Movimento curvilíneo

Flaviano Williams Fernandes

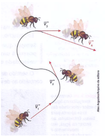
Instituto Federal do Paraná
Campus Irati

6 de Outubro de 2022

Sumário

Introdução

Nas aulas anteriores, estudamos movimentos retilíneos, porém existem movimentos mais complexos que esse. Como exemplo podemos citar o movimento aleatório de uma abelha, ou de um barco tentando atravessar a margem de um Rio. Esta aula será dedicada a tais movimentos que já não são mais considerados como retilíneos.



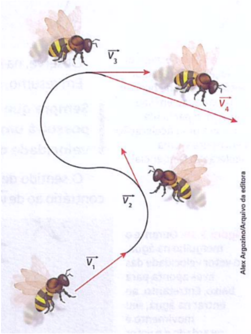
Movimento de uma abelha.

Movimento em uma rotatória.

Movimento de um barco.

Velocidade instantânea

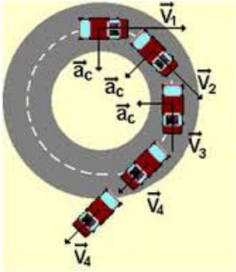
Considere o movimento abelha ao longo de uma trajetória, como mostra a figura ao lado. A sua velocidade pode mudar de intensidade, direção e sentido, assim como mostra os vetores $\vec{v}_1$, $\vec{v}_2$, $\vec{v}_3$ e $\vec{v}_4$. Entretanto, apesar de mudar ao longo do tempo, a direção de cada velocidade será sempre tangente a trajetória.



Velocidade instantânea da abelha.

Aceleração instantânea

Uma análise parecida para a velocidade feita anteriormente, podemos dizer que a aceleração também pode mudar de intensidade, direção e sentido ao longo da trajetória. Além disso, a aceleração pode alterar a velocidade não somente sua intensidade, mas também a direção e sentido. Um exemplo seria a aceleração centrípeta, que não altera a intensidade da velocidade do automóvel, mas altera a sua direção e sentido (veja a figura ao lado).



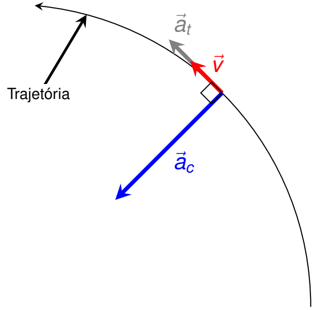
$$v_1 = v_2 = v_3 = \cdots$$
$$\vec{v}_1 \neq \vec{v}_2 \neq \vec{v}_3 \neq \cdots$$

Movimento circular em uma rotatória.

Aceleração centrípeta e tangencial

Corollary

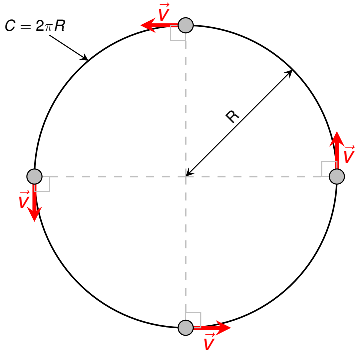
Sempre que variar a direção do vetor velocidade de um objeto, este possuirá uma aceleração centrípeta. Sempre que variar o módulo do vetor velocidade de um objeto, este possuirá uma aceleração tangencial.



Velocidade instantânea da abelha.

Período

Dizemos que uma partícula está em movimento circular quando sua trajetória é uma circunferência. Neste movimento, o vetor velocidade tem módulo constante, entretanto a sua direção e sentido muda ao longo da trajetória.
Assim, o tempo que a partícula gasta para percorrer uma trajetória de uma circunferência completa é chamada de período do movimento (T). O espaço percorrido seria o comprimento C da circunferência, onde $C = 2\pi R$, e R é o seu raio.



Direção e sentido da aceleração centrípeta e velocidade.

Período e frequência

Como o movimento é uniforme o valor da velocidade será dado por

$$v = \frac{\text{espaço percorrido}}{\text{período}},$$
$$v = \frac{2\pi R}{T}.$$

Agora, definimos a frequência como o número de voltas completas realizadas pela partícula por segundo

Assim, podemos imaginar que a frequência é o inverso do período, ou seja,

$$\text{frequência} = \frac{1}{\text{período}}.$$

Corollary

A frequência f de um movimento circular é definida por

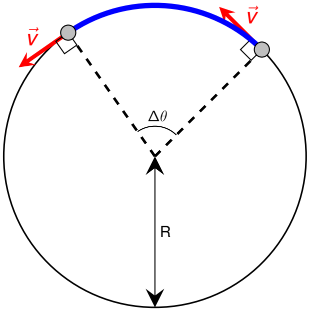
$$f = \frac{\textit{número de voltas efetuadas}}{\textit{tempo gasto para efetuá-las}}$$

Velocidade angular

Vamos supor que durante um intervalo de tempo Δt uma partícula realiza uma trajetória como mostra o arco azul da figura. A relação entre o ângulo descrito pela trajetória e o intervalo de tempo é denominado velocidade angular ω,

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}.$$

ω pode ser determinado com o ângulo medido em graus, porém é comum usar radianos, que seria o comprimento de um arco com o mesmo ângulo mas em uma circunferência de raio igual a 1.



Relação entre v e ω

Uma maneira de calcular a velocidade angular é considerar uma partícula efetuando uma volta completa em uma circunferência de raio 1, pois a sua velocidade angular será a mesma independente do raio da trajetória. Assim, o tempo gasto seria o período do movimento e o espaço percorrido o comprimento da circunferência $C = 2\pi$ rad,

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \text{ rad/s.}$$

Além disso, no movimento circular, a velocidade é definida como $v = 2\pi R/T$ (veja o slide anterior), ou

$$v = \overbrace{\left(\frac{2\pi}{T}\right)}^{\omega} R, \; v = \omega R.$$

Corollary

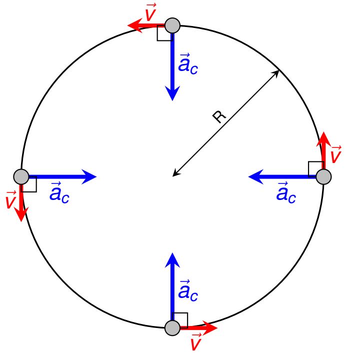
Lembrando que no SI, a unidade de medida da velocidade angular é radiano por segundo (rad/s).

Aceleração centrípeta e velocidade tangencial

No movimento circular uniforme, consideramos que a aceleração tangencial é zero. Assim, a única aceleração que existe neste movimento é a aceleração centrípeta, e sua relação com a velocidade é dado por

$$a_c = \frac{v^2}{R}.$$

A aceleração centrípeta não altera o módulo da velocidade, somente a sua direção e sentido. Isso acontece porque a sua direção é perpendicular a direção da velocidade.



Direção e sentido da aceleração centrípeta e da velocidade.

Alfabeto grego

Alfa	A	α
Beta	B	β
Gama	Γ	γ
Delta	Δ	δ
Epsílon	E	ϵ,ε
Zeta	Z	ζ
Eta	H	η
Teta	Θ	θ
Iota	I	ι
Capa	K	κ
Lambda	Λ	λ
Mi	M	μ

Ni	N	ν
Csi	Ξ	ξ
ômicron	O	o
Pi	Π	π
Rô	P	ρ
Sigma	Σ	σ
Tau	T	τ
Ípsilon	Υ	υ
Fi	Φ	ϕ,φ
Qui	X	χ
Psi	Ψ	ψ
Ômega	Ω	ω

Referências e observações[1]

- A. Máximo, B. Alvarenga, C. Guimarães, Física. Contexto e aplicações, v.1, 2.ed., São Paulo, Scipione (2016)
- https://brasilescola.uol.com.br/fisica/movimento-uniforme.htm
- https://br.freepik.com/fotos-premium/rodovia-suburbana-no-final-da-noite-vestigios-de-farois-e-lan
20424758.htm

Esta apresentação está disponível para download no endereço
https://flavianowilliams.github.io/education