



Física 1



Centro Educacional Evolução

Credenciado pela Portaria nº. 264/2009 SEDF

Tel: (61) 3562 0920 / 3046 2090

C-1 Lote 1/12 sobreloja 1 Edifício TTC

Taguatinga-DF

www.centroevolucão.com.br

ORIGENS DA FÍSICA.....	2
SOLUÇÕES	2
REVOLUÇÃO	2
GRANDEZAS	2
SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES	3
UNIDADES DO SI BÁSICAS	3
DERIVADAS	3
NOTAÇÃO CIENTÍFICA	3
ESTUDO DOS MOVIMENTOS	5
CONCEITO DE MOVIMENTO	5
ESPAÇO PERCORRIDO	5
PONTO MATERIAL	5
REFERENCIAL REPOUSO E MOVIMENTO	5
TRAJETÓRIA	6
POSIÇÃO E DESLOCAMENTO	6
ESPAÇO INICIAL (S_0) E DESLOCAMENTO ESCALAR.....	6
VELOCIDADE MÉDIA E VELOCIDADE INSTANTÂNEA	6
ACELERAÇÃO MÉDIA E INSTANTÂNEA	7
MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO (MUV).....	7
LANÇAMENTO VERTICAL E QUEDA LIVRE	7
MOVIMENTO CIRCULAR	10
VELOCIDADE ANGULAR MÉDIA	10
MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME	10
FREQUÊNCIA E PERÍODO	10
ACELERAÇÃO CENTRÍPETA	10
VETORES	13
CONCEITO E NOTAÇÃO	13
ORIENTAÇÃO	13
REPRESENTAÇÃO	13
ADIÇÃO DE VETORES	13
DIFERENÇA DE VETORES	14
COMPONENTES PERPENDICULARES DE UM VETOR.....	14
VERSOR	14



ORIGENS DA FÍSICA

Isaac Newton e Galileu Galilei estabeleceram as bases para o estudo da Física. Eles demonstraram que a verdade deve ser alcançada através da lógica e de experiências controladas e não somente através do pensamento como acreditavam os gregos e romanos da antiguidade. Quando Newton formulou a suas teorias estava estabelecendo um programa para a Ciência: Determinar as forças que regem o universo e as suas leis.

Na época de Newton e após as suas teorias predominava a idéia mecanicista: o universo funcionava de maneira organizada e previsível, como uma máquina. Se alguma inteligência pudesse conhecer a posição e a velocidade de todos os corpos e estivesse informada sobre as forças que agem neles, seria capaz de determinar o passado e futuro de qualquer objeto.

Porém alguns fatos começaram a abalar a simplicidade e previsibilidade destes pensamentos. Alguns surgiram com o estudo da luz. Afinal o que seria a luz? As experiências começaram a mostrar que hora ela se comportava como partícula, hora como onda. Qual a velocidade da luz? Porque essa velocidade é sempre constante?

Outras questões surgiram com o estudo da eletricidade e de outras áreas. Qual a origem deste fenômeno que tem carga positiva ou negativa? E quanto ao magnetismo? De onde vem? Como explicar as reações químicas ou o calor do sol? Algumas dessas questões possuíam respostas e outras só levavam a novas perguntas.

Enquanto isso a matemática desenvolveu novas ferramentas. Avançou o estudo da probabilidade. O estudo da geometria levava a imaginar o espaço de maneira inteiramente nova enquanto certas teorias eram extremamente difíceis de imaginar.

SOLUÇÕES

Numa época em que a ciência mergulhava em profunda crise e as mentes mais talentosas do mundo duvidavam de suas próprias convicções, um jovem funcionário de uma biblioteca suíça publica várias teorias. Em uma delas explica o Movimento Browniano, a misteriosa trajetória de partículas (pólen, por exemplo) sobre a água parada. Em outra, mostra como ocorre o efeito fotoelétrico, a geração de eletricidade a partir da luz, que varia conforme a sua frequência. Lança

também a Teoria da Relatividade, segundo a qual o tempo e o espaço dependem do referencial em que o objeto é observado. O Jovem se chamava Albert Einstein, recém-formado na Escola Politécnica de Zurich. Pouco antes, Max Planck havia solucionado o problema da radiação do corpo negro.

Um corpo que não reflete luz emite radiação de acordo com sua temperatura. Porém essa radiação não variava conforme previam as teorias clássicas. Para explicar essa contradição, Planck supôs que a energia era emitida de maneira quantizada, quer dizer, em quantidades bem definidas, como se fossem pequenos pacotes de energia.

REVOLUÇÃO

As teorias do início do século tiveram grande impacto sobre o desenvolvimento da Física. A partir delas, chegamos a diversas outras conclusões que revolucionaram a Ciência e cujo impacto experimentamos até hoje no desenvolvimento da eletrônica, das telecomunicações, na medicina e em muitas outras áreas. O estudo dessas teorias e suas consequências denominamos Física Moderna.

Entre os resultados obtidos com o estudo da Física Moderna temos:

Matéria e Energia são equivalentes

A matéria pode ser considerada uma grande quantidade de energia organizada. Algumas das provas de que isso é verdade são as usinas nucleares e as bombas atômicas que utilizam a energia contida em pequenas quantidades de matéria. Onde:

Tempo e Espaço dependem do referencial

As medidas de tempo e espaço não são iguais para todos. Se um observador move-se em velocidade próxima a da luz, o tempo se dilata e o espaço se comprime em relação a outro observador em repouso. Hoje em dia satélites do sistema GPS possuem correção dos seus relógios devido aos efeitos da relatividade.

GRANDEZAS

A Física estuda as propriedades físicas dos corpos, podendo ser feito de maneira, qualitativa ou quantitativa.

O estudo qualitativo contesta a existência de determinada propriedade ou determinado fenômeno. O estudo quantitativo procura associar números à propriedade do fenômeno.

Quando uma propriedade física pode se associar a um número, mediante a um processo bem definido, recebe o nome de **Grandeza Física**.

Exemplos de tais grandezas são: COMPRIMENTO, MASSA, VELOCIDADE, TEMPERATURA, etc.

Vamos agora aprender a diferença entre uma grandeza escalar e uma grandeza vetorial.

Grandeza escalar

Grandeza escalar é aquela que fica perfeitamente caracterizada quando conhecemos um número ou um número e uma unidade.

A massa é uma grandeza escalar porque fica perfeitamente caracterizada quando conhecemos um número e uma unidade. A massa de uma pessoa é 57 kg.

A temperatura é uma grandeza escalar porque fica perfeitamente caracterizada quando conhecemos um número e uma unidade. A temperatura da sala de aula é 27 °C.

O volume é uma grandeza escalar porque fica perfeitamente caracterizado quando conhecemos um número e uma unidade. O volume de uma caixa de leite é um litro.

O intervalo de tempo é uma grandeza escalar porque fica perfeitamente caracterizado quando conhecemos um número e uma unidade. A sessão de cinema durou 2 horas.

O índice de refração absoluto de um material é uma grandeza escalar porque fica perfeitamente caracterizado apenas por um número. Quando afirmamos que o índice de refração absoluto do acrílico vale 2,0 esta grandeza fica perfeitamente caracterizada.

Grandeza Vetorial

Grandeza vetorial é aquela que somente fica caracterizada quando conhecemos, pelo menos, uma direção, um sentido, um número e uma unidade.

O deslocamento de uma pessoa entre dois pontos é uma grandeza vetorial. Para caracterizarmos perfeitamente o deslocamento entre a sua casa e a sua escola precisamos conhecer direção (Leste-Oeste), um sentido (indo para Oeste), um número e uma unidade (10 km).



SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

Sistema Internacional de Unidades (sigla SI do francês *Système international d'unités*) é a forma moderna do sistema métrico e é geralmente um sistema de unidades de medida concebido em torno de sete unidades básicas e da conveniência do número dez. É o sistema mais usado do mundo de medição, tanto no comércio todos os dias e na ciência.

O SI um conjunto sistematizado e padronizado de definições para unidades de medida, utilizado em quase todo o mundo moderno, que visa a uniformizar e facilitar as medições e as relações internacionais daí decorrentes.

O antigo sistema métrico incluía vários grupos de unidades. O SI foi desenvolvido em 1960 do antigo sistema metro – quilograma – segundo, ao invés do sistema centímetro – grama – segundo, que, por sua vez, teve algumas variações. Visto que o SI não é estático, as unidades são criadas e as definições são modificadas por meio de acordos internacionais entre as muitas nações conforme a tecnologia de medição avança e a precisão das medições aumenta.

O sistema tem sido quase universalmente adotado. As três principais exceções são a Myanmar, a Libéria e os Estados Unidos. O Reino Unido adotou oficialmente o Sistema Internacional de Unidades, mas não com a intenção de substituir totalmente as medidas habituais.

UNIDADES DO SI BÁSICAS

Definiram-se sete grandezas físicas postas como básicas ou fundamentais. Por conseguinte, passaram a existir sete unidades básicas correspondentes — as unidades básicas do SI — descritas na tabela.

A partir delas, podem-se derivar todas as outras unidades existentes.

Grandeza	Unidades	
	Nome	Símbolo
comprimento	metro	m
massa	quilograma	kg
tempo	segundo	s
intensidade de corrente elétrica	ampère	A
temperatura	kelvin	K
quantidade de matéria	mol	mol
intensidade luminosa	candela	cd

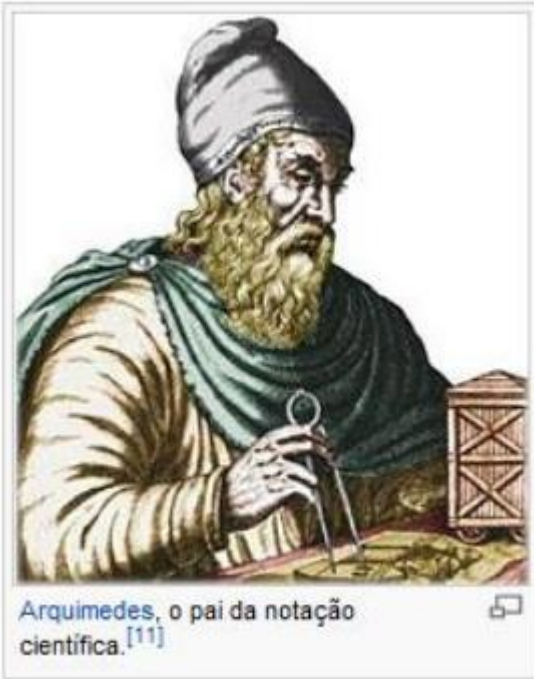
DERIVADAS

Todas as unidades existentes podem ser derivadas das unidades básicas do SI. Entretanto, consideram-se unidades derivadas do SI apenas aquelas que podem ser expressas através das unidades básicas do SI e sinais de multiplicação e divisão, ou seja, sem qualquer fator multiplicativo ou prefixo com a mesma função. Desse modo, há apenas uma unidade do SI para cada grandeza. Contudo, para cada unidade do SI pode haver várias grandezas. Às vezes, dão-se nomes especiais para as unidades derivadas.

Grandeza	Nome	Símbolo
Superfície	Metro Quadrado	m ²
Volume	Metro Cúbico	m ³
Velocidade	Metro por segundo	m/s
Aceleração	Metro por segundo ao quadrado	m/s ²
Massa específica	Quilograma por metro cúbico	Kg/m ³
Quantidade de matéria	Mol por metro cúbico	mol/m ³
Volume específico	Metro cúbico por quilograma	m ³ /kg
Frequência	Hertz	hz
Força	Newton	N
Pressão	Pascal	pa
Energia; trabalho	Joule	j

NOTAÇÃO CIENTIFICA

A primeira tentativa conhecida de representar números demasiadamente extensos foi empreendida pelo matemático e filósofo grego Arquimedes, e descrita em sua obra *O Contador de Areia*, no século III a.C.. Ele desenvolveu um método de representação numérica para estimar quantos grãos de areia seriam necessários para preencher o universo. O número estimado por ele foi de 1×10^{63} grãos.



Muitas vezes, no estudo científico nos deparamos com grandezas que são expressas por números muito grandes ou muito pequenos. Ambos os casos, a quantidade de algarismos a escrever é enorme.

Por exemplo, para escrever a velocidade da luz no vácuo, em metros por segundo, precisamos de 9 dígitos (300.000.000 m/s). Para facilitar a representação desses números, utilizamos a Notação Científica. O método todo consiste em formatar o número em potencia de dez. Assim teríamos a velocidade da luz = $3 \cdot 10^8$ m/s.

TEMPO

No passado os intervalos de tempo eram medidos através de ampulhetas ou "relógios de areia". Neste caso, para calcular o tempo era necessário que a areia escoasse do reservatório superior para o inferior.

Posteriormente, confeccionou-se como unidade de tempo a fração do período que a Terra levava para dar uma volta completa em torno de si e, assim, foi definido como sendo 1/86400 do dia médio.

A fim de se obter maior precisão dessa unidade, em 1967 passou-se a definir o segundo em função da vibração do átomo do Césio-133.

Principais unidades de tempo:

- hora (h)
- minuto (min)
- segundo (s)

Relações importantes:

- 1 hora (h) = 60 min
- 1 hora (h) - 60 min = 3.600 s.

COMPRIMENTO

As primeiras medidas de comprimento efetuadas pelo homem eram feitas utilizando-se partes do próprio corpo (o pé, a mão,

o braço, etc.). Em seguida, definiu-se oficialmente como padrão internacional de medida de comprimento uma distancia entre duas marcas feitas numa barra metálica, guardada no Museu de Pesos e Medidas, em Paris.

Principais unidades de comprimento:

- quilometro (km);
- metro (m);
- centímetro (cm);
- milímetro (mm).

Relações importantes:

- 1 m = 100 cm = 1.000m
- 1 km = 1.000 m

Para medidas muito pequenas como, por exemplo, tamanho de átomos e moléculas, faz-se o uso de angström (Å).

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$$

Em medidas muito grandes, como a distancia entre galáxias, usa-se o ano luz (distancia que a luz percorre em um ano)

$$1 \text{ ano-luz} = 9,5 \text{ trilhões de quilômetros}$$

MASSA

A massa é a magnitude que quantifica a quantidade de matéria que ostenta um determinado corpo que se estuda, sendo o quilograma, de acordo à classificação que oferece o Sistema Internacional de Unidades, a unidade de massa através da qual se mede a matéria.

O padrão utilizado nos dias de hoje é a massa de um cilindro de platina, guardado no Museu de Pesos e Medidas, em Paris.

Principais unidades de massa:

- quilograma (kg)
- grama (g)

Relações importantes:

- 1 Kg = 1000 g

ESTUDO DIRIGIDO

1. Converta para unidades S.I.:

- a) 23km
- b) 1350cm
- c) 78541mm
- d) 12min
- e) 4h
- f) 0,3h
- g) 0,8t
- h) 750g

- i) 154 l
- l) 72km
- m) 4782cm
- n) 92345mm
- o) 23min
- p) 8h
- q) 2,5h
- r) 1,2t
- s) 465g
- t) 540 l

2. Escreva os seguintes números em Notação Científica:

- a) 600 000
- b) 30 000 000
- c) 500 000 000 000 000
- d) 7 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000
- e) 0,000 4
- f) 0, 000 000 01
- g) 0,000 000 000 000 000 6

ESTUDO DOS MOVIMENTOS

A física busca, basicamente, compreender os fenômenos físicos e as leis que os regem. As aplicações práticas dos avanços teóricos e experimentais da física permitiram a marcante contribuição dessa ciência para o desenvolvimento de outras áreas do conhecimento, como a astronomia, a meteorologia, a geologia, a medicina, a biologia e a agricultura.

CONCEITO DE MOVIMENTO

Um corpo está em movimento quando a sua posição, em relação a um determinado corpo e referência, varia com o decorrer do tempo.

Um corpo está em repouso, se sua posição no espaço em relação a um referencial não muda com o passar do tempo. Já movimento, é quando a sua posição no espaço em relação a um referencial muda com o tempo. Um corpo em movimento é chamado móvel. Em cinética, o termo espaço se refere a todas as posições que um móvel pode ocupar.

Um conceito fundamental em mecânica é o de *velocidade*. Trata-se de uma grandeza física usada para medir o movimento. Mas antes de estudar o conceito de velocidade precisamos estudar os seguintes conceitos físicos: posição, deslocamento e intervalo de tempo.

Cinemática escalar estuda os movimentos sem se preocupar com suas causas.

ESPAÇO PERCORRIDO

Espaço percorrido é definido como a medida do comprimento do percurso de um corpo em movimento. Essa medida costuma ser obtida entre duas referências, como os marcos quilométricos de uma estrada.

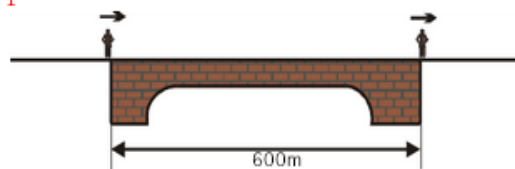
Ex: Km

PONTO MATERIAL

Ponto material é todo corpo cujas dimensões não interferem no estudo de um determinado fenômeno.

Imagine uma pessoa caminhando e atravessando uma ponte de extensão 600 metros. O tamanho desta pessoa comparado ao tamanho da ponte é insignificante e então pode ser desprezado no equacionamento deste movimento. Logo, esta pessoa é considerada uma partícula ou um ponto material. (fig.1)

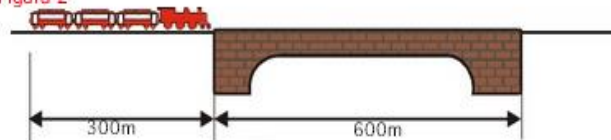
Figura 1



PONTO MATERIAL É TODO CORPO CUJAS DIMENSÕES NÃO ALTERAM O ESTUDO DE QUALQUER FENÔMENO DE QUE ELE PARTICIPE.

Imagine agora que por esta ponte passe uma estrada férrea e que uma composição de 300 metros de extensão vá atravessá-la. Para o equacionamento deste novo movimento, não poderemos desprezar o tamanho da composição. Logo, esta composição é considerada um corpo extenso. (fig.2)

Figura 2



CORPO EXTENSO É TODO CORPO CUJAS DIMENSÕES ALTERAM O ESTUDO DE QUALQUER FENÔMENO DE QUE ELE PARTICIPE.

REFERENCIAL REPOUSO E MOVIMENTO

Vamos imaginar a seguinte situação.

Uma pessoa A encontra-se dentro de um carro que anda para a direita, e outra pessoa B em pé, no acostamento.

Tomando a pessoa B como referência, verificamos que a distância entre ela e A varia (aumenta ou diminui) com o decorrer do tempo.

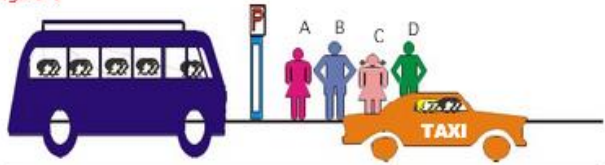
Então, neste caso, podemos dizer que A está em movimento em relação a B.

Supondo, agora, que B esteja junto ao carro, e tomando novamente B como referência, verificamos que a distancia entre eles não varia com o tempo. Neste caso dizemos que A está em repouso em relação a B.

O corpo B, que tomamos como referência nos dois exemplos é denominada referência. Para determinar se um objeto está em movimento ou está em repouso devemos adotar um referencial.

Adotando outro exemplo, considere agora uma pessoa em seu carro, trafegando em uma rua calma. Ao passar por um grupo de estudantes parados em um ponto de ônibus, começa uma discussão entre eles. Um dos estudantes afirma: "O motorista daquele carro está em movimento". Um outro colega se opõe à afirmação: "Não é o motorista que está em movimento e sim o seu carro". Um terceiro colega tenta aliviar a discussão explicando: "Se considerarmos o ponto de ônibus como referencial, tanto o motorista como o carro estão em movimento, mas se o referencial considerado for o volante do carro, ambos estão em repouso". Um corpo está em **MOVIMENTO**, quando a distância entre ele e o referencial adotado se altera; e, está em **REPOUSO**, quando a distância entre ele e o referencial adotado permanece constante. (fig.3)

Figura 3



MOVIMENTO E REPOUSO SÃO CONCEITOS RELATIVOS E DEPENDEM SEMPRE DO REFERENCIAL ADOTADO.

TRAJETÓRIA

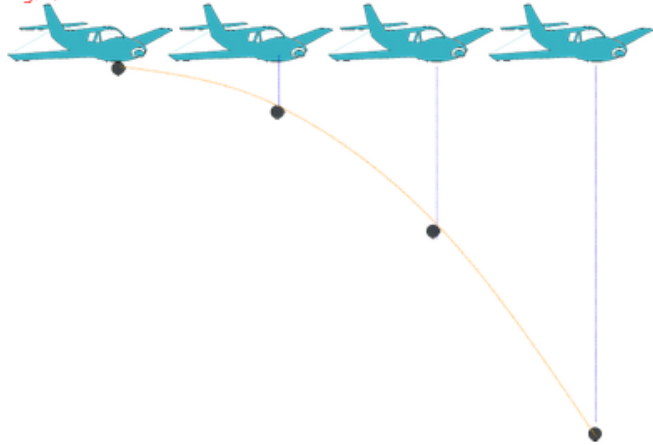
Trajetoória é a linha determinada pelas diversas posições que um corpo ocupa no decorrer do tempo. A trajetória depende do referencial adotado.

A TRAJETÓRIA É A UNIÃO DE TODAS AS POSIÇÕES QUE UM CORPO OCUPA AO SE DESLOCAR.

Considere um carro passando por uma estrada coberta com uma fina camada de neve. As marcas dos pneus do carro determinam sua trajetória para aquele deslocamento.

Um exemplo clássico que nos permite afirmar que realmente a trajetória depende de um referencial é o de um avião que, em pleno vôo, abandona um corpo. Ao abandonar o corpo, um observador que se encontra lateralmente ao movimento verá uma trajetória com formato parabólico. Um outro observador, que se situa frontalmente ao movimento, verá uma trajetória retilínea. Então, para dois observadores (referenciais) diferentes, teremos duas trajetórias de formatos diferentes. (fig.4)

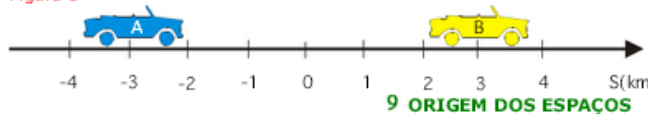
Figura 4



POSIÇÃO E DESLOCAMENTO

A posição de um corpo está vinculada a um ponto da trajetória que nomearemos "ORIGEM DOS ESPAÇOS" e que será o nosso referencial na determinação das posições (espaços). Na figura abaixo, os carros A e B estão a uma mesma distância da "ORIGEM" (MARCO ZERO), porém o A está à esquerda e o B à direita da origem. Note que, para definir a posição de um corpo na trajetória, o sinal positivo (+) e o sinal negativo (-) são muito importantes para identificar o lado em que se encontra o corpo em relação à "ORIGEM". (fig.5)

Figura 5



ESPAÇO É A MEDIDA ALGÉBRICA DESDE A ORIGEM ATÉ O CORPO ESTUDADO. O ESPAÇO PODE SER POSITIVO (CORPO A) OU NEGATIVO (CORPO B). O ESPAÇO SERÁ NULO (S=0) QUANDO O CORPO ESTUDADO ESTIVER NA ORIGEM DOS ESPAÇOS.

ESPAÇO INICIAL (S0) E DESLOCAMENTO ESCALAR

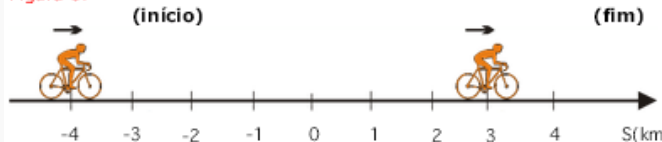
Espaço inicial é a posição ocupada pelo corpo quando este inicia o seu movimento.

Por exemplo, na figura anterior, se o tempo fosse "ZERO", os espaços iniciais dos carros A e B seriam:

So A = -3km e So B = +3km

Deslocamento escalar é a diferença entre as posições ocupadas pelo corpo entre o início e o fim do movimento. (fig.6)

Figura 6.



Sendo $\Delta S = S - S_0$

Logo:

$\Delta S = 3 - (-4) = 7\text{km}$

A unidade de deslocamento é a mesma unidade de posição ou de comprimento – o metro (*m*) – no SI.

VELOCIDADE MÉDIA E VELOCIDADE INSTANTÂNEA

A velocidade média de um ponto material é, por definição, a razão entre o deslocamento Δx de um móvel e o intervalo de tempo Δt correspondente. Assim:

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad v_{m0} = \frac{x - x_0}{t - t_0}$$

Logo:

As unidades de velocidade média são as mesmas que as da velocidade escalar média, uma vez que deslocamento e espaço percorrido tem a mesma dimensão (comprimento), são elas:

m/s ou km/h.

Para transformar km/h em m/s, basta dividir por 3,6; e para transformar m/s para km/h, basta multiplicar por 3,6.

ACELERAÇÃO MÉDIA E INSTANTÂNEA

O conceito de aceleração está ligado a variação de velocidade sempre que a velocidade do ponto material varia, dizemos que esse ponto material foi acelerado.

Se a velocidade do ponto material em trajetória retilínea sofre a variação Δv .

No intervalo de tempo Δt , a aceleração média (a_m) e, por definição, a razão:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

onde

Δv = velocidade

Δt = tempo

Quando o ponto material em trajetória retilínea se move com velocidade constante, o seu movimento é retilíneo uniforme. Assim, estudar o movimento retilíneo uniforme (MRU) do ponto material se resume no estudo da variação da posição desse ponto material com o tempo.

A função horária das posições de um movimento é a fórmula matemática que fornece a posição do corpo no decorrer do tempo sobre uma determinada trajetória, ou seja:

$$S = s_0 + vt$$

onde:

s = espaço

s_0 = espaço inicial

v = velocidade

t = tempo

MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO (MUV)

O movimento é denominado movimento variado, se no movimento de um corpo em intervalos de tempo iguais ele sofre a mesma variação da velocidade escalar.

$$a_m = a = \text{cte} \neq 0$$

Funções horárias

Velocidade em função do tempo [$v = f(t)$]

$$v - v_0 = at \implies v = v_0 + at$$

onde:

v = velocidade

v_0 = velocidade inicial

a = aceleração

t = tempo

Posição em função do tempo [$s = f(t)$]

$$s = s_0 + v_0 \times t + \frac{a}{2} \times t^2$$

EQUAÇÃO DE TORRICELLI

$$v^2 = v_0^2 + 2a \Delta s$$

onde:

v = velocidade

v_0 = velocidade inicial

a = aceleração

Δs = variação do espaço.

LANÇAMENTO VERTICAL E QUEDA LIVRE

Se soltarmos ao mesmo tempo e da mesma altura duas esferas de chumbo, pesando 1kg e a outra 2kg, qual delas chegará primeiro ao solo?

Os antigos gregos acreditavam que quanto maior fosse a massa de um corpo, menos tempo ele gastaria na queda. Será que os gregos estavam certos?

O físico italiano Galileu Galilei (1545–1642) realizou uma celebre experiência, no início do século XVII, que desmentiu a crença dos gregos. Conta-se que pediu a dois assistentes que subissem ao topo da torre de Pisa e de lá abandonassem, cada, um, um corpo de massa diferente do outro. Para surpresa geral dos presentes, os dois corpos chegaram juntos ao solo.



Quer dizer então que o tempo de queda de um corpo não depende de sua massa?

É exatamente isso: ao contrário do que a maioria das pessoas imagina, a massa de um corpo não influi no seu tempo de queda. Quer dizer então que se eu soltar, ao mesmo tempo e de uma mesma altura, uma pena e um parafuso de ferro, os dois chegarão juntos ao solo? Sim, se o experimento for feito no vácuo, sem a presença do ar, que vai atrapalhar muito o movimento da pena, que é leve. Se você realizar o experimento, certamente a pena chegará ao chão depois do parafuso, mas se o experimento for repetido numa câmara de vidro bem fechada, e do interior dela for retirado todo o ar, certamente a pena e o parafuso chegarão juntos ao chão.

Você mesmo pode verificar esse fato. Solte uma folha de papel ao mesmo tempo que uma borracha. A resistência do ar fará com que a folha chegue depois da borracha. Agora amasse bem a folha de papel e solte-a mais uma vez junto com a borracha. Eles chegam praticamente juntos ao chão, pois nessa situação o ar tem pouca influência.

LANÇAMENTO VERTICAL PARA CIMA

Um corpo lançado verticalmente para cima realiza durante a subida um movimento retilíneo uniformemente retardado, pois o módulo de sua velocidade diminui no decorrer do tempo.

Nesse movimento utilizaremos as equações do movimento uniformemente variado, estudados anteriormente.

LANÇAMENTO VERTICAL PARA BAIXO

Um corpo lançado verticalmente para baixo realiza um movimento retilíneo uniformemente acelerado, pois o módulo de sua velocidade aumenta no decorrer do tempo.

Neste momento também utilizaremos as equações do Movimento Uniformemente variado.

QUEDA LIVRE

O movimento da queda livre corresponde ao movimento de um corpo abandonado da superfície da Terra (velocidade inicial nula, $v_0 = 0$); já no lançamento vertical, deveremos imprimir ao corpo uma certa velocidade inicial ($v_0 \neq 0$), no sentido ascendente ou descendente.

Em ambos os casos (queda livre ou lançamento vertical), estaremos tratando de movimentos que se dão com aceleração constante ($a = g = 9,8 \text{ m/s}^2$); serão analisados, portanto como casos particulares de movimento uniformemente variado (MUV) e, dessa maneira, estudados a partir das mesmas equações.

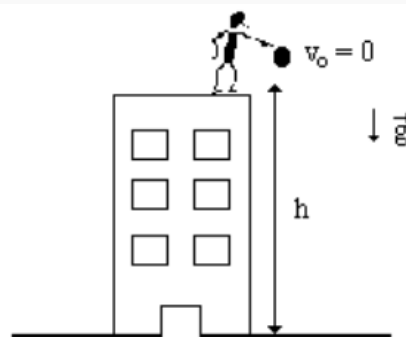


ATENÇÃO:

Na latitude de 45° e ao nível do mar $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$.

O Movimento de Queda Livre é caracterizado pelo abandono de um corpo a uma certa altura em relação ao solo.

Analisemos a seguinte situação:



Um garoto do alto do prédio abandona uma pedra. O que eu sei a respeito?

Sua velocidade inicial é $v_0 = 0$

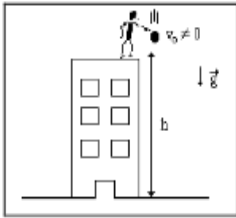
Observa-se que a medida que a pedra vai caindo sua velocidade aumenta.

Para velocidade aumentar é necessário que exista aceleração com sentido para baixo.

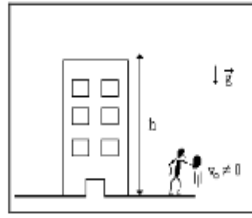
Se a pedra não possui motor de onde vem esta aceleração?

É a aceleração da gravidade, g . A aceleração é constante.

O que difere o lançamento vertical da queda livre é o fato da velocidade inicial no primeiro ser diferente de zero. No caso da queda livre só poderemos ter movimentos no sentido de cima para baixo, no caso do lançamento vertical poderemos ter movimentos em ambos os sentidos, ou seja, de cima para baixo ou de baixo para cima.



Lançamento Vertical para baixo



Lançamento Vertical para cima



Qual a velocidade, no ponto mais alto da trajetória de um Lançamento Vertical para cima?	A velocidade é igual a zero.
Qual o tipo de movimento na subida?	Movimento Retardado.
Qual o tipo de movimento na descida?	Movimento Acelerado.

EQUAÇÕES

1. Horária da Velocidade:

$$V = V_0 \pm g \cdot t$$

2. Horária da Posição:

$$H = H_0 + V_0 t \pm \frac{g t^2}{2}$$

3. De Torricelli:

$$V^2 = V_0^2 \pm 2 \cdot g \cdot \Delta H$$

4. Tempo de Subida (t_s):

$$t_s = \frac{V_0}{g}$$

5. Altura Máxima (h_{max}):

$$H_{max} = \frac{V_0^2}{2g}$$

6. Tempo de Queda (t_q):

$$T_q = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

ESTUDO DIRIGIDO

1. Um corpo, inicialmente em repouso, cai verticalmente, atingindo o solo com velocidade escalar de 40m/s. Considerando $g = 10\text{m/s}^2$ e desprezando o efeito do ar, calcule:

- a altura, relativa ao solo, de onde caiu o corpo
- o tempo de queda

2. Uma corpo é abandonado do cume de um penhasco e gasta exatamente 9s para atingir o solo. Qual a altura do prédio? Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.

3. Um corpo inicialmente em repouso é largado de uma altura igual a 80m e cai livremente. Se a resistência do ar é desprezível, qual o seu tempo total de queda?

4. Uma esfera de aço cai, a partir do repouso, em queda livre, de uma altura de 80m acima do solo. Despreza-se a resistência do ar e adota-se $g = 10\text{m/s}^2$. Calcule:

- o tempo de queda da esfera até o solo.
- o módulo da velocidade de chegada da esfera ao solo.

5. Atira-se em um poço uma pedra verticalmente para baixo, com uma velocidade inicial $v_0 = 10\text{m/s}$. Sabendo-se que a pedra gasta 2s para chegar ao fundo do poço, podemos concluir que a profundidade deste é, em metros:

- 30
- 40
- 50
- 20
- 10

6. Uma pulga pode dar saltos verticais de até 130 vezes sua própria altura. Para isto, ela imprime ao seu corpo um impulso que resulta numa aceleração ascendente. Qual é a velocidade inicial necessária para a pulga alcançar uma altura de 0,2m?

- 2m/s
- 5m/s
- 7m/s
- 8m/s
- 9m/s

MOVIMENTO CIRCULAR

É um movimento caracterizado por uma trajetória circular.

Denominamos ângulo horário ou fase o ângulo j que corresponde ao arco da trajetória OP.

Relação entre velocidade escalar e angular.

$$\Delta s = s_2 - s_1$$

$$s_2 = \varphi_2 \cdot R$$

$$s_1 = \varphi_1 \cdot R$$

$$\Delta s = \varphi_2 \cdot R - \varphi_1 \cdot R$$

$$\Delta s = (\varphi_2 - \varphi_1) \cdot R$$

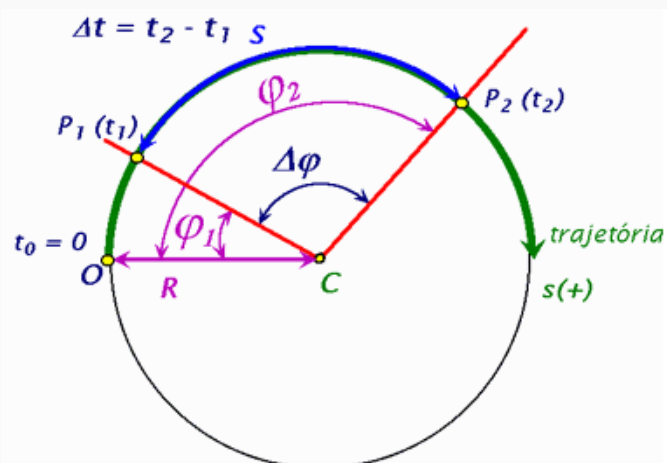
$$\Delta s = \Delta \varphi \cdot R$$

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\Delta \varphi \cdot R}{\Delta t} = \omega \cdot R$$

$$V = \omega \cdot R$$

VELOCIDADE ANGULAR MÉDIA

Seja um móvel percorrendo a trajetória da figura.



A variação de espaço angular é dada por:

$$\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1$$

Velocidade angular média

$$\omega_M = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$$

Denominamos velocidade angular média do móvel o quociente entre o ângulo descrito Δj e o tempo ΔT gasto em descrevê-lo.

A unidade de ω no SI é o radiano por segundo e indica-se rad/s.

MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

Dizemos que um móvel realiza um movimento circular uniforme quando sua trajetória é circular e o módulo do vetor velocidade permanece constante e diferente de zero.

FREQÜÊNCIA E PERÍODO

Um movimento é chamado periódico quando se repete de modo idêntico, em intervalos de tempo iguais.

Denominamos período T o tempo gasto pelo móvel para realizar uma volta completa.

Denominamos frequência f do movimento o número de voltas efetuadas unidade de tempo.

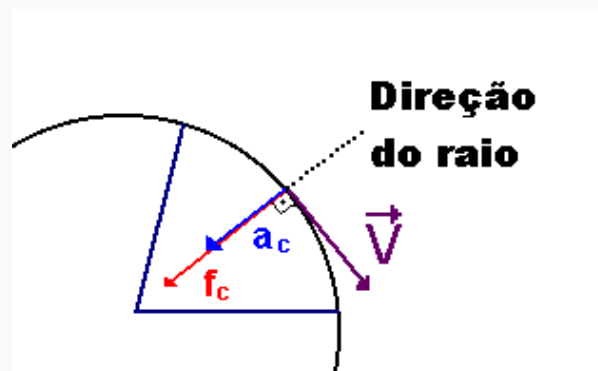
ACELERAÇÃO CENTRÍPETA

É a aceleração exclusiva do movimento circular.

A aceleração centrípeta tem por função variar a direção do vetor velocidade mantendo o móvel sobre a circunferência, produzindo o movimento circular.

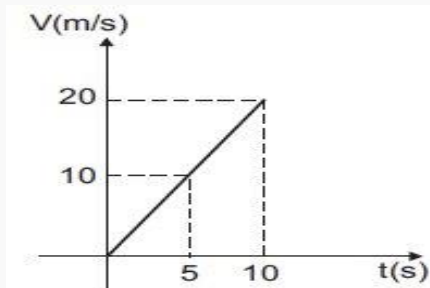
Em cada posição do móvel o vetor a_c é perpendicular ao vetor v e dirigido para o centro da circunferência. É determinada pelas equações:

$$\vec{a}_c = -\frac{|\vec{v}|^2}{r} \hat{r}$$



ESTUDO DIRIGIDO

1. O movimento de um objeto pode ser descrito pelo gráfico velocidade versus tempo, apresentado na figura abaixo.



Podemos afirmar que:

- a) a aceleração do objeto é $2,0 \text{ m/s}^2$, e a distância percorrida em $5,0 \text{ s}$ é $10,0 \text{ m}$.
- b) a aceleração do objeto é $4,0 \text{ m/s}^2$, e a distância percorrida em $5,0 \text{ s}$ é $20,0 \text{ m}$.
- c) a aceleração do objeto é $2,0 \text{ m/s}^2$, e a distância percorrida em $5,0 \text{ s}$ é $25,0 \text{ m}$.
- d) a aceleração do objeto é $2,0 \text{ m/s}^2$, e a distância percorrida em $5,0 \text{ s}$ é $50,0 \text{ m}$.

2. Um homem, caminhando na praia, deseja calcular sua velocidade. Para isso, ele conta o número de passadas que dá em um minuto, contando uma unidade a cada vez que o pé direito toca o solo, e conclui que são 50 passadas por minuto. A seguir, ele mede a distância entre duas posições sucessivas do seu pé direito e encontra o equivalente a seis pés. Sabendo que três pés correspondem a um metro, sua velocidade, suposta constante, é:

- a) 3 km/h
- b) 4,5 km/h
- c) 6 km/h
- d) 9 km/h
- e) 10 km/h

3. Quando navega a favor da correnteza, um barco desenvolve 40 km/h ; navegando contra, faz 30 km/h . Para ir de A até B, pontos situados na mesma margem, gasta três horas menos que na volta. A distância entre A e B é de:

- a) 360 km
- b) 420 km
- c) 240 km
- d) 300 km
- e) 180 km

4. Você vai para a faculdade com a velocidade média de 30 km/h e volta com a velocidade média de 20 km/h . Para ir e voltar gastando o mesmo tempo, sua velocidade média deveria ser

- a) 25 km/h
- b) 50 km/h
- c) 24 km/h
- d) 10 km/h
- e) 48 km/h

5. Um automóvel percorre um certo trecho com velocidade escalar média de 40 km/h e depois volta pelo mesmo trecho com velocidade escalar média de 60 km/h . Sua velocidade escalar média no trajeto de ida e volta foi, em km/h , igual a:

- a) 48
- b) zero
- c) 40
- d) 50
- e) 60

6. Um automóvel parte de Curitiba com destino a Cascavel com velocidade de 60 km/h . 20 minutos depois parte outro automóvel de Curitiba com o mesmo destino à velocidade 80 km/h . Depois de quanto tempo o 2.º automóvel alcançará o 1.º?

- a) 60 min
- b) 70 min
- c) 80 min
- d) 90 min
- e) 56 min

7. A respeito do conceito da inércia, assinale a frase correta:

- a) Um ponto material tende a manter sua aceleração por inércia.
- b) Uma partícula pode ter movimento circular e uniforme, por inércia.
- c) O único estado cinemático que pode ser mantido por inércia é o repouso.
- d) Não pode existir movimento perpétuo, sem a presença de uma força.
- e) A velocidade vetorial de uma partícula tende a se manter por inércia; a força é usada para alterar a velocidade e não para mantê-la.

8. O Princípio da Inércia afirma:

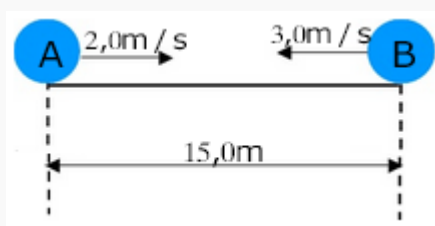
- a) Todo ponto material isolado ou está em repouso ou em movimento retilíneo em relação a qualquer referencial.
- b) Todo ponto material isolado ou está em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme em relação a qualquer referencial.
- c) Existem referenciais privilegiados em relação aos quais todo ponto material isolado tem velocidade vetorial nula.
- d) Existem referenciais privilegiados em relação aos quais todo ponto material isolado tem velocidade vetorial constante.
- e) Existem referenciais privilegiados em relação aos quais todo ponto material isolado tem velocidade escalar nula.

9. Um passageiro perdeu um ônibus que saiu da rodoviária há 5 minutos e pegou um táxi para alcançá-lo. O ônibus e o táxi descrevem a mesma trajetória e seus movimentos são

uniformes. A velocidade escalar do ônibus é de 60km/h e a do táxi é de 90km/h. O intervalo de tempo necessário ao táxi para alcançar o ônibus é de:

- a) 5 min
- b) 10 min
- c) 15 min
- d) 20 min
- e) 25 min

10. Duas bolas, A e B, de dimensões desprezíveis se aproximam uma da outra, executando movimentos retilíneos e uniformes (veja a figura). Sabendo-se que as bolas possuem velocidades escalares de módulos 2,0m/s e 3,0m/s e que, no instante $t = 0$, a distância entre elas é de 15,0m, podemos afirmar que o instante da colisão é:



- a) 1,0s
- b) 2,0s
- c) 3,0s
- d) 4,0s
- e) 5,0s

11. Alberto saiu de casa para o trabalho exatamente às 7,0 h, e o filho percebe imediatamente que o pai esqueceu sua pasta com documentos e, após 1,0 min de hesitação, sai para encontrá-lo, movendo-se também com velocidade escalar constante, percorrendo a mesma trajetória descrita pelo pai. Excelente aluno em Física, calcula que, como saiu 1,0 min após o pai, demorará exatamente 3,0 min para alcançá-lo. Para que isso seja possível, qual a velocidade escalar do carro de Pedro?

- a) 60,0 km/h
- b) 66,0 km/h
- c) 72,0 km/h
- d) 80,0 km/h
- e) 90,0 km/h

12. Uma motocicleta com velocidade escalar constante de 20,0m/s ultrapassa um trem de comprimento 100m e velocidade escalar constante de 15,0m/s. A duração da ultrapassagem é:

- a) 5s
- b) 15s
- c) 20s
- d) 25s

- e) 30s

13. As faixas de aceleração das auto-estradas devem ser longas o suficiente para permitir que um carro, partindo do repouso, atinja a velocidade escalar de 108km/h em uma estrada horizontal. Um carro popular é capaz de acelerar de 0 a 108 km/h em 15s. Suponha que a aceleração escalar seja constante.

a) Qual o valor da aceleração escalar?

b) Qual a distância percorrida em 10s?

c) Qual deve ser o comprimento mínimo da faixa de aceleração?

14. Um motorista, dirigindo seu veículo à velocidade escalar constante de 72,0 km/h, numa avenida retilínea, vê a luz vermelha do semáforo acender quando está a 35,0 metros do cruzamento, suponha que entre o instante em que ele vê a luz vermelha e o instante em que aciona os freios decorra um intervalo de tempo de 0,50 segundo. Admitindo-se que a aceleração escalar produzida pelos freios seja constante, para que o carro pare exatamente no cruzamento, o módulo dessa aceleração escalar deve ser, em m/s^2 , de:

- a) 2,0
- b) 4,0
- c) 6,0
- d) 8,0
- e) 10,0

15. Um carro viaja com velocidade escalar de 90 km/h (ou seja, 25m/s) num trecho retilíneo de uma rodovia quando, subitamente, o motorista vê um animal parado na pista. Entre o instante em que o motorista avista o animal e aquele em que começa a frear, o carro percorre 15,0m. Se o motorista frear o carro à taxa constante de $5,0m/s^2$, mantendo-o em sua trajetória retilínea, ele só evitará atingir o animal, que permanece imóvel todo o tempo, se o tiver percebido a uma distância de, no mínimo:

- a) 15,0m
- b) 31,25m
- c) 52,5m
- d) 77,5m
- e) 125,0m

VETORES

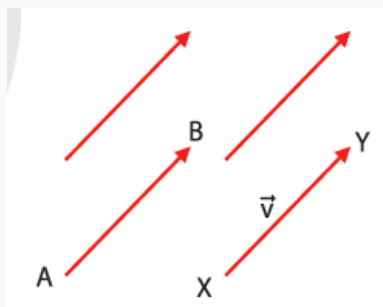
Quando alguém se desloca de uma posição para outra, não basta dizer que percorreu, por exemplo, 50m. Para que a ideia fique completa, há necessidade de se especificar além do módulo (50) e da unidade de comprimento (m) também a direção e o sentido em que o deslocamento se realizou. Quando um corpo sofre um deslocamento de uma posição A para uma posição B, essa mudança de posição é definida pelo segmento orientado AB, que une a posição inicial A à posição final B, como mostra a figura a seguir:



As grandezas que, para ficarem completamente caracterizadas, necessitam que especifiquemos módulo, direção e sentido são chamadas grandezas vetoriais (velocidade, aceleração, força etc.). Para representá-las usamos um ente matemático chamado vetor.

CONCEITO E NOTAÇÃO

Dois segmentos orientados que têm módulos, direções e sentidos iguais são chamados equipolentes. Ao conjunto dos infinitos segmentos equipolentes a um dado segmento orientado AB chamamos vetor AB e representamos por \vec{AB} , como ilustrado na figura:



ORIENTAÇÃO

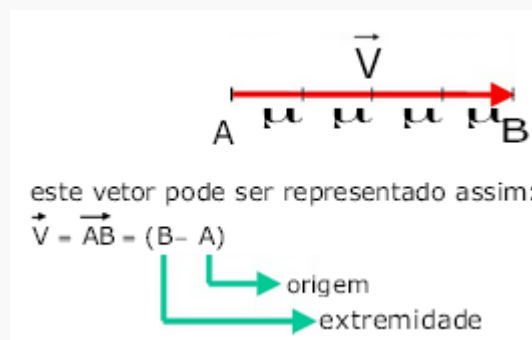
A orientação de uma grandeza consiste na indicação de sua direção e seu sentido. Para que você não confunda direção e sentido, observe o exemplo abaixo.



As retas r e s são paralelas indicando então que elas têm a mesma direção (direção horizontal). Observe que os sentidos são indicados sobre a direção (direita ou esquerda) indicando então que r e s têm sentidos opostos.

REPRESENTAÇÃO

O vetor reúne três características: módulo, direção e sentido. A grandeza vetorial será representada geometricamente por um vetor. O vetor é um segmento de reta orientado (direção e sentido). A orientação de tal segmento será a mesma orientação da grandeza que ele representa e a sua dimensão será proporcional ao módulo da grandeza vetorial.



O módulo deste vetor pode ser representado, assim:

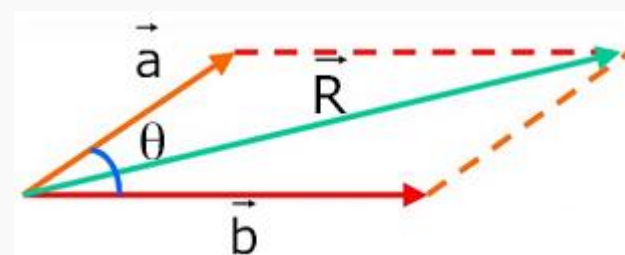
$$|\vec{V}| = V = 4\mu$$

ADIÇÃO DE VETORES

Para somar vetores, podemos utilizar dois métodos: o método do paralelogramo (para a soma de dois vetores) e o método polígono (para a soma de vários vetores).

Método do Paralelogramo

Vamos somar as grandezas vetoriais \vec{a} e \vec{b} , usando o método do paralelogramo. Observe que o vetor resultante terá seu módulo determinado pela lei dos co-senos.



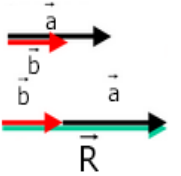
$$|\vec{R}|^2 = |\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2 + 2 \cdot |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \cos \theta$$

$$|\vec{R}| = \sqrt{|\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2 + 2 \cdot |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \cos \theta}$$

RESULTANTE MÁXIMA.

- A resultante será máxima se o $\cos\theta$ for máximo ($\cos\theta = 1$).

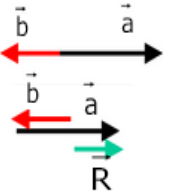
$$\theta = 0^\circ \Rightarrow \cos 0^\circ = 1:$$



$$|\vec{R}|_{\text{máx}} = \sqrt{|\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2 + 2|\vec{a}||\vec{b}|}$$

$$|\vec{R}|_{\text{máx}} = \sqrt{(|\vec{a}| + |\vec{b}|)^2} \Rightarrow |\vec{R}|_{\text{máx}} = |\vec{a}| + |\vec{b}|$$

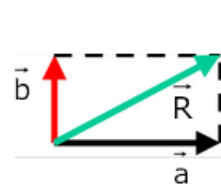
$$\theta = 180^\circ \Rightarrow \cos 180^\circ = -1:$$



$$|\vec{R}|_{\text{min}} = \sqrt{|\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2 - 2|\vec{a}||\vec{b}|}$$

$$|\vec{R}|_{\text{min}} = \sqrt{(|\vec{a}| - |\vec{b}|)^2} \Rightarrow |\vec{R}|_{\text{min}} = |\vec{a}| - |\vec{b}|$$

$$\theta = 90^\circ \Rightarrow \cos 90^\circ = 0$$

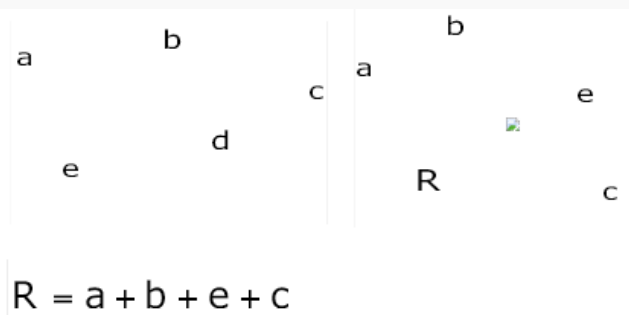


$$|\vec{R}| = \sqrt{|\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2}$$

$$|\vec{R}|^2 = |\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2 \text{ (Pitágoras)}$$

MÉTODO DO POLÍGONO

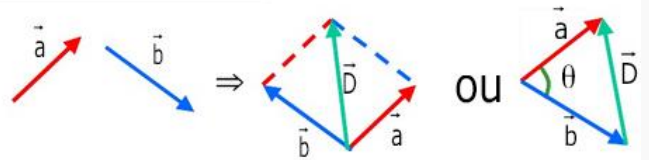
O método do polígono é usado para somar mais de dois vetores. O método consiste em ligar a extremidade do primeiro vetor na origem do segundo a extremidade do segundo na origem do terceiro e este procedimento segue até o último vetor. O vetor resultante é um vetor que deverá ser construído por nós, ligando a origem do primeiro com a extremidade do último vetor. Veja o exemplo a seguir.



DIFERENÇA DE VETORES

A diferença entre dois vetores (**a** e **b**), é na verdade a soma do vetor **a** com o oposto do vetor **b**.

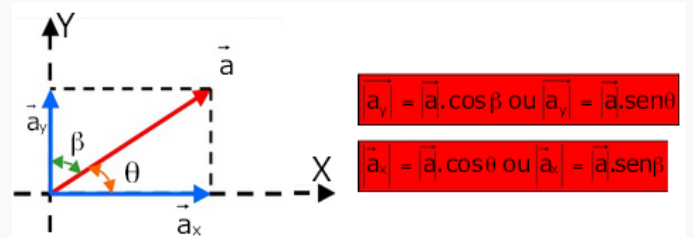
$$\vec{D} = \vec{a} - \vec{b}, \text{ mas } \vec{D} = \vec{a} + (-\vec{b})$$



$$|\vec{D}| = \sqrt{|\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2 - 2|\vec{a}||\vec{b}|\cos\theta}$$

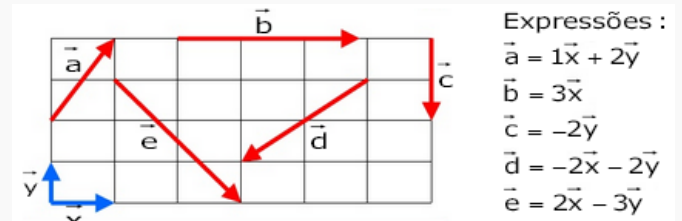
COMPONENTES PERPENDICULARES DE UM VETOR

As componentes perpendiculares de um vetor, são projeções deste vetor em duas direções perpendiculares não coincidentes com a direção dele.



VERSOR

O versor é um vetor unitário (módulo 1) que nós usamos para indicar direção e sentido.

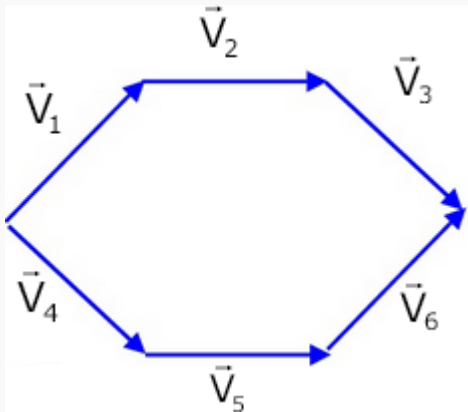


ESTUDO DIRIGIDO

1. Duas forças têm intensidades $F_1 = 10\text{N}$ e $F_2 = 15\text{N}$. O módulo da resultante não pode ser:

- a) 4N
- b) 10N
- c) 15N
- d) 20N
- e) 25N

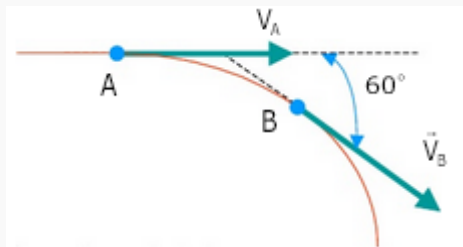
2. Com seis vetores de módulos iguais a $8u$, construiu-se o hexágono regular abaixo.



O módulo do vetor resultante desses seis vetores é igual a:

- a) $64u$
- b) $32u$
- c) $16u$
- d) $8u$
- e) zero

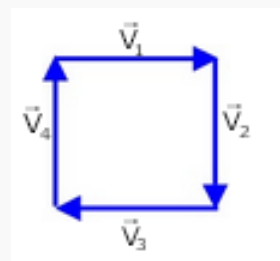
3. Um móvel entra numa curva, em um ponto A, com velocidade de módulo $3,0\text{m/s}$. Ao sair da curva, em um ponto B, sua velocidade tem módulo de $4,0\text{m/s}$ e uma direção que faz um ângulo de 60° com a direção de velocidade no ponto A. Calcule o módulo da variação da velocidade vetorial entre os pontos A e B.



4. São grandezas vetoriais a:

- a) energia cinética e a corrente elétrica.
- b) corrente elétrica e o campo elétrico.
- c) força e o calor.
- d) aceleração e o trabalho.
- e) aceleração e o campo elétrico.

5. Os quatro vetores, cada um de módulo V , representados na figura, tem soma vetorial de módulo:



- a) zero
- b) V
- c) $\sqrt{3}.V$
- d) $2.V$
- e) $4.V$