Física I

Semana 13 - Aula 1

Momento linear

Prof. Henrique Antonio Mendonça Faria

Momento linear

- Todas as questões envolvendo forças podem ser solucionadas com a aplicação direta da segunda lei de Newton?

Momento linear

- Todas as questões envolvendo forças podem ser solucionadas com a aplicação direta da segunda lei de Newton?
- Resposta: somente aquelas aplicações as quais conhecermos a força resultante.

Momento linear

- Todas as questões envolvendo forças podem ser solucionadas com a aplicação direta da segunda lei de Newton?
- Resposta: somente aquelas aplicações as quais conhecermos a força resultante.
- E nos casos que envolvem forças sobre as quais pouco se sabe, como resolvê-los?

Momento linear

- Mostraremos nesta semana, um fato notável, que não é preciso conhecer nada sobre essas forças para solucionar muitas aplicações.

Momento linear

- Mostraremos nesta semana, um fato notável, que não é preciso conhecer nada sobre essas forças para solucionar muitas aplicações.
- Usaremos dois conceitos novos:

1. O momento linear e o impulso.
2. A lei da conservação do momento linear.

Lei da conservação do momento linear

- A conservação do momento é uma lei tão importante quanto a lei da conservação da energia.

Lei da conservação do momento linear

- A conservação do momento é uma lei tão importante quanto a lei da conservação da energia.
- É útil em situações nas quais as leis de Newton são inadequadas, tais como:
  - ✓ Corpos que se deslocam com velocidades muito elevadas (≈ veloc. da luz).

Lei da conservação do momento linear

- A conservação do momento é uma lei tão importante quanto a lei da conservação da energia.
- É útil em situações nas quais as leis de Newton são inadequadas, tais como:
  - ✓ Corpos que se deslocam com velocidades muito elevadas (≈ veloc. da luz).
  - ✓ Corpos microscópicos (dimensões atômicas).

Momento linear

- No capítulo 6, reformulamos a segunda lei de Newton $\sum \vec{F} = m\vec{a}$, em termos do teorema do trabalho-energia.

$$W_{total} = \sum \vec{F} \cdot \vec{d} = K_2 - K_1$$

- Vamos retornar à expressão da segunda lei e mostrar outro modo útil de apresentá-la.

Momento linear

- Seja uma partícula com massa constante m.
- Como:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Momento linear

- Seja uma partícula com massa constante m.
- Como:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

- Podemos, então, escrever a segunda lei de Newton na forma:

$$\sum \vec{F} = m\frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt}m\vec{v}$$

Momento linear

$$\sum \vec{F} = m\frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt}m\vec{v}$$

Momento linear

$$\sum \vec{F} = m\frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt}m\vec{v}$$

Logo, a segunda lei de Newton afirma que a força resultante que atua sobre a partícula é igual à derivada em relação ao tempo da grandeza o produto da massa da partícula pela sua velocidade.

Momento linear

- Essa grandeza, produto da massa pela velocidade, é chamada de quantidade de movimento ou **momento linear da partícula**.

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

Momento linear

- Essa grandeza, produto da massa pela velocidade, é chamada de quantidade de movimento ou **momento linear da partícula**.

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

- Quanto maior a massa m e a velocidade escalar v de uma partícula, maior o seu módulo de momento linear mv.

Momento linear

- O momento linear é uma grandeza vetorial com direção e sentido que coincidem com a direção e o sentido do vetor velocidade.

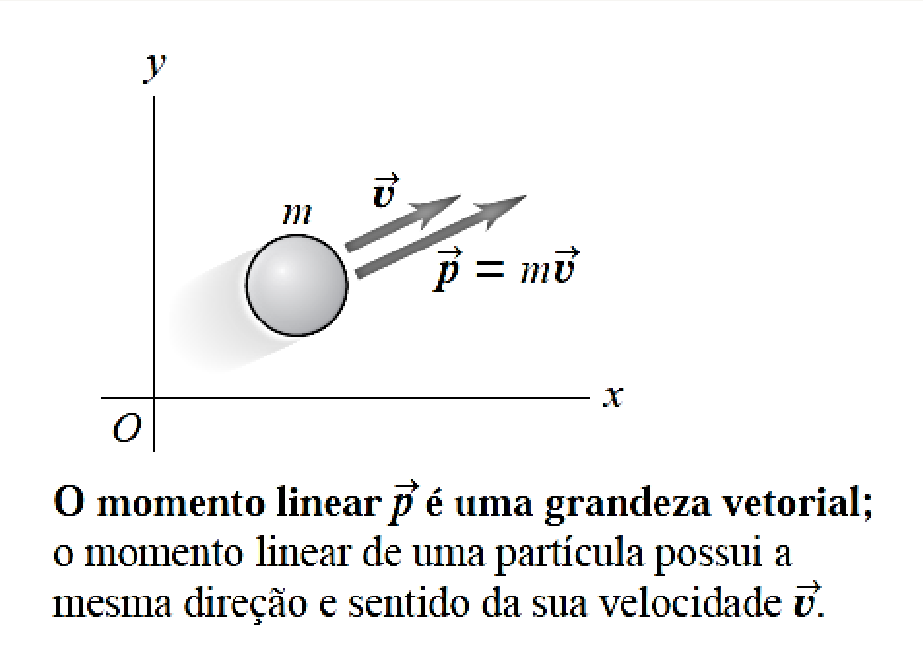


Figura 8.1 Os vetores de velocidade e de momento linear de uma partícula.
Fonte: Sears e Zemansky

Momento linear

- Substituindo o **momento linear na segunda lei de Newton temos:**

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

Momento linear

- Substituindo o **momento linear na segunda lei de Newton temos:**

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

A força resultante (soma vetorial de todas as forças) que atua sobre uma partícula é dada pela derivada do momento linear da partícula em relação ao tempo.

O teorema do impulso-momento linear

O teorema do impulso-momento linear

- Qual é a principal diferença entre o momento linear $\vec{\boldsymbol{p}} = \boldsymbol{m}\vec{\boldsymbol{v}}$ e a energia cinética $\boldsymbol{K} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}}\boldsymbol{m}\boldsymbol{v}^{\mathbf{2}}$ de uma partícula?

O teorema do impulso-momento linear

- Qual é a principal diferença entre o momento linear $\vec{p} = m\vec{v}$ e a energia cinética $K = \frac{1}{2}mv^2$ de uma partícula?
- Resposta matemática:
  - ➢O momento linear é um vetor cujo módulo depende da velocidade escalar.
  - ➢A energia cinética é uma grandeza escalar proporcional ao quadrado da velocidade escalar.

O teorema do impulso-momento linear

- Para constatar a diferença física entre o momento linear e a energia cinética,
- Definiremos uma grandeza intimamente relacionada com o momento linear denominada impulso.

O teorema do impulso-momento linear

- Para constatar a diferença física entre o momento linear e a energia cinética,
- Definiremos uma grandeza intimamente relacionada com o momento linear denominada impulso.
- O **impulso** é uma grandeza vetorial indicada pelo vetor $\vec{J}$.

O teorema do impulso-momento linear

- Vamos inicialmente considerar uma força resultante constante $\sum \vec{F}$.

O teorema do impulso-momento linear

- Vamos inicialmente considerar uma força resultante constante $\sum \vec{F}$.
- Essa força atua sobre a partícula durante um intervalo de tempo Δt.

O teorema do impulso-momento linear

- Vamos inicialmente considerar uma força resultante constante $\sum \vec{F}$.
- Essa força atua sobre a partícula durante um intervalo de tempo Δt.
- O **impulso** $\vec{J}$ da força resultante é definido como a força resultante multiplicada pelo intervalo de tempo:

$$\vec{J} = \sum \vec{F}\,\Delta t = \sum \vec{F}\,(t_2 - t_1)$$

O teorema do impulso-momento linear

- O impulso é uma grandeza vetorial; ele possui a mesma direção e o mesmo sentido do vetor força resultante $\sum \vec{F}$.

O teorema do impulso-momento linear

- O impulso é uma grandeza vetorial; ele possui a mesma direção e o mesmo sentido do vetor força resultante $\sum \vec{F}$.
- No SI, as unidades de impulso são dadas por Newton . segundo (N.s) = (kg.m/s).

O teorema do impulso-momento linear

- O impulso é uma grandeza vetorial; ele possui a mesma direção e o mesmo sentido do vetor força resultante $\sum \vec{F}$.
- No SI, as unidades de impulso são dadas por Newton . segundo (N.s) = (kg.m/s).
- Ou seja, o impulso possui as mesmas unidades de momento linear.

O teorema do impulso-momento linear

- Quando a força resultante é constante, então a variação do momento também é constante.

$$\sum \vec{F} = \frac{\overrightarrow{p_2} - \overrightarrow{p_1}}{t_2 - t_1}$$

O teorema do impulso-momento linear

- Quando a força resultante é constante, então a variação do momento também é constante.

$$\sum \vec{F} = \frac{\overrightarrow{p_2} - \overrightarrow{p_1}}{t_2 - t_1}$$

- Multiplicando a equação anterior por $t_2 - t_1$ achamos:

$$\sum \vec{F}\,(t_2 - t_1) = \overrightarrow{p_2} - \overrightarrow{p_1}$$

O teorema do impulso-momento linear

- Comparando as equações.

$$\vec{J} = \sum \vec{F}\,(t_2 - t_1)$$

$$\sum \vec{F}\,(t_2 - t_1) = \overrightarrow{p_2} - \overrightarrow{p_1}$$

O teorema do impulso-momento linear

- Comparando as equações.

$$\vec{J} = \sum \vec{F}\,(t_2 - t_1) \qquad \sum \vec{F}\,(t_2 - t_1) = \overrightarrow{p_2} - \overrightarrow{p_1}$$

- Obtemos um resultado denominado **teorema do impulso-momento linear**:

$$\boxed{\vec{J} = \overrightarrow{p_2} - \overrightarrow{p_1}}$$

O teorema do impulso-momento linear

- O teorema do impulso-momento linear também é válido quando as forças não são constantes.

$$\vec{\boldsymbol{J}} = \int_{t_1}^{t_2} \sum \vec{F}\, dt = \int_{\vec{p}_1}^{\vec{p}_2} d\vec{p}$$

O teorema do impulso-momento linear

- O teorema do impulso-momento linear também é válido quando as forças não são constantes.

$$\vec{J} = \int_{t_1}^{t_2} \sum \vec{F}\, dt = \int_{\vec{p}_1}^{\vec{p}_2} d\vec{p}$$

A variação do momento linear durante um intervalo de tempo é igual ao
impulso da força resultante que atua sobre a partícula durante esse intervalo.

O teorema do impulso-momento linear

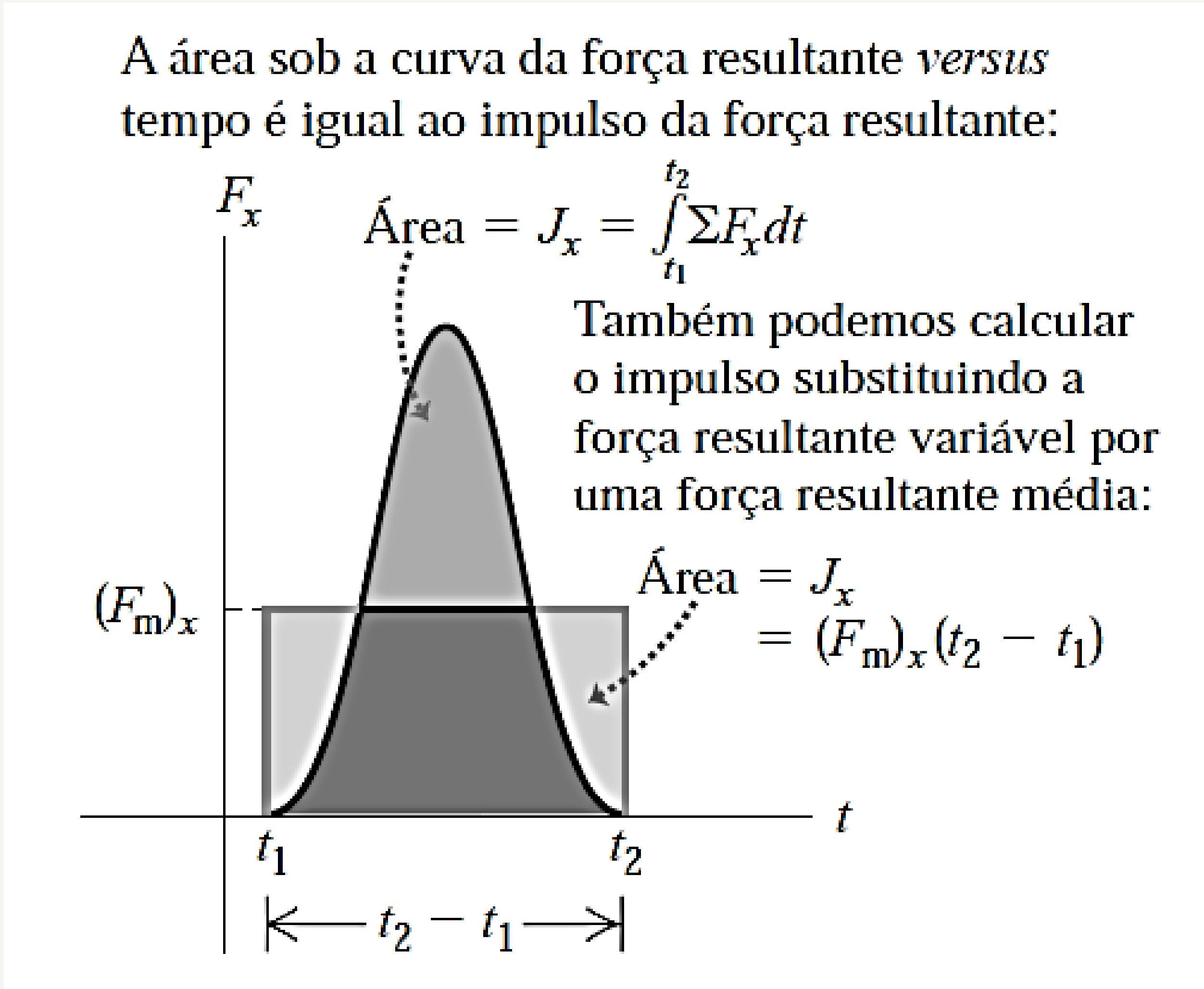


Figura 8.3 O significado da área sob um gráfico $\sum Fx$ versus t.
Fonte: Sears e Zemansky

O teorema do impulso-momento linear

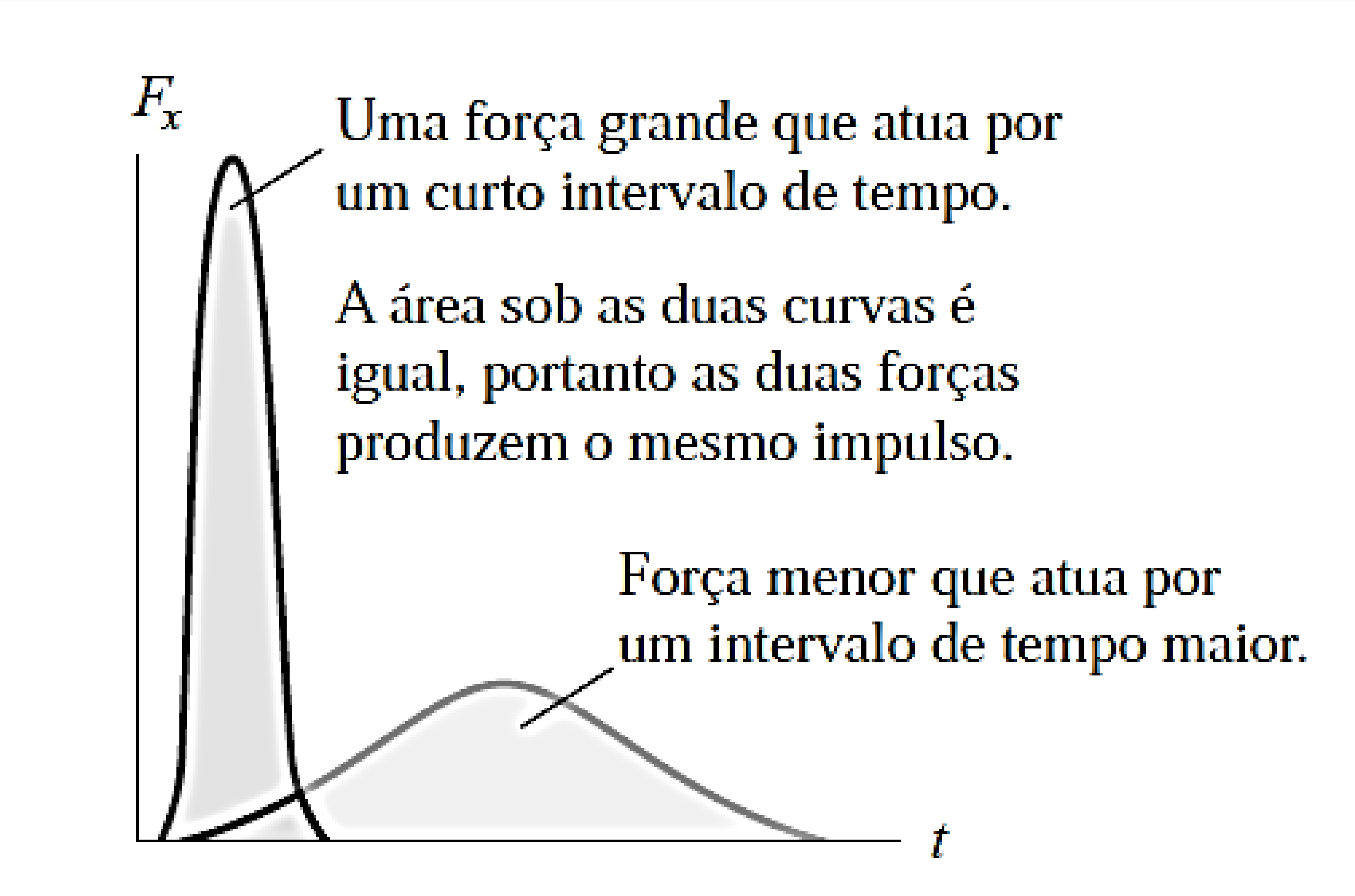
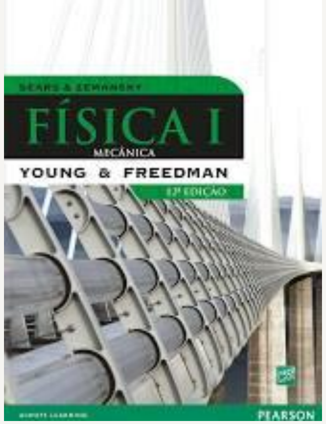


Figura 8.3 O significado da área sob um gráfico $\sum Fx$ versus t.
Fonte: Sears e Zemansky

Referências

1. H.D. YOUNG, R.A. FREEDMAN, Sears e Zemansky, Física I – Mecânica, Addison Wesley Ed, São Paulo, 12a Edição, 2008. Disponível em: https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/270



2. M. ALONSO e, E.J. FINN, Física: Um Curso Universitário. v.1, Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1999. Disponível em: https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/158847

Contatos

profhenriquefaria.com

henrique.faria@unesp.br