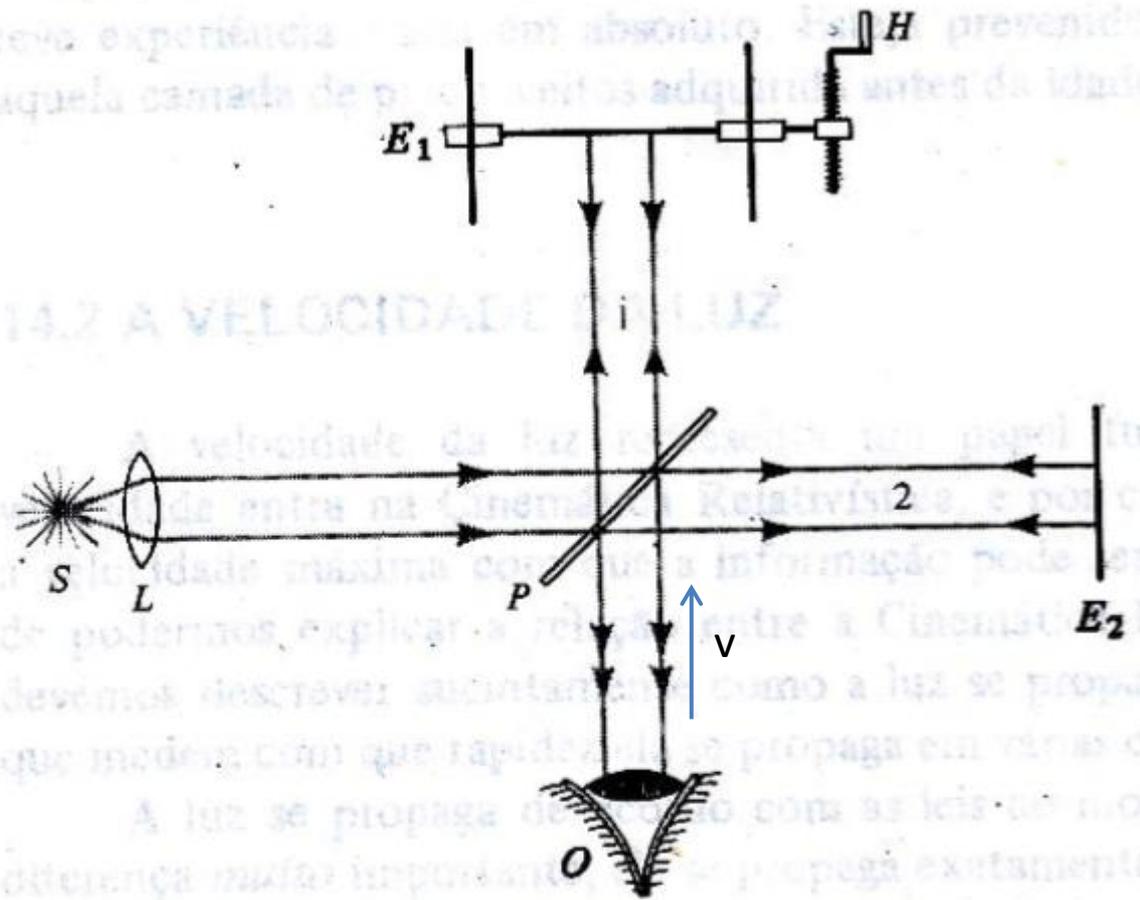


Experiência de Michelson-Morley

essa experiência foi feita em absoluto. Se H prevenido
aquela camada de p... antes da ida

14.2 A VELOCIDADE DA LUZ

A velocidade da luz...
de entrada na Cinemática Relativista...
de velocidade máxima...
de podermos explicar a relatividade...
devemos descrever... como a luz se propaga...
que medem com que rapidez... se propaga em relação a...



Representação da figura de franjas

A luz se propaga... com as leis do movimento...
diferença muito importante... se propaga exatamente...
Assim, há uma forte analogia entre as ondas de luz...
através das partículas que...

Referenciais Inerciais

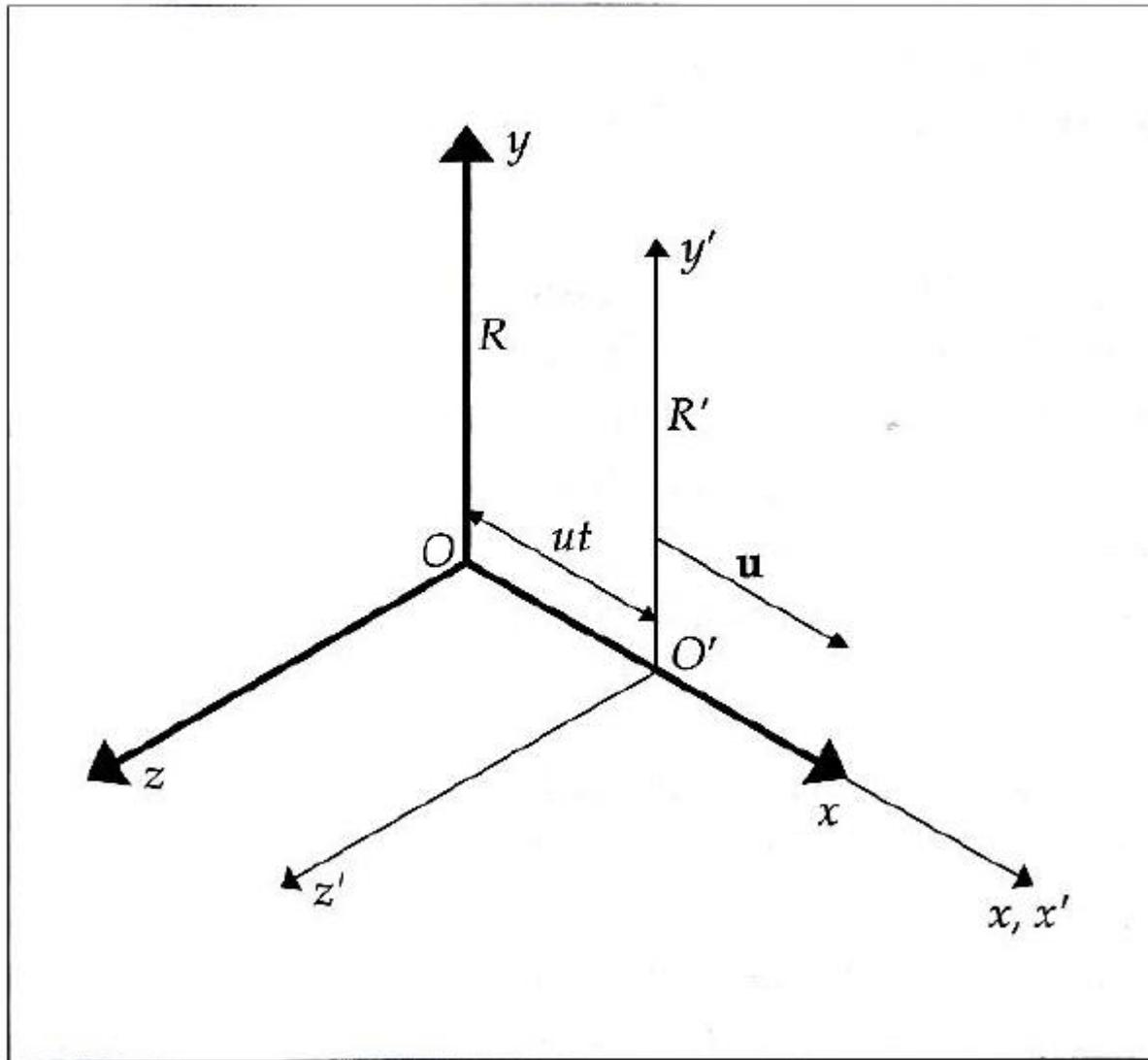
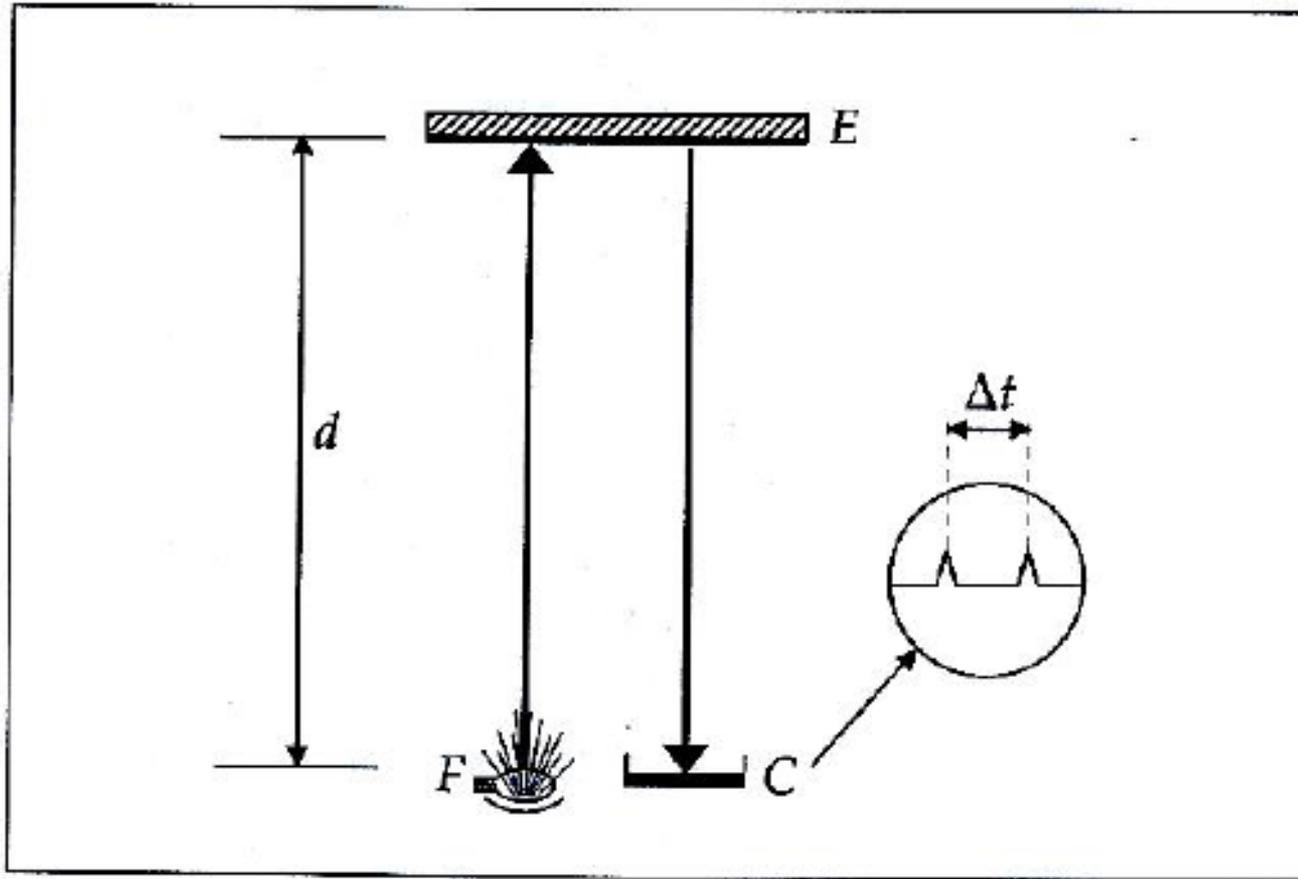


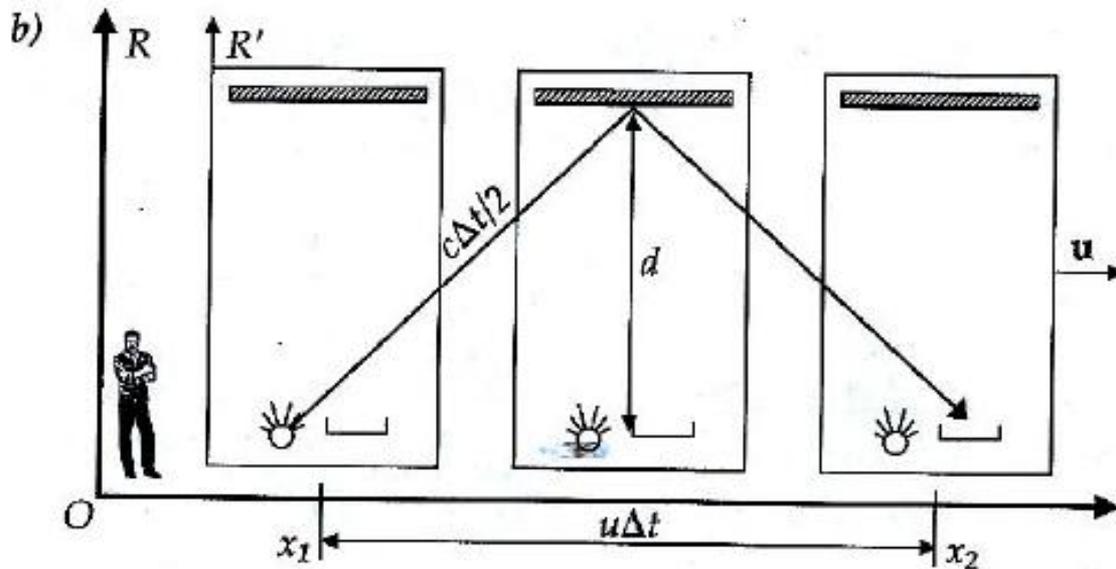
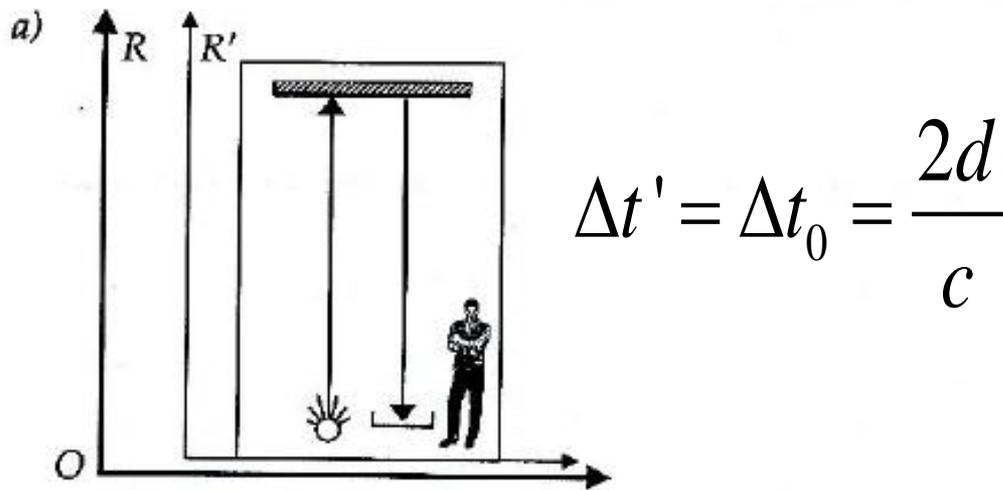
Tabela 3.1

	Física clássica	TRE
Referencial absoluto	O éter é um referencial absoluto.	Não existe referencial absoluto.
Velocidade da luz	A velocidade da luz deve ser medida no referencial do éter e independe do movimento da fonte.	A velocidade da luz é absoluta e independe do movimento da fonte.
Relação espaço-tempo	Espaço e tempo são independentes e absolutos.	Espaço e tempo são interdependentes e relativos e formam o espaço-tempo, que é absoluto.
Transformação entre referenciais inerciais	É feita pela TG.	É feita pela TL.

Relógios de luz



Dilatação do tempo



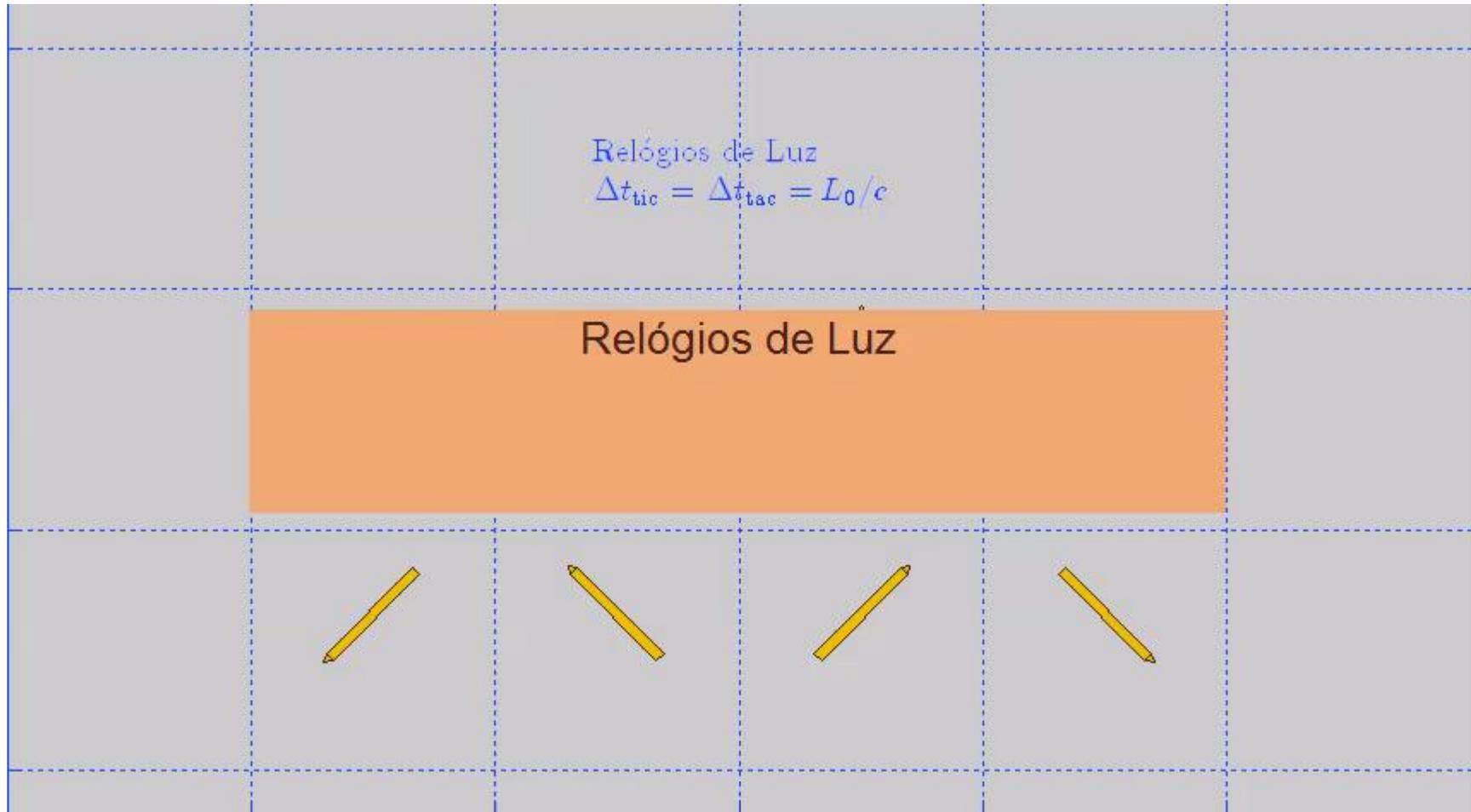
$$\Delta t = \gamma \Delta t_0$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}$$

Relógios em movimento andam mais devagar

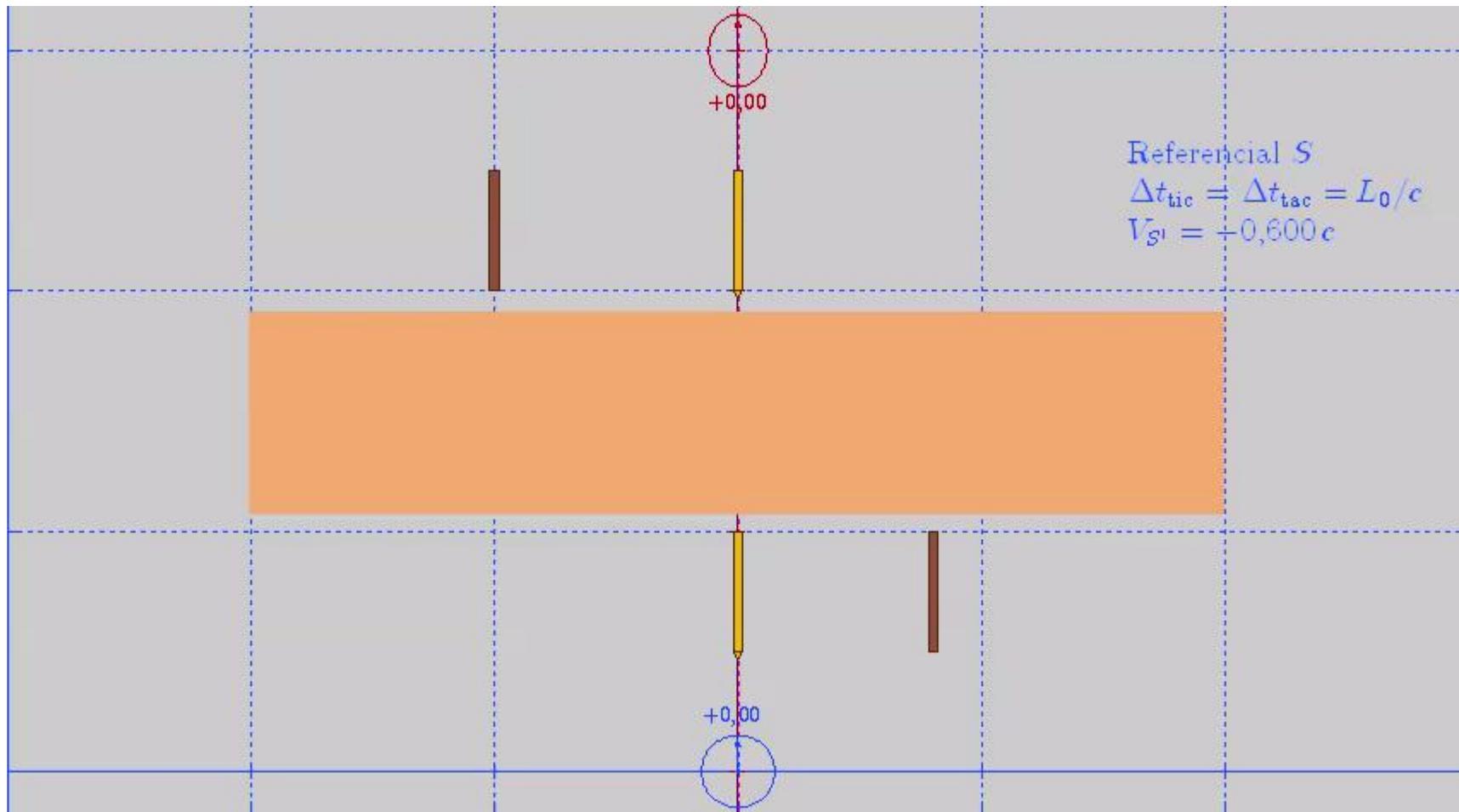
Relógios de Luz

- Relógios de Luz: $\Delta t_{tic} = \Delta t_{tac} = L_0/c$

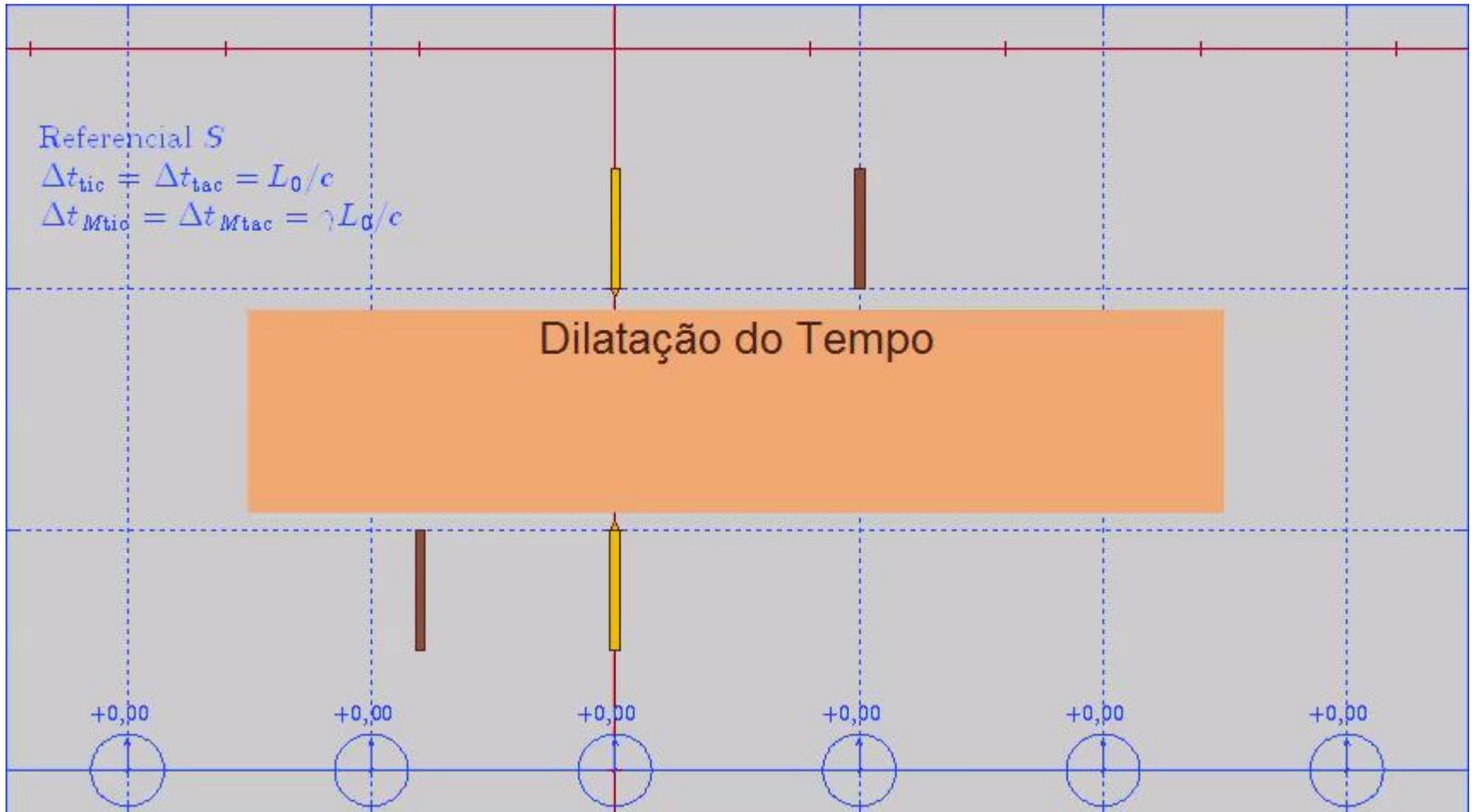


Relógios idênticos funcionam igualmente quando em repouso em qualquer referencial inercial

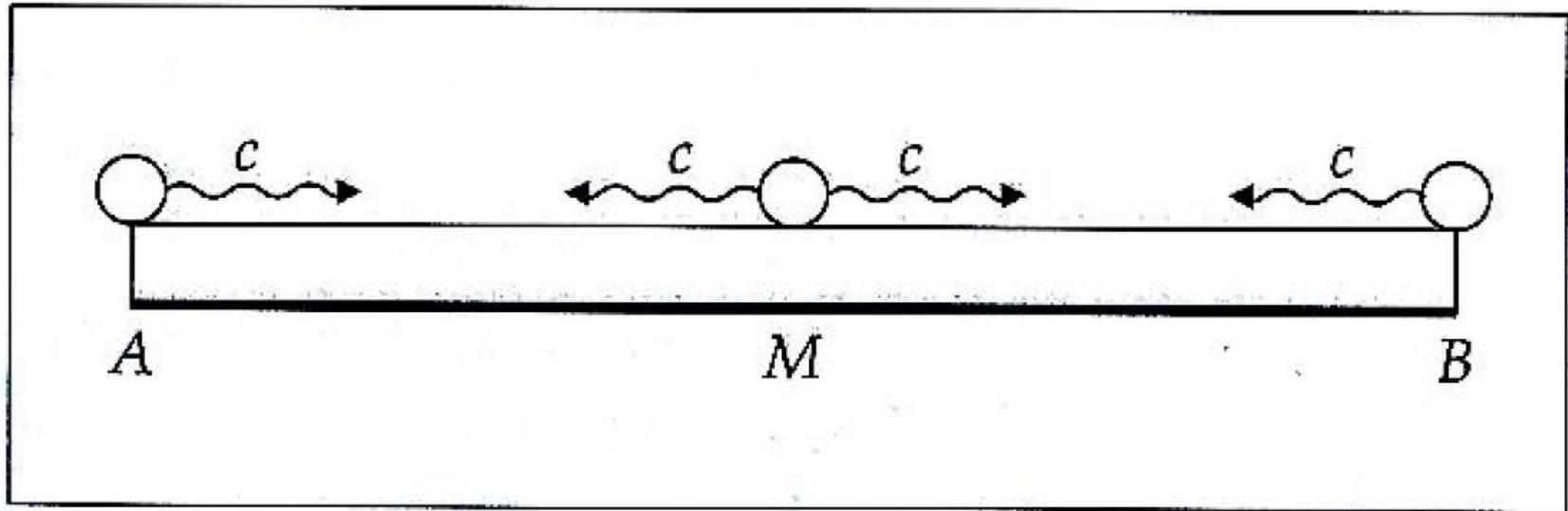
Relógios em movimento andam mais devagar



Dilatação do tempo: O pulso do relógio em movimento percorre um caminho maior no ciclo

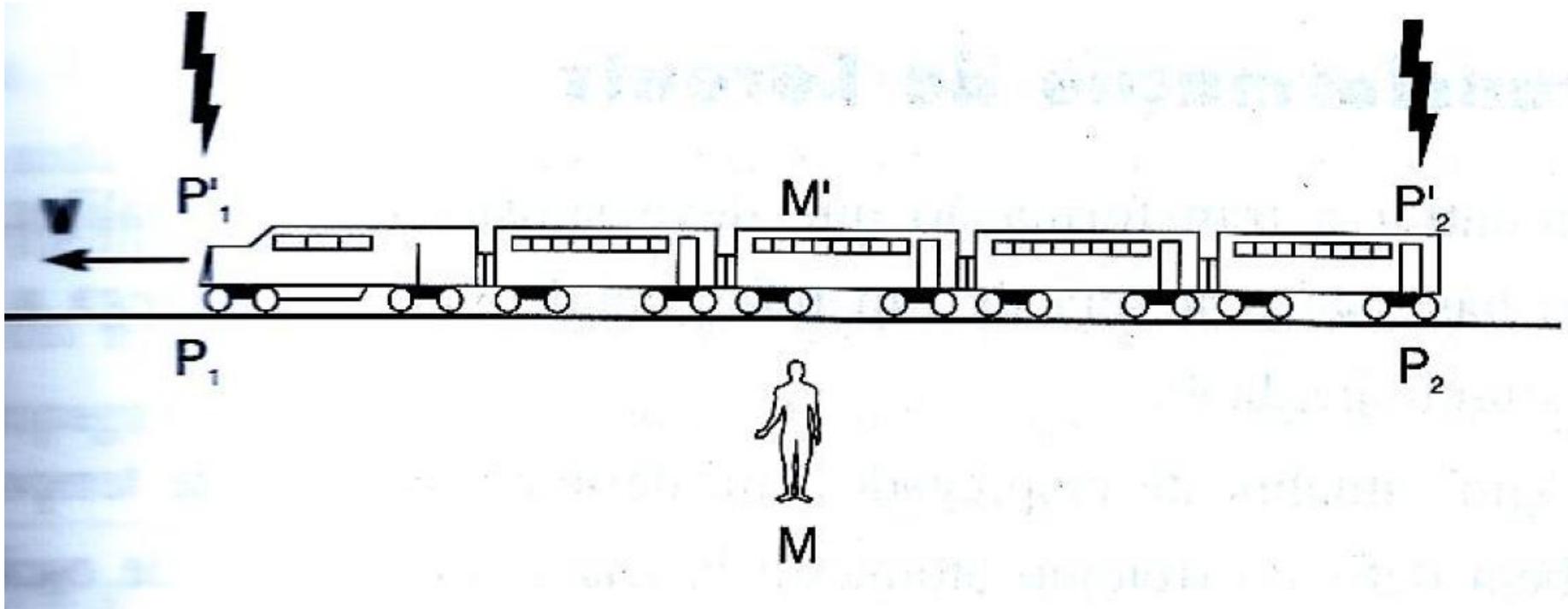


Sincronização de relógios no mesmo referencial



Toda medida de tempo se baseia numa verificação de simultaneidade.

Se dois eventos em um referencial inercial são simultâneos para um observador estacionário neste referencial, serão simultâneos para qualquer outro observador estacionário no mesmo referencial.

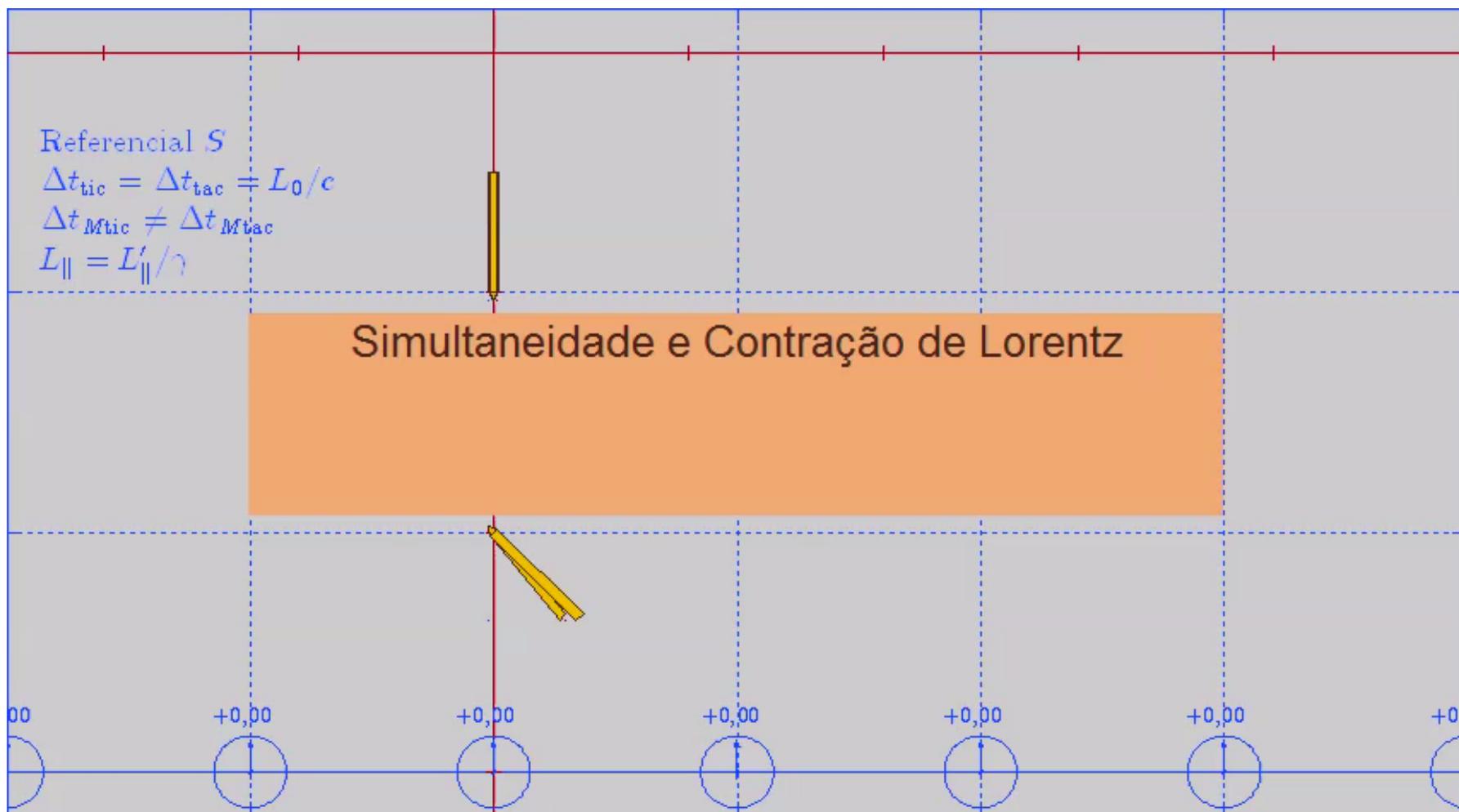


Eventos 1 e 2 são simultâneos em R , já que chegam em M no mesmo instante.

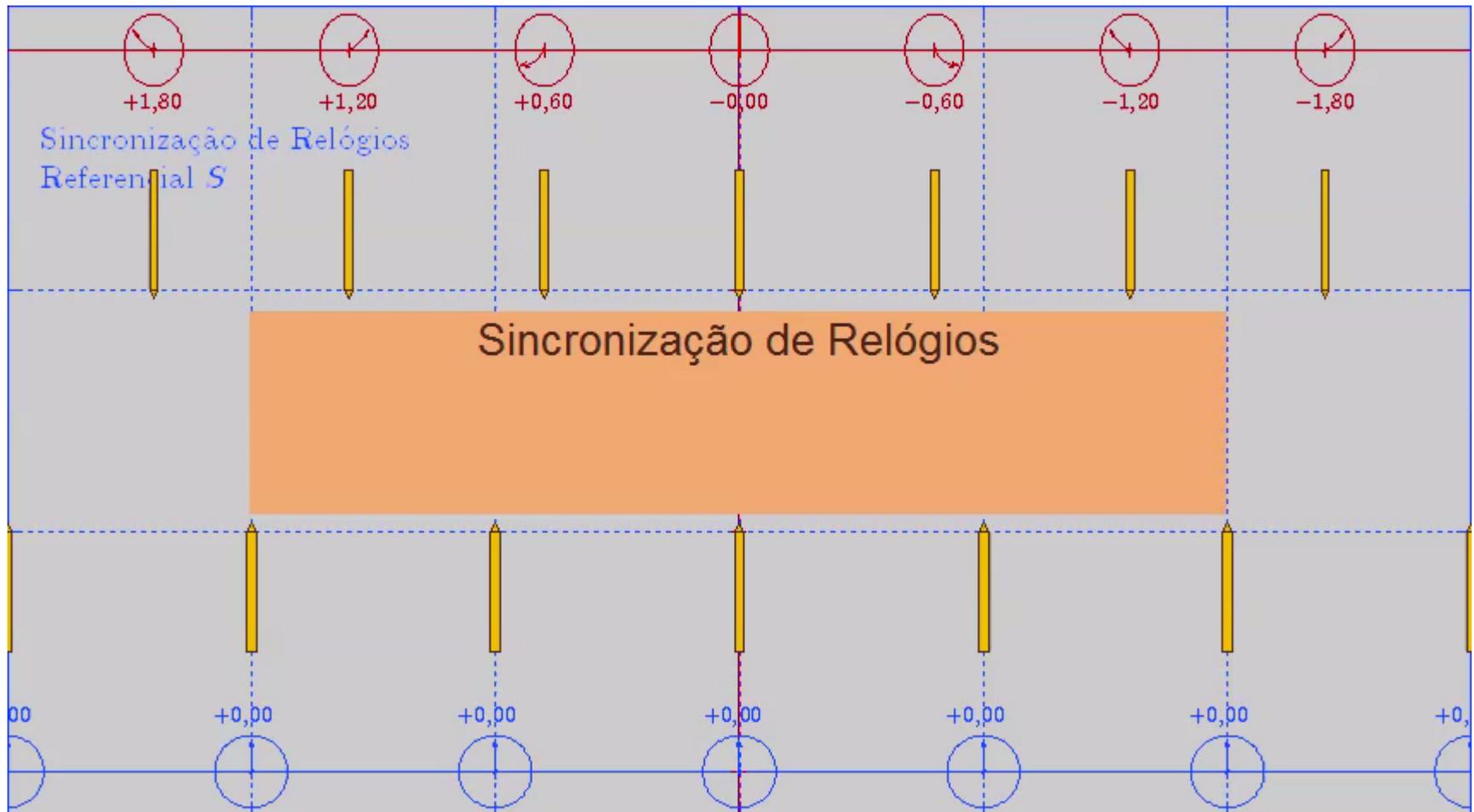
Entretanto, não são simultâneos em R' , já que o sinal do evento 1 chega antes em M' do que o sinal 2.

Tics e tacs de relógios em movimento têm duração diferentes.

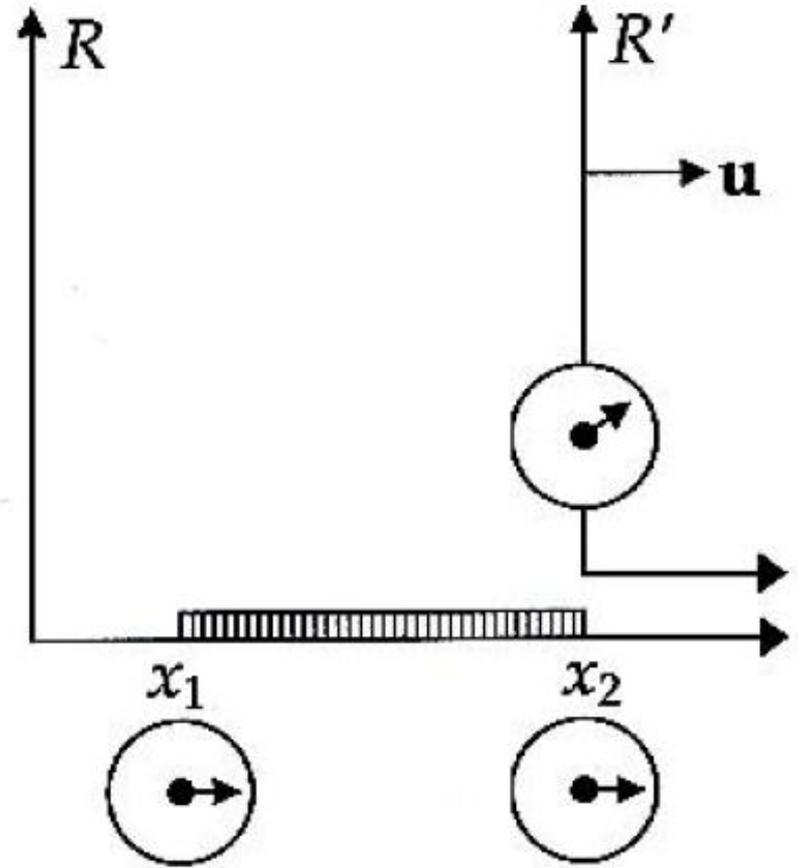
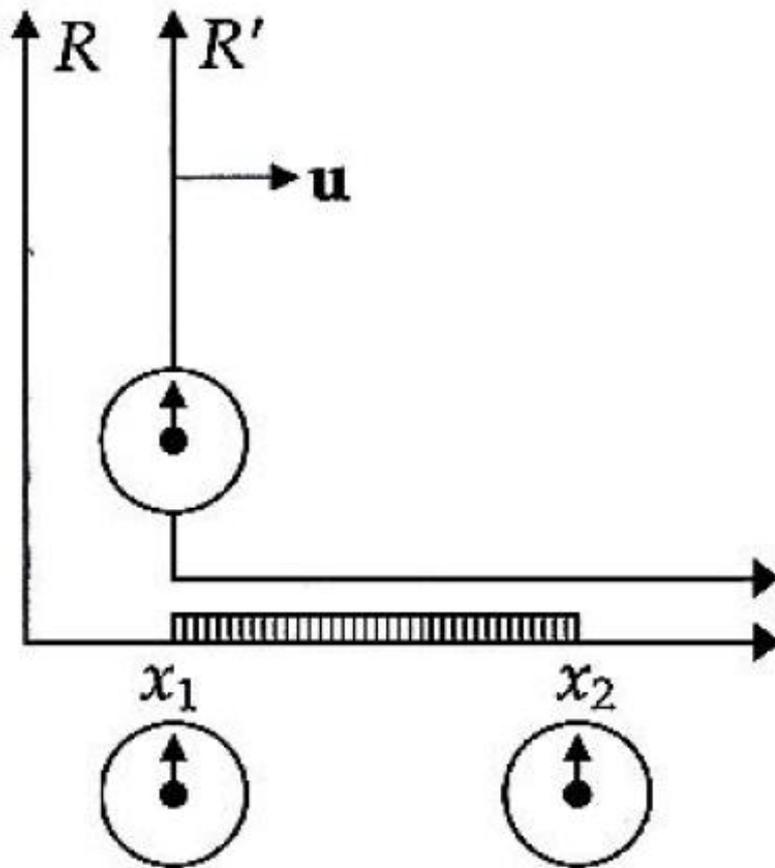
Como o período é independente da orientação do relógio, a direção paralela ao movimento se contrai.

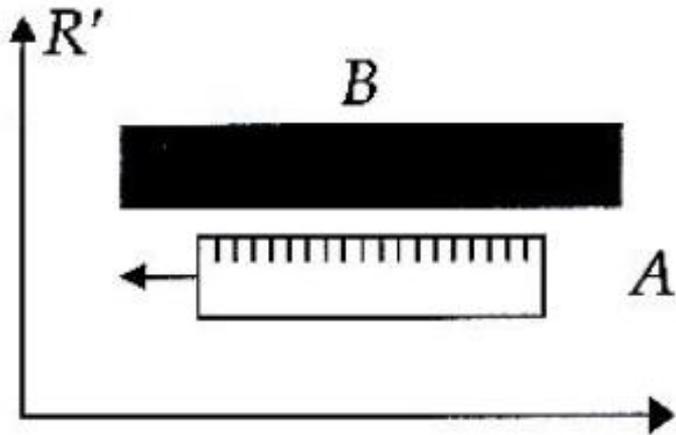
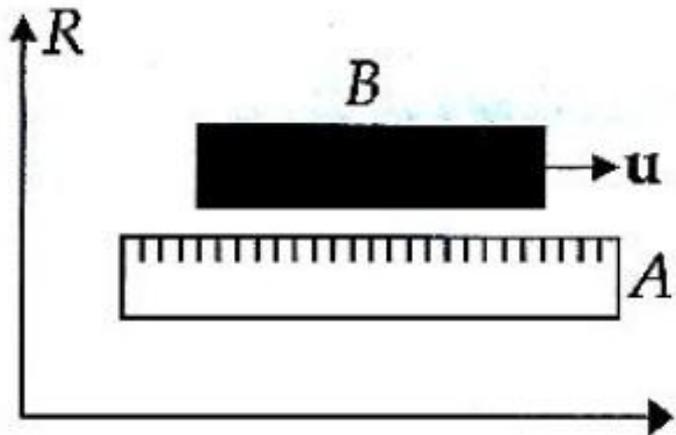
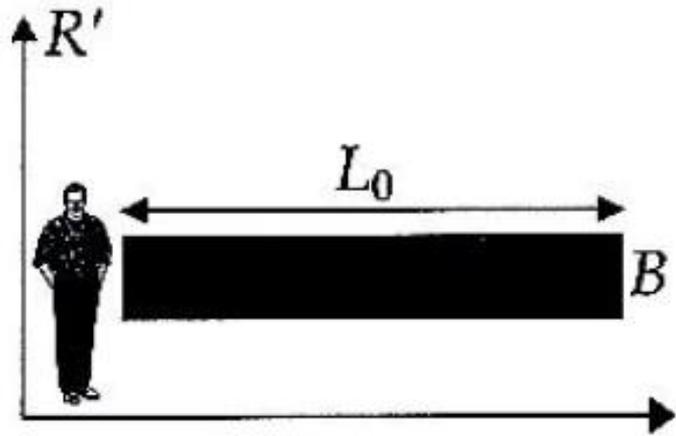
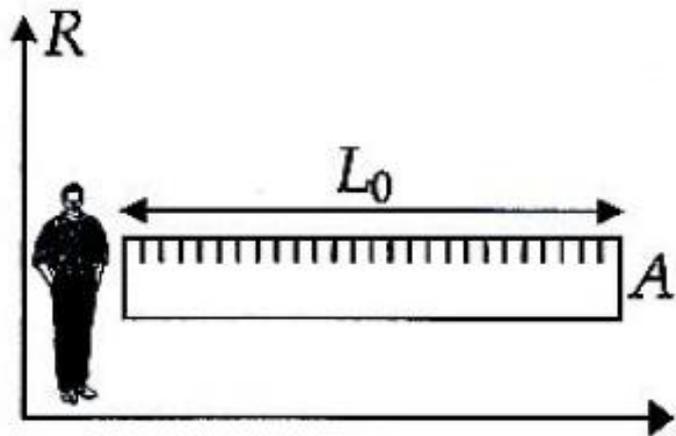


Relógios de outro referencial são observados fora de sincronismo
Os relógios do referencial em movimento andam mais devagar e os relógios de trás são adiantados em relação aos da frente

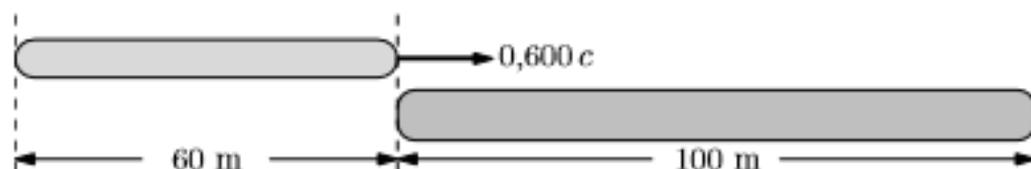


Contração do comprimento na direção do movimento





Um observador numa plataforma espacial, cujo comprimento próprio é 100 m, mede a velocidade de uma nave que passa por ele e acha $0,6c$. Por meio de um arranjo experimental que permite medir as posições das extremidades da nave simultaneamente, ele determina um comprimento de 60 m para a nave.



- (0,5): a) Qual é o comprimento da nave em repouso?
- (0,5): b) Qual é o comprimento da plataforma para o piloto da nave?
- (0,5): c) Qual é o intervalo de tempo no relógio da nave entre as duas medidas realizadas pelo observador da plataforma?
- (0,5): d) Para o observador na plataforma, quanto tempo leva a nave para passar ultrapassar completamente a plataforma?
- (0,5): e) Para o seu piloto, quanto tempo leva a plataforma para ultrapassar a nave?

a)

$$L'_0 = \gamma L, \quad \gamma = 1/\sqrt{1-0,36} = \frac{5}{4} = 1,25 \Rightarrow L'_0 = \frac{5}{4}60 \text{ m} = 75 \text{ m}$$

b)

$$L' = \frac{L_0}{\gamma} = \frac{4}{5}100 \text{ m} = 80 \text{ m}$$

c) No referencial da plataforma: $\Delta t = 0$, $\Delta x = L = 60 \text{ m}$

$$\Delta t' = \gamma \left(\Delta t - \frac{V\Delta x}{c^2} \right) = -\gamma \frac{VL}{c^2} = -\frac{5}{4} \frac{3}{5} \frac{L}{c} = -\frac{3}{4} \frac{60}{3,00 \times 10^8} \text{ s} = -15 \times 10^{-8} \text{ s}$$

d)

$$\Delta t = \frac{L_0 + L}{V} = \frac{100 + 60}{0,6c} = \frac{160}{1,8 \times 10^8} \text{ s} = 88,9 \times 10^{-8} \text{ s}$$

e)

$$\Delta t' = \frac{L' + L'_0}{V} = \frac{80 + 75}{0,6c} = \frac{155}{1,8 \times 10^8} \text{ s} = 86,1 \times 10^{-8} \text{ s}$$

Um evento ocorre no sistema de referência S em $x = 40 \text{ m}$, $y = z = 0$ e $t = 1,0 \times 10^{-8} \text{ s}$. Um outro sistema S' se move com velocidade $V = 0,80 c$ ao longo do eixo positivo x de S .

(0,5): a) Qual o fator de Lorentz de S' em relação ao S ?

(1,0): b) Quais as coordenadas x' , y' , z' e t' deste evento quando observados do referencial S' ?

(1,0): c) Suponha agora que uma bola seja lançada verticalmente dentro do sistema S com velocidade $0,60 c \hat{j}$. Qual o vetor velocidade da bola observado no sistema S' ?

$$\text{a) } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,64}} = \frac{1}{0,60} = \frac{5}{3}$$

b) Usando as TL padrão:

$$y' = y = 0; \quad z' = z = 0$$

$$x' = \gamma (x - Vt) = \frac{5}{3} (40 - (0,8 \times 3,00) \times 10^8 \times 1,0 \times 10^{-8}) \text{ m} = 62,7 \text{ m}$$

$$t' = \gamma \left(t - \frac{V}{c^2} x \right) = \frac{5}{3} \left(1,0 - \frac{40 \times 0,8}{3,00} \right) \times 10^{-8} \text{ s} = -16,1 \times 10^{-8} \text{ s}$$

c) Sistema S : $v_x = v_z = 0, v_y = 0,60 c$

$$v'_x = \frac{v_x - V}{1 - \frac{Vv_x}{c^2}} = -0,80 c$$

$$v'_y = \frac{1}{\gamma} \frac{v_y}{1 - \frac{Vv_x}{c^2}} = \frac{3}{5} 0,60 c = 0,36 c$$

$$v'_z = 0$$

$$\Rightarrow \vec{v} = -0,80 c \hat{i} + 0,36 c \hat{j}$$