

Relatividade

Aula 02

Marcelo G Munhoz
Edifício HEPIIC, sala 212, ramal 916940
munhoz@if.usp.br

Como conciliar esses dois princípios?

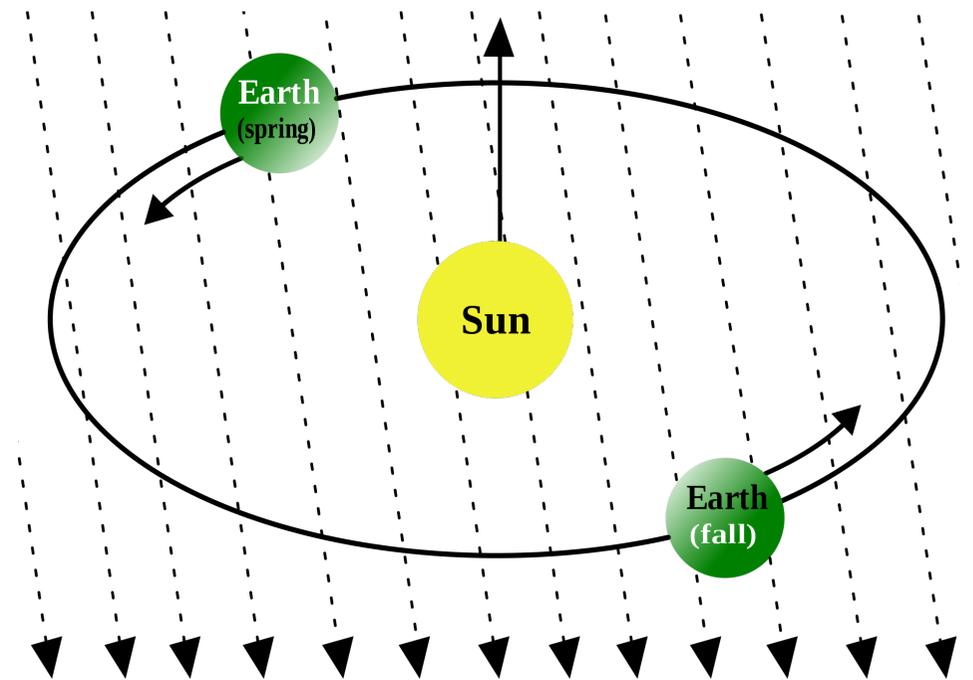
- A conciliação é possível a partir de uma destas três maneiras:
 1. As leis da mecânica e do eletromagnetismo são válidas, mas o princípio da relatividade clássico não se aplica a todos os referenciais. Existe um referencial especial (absoluto), chamado de **éter**, onde a velocidade da luz é **c** e é possível medir um movimento retilíneo e uniforme em relação a ele
 2. O eletromagnetismo precisa ser modificado para acomodar diferentes valores da velocidade da luz conforme o referencial inercial
 3. A mecânica precisa ser modificada (transformações de Galileu) para a acomodar o valor absoluto da velocidade da luz

Como resolver a questão?

- A princípio, a alternativa mais “atraente” seria a primeira, de preservar a mecânica clássica e o eletromagnetismo
- Diversas tentativas de se medir a velocidade relativa em relação ao éter foram realizadas, sendo a mais conhecida os experimentos de interferometria de Michelson e Morley

O experimento de Michelson e Morley

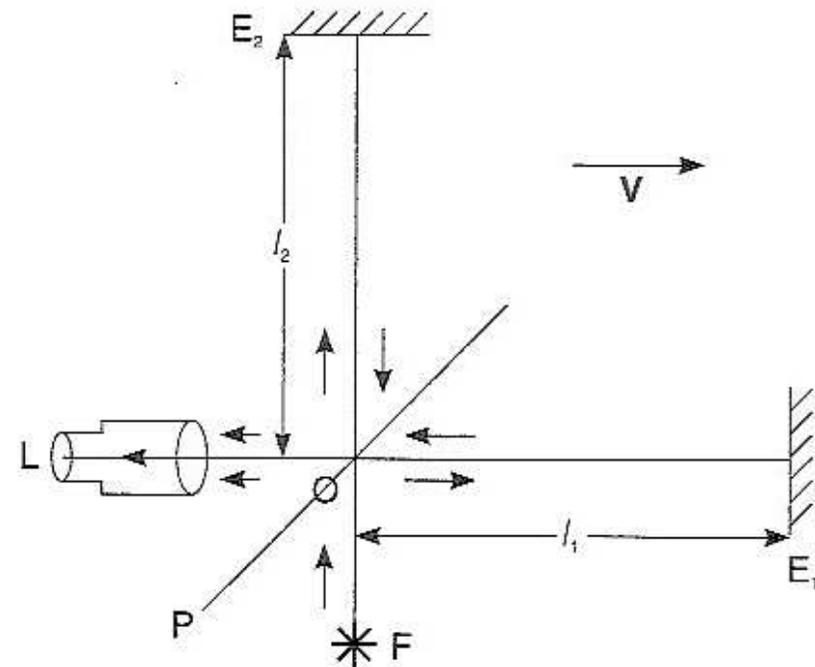
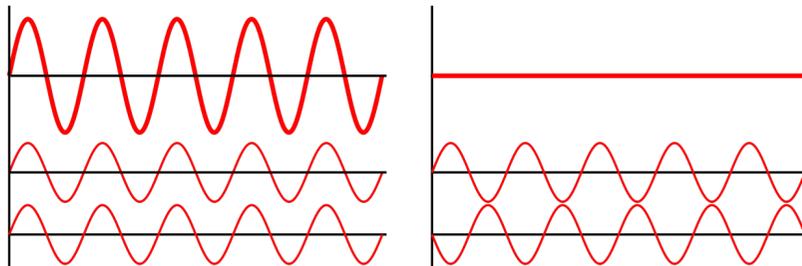
- A proposta do experimento consiste em medir a diferença na velocidade relativa da Terra em relação ao éter
- A velocidade da luz será c em relação ao éter e $\vec{c}' = \vec{c} - \vec{V}$ em relação à Terra, sendo \vec{V} a velocidade da Terra em relação ao éter



Wikimedia Commons

O experimento de Michelson e Morley

- Isso pode ser feito a partir da interferência da luz
- A proposta é observar o padrão de interferência que aparece em L por conta da luz ter velocidades relativas ao éter diferentes nos dois caminhos perpendiculares
- A ideia é observar mudanças nesse padrão de interferência conforme o equipamento é girado



HMN, Figura 6.2

"Sobre a Eletrodinâmica de Corpos em Movimento"

Albert Einstein, 1905

- *"Exemplos deste tipo, juntamente com as tentativas frustradas de descobrir qualquer movimento da Terra relativamente ao "meio luminoso", sugerem que os fenômenos da eletrodinâmica, assim como os da mecânica, não possuem propriedades correspondentes à ideia de repouso absoluto. Elas sugerem, em vez disto, como já foi mostrado em primeira ordem em quantidades pequenas, que as mesmas leis da eletrodinâmica e da óptica serão válidas em todos os sistemas de referência para os quais as equações da mecânica se aplicam. Nós elevaremos esta conjectura (o teor da qual será daqui em diante chamado de "Princípio de Relatividade") ao status de um postulado, e introduzimos também um outro postulado, que é apenas aparentemente irreconciliável com o primeiro, qual seja, que a luz sempre se propaga no espaço vazio com uma velocidade definida c que é independente do estado de movimento do corpo emissor. Estes dois postulados bastam para a obtenção de uma teoria simples e consistente da eletrodinâmica de corpos em movimento baseada na teoria de Maxwell para corpos estacionários. A introdução de um "éter luminífero" mostrar-se-á supérflua, na medida que a visão a ser desenvolvida aqui não vai requerer um "espaço absoluto estacionário" provido de propriedades especiais, nem atribuir um vetor velocidade a um ponto do espaço vazio no qual acontecem processos eletromagnéticos."*

Princípios da Teoria da Relatividade Restrita

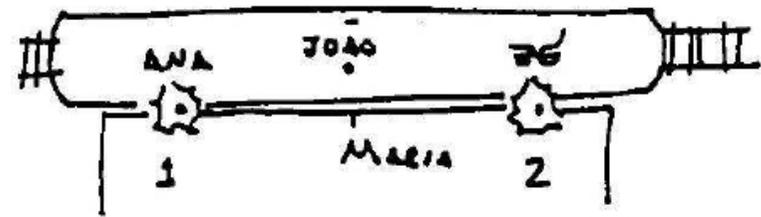
1. As leis físicas têm a mesma forma em todos os referenciais inerciais
2. Em qualquer referencial inercial, a velocidade da luz é a mesma, tanto se a luz for emitida por um corpo em repouso, como por um corpo em movimento uniforme

Princípios da Teoria da Relatividade Restrita

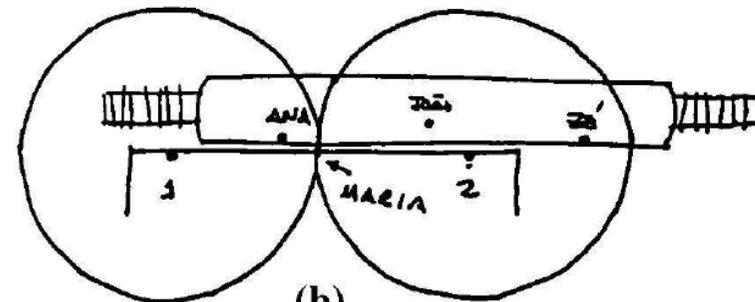
- Portanto, a Teoria da Relatividade diz respeito ao que é absoluto na natureza! No caso, a velocidade da luz
- No que implica esses dois postulados? Quais são as consequências para a Mecânica Clássica de se impor que a velocidade da luz é constante em qualquer referencial?

A Relatividade da Simultaneidade

- Um exemplo de consequência desses postulados é a relatividade da simultaneidade de eventos
- Eventos que são simultâneos em um referencial podem não ser em outro
- Veremos mais exemplos nas próximas aulas!



(a)



(b)

MJMS, Figura 19.9

A Relatividade da Simultaneidade

- Definição de Einstein da simultaneidade (HNM, pág. 184)
 - Se um evento 1 ocorre em P_1 no instante t_1 , sendo marcado pela emissão de um sinal luminoso que parte de P_1 nesse instante, e o mesmo vale para P_2 em t_2 (evento 2), dizemos que estes dois eventos são simultâneos ($t_1=t_2$) quando o ponto de encontro dos dois sinais luminosos é o ponto médio do segmento P_1P_2