

POLÍCIA FEDERAL

Papiloscopista

Volume I e II

NV-003AB-25-PREP-PF-PAPILOSCOPISTA



Amostra grátis da apostila PF - Papiloscopista. Para adquirir o material completo, acesse www.novaconcursos.com.br.

SUMÁRIO - VOLUME I

LÍNGUA PORTUGUESA.....	9
■ COMPREENSÃO E INTERPRETAÇÃO DE TEXTOS DE GÊNEROS VARIADOS	9
■ RECONHECIMENTO DE TIPOS E GÊNEROS TEXTUAIS	11
■ DOMÍNIO DA ORTOGRAFIA OFICIAL	19
■ DOMÍNIO DOS MECANISMOS DE COESÃO TEXTUAL	20
EMPREGO DE ELEMENTOS DE REFERENCIAÇÃO, SUBSTITUIÇÃO E REPETIÇÃO, DE CONECTORES E DE OUTROS ELEMENTOS DE SEQUENCIAÇÃO TEXTUAL	20
■ DOMÍNIO DA ESTRUTURA MORFOSSINTÁTICA DO PERÍODO.....	24
RELAÇÕES DE COORDENAÇÃO ENTRE ORAÇÕES E ENTRE TERMOS DA ORAÇÃO.....	30
RELAÇÕES DE SUBORDINAÇÃO ENTRE ORAÇÕES E ENTRE TERMOS DA ORAÇÃO	30
CONCORDÂNCIA VERBAL E NOMINAL	33
REGÊNCIA VERBAL E NOMINAL	36
EMPREGO DO SINAL INDICATIVO DE CRASE	38
■ EMPREGO DAS CLASSES DE PALAVRAS	39
EMPREGO DE TEMPOS E MODOS VERBAIS	49
■ EMPREGO DOS SINAIS DE PONTUAÇÃO	58
■ REESCRITA DE FRASES E PARÁGRAFOS DO TEXTO	61
SIGNIFICAÇÃO DAS PALAVRAS	61
SUBSTITUIÇÃO DE PALAVRAS OU DE TRECHOS DE TEXTO	62
REORGANIZAÇÃO DA ESTRUTURA DE ORAÇÕES E DE PERÍODOS DO TEXTO	63
REESCRITA DE TEXTOS DE DIFERENTES GÊNEROS E NÍVEIS DE FORMALIDADE	64
■ CORRESPONDÊNCIA OFICIAL (CONFORME MANUAL DE REDAÇÃO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA).....	65
ASPECTOS GERAIS DA REDAÇÃO OFICIAL, FINALIDADE DOS EXPEDIENTES OFICIAIS, ADEQUAÇÃO DA LINGUAGEM AO TIPO DE DOCUMENTO E ADEQUAÇÃO DO FORMATO DO TEXTO AO GÊNERO	65

NOÇÕES DE DIREITO PENAL E PROCESSUAL PENAL	97
■ PRINCÍPIOS BÁSICOS	97
■ APLICAÇÃO DA LEI PENAL	102
A LEI PENAL NO TEMPO E NO ESPAÇO	104
TEMPO E LUGAR DO CRIME.....	108
TERRITORIALIDADE E EXTRATERRITORIALIDADE DA LEI PENAL	113
■ O FATO TÍPICO E SEUS ELEMENTOS	115
CRIME CONSUMADO E TENTADO	119
ILICITUDE	122
CAUSAS DE EXCLUSÃO E EXCESSO PUNÍVEL	123
■ CRIMES CONTRA A PESSOA	126
■ CRIMES CONTRA O PATRIMÔNIO.....	156
■ CRIMES CONTRA A FÉ PÚBLICA.....	175
■ CRIMES CONTRA A ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	184
■ INQUÉRITO POLICIAL	213
HISTÓRICO.....	214
FUNDAMENTO	214
GRAU DE COGNIÇÃO	214
CONCEITO	215
NATUREZA	215
FINALIDADE	215
VALOR PROBATÓRIO.....	215
CARACTERÍSTICAS	215
PROCEDIMENTOS INVESTIGATIVOS.....	216
INDICIAMENTO	216
TITULARIDADE.....	216
FORMAS DE INSTAURAÇÃO	217
NOTITIA CRIMINIS E DELATIO CRIMINIS	218
GARANTIAS DO INVESTIGADO	219
■ PROVA.....	219

REQUISITOS E ÔNUS DA PROVA	221
NULIDADE DA PROVA.....	223
PRESERVAÇÃO DE LOCAL DE CRIME.....	223
RECONHECIMENTO DE PESSOAS E COISAS.....	224
ACAREAÇÃO	224
DOCUMENTOS DE PROVA.....	225
INDÍCIOS.....	225
BUSCA E APREENSÃO.....	226
■ RESTRIÇÃO DE LIBERDADE	228
PRISÃO EM FLAGRANTE.....	228
ESTATÍSTICA.....	235
■ ESTATÍSTICA DESCRITIVA E ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS.....	235
GRÁFICOS E DIAGRAMAS.....	235
TABELAS	237
MEDIDAS DE POSIÇÃO	238
MEDIDAS DE DISPERSÃO.....	244
MEDIDAS DESCRITIVAS.....	246
Assimetria	246
Curtose	247
■ PROBABILIDADE	250
DEFINIÇÕES BÁSICAS E AXIOMAS	250
PROBABILIDADE CONDICIONAL E INDEPENDÊNCIA	253
VARIÁVEIS ALEATÓRIAS DISCRETAS E CONTÍNUAS	256
DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADES.....	257
DISTRIBUIÇÕES ESPECIAIS.....	257
FUNÇÃO DE PROBABILIDADE.....	258
Função Densidade de Probabilidade	258
ESPERANÇA, MOMENTOS E LEIS DOS GRANDES NÚMEROS.....	259
Transformação de Variáveis	260
DISTRIBUIÇÕES CONDICIONAIS E INDEPENDÊNCIA	260

TEOREMA CENTRAL DO LIMITE.....	261
■ INFERÊNCIA ESTATÍSTICA	264
TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM	265
Amostragem Aleatória Simples: Amostras Aleatórias.....	265
Sistemática.....	265
Estratificada	265
Por Conglomerados	265
DISTRIBUIÇÕES AMOSTRAIS E TAMANHO AMOSTRAL.....	265
ESTIMAÇÃO PONTUAL	266
PROPRIEDADES DOS ESTIMADORES	266
Suficiência	266
MÉTODOS DE ESTIMAÇÃO	267
Método dos Momentos	267
Critério de Máxima Verossimilhança.....	267
Critério de Mínimos Quadrados	267
ESTIMAÇÃO INTERVALAR.....	267
Intervalos de Confiança: Hipóteses Simples e Compostas	267
Exemplo Prático	267
Intervalos de Credibilidade.....	268
TESTES DE HIPÓTESES: NÍVEIS DE SIGNIFICÂNCIA E POTÊNCIA DE UM TESTE.....	268
Teste T de Student	268
Teste Qui-Quadrado	269
■ ANÁLISE DE REGRESSÃO LINEAR: MODELOS DE REGRESSÃO LINEAR.....	271
INFERÊNCIA SOBRE OS PARÂMETROS DO MODELO	271
Análise de Variância e Análise de Resíduos	273

SUMÁRIO - VOLUME II

RACIOCÍNIO LÓGICO.....	11
■ ESTRUTURAS LÓGICAS	11
■ LÓGICA DE ARGUMENTAÇÃO.....	12
ANALOGIAS.....	12
INFERÊNCIAS.....	12
DEDUÇÕES	12
CONCLUSÕES	13
■ LÓGICA SENTENCIAL (OU PROPOSICIONAL).....	13
PROPOSIÇÕES SIMPLES	13
PROPOSIÇÕES COMPOSTAS	14
TABELAS-VERDADE	16
■ EQUIVALÊNCIAS	18
LEIS DE MORGAN	23
■ DIAGRAMAS LÓGICOS E LÓGICA DE PRIMEIRA ORDEM.....	28
■ PRINCÍPIOS DE CONTAGEM E PROBABILIDADE	29
■ OPERAÇÕES COM CONJUNTOS	39
■ RACIOCÍNIO LÓGICO ENVOLVENDO PROBLEMAS ARITMÉTICOS, GEOMÉTRICOS E MATRICIAIS.....	47
INFORMÁTICA	81
■ CONCEITO DE INTERNET E INTRANET	81
CONCEITOS E MODOS DE UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS, FERRAMENTAS, APLICATIVOS E PROCEDIMENTOS ASSOCIADOS A INTERNET/INTRANET	81
FERRAMENTAS E APLICATIVOS COMERCIAIS DE NAVEGAÇÃO, DE CORREIO ELETRÔNICO, DE GRUPOS DE DISCUSSÃO, DE BUSCA, DE PESQUISA E DE REDES SOCIAIS	81
■ NOÇÕES DE SISTEMA OPERACIONAL (AMBIENTE LINUX E WINDOWS)	89
■ ACESSO A DISTÂNCIA A COMPUTADORES, TRANSFERÊNCIA DE INFORMAÇÃO E ARQUIVOS, APLICATIVOS DE ÁUDIO, VÍDEO E MULTIMÍDIA	102

■ EDIÇÃO DE TEXTOS, PLANILHAS E APRESENTAÇÕES (AMBIENTES MICROSOFT OFFICE E LIBREOFFICE)	106
■ CONCEITOS DE PROTEÇÃO E SEGURANÇA	139
NOÇÕES DE VÍRUS, WORMS E PRAGAS VIRTUAIS	143
APLICATIVOS PARA SEGURANÇA (ANTIVÍRUS, FIREWALL, ANTI-SPYWARE ETC.)	148
■ COMPUTAÇÃO NA NUVEM (CLOUD COMPUTING)	151
■ FUNDAMENTOS DA TEORIA GERAL DE SISTEMAS	154
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	155
FASES E ETAPAS DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO	155
■ TEORIA DA INFORMAÇÃO	158
CONCEITOS DE INFORMAÇÃO, DADOS, REPRESENTAÇÃO DE DADOS, DE CONHECIMENTOS, SEGURANÇA E INTELIGÊNCIA	158
■ BANCO DE DADOS : ANÁLISE FUNCIONAL E ADMINISTRAÇÃO DE DADOS	165
BASE DE DADOS, DOCUMENTAÇÃO E PROTOTIPAÇÃO	165
BANCO DE DADOS RELACIONAIS: CONCEITOS BÁSICOS E CARACTERÍSTICAS.....	165
MODELAGEM CONCEITUAL.....	170
ABSTRAÇÃO	170
MODELO ENTIDADE-RELACIONAMENTO, CHAVES E RELACIONAMENTOS.....	170
DADOS ESTRUTURADOS E NÃO ESTRUTURADOS	172
NOÇÕES DE MINERAÇÃO DE DADOS: CONCEITUAÇÃO E CARACTERÍSTICAS.....	173
NOÇÕES DE APRENDIZADO DE MÁQUINA	177
NOÇÕES DE BIGDATA: CONCEITO, PREMISSAS E APLICAÇÃO	179
■ REDES DE COMUNICAÇÃO.....	182
INTRODUÇÃO A REDES (COMPUTAÇÃO/TELECOMUNICAÇÕES)	182
CAMADA FÍSICA, DE ENLACE DE DADOS E SUBCAMADA DE ACESSO AO MEIO	184
NOÇÕES BÁSICAS DE TRANSMISSÃO DE DADOS: TIPOS DE ENLACE, CÓDIGOS, MODOS	186
MEIOS DE TRANSMISSÃO	186
■ REDES DE COMPUTADORES: LOCAIS, METROPOLITANAS E DE LONGA DISTÂNCIA	188
TERMINOLOGIA E APLICAÇÕES, TOPOLOGIAS.....	188
MODELOS DE ARQUITETURA (OSI/ISO E TCP/IP) E INTERCONEXÃO DE REDES	190
PROTOCOLOS E NÍVEL DE TRANSPORTE.....	193

■ NOÇÕES DE PROGRAMAÇÃO PYTHON E R	197
■ API (APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE)	216
■ METADADOS DE ARQUIVOS	218
BIOLOGIA.....	223
■ CITOLOGIA.....	223
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MATÉRIA VIVA	223
ORGANIZAÇÃO CELULAR DAS CÉLULAS EUCARIÓTICAS.....	225
ESTRUTURA E FUNÇÃO DOS COMPONENTES CITOPLASMÁTICOS	225
MEMBRANA CELULAR	226
NÚCLEO	226
CITOESQUELETO E MOVIMENTO CELULAR.....	226
DIVISÃO CELULAR; MITOSE E MEIOSE, E SUAS FASES.....	226
■ BIOQUÍMICA	227
PROCESSOS DE OBTENÇÃO DE ENERGIA NA CÉLULA	227
PRINCIPAIS VIAS METABÓLICAS	227
REGULAÇÃO METABÓLICA	229
METABOLISMO E REGULAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE ENERGIA	229
PROTEÍNAS E ENZIMAS.....	229
■ EMBRIOLOGIA	231
GAMETOGENESE	231
FECUNDAÇÃO, SEGMENTAÇÃO E GASTRULAÇÃO.....	231
ORGANOGENESE	232
ANEXOS EMBRIONÁRIOS	232
DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO HUMANO	232
■ GENÉTICA	233
ÁRVORE GENEALÓGICA.....	234
PRIMEIRA LEI DE MENDEL.....	234
PROBABILIDADE GENÉTICA.....	235
GENES LETAIS	236

Herança sem Dominância	236
SEGUNDA LEI DE MENDEL	236
ALELOS MÚLTIPLOS: GRUPOS SANGÜÍNEOS DOS SISTEMAS ABO, RH E MN	236
DETERMINAÇÃO DO SEXO.....	238
HERANÇA DOS CROMOSSOMOS SEXUAIS	238
DOENÇAS GENÉTICAS	239
FÍSICA	243
■ OSCILAÇÕES E ONDAS.....	243
MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES	243
Energia no Movimento Harmônico Simples.....	243
ENERGIA TRANSMITIDA PELAS ONDAS	247
Ondas em Uma Corda.....	247
Equação de Onda	248
Ondas Estacionárias	250
■ ELETRICIDADE.....	252
CARGA ELÉTRICA.....	252
CORRENTE ELÉTRICA	253
CONDUTORES E ISOLANTES	253
CAMPO ELÉTRICO E POTENCIAL ELÉTRICO.....	254
RESISTORES	255
CAPACITORES.....	255
CIRCUITOS ELÉTRICOS.....	257
■ ÓPTICA.....	261
ÓPTICA GEOMÉTRICA	261
INTERFERÊNCIA	265
Reflexão	265
Refração	265
POLARIZAÇÃO	266
■ ESPECTROSCOPIAS DE ABSORÇÃO E DE EMISSÃO MOLECULAR (FLUORESCÊNCIA)	266

QUÍMICA.....	271
■ CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS.....	271
■ TEORIA ATÔMICO-MOLECULAR.....	271
■ CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS.....	274
■ RADIOATIVIDADE.....	275
■ INTERAÇÕES QUÍMICAS.....	277
■ MISTURAS, SOLUÇÕES E PROPRIEDADES COLIGATIVAS.....	278
■ MÉTODOS DE SEPARAÇÃO DE MISTURAS.....	281
■ FUNÇÕES QUÍMICAS INORGÂNICAS.....	282
■ GASES.....	284
■ PROPRIEDADES DOS SÓLIDOS.....	285
■ ESTEQUIOMETRIA.....	286
■ TERMOQUÍMICA.....	288
■ QUÍMICA CINÉTICA.....	289
■ EQUILÍBRIO QUÍMICO.....	291
■ ELETROQUÍMICA.....	292
■ QUÍMICA ORGÂNICA.....	295
ESTRUTURA E NOMENCLATURA.....	295
PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DE COMPOSTOS ORGÂNICOS.....	298

FÍSICA

OSCILAÇÕES E ONDAS

MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES

Energia no Movimento Harmônico Simples

O Movimento Harmônico Simples (MHS) é considerado o movimento oscilatório mais importante, já que ele é bem fácil de se descrever matematicamente e com ele é possível exemplificar muitas oscilações que são encontradas na natureza.

Quando temos molas ideais, mas o que são elas? Você pode se perguntar, o conceito de ideal na física é perfeito no mundo das ideias, ou seja, em um experimento ideal a mola se deformará de forma que não irá haver nenhum dano a ela e posteriormente irá retornar na posição de equilíbrio que estava antes, sem sofrer nenhum dano a suas propriedades.

Isso não ocorre no mundo real. Assim, antes de caso você pegue uma mola e a estique completamente, muito provável que a mola irá estragar, não vai voltar para a posição de equilíbrio novamente. Caso temos molas ideais elas obedecem à lei de Hooke, ou seja, quando a força restauradora (F) que age sobre a mola é diretamente proporcional ao deslocamento x da posição de equilíbrio, assim temos:

$$F \propto x,$$

Precisamos agora encontrar uma constante de proporcionalidade para tirarmos a igualdade da equação anterior. Para esse caso temos o k que representa a rigidez da mola, sendo assim, quanto maior for a constante elástica k , a mola será mais rígida, mais difícil de comprimir ou esticar. Dessa forma, nossa equação $F \propto x$ fica

$$F = -kx,$$

O sinal negativo é pelo fato de que a força que é exercida sobre a mola é do tipo restauradora, sendo assim, ela sempre tende a restabelecer o equilíbrio, portanto ela é sempre oposta ao movimento do bloco a partir da posição de equilíbrio.

A equação $F = -kx$ nos fornece uma força que independentemente do valor de x , sendo ele positivo, negativo ou nulo, fornece o módulo e o sinal da força. A constante k é sempre positiva e no SI suas unidades são N/m, Newtons por metro. Em um caso especial onde não temos atrito, com a equação acima temos a força resultante que atua sobre o bloco. Quando temos este cenário, que a força é diretamente proporcional ao deslocamento, o movimento é considerado um MHS.

Assim, essa equação nos dá a força resultante que age sobre a mola.

Quando falamos de força restauradora que age sobre qualquer objeto temos que lembrar dos estudos da dinâmica, onde foi tratado sobre as leis de Newton, que vem de um grande físico do século XVI, que em meio a uma pandemia teorizou as leis que regem o movimento dos corpos e também inventou o cálculo diferencial e integral. Da segunda lei de Newton, temos que a força resultante que age sobre um corpo é igual à massa vezes a aceleração, ou seja,

$$\vec{F} = m\vec{a},$$

Substituindo a força (F) da equação $\vec{F} = m\vec{a}$ em $F = -kx$, e isolando a , teremos

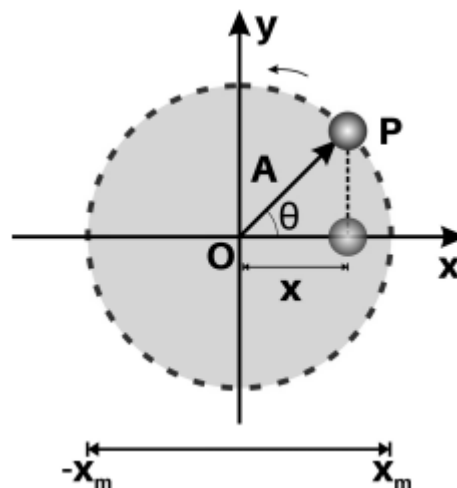
$$a = -\frac{k}{m}x,$$

Obtemos, então, a aceleração do componente x do nosso MHS, sendo uma aceleração que **não** é constante.

Importante!

Essa aceleração será importante para nós no futuro, então guarde ela!

Para encontrar as equações do MHS, que são a posição e velocidade que dependem do tempo, ou seja, $x(t)$ e $v(t)$, vamos analisar o movimento circular de uma partícula:



Projetando a posição da partícula no eixo x , temos que

$$\cos\theta = \frac{x}{A},$$

Assim, a posição da partícula pode ser encontrada, isolando x da equação acima

$$x = A\cos\theta.$$

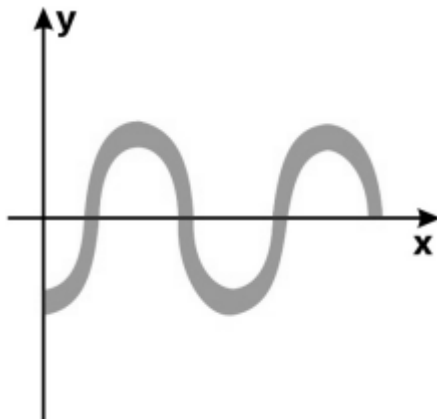
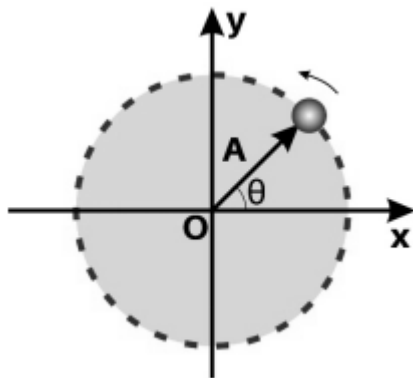
Se considerarmos que em $t = 0$, o fasor é um número complexo que representa uma função seno com amplitude A , frequência angular ω e uma fase ϕ , ele é muito útil para representar um movimento de um vetor que está no plano xy e está girando com velocidade angular constante ω . Vamos tentar entender melhor isso: imagine uma figura que de OP faz um ângulo ϕ (positivo) com Ox ; sendo assim, para qualquer outro valor de t o ângulo $\theta = \omega t + \phi$, sendo o ângulo ϕ uma fase. Podemos reescrever a equação $x = A \cos \theta$, e teremos

$$x(t) = A \cos(\omega t + \phi),$$

Agora temos a equação completa para explicar o fasor, a equação $x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$ projetada nos eixos x e y , fica

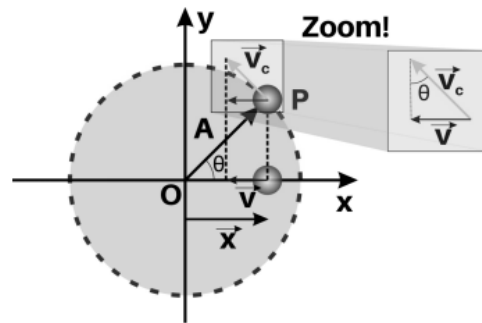
$$\vec{x}(t) = A(\cos(\omega t + \phi)\hat{x} + \sin(\omega t + \phi)\hat{y}),$$

Ou seja, essa é a representação do vetor girante e a equação $x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$ é uma forma bidimensional de representar o vetor ao longo do tempo, como podemos ver na figura a seguir



A equação $x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$ é a função horária para o MHS onde x é o deslocamento do MHS em função do tempo, A é a amplitude do movimento, ω é a frequência angular, t é o tempo e ϕ é o ângulo de fase do MHS.

Vamos agora analisar a velocidade no MHS, para conseguirmos entender melhor, vamos analisar a figura a seguir.



Essa é a mesma figura em que analisamos a posição da partícula, mas **agora vamos analisar a velocidade**, tanto a que está representada no Movimento Circular Uniforme (MCU), sendo designada por $\vec{v}_c$ e a velocidade projetada no eixo x e está representada por $\vec{v}$. Pelo zoom dado na partícula, podemos notar que $\vec{v}$ é a projeção de $\vec{v}_c$ no eixo x , sendo assim:

$$\sin \theta = \frac{v}{v_c},$$

Do MCU temos as equações de velocidade e para o ângulo inicial

$$v = \omega R \rightarrow v = \omega A \text{ e } \theta = \phi + \omega t.$$

Vamos agora substituir as equações $v = \omega R \rightarrow v = \omega A$ e $\theta = \phi + \omega t$ em:

$$\sin \theta = \frac{v}{v_c}$$

Logo ficamos

$$v_c = v \cdot \sin \theta,$$

$$v_c = \omega \cdot A \cdot \sin(\phi + \omega t),$$

Para ficar a mesma forma da equação $x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$, precisamos inverter os parâmetros do seno, para fazermos isso precisamos utilizar das relações trigonométricas, então teremos

$$v(t) = -\omega \cdot A \cdot \sin(\omega t + \phi).$$

Vamos explicar agora o porquê aparece o sinal negativo na expressão (19) e para isso vamos precisar fazer o uso de algumas relações trigonométricas. A primeira temos;

$$\sin(a+b) = \sin(a)\cos(b) + \sin(b)\cos(a)$$

E uma segunda relação, é

$$-\sin(b+a) = -\sin(b)\cos(a) - \sin(a)\cos(b)$$

Podemos isolar o sinal de menos na segunda expressão e teremos,

$$-\sin(b+a) = -[\sin(b)\cos(a) + \sin(a)\cos(b)],$$

Ao isolar o sinal de menos da equação acima, percebemos que voltamos na nossa primeira equação $\sin(a+b) = \sin(a)\cos(b) + \sin(b)\cos(a)$, mas com um sinal de menos na frente, sendo assim ao fazer o uso dessas relações podemos mostrar que $-\sin(b+a) = -[\sin(a+b)]$. Por isso temos um sinal de menos ao fazer uma transformação da equação $v_c = \omega \cdot A \cdot \sin(\phi + \omega t)$ para $v(t) = -\omega \cdot A \cdot \sin(\omega t + \phi)$.

Como a $\vec{v}_c$ tem sentido contrário a $\vec{x}$ o sinal negativo da equação $v_c = \omega \cdot A \cdot \text{sen}(\phi + \omega t)$ está correto. Com essa equação é possível analisar quando teremos a velocidade máxima que qualquer objeto pode ter em um MHS, sendo assim, os valores máximos e mínimos para o seno é 1 e -1, então temos

$$\text{sen}(\omega t + \phi) = 1 \rightarrow \omega t + \phi = \frac{\pi}{2}$$

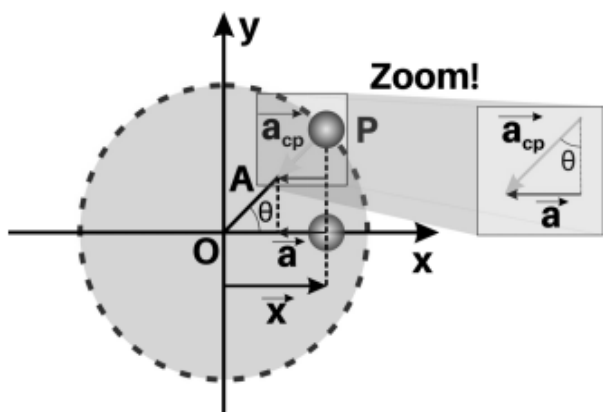
e

$$\text{sen}(\omega t + \phi) = -1 \rightarrow \omega t + \phi = \frac{3\pi}{2}$$

Logo, a velocidade máxima ocorre quando o objeto passa pela posição de equilíbrio, onde a sua velocidade, em módulo, será:

$$v_{\max} = \omega A.$$

Agora, vamos analisar a aceleração no MHS, primeiro observe a figura a seguir:



A aceleração da partícula é representada analisando a projeção do seu movimento no eixo x, de modo que temos

$$\cos \theta = \frac{a}{a_{cp}},$$

Assim, isolando a , encontramos

$$a = a_{cp} \cos \theta,$$

Onde $\theta = \phi + \omega t$ e como fizemos na equação $v_c = v \cdot \text{sen} \theta$, teremos

$$a = -a_{cp} \cos(\omega t + \phi),$$

Onde a_{cp} é a aceleração centrípeta sofrida pela partícula e ela é definida por $a_{cp} = \omega^2 A$,

Substituindo em:

$$\text{sen}(\omega t + \phi) = -1 \rightarrow \omega t + \phi = \frac{3\pi}{2}$$

Obtemos:

$$a = -\omega^2 \cdot A \cdot \cos(\omega t + \phi)$$

Podemos analisar que da equação $v_{\max} = \omega A$ temos o mesmo termo encontrado na equação $x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$, sendo $x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$ e $a(t) = -\omega^2 \cdot A \cdot \cos(\omega t + \phi)$, na equação da aceleração podemos simplificar como $a = -\omega^2 x$.

A aceleração máxima ocorre quando um objeto no MHS está no máximo da amplitude ou analisando a equação $a = -a_{cp} \cos(\omega t + \phi)$, temos

$$\cos(\omega t + \phi) = 1 \rightarrow \omega t + \phi = 0$$

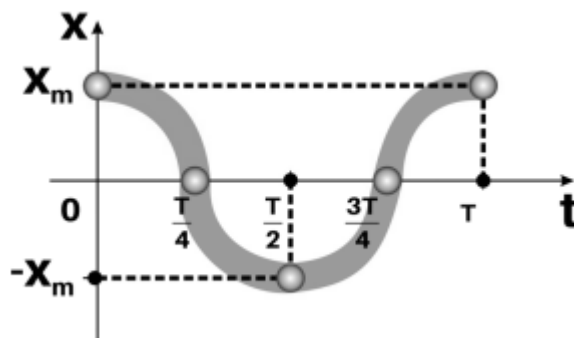
e

$$\cos(\omega t + \phi) = -1 \rightarrow \omega t + \phi = \pi.$$

Sendo assim, em módulo:

$$a = \omega^2 A.$$

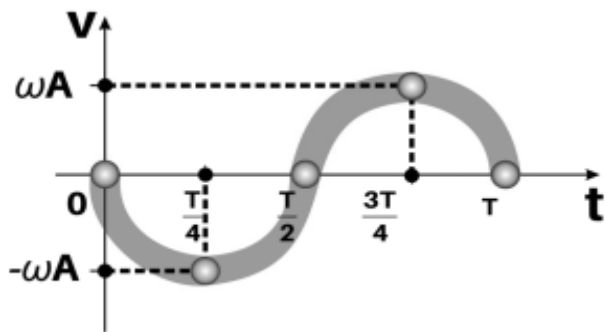
Para que possamos compreender melhor todos os conceitos apreendidos até agora sobre o MHS e também nos ajudar sobre os próximos conceitos, que serão sobre a energia do MHS, vamos analisar os gráficos de posição *versus* tempo, velocidade *versus* tempo e aceleração *versus* tempo, considerando $\phi = 0$ e $\omega = 2\pi/T$. Primeiro vamos analisar o gráfico da posição *versus* tempo de acordo com a equação $x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$.



T	x
0	A
$\frac{T}{4}$	0
$\frac{T}{2}$	-A
$\frac{3T}{4}$	0
T	A

Gráfico da posição da partícula ao longo do MCU com a tabela de valores com as posições mais relevantes do objeto.

Para a velocidade *versus* tempo, temos



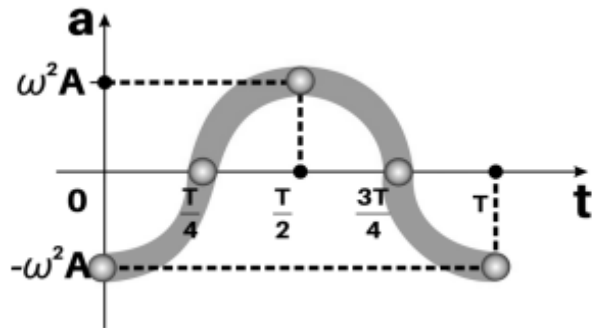
T	V
0	0
$\frac{T}{4}$	$-\omega A$
$\frac{T}{2}$	0
$\frac{3T}{4}$	ωA
T	0

Gráfico da velocidade *versus* o tempo, utilizando a equação:

$$\sin(\omega t + \phi) = 1 \rightarrow \omega t + \phi = \frac{\pi}{2}$$

Como ela é negativa e temos a função seno, teremos um gráfico com a concavidade para cima e começando em zero.

Por fim, vamos analisar o gráfico da aceleração



T	A
0	$-\omega^2 A$
$\frac{T}{4}$	0
$\frac{T}{2}$	$\omega^2 A$
$\frac{3T}{4}$	0
T	$-\omega^2 A$

Gráfico da aceleração *versus* o tempo, utilizando a equação $a = -a_{cp} \cos(\omega t + \phi)$, como ela é negativa e temos a função cosseno, podemos observar que o gráfico já começa em $(-\omega^2 A)$, pois o valor de $T = 0$.

Com o auxílio dos gráficos e das tabelas acima, vamos agora fazer uma análise da energia do MHS. A única força que atua sobre o nosso bloco, referente à primeira figura, é a força conservadora da mola, considerando-a como uma mola ideal, não temos forças horizontais e assim **a energia mecânica total do sistema é conservada**. Supondo também que a mola não tem massa.

A energia cinética é dada por

$$K = \frac{mV^2}{2} \rightarrow k = \frac{mv_x^2}{2},$$

E a energia potencial

$$U = \frac{kx^2}{2}.$$

Em alguns lugares você pode encontrar representando a energia cinética e a energia potencial por E_c e E_p , mas é apenas uma forma de representar.

A energia mecânica total é $E = K + U$, logo temos

$$E = \frac{mv_x^2}{2} + \frac{kx^2}{2},$$

Como estamos em uma única dimensão, $v = v_x$. A energia mecânica total E está relacionada com a amplitude do movimento A , que é seu deslocamento máximo a partir do ponto de equilíbrio. Sendo que o bloco vai indo de $-A$ até A , com as velocidades iguais a zero nestes pontos, $v_x = 0$. Assim nestes pontos a energia é inteiramente potencial, e

$$E = \frac{kA^2}{2},$$

Como E é constante, logo seu valor sempre será igual a $kA^2/2$ em qualquer outra posição. Assim podemos voltar na equação:

$$U = \frac{kx^2}{2}$$

E teremos

$$E = \frac{mv_x^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{kA^2}{2} = \text{constante}.$$

Você encontrou mais acima no texto relações para a posição e velocidade, para o MHS, assim é uma boa hora para você pensar: será que se eu usar essas relações na equação acima, o que podemos encontrar? Para isso vamos utilizar as equações $x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$ e $v_c = \omega \cdot A \cdot \sin(\phi + \omega t)$ e substituir em:

$$E = \frac{mv_x^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{kA^2}{2} = \text{constante}$$

E assim teremos

$$E = \frac{m(-\omega A \sin(\omega t + \phi))^2}{2} + \frac{k(A \cos(\omega t + \phi))^2}{2},$$

Elevando ao quadrado os termos, encontramos

$$E = \frac{m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \phi)}{2} + \frac{kA^2 \cos^2(\omega t + \phi)}{2},$$

Da equação:

$$a = -\frac{k}{m}x$$

Você lembra que falei para guardar essa relação que em uma hora eu iria utilizá-la? Pois é, não era mentira, $a = -\omega^2 x = -kx/m$ sendo a massa igual a $m = k/\omega^2$, substituindo a m na equação acima, obtém-se:

$$E = \frac{kA^2 \sin^2(\omega t + \phi)}{2} + \frac{kA^2 \cos^2(\omega t + \phi)}{2},$$

Temos um termo em comum na equação acima, que é $kA^2/2$, logo, isolando esse termo, temos

$$E = \frac{kA^2}{2} (\sin^2(\omega t + \phi) + \cos^2(\omega t + \phi))$$

Temos uma relação trigonométrica onde $\cos^2 \theta + \sin^2 \theta = 1$, logo temos

$$E = \frac{kA^2}{2},$$

Conseguimos provar utilizando as equações da posição e velocidade, a conservação de energia no MHS.

Agora uma dica que deixo para você é: refaça as contas que foram realizadas, para você ter um aprendizado ainda maior sobre o MHS.

ENERGIA TRANSMITIDA PELAS ONDAS

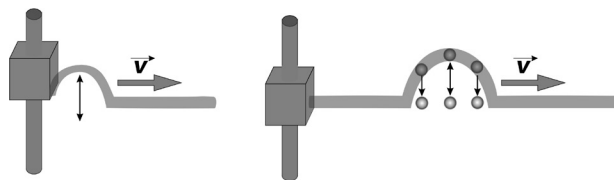
Ondas em Uma Corda

Vamos agora estudar um pouco sobre ondas, De modo geral as ondas transportam energia e movimento de um ponto ao outro, **mas sem transportar matéria entre esses pontos**. Temos as ondas sonoras que podem se propagar em líquidos, sólidos e gases, mas as ondas **sonoras não** se propagam no vácuo. Também temos as ondas **luminosas**, que se propagam em sólidos (caso eles forem transparentes ou translúcidos), em líquidos, em gases e **também no vácuo**.

Além disso, as ondas podem ser classificadas em ondas **transversais**, **longitudinais** e **mistas**.

Vamos agora classificar essas categorias de ondas:

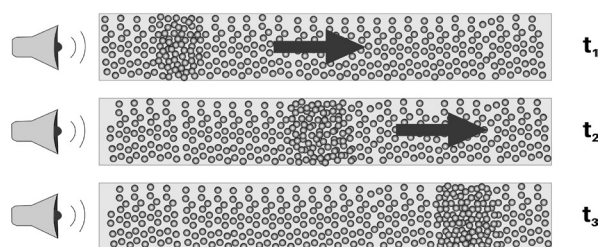
Começando com as ondas transversais, primeiro vamos imaginar uma corda esticada (mesmo exemplo dado acima com o Pulso), assim ao agitar o lado esquerdo da corda, temos uma agitação se propagando durante a corda, da esquerda para a direita. Então temos que o pulso produzido vai se propagando na corda, mas o deslocamento neste meio é perpendicular ou transversal à direção de propagação da onda, tendo o movimento designado por **onda transversal**.



Vamos analisar outra situação, onde temos uma mola presa, parecido com o mesmo esquema apresentado acima, quem já brincou com mola maluca pode ter percebido essa situação. Ao realizar uma perturbação, puxar a mola para frente e para trás, teremos uma vibração paralela à direção do movimento do pulso. Cada partícula que compõem a mola oscila para frente e para trás e na mesma direção de propagação da onda, esse movimento é chamado de **onda longitudinal**.

Temos outros exemplos desse tipo de onda, como o som produzido por um alto-falante, mas você pode se perguntar, como é produzido esse som e como é essa onda? A resposta é que a vibração promovida pela bobina altera a pressão do ar e as partículas que são arrastadas ou seja, temos uma massa de ar que é colocada em movimento, podemos exemplificar essa ocorrência na imagem a seguir:

Alto-falante



Podemos ter uma situação onde temos os dois movimentos longitudinais e transversais, assim teremos as **ondas mistas**. Podemos ver esse movimento na superfície de líquidos.

Vamos imaginar um canal com água, com uma placa que pode se movimentar para frente e para trás na extremidade esquerda. Assim, ao fazer uma perturbação que se propaga ao longo do canal, as partículas que estão na superfície do líquido descrevem trajetórias circulares, que têm componentes longitudinais e transversais. Como podemos ver na figura a seguir:

