

## Lista de Exercícios V

- ① Em 1887 Albert Michelson e Edward Morley construíram um aparato para medir de que modo a velocidade da luz se propaga com relação ao éter luminífero (o meio hipotético cujas oscilações seriam as ondas de luz). Uma fonte de luz (A) é direcionada a um separador de feixes (B), a partir do qual dois raios de luz caminham, em direções perpendiculares, até serem refletidos por espelhos (C). Esses raios retornam ao separador de feixes e se recombinam antes de serem observados por um detector (D).

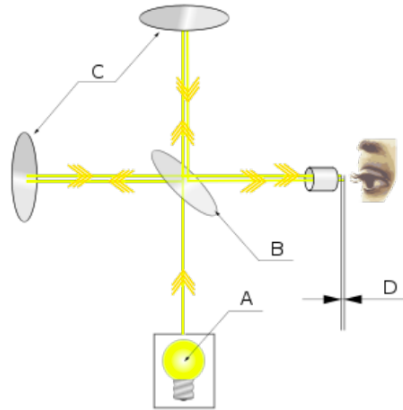


Figure 1: Cilindro conectado a molas.

Suponha que as características do experimento são as seguintes: (i) a fonte de luz é monocromática, com um comprimento de onda de  $\lambda = 500 \text{ nm} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ ; (ii) os braços do interferômetro (distâncias B-C) são de 10m.

- (a) Calcule o tempo que a luz deveria levar para percorrer cada braço do experimento, assumindo que o aparato viaja no éter com uma velocidade paralela a um dos braços.
- (b) Calcule a diferença de fase  $\phi = c(T_1 - T_2)/\lambda$  (que é justamente a translação das franjas de interferência) nos casos em que a velocidade é a velocidade de rotação da Terra, 460 m/s, e quando

a velocidade é a velocidade de rotação da Terra em torno do Sol  $3 \cdot 10^4$  m/s.

- ② Considere a ampulheta de luz da figura abaixo.

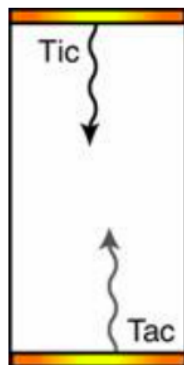


Figure 2: Cilindro conectado a molas.

Obtenha a transformação que deve ser aplicada aos intervalos de tempo medidos por dois observadores: um ( $S$ ) que está em repouso com relação à ampulheta, e outro ( $S'$ ) que se move com velocidade  $v$  na direção perpendicular à altura da ampulheta (no caso da figura, a velocidade seria na horizontal). Se chamamos o período (o tempo do “tic-tac” da ampulheta) de  $T$ , então a transformação entre os períodos medidos pelos dois observadores é  $T' = \gamma(v)T$ . Note: você ainda não aprendeu as transformações de Lorentz, mas elas não são necessárias; se você já conhece essas transformações, tente fazer essa questão de “primeiros princípios”.

- ③ Um triângulo isosceles se encontra parado no referencial  $S$ , a base do triângulo possui comprimento  $L$  e está paralela ao eixo  $x$ , as demais arestas tem comprimento  $\sqrt{3}L/2$ . Um segundo observador se encontra parado no referencial  $S'$ , que se move com velocidade  $v$  com relação ao referencial  $S$  na direção do eixo  $x$  do último.
- (a) Calcule o comprimento  $L'$  da base do triângulo observado pelo observador em  $S'$ .

- (b) Qual deve ser a velocidade  $v$  para que o observador em  $S'$  veja um triângulo equilátero.
- ④ Mostre que o resultado de duas transformações de Lorentz (passando de um referencial  $S$  para outro  $S'$ , e depois passando de  $S'$  para um terceiro referencial  $S''$ ) é uma transformação de Lorentz (de  $S$  direto para  $S''$ ). Qual a velocidade relativa entre  $S$  e  $S''$  (medida em qualquer um desses referenciais?)
- ⑤ Uma maneira de representar eventos no espaço-tempo é por meio de um “diagrama espaço-tempo”, como na figura abaixo:

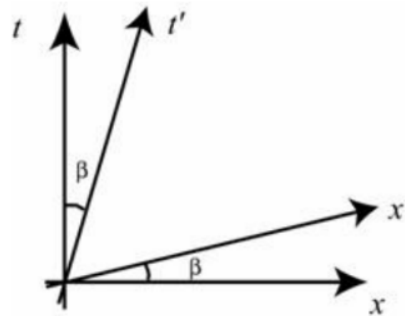


Figure 3: Cilindro conectado a molas.

Encontre a expressão para o ângulo  $\beta$  em função da velocidade de  $S'$  com relação a  $S$ .