

Aula 1: Relatividade restrita

Bárbara Amaral
Instituto de Física da USP

Bibliografia

- ▶ Moysés: seção 6.1.
- ▶ Feynman: seções 15.1 e 15.2.
- ▶ Young and Freedman: seção 37.1.

Física Moderna

Relatividade Restrita

Equações de Maxwell

As ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo com velocidade igual a c .

A qual referencial essa velocidade se refere?

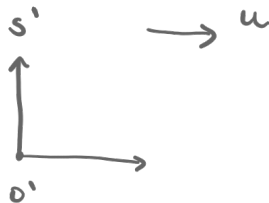
Referenciais inerciais

Referenciais inerciais

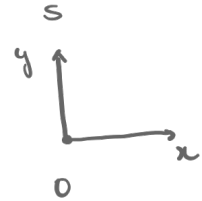
Vale a **lei da inércia**: uma partícula não sujeita a nenhuma força permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme.

Referenciais inerciais

Qualquer referencial em movimento retilíneo uniforme em relação a outro referencial inercial é também inercial.

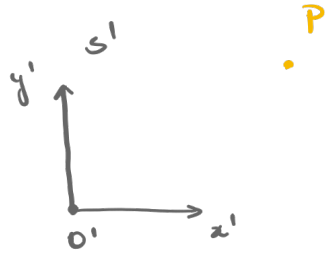


Exemplo



1) Em $t=0$ as origens coincidem.

2) Os eixos são paralelos.



$P = (x, y, z)$ em S

(x', y', z') em S'

Qual é a relação entre as coordenadas x, y, z, t e x', y', z', t' ?

Transformação de Galileu

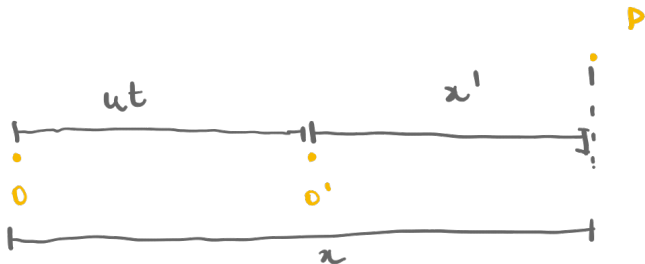
$$x' = x - ut$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = t$$

Caso particular



$$x = ut + x'$$

Transformação de Galileu para a velocidade

$$v' = v - u$$

Aceleração

$$a' = a$$

Como a transformação de Galileu não muda a distância entre as partículas nem a aceleração, também não muda forças que só dependem dessas quantidades.

Força

$$F' = F$$

A lei fundamental da dinâmica não se altera.

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

$$\vec{p} = m \vec{v}$$

Princípio da relatividade da mecânica de Galileu

É impossível detectar o movimento retilíneo uniforme de um referencial em relação a outro por qualquer efeito sobre as leis da dinâmica.

Se aplicamos esse princípio à eletrodinâmica, temos um problema...

Decorre das leis de Maxwell que a luz se propaga no vácuo com velocidade igual a c .

Mas se isso é verdade em um referencial inercial e se valem as leis da mecânica newtoniana, isso não pode ser verdade em outro.

Isso contradiz o princípio da relatividade na eletrodinâmica.

Temos então uma de três opções:

Opção 1

A mecânica newtoniana e as equações de Maxwell estão corretas, mas o princípio da relatividade não se aplica às leis do eletromagnetismo.

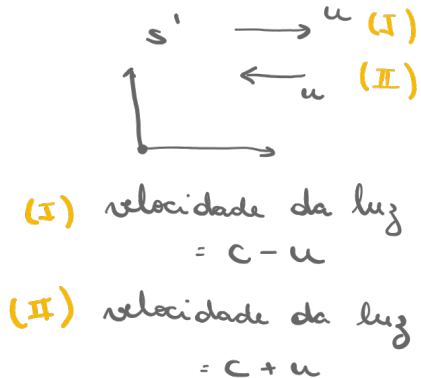
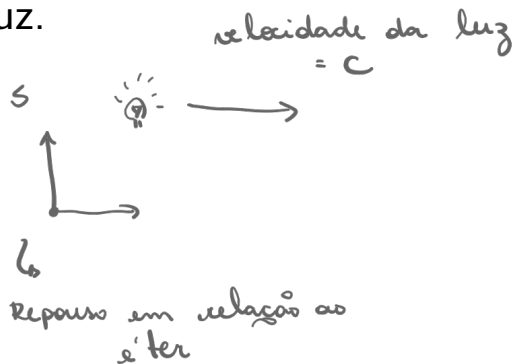
A previsão de que a velocidade da luz é c estaria restrita a um referencial inercial privilegiado.

Isso acontece na acústica!

As ondas sonoras se propagam através de um meio material e a velocidade do som é isotrópica somente se o referencial está em repouso em relação a esse meio.

Conjecturou-se a existência de um meio material, chamado **éter**, que permearia todo o espaço e que permitiria a propagação das ondas eletromagnéticas.

Se o éter existisse como referencial privilegiado, seria possível detectar um movimento retilíneo uniforme em relação a ele utilizando experiências com a propagação da luz.



A validade da hipótese 1 pode ser experimentalmente verificada!

Opção 2

O princípio da relatividade se aplica a todas as leis físicas e a mecânica newtoniana está correta, mas as equações de Maxwell precisam ser modificadas.

Se isso fosse verdade, veríamos discrepâncias entre as previsões da eletrodinâmica e os dados experimentais.

A validade da hipótese 2 pode ser experimentalmente verificada!

Opção 3

O princípio da relatividade se aplica a todas as leis físicas e as equações de Maxwell estão corretas, mas a mecânica newtoniana precisa ser modificada.

Se isso fosse verdade, veríamos discrepâncias entre as previsões das leis de Newton e os dados experimentais.

A validade da hipótese 3 pode ser experimentalmente verificada!

A única opção compatível com os dados experimentais é a opção 3!