

LOM3100 Dinâmica - 2017

Parte 1. Introdução à disciplina.

Prof. Dr. Viktor Pastoukhov – EEL-USP

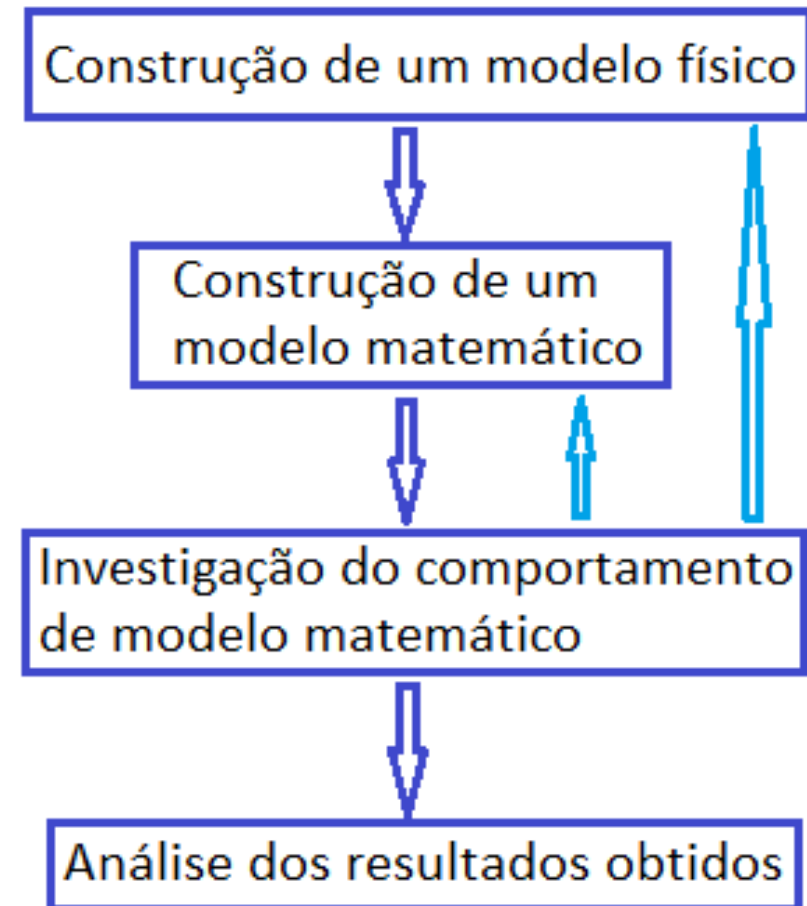
Apresentação da disciplina

- Objetivos e função na estrutura do Curso
- Ementa atual
- Calendário provisório: P1 - 20/9/17; P2 – 29/11/17
- Sistema de avaliação
- Requisitos
- Aplicações

Apresentação da disciplina - escopo

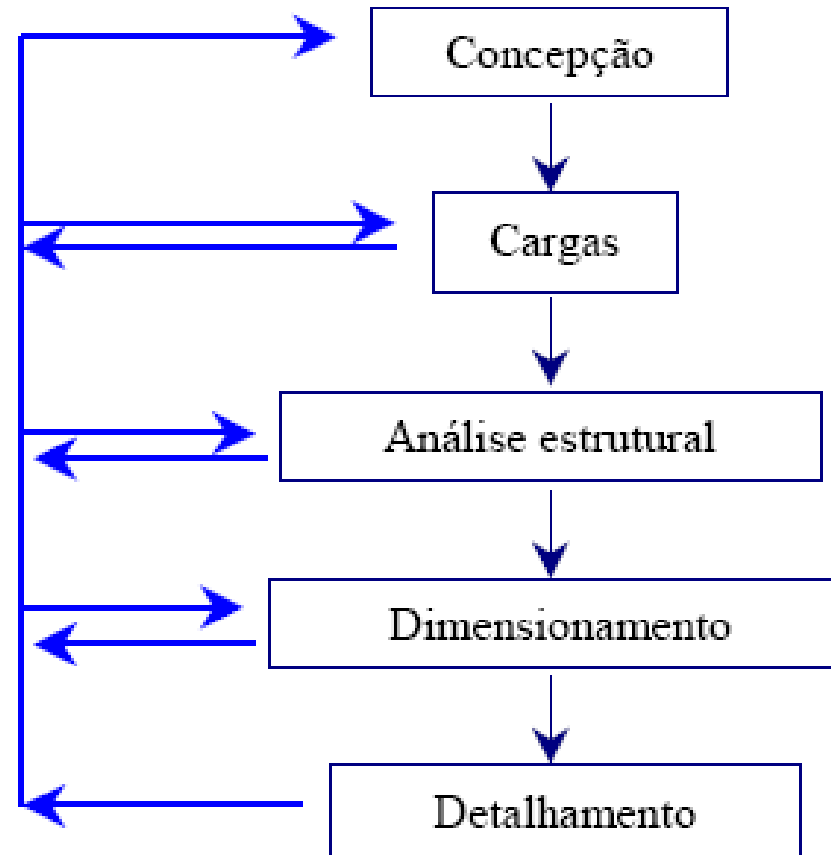
- Fluxograma simplificado de investigação científica

1. Construção de um modelo físico: idealização das propriedades de corpo considerado ações externas.
2. Construção de um modelo matemático: formulação matemática do comportamento de modelo físico.
3. Investigação do comportamento de modelo matemático, começando com a escolha de método.
4. Análise dos resultados obtidos.



Apresentação da disciplina - escopo

- Fluxograma simplificado de um projeto (estrutural)



Etapas de um projeto

Apresentação da disciplina - específica

- Fenômenos estáticos, cinéticos, **dinâmicos**
- Modelos **determinísticos** e modelos probabilísticos
- Modelos **discretos** e modelos **contínuos**

Ementa Júpiter 2017

Objetivos

Proporcionar ao aluno conhecimento básico e compreensão de cinemática e dinâmica do corpo rígido. Desenvolver algumas aplicações práticas com ênfase em problemas bidimensionais. Apresentar conceitos fundamentais e exemplos das vibrações mecânicas.

Programa

Cinemática do corpo rígido: Aceleração e velocidade angulares. Vínculo e cinemática do corpo rígido. Rotação em torno de um eixo fixo. Movimento plano e centro de rotação. Composição de movimentos. Composição de movimentos de rotação.

Dinâmica do ponto: Princípios da dinâmica do ponto. Teorema da resultante. Teorema da energia cinética para partícula. Teorema da quantidade de movimento.

Dinâmica do corpo rígido: Teorema do movimento do baricentro. Teorema da energia cinética para um sistema de partículas. Teorema do momento angular para um sistema de partículas. Teorema da energia cinética para o corpo rígido. **

Teorema do momento angular para corpo rígido. Exercícios de aplicação: problemas bidimensionais. Rotação do corpo rígido, Balanceamento. Movimento de um giroscópio.

Introdução às vibrações mecânicas: Vibrações de sistemas mecânicos com um grau de liberdade: livres sem amortecimento, livres com amortecimento, forçadas. Vibrações de sistemas mecânicos com dois e mais graus de liberdade. Exemplos.

Ementa Júpiter 2017

Bibliografia

- 1) HIBBELER, R.C. Dinâmica - Mecânica para Engenharia. São Paulo: Pearson Brasil, 2011, 12^a ed., 608p. ISBN: 8576058146.
 - 2) BEER, F.P., JOHNSTON Jr., E.R., CLAUSEN, W. E., Mecânica Vetorial para Engenheiros - Dinâmica, 7^a Edição, McGraw-Hill, São Paulo, 2006, 1355 p.
 - 3) FRANÇA, L. N. F., MATSUMURA, A. Z. Mecânica Geral. Edgard Blücher, 2001, 235 p.
 - 4) SOTELO JR., J., FRANÇA, L.N.F., Introdução às vibrações mecânicas, Edgard Blücher, 2006, 168 p. ISBN: 9788521203384.
-
- GREENWOOD, D. T. Principles of Dynamics. New York: Prentice-Hall, 2nd ed, 1988, 552 p.
TENENBAUM, R. A. Dinâmica. Editora UFRJ, 1997, 756 p.
GIACAGLIA, G. E., Mecânica Geral, Editora Campus, Rio de Janeiro, 1982.

Ementa Júpiter 2017

Avaliação

Método

A avaliação será composta por duas provas (P1 e P2).

Critério

NS = NP1+NP2; NP1: questões da P1 valendo até 4p. no total; NP2: questões da P2 valendo até 6 p. no total.

Norma de Recuperação

A recuperação consistirá de uma prova de Recuperação (R), que irá compor a nota final (NF) da seguinte forma: $NF = (R + NS)/2$.

Introdução: terminologia

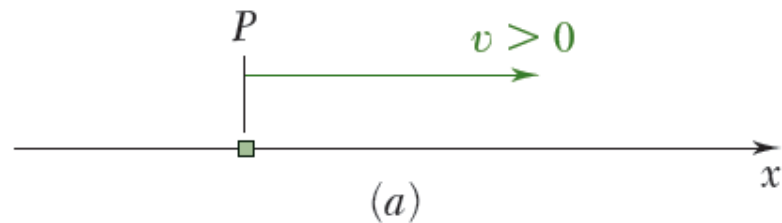
- “Mecânica” – ciência sobre movimento e forças que o causam
- Estática e Dinâmica – formas de equilíbrio
- A Dinâmica inclui:
 - 1. A *cinemática*, que é o estudo da geometria do movimento, usada para relacionar deslocamento, velocidade, aceleração e tempo, sem referência as causas do movimento.
 - 2. A *cinética*, que é o estudo da relação existente entre as forças que atuam sobre um corpo, a massa do corpo e seu movimento. A cinética é usada para prever o movimento causado por forças conhecidas ou para determinar as forças necessárias para produzir um dado movimento.

Revisão: cinemática do ponto (Física I)

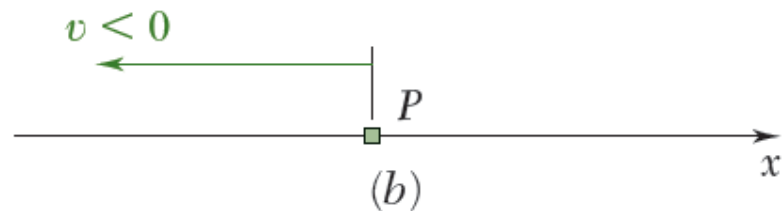
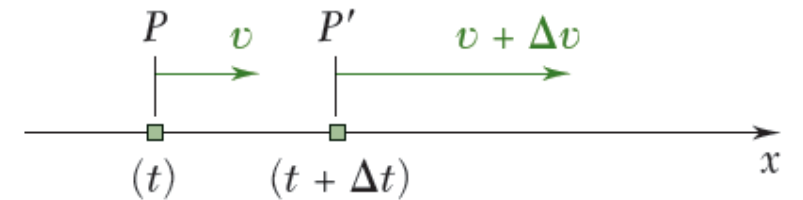
- (Tempo,) Posição, velocidade, aceleração em 1D – formulação escalar

$$\text{Velocidade média} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$\text{Velocidade instantânea} = v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \boxed{v = \frac{dx}{dt}} \quad \text{m/s}$$



$$\text{Aceleração média} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$



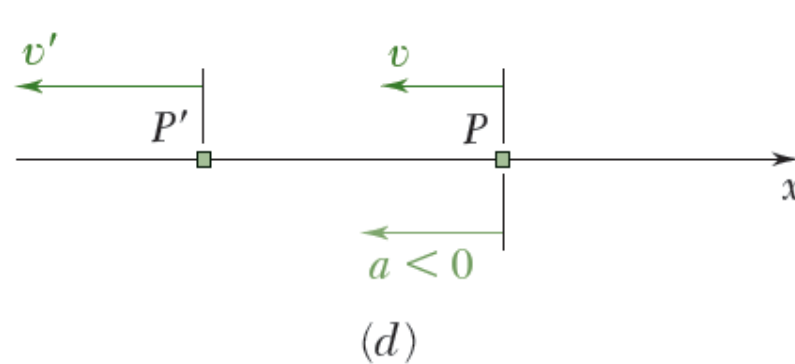
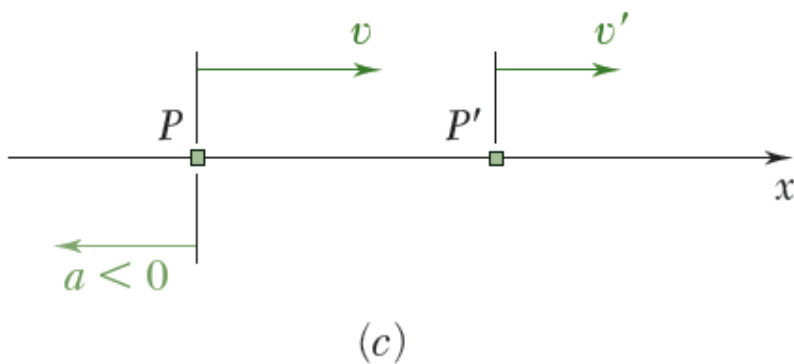
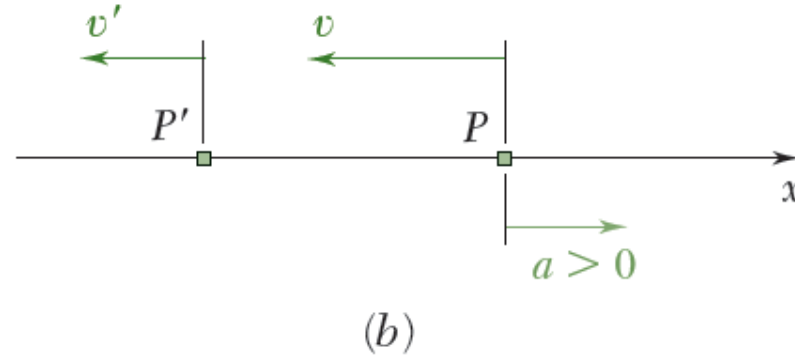
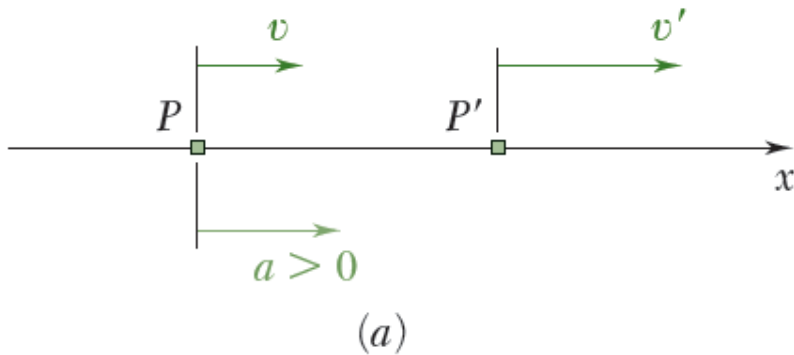
$$\text{Aceleração instantânea} = a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \boxed{a = \frac{dv}{dt}}$$

$$\boxed{a = \frac{d^2x}{dt^2}}$$

$$\boxed{a = v \frac{dv}{dx}} \quad \text{m/s}^2$$

Revisão: cinemática do ponto (Física I)

- Aceleração e desaceleração: ilustrações



Cinemática do ponto: classes de movimento

1. $a = f(t)$. A aceleração é uma dada função de t .

$$v - v_0 = \int_0^t f(t) dt$$
$$dv = a dt$$
$$dv = f(t) dt$$

2. $a = f(x)$. A aceleração é uma dada função de x .

$$\int_{v_0}^v v dv = \int_{x_0}^x f(x) dx$$
$$v dv = a dx$$
$$v dv = f(x) dx$$
$$\frac{1}{2}v^2 - \frac{1}{2}v_0^2 = \int_{x_0}^x f(x) dx$$

3. $a = f(v)$. A aceleração é uma dada função de v .

$$f(v) = \frac{dv}{dt} \quad f(v) = v \frac{dv}{dx}$$
$$dt = \frac{dv}{f(v)} \quad dx = \frac{v dv}{f(v)}$$

Movimento retilíneo uniforme

$$\frac{dx}{dt} = v = \text{constante}$$

$$\int_{x_0}^x dv = v \int_0^t dt$$

$$x - x_0 = vt$$

$$x = x_0 + vt$$

Movimiento retilíneo uniformemente acelerado

$$\frac{dv}{dt} = a = \text{constante}$$
$$\int_{v_0}^v dv = a \int_0^t dt$$
$$v - v_0 = at$$
$$\frac{dx}{dt} = v_0 + at$$

$$v = v_0 + at$$

$$\int_{x_0}^x dx = \int_0^t (v_0 + at) dt$$
$$x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$
$$v \frac{dv}{dx} = a = \text{constante}$$
$$\int_{v_0}^v v dv = a \int_{x_0}^x dx$$
$$\frac{1}{2}(v^2 - v_0^2) = a(x - x_0)$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

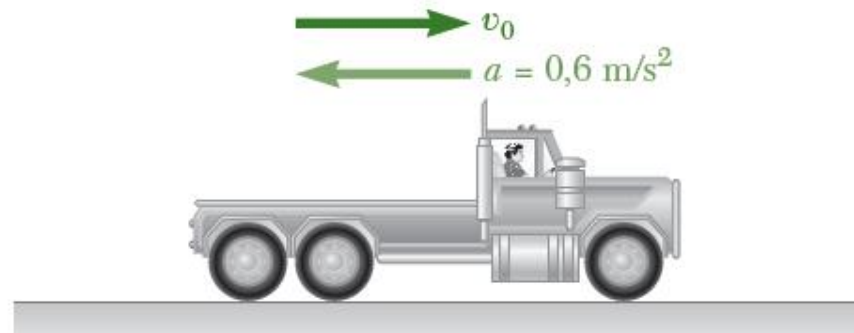
$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

Cinemática do ponto em 1D - exercícios

- 11.1** O movimento de uma partícula é definido pela relação $x = 1,5t^4 - 30t^2 + 5t + 10$, onde x e t são expressos em metros e segundos, respectivamente. Determine a posição, a velocidade e a aceleração da partícula quando $t = 4$ s.
- 11.2** O movimento de uma partícula é definido pela relação $x = 12t^3 - 18t^2 + 2t + 5$, onde x e t são expressos em metros e segundos, respectivamente. Determine a posição e a velocidade quando a aceleração for igual a zero.
- 11.10** A aceleração de uma partícula é diretamente proporcional ao quadrado do tempo t . Quando $t = 0$, a partícula está em $x = 24$ m. Sabendo que em $t = 6$ s, $x = 96$ m e $v = 18$ m/s, expresse x e v em termos de t .

Cinemática do ponto em 1D - exercícios

- 11.33** Uma motorista entra em uma autoestrada a 45 km/h e acelera uniformemente até 99 km/h. Pelo hodômetro do carro, o motorista sabe que percorreu 0,2 km enquanto acelerava. Determine (a) a aceleração do carro, (b) o tempo necessário para chegar a 99 km/h.
- 11.34** Um caminhão percorre 220 m em 10 s enquanto está sendo desacelerado a uma taxa constante de $0,6 \text{ m/s}^2$. Determine (a) sua velocidade inicial, (b) sua velocidade final, (c) a distância percorrida durante os primeiros 1,5 s.



Cinemática do ponto em 3D

- Posição, velocidade, aceleração - formulação vetorial

$$\mathbf{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t}$$

$$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$$

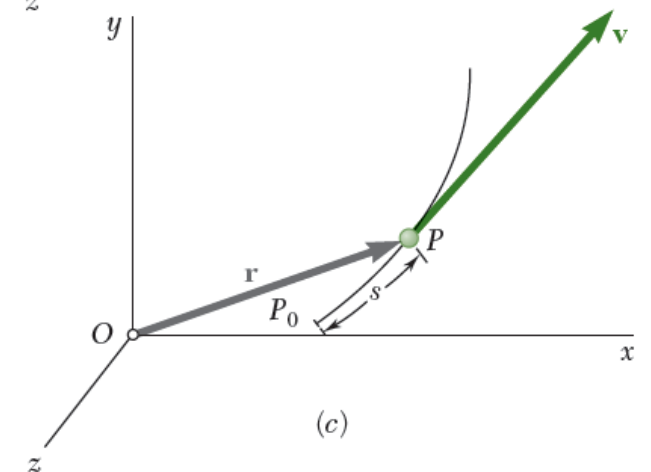
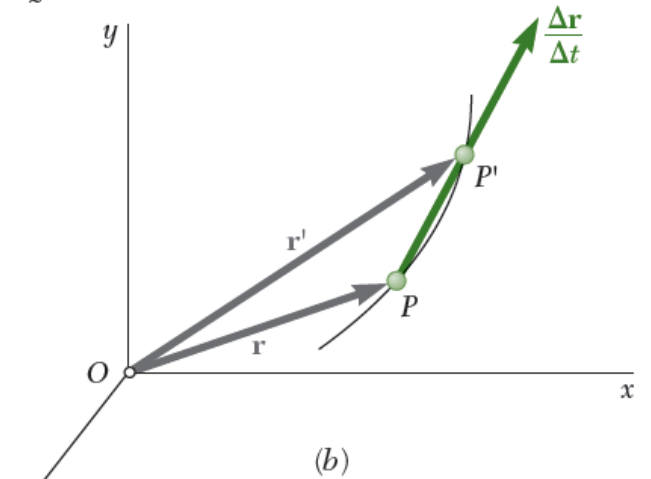
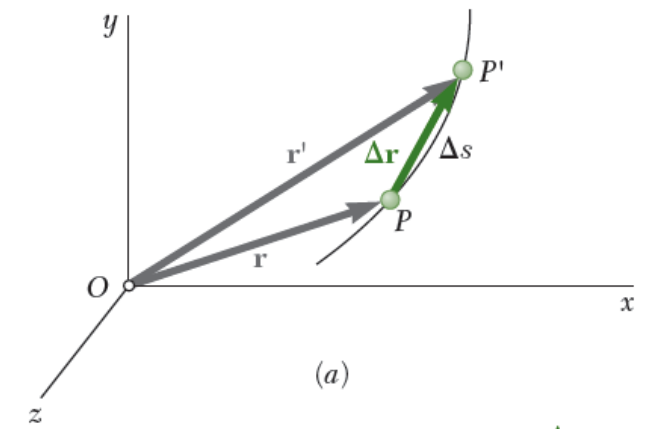
velocidade escalar

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{PP'}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$v = \frac{ds}{dt}$$

$$\mathbf{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t}$$

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



Revisão: derivadas de funções vetoriais

$$\frac{d\mathbf{P}}{du} = \lim_{\Delta u \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{P}}{\Delta u} = \lim_{\Delta u \rightarrow 0} \frac{\mathbf{P}(u + \Delta u) - \mathbf{P}(u)}{\Delta u}$$

$$\frac{d(\mathbf{P} + \mathbf{Q})}{du} = \frac{d\mathbf{P}}{du} + \frac{d\mathbf{Q}}{du}$$

$$\frac{d(f\mathbf{P})}{du} = \frac{df}{du}\mathbf{P} + f\frac{d\mathbf{P}}{du}$$

$$\begin{aligned}\frac{d(\mathbf{P} \cdot \mathbf{Q})}{du} &= \frac{d\mathbf{P}}{du} \cdot \mathbf{Q} + \mathbf{P} \cdot \frac{d\mathbf{Q}}{du} \\ \frac{d(\mathbf{P} \times \mathbf{Q})}{du} &= \frac{d\mathbf{P}}{du} \times \mathbf{Q} + \mathbf{P} \times \frac{d\mathbf{Q}}{du}\end{aligned}$$

$$\mathbf{P} = P_x \mathbf{i} + P_y \mathbf{j} + P_z \mathbf{k}$$

$$\frac{d\mathbf{P}}{du} = \frac{dP_x}{du} \mathbf{i} + \frac{dP_y}{du} \mathbf{j} + \frac{dP_z}{du} \mathbf{k}$$

$$\frac{d\mathbf{P}}{dt} = \frac{dP_x}{dt} \mathbf{i} + \frac{dP_y}{dt} \mathbf{j} + \frac{dP_z}{dt} \mathbf{k}$$

$$\dot{\mathbf{P}} = \dot{P}_x \mathbf{i} + \dot{P}_y \mathbf{j} + \dot{P}_z \mathbf{k}$$

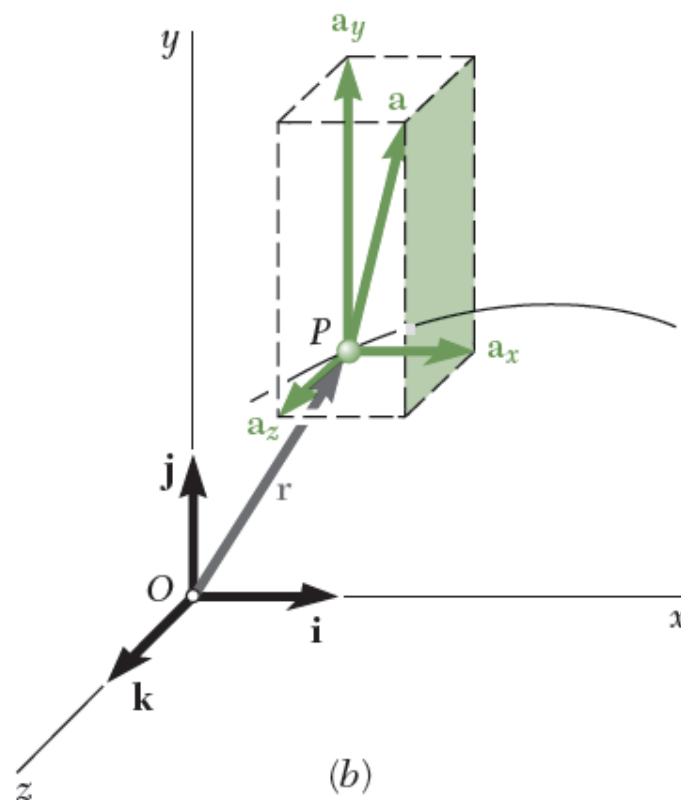
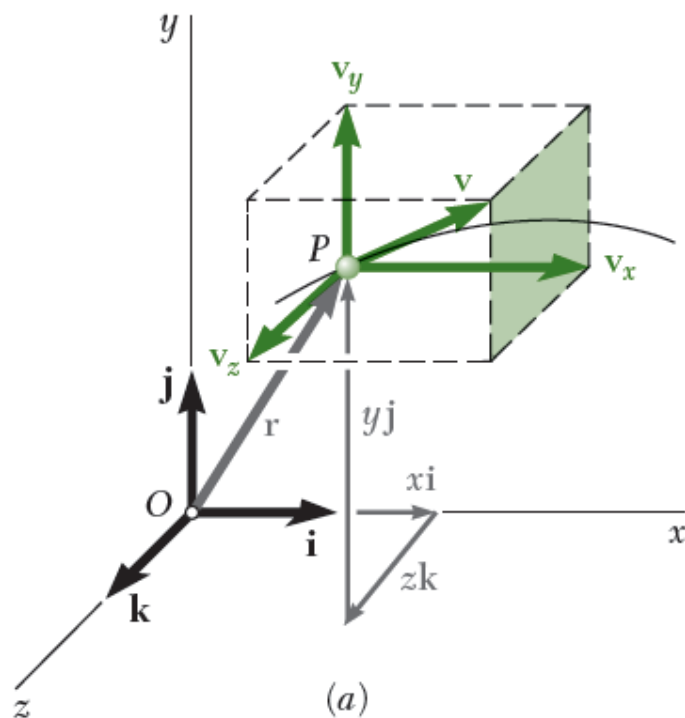
Componentes cartesianas de velocidade e aceleração

$$\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$$

$$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = \dot{x}\mathbf{i} + \dot{y}\mathbf{j} + \dot{z}\mathbf{k}$$
$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \ddot{x}\mathbf{i} + \ddot{y}\mathbf{j} + \ddot{z}\mathbf{k}$$

$$v_x = \dot{x} \quad v_y = \dot{y} \quad v_z = \dot{z}$$

$$a_x = \ddot{x} \quad a_y = \ddot{y} \quad a_z = \ddot{z}$$



Cinemática do ponto em 3D - exercícios

11.89 O movimento de uma partícula é definido pelas equações $x = 4t^3 - 5t^2 + 5t$ e $y = 5t^2 - 15t$, onde x e y são expressos em milímetros e t é expresso em segundos. Determine a velocidade e a aceleração quando (a) $t = 1$ s, (b) $t = 2$ s.

11.90 O movimento de uma partícula é definido pelas equações $x = 2 \cos \pi t$ e $y = 1 - 4 \cos 2\pi t$, onde x e y são expressos em metros e t é expresso em segundos. Mostre que a trajetória da partícula é parte da parábola mostrada, e determine a velocidade e a aceleração quando (a) $t = 0$, (b) $t = 1,5$ s.

11.94 O movimento amortecido de uma partícula que vibra é definido pelo vetor de posição $\mathbf{r} = x_1(1 - 1/(t + 1))\mathbf{i} + (y_1 e^{-\pi t/2} \cos 2\pi t)\mathbf{j}$, onde t é expresso em segundos. Para $x_1 = 30$ mm e $y_1 = 20$ mm, determine a posição, a velocidade e a aceleração da partícula quando (a) $t = 0$ e (b) $t = 1,5$ s.

11.99 Durante a entrega de jornais, uma garota joga um jornal com uma velocidade horizontal $\mathbf{v}_0$. Determine o intervalo de valores de v_0 para que o jornal caia entre os pontos B e C .

