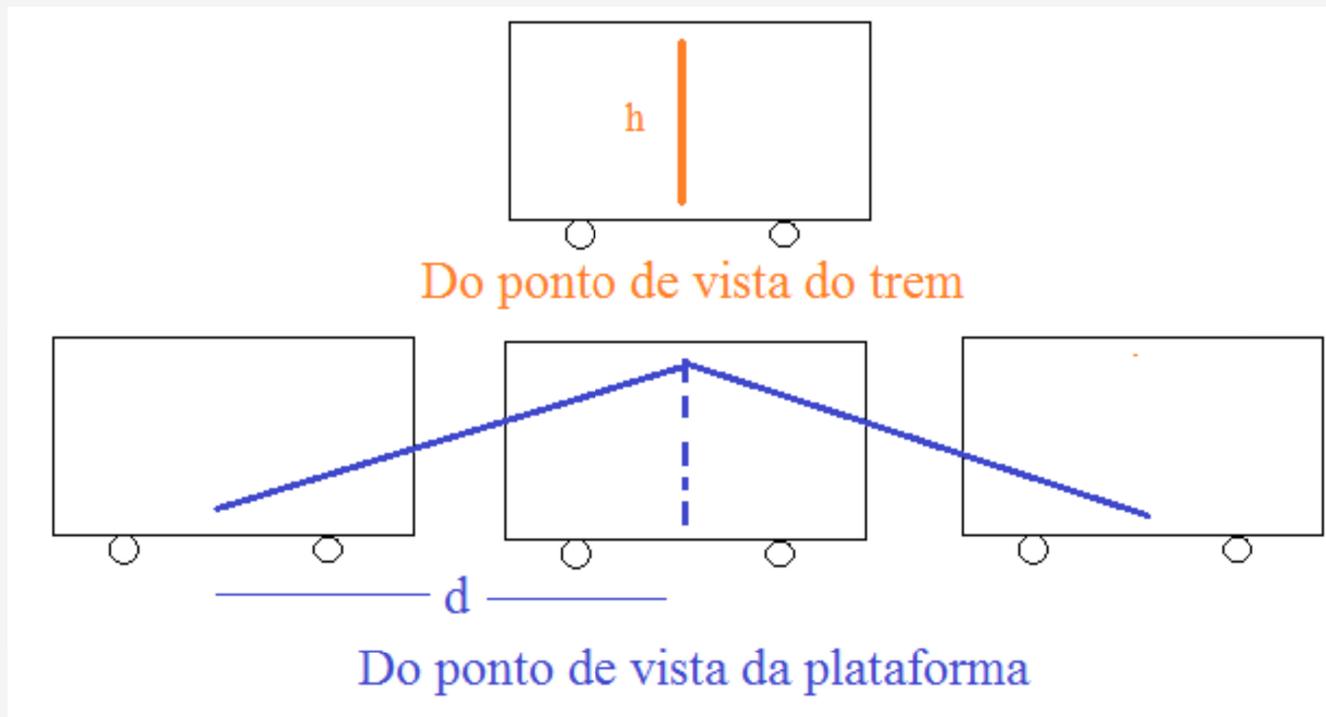


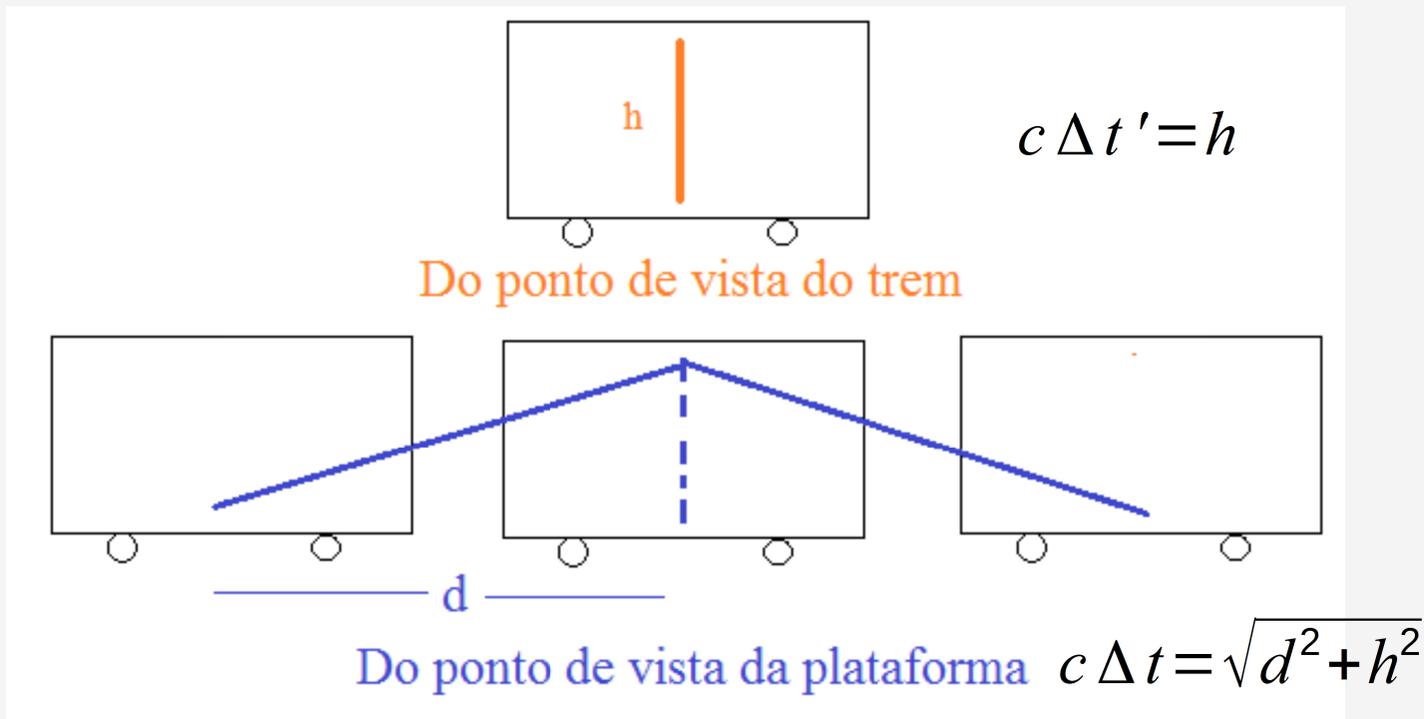
# Relatividade:

Antes de prosseguirmos, é importante ressaltar que toda a discussão aqui apresentada se referirá a referenciais inerciais, ou seja, estaremos restrito a discutir a chamada “**relatividade restrita**” Como o intervalo de tempo entre dois eventos depende de quem é o observador, por exemplo, no experimento com **a ampoleta relativística num trem relativístico** como ilustrado abaixo:



Assistir vídeo sobre o experimento de Einstein e a ampoleta de luz disponível no site das disciplinas.

# Relatividade – Dilatação Temporal:



Vamos denotar o intervalo de tempo entre a partida do pulso luminoso da base da ampoleta e sua chegada no tempo como,  $\Delta t'$  para o observador dentro do trem e  $\Delta t$  para o observador parado na plataforma.

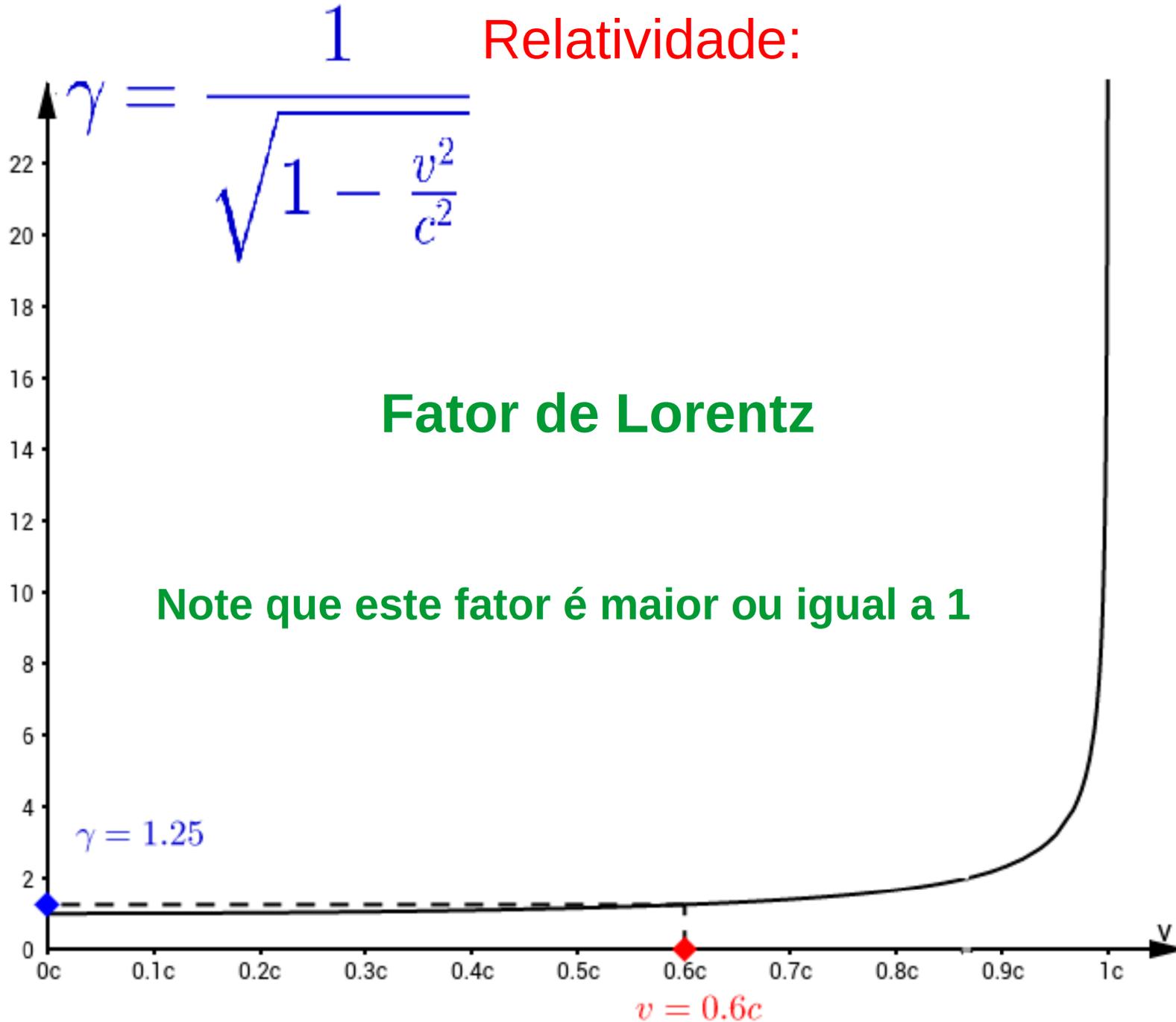
Portanto a relação entre os intervalos de tempo é dada por:

$$(c \Delta t)^2 = d^2 + h^2 = (v \Delta t)^2 + (c \Delta t')^2$$

ou

$$\Delta t = \gamma \Delta t'; \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}; \quad \beta = \frac{v}{c}$$

Relatividade:



## Relatividade -Dilatação Temporal:

Em relatividade, qualquer “coisa”, por exemplo: uma explosão; a chegada de um objeto a um dado local, etc., e registra com três coordenadas espaciais e uma temporal. O jargão relativístico atribui a tais coisas o nome de **evento**.

No registro entre dois eventos surge uma pergunta importante: “**o que é intervalo de tempo próprio?**”

Quando dois eventos distintos ocorrem em um mesmo local de um dado referencial inercial, o intervalo de tempo entre estes dois eventos, medido nesse referencial, é o **intervalo de tempo próprio** ou **tempo próprio** destes dois eventos.

Questão de fixação:

No filme apresentado: “A relatividade do tempo”, quem mede o intervalo de tempo próprio dos eventos: saída da luz da base da ampoleta e, retorno da luz à base da ampoleta; Einstein ou seu assistente?

## Relatividade – Dilatação Temporal:

As equações a seguir foram obtidas considerando o postulado da constância da velocidade da luz:

$$\Delta t = \gamma \Delta t' ; \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} ; \beta = \frac{v}{c}$$

Questões:

1- Quem é o intervalo de tempo próprio?  $\Delta t$  ou  $\Delta t'$ ?

2- Pode-se afirmar que o menor intervalo de tempo é o intervalo de tempo próprio?

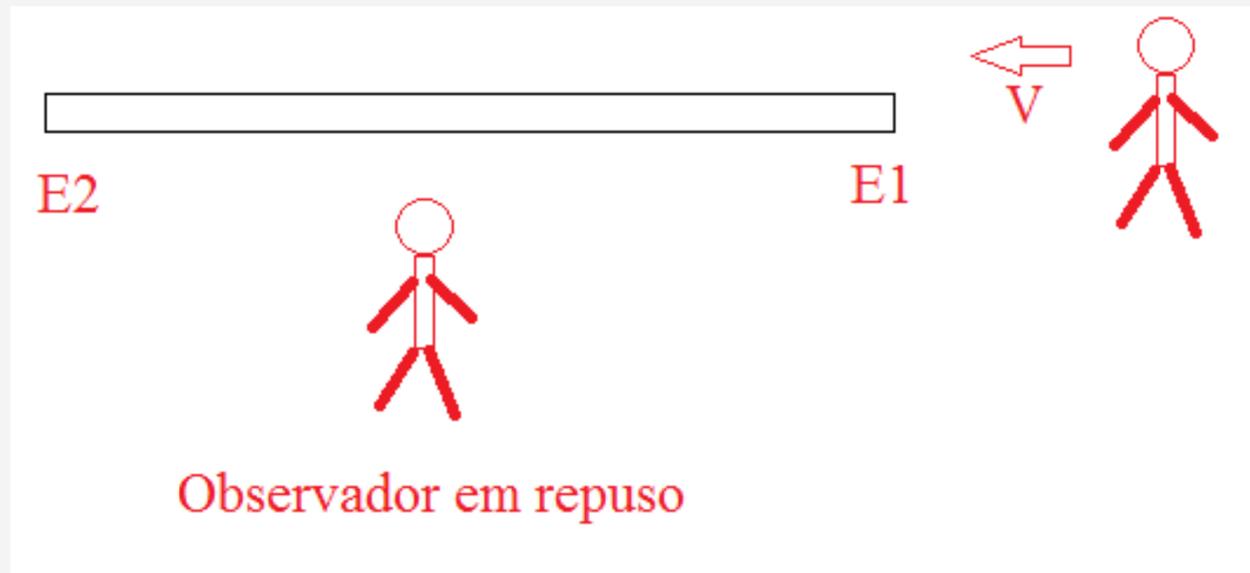
3- Imagine que dois observadores registrem duas explosões, uma de cor vermelha e outra de cor azul. O primeiro está em repouso e vê as duas explosões mesmo local. Já o segundo se aproxima do primeiro com velocidade constante registra a segunda explosão (azul) no mesmo local que o o primeiro. Quem registrará o menor intervalo de tempo entre as explosões?

## Relatividade – Contração Espacial:

Um referencial é dito inercial quando as leis da física são válidas. (qualquer um referencial que se move com velocidade constante em relação a um referencial inercial também é inercial?)

O comprimento próprio de um corpo é aquele que é medido em um referencial em repouso em relação ao objeto sob medição.

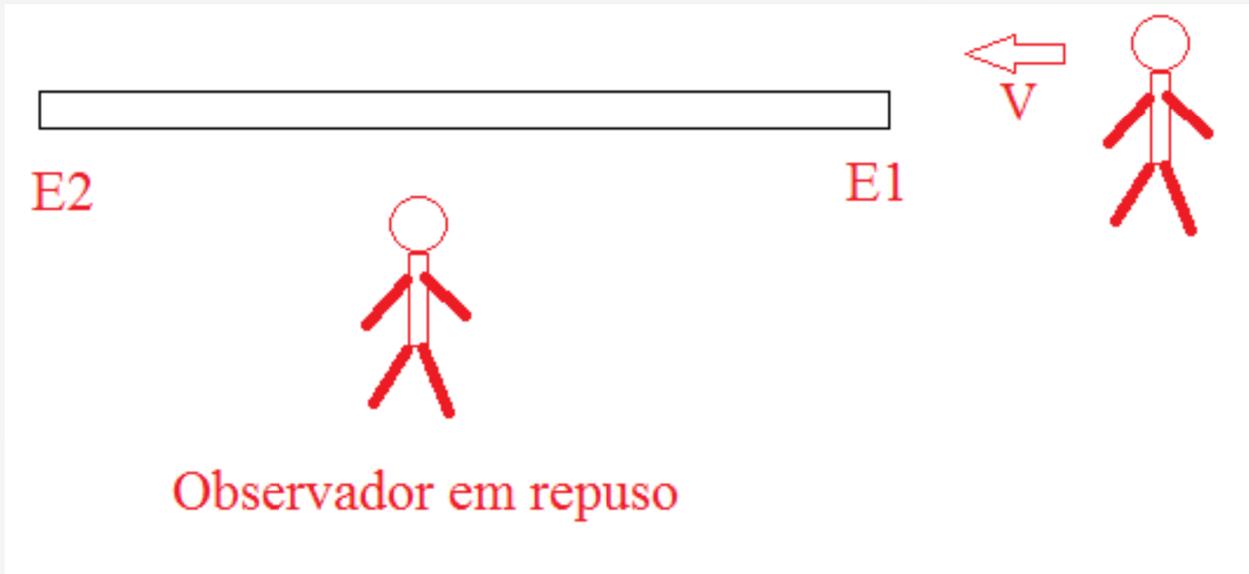
Considere o quadro abaixo que ilustra dois observadores medindo o comprimento de um objeto. Neste quadro E1 e E2 denotam os eventos passagem do observador em movimento pelas extremidades do objeto.



O observador em repouso mede o comprimento  $L_0$ .

O observador em Movimento mede o comprimento  $L$ .

## Relatividade – Contração Espacial:



Evento 1- passagem do observador em movimento pelo início do objeto.

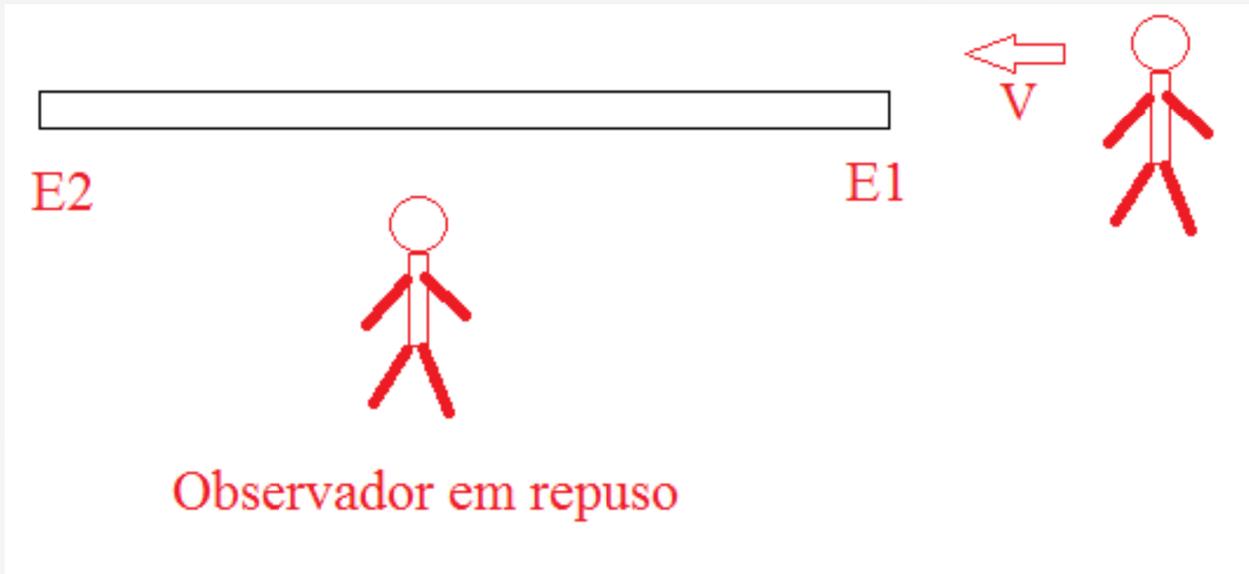
Evento 2- passagem do observador em movimento pelo FIM do objeto.

Questão: Que observador mede o intervalo de tempo próprio?

Para o observador em repouso, o equivalente cinemático para o comprimento próprio  $L_0$  é dado por:

$$L_0 = v \Delta t$$

## Relatividade – Contração Espacial:



Evento 1- passagem do observador em movimento pelo início do objeto.

Evento 2- passagem do observador em movimento pelo fim do objeto.

Para o observador em movimento, o equivalente cinemático para o comprimento  $L$  é dado por:

$$L = v \Delta t'$$

Dividindo as duas equações anteriores obteremos:

$$L = \frac{1}{\gamma} L_0$$

## Relatividade – Contração Espacial:

### Conclusão:

O observador em repouso mede o comprimento próprio  $L_0$  contudo quem mede o intervalo de tempo próprio para os eventos usados no equivalente cinemático é o observador em movimento em relação ao objeto.

“O comprimento do objeto se contrai para um observador em movimento relativo ao referido objeto.

# Relatividade.

## Exercícios: Relatividade Restrita – Cinemática Escalar.

1- Medida da Terra, a distância até a estrela Alfa do Centauro é de 3,6 anos-luz. Para um observador viajando da estrela para Terra como velocidade de  $0,8c$  (medida por um observador na Terra):

- a) Qual seria a velocidade da Terra medida por um observador na Nave?
- b) Qual seria o fator de Lorentz para esta velocidade?
- c) Quanto valeria a distância entre a Terra e Alfa do Centauro?

2- Peggy está parada no centro de um vagão longo e plano, de comprimento próprio **600m**. O vagão passa por Ryan, que está parado no solo, com uma velocidade  **$v = 0,8c$** . Bombas acopladas às extremidades do vagão explodem simultaneamente no instante,  $t = 1,0 \mu\text{s}$ , medido no referencial de Peggy, após ela passa por Ryan (posição  $x=0$ ). Em quais instantes de tempo Ryan detecta que as bombas 1 (parte traseira) e bomba 2 parte (dianteira) foram detonadas?