

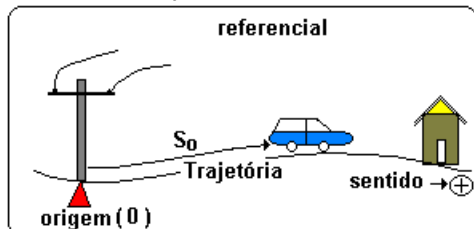
I - CINEMÁTICA

www.abacoaulas.com

INTRODUÇÃO À CINEMÁTICA "REPOUSO OU MOVIMENTO? DEPENDENDO DO REFERENCIAL!"

CINEMÁTICA - É a parte da mecânica que estuda os vários tipos de movimento, sem se preocupar com as causas destes movimentos.

REFERENCIAL. É qualquer corpo, em relação ao qual se verifica ou estuda a mudança de posição de um outro corpo.



MOVIMENTO - É a mudança de posição no decorrer do tempo em relação a um dado referencial. Se a posição de um dado objeto não muda num certo referencial com o decorrer do tempo, dizemos que ele está em repouso naquele referencial.

Obs. Movimento e repouso são noções relativas, isto é, dependem do referencial adotado.

TRAJETÓRIA de um objeto móvel em um dado referencial é a curva lugar geométrico formada pelo conjunto dos sucessivos pontos do espaço ocupadas por ele.

POSIÇÃO (S) é a medida algébrica do arco de trajetória que tem início na origem do referencial e extremidade no ponto onde se encontra o móvel. $S = OP$

Obs. O espaço apenas indica a posição do ponto material, não indica quanto ele andou nem de onde vem ou para onde vai.

INSTANTE (T) E INTERVALO DE TEMPO (Δt). O intervalo de tempo decorrido entre o instante inicial e o instante final do movimento é dado por: $\Delta t = t - t_0$.

DESLOCAMENTO ESCALAR (ΔS) É a variação ocorrida na coordenada de posição da partícula no intervalo de tempo Δt .

$$\Delta S = S - S_0$$

DISTÂNCIA PERCORRIDA: informa quanto a partícula efetivamente percorreu entre dois instantes, devendo ser calculada em módulo.

VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA (V_m). A velocidade média de um móvel entre os instantes t_0 e t é a relação entre o deslocamento e a variação de tempo.

$V_m = \text{deslocamento} / \text{intervalo de tempo}$

$$V_m = \Delta S / \Delta t$$

Unidade de velocidade no SI: $U(V) = \text{m/s}$.

VELOCIDADE ESCALAR INSTANTÂNEA quando o intervalo de tempo Δt tende a zero, a velocidade média tende à velocidade instantânea.

ACELERAÇÃO ESCALAR MÉDIA (a_m) é a razão entre a variação da velocidade escalar e a correspondente variação de tempo

$$a_m = \Delta v / \Delta t$$

$U(a) = \text{m/s}^2$
ACELERAÇÃO ESCALAR INSTANTÂNEA (a) é o limite de a_m quando Δt tende a zero.

$$a = \lim \Delta v / \Delta t$$

CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS

QUANTO À FORMA DA TRAJETÓRIA

A) RETILÍNEOS. B) CURVILÍNEOS.

QUANTO AO SENTIDO DO PERCURSO

A) PROGRESSIVO quando o sentido do movimento coincide com o sentido positivo da trajetória.

B) RETRÓGRADO quando o sentido do movimento é contrário ao sentido positivo da trajetória.

QUANTO À VARIAÇÃO DO MÓDULO DA VELOCIDADE

A) UNIFORMES quando a velocidade é constante, $V = \text{constante}$.

B) UNIFORMEMENTE ACELERADO quando o módulo da velocidade aumenta uniformemente. A aceleração e a velocidade tem mesmo sentido (sinal).

C) UNIFORMEMENTE RETARDADO quando o módulo da velocidade diminui uniformemente. A aceleração e a velocidade tem sentidos contrários (sinais).

MOVIMENTO UNIFORME - M.U.

"A RAPIDEZ COM A QUAL SE MOVE É CONSTANTE"

A VELOCIDADE NO MOVIMENTO UNIFORME É CONSTANTE $\Rightarrow V = V_{\text{média}}$

FUNÇÃO HORÁRIA: $S = S_0 + V_0 t$
A função horária de um movimento é a expressão matemática que permite calcularmos a posição do móvel para um instante arbitrário qualquer, desde que saibamos os valores das outras grandezas da expressão.

GRÁFICOS DO M.U.

DIAGRAMA TIPO POSIÇÃO X TEMPO (SXT).

A VELOCIDADE ESCALAR É NUMERICAMENTE IGUAL À

TANGENTE DO ÂNGULO TETA NO DIAGRAMA SXT. Desde que as unidades adotadas nos eixos das posições e dos tempos estejam representadas com as mesmas unidades de escala.

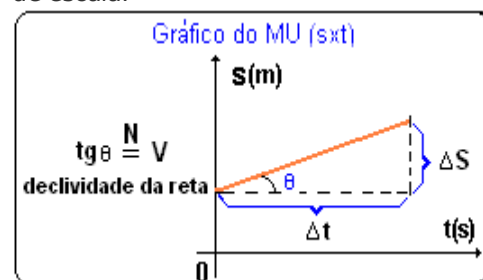
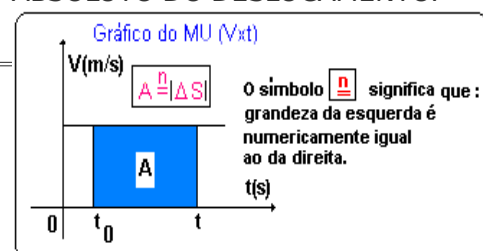


DIAGRAMA TIPO:

VELOCIDADE X TEMPO (VXT). NUM DIAGRAMA VXT A ÁREA É NUMERICAMENTE IGUAL AO VALOR ABSOLUTO DO DESLOCAMENTO.



REGRA PRÁTICA PARA PASSAR DE: Km/h para m/s.

$$\text{Km/h} / 3,6 = \text{m/s} \quad \text{e} \quad \text{m/s} \times 3,6 = \text{Km/h}$$

MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO - MUV

"VALOR DA ACELERAÇÃO = CONSTANTE"

MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO - É o movimento no qual a aceleração escalar é constante e diferente de zero. Portanto, a velocidade escalar sofre variações iguais em intervalos de tempos iguais.

$$a = a_m = \Delta V / \Delta T$$

FUNÇÃO HORÁRIA DA VELOCIDADE: $V = V_0 + a \cdot t$

V_0 = velocidade inicial ou velocidade do móvel quando $t=0$.

V = velocidade do móvel para um instante qualquer.

FUNÇÃO HORÁRIA DA POSIÇÃO

$$S = S_0 + V_0 \cdot t + a \cdot t^2 / 2$$

S = posição no instante genérico T .

S_0 = posição no instante $T = 0$ (posição inicial).

V_0 = velocidade no instante $t = 0$ (velocidade inicial).

a = aceleração constante não nula.

EQUAÇÃO DE TORRICELLI:

$$V^2 = V_0^2 + 2 a \Delta S$$

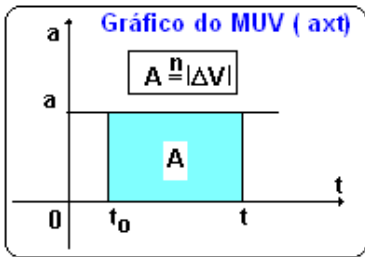
Velocidade escalar média:

$$v_m = (v + v_0) / 2$$

GRÁFICOS DO MUV

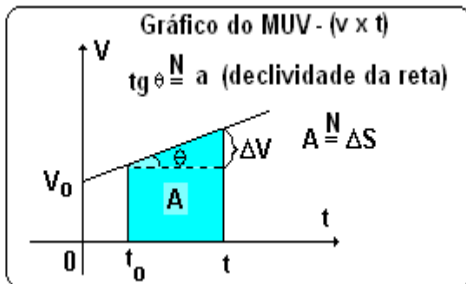
I. GRÁFICO DO TIPO: ACELERAÇÃO X TEMPO.

Num gráfico axT, o valor numérico da área é igual ao valor numérico da variação da velocidade.



II. GRÁFICO DO TIPO: VELOCIDADE X TEMPO.

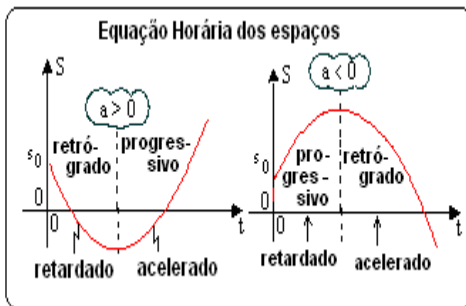
Como a função horária da velocidade no MUV é do primeiro grau, seu gráfico é uma reta. E a tangente do ângulo que ela faz com o eixo horizontal é numericamente igual a aceleração.



III. GRÁFICO DO TIPO: POSIÇÃO X TEMPO.

Como a função horária da posição é do segundo grau, seu gráfico será uma parábola.

$$S = S_0 + V_0 \cdot T + a \cdot T^2 / 2$$



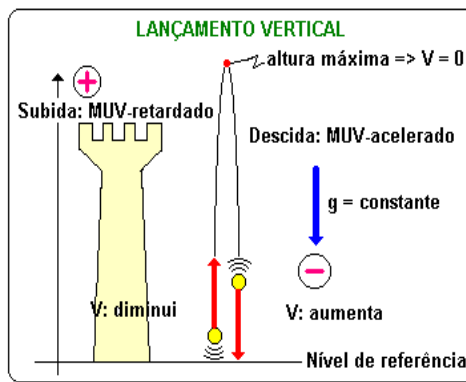
MOVIMENTO VERTICAL NO VÁCUO

QUEDA LIVRE E LANÇAMENTO VERTICAL

"O tempo de subida é igual ao de descida"

"A velocidade de subida é igual a de descida"

QUEDA LIVRE - É o movimento retilíneo e vertical que um objeto faz quando está somente sob ação da força gravitacional, sem levar em conta a resistência do ar. Quando o objeto cai em queda livre de uma altura (h) relativamente pequena na terra.



ACELERAÇÃO GRAVITACIONAL TERRESTRE.

ORIGEM: Força com a qual a terra atrai objetos que se encontram no seu campo gravitacional.

DIREÇÃO: Vertical passando pelo centro de gravidade da terra.

SENTIDO: Descendente, apontando para o centro de gravidade da terra.

MÓDULO: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ou $g \cong 10 \text{ m/s}^2$

EQUAÇÕES DO LANÇAMENTO VERTICAL

Como o lançamento vertical é um MUV, as equações que vão reger o movimento são as mesmas do MUV, com as devidas adaptações.

$$a \Rightarrow g \quad \text{e} \quad s \Rightarrow y$$

FUNÇÃO HORÁRIA DA POSIÇÃO.

$$y = y_0 + v_0 \cdot t - g \cdot t^2 / 2$$

FUNÇÃO HORÁRIA DA VELOCIDADE.

$$v = v_0 - g \cdot t$$

EQUAÇÃO DE TORRICELLI.

$$v^2 = v_0^2 - 2 \cdot g \cdot \Delta y$$

OBS:

I. Sentido positivo do eixo "Y": para cima $\Rightarrow a = -g$.

II. Quando um objeto que foi lançado para cima atinge a altura máxima, sua velocidade é zero neste ponto.

III. Quando o objeto atinge a altura máxima, sua velocidade muda de sentido. (ascendente (+) para descendente (-))

CINEMÁTICA VETORIAL VETOR VELOCIDADE E ACELERAÇÃO

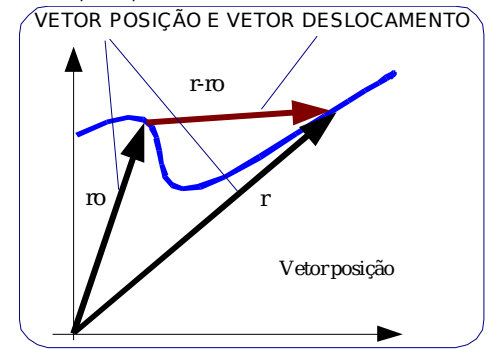
"MOVIMENTO CURVILÍNEO E ACELERAÇÃO CENTRÍPETA, AMBOS ESTÃO SEMPRE JUNTOS".

VETOR POSIÇÃO (r). Vetor de origem no ponto "0" do referencial e extremidade na posição ocupada pelo objeto.

VETOR DESLOCAMENTO.

Def. $\Delta r = r - r_0$

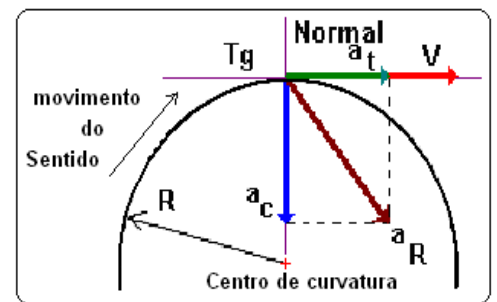
Obs. $|\Delta r| \leq \Delta s$



VELOCIDADE VETORIAL O vetor velocidade tem sempre a direção da reta tangente à trajetória no ponto onde localiza-se o móvel e mesmo sentido do movimento.

O módulo do vetor velocidade é igual ao da velocidade escalar no instante considerado.

O vetor velocidade indica a tendência de movimento do móvel num dado instante.



ACELERAÇÃO TANGENCIAL (at) indica a variação do módulo da velocidade.

DIREÇÃO: Tangente a trajetória
SENTIDO: O mesmo da velocidade, se o movimento for acelerado, oposto da velocidade, se o movimento for retardado.

MÓDULO: Igual ao da aceleração escalar.

ACELERAÇÃO CENTRÍPETA (ac) indica taxa de variação da direção do vetor velocidade em relação ao tempo..

DIREÇÃO: Perpendicular ao vetor velocidade.

SENTIDO: Orientado para o centro de curvatura da trajetória no ponto de localização do móvel.

MÓDULO: $a_c = v^2 / R$

VETOR ACELERAÇÃO RESULTANTE (a)

O vetor aceleração resultante é obtido através da soma (composição) dos vetores aceleração tangencial e aceleração centrípeta.

VETORIALMENTE: $a = a_t + a_c$

ALGEBRICAMENTE, temos:

Teorema de Pitágoras

$$a^2 = a_t^2 + a_c^2$$

MOVIMENTO CIRCULAR

"No microcosmo ou no macrocosmo: as coisas giram"

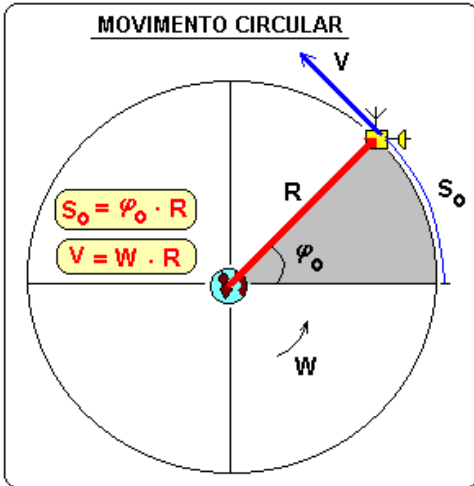
O movimento circular é realizado por vários objetos. Por exemplo, elétrons em torno do núcleo, os planetas em torno do sol, as rodas etc.

Grandezas angulares.

- Espaço angular (φ) (rad)
- Velocidade angular (ω) (rad/s)
- Aceleração angular (γ) (rad/s²)

(rad/s²)

OBS. As grandezas s , v e a são chamadas de grandezas lineares ou tangenciais.



Relações:

$$S = \varphi R; \quad v = \omega R; \quad a = \gamma R$$

$$a_{cp} = v^2 / R = \omega^2 R$$

Velocidade angular média:

$$\omega = \Delta\varphi / \Delta t$$

é igual ao ângulo girado dividido pelo intervalo de tempo gasto durante o giro.

Período (T) tempo gasto para dar uma volta completa.

Unidades: s, min, h etc.

Frequência (f) é o número de voltas na unidade de tempo escolhida.

Unidades: hertz(ciclos/s), rpm(rot/min) etc.

Relação

$$f \cdot T = 1 \quad f = 1 / T \quad \text{ou} \quad T = 1 / f$$

B - MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME (MCU)

"A rapidez com que gira é constante".e

$\omega = \text{constante} (\neq 0)$;

$$\omega = 2\pi / T = 2\pi \cdot f$$

Aceleração angular igual a zero. $\gamma = 0$

Função horária angular

$$\varphi = \varphi_0 + \omega t$$

C - MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORMEMENTE VARIADO (MCUV)

"Aceleração angular (γ) = constante" h:

$\gamma = \text{constante} \neq 0$

Função horária angular: $\varphi = \varphi_0$

$$+ \omega_0 t + \gamma \cdot t^2 / 2$$

Função da velocidade angular:

$$\omega = \omega_0 + \gamma t$$

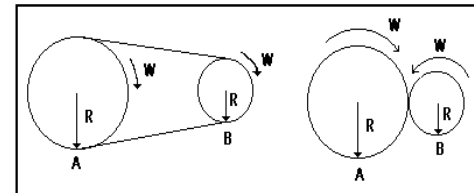
Equação de Torricelli: $\omega^2 = \omega_0^2 + 2 \gamma \Delta\varphi$

D - Transmissão de movimento circular uniforme

$$V_a = V_b$$

$$\omega_a R_a = \omega_b R_b$$

$$f_a R_a = f_b R_b$$



MOVIMENTO RELATIVO

"Absolutamente relativo"

"Trabalhando com mais de um referencial ao mesmo tempo"

FORMULAÇÃO DO PROBLEMA;

Dado dois sistemas de referência M e N, onde o sistema N translada relativamente ao sistema M, com velocidade relativa V_{NM} . Sendo a velocidade do ponto "A" conhecida no sistema N (V_{AN}). Qual é o valor correspondente da velocidade do ponto "A" no sistema M (V_{AM}).

EQUAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO DE VELOCIDADES DE GALILEU

$$V_{AM} = V_{AN} + V_{NM}$$

V_{AM} = velocidade de "A" no referencial "M"

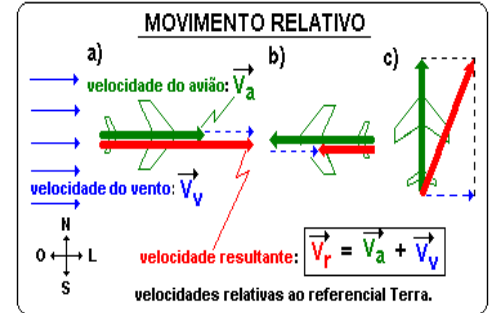
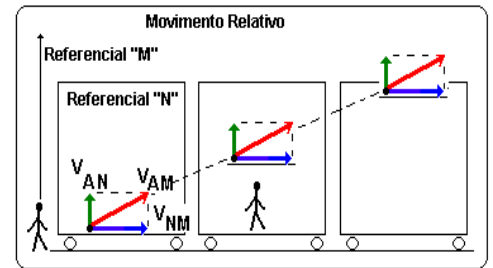
V_{AN} = velocidade de "A" no referencial "N"

V_{NM} = velocidade do referencial "N" em relação a "M"

PRINCÍPIO DA INDEPENDÊNCIA DOS MOVIMENTOS (GALILEU)

Quando um corpo se encontra sob ação simultânea de vários movimentos, cada um deles se processa independentemente dos demais..

CONSEQÜÊNCIA - Para se conhecer o movimento resultante de um corpo, podem-se estudar separadamente os movimentos que o compõem.



LANÇAMENTO OBLÍQUO NO VÁCUO

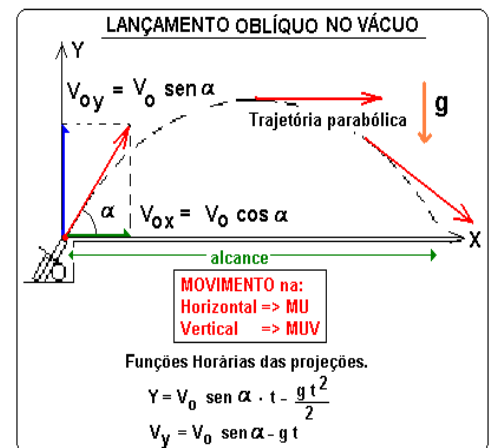
"O primeiro a calcular certo, vive!"

"Movimento parabólico uniformemente variado"

"MU na horizontal + MUV na vertical = MPUV"

A aceleração de um projétil lançado obliquamente no vácuo é a própria aceleração da gravidade. Na horizontal (projeção) o móvel descreve um movimento retilíneo e uniforme.

Na vertical (projeção) o móvel descreve um movimento retilíneo uniformemente variado, análogo ao lançamento vertical no vácuo.



No lançamento oblíquo, para uma dada velocidade inicial v_0 , o alcance é máximo quando $\alpha = 45^\circ$.

No lançamento oblíquo, para uma dada velocidade inicial v_0 os ângulos de lançamento complementares resultam no mesmo alcance.

alcance(a): $a = (v_0^2 \text{ sen } 2\alpha) / g$

altura máxima (H):

$$H = (v_0 \text{ sen } \alpha)^2 / 2g$$