

Física Moderna

Física - 12^o ano

Marília Peres

1



Programa de Física de 12.^o ano

UNIDADE III – FÍSICA MODERNA

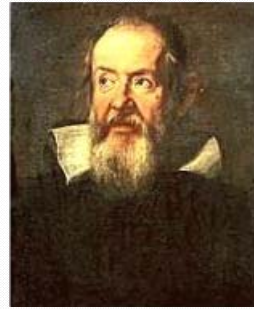
1. Relatividade
 - 1.1 Relatividade galileana
 - 1.2 Relatividade einsteiniana
2. Introdução à física quântica
3. Núcleos atômicos e radioactividade

Marília Peres

2

1. Teoria da Relatividade

Relatividade Galileana

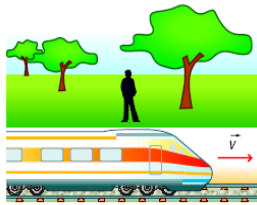


Galileo Galilei
(1564–1642)

Teoria da Relatividade: R. Galileana

- Referenciais de inércia e referenciais acelerados–Validade das Leis de Newton
- Transformação de Galileu
- Invariância e relatividade de uma grandeza física
- Invariância das Leis da mecânica: Princípio da Relatividade de Galileu
- Física em acção

Relatividade – o que significa?



O observador junto à árvore diz:
o comboio move-se para a frente com
velocidade de módulo v

O observador do comboio diz:
A paisagem move-se para
trás com velocidade de
módulo v



Quem tem razão? Os dois!!!
Os pontos de vista são igualmente válidos e equivalentes!

Marília Peres

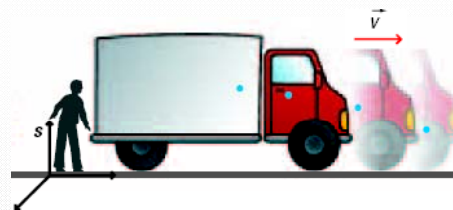
Adaptado de Ventura¹

Relatividade - o que significa?

Um observador dentro de uma
carrinha que se move com
movimento rectilíneo e
uniforme deixa cair uma bola:
como vê a trajetória da bola?



E um observador no
solo, como vê a
trajetória da bola?



Quem tem razão? Os dois!!!
Os pontos de vista são igualmente válidos e equivalentes!

Marília Peres

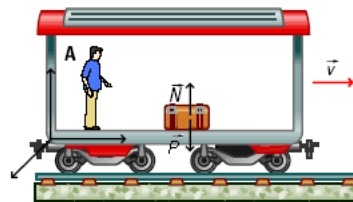
Adaptado de Ventura¹

Relatividade – o que significa?

A descrição de um fenómeno físico é relativa porque depende do referencial escolhido (relatividade).

Relatividade - o que significa?

Uma carruagem move-se com movimento rectilíneo uniforme em relação ao solo:

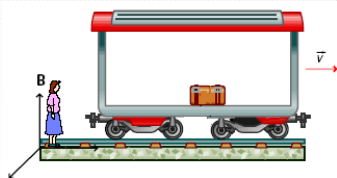


- Que forças actuam na mala, supondo desprezável o atrito, sob o ponto de vista do observador na carruagem?
- Como vê o observador a mala? Ele verifica a lei da inércia?

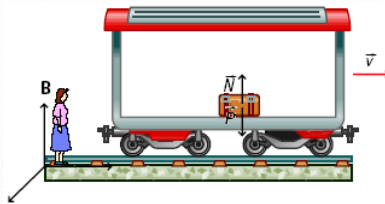
Um referencial diz-se de inércia, se nele se verifica a lei da inércia.

Relatividade - o que significa?

Uma carruagem move-se com movimento rectilíneo uniforme em relação ao solo:



Que forças actuam na mala, supondo desprezável o atrito, sob o ponto de vista de um observador no solo?

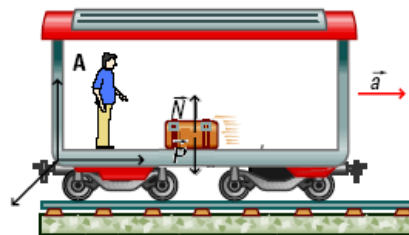


Como vê o observador a mala? Ele verifica a lei da inércia?

Se verifica, então o referencial ligado ao solo é um referencial de inércia – nele verifica-se a lei da inércia.

Relatividade - o que significa?

Uma carruagem parte do repouso e começa a acelerar em relação ao solo:



- Que forças actuam na mala, supondo desprezável o atrito, sob o ponto de vista do observador na carruagem?
- Como vê este observador a mala? Como explica o seu movimento? Ele verifica a lei da inércia?

O referencial ligado à carruagem é um referencial acelerado - nele não se verifica a lei da inércia.

Relatividade - o que significa?

Um observador ligado a um referencial acelerado inventa "novas" forças (por isso lhe chama forças fictícias) para explicar o movimento a partir das Leis de Newton.

Um observador ligado a um referencial de inércia explica os movimentos com as forças que actuam sobre um corpo a partir das Leis de Newton.

As Leis da Mecânica só são válidas quando se descrevem os fenómenos em referenciais de inércia.

Relatividade - o que significa?

Um referencial é de inércia se se mover com velocidade constante em relação a outro também de inércia.

Relatividade Galileana

Adding Velocities



Relatividade Galileana

Princípio da Relatividade de Galileu:
As leis da mecânica são as mesmas em quaisquer referenciais de inércia (são invariantes)

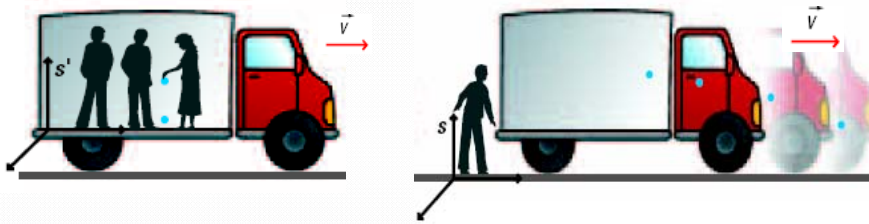
Todos os referenciais de inércia são equivalentes. Não há referenciais melhores do que outros.

É impossível distinguir um estado de repouso de um estado de movimento retilíneo uniforme.

Os pontos de vista dos observadores ligados a referenciais de inércia são todos válidos e equivalentes.

Relatividade Galileana

Se as leis da mecânica são sempre as mesmas (Princípio da Relatividade), por que vemos trajetórias diferentes em diferentes referenciais de inércia?



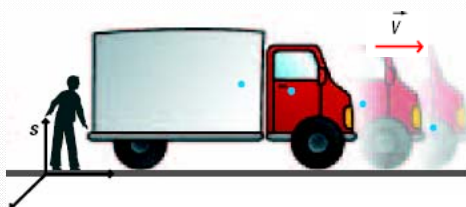
A força resultante é a mesma (a 2ª lei de Newton é a mesma), mas as condições iniciais do movimento não são as mesmas.

Relatividade Galileana



No referencial S' o corpo cai com velocidade nula (é largado da mão).

$$\vec{v}_0 = \vec{0}$$

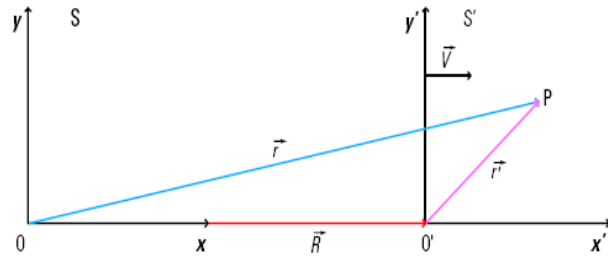


No referencial S o corpo inicia o movimento com velocidade igual à da carrinha.

$$\vec{v}_0 \neq \vec{0}$$

Relatividade Galileana

Como passar da descrição num referencial de inércia para a descrição noutra referencial de inércia?



$$\vec{r} = \vec{R} + \vec{r}'$$

\vec{V} é constante

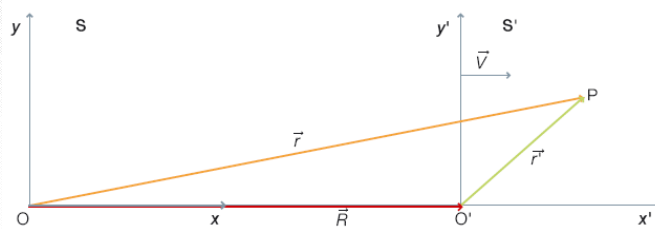
$$\vec{v} = \vec{V} + \vec{v}'$$

$$\vec{a} = \vec{a}'$$

Marília Peres

Adaptado de Ventura¹

Relatividade Galileana



$$\vec{r} = \vec{R} + \vec{r}'$$

$$t = t'$$

$$\begin{cases} x = x' + Vt \\ y = y' \\ z = z' \\ t = t' \end{cases}$$

Transformação de Galileu

Consequências da Transformação Geral de Galileu

- ✓ A posição de uma partícula é diferente quando medida em diferentes referenciais de inércia.
- ✓ A velocidade de uma partícula é diferente quando medida em diferentes referenciais de inércia.
- ✓ A aceleração de uma partícula é igual quando medida em diferentes referenciais de inércia. $\vec{a} = \vec{a}'$
- ✓ O intervalo de tempo entre dois acontecimentos é igual quando medido em diferentes referenciais de inércia. $\Delta t = \Delta t'$

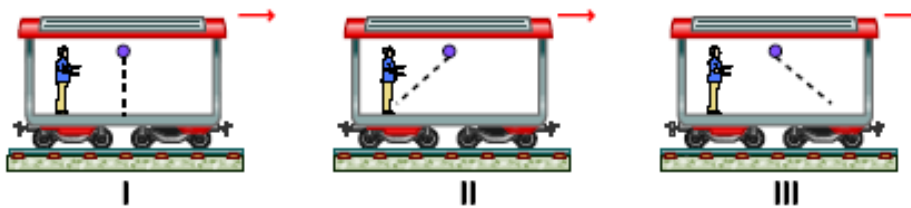
Questão 1

Em que situações podemos dizer que há um referencial de inércia?

- Referencial ligado a um carro que viaja na A1 com velocidade constante e de módulo 120 km/h. ★
- Referencial ligado a um carro que descreve uma curva.
- Referencial ligado a um avião que voa com velocidade constante de 900 km/h. ★
- Referencial ligado a um carro que trava.
- Referencial ligado a um carro que acelera.

Questão 2

Uma carruagem move-se para a direita quando uma lâmpada se desprende do tecto. Em alguma das situações da figura um referencial ligado à carruagem é um referencial de inércia?



Questão 3

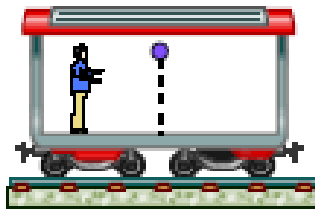
❖ Uma criança joga verticalmente para cima uma bola dentro de uma carruagem. Onde cairá a bola se:

- A carruagem se mover com velocidade constante de 80 km/h?
- A carruagem se mover com velocidade constante de 220 km/h?
- A carruagem travar?
- A carruagem descrever uma curva?
- A carruagem estiver parada?

Questão 4

Numa carruagem uma lâmpada desprende-se do tecto, caindo verticalmente. A carruagem está totalmente fechada para o exterior. O que dirá o observador dentro da carruagem?

- A carruagem está parada.
- A carruagem move-se com movimento rectilíneo uniforme.



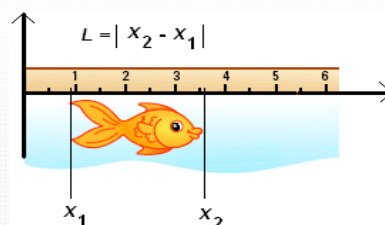
Poderá fazer uma experiência no interior da carruagem de modo a distinguir as duas situações?

Não!

Relatividade Galileana

Também:

- ❖ A massa de um corpo é a mesma medida em diferentes referenciais de inércia.
- ❖ O comprimento de um corpo - módulo da diferença entre duas coordenadas num dado referencial - é igual em diferentes referenciais de inércia.



Relatividade Galileana

Mas:

- se a massa de um corpo é igual quando medida em diferentes referenciais de inércia
 - e
 - a aceleração de uma partícula é igual quando medida em diferentes referenciais de inércia
- então, pela 2ª de Newton (que tem a mesma forma em diferentes referenciais de inércia):

$$\vec{F} = \vec{F}'$$

A força resultante é igual quando medida em diferentes referenciais de inércia.

Tipos de grandezas em relatividade:

Grandezas cujo valor é sempre o mesmo quando medidas em diferentes referenciais de inércia:



Grandezas invariantes (ou absolutas)

Grandezas cujo valor depende do referencial de inércia onde são medidas:



Grandezas relativas

Grandezas invariantes	Grandezas relativas
massa	posição
comprimento	velocidade
intervalo de tempo	momento linear
aceleração	energia cinética
força	

Não confundir:

- invariância de uma grandeza:
o mesmo valor em diferentes referenciais de inércia
- conservação de uma grandeza:
mesmo valor antes e depois de uma interacção no mesmo referencial de inércia

Questão 5

Num grande navio de cruzeiro há uma sala onde se joga bilhar. O navio move-se com velocidade constante. Um jogador dá uma tacada e dá-se uma colisão entre duas bolas que se pode considerar perfeitamente elástica.

1. Que leis de conservação se poderiam aplicar à colisão se a mesa de bilhar estivesse em terra? Poder-se-ão também aplicar nestas circunstâncias? Porquê?
2. Indique exemplos de grandezas físicas referentes à situação descrita:
 - i) que são invariantes; Massa, tempo,...
 - ii) que são relativas; Velocidade, posição, ...
 - iii) que se conservam. Momento linear e energia cinética

Relatividade galileana

(primeira teoria da relatividade)

Apenas válida para referenciais de inércia que se movem com velocidades muito menores do que a velocidade da luz:

$$v \lll c$$

BIBLIOGRAFIA

1. VENTURA, G. (s.d.). O Novo programa de Física do 12º ano - Abordagem Conceptual e Metodológica - Materiais de apoio à terceira unidade: Relatividade Galileana in <http://www.min-edu.pt/outerFrame.jsp?link=http%3A//www.dgidec.min-edu.pt/>
2. VENTURA, G. (s.d.). O Novo programa de Física do 12º ano - Abordagem Conceptual e Metodológica - Materiais de apoio à terceira unidade: Relatividade Einsteiniana in <http://www.min-edu.pt/outerFrame.jsp?link=http%3A//www.dgidec.min-edu.pt/>
3. VENTURA, G. et al (2005). *12F - Física 12.º ano*. Texto Editores, Lisboa.
4. SPECIAL RELATIVITY
<http://io.uwinnipeg.ca/~vincent/4500.6-001/Cosmology/SpecialRelativity.htm>
5. EINSTEINLIGHT: <http://www.phys.unsw.edu.au/einsteinlight>
6. TEACHER'S DOMAIN:
www.teachersdomain.org/resources/lsp07/sci/phys/fund/trimerel/index.html
7. SERWAY & JEWETT (2005). *Physics for Scientists and Engineers*, 6th edition, Brooke.
8. LORENTZ, H., EINSTEIN, A., MINKOWSKI, H. (1958). *O Princípio da Relatividade*, 2.ª ed., Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.