Aula 01

Introdução

Apresentação e Normas de Funcionamento
107 – IV

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Docente e atendimento:

- Prof. Paulo Limão-Vieira

- gabinete 243, Ed. I (ext. 10570)
- plimaovieira@fct.unl.pt

- Atendimento de alunos: 3ª feira, 16:00 – 19:00

Objectivos do curso

Informativos

Aprendizagem dos Princípios Gerais da Física;

Aprofundamento dos conhecimentos de Mecânica;

Aprendizagem de terminologia Física correcta;

Introdução à metrologia (medida, tratamento de resultados);

Familiarização com instrumentação;

Desenvolvimento do Raciocínio Científico;

Treino da técnica de análise e resolução de problemas;

Ligação a conceitos e instrumentos de outras disciplinas como Matemática e Informática.

Objectivos do curso

Porquê Mecânica ? Porquê Mecânica Clássica?

- A Física está na base de todas as áreas científicas e tecnológicas;
- A Mecânica está na base da Física;
- A compreensão dos princípios da Mecânica Clássica é essencial para se avançar para a Mecânica Quântica ou Relativista;
- Relativamente ao Secundário é importante aprofundar, generalizar e precisar a linguagem;

Programa

- Introdução
- Movimento a 1 dimensão (revisão)
- Vectores (revisão) e Movimento em 2 e 3 Dimensões
- Força e Movimento – I
- Força e Movimento – II
- Energia Cinética e Trabalho I
- Energia Potencial e Conservação da Energia
- Oscilações
- Centro de Massa e Momento Linear
- Rotação
- Rolamento, Momento de uma Força e Momento Angular
- Equilíbrio
- Gravitação

Bibliografia

Livro de Texto:

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2005). Fundamentals of physics (7th Ed.) New York: Wiley (15 primeiros capítulos);

Edição em Português - Halliday, D., & Resnick, R. (1991). Fundamentos de Física (Vol. 1 & 2). Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos;

Qualquer outro Livro de Física Geral pode ser utilizado.

Funcionamento da disciplina

Aulas Teórico-Práticas (1,5 horas):

A presença não é obrigatória, contudo recomenda-se vivamente que os alunos participem e assistam a todas as aulas;

Comparência na sala à hora marcada para a aula (não sendo tolerados atrasos superiores a 5 minutos após o início da mesma);

As actividades de prolemas não são obrigatórias, servindo como elemento extra de estudo e de suporte à matéria leccionada, podendo essas ser resolvidas nas aulas teórico-práticas. Os problemas destas actividades serão disponibilizados atempadamente na página da disciplina no CLIP;

Aconselham-se os alunos a fazerem um acompanhamento adicional da matéria através da resolução de testes de correcção automática na plataform “Moodle”. Estes testes (aleatórios, mas com uma reposição) estarão disponíveis por períodos de algumas semanas.

Frequência

É obtida com a presença em 2/3 das aulas práticas (P) que não sejam momentos de avaliação e nota prática (NP) superior ou igual a 10 valores.

Todos os alunos que tenham obtido aprovação nos laboratórios de Física I em anos lectivos anteriores são considerados com frequência à cadeira não podendo frequentar as aulas de laboratório. Podem assistir às aulas TP que pretenderem desde que haja lugares livres na sala.

Avaliação

Teórico-prática: A nota da componente teórico-prática é obtida em dois testes (NTP1 e NTP2) ou exame em época de recurso (NE) sendo a nota final calculada pela seguinte expressão:

$$NTP=0{,}5\ NTP1 + 0{,}5\ NTP2$$

ou

$$NTP=NE$$

O primeiro teste realiza-se a 31 de Outubro (14:00-16:00) e o segundo a 12 de Dezembro (17:30-19:30) em salas a anunciar oportunamente.

Avaliação

Prática: A nota da componente prática é obtida em 3 momentos de avaliação com peso relativo de 20% no primeiro, 30% no segundo e 50% no terceiro.

Para mais informações ver no CLIP em Documentação de apoio -> Outros.

Cadeira: Para ter aprovação à cadeira é necessário ter frequência e NTP ≥ 10 valores. A nota final é obtida por:

$$NF = 0{,}6\ NTP + 0{,}4\ NP$$

No caso dos alunos que obtiveram a frequência em anos anteriores (aprovação aos laboratórios) a nota final é a nota da componente teórico-prática.

$$NF = NTP$$

As aulas práticas terão início na semana de 1 de Outubro. Os alunos que faltarem à primeira aula prática perdem automaticamente a vaga no turno.

Provas de avaliação

Local, datas duração

Os locais, datas e horas serão indicados no CLIP e terão a duração de 2 horas.

Recursos

A utilização de máquina de calcular não é permitida. Será fornecido um formulário, se tal for considerado necessário. Os alunos deverão ser portadores de um cartão de identificação com fotografia.

Outras informações

Toda a informação da disciplina estará no CLIP em:

Documentação de Apoio

Acetatos – Acetatos das aulas TP

Problemas – Actividades

Protocolos – Guiões dos trabalhos práticos

Exames – Notas TP

Testes – Notas P

Textos de apoio – Eventualmente testes e exames de anos anteriores

Outros – Regras

Excepto os mini-testes ⇒ Moodle (Página e password de acesso serão indicadas no CLIP)

Outras informações

O uso de **telemóveis** e computadores **portáteis** é **interdito** durante as aulas e durante as provas de avaliação.

Um aluno cujo comportamento seja considerado pelo docente como perturbador das actividades na aula pode ser convidado a abandonar a mesma, não lhe sendo contada a presença para efeitos de frequência.

Outras informações

As aulas práticas começam na semana de 01 de Outubro

A primeira aula, em princípio, não será no laboratório como indicado no horário. As salas onde decorrerão a primeira aula dos diferentes turnos serão indicadas no CLIP.

Outras informações

Contactos para assuntos relacionados com:

Aulas Teórico-Práticas
Prof. Paulo Limão-Vieira
plimaovieira@fct.unl.pt

Aulas Práticas
Prof. André Wemans
ajw@fct.unl.pt

Aula 01

Movimento em duas e três dimensões

Movimento a duas e três dimensões

Posição e deslocamento

Velocidade média e velocidade instantânea

Aceleração média e aceleração instantânea

Movimento do projéctil

Movimento a uma dimensão (revisão)

Posição

Deslocamento, Δx

$$t_2 > t_1 \Rightarrow \boxed{\Delta x = x_2 - x_1}$$

Deslocamento, Δx

$$t_2 > t_1 \Rightarrow \boxed{\Delta x = x_2 - x_1}$$

Velocidade média, v_{med}

$$\Delta t = t_2 - t_1 \,, \boxed{v_{\text{med}} = \Delta x / \Delta t}$$

Velocidade média, v_{med}

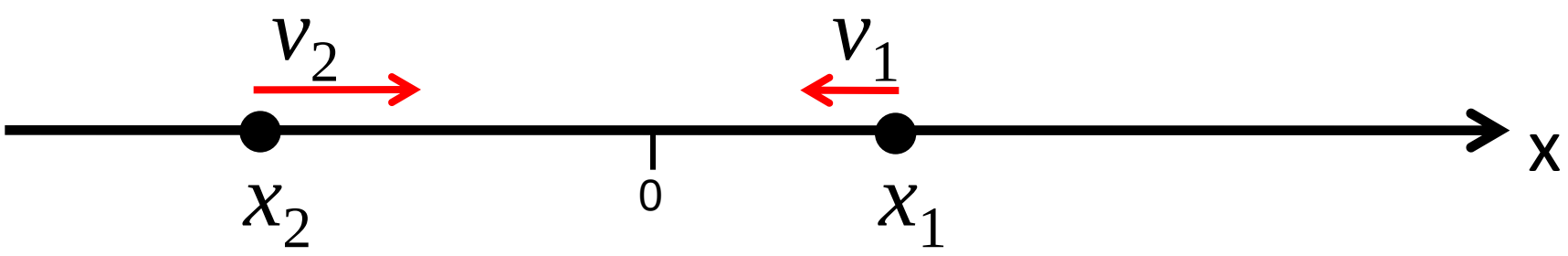
$$\Delta t = t_2 - t_1 \,, \quad \boxed{v_{\text{med}} = \Delta x / \Delta t}$$

Velocidade instantânea, v

$$\boxed{v = \lim_{\Delta t \to 0} v_{\text{med}} = \mathrm{d}x / \mathrm{d}t}$$

Aceleração média, a_{med}

$$t_2 > t_1 \,,\; \Delta v = v_2 - v_1 \,,\; \boxed{a_{\text{med}} = \Delta v / \Delta t}$$



Aceleração instantânea, a

$$\boxed{a = \lim_{\Delta t \to 0} a_{\text{med}} = \mathrm{d}v / \mathrm{d}t}$$

Movimento a duas e três dimensões

A utilização dos sinais + ou – não é suficiente para descrever completamente o movimento em mais do que uma dimensão;

Podem ser utilizados vectores para descrever o movimento de forma mais completa;

Estamos ainda interessados no *deslocamento*, na *velocidade* e na *aceleração*.

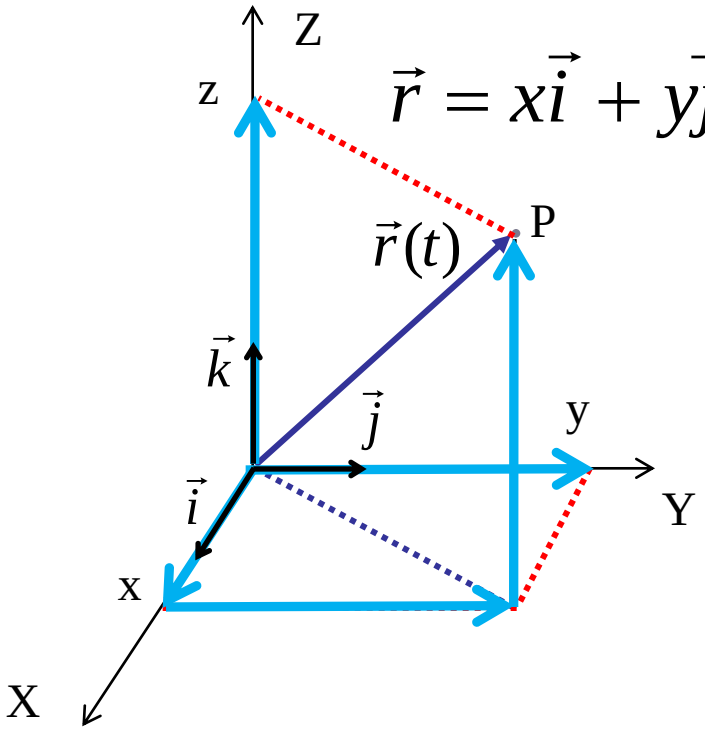
Ideias Gerais sobre o Movimento

Na cinemática do movimento a duas ou três dimensões, tudo é análogo ao movimento unidimensional, excepto no facto de termos de utilizar notação vectorial.

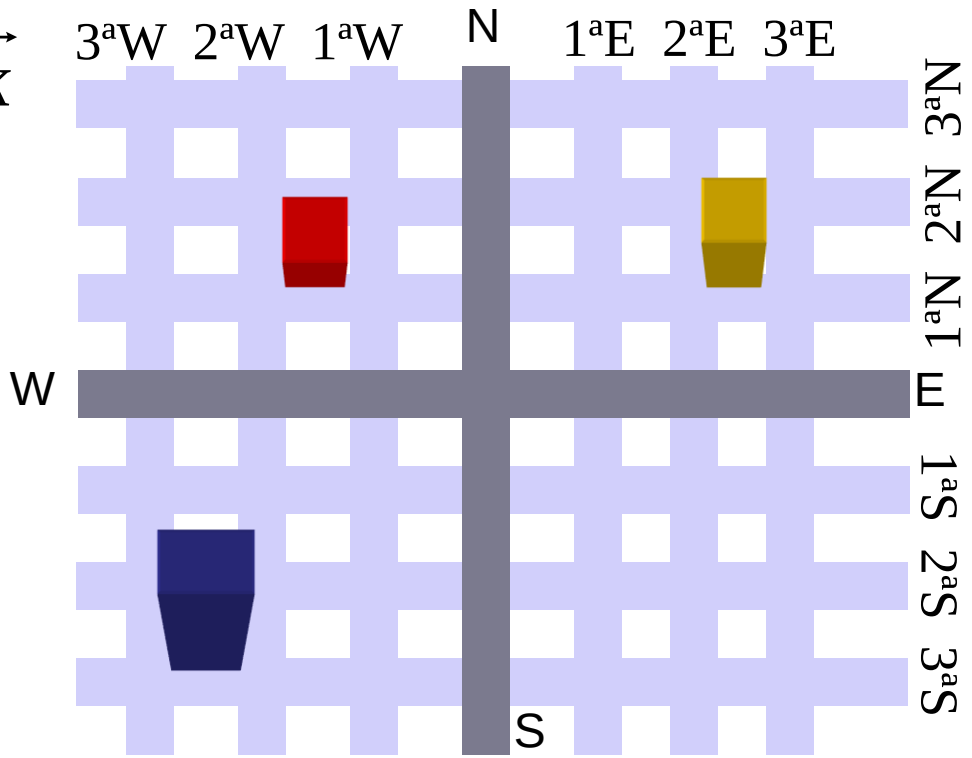
Posição e Deslocamento

A posição de um objecto é descrita pelo seu vector de posição, $\vec{r}$

$$\vec{r}(t) \rightarrow \begin{cases} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \end{cases}$$

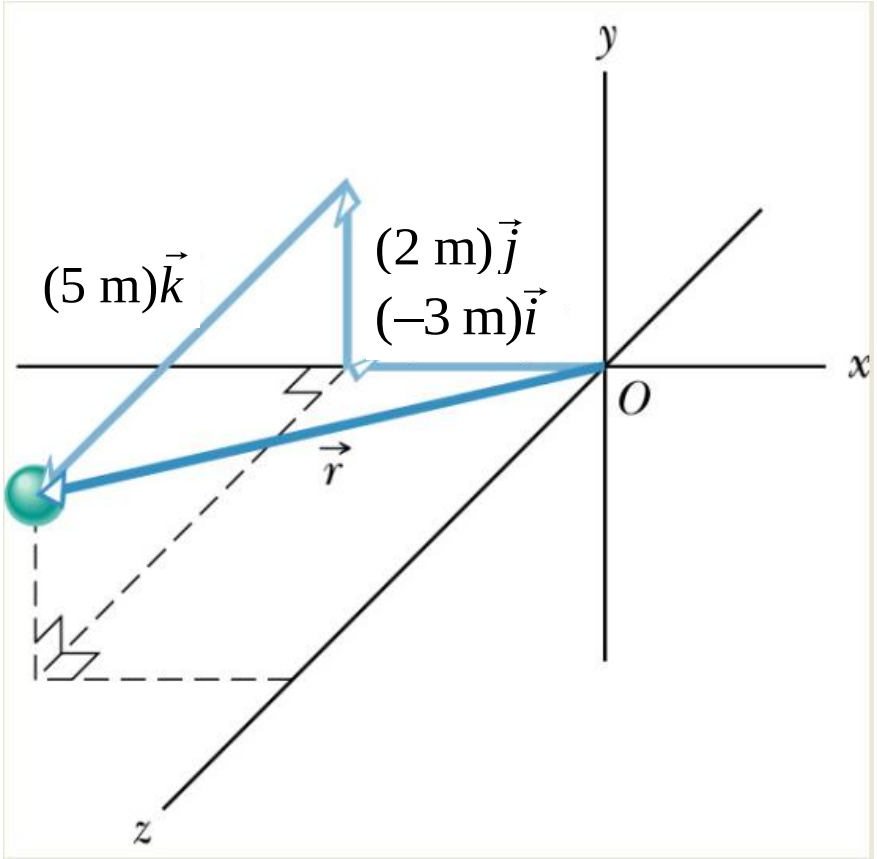


Coordenadas cartesianas



A posição de um objecto é descrita pelo seu vector de posição, $\vec{r}$

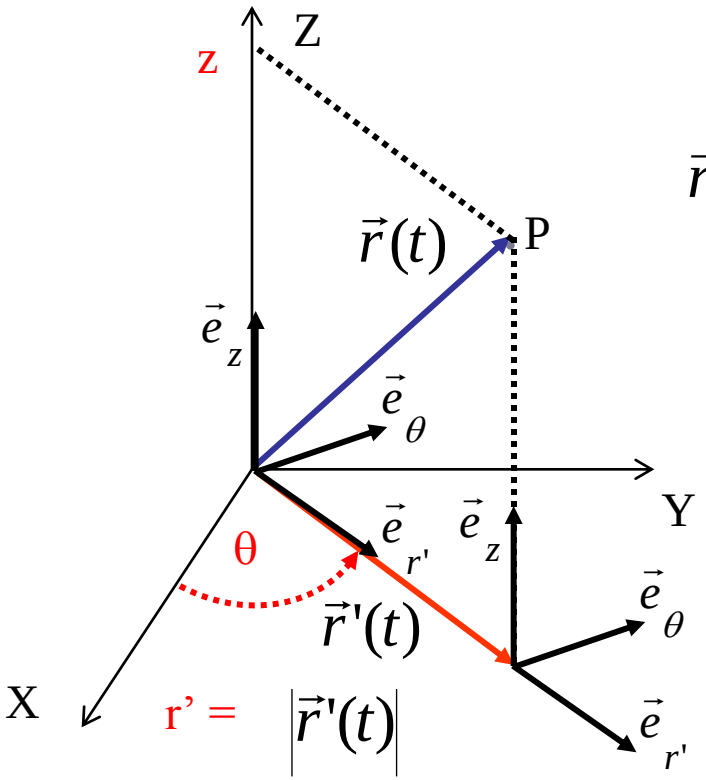
$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$



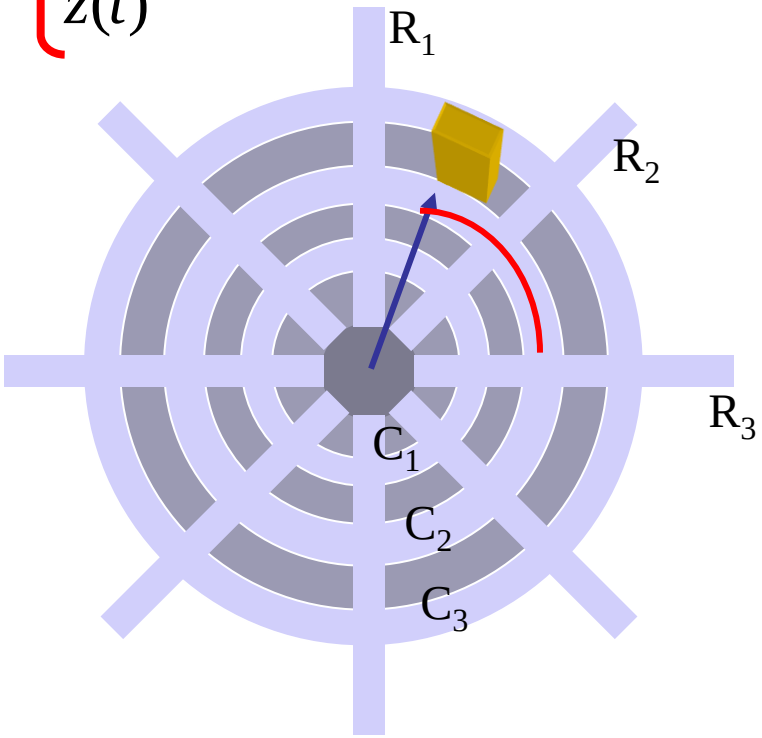
$$\vec{r} = (-3\ \mathrm{m})\vec{i} + (2\ \mathrm{m})\vec{j} + (5\ \mathrm{m})\vec{k}$$

$$\vec{r}(t) = r'\vec{e}_{r'} + z\vec{e}_z$$

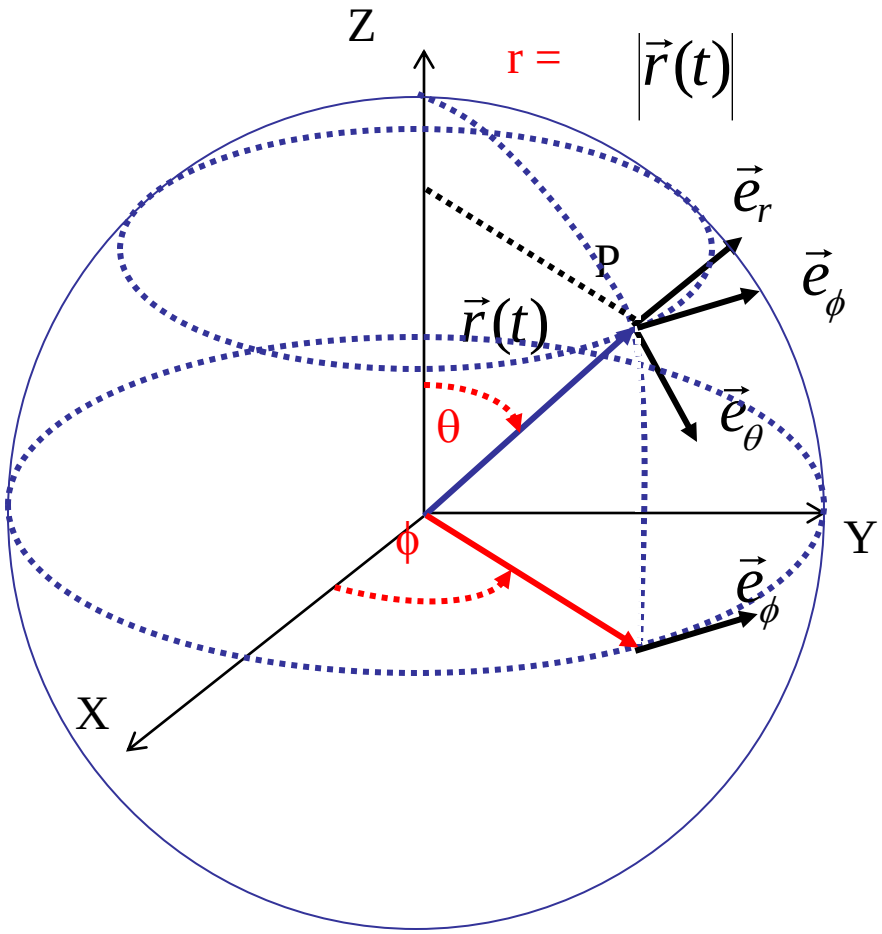
$$\vec{r}(t) \rightarrow \begin{cases} r'(t) \\ \theta(t) \\ z(t) \end{cases}$$



Coordenadas cilíndrica

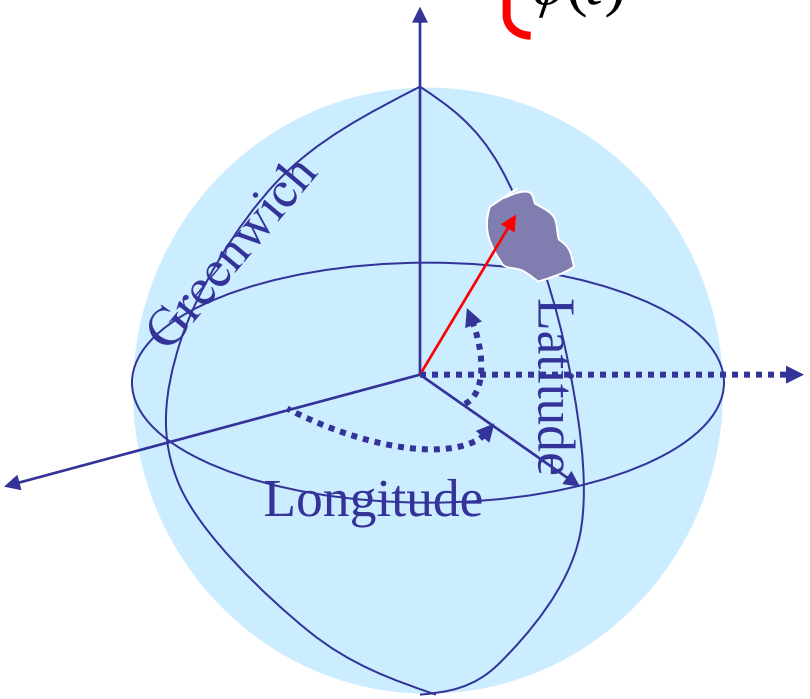


Coordenadas esféricas

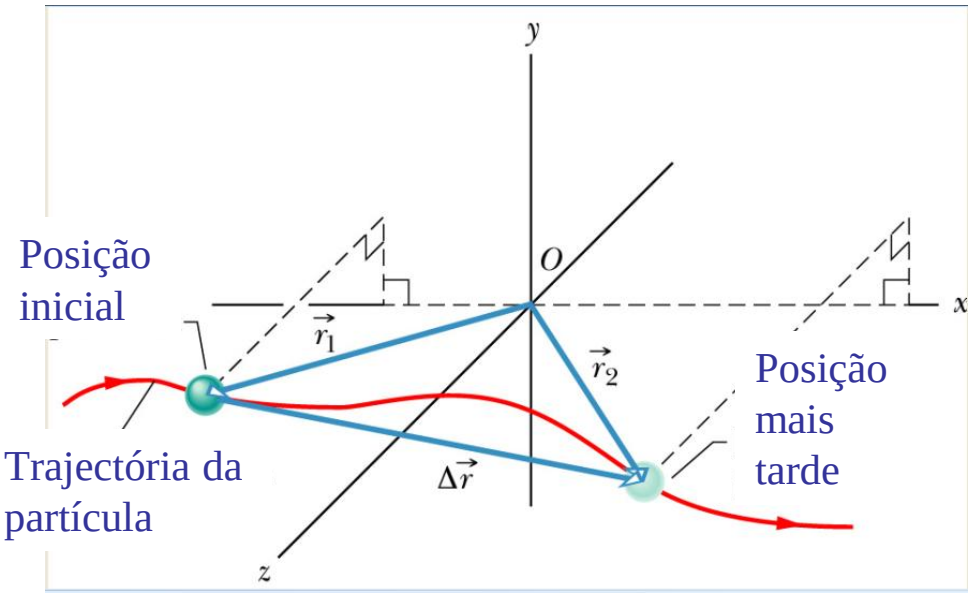


$$\vec{r}(t) = r\vec{e}_r$$

$$\vec{r}(t) \rightarrow \begin{cases} r(t) \\ \theta(t) \\ \phi(t) \end{cases}$$



O **deslocamento** do objecto (partícula) é definido como a ***variação da sua posição***



$$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

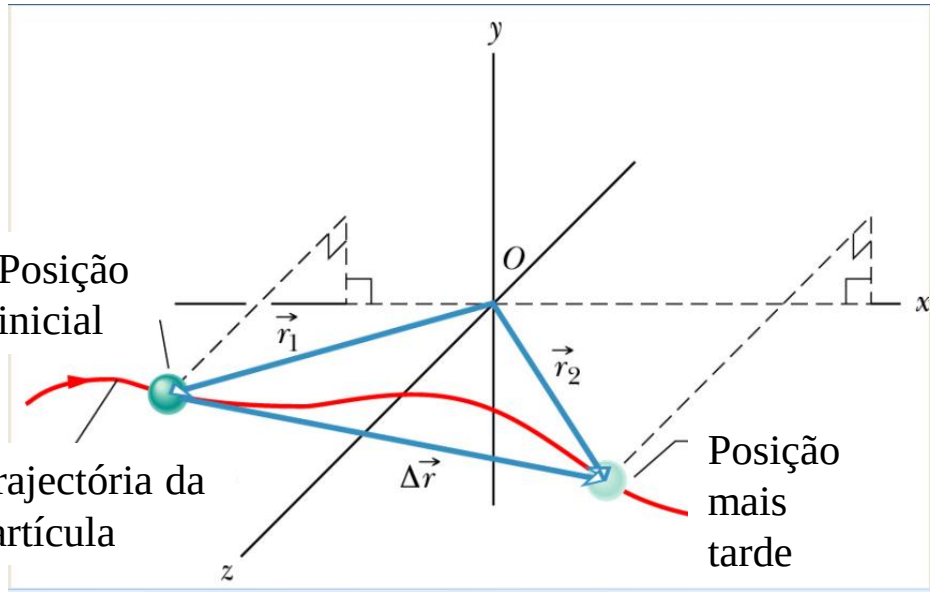
$$\Delta\vec{r} = \left(x_2\vec{i} + y_2\vec{j} + z_2\vec{k}\right) - \left(x_1\vec{i} + y_1\vec{j} + z_1\vec{k}\right)$$

$$\Delta\vec{r} = \left(x_2 - x_1\right)\vec{i} + \left(y_2 - y_1\right)\vec{j} + \left(z_2 - z_1\right)\vec{k}$$

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

O vector posição de uma partícula é, inicialmente,

$$\vec{r}_1 = (-3.0\ \text{m})\vec{i} + (2.0\ \text{m})\vec{j} + (5.0\ \text{m})\vec{k}$$



e, 2 s mais tarde

$$\vec{r}_2 = (9.0\ \text{m})\vec{i} + (2.0\ \text{m})\vec{j} + (8.0\ \text{m})\vec{k}$$

Qual é o deslocamento da partícula neste intervalo de tempo?

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = \left[(9.0\ \text{m}) - (-3.0\ \text{m})\right]\vec{i} + \left[(2.0\ \text{m}) - (2.0\ \text{m})\right]\vec{j} + \left[(8.0\ \text{m}) - (5.0\ \text{m})\right]\vec{k}$$

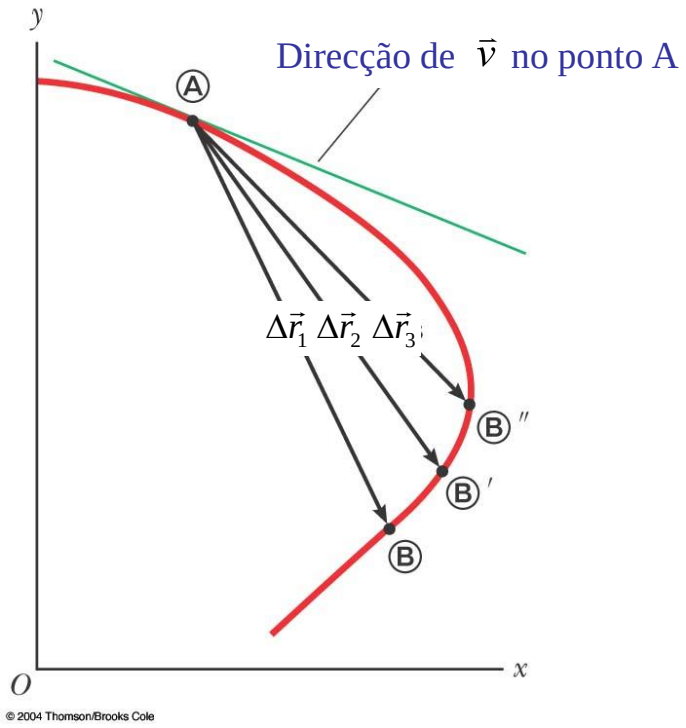
$$= (12.0\ \text{m})\vec{i} + (0.0\ \text{m})\vec{j} + (3.0\ \text{m})\vec{k}$$

Velocidade média

A velocidade média num determinado intervalo de tempo é a razão do deslocamento pelo intervalo de tempo

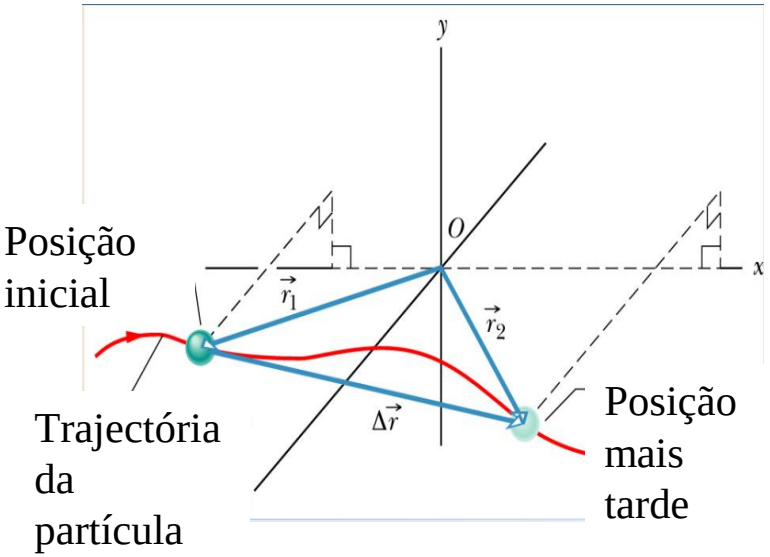
$$\vec{v}_{\text{med}} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

A direcção e o sentido da velocidade média são os do vector deslocamento, $\Delta \vec{r}$



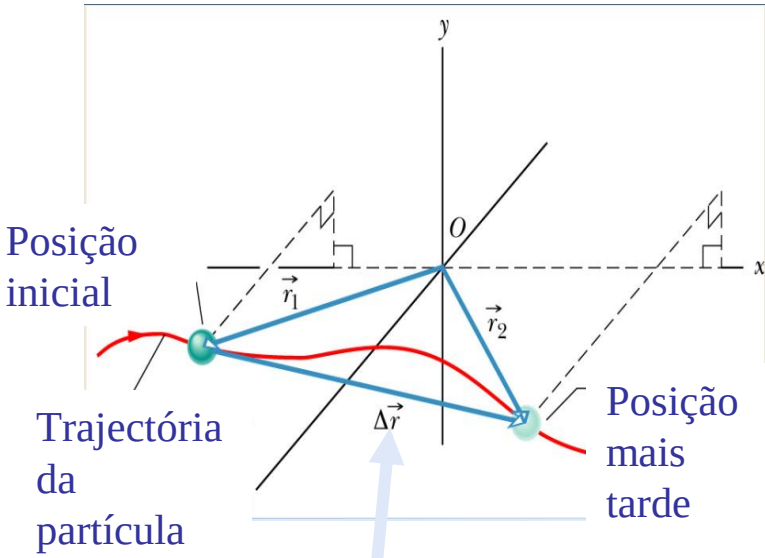
Em termos de vectores unitários, a velocidade média é

$$\vec{v}_{\text{med}} = \frac{\Delta x\vec{i} + \Delta y\vec{j} + \Delta z\vec{k}}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{\Delta t}\vec{i} + \frac{\Delta y}{\Delta t}\vec{j} + \frac{\Delta z}{\Delta t}\vec{k}$$



No problema anterior, a velocidade média entre os dois pontos é

$$\vec{v}_{\text{med}} = \frac{(12\text{ m})\vec{i} + (3.0\text{ m})\vec{k}}{2.0\text{ s}} = (6.0\text{ m/s})\vec{i} + (1.5\text{ m/s})\vec{k}$$



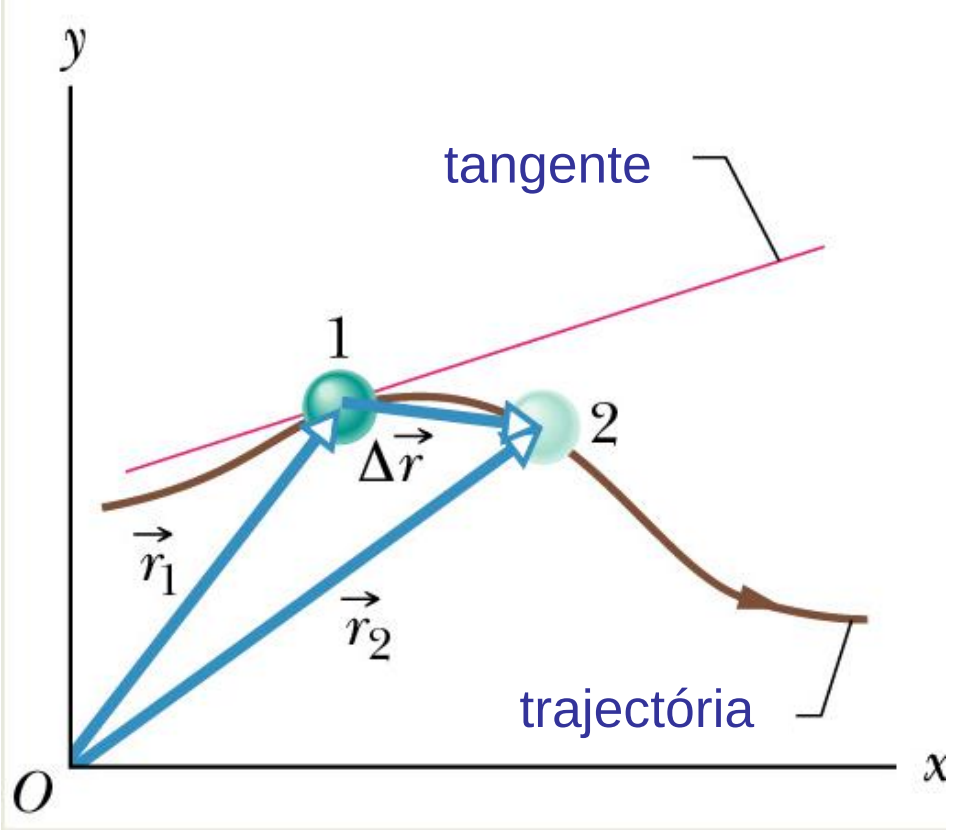
A velocidade média entre dois pontos é *independente da trajectória* seguida

Resulta do facto de depender apenas do deslocamento, que é independente da trajectória

A Velocidade Instantânea

A velocidade instantânea é o limite da velocidade média quando Δt tende para zero

A direcção da velocidade instantânea é a da tangente à trajectória da partícula e o sentido é o do movimento



$$\vec{v} \equiv \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

A direcção do vector velocidade instantânea em qualquer ponto da trajectória da partícula é a da tangente à trajectória nesse ponto e o sentido é o do movimento;

O módulo da velocidade instantânea é a *rapidez instantânea;*

A *rapidez instantânea* é uma grandeza escalar.

A velocidade instantânea pode ser escrita na forma

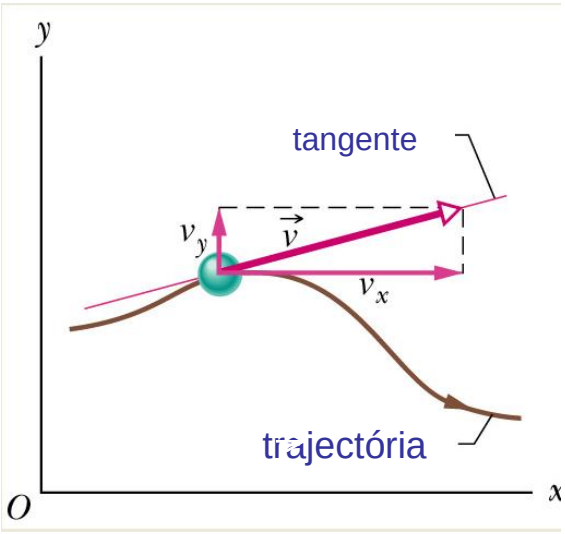
$$\vec{v} = \frac{d}{dt}\left(x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}\right) = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k}$$

ou

$$\vec{v} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k}$$

De onde

$$v_x = \frac{dx}{dt};\ v_y = \frac{dy}{dt};\ v_z = \frac{dz}{dt}$$



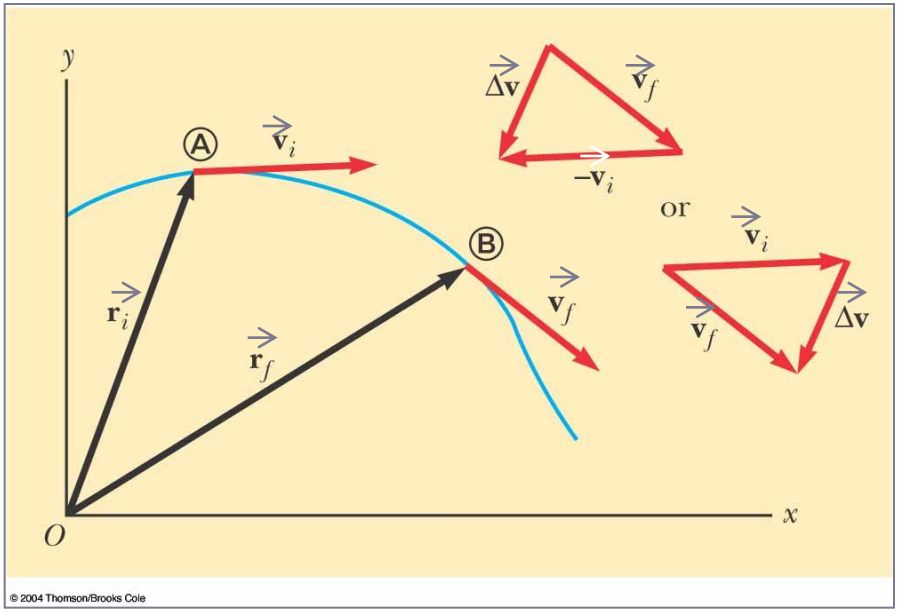
A Aceleração Média

A aceleração média de uma partícula em movimento é definida como a variação da velocidade instantânea dividida pelo intervalo de tempo em que essa variação teve lugar.

$$\vec{a}_{\text{med}} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

Ao longo do movimento da partícula, $\Delta\vec{v}$ pode ser obtido por vários processos

A aceleração média é uma grandeza vectorial com a direcção e sentido de $\Delta\vec{v}$



A Aceleração Instantânea

A Aceleração Instantânea é o limite da aceleração média, $\Delta\vec{v}/\Delta t$, quando Δt tende para zero

$$\vec{a} \equiv \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Relativamente aos vectores unitários, a aceleração escreve-se

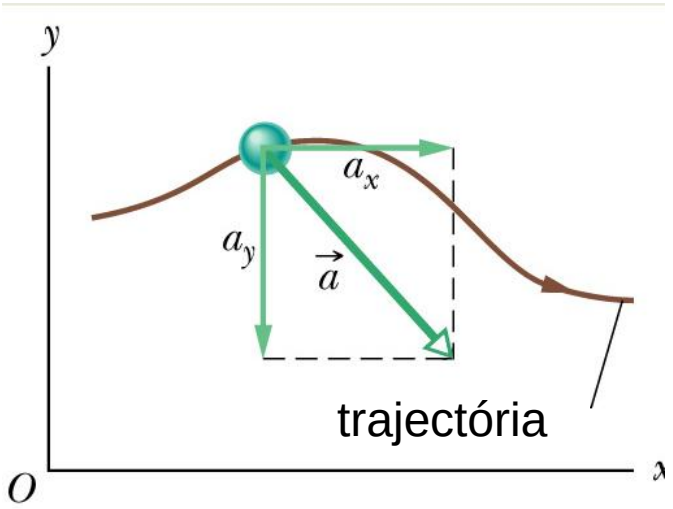
$$\vec{a} = \frac{d}{dt}\left(v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k}\right) = \frac{dv_x}{dt}\vec{i} + \frac{dv_y}{dt}\vec{j} + \frac{dv_z}{dt}\vec{k}$$

ou

$$\vec{a} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k}$$

de onde

$$a_x = \frac{dv_x}{dt}; a_y = \frac{dv_y}{dt}; a_z = \frac{dv_z}{dt}$$



Origem da Aceleração

Uma aceleração pode surgir devido a diferentes processos de variação da velocidade:

- Pode variar o módulo do vector velocidade;
- Pode variar a direcção e/ou o sentido do vector velocidade

Mesmo que o módulo não varie

*Todas estas características p*odem variar simultaneamente.

Equações da Cinemática do Movimento Bi- e Tridimensional

Quando existe aceleração constante no movimento bi- ou tridimensional, pode ser desenvolvido um conjunto de equações para descrever o movimento;

Estas equações são análogas às da cinemática unidimensional.

Equações da Cinemática

Vector posição $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j}$

Vector velocidade $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j}$

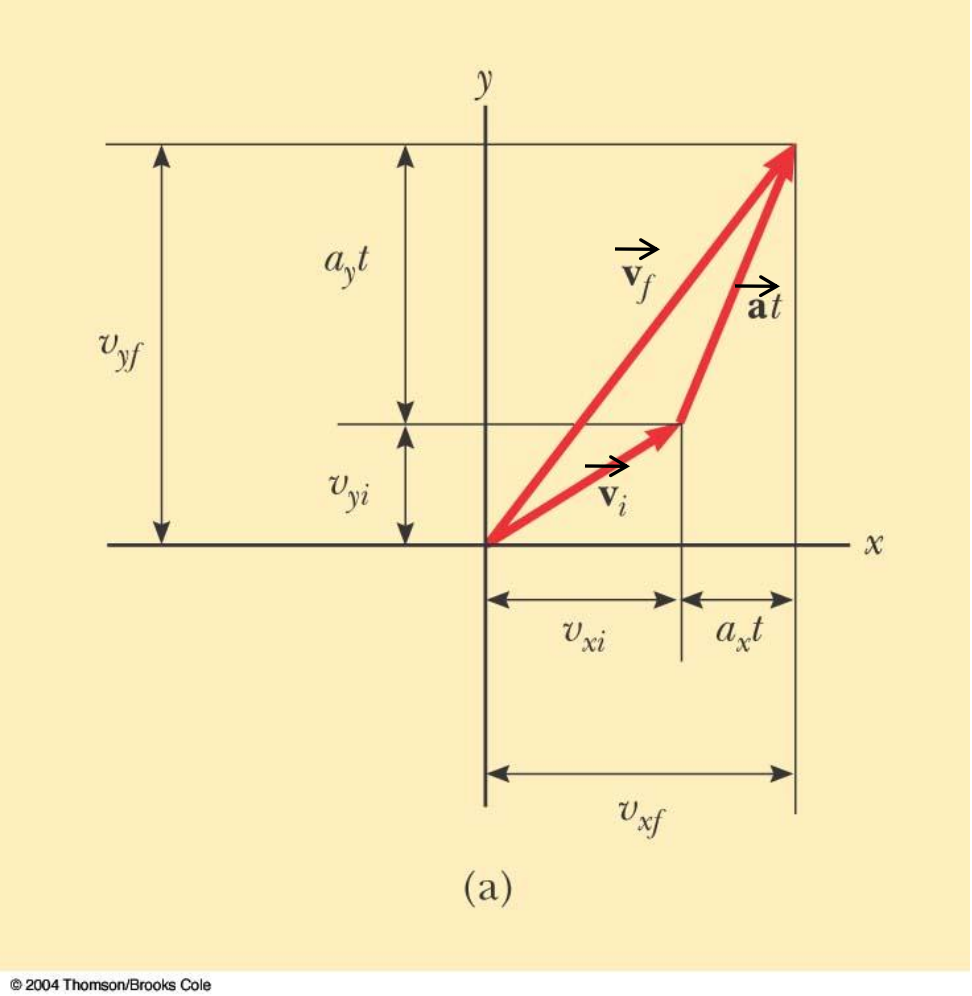
Como a aceleração é *constante*, podemos obter também uma expressão para a velocidade em função do tempo:

$$\vec{v}_{\mathrm{f}} = \vec{v}_{\mathrm{i}} + \vec{a}t$$

$$\vec{v}_{\mathrm{f}} = \vec{v}_{\mathrm{i}} + \vec{a}t$$

O vector velocidade pode ser representado pelas suas componentes

Pode não ter, em geral, a direcção e o sentido de $\vec{v}_{\mathrm{i}}$ ou $\vec{a}t$



© 2004 Thomson/Brooks Cole

O vector posição pode também ser expresso como função do tempo:

$$\vec{r}_{\mathrm{f}} = \vec{r}_{\mathrm{i}} + \vec{v}_i t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$$

Indica que o vector posição é a soma de três outros vectores:

O vector posição inicial $\vec{r}_{\mathrm{i}}$

O deslocamento resultante de $\vec{v}_i t$

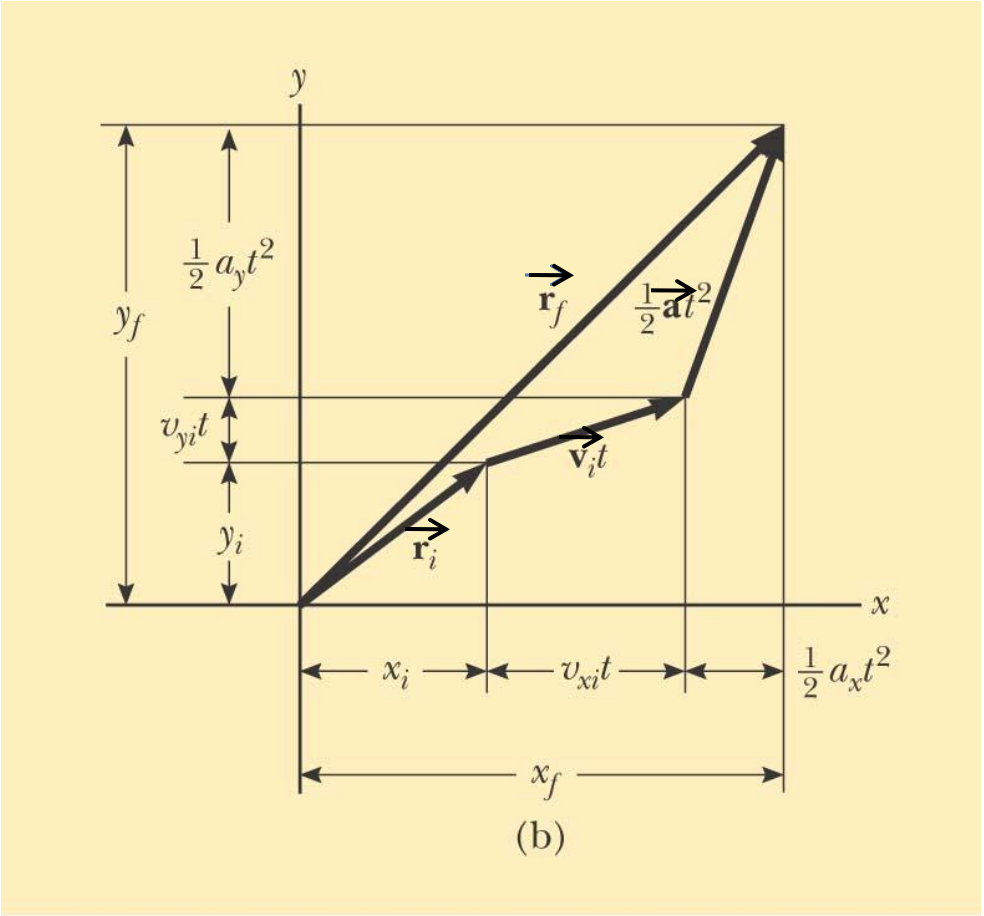
O deslocamento resultante de $\frac{1}{2}\vec{a}t^2$

Representação vectorial do vector posição

$$\vec{r}_{\mathrm{f}} = \vec{r}_{\mathrm{i}} + \vec{v}_i t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$$

$\vec{v}_{\mathrm{f}}$ não tem geralmente a mesma direcção e/ou sentido de $\vec{v}_{\mathrm{i}}$ ou $\vec{a}$

$\vec{r}_{\mathrm{i}}$ e $\vec{r}_{\mathrm{f}}$ não têm geralmente a mesma direcção e/ou sentido



© 2004 Thomson/Brooks Cole

Equações da Cinemática

Movimento Bidimensional - Componentes

As equações da velocidade final e da posição final são equações vectoriais, podendo portanto ser escritas em termos das componentes;

Isto mostra que o movimento bi- ou tri-dimensional é equivalente a dois ou três movimentos independentes;

Um movimento na direcção do eixo dos *x*, outro na direcção do eixo dos *y* e, eventualmente, outro na direcção do eixo dos *z*.

A equação vectorial $\vec{v}_{\mathrm{f}} = \vec{v}_{\mathrm{i}} + \vec{a}t$

é equivalente às duas equações escalares

$$\begin{cases} v_{x_{\mathrm{f}}} = v_{x_{\mathrm{i}}} + a_x t \\ v_{y_{\mathrm{f}}} = v_{y_{\mathrm{i}}} + a_y t \end{cases}$$

A equação vectorial $\vec{r}_{\mathrm{f}} = \vec{r}_{\mathrm{i}} + \vec{v}_{\mathrm{i}}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$

é equivalente às duas equações escalares

$$\begin{cases} x_{\mathrm{f}} = x_{\mathrm{i}} + v_{x_{\mathrm{i}}} t + \frac{1}{2} a_x t^2 \\ y_{\mathrm{f}} = y_{\mathrm{i}} + v_{y_{\mathrm{i}}} t + \frac{1}{2} a_y t^2 \end{cases}$$