D\frac{v^2}{v'^2}$$

O “excesso” de densidade de éter num meio material é, portanto:

$$D' - D = D\left(\frac{v^2}{v'^2}\right) - D = D\left(\frac{v^2}{v'^2} - 1\right)$$

$$D' - D = D\,\frac{v^2 - v'^2}{v'^2}$$

Fresnel admite ainda que a parte “arrastável” do éter corresponde ao excesso de densidade D' – D. A outra parte, correspondente à densidade D, permanece imóvel.

Para compor as velocidades Fresnel toma então a velocidade do centro de gravidade do éter:

$$u.\,\frac{D' - D}{D} = u.\,\frac{v^2 - v'^2}{v'^2}$$

Agora o deslocamento das franjas seria:

$$\Delta = E\left(\frac{v}{v' - u\left(\frac{v^2 - v'^2}{v'^2}\right)} - \frac{v}{v' + u\left(\frac{v^2 - v'^2}{v'^2}\right)}\right)$$

Fazendo o mesmo tipo de análise que na hipótese precedente, chega-se a

$$\Delta = 4\mathrm{L}\,\frac{u}{v}\,(m^2 - 1) = 0{,}00010634\,mm$$

$$\frac{\Delta}{\lambda} = 0{,}2022$$

valor medido: 0,23016

Consideração para viscosidade da água e fluxo no centro do tubo explica diferença

A hipótese de um éter parcialmente arrastado pela matéria ponderável É corroborada!

Experimento com o ar

Experimento feito previamente; montagem ligeiramente diferente (E = L).

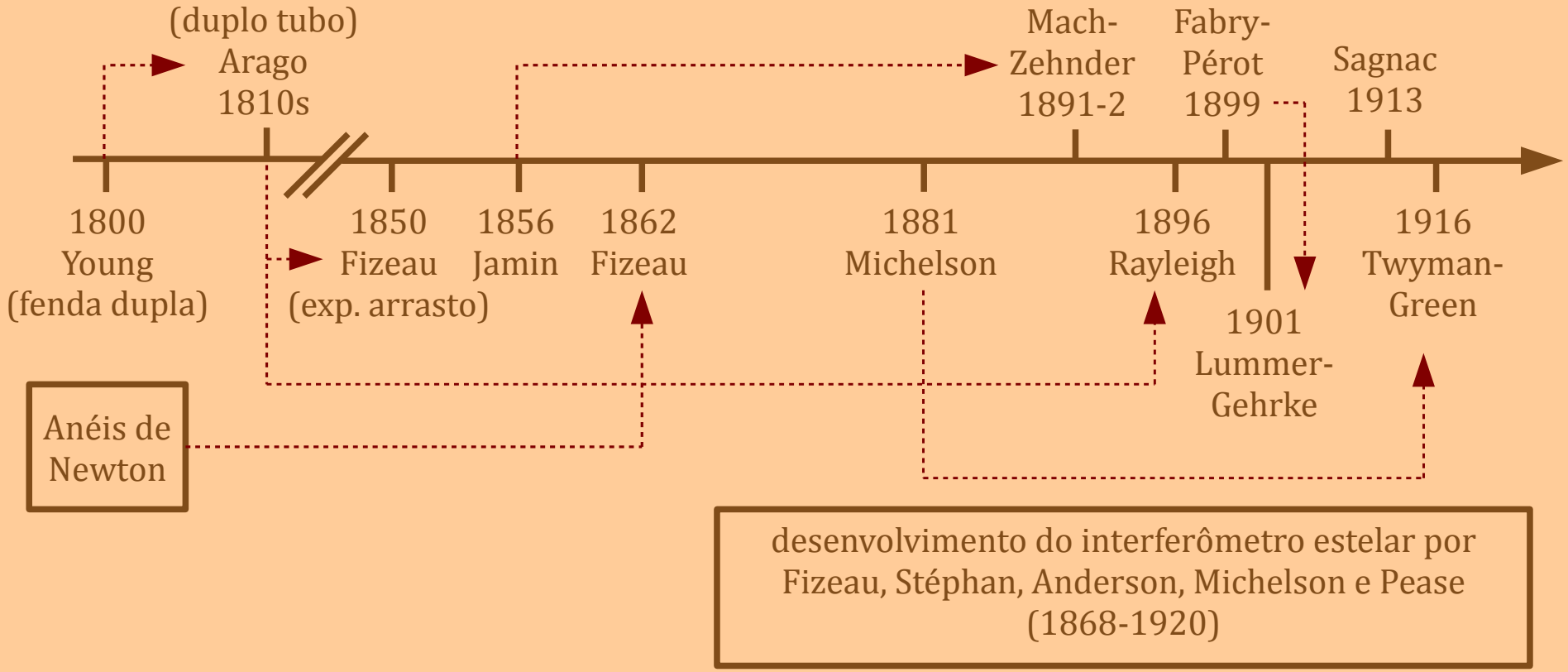
Ao contrário do caso da água, não foi detectado nenhum deslocamento. Fizeau estima que deslocamentos da ordem de 1/10 de franja seriam facilmente detectáveis.

Previsões das hipóteses:

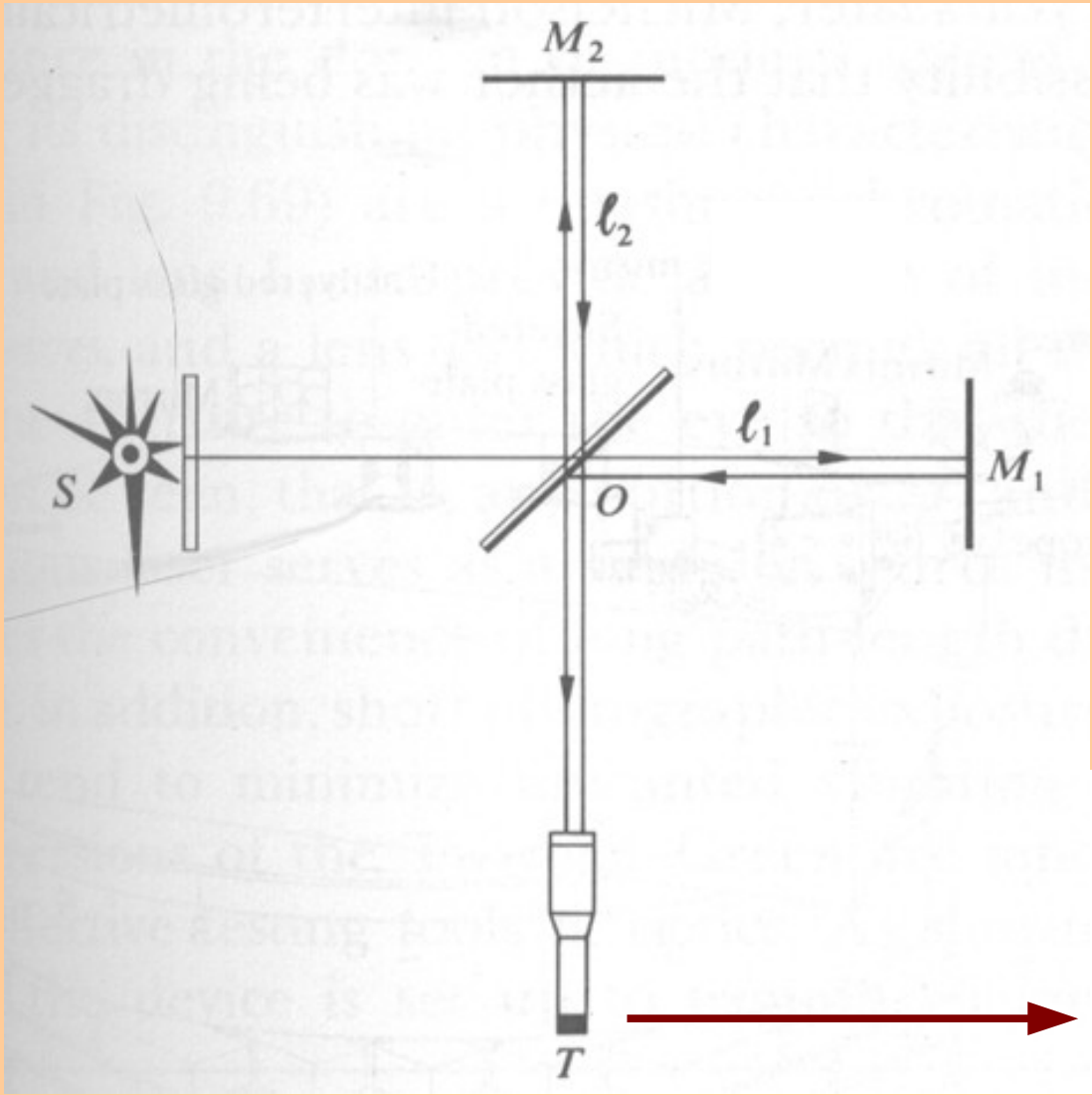
1. éter solidário	2. éter imóvel	3. arrasto parcial
$\Delta = 2L\frac{u}{v}m^2 = 0{,}0002413\,mm$	$\Delta = 0$	$\Delta = 2L\frac{u}{v}(m^2-1) = 0{,}0000001367\,mm$
$\frac{\Delta}{\lambda} = 0{,}4103$	$\frac{\Delta}{\lambda} = 0$	$\frac{\Delta}{\lambda} = 0{,}0002325$
		↓
		indetectável

A Evolução da Técnica Interferométrica

Interferômetros mais importantes criados entre 1850 e 1920.

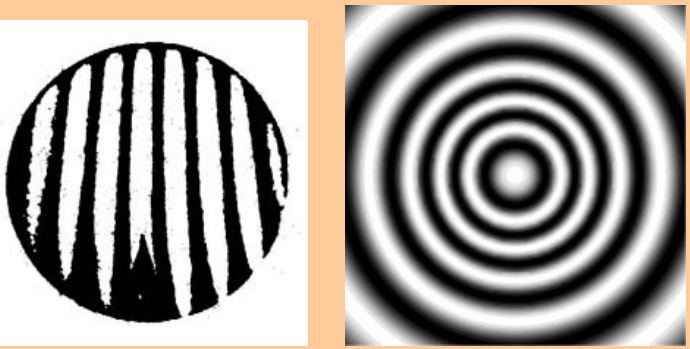


O Interferômetro de Michelson

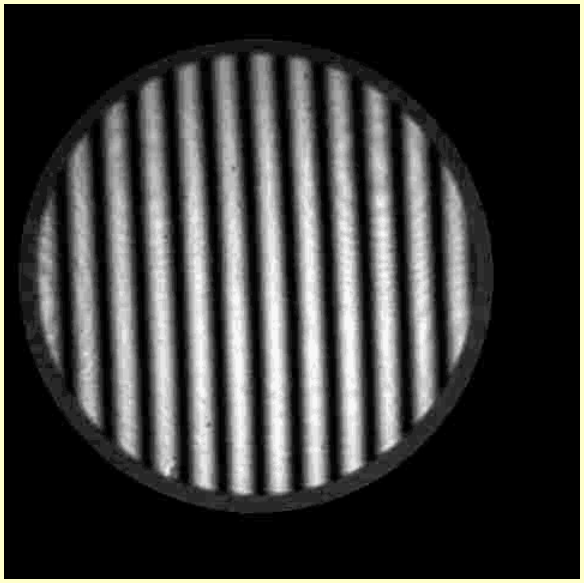


Se as parcelas da luz que seguem os braços L_1 e L_2 levarem o mesmo tempo para chegar à luneta T, ambas chegam em fase e a interferência é construtiva.

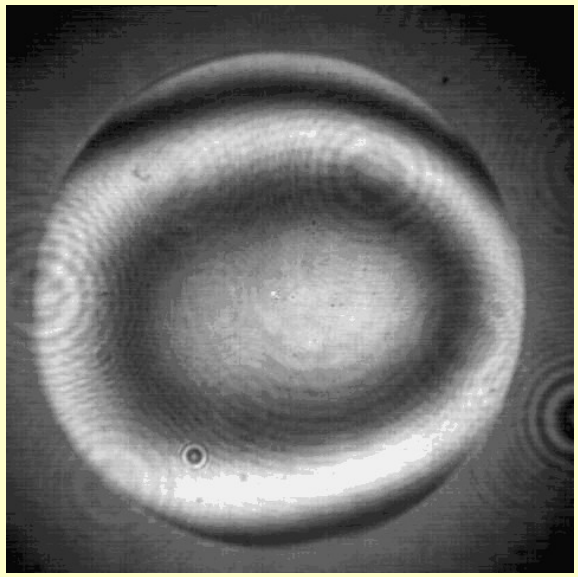
Para diferenças de percurso iguais a $\Delta t_{12} = (2c/\lambda)$ a interferência será destrutiva.



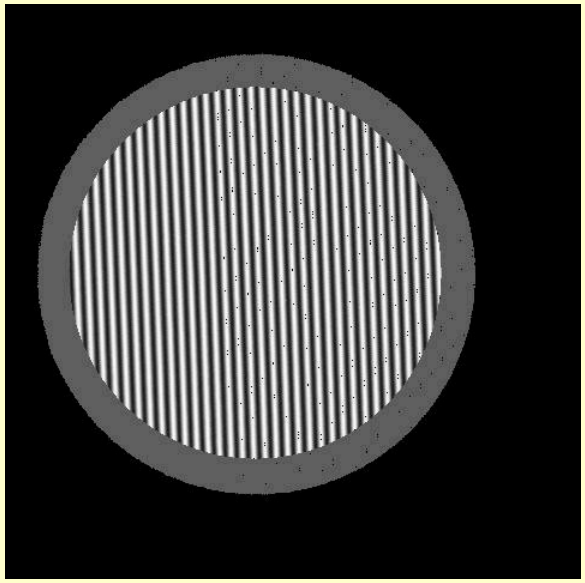
O Interferômetro de Michelson



Efeito do deslocamento de um dos espelhos quando os espelhos NÃO estão perfeitamente paralelos um ao outro.



Efeito do deslocamento de um dos espelhos quando os espelhos estão perfeitamente paralelos um ao outro, próximo ao contato óptico (braços com a mesma distância).



Efeito da inclinação maior ou menor dos espelhos um em relação ao outro. Quanto mais paralelos, mais largas as franjas.

Aplicações do Interferômetro de Michelson

espectroscopia

metrologia – medição de distâncias e ângulos

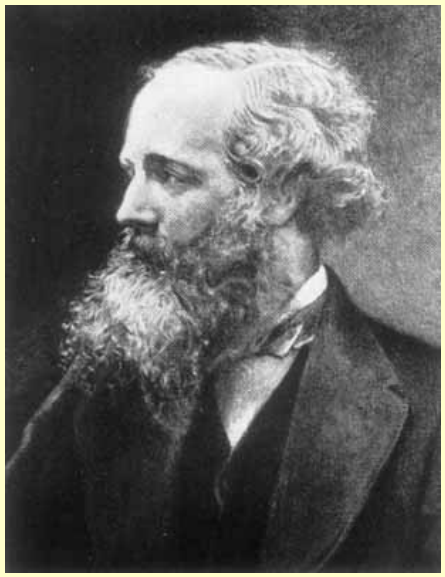
medição de variações diminutas nos índices de refração de substâncias

análise de vibrações

detecção de ondas gravitacionais

detecção de planetas em estrelas próximas

O Experimento de Michelson-Morley



James Clerk Maxwell
(1831-1879)

Equações de Maxwell (1873) ⟶ Onda eletromagnética que se propaga no vácuo com velocidade igual a $(\mu_0\varepsilon_0)^{-1/2}$

Permeabilidade do espaço livre $(\mu_0) = 4\pi \times 10^{-7}\ N/A^2$

Permissividade do espaço livre $(\varepsilon_0) = 8{,}85 \times 10^{-12}\ C^2/N.m^2$

$(\mu_0\varepsilon_0)^{-1/2} = c$ ⟶ A luz é uma onda eletromagnética!

O Experimento de Michelson-Morley

Ondas acústicas: velocidade determinada pelas características físicas (densidade etc.) do meio em que se propagam.

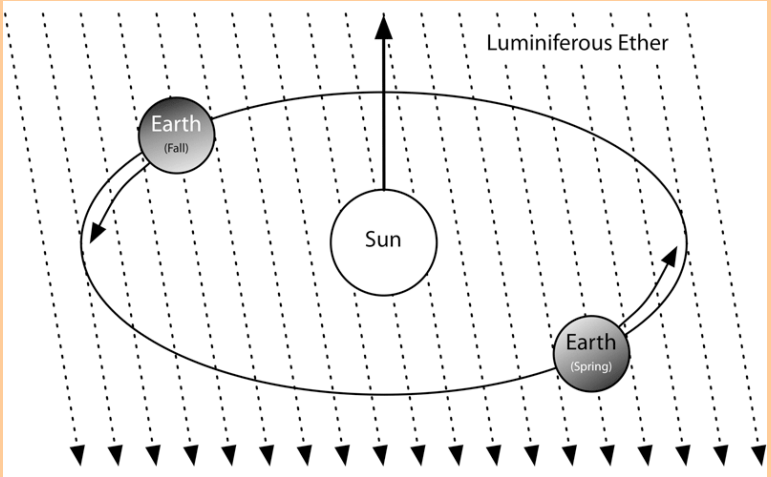
A intensidade e a direção da velocidade do som são afetadas pela velocidade ***do meio*** (vento, no caso do ar) em relação ao observador, mas não pela velocidade ***da fonte*** sonora em relação ao observador (embora a freqüência seja – efeito Doppler).

Por que isso não se aplicaria à luz se propagando no éter?

Como toda velocidade é definida em relação a um referencial, é razoável supor, dada a onipresença do éter, que a velocidade das ondas eletromagnéticas no vácuo é dada em relação ao referencial do éter.

O Experimento de Michelson-Morley

A Terra, ao girar em grande velocidade em torno do Sol (30 km/s), atravessa o éter sem perturbá-lo. Sopra, então, em qualquer laboratório, um "vento de éter", que tem precisamente a mesma velocidade em sentido oposto.

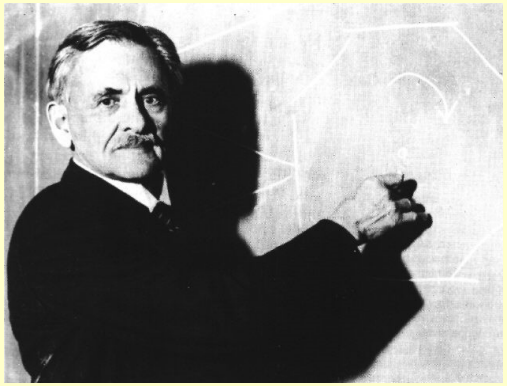


A velocidade da luz medida por um observador terrestre deveria variar entre $c + v$ (a favor do "vento de éter") e $c - v$ (contra o "vento de éter").

1878: Com base em hipóteses plausíveis a respeito do "vento de éter", Maxwell estimou essa variação em 10^{-8} do valor de c.

Seria possível fazer um experimento para determinar a velocidade da Terra em relação ao éter?

O Experimento de Michelson-Morley

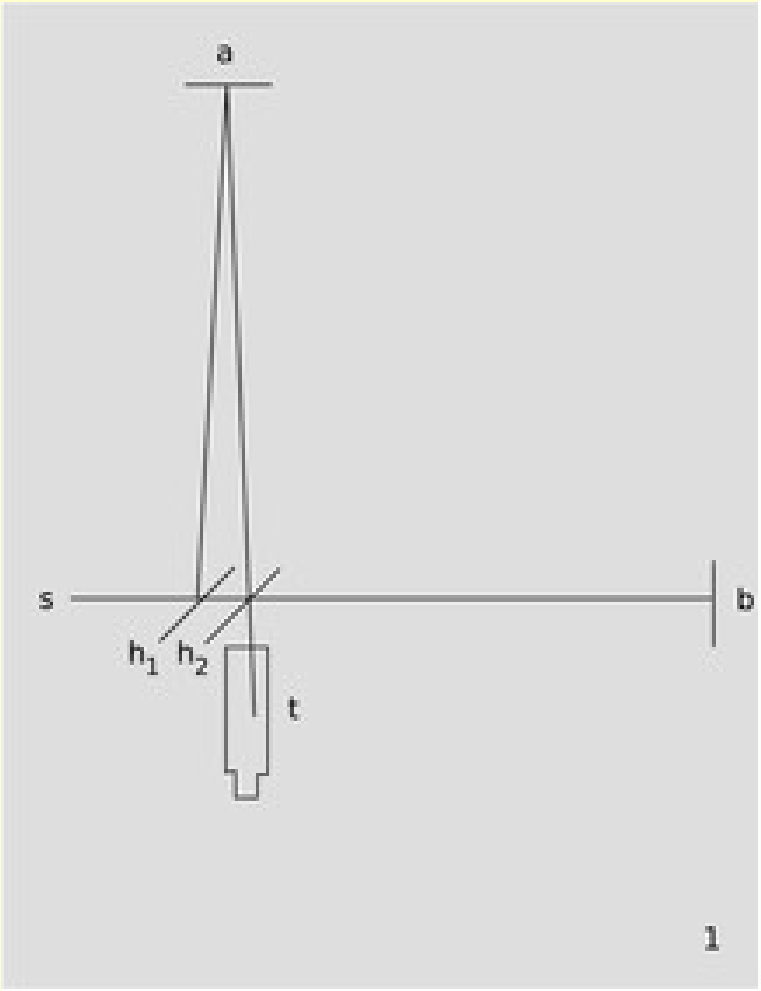


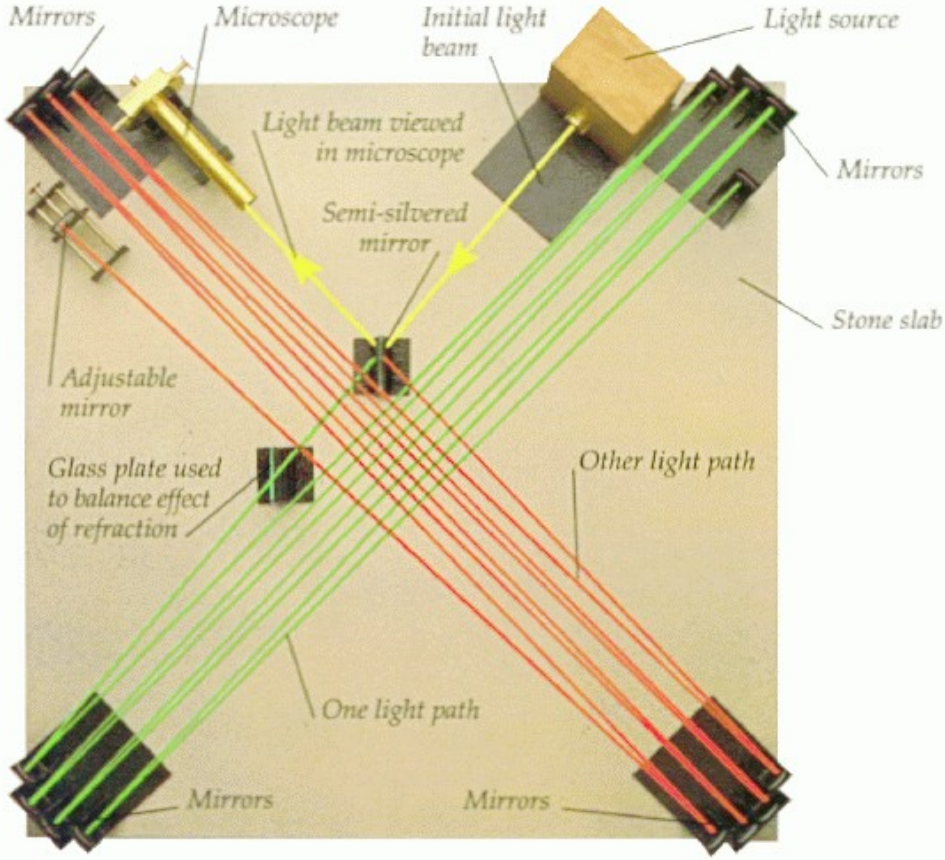


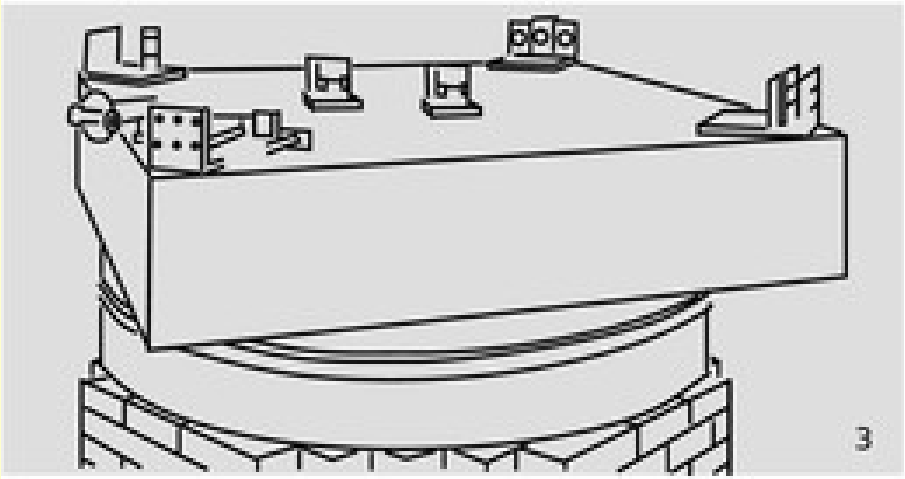
1881: O físico estadunidense Albert Abraham Michelson mostra em Potsdam (Alemanha) que é possível medir o efeito comparando interferometricamente a velocidade da luz ao longo de duas direções perpendiculares entre si.

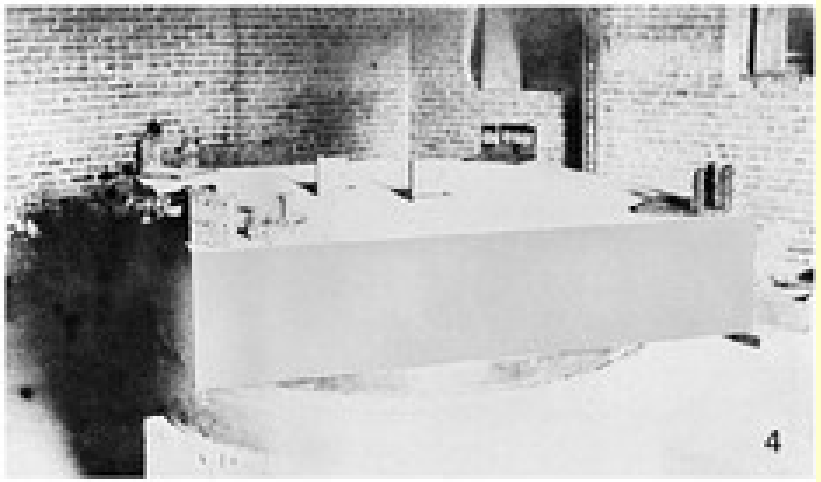


1887: em Cleveland, EUA, Michelson repetiu sua experiência, em cooperação com Edward Morley, aperfeiçoando-a.

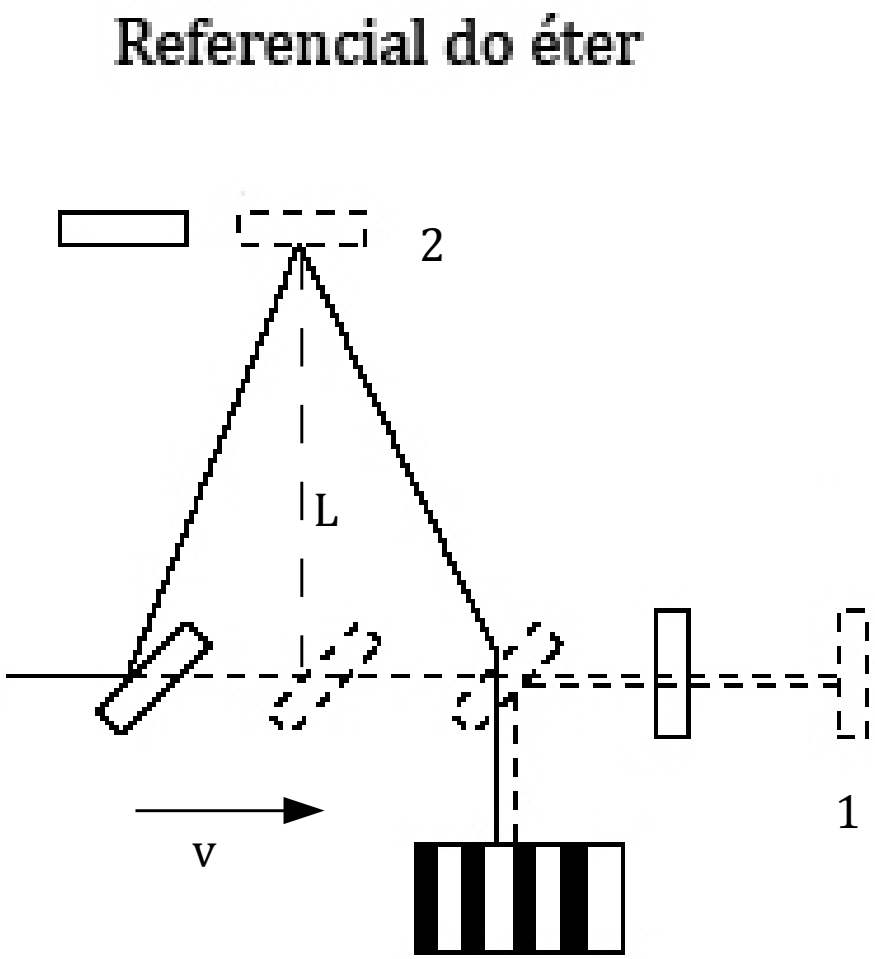

a
s
b
h1
h2
t
1


Mirrors
Microscope
Initial light beam
Light source
Light beam viewed in microscope
Mirrors
Semi-silvered mirror
Stone slab
Adjustable mirror
Glass plate used to balance effect of refraction
Other light path
One light path
Mirrors
Mirrors


3


4

O Experimento de Michelson-Morley



$L_1 = L_2 = L$

Tempo gasto no braço 1:

$t_1 = [L/(c-v)]+[L/(c+v)] =$

$= (2L/c)\,[1-(v^2/c^2)]^{-1} =$

$\approx (2L/c)\,[1+(v^2/c^2)]$

Tempo gasto no braço 2:

$t_2 = 2L/(c^2-v^2)^{1/2} =$

$\approx (2L/c)\,[1+(v^2/2c^2)]$

O Experimento de Michelson-Morley

Portanto há uma diferença $\Delta t = t_1 - t_2 = (L/c)\,(v/c)^2$

Mas na prática $L_1 \neq L_2$

Não tem problema: o que Michelson e Morley mediam era o ***deslocamento*** das franjas quando o sistema era rodado de 90^o.

Com $L = 22$ m e $v = 3{,}0 \times 10^4$ m/s $\sim$ $\Delta t = 7{,}3 \times 10^{-16}$ s

Usando uma fonte de luz de comprimento de onda $\lambda = 550$ nm a diferença de fase correspondente é dada por

$$\omega\Delta t = 2\pi c\Delta t/\lambda = 0{,}40 \times (2\pi)$$

equivalente a 40% da largura de uma franja – portanto plenamente observável

O Experimento de Michelson-Morley

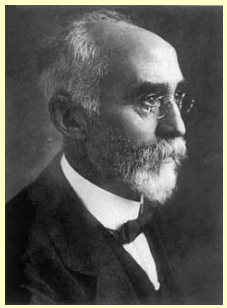
Resultado:

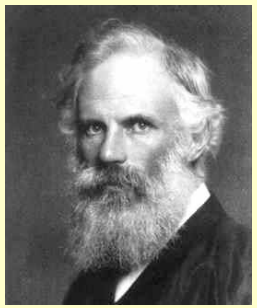
Os deslocamentos observados para as franjas não ultrapassaram 1% da largura das franjas, equivalente à resolução do aparelho.

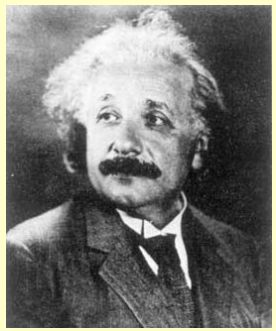
Conclusão:

"...que a velocidade da Terra com relação ao éter é provavelmente menor que um sexto da velocidade orbital da Terra, e certamente menor que um quarto. (...) O experimento será repetido portanto em intervalos de três meses, e assim toda a incerteza será evitada." (Michelson e Morley 1887)

O Experimento de Michelson-Morley







Possíveis Interpretações do Resultado

A Terra “arrasta” o éter consigo em seu movimento – retorno ao arrasto total de Stokes

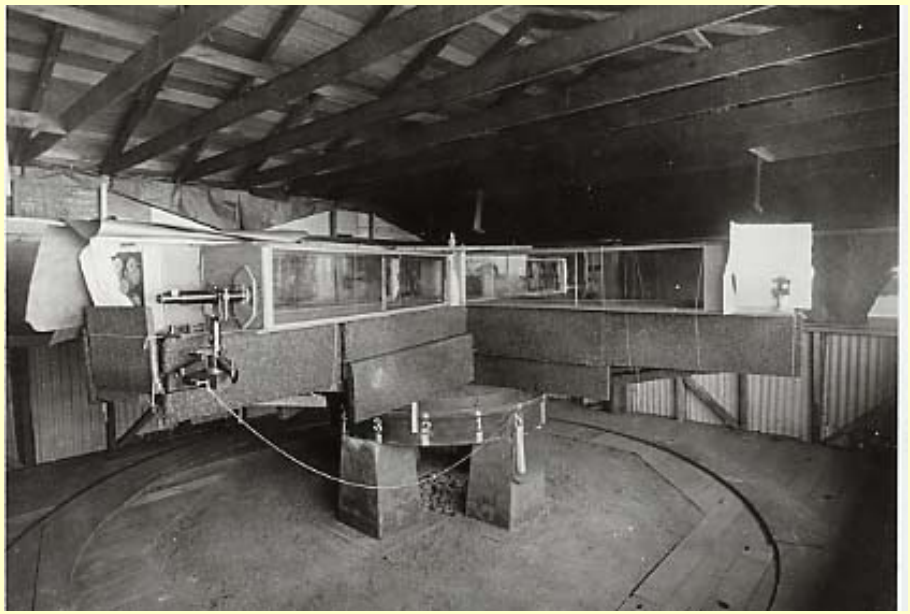
Hipótese de emissão de Ritz – a velocidade da luz depende da velocidade da fonte

Contração de Lorentz-FitzGerald – os instrumentos de medição se contraem (1892), Teoria do Elétron (1895)

Teoria da Relatividade Restrita de Einstein – a velocidade da luz é constante e independente do referencial (1905)

Polêmicas Depois do Experimento de Michelson-Morley



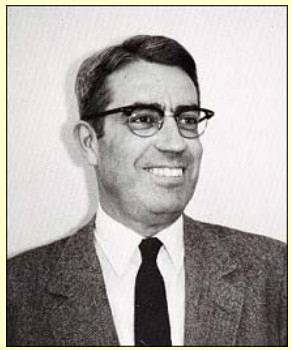


Morley continuou a trabalhar, com Dayton Miller, em experimentos buscando detectar variações interferométricas devidas ao “vento de éter”.

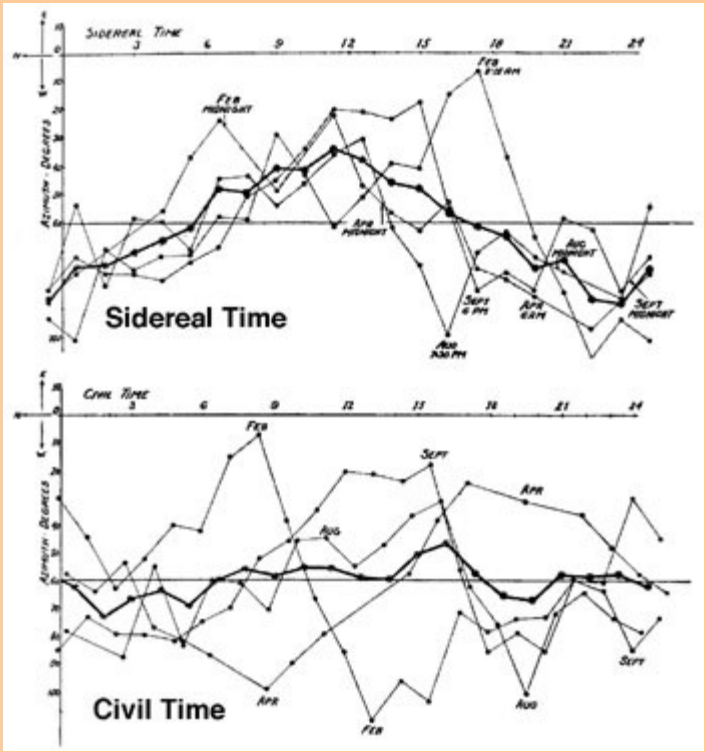
Sagnac (1913), bem como Michelson e Gale (1925) realizaram experimentos com resultados positivos, porém não conclusivos.

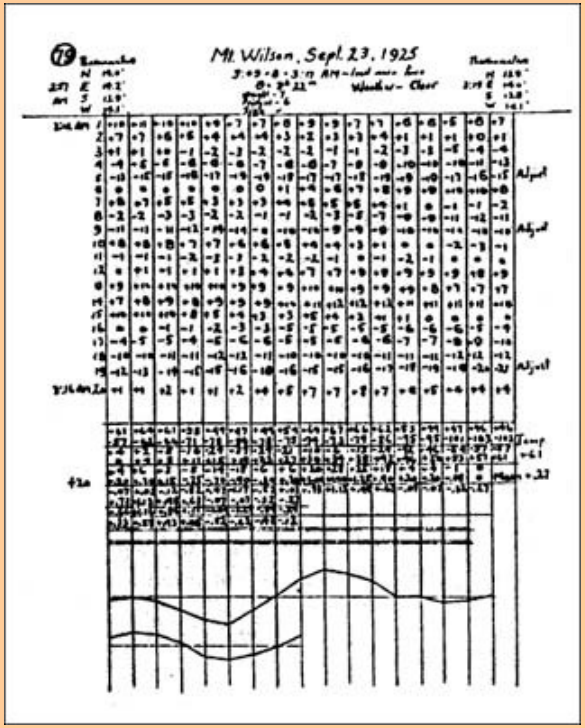
Dayton Miller obteve resultados positivos consistentes que apontavam para um movimento da Terra com relação ao éter (de 208 km/s numa direção quase perpendicular à órbita da Terra), publicados em 1933 após 20 anos de trabalho.

Polêmicas Depois do Experimento de Michelson-Morley



Depois da morte de Miller, os resultados foram desacreditados por Robert Shankland (em 1955). Após minuciosa análise, Shankland atribuiu o efeito a variações de temperatura, mas o assunto ainda provoca polêmica.





Mito ou Verdade?

#1

O experimento de Michelson-Morley foi um único experimento, realizado em 1887

Mito.

Por dois motivos:

***Primeiro**: O experimento fazia parte de um programa para testar as hipóteses de Fresnel sobre a natureza do éter:*

(1) o éter no interior da matéria era parcialmente arrastado com ela – testado com a reprodução do experimento de Fizeau;

(2) o éter livre (no espaço, por exemplo) é estacionário e a Terra se move em relação a ele – esta, sim, testada pelo experimento de Michelson-Morley de 1887.

Mito.

***Segundo**: O experimento de Michelson-Morley de 1887 nada mais era que uma reprodução mais acurada do experimento realizado por Michelson em Potsdam em 1881.*

Ele foi repetido através de versões aprimoradas ao longo das décadas seguintes, especialmente pelo próprio Michelson, por Morley e por Dayton Miller.

Lloyd Swenson se refere a „os experimentos de Michelson-Morley-Miller de 1880 a 1930“.

Mito ou Verdade?

#2

O experimento de Michelson-Morley foi completado

Mito.

Michelson e Morley se propuseram a medir os deslocamentos das franjas em diferentes épocas do ano para levar em conta possíveis combinações de movimentos que gerassem uma velocidade relativa entre a Terra e o éter muito baixa. Estas outras medições nunca foram feitas.

As únicas medições feitas foram as do meio-dia dos dias 8, 9 e 11 de julho e as feitas nas noites de 8, 9 e 12 de julho.

Mito ou Verdade?

#3

O experimento de Michelson-Morley deu um resultado nulo

Mito.

Michelson e Morley encontraram deslocamentos de 1% de franja, muito abaixo do valor esperado (~40%) e dentro da faixa de erro do próprio instrumento, mas certamente não zero.

[Pode-se dizer, no entanto, que os resultados encontrados por Michelson e Morley são compatíveis com um resultado nulo.]

Mito ou Verdade?

#4

O experimento de Michelson-Morley foi um „experimentum crucis“

Mito.

O experimento de Michelson-Morley não visava distinguir entre previsões distintas de duas teorias rivais. O advento da Teoria da Relatividade Restrita, que prevê um resultado nulo para o experimento, só aconteceria 18 anos depois do experimento.

Mito ou Verdade?

#5

O experimento de Michelson-Morley foi instantaneamente reconhecido como um dado experimental fundamental

Mito.

Os resultados do experimento de Michelson-Morley foram eclipsados pelos resultados dos experimentos de Hertz comprovando a existência de ondas eletromagnéticas, realizados no mesmo ano. Havia portanto, paradoxalmente, novos dados experimentais corroborando (Hertz) e colocando em xeque (Michelson-Morley) o modelo da teoria ondulatória da luz baseada em um éter com propriedades eletromagnéticas e em sua relação com a matéria ponderável.

O reconhecimento da importância do experimento veio apenas com as tentativas de conciliar seu resultado com um modelo teórico, a partir dos esforços de Lord Kelvin, Hendrik Lorentz, entre outros.

Mito ou Verdade?

#6

O experimento de Michelson-Morley provou que o éter não existia

Mito.

A Teoria do Elétron de Lorentz, por exemplo, deu conta do resultado nulo do experimento de Michelson-Morley a partir do efeito hoje conhecido como „contração de FitzGerald-Lorentz“. Não havia portanto como concluir do experimento que o éter não existia.

Mito ou Verdade?

#7

Michelson queria com o experimento de Michelson-Morley provar que o éter não existia

Mito.

Nada mais longe da verdade. Michelson nunca deixou de acreditar na existência real do éter luminífero, e maldisse por décadas a polêmica gerada pelo resultado do experimento.

Mito ou Verdade?

 # 8

O experimento de Michelson-Morley foi a principal inspiração para a criação da Teoria da Relatividade Restrita

Mito.

Apesar de algumas declarações aparentemente contraditórias de Einstein a respeito da influência do experimento de Michelson-Morley como inspiração para a sua Teoria da Relatividade Restrita, uma avaliação abrangente concluiria que provavelmente o experimento foi muito mais instrumental na aceitação da Teoria da Relatividade Restrita do que na sua gênese, especialmente na comunidade de físicos estadunidense, onde uma cultura empírica ainda grassava, mais do que na Europa.

Einstein se refere muito mais consistentemente às questões de simetria teórica entre os corpos da mecânica newtoniana e do eletromagnetismo maxwelliano, e, quando muito, admite que os fenômenos de aberração da luz e o experimento de Fizeau de 1850 eram „suficientes“ como dados experimentais.

Mito ou Verdade?

#9

O experimento de Michelson-Morley era desconhecido por Einstein quando da criação da Teoria da Relatividade Restrita

Mito.

Tampouco parece ser verdade. Einstein conhecia bem os trabalhos de Lorentz, que menciona os resultados de Michelson e Morley.

Mas é curioso que este mito e o anterior, que são contraditórios, co-existam na comunidade dos físicos.

Mito ou Verdade?

#10

O experimento de Michelson-Morley foi desprezado a partir da aceitação da Teoria da Relatividade Restrita

Mito.

Não. Do ponto de vista dos defensores da Teoria da Relatividade Restrita, o experimento foi muito utilizado como argumento empírico a favor da teoria.

Do ponto de vista dos partidários do éter, tampouco o experimento foi arquivado. Novas versões foram postas em prática levando em conta variações de altitude e efeito das paredes da sala sobre o éter, por exemplo.

Mito ou Verdade?

#11

a Teoria da Relatividade Restrita foi imediatamente aceita pela comunidade dos físicos a partir de 1905

Mito.

Claro que não. A Teoria da Relatividade Restrita era motivo de debates até pelo menos 1919, quando a previsão da Teoria da Relatividade Geral quanto à curvatura dos raios luminosos durante um eclipse do Sol foi espetacularmente verificada por Eddington e sua equipe. Apenas a partir daí pode-se dizer que a Teoria da Relatividade passou a fazer parte do „mainstream“ da Física.

Mito ou Verdade?

#12

O experimento de Michelson-Morley foi o único experimento que tentou medir o „vento de éter“

Mito.

Houve diversos outros experimentos que tiveram o mesmo propósito, anteriores e posteriores (e. g. Fizeau, Lodge, Sagnac, Trouton-Noble, Kennedy-Thorndike, Hammar).

Mito ou Verdade?

#13

A contração de FitzGerald-Lorentz é uma hipótese „ad hoc“

Mito.

Na Teoria do Elétron de Lorentz, e mesmo no relato sumário de Larmor da sugestão de FitzGerald, o efeito de contração do comprimento dos objetos rígidos não é „ad hoc“ estritamente, mas decorre da compreensão da dimensão de um corpo depender das forças eletromagnéticas entre as partículas que o constituem, forças estas que estariam sujeitas ao estado de movimento do éter que as propaga.

Mito ou Verdade?

#14

Michelson ganhou o prêmio Nobel de Física de 1907 por ter imaginado e executado o experimento de Michelson-Morley

Mito.

O prêmio foi outorgado a Michelson „por seus instrumentos ópticos de precisão e pelas investigações espectroscópicas e metrológicas levadas a cabo com seu auxílio“. Refere-se portanto às análises espectroscópicas feitas por Michelson com seu interferômetro e à redefinição do metro em termos do comprimento de onda de uma linha espectral, trabalho que Michelson realizou no BIPM.

As Origens dos Mitos

Quem conta um conto aumenta um ponto

A história é contada pelos vencedores

Tendência cultural e objetivos pedagógicos levam à sim-plificação

Mudança de paradigma apaga questões que explicam as complexidades

Lições a Serem Tiradas

*Lição #1: Um experimento que "não dá certo" (como nossos alunos costumam dizer) é tão importante quanto qualquer outro, senão **mais** importante.*

*Lição #2: As pessoas sempre vão tirar conclusões sobre o que você fez e depois vão dizer que as conclusões foram **suas**.*

*Lição #3: Os eventos históricos são **sempre** muito mais complicados do que nos contam ou do que achamos.*

Referências etc.

Para referências sobre quaisquer dos temas abordados nesta palestra, dúvidas ou qualquer outro comentário escreva para o nosso SAC (Serviço de Atendimento ao Cliente):

beto@if.ufrj.br