
PESQUISA SOBRE

OSCILADOR HARMÔNICO AMORTECIDO (OHA)

&

OSCILADOR HARMÔNICO AMORTECIDO E FORÇADO (OHAF)



**INSTITUTO
FEDERAL**
Ceará

POR: IGOR FERNANDO ANTONIO DE LIMA BARROSO

CURSO: TECNOLOGIA EM TELEMÁTICA

MATRICULA: 20152013020364

OSCILADOR HARMÔNICO SIMPLES & AMORTECIDO (OHS) & (OHA)

EM FÍSICA, ESPECIALMENTE EM MECÂNICA CLÁSSICA, UM OSCILADOR HARMÔNICO É UM SISTEMA QUE, QUANDO DESLOCADO DE SUA POSIÇÃO DE EQUILÍBRIO, SOFRE UMA FORÇA RESTAURADORA F PROPORCIONAL AO DESLOCAMENTO X:

$$f = \frac{n}{\Delta t} \quad f = \frac{1}{T} \quad T = \frac{1}{f}$$

f – frequência (Hz)

T – Período (s)

n – número de oscilações

Δt – intervalo de tempo (s)

SE F FOR A ÚNICA FORÇA ATUANDO NO SISTEMA, ELE É DENOMINADO OSCILADOR HARMÔNICO SIMPLES E ESTARÁ SUJEITO A UM MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES (QUE SE REPETE A INTERVALOS REGULARES), CONSTITUÍDO DE OSCILAÇÕES SENOIDAIS EM TORNO DO PONTO DE EQUILÍBRIO, COM AMPLITUDE E FREQUÊNCIA CONSTANTES (SENDO QUE A FREQUÊNCIA INDEPENDE DA AMPLITUDE).

PRINCÍPIO DE CONSERVAÇÃO DA ENERGIA EM MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES, A ENERGIA MECÂNICA DO CORPO É SEMPRE MANTIDA CONSTANTE, MAS SUAS ENERGIA CINÉTICA E POTENCIAL INTERCAMBIAM-SE: QUANDO A ENERGIA CINÉTICA É MÁXIMA, A ENERGIA POTENCIAL É MÍNIMA E VICE-VERSA.

ALÉM DAS GRANDEZAS FREQUÊNCIA E PERÍODO, O MHS É DEFINIDO A PARTIR DE GRANDEZAS ANGULARES. TAIS GRANDEZAS PERMITEM-NOS SABER EM QUAL POSIÇÃO UMA PARTÍCULA EM MHS ENCONTRA-SE, BEM COMO PRECISAR QUAIS SÃO SUAS MEDIDAS DE ENERGIA CINÉTICA E POTENCIAL NAQUELE INSTANTE. A MAIS IMPORTANTE DAS GRANDEZAS

ANGULARES RELACIONADAS AO MHS É A FREQUÊNCIA ANGULAR, TAMBÉM CONHECIDA COMO VELOCIDADE ANGULAR OU PULSAÇÃO.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \text{ou} \quad \omega = 2\pi f$$

ω – frequência angular (rad/s)

AS FÓRMULAS MAIS IMPORTANTES

DO MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES SÃO AS EQUAÇÕES HORÁRIAS DA POSIÇÃO, VELOCIDADE E ACELERAÇÃO. ESSAS EQUAÇÕES NOS PERMITEM DETERMINAR A POSIÇÃO, A VELOCIDADE OU A ACELERAÇÃO DE UM MÓVEL EM MHS EM DETERMINADO INSTANTE DE TEMPO.

$$MHS \begin{cases} x(t) = A \cos(\omega t + \phi_0) \\ v(t) = -A\omega \sin(\omega t + \phi_0) \\ a(t) = -A\omega^2 \cos(\omega t + \phi_0) \end{cases}$$

NAS FÓRMULAS ACIMA, A AMPLITUDE (A) EQUIVALE À MÁXIMA DISTÂNCIA QUE UMA PARTÍCULA PODE CHEGAR EM RELAÇÃO À SUA POSIÇÃO DE EQUILÍBRIO. A VARIÁVEL T REFERE-SE AO INSTANTE DE TEMPO, E ϕ_0 É CHAMADO DE FASE INICIAL E ESTÁ RELACIONADO COM A POSIÇÃO EM QUE O SISTEMA INICIOU O MOVIMENTO.

ALÉM DAS FÓRMULAS JÁ CITADAS, HÁ TAMBÉM AS FÓRMULAS QUE SÃO USADAS PARA CALCULAR O PERÍODO DE OSCILAÇÃO E A FREQUÊNCIA DO PÊNDULO SIMPLES E TAMBÉM DO OSCILADOR MASSA-MOLA, SENDO ELAS:

$$T = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{l}{g}} \quad T = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

CASO HAJA TAMBÉM UMA FORÇA DE AMORTECIMENTO PROPORCIONAL À VELOCIDADE, O OSCILADOR HARMÔNICO É DESCRITO COMO UM OSCILADOR AMORTECIDO. O SISTEMA PODE, DEPENDENDO DO COEFICIENTE DE AMORTECIMENTO:

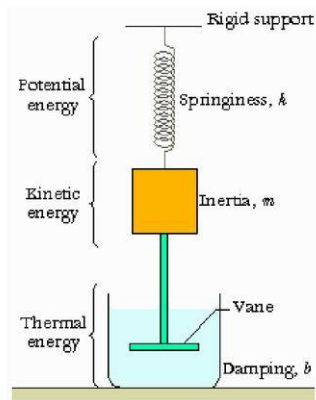
- ✚ OSCILAR COM FREQUÊNCIA MENOR QUE EM UM OSCILADOR NÃO-AMORTECIDO E COM UMA AMPLITUDE DECRESCENTE COM O TEMPO (AMORTECIMENTO SUBCRÍTICO)
- ✚ DECAIR PARA A POSIÇÃO DE EQUILÍBRIO, SEM OSCILAÇÕES (AMORTECIMENTO SUPERCRÍTICO)
- ✚ DECAIR MAIS RAPIDAMENTE QUE NO CASO SUPERCRÍTICO, SEM OSCILAÇÕES (CRITICAMENTE AMORTECIDO)

SE HOUVER UMA FORÇA EXTERNA, DEPENDENTE DO TEMPO, ATUANDO SOBRE O SISTEMA, O OSCILADOR HARMÔNICO, É DITO FORÇADO.

UM OSCILADOR HARMÔNICO SUJEITO A UMA FORÇA RESTAURADORA E OUTRA DE ATRITO FUNÇÃO DA VELOCIDADE É CHAMADO DE OSCILADOR HARMÔNICO AMORTECIDO (OHA). SUA EQUAÇÃO DE MOVIMENTO, DE ACORDO COM A SEGUNDA LEI DE NEWTON, É: EM QUE A VARIÁVEL É O DESLOCAMENTO DO OSCILADOR RELATIVAMENTE A SUA POSIÇÃO DE EQUILÍBRIO.



Oscilador Harmônico Amortecido



$$F = -kx - bv = ma$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \gamma \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$$

Equação diferencial de 2º grau



RESUMINDO A DIMINUIÇÃO DA AMPLITUDE PROVOCADA POR UMA FORÇA DISSIPATIVA CHAMA-SE AMORTECIMENTO E O MOVIMENTO CORRESPONDENTE DENOMINA-SE OSCILAÇÃO AMORTECIDA. QUANDO UM OSCILADOR AMORTECIDO É DEIXADO LIVRE, SUAS OSCILAÇÕES TENDEM A PARAR

OSCILADOR HARMÔNICO AMORTECIDO FORÇADO (OHAF)

O Movimento Harmônico Amortecido Forçado é aquele que se aplica uma Força Externa (excitação) a qual a posição $x(t)$, da massa, por exemplo, será a "resposta" do sistema (o oscilador) a excitação imposta. Também transformando energia mecânica em energia térmica (calor) pela ação das forças de atrito.

Modelo exemplo de equação OHAF:

$$F(t) = cte = m F_0 \cos(\omega t) = \underbrace{(m F_0)}_{\text{Amplitude}} \cos(\underbrace{\omega}_{\text{"Frequência Forçada"}} t)$$

O período desta força não coincidirá com o período próprio do oscilador, de modo que as oscilações por ela produzidas chamam-se oscilações forçadas. Portanto, para manter as oscilações num sistema harmônico amortecido é preciso fornecer energia ao sistema. Diz-se então que o sistema está sendo forçado ou excitado, como por exemplo em um circuito RLC (resistor-indutor-capacitor), ou então, as oscilações de uma pessoa sentada num balanço sob a ação de empurrões periódicos.

RESSONANCIA

No caso particular em que não há amortecimento ($b=0$) e a frequência diretriz é equivalente à frequência natural do sistema ($\omega_e \simeq \omega$), a amplitude tende ao infinito. A esse fenômeno é atribuído o nome de ressonância. Alguns exemplos de aplicação e ocorrência de ressonância estão listados abaixo:

- ✚ Marcha sobre pontes: Um dos efeitos catastróficos produzidos pela ressonância é o desabamento de pontes que entram em ressonância com a marcha cadenciada de uma tropa de soldados ao atravessá-las.
- ✚ Taças de cristal: Cantores de ópera conseguem quebrar um cálice com o poder de suas vozes, ao induzirem vibrações muito fortes. Sons emitidos por órgãos e flautins são capazes de quebrar janelas.
- ✚ Colapso da Ponte de Tacoma (USA - 1940): O fenômeno da ressonância desempenha um papel importante no projeto de sistemas mecânicos, nos quais há forças vibratórias, pois, as grandes amplitudes previstas podem ocasionar uma ruptura do sistema. Neste caso, a força externa apareceu em decorrência da má aerodinâmica da ponte.
- ✚ Queda de aviões comerciais (1959-1960): Um avião comercial ultrapassou uma velocidade crítica provocando trepidação excessiva da hélice e do motor; essa vibração foi transferida para a asa, que já apresentava seu próprio movimento oscilatório de modo que a amplitude de movimento foi tamanha que a asa se partiu.
- ✚ Tuned mass damper: Um amortecedor de massa sintonizado, também conhecido como absorvedor harmônico ou amortecedor sísmico, é um dispositivo montado em estruturas para reduzir a amplitude das vibrações mecânicas. Sua aplicação pode evitar desconforto, danos ou falha estrutural direta. Eles são frequentemente usados em transmissão de energia, automóveis e edifícios.