Aula 00

SED-SC (Professor - Física) Conhecimentos Específicos - 2026 (Pós-Edital)

Autor:

Henrique Goulart da Silva Urruth

30 de Março de 2026

Sumário

APRESENTAÇÃO

Faaaaaala, colega! Tudo bem contigo!?

Eu sou o **Prof Henrique Goulart**, professor de Física aqui no Estratégia Concursos, e te convido para trilharmos juntos esse caminho até a aprovação!

Visando me tornar um astrônomo, entrei no curso de Física na UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul no ano de 2005. Esse ano foi considerado o ano internacional da Física, pois foi centenário do ano miraculoso de Albert Einstein, em que ele publicou seus famosos artigos sobre o Efeito Fotoelétrico, o Efeito Browniano e a Relatividade Restrita.

Logo no meu segundo semestre, ao participar da seleção de uma bolsa de iniciação científica na área da Astrofísica, acabei sendo indicado pelo professor para um bolsa de monitoria na área do ensino. Desde então, fui picado pelo bichinho do ensino de Física e já se vão quase duas décadas dedicadas à educação! Já trabalhei com iniciação científica com crianças de todas as idades, com jovens no Ensino Médio e com jovens e adultos em cursos pré-vestibulares, onde mais me desenvolvi profissionalmente.

Em 2010, logo que me formei, iniciei com tudo em cursos populares preparatórios para ENEM e vestibulares. Em poucos anos, eu já estava trabalhando em escolas de grandes redes e nos maiores cursos preparatórios do Rio Grande do Sul. Simultaneamente, conquistei o título de Mestre em Ensino de Física, também pela UFRGS, em 2015.

Em 2019, participei de um processo seletivo para integrar a equipe do Estratégia Vestibulares e Militares, uma ramificação do Estratégia Concursos para provas do ENEM, vestibulares e concursos militares de todo o Brasil. Com mais de mil professores inscritos para o *Academy* do Estratégia, fui o único selecionado para a Física, integrando a equipe desde fevereiro de 2020.

Ao final de 2023, fui convidado para fazer parte do Estratégia Educação, ramo específico para concursos da área da educação no Estratégia Concursos.

Então, colega, vamos juntos trilhar esse caminho até a sua aprovação!

@profhenriquegoulart

/fisicaeducacional

O Curso de Física

O nosso curso foi especialmente pensado para ver todos os pontos do nosso edital, priorizando os tópicos de maiores incidências em nossas provas, conforme a nossa banca. As nossas aulas vão ser divididas em parte teórica, contextualizada na resolução de exercícios, e parte prática, que consiste em uma lista de exercícios que você deve enfrentar, contendo teoria, lista de exercícios e lista com resolução comentada.

A melhor preparação para uma prova de concurso é aquela feita através da resolução de questões. Por isso que teremos sempre, em todas as aulas, uma lista de exercícios seguida pela mesma lista resolvida e comentada. Assim, qualquer dificuldade enfrentada na resolução de algum exercício pode ser imediatamente conferida no capítulo de resolução comentada.

É esperado que, ao final de cada aula, você tenha desenvolvido e adquirido todas as ferramentas teóricas e práticas e seja capaz de resolver os exercícios específicos da banca da sua prova.

Cada questão inserida na parte teórica tem o objetivo de desenvolver e contextualizar os conceitos e treinar a relação entre esses conceitos, desenvolvendo a habilidade de interpretação e compreensão dos textos técnicos e específicos dos enunciados. Já as questões da lista de exercícios servem para desenvolver a habilidade de resolução, de forma que cada questão foi selecionada para fornecer uma ou mais ferramentas que as provas do seu concurso específico exige ou poderá exigir em suas próximas edições.

Ah, colega, não posso esquecer de te avisar que, além desse livro digital, você pode conferir a videoaula e mandar qualquer dúvida diretamente pelo Fórum de Dúvidas, na plataforma do Estratégia Concursos. As videoaulas e esse livro digital são redundantes. Ou seja, você pode estudar somente pelo livro, ou somente pelas videoaulas, ou, ainda, por ambos.

Hum, é aqui que você pode se perguntar o seguinte: "será que eu vou precisar de mais algum livro ou material complementar?" A resposta é NÃO!!! Esse material é exatamente o que você precisa para sua completa preparação para a prova!

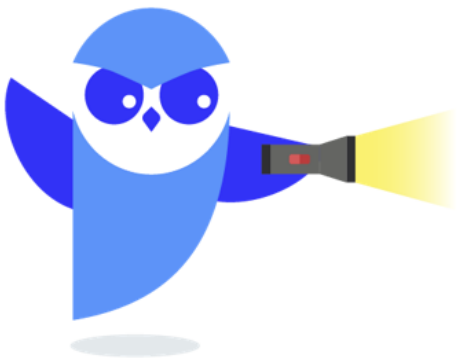
O QUE É FÍSICA

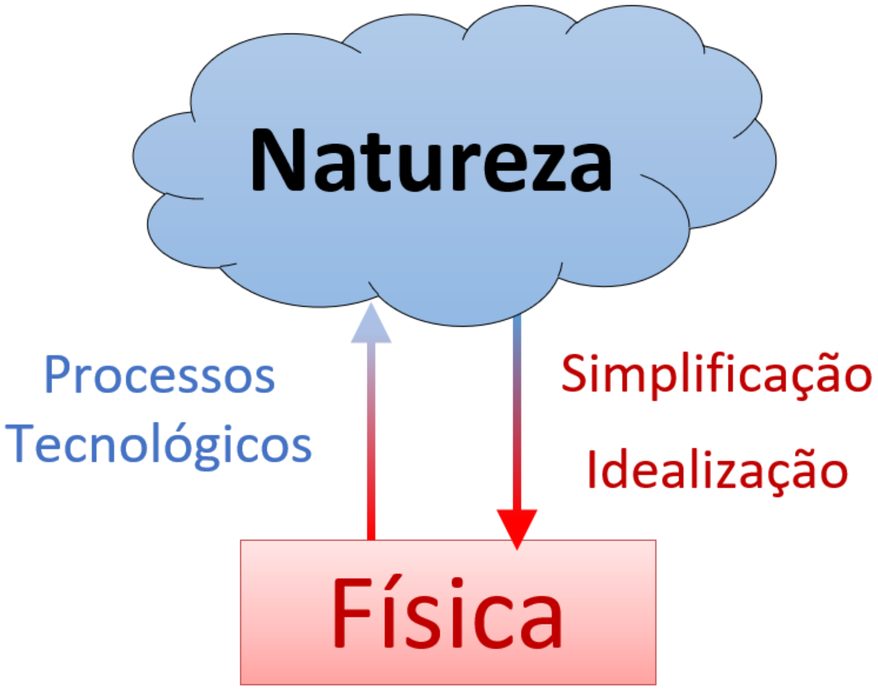
É muito curioso observar a dificuldade que temos para definir o que é Física. Colega, por incrível que pareça, para cada professor ou professora de Física que eu pergunto, sai uma definição diferente!

Nesse capítulo, eu te convido a fazer uma breve reflexão sobre o que é Física.

Em diversas fontes, podemos encontrar que a Física é a área do conhecimento que se propõe a explicar os mecanismos mais básicos dos fenômenos da natureza. É ciência que estuda a natureza no seu nível mais íntimo, mais fundamental. Segundo o dicionário do Google: "Ciência que investiga as leis do universo no que diz respeito à matéria e à energia, que são seus constituintes, e suas interações."

Veja que existem diversas maneiras de se definir o que é Física. O mais importante aqui é sabermos que **a Física não é a descrição fiel do mundo real**. A Física é a descrição fiel de um mundo ideal, esse mundo que o intelecto humano foi capaz de conceber com sua capacidade de imaginação e abstração, onde a natureza passa por um processo de simplificação, de idealização.





Aqui está o grande ponto: todas as questões das nossas provas são feitas dentro de um mundo idealizado! Por isso é importante que você saiba identificar e consiga compreender que, embora a contextualização possa ser feita a partir de uma situação real, a Física envolvida no problema sempre será idealizada.

Se alguma questão não conter em seu enunciado todas as idealizações e simplificações para, a partir de uma contextualização, chegar na Física, provavelmente teremos um caso passível de pedido de recurso de anulação!

Para explicar e descrever os fenômenos físicos, a Física acaba se organizando para descrever as propriedades dos constituintes envolvidos no fenômeno e as interações entre estes constituintes para, a partir daí, ser capaz de prever as transformações que acontecerão no sistema.

Esse entendimento de que a Física é uma idealização de situações reais nos ajuda a compreender os textos dos enunciados das questões em nossas provas, pois **todas as questões de Física tratam de situações idealizadas, caracterizando um recorte simplificado do mundo real.**

Veja que todo o conhecimento científico é resultado de um processo humano de tentar explicar a natureza utilizando definições e conceitos metafóricos para representar propriedades dessa natureza, que é extremamente complexa e caótica, e, assim, poder descrever suas relações.

Para mim, a Física nada mais é que a literatura da natureza. Essa é a minha definição de Física!

E pra você, qual a sua definição de Física?

Se você quiser, manda uma mensagem pra mim pelo Fórum de Dúvidas ou pelas minhas redes sociais me contando! Curto demais essa troca de ideias!

"Física é a literatura da natureza."

TÓPICOS FUNDAMENTAIS

Nesse capítulo, faremos uma breve revisão sobre alguns tópicos fundamentais para nosso curso, como análises de proporcionalidade e dimensionalidade, operações com vetores e ordem de grandeza.

1 - Análise de Proporcionalidade

A análise de proporcionalidade nada mais é que a escrita matemática utilizada para relacionar grandezas. Existem dois tipos básicos de relações de proporcionalidade: a relação direta e a relação inversa.

$$\boxed{A = \frac{B}{C}}$$

Relação DIRETA de Proporção:

$$A \ \alpha \ B$$

Relação INVERSA de Proporção:

$$A \ \alpha \ \frac{1}{C}$$

A **relação DIRETA de proporcionalidade** entre duas grandezas ocorre quando, em uma equação, as duas grandezas estão separadas pelo sinal de igualdade e estão na mesma posição na fração. Ou seja, as duas "em cima" (no numerador) ou as duas "embaixo" (no denominador), como se pode observar para as grandezas representadas pelas letras A e B.

Uma relação desse tipo indica que estas duas grandezas estão "ligadas" de alguma forma em um fenômeno físico, de maneira que o aumento de uma resulta em um aumento da outra, ou a redução de uma resulta na redução da outra, na mesma proporção direta.

Neste caso, entre as grandezas representadas pelas letras A e B, o aumento da grandeza B tende a aumentar a grandeza A, da mesma forma que a redução de B tende a reduzir A.

$$A\uparrow = \frac{B\uparrow}{C} \qquad\qquad A\downarrow = \frac{B\downarrow}{C}$$

A **relação INVERSA de proporcionalidade** ocorre quando, em uma equação, as duas grandezas estão separadas pelo sinal de igualdade e estão em posições inversas na fração: se uma está "em cima" (no numerador), a outra está "embaixo" (no denominador), ou vice-versa, como se pode ver para as grandezas representadas pelas letras A e C.

Uma relação desse tipo indica que estas duas grandezas estão "ligadas" de alguma forma em um fenômeno físico, de maneira que a redução de uma resulta em um aumento da outra, ou o aumento de uma resulta na redução da outra, na mesma proporção inversa.

Neste caso, entre as grandezas representadas pelas letras A e C, o aumento da grandeza C tende a reduzir a grandeza A, da mesma forma que a redução de C tende a aumentar A.

$$A\uparrow = \frac{B}{C\downarrow} \qquad\qquad A\downarrow = \frac{B}{C\uparrow}$$

Colega, confere comigo esses casos aqui e já vamos resolver um exemplo prático de prova!

Caso 1: Velocidade Média (V), Deslocamento (d) e Tempo (t).

$$\boxed{V = \frac{d}{t}}$$

Velocidade Média
ou
Rapidez Média

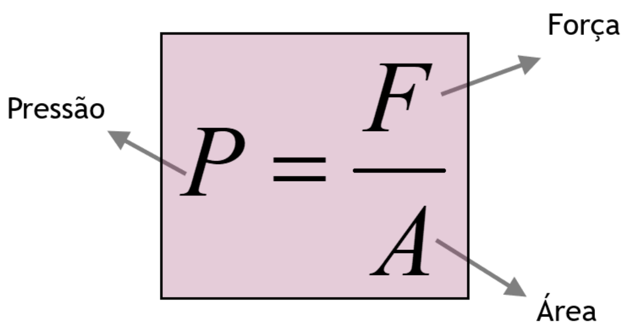
Deslocamento
ou
Distância

Tempo

Esta equação apresenta a relação entre as grandezas Velocidade, Deslocamento e Tempo, representadas pelas letras V, d e t, respectivamente. Veja que a Velocidade é diretamente proporcional ao Deslocamento e inversamente proporcional ao Tempo.

Com esta relação de proporcionalidade, podemos fazer a seguinte interpretação: em um mesmo intervalo de tempo, para que um corpo tenha maior Deslocamento, ele precisa ter maior Velocidade, pois Velocidade e Deslocamento são diretamente proporcionais. Outra interpretação possível é a de que para percorrer uma mesma distância em um menor tempo é necessário que o corpo tenha maior Velocidade, pois Velocidade e Tempo são inversamente proporcionais.

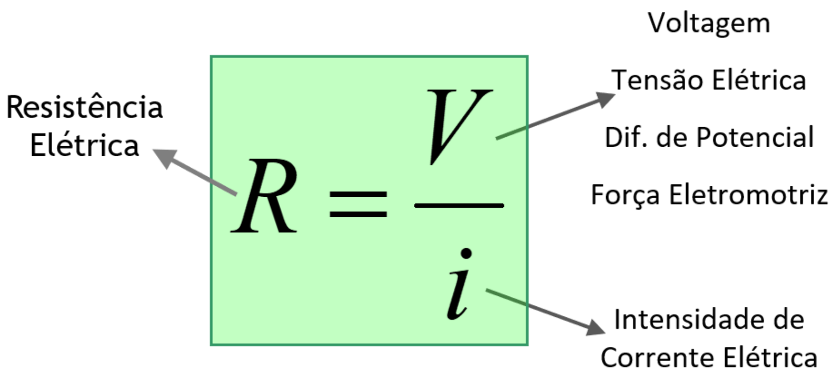
Caso 2: Pressão (P), Força (F) e Área (A).



Esta equação apresenta a relação entre as grandezas Pressão, Força e Área, representadas pelas letras P, F e A, respectivamente. Veja que a Pressão é diretamente proporcional à Força e inversamente proporcional à Área.

Com esta relação de proporcionalidade, podemos fazer a seguinte interpretação: sobre uma mesma área, aumentar a Força irá causar um aumento de Pressão, pois Pressão e Força são diretamente proporcionais. Outra interpretação possível é a de que se uma mesma Força for distribuída em uma área maior, a Pressão sofrerá uma redução, pois Pressão e Área são inversamente proporcionais.

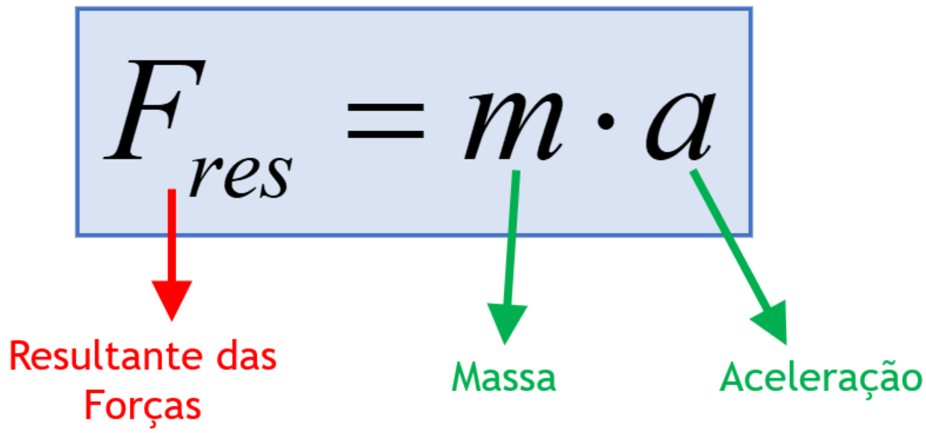
Caso 3: Resistência Elétrica (R), Tensão Elétrica (V) e Intensidade de Corrente Elétrica (i).



Esta equação apresenta a relação entre as grandezas Resistência Elétrica, Tensão Elétrica e Intensidade de Corrente Elétrica, representadas pelas letras R, V e i, respectivamente. Veja que a Resistência é diretamente proporcional à Tensão Elétrica e inversamente proporcional à Intensidade de Corrente Elétrica.

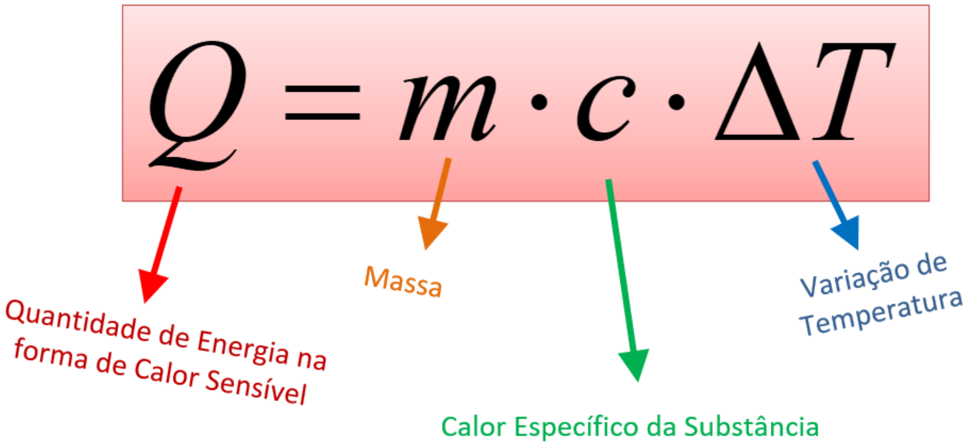
Com esta relação de proporcionalidade, podemos fazer a seguinte interpretação: se um dispositivo elétrico oferece maior resistência elétrica que outro, então é necessário que ele esteja submetido a uma tensão elétrica maior para que em ambos circule a mesma intensidade de corrente, pois Resistência e Tensão Elétrica são diretamente proporcionais. Outra interpretação possível é a de que se um resistor estiver submetido a uma mesma tensão elétrica, um aumento de corrente somente será possível se ocorrer uma redução na resistência, pois resistência e corrente são inversamente proporcionais.

Caso 4: Resultante das Forças (F_{res}), Massa (m) e Aceleração (a).



Esta equação apresenta a relação entre a Resultante das Forças, a Massa e a Aceleração, representadas por F_{res}, m e a, respectivamente. Veja que a Resultante das Forças sobre um corpo é diretamente proporcional à massa e à aceleração. Portanto, quanto maior a massa de um corpo, maior deve ser a resultante das forças sobre ele para que ele mantenha uma determinada aceleração. Da mesma maneira, um corpo de determinada massa terá maior aceleração quando submetido a uma resultante de forças maior.

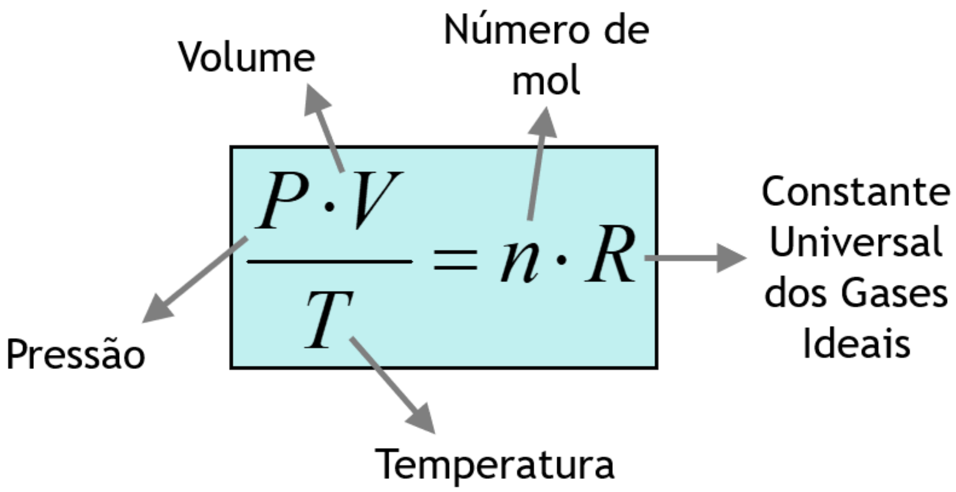
Caso 5: Quantidade de Energia na forma de Calor Sensível (Q), Massa (m), Calor Específico (c) e Variação de Temperatura.



Veja que, quanto mais massa, maior o calor específico da substância na qual ele for feito e maior for a variação de temperatura, maior é a quantidade de energia na forma de calor envolvida no processo.

Se nós temos dois corpos, A e B, de mesma massa e de iguais calores específicos, se o corpo A sofreu o dobro da variação de temperatura que o corpo B, então é porque ele recebeu, também, o dobro de energia na forma de calor que o corpo B. Ou então, se dois corpos de massas iguais receberem a mesma quantidade de energia na forma de calor, então aquele que for composto por uma substância com maior calor específico sofrerá menor variação de temperatura, pois calor específico e variação de temperatura são inversamente proporcionais.

Caso 6: Pressão (P), Volume (V), Temperatura(T), Número de Mol (n) e a Constante Universal dos Gases Ideais (R).



Esta equação também pode ser escrita da seguinte maneira:

$$\boxed{P \cdot V = n \cdot R \cdot T}$$

Veja que o produto da pressão pelo volume é diretamente proporcional ao número de mol e à temperatura. A constante R, como o próprio nome diz, não varia.

Assim, por exemplo, se um determinado sistema que contém um gás ideal, no interior de um recipiente rígido totalmente fechado, for aquecido e sua temperatura ficar 20 vezes maior, a pressão no interior desse recipiente também ficará 20 vezes maior, pois pressão e temperatura são diretamente proporcionais.

Caso 7: Energia Cinética (E_c), Massa (m) e Velocidade (v).

Massa

Energia Cinética

$$\boxed{E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}}$$

Velocidade

A energia cinética associada a um corpo é diretamente proporcional à sua massa e ao quadrado de sua velocidade. Ou seja, se um determinado corpo de massa m aumentar sua velocidade, sua energia cinética sofrerá um aumento pelo quadrado deste fator.

Se um corpo duplica sua velocidade, então sua energia cinética quadruplica! Se um corpo aumentar sua velocidade x3, então, sua energia cinética sofrerá um aumento de $x3^2$, ou seja, ficará 9 vezes maior. Da mesma forma, um aumento de quatro vezes na velocidade, fará com que a energia cinética aumente 16 vezes! Isto ocorre justamente pela relação direta da E_C com v^2.

EXEMPLIFICANDO

Se liga nesse exemplo aqui!

(SEED - AP/2012 - Universa) Considere que o planeta Marte gira em torno do Sol em uma órbita circular, com velocidade angular constante. Se o raio da órbita do planeta permanecer inalterado e a massa do Sol aumentar dezesseis vezes, a velocidade angular de Marte

A) aumentará duas vezes.

B) aumentará quatro vezes.

C) aumentará dezesseis vezes.

D) diminuirá dezesseis vezes.

E) não será alterada.

Comentários:

Na situação apresentada, devemos perceber que a força responsável por manter o planeta Marte em órbita ao redor do Sol é a força gravitacional entre eles. Como o planeta Marte realiza uma órbita circular, conforme a idealização no enunciado, a força gravitacional acaba por ser a própria resultante centrípeta.

Assim, a partir da Segunda Lei de Newton, podemos escrever uma relação para a velocidade angular para o planeta Marte:

$$\boxed{F_{Res} = m \cdot a}$$

$$F_{Grav} = m \cdot a_{MCU}$$

A força gravitacional é dada pela Lei de Newton da Gravitação Universal:

$$\boxed{F_{Grav} = \frac{G \cdot M \cdot m}{R^2}}$$

Já a aceleração centrípeta para uma partícula em Movimento Circular Uniforme pode ser dada pela seguinte relação:

$$\boxed{a_{MCU} = \omega^2 \cdot R}$$

Assim, ficamos:

$$F_{Grav} = m \cdot a_{MCU}$$

$$\frac{G \cdot M \cdot m}{R^2} = m \cdot \omega^2 \cdot R$$

Sendo m a massa de Marte, M a massa do Sol, R a distância entre seus centros de massa, ω a velocidade angular de Marte e G a constante da gravitação universal, temos a seguinte relação:

$$\omega = \sqrt{\frac{G \cdot M}{R^3}}$$

Veja que se a massa do Sol aumentar 16 vezes, a velocidade angular de marte aumenta somente 4 vezes, pois a velocidade angular é diretamente proporcional à raiz quadrada da massa do corpo ao qual se orbita, nesse caso.

$$\omega_{nova} = \sqrt{\frac{G \cdot 16M}{R^3}}$$

$$\omega_{nova} = 4 \cdot \sqrt{\frac{G \cdot M}{R^3}}$$

$$\omega_{nova} = 4 \cdot \omega$$

Portanto, ao aumentar a massa do Sol dezesseis vezes, mantendo inalterado o raio da órbita de Marte, a velocidade angular de marte aumenta o equivalente a 4 vezes.

Gabarito: B

2 - Análise de Dimensionalidade

Esse é um dos capítulos mais importantes do nosso curso!

A análise de dimensionalidade, ou simplesmente análise dimensional, é a representação de uma grandeza física a partir de suas unidades de medida e o entendimento dos prefixos de unidades e suas respectivas ordens de grandeza.

2.1 – O Sistema Internacional de Unidades

Uma grandeza física representa, de forma metafórica, algo na natureza que pode ser medido, estimado ou verificado de forma direta ou indireta, através de medidas ou de cálculos.

O Sistema Internacional de Unidades, o SI, padroniza sete unidades de medida para sete grandezas físicas, chamadas de unidades básicas do SI. Veja a tabela que segue:

Tabela 1: Unidades Básicas do Sistema Internacional de Unidades - SI.

Grandeza	Unidade Base	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Corrente Elétrica	ampere	A
Temperatura	kelvin	K
Quantidade de Matéria	mol	mol
Intensidade Luminosa	candela	cd

Todas as outras unidades de medida são derivações destas sete unidades básicas do sistema padrão internacional. Veja alguns exemplos na tabela abaixo:

Tabela 2: Grandezas derivadas e suas respectivas unidades de medida.

Grandeza Derivada	Símbolo	Unidade Derivada	Símbolo
Área	A	metro quadrado	m^2
Volume	V	metro cúbico	m^3
Velocidade	V	metro por segundo	m/s
Aceleração	a	metro por segundo ao quadrado	m/s^2
Força	F	newton	$N = kg.m/s^2$
Trabalho	W	joule	J = N.m
Calor	Q	joule	J = N.m
Pressão	P	pascal	$Pa = N/m^2$
Potência	P	watt	W = J/s
Carga Elétrica	Q	coulomb	C = A.s
Tensão Elétrica	V	volt	V = J/C
Resistência Elétrica	R	ohm	Ω = V/A
Frequência	f	hertz	Hz = 1/s

Já os prefixos do SI são um conjunto de múltiplos e submúltiplos das unidades do SI. Eles são usados para representar a ordem de grandeza de valores muito maiores ou muito menores do que a unidade do SI usada sem o prefixo. A tabela abaixo apresenta alguns dos principais prefixos que aparecem em provas.

Tabela 3: Prefixos de unidades de medidas.

Prefixo	Símbolo	Número	Fator
giga	G	1000000000	10^9
mega	M	1000000	10^6
quilo	k	1000	10^3

centi	c	1/100	10^{-2}
-mili	m	1/1000	10^{-3}
micro	µ	1/1000000	10^{-6}
nano	n	1/1000000000	10^{-9}

Colega, confere comigo esses casos aqui e já vamos resolver um exemplo prático de prova!

Caso 1: Unidade de Velocidade Média.

A Velocidade Média é definida pela razão do Deslocamento pelo Tempo. Assim, a unidade de medida da velocidade pode ser obtida a partir das unidades de medida de deslocamento, que é o metro, e do tempo, medido em segundos.

$$\boxed{V = \frac{d}{t}}$$

$$[V] = \frac{[d]}{[t]}$$

$$[V] = \frac{m}{s}$$

Assim, chegamos que a unidade de medida de velocidade é igual a metro por segundo m/s.

Os colchetes indicam a operação de "unidade de medida de" para uma grandeza.

Deixamos a grandeza que queremos descobrir a unidade dentro dos colchetes e substituímos as respectivas unidades de medidas das outras grandezas.

Caso 2: Unidade de Pressão.

Da mesma forma, podemos descobrir a unidade de medida de Pressão, que é definida pela razão da Força pela Área.

$$\boxed{P = \frac{F}{A}}$$

$$[\mathrm{P}] = \frac{[F]}{[A]} = \frac{N}{m^2} = Pa$$

Assim, a unidade de medida de Pressão é igual a newton por metro ao quadrado, N/m^2, que também pode ser chamada de pascal, cujo símbolo é o Pa.

Caso 3: Unidade de Resistência Elétrica.

A Resistência Elétrica é definida pela razão da Tensão Elétrica pela Intensidade de Corrente.

$$\boxed{R = \frac{V}{i}}$$

$$[\mathrm{R}] = \frac{[V]}{[i]} = \frac{V}{A} = \Omega$$

Assim, a unidade de medida de Resistência Elétrica é igual a volt por ampere, V/A, que é equivalente à unidade ohm, cujo símbolo é o Ω.

Caso 4: Unidade de Força.

Vimos que a Resultante das Forças é igual ao produto da Massa pela Aceleração.

$$\boxed{F_{res} = m \cdot a}$$

$$[\mathrm{F_{res}}] = [\mathrm{m}] \cdot [\mathrm{a}]$$

$$[\mathrm{F_{res}}] = kg \cdot \frac{m}{s^2} = N$$

Assim, a unidade de medida de Força é igual a quilograma, metro por segundo ao quadrado, $kg \cdot m/s^2$, que também pode ser chamada de newton, cujo símbolo é o N.

Caso 5: Unidade de Calor Específico.

A Quantidade de Energia na forma de Calor é igual ao produto da Massa, pelo Calor Específico da Substância e pela Variação de Temperatura.

$$\boxed{Q = m \cdot c \cdot \Delta T}$$

$$[Q] = [\mathrm{m}] \cdot [c] \cdot [\Delta \mathrm{T}]$$

$$J = kg \cdot [c] \cdot K$$

$$\frac{J}{kg \cdot K} = [c]$$

Assim, a unidade de medida de Calor Específico é o $J/(kg \cdot K) = J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$.

Caso 6: Unidade da Constante Universal dos Gases Ideais.

A equação abaixo apresenta a relação entre as grandezas Pressão, Volume, Temperatura, Número de Mol e a Constante Universal dos Gases Ideais.

$$\boxed{P \cdot V = n \cdot R \cdot T}$$

$$[\mathrm{P}] \cdot [V] = [n] \cdot [R] \cdot [\mathrm{T}]$$

$$\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2} \cdot m^3 = mol \cdot [R] \cdot K$$

$$N \cdot m = mol \cdot [R] \cdot K$$

$$\frac{N \cdot m}{mol \cdot K} = [R]$$

$$\frac{J}{mol \cdot K} = [R]$$

A unidade de medida da Constante Universal dos Gases Ideais é o $J/(mol \cdot K) = J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$.

Se liga nesse exemplo aqui!

(SEE - AC/2013 - FUNCAB) A unidade da grandeza resultante do produto de uma tensão em volts e uma corrente elétrica em ampères é:

A) joule.

B) ampère.

C) newton.

D) watt.

E) coulomb.

Comentários:

A potência corresponde à rapidez da conversão de energia e é definida pela razão entre a quantidade de energia envolvida em um processo pelo respectivo intervalo de tempo Δt.

Ao considerar a energia potencial elétrica entre cargas puntiformes U, podemos chegar no produto citado no enunciado da questão.

$$\boxed{P = \frac{U}{\Delta t}}$$

$$P = \frac{\left(\frac{k\,Q\,q}{d}\right)}{\Delta t}$$

Sendo k a constante eletrostática do meio, Q e q as quantidades de carga elétrica líquidas dos corpos considerados e d a distância entre eles, temos a seguinte relação:

$$P = \frac{k\,Q}{d} \cdot \frac{q}{\Delta t}$$

Note que o termo da esquerda representa o potencial elétrico (ou tensão) e o termo da direita representa a intensidade de corrente elétrica.

Assim, temos:

$$\boxed{P = V \cdot i}$$

Podemos, agora, fazer uma análise dimensional nessa equação:

$$[P] = [V] \cdot [i]$$

$$W = V \cdot A$$

watt = volt x ampere

O produto da tensão, dada em volts, pela corrente elétrica, dada em amperes, corresponde à potência elétrica, que é medida em watt, opção presente na alternativa D.

Gabarito: D.

Nesse próximo exemplo, utilizamos a análise de proporcionalidade para escrever a relação e a análise dimensional para chegar à resposta.

(SEDU - ES/2016 - FCC) Quando um corpo se move no interior de um fluido com velocidade v, a força de resistência que ele sofre é proporcional à v. A unidade da constante dessa proporcionalidade, no Sistema Internacional, é

A) kg . s^{-1}

B) kg . s^{-2}

C) kg . m^{-1}

D) kg . m^{-1} . s^{-1}

E) kg . m . s^{-1}

Comentários:

Sabendo que o módulo da força de resistência sobre um fluido é diretamente proporcional a v, então podemos utilizar a seguinte equação:

$$\boxed{\mathrm{F = C \cdot v}}$$

Ao realizarmos uma análise dimensional, temos:

$$[F] = [C] \cdot [v]$$

Reescrevendo a equação com as unidades de medida no SI, sabendo-se que $N = kg\ m/s^2$ e que a velocidade pode ser dada em m/s, no SI, ficamos com o seguinte:

$$\mathrm{N = [C] \cdot \frac{m}{s}}$$

$$\mathrm{\frac{kg \cdot m}{s^2} = [C] \cdot \frac{m}{s}}$$

$$[\mathrm{C}] = \frac{kg}{s} = kg \cdot s^{-1}$$

Portanto, a constante C deve ter unidade de $kg \cdot s^{-1}$ para que a equação seja dimensionalmente coerente, respeitando a equivalência indicada pela igualdade.

Gabarito: A.

2.2 – Ordem de uma Grandeza

A ordem de grandeza é dada pela potência da notação científica de base 10 utilizada para representar um número. Todo número pode ser escrito como 10 elevado a alguma coisa. Por exemplo:

1 é igual a 10 elevado a zero.

2 é aproximadamente igual a 10 elevado a 0,3.

3 é aproximadamente igual a 10 elevado a 0,48.

4 é aproximadamente igual a 10 elevado a 0,6.

5 é aproximadamente igual a 10 elevado a 0,7.

6 é aproximadamente igual a 10 elevado a 0,78.

7 é aproximadamente igual a 10 elevado a 0,84.

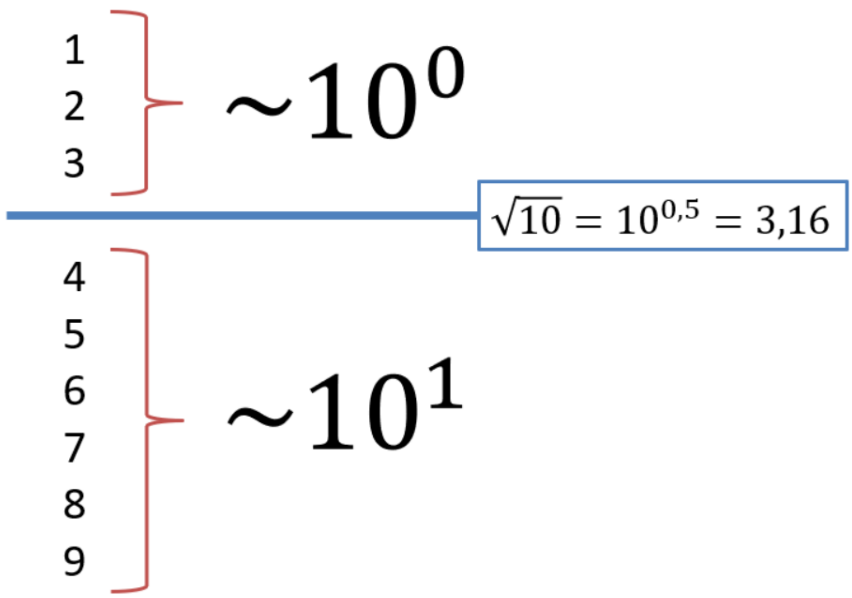
8 é aproximadamente igual a 10 elevado a 0,9.

9 é aproximadamente igual a 10 elevado a 0,95.

E, claro, 10 é igual a 10 elevado a 1.

Uma ordem de grandeza é retirada de uma notação científica: caso o valor anterior à potência de 10 na notação científica seja inferior a raiz de 10, aproximadamente 3,16, então somente a potência de 10 é mantida. Caso o valor anterior seja superior a raiz de 10, então a potência de 10 é acrescida de uma unidade em seu expoente.

Utilizamos como referência para arredondamentos o valor da raiz de 10. Todo número que seja menor que 10 elevado a 0,5, é de ordem 10 na zero. E todo número maior que 10 na 0,5 é de ordem 10^1.



Veja alguns exemplos:

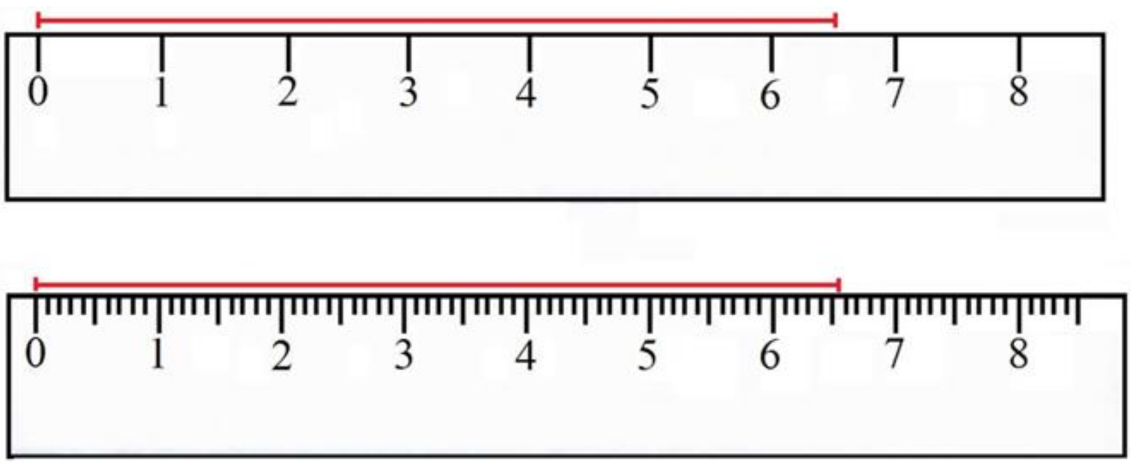
Número	Notação Científica	Ordem de Grandeza
7600	$7{,}6\times10^{3}$	10^{4}
459	$4{,}59\times10^{2}$	10^{3}
2	2×10^{0}	10^{0}
8	8×10^{0}	10^{1}
0,6	6×10^{-1}	10^{0}
0,3	3×10^{-1}	10^{-1}
0,00729	$7{,}29\times10^{-3}$	10^{-2}
0,000018	$1{,}8\times10^{-5}$	10^{-5}

Ao se saber a ordem de grandeza de um número, podemos resolver um exercício utilizando as ordens de grandeza dos valores e estimar a ordem de grandeza da resposta. Em alguns casos, já conseguimos chegar na alternativa correta!

2.3 – Algarismos Significativos

Toda aferição de medida com algum instrumento nos fornece um determinado grau de exatidão. Por exemplo, ao se medir com duas réguas o comprimento de uma linha vermelha, como a apresentada na figura a seguir, teremos diferentes graus de significância na leitura da medida, conforme cada instrumento.

A primeira régua, de cima, está com uma escala graduada em centímetros. Já a segunda, de baixo, está graduada em milímetros.



Na medida indicada pela régua de cima, temos a certeza que a medida é maior que 6 cm e menor que 7 cm. Assim, Como a linha vermelha termina aproximadamente na metade, podemos indicar como medida o valor de 6,5 cm. O algarismo "6" é efetivamente lido no aparelho, chamado de algarismo correto. Já o algarismo "5", na primeira casa após a vírgula, já é um valor incerto. Esse é chamado de algarismo duvidoso.

Em toda leitura de medida, somente podemos indicar uma aferição com significância até o primeiro algarismo incerto ou duvidoso na escala. Portanto, a quantidade de algarismos significativos vai até o primeiro algarismo duvidoso.

Nesse primeiro caso, podemos aferir, então, uma medida de 6,5 cm. Essa leitura apresenta dois algarismos significativos. Entretanto, veja que as leituras 6,4 cm ou 6,6 cm também estariam corretas, pois a incerteza está justamente no segundo algarismo significativo. Com essa primeira régua, não conseguimos aferir qualquer algarismo além do primeiro depois da vírgula.

Já na medida indicada pela régua de baixo, graduada em milímetros, podemos ter maior exatidão na medida, tendo como algarismo incerto na segunda casa depois da vírgula. Podemos ter certeza que o valor está entre 6,5 cm e 6,6 cm. Nessa escala, podemos ler o valor de 6,57 cm. O algarismo "7" é o algarismo duvidoso, na segunda casa depois da vírgula.

Portanto, nesse segundo caso, temos uma medida que pode ser indicada com três algarismo significativos, aferindo um valor de 6,57 cm.

Um detalhe importante é o de que não contamos como algarismos significativos zeros à esquerda, nem potências de dez. Ah, e quando fazemos operações com números com quantidades diferentes de algarismos significativos, a resposta deve ficar indicada e arredondada com a mesma quantidade de algarismos significativos do valor de menor quantidade de algarismos.

Se uma balança indica um valor de leitura de 9,200 g, com quatro algarismos significativos, então podemos dizer que a exatidão do instrumento está na escala do centigrama, pois o último algarismo, mais à direita, é um algarismo incerto. Veja o exemplo que segue!

(SEDUC - MA/2005 - FCC) Um professor de Física pediu que seus alunos, utilizando uma régua graduada em decímetros, efetuassem a medida da largura de uma mesa. Após efetuarem as medidas, três alunos apresentaram os seguintes valores:

aluno A: 71 cm

aluno B: 0,7 m

aluno C: 7,12 dm

Considerando o instrumento usado na medida e os algarismos significativos, a melhor avaliação foi efetuada

A) pelo aluno A.

B) pelo aluno B.

C) pelo aluno C.

D) tanto pelo aluno A como pelo B.

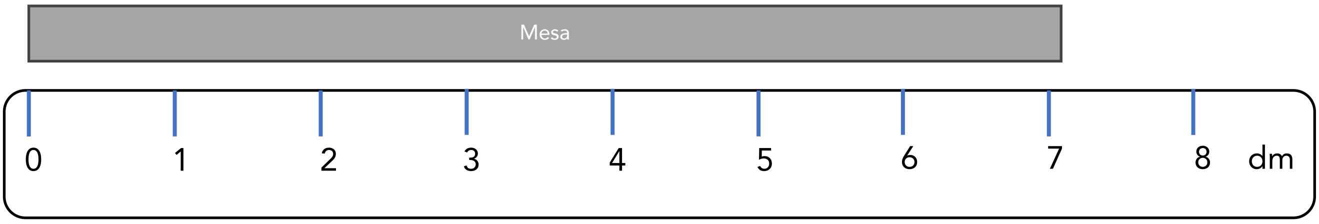
E) tanto pelo aluno B como pelo C.

Comentários:

Note que as réguas que costumamos utilizar são graduadas em centímetros, mas possibilitam a leitura de submúltiplos deste, geralmente milímetros.

De forma semelhante, uma régua graduada em decímetros pode apresentar a escala em centímetros. Ou seja, entre cada decímetro, teremos dez centímetros.

Assim, a certeza na leitura estará na escala dos centímetros, pois o menor que essa régua pode medir com exatidão será 1/10 de decímetro, que é o centímetro. Ou seja,1 dm ou 1 cm.



Assim, os valores medidos pela régua devem apresentar apenas um algarismo na casa decimal dos decímetros e mais um indicando os centímetros, apresentando uma leitura com dois algarismos significativos.

O 7,1 dm é um valor medido pela régua e lido corretamente. Em centímetros, esse valor seria 71 cm. Em metros seria 0,71 m. Aqui temos dois algarismos significativos, sendo uma leitura coerente com a exatidão da escala da régua.

O aluno que fez a melhor avaliação é o aluno A, pois indicou dois algarismos significativos na sua leitura, indicando o valor de 71 cm.

O aluno B, ao indicar 0,7 m, acabou por ler somente um algarismo significativo: o "7".

Já o aluno C pecou por adicionar um algarismo além da possível leitura, pois o 7 dm é valor efetivo e o "1", na leitura 7,1 dm, já é o algarismo incerto. Assim, não se pode aferir qualquer algarismo à direita do 1.

Gabarito: A.

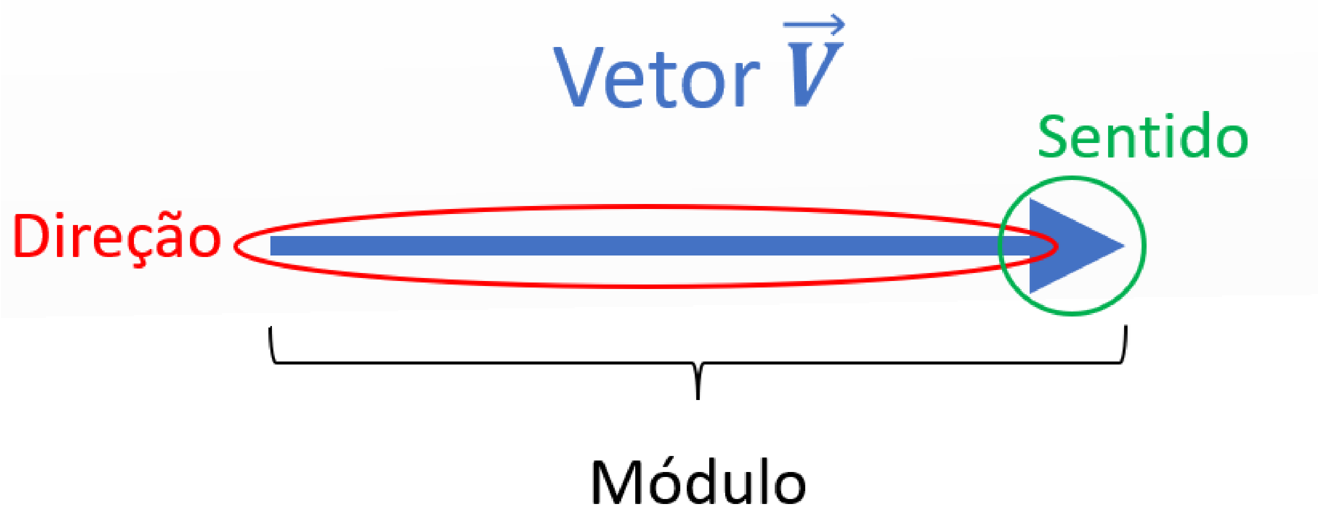
3 - Vetores e Operações Vetoriais

Nesse capítulo, vamos retomar e organizar algumas informações bem importantes sobre grandezas vetoriais.

O mais importante aqui é a gente lembrar que **toda grandeza física que tem um valor e aponta para algum lugar é classificada como grandeza vetorial.**

Um exemplo é a Força. Para descrever corretamente o efeito de uma força, por exemplo, precisamos responder a duas perguntas: quanto vale e pra onde aponta. Somente com estas duas respostas poderemos analisar completamente os efeitos físicos de uma força. O mesmo ocorre para deslocamentos, velocidades, acelerações, quantidades de movimento, impulsos, campos elétricos, induções magnéticas, etc.

Portanto, um vetor tem, sempre, duas informações associadas: Módulo e Orientação. **O Módulo indica o valor, a intensidade da grandeza. A Orientação indica a direção e o sentido da grandeza.** A direção é a linha na qual a grandeza está orientada, podendo ser na horizontal, na vertical ou inclinada. O sentido, indicado pela ponta da seta, indicando, em uma determinada direção, um dos dois sentidos possíveis.



Aqui, a parte mais importante está na notação vetorial!

Quando utilizamos um símbolo para representar um vetor, devemos colocar uma pequena setinha sobre o símbolo, como o vetor $\vec{V}$. Ou usar um destaque como o negrito, por exemplo. Só devemos cuidar para não escrever um vetor igual a um número! Por exemplo, $\vec{V} = 3$. Se de um lado da igualdade temos um vetor, do outro lado não podemos ter somente um valor.

Para representar o módulo de um vetor, podemos utilizar as seguintes opções:

- Utilizar barras de módulo:

$$|\vec{V}| = "número\ e\ unidade\ de\ medida"$$

- Simplesmente não identificar com uma setinha sobre o símbolo ou sem negrito:

$$V = "número\ e\ unidade\ de\ medida"$$

FIQUE ATENTO!

Não é correta a seguinte notação:

$$\boxed{\vec{F}_{res} = m \cdot a}$$

Veja que temos a indicação de vetor sobre a resultante das forças, do lado esquerdo da igualdade, mas não temos um equivalente vetorial do lado direito da igualdade!

Vetorialmente, podemos escrever corretamente assim:

$$\boxed{\vec{F}_{res} = m \cdot \vec{a}}$$

Ou na forma escalar, assim:

$$\boxed{F_{res} = m \cdot a}$$

Além disso, todo vetor pode ser representado por suas componentes sobre direções cartesianas (x, y e z) com o uso de vetores unitários, como "i", "j" e "k". O vetor i representa um vetor unitário (de módulo igual a 1) na direção do eixo x. O vetor j representa um vetor unitário na direção do eixo y. E o vetor k representa um vetor unitário na direção do eixo z. Podemos escrever simplesmente as letras "i", "j" e "k" ou utilizar um sinal circunflexo sobre eles: "$\hat{\imath}$", "$\hat{\jmath}$" e "$\hat{k}$".

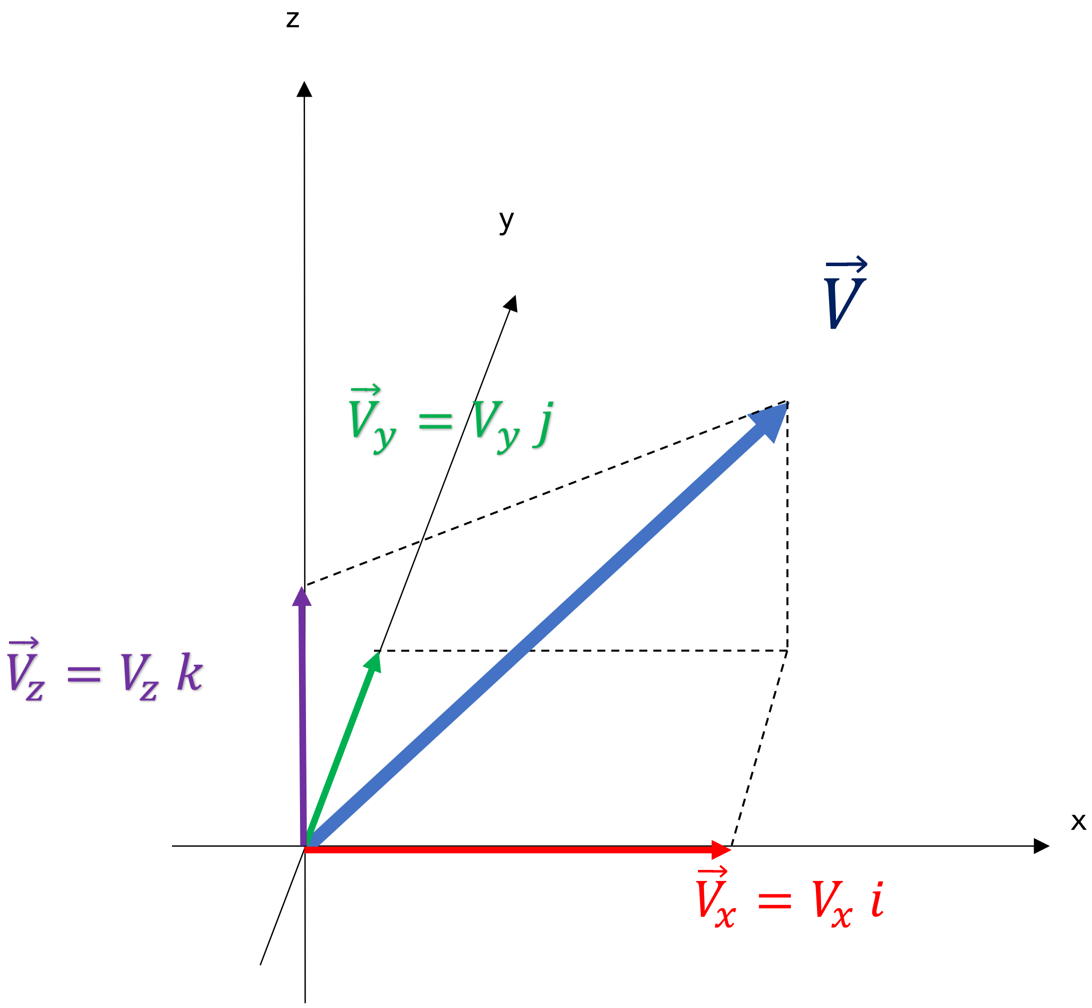
Assim, um vetor $\vec{V}$, cujas componentes $\vec{V}_x$, $\vec{V}_y$ e $\vec{V}_z$ têm módulos V_x, V_y e V_z, nas direções x, y e z, pode ser escrito da seguinte forma:

$$\vec{V} = \vec{V}_x + \vec{V}_y + \vec{V}_z$$

$$\vec{V} = V_x\, i + V_y\, j + V_z\, k$$

Ou, ainda:

$$\vec{V} = V_x\, \hat{\imath} + V_y\, \hat{\jmath} + V_z\, \hat{k}$$



A grande vantagem dessa notação é a de que já temos explícitas as componentes sobre cada eixo direcional num plano cartesiano, o que facilita a vida quando precisamos fazer operações vetoriais.

3.1 – Vetor Resultante

Para encontrar o módulo de um vetor a partir das suas componentes sobre os eixos ortogonais x, y e z, podemos utilizar a seguinte relação:

$$\boxed{|\vec{V}|^2 = |\vec{V}_x|^2 + |\vec{V}_y|^2 + |\vec{V}_z|^2}$$

$$\boxed{V^2 = V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}$$

Esse vetor $\vec{V}$ é o próprio vetor resultante da soma dos seus vetores componentes sobre os eixos x, y e z. Mas veja o seguinte, colega: o módulo do vetor resultante $\vec{V}$ é igual ao comprimento da diagonal do sólido de arestas V_x, V_y e V_z.

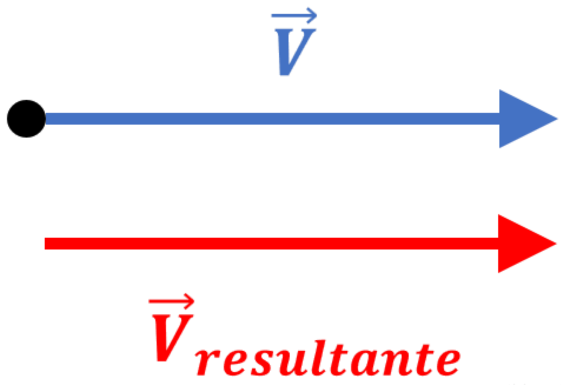
Moral da história: sempre que fazemos operações vetoriais, estamos fazendo operações com correspondentes geométricos.

Veja os casos a seguir.

Em uma dimensão podemos ter as seguintes situações para vetores resultantes:

Caso 1: Vetor resultante de vetor único.

O vetor resultante de um vetor único é o próprio vetor!

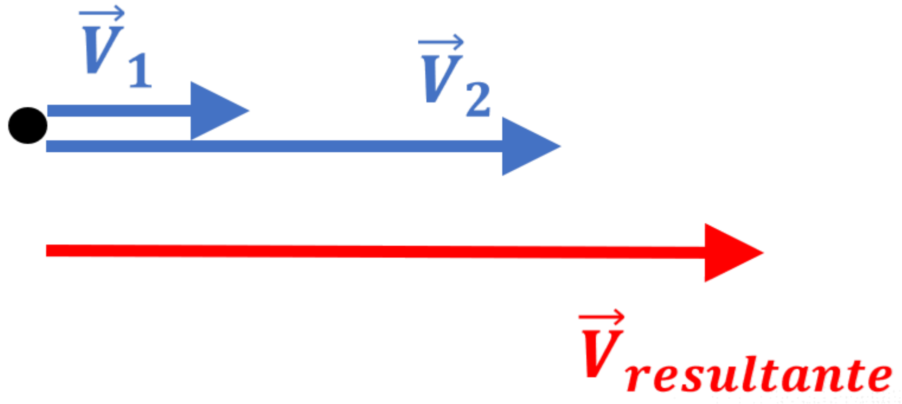


Assim, o módulo do vetor resultante é igual ao módulo do vetor $\vec{V}$.

$$|\vec{V}_{res}| = |\vec{V}|$$

$$V_{res} = V$$

Caso 2: Vetor resultante de vetores com iguais direções e sentidos.



Veja que, se escrevermos um vetor logo na extremidade do outro, teremos o vetor resultante!

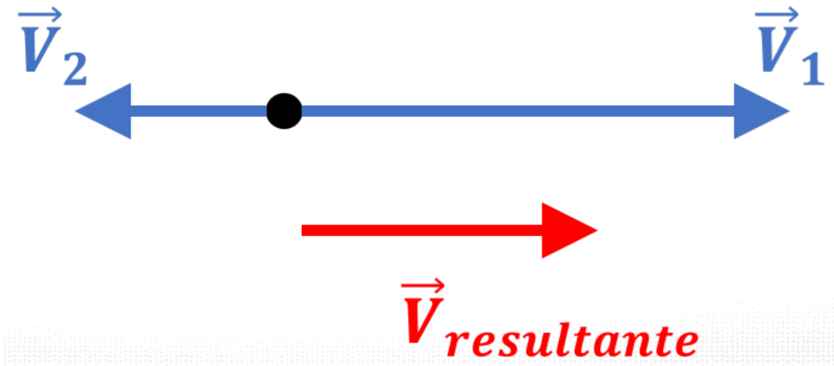
O vetor resultante terá um módulo igual à soma dos módulos dos vetores que se somam.

$$|\vec{V}_{res}| = |\vec{V}_1| + |\vec{V}_2|$$

$$V_{res} = V_1 + V_2$$

Caso 3: Vetor resultante de vetores com iguais direções e sentidos opostos.

Aqui também teremos o vetor resultante ao escrevermos um vetor logo na extremidade do outro!



O vetor resultante terá um módulo igual à soma dos módulos dos vetores que se somam. Mas, como um dos vetores está com sentido oposto ao outro, o módulo entra com sinal oposto.

$$|\vec{V}_{res}| = |\vec{V}_1| - |\vec{V}_2|$$

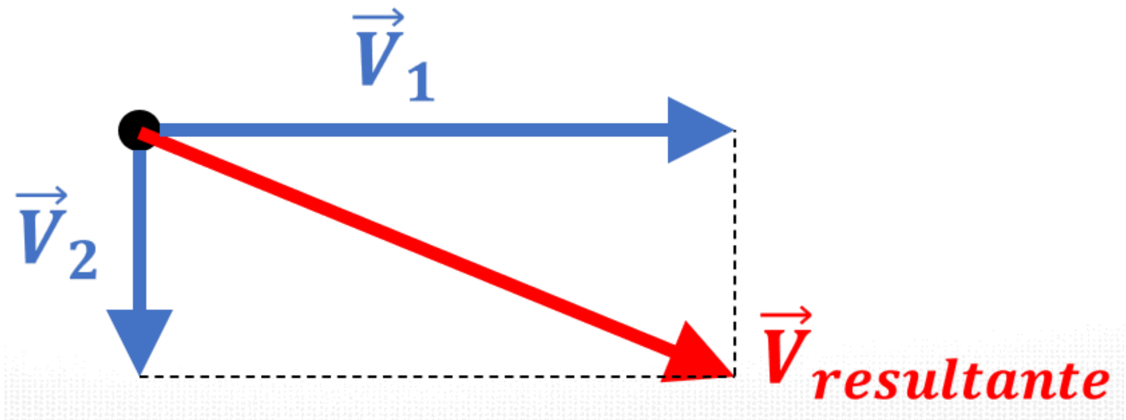
$$V_{res} = V_1 - V_2$$

A oposição de sentido de um vetor é indicada com um sinal oposto. Nesse caso aqui, o módulo de $\vec{V}_1$ foi assumido como positivo. Assim, o módulo do vetor $\vec{V}_2$ ficou com sinal oposto, negativo.

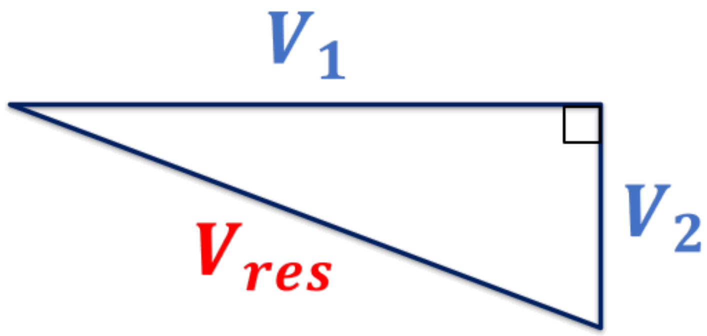
Em duas dimensões, como ocorre na grande maioria das questões em nossas provas, os vetores resultantes poderão apresentar os seguintes casos:

Caso 4: Vetor resultante de dois vetores ortogonais.

Se pegarmos um dos vetores e reposicioná-lo na extremidade do outro, formaremos um retângulo. O vetor resultante coincidirá com a diagonal desse retângulo.



Inclusive, o módulo desse vetor resultante será igual à medida dessa diagonal, que é a hipotenusa de um triângulo retângulo, cujos catetos são equivalentes aos módulos dos vetores $\vec{V}_1$ e $\vec{V}_2$. A partir do Teorema de Pitágoras, obtemos o módulo do vetor resultante.

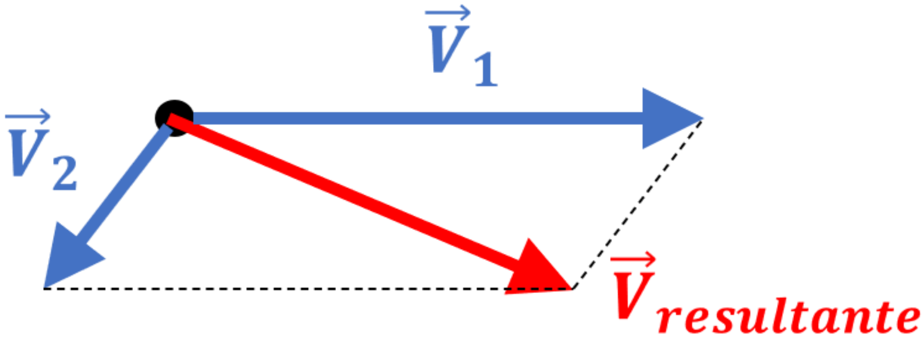


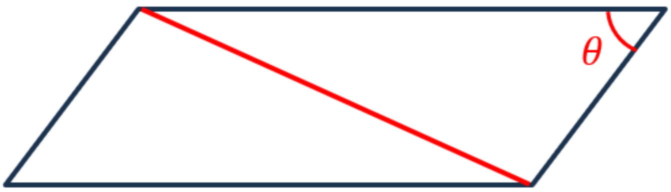
$$|\vec{V}_{res}|^2 = |\vec{V}_1|^2 + |\vec{V}_2|^2$$

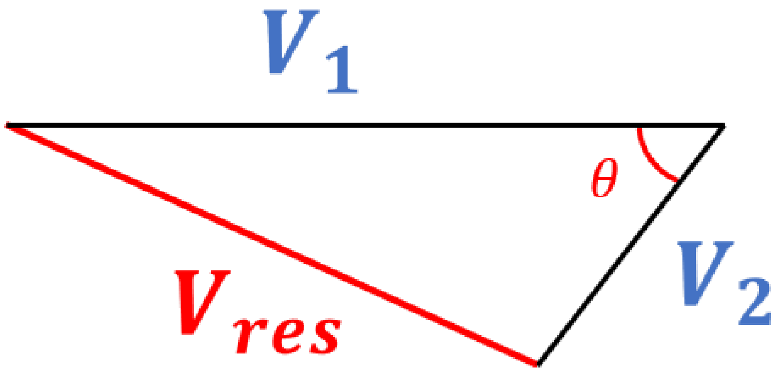
$$V_{res}^2 = V_1^2 + V_2^2$$

Caso 5: Vetor resultante de dois vetores não ortogonais.

Se pegarmos um dos vetores e reposicioná-lo na extremidade do outro, formaremos um paralelogramo. O vetor resultante coincidirá com a diagonal desse paralelogramo.







O módulo do vetor resultante será igual ao tamanho da diagonal, que pode ser dada pela Lei dos Cossenos.

$$\left|\vec{V}_{res}\right|^2 = \left|\vec{V}_1\right|^2 + \left|\vec{V}_2\right|^2 - 2 \cdot \left|\vec{V}_1\right| \cdot \left|\vec{V}_2\right| \cdot \cos\theta$$

$$V_{res}^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2 \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot \cos\theta$$

É importante enfatizar aqui que o ângulo θ tem que ser oposto ao vetor resultante.

Veja esse exemplo aqui!

(SEE - AC/2010 - FUNCAB) Uma partícula descreve uma trajetória circular de raio igual a 0,50m, com velocidade escalar constante de 10m/s. O módulo do vetor variação de velocidade vetorial ($|\overrightarrow{\Delta v}|$) entre dois pontos diametralmente opostos mede:

A) 5,0m/s

B) 10m/s

C) 20m/s

D) 40m/s

E) zero

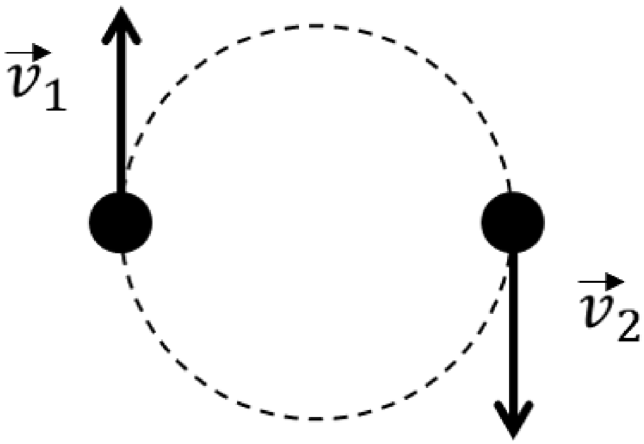
Comentários:

A variação de um vetor é dada pela seguinte relação:

$$\boxed{\overrightarrow{\Delta v} = \vec{v}_{final} - \vec{v}_{inicial}}$$

Para encontrar o módulo, devemos representar esses vetores geometricamente.

Em dois pontos diametralmente opostos, as velocidades ficam como os vetores $\vec{v}_1$ e $\vec{v}_2$ representados no esquema que segue.



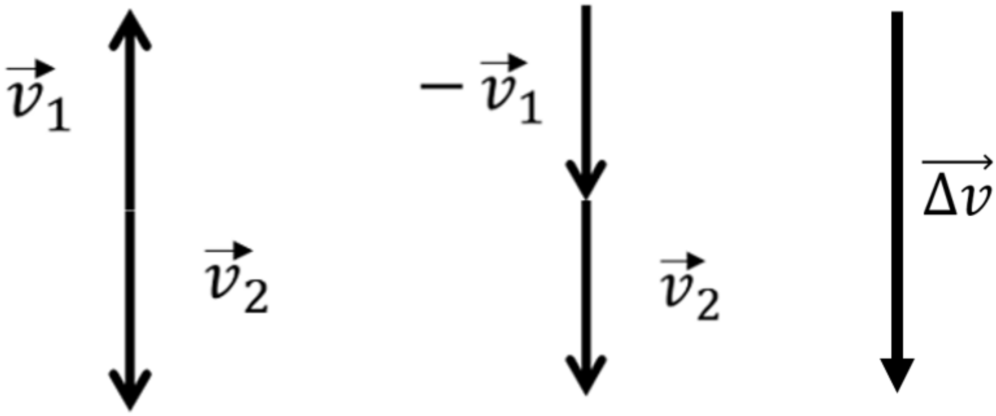
O vetor $\overrightarrow{\Delta v}$, nesse caso de movimento circular, pode ser dado da seguinte forma:

$$\overrightarrow{\Delta v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$$

O oposto do vetor $\vec{v}_1$ é o vetor $-\vec{v}_1$, que é um vetor de mesmo módulo, mas com o sentido invertido.

$$\overrightarrow{\Delta v} = \vec{v}_2 + (-\vec{v}_1)$$

Como os vetores $\vec{v}_1$ e $\vec{v}_2$ têm mesmas direções e sentidos opostos, e o vetor variação $\overrightarrow{\Delta v}$ é igual a um vetor menos o outro, podemos representar o problema geometricamente da seguinte forma:



Assim, o módulo pode ser dado pela seguinte equação:

$$|\overrightarrow{\Delta v}| = |\vec{v}_2| + |-\vec{v}_1|$$

Como os módulos de $\vec{v}_1$ e $\vec{v}_2$ valem $10\ m/s$, então o módulo de $\overrightarrow{\Delta v}$ fica:

$$|\overrightarrow{\Delta v}| = 10 + 10$$

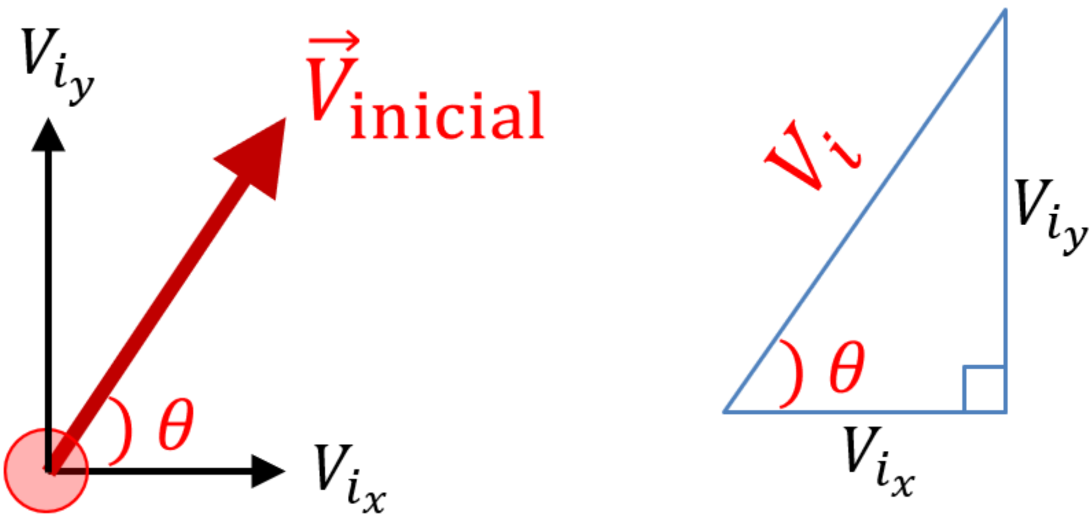
$$|\overrightarrow{\Delta v}| = 20\ m/s$$

Gabarito: C.

3.2 – Decomposição Vetorial

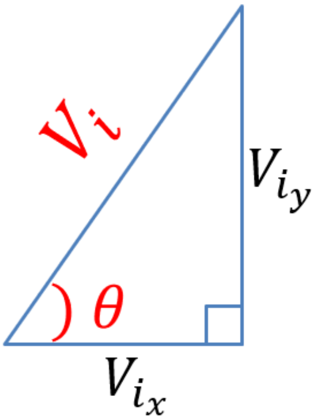
As componentes de uma grandeza vetorial podem ser determinadas com o uso da geometria.

O vetor original e suas componentes perpendiculares acabam formando um triângulo retângulo, de forma que o vetor original ocupa o lugar da hipotenusa, enquanto que suas duas componentes ocupam os lugares dos catetos.



As relações entre o vetor e seus catetos são dadas ao se utilizar o Teorema de Pitágoras e ao se escrever o seno e o cosseno para um ângulo indicado.

TOME NOTA!



Teorema de Pitágoras

$$\boxed{V_i^2 = V_{i_x}^2 + V_{i_y}^2}$$

$$\text{sen}\,\theta = \frac{V_{i_y}}{V_i} \qquad \cos\theta = \frac{V_{i_x}}{V_i}$$

$$\boxed{V_{i_y} = V_i \cdot \text{sen}\,\theta} \qquad \boxed{V_{i_x} = V_i \cdot \cos\theta}$$

3.3 – Produto Escalar

As últimas operações vetoriais que ainda precisamos ver são os produtos escalar e vetorial entre vetores. Nós utilizaremos essas operações ao avançarmos em nosso curso.

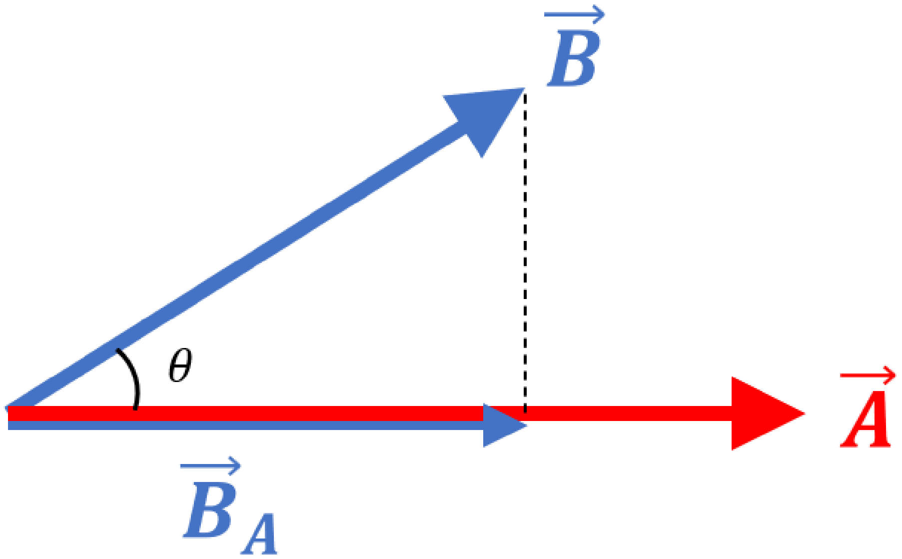
O produto escalar entre dois vetores, também chamado de produto interno, é uma operação muito utilizada na Física. Existem diversas grandezas físicas que são definidas a partir do produto escalar de outras, como, por exemplo, o Trabalho, que é definido pelo produto escalar de uma Força por um Deslocamento, e o Fluxo Magnético, definido pelo produto escalar entre os vetores Área e Indução Magnética.

O resultado de um produto escalar entre dois vetores não é um vetor! O resultado desse produto será apenas um valor, um número real.

Se tivermos dois vetores $\vec{A}$ e $\vec{B}$, definidos por $\vec{A} = A_1\, i + A_2\, j + A_3\, k$ e $\vec{B} = B_1\, i + B_2\, j + B_3\, k$, conforme suas respectivas componentes nas direções ortogonais cartesianas x, y e z, o produto escalar entre eles é definido pela seguinte relação:

$$\boxed{\vec{A} \cdot \vec{B} = A_1 \cdot B_1 + A_2 \cdot B_2 + A_3 \cdot B_3}$$

A partir da representação geométrica, bidimensional, podemos escrever uma definição mais simples e direta utilizando os módulos dos vetores $\vec{A}$ e $\vec{B}$.



O vetor $\vec{B}_A$ é a componente do vetor $\vec{B}$ sobre a direção do vetor $\vec{A}$. O módulo desse vetor vale o módulo do vetor $\vec{B}$ multiplicado pelo cosseno do ângulo entre os vetores $\vec{B}$ e $\vec{A}$.

$$|\vec{B}_A| = |\vec{B}| \cdot \cos\theta$$

Esse valor indica a medida da projeção do vetor $\vec{B}$ sobre a direção do vetor $\vec{A}$. O produto do módulo de $\vec{A}$ e o módulo de $\vec{B}_A$ é o produto escalar entre os vetores $\vec{A}$ e $\vec{B}$. Assim, podemos escrever a seguinte relação:

$$\boxed{\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| \cdot |\vec{B}| \cdot \cos\theta}$$

Uma das aplicações geométricas de um produto escalar entre vetores é o de se descobrir, a partir das respectivas coordenadas, o ângulo θ entre os vetores a partir do arco-cosseno, conforme a relação a seguir:

$$\boxed{\theta_{AB} = arc\cos\frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{|\vec{A}| \cdot |\vec{B}|}}$$

Se o produto vetorial resultar num valor positivo, então o ângulo entre os vetores é menor que 90°. Se o produto vetorial resultar num valor negativo, então o ângulo entre os vetores é maior que 90°. E, se o produto vetorial for nulo, então os vetores são ortogonais, formando um ângulo 90°.

3.4 – Produto Vetorial

O produto vetorial entre dois vetores também é uma operação muito utilizada na Física. Existem diversas grandezas físicas que são definidas a partir do produto vetorial de outras. Veja a listinha que segue com alguns exemplos.

- Momento de uma Força ou Torque, definido pelo produto de um vetor Raio e um vetor Força.

$$\boxed{\vec{M}_F = \vec{R} \times \vec{F}}$$

- Momentum Angular, ou Quantidade de Movimento Angular, definido pelo produto de um vetor Raio pelo vetor Quantidade de Movimento Linear (ou Momentum Linear), que, por sua vez, é dado pelo produto da Massa pela Velocidade.

$$\boxed{\vec{L} = \vec{R} \times \vec{p} = \vec{R} \times (m \cdot \vec{v})}$$

- Força Magnética sobre uma partícula eletricamente carregada, em movimento, no interior de um campo magnético, conforme a Lei de Lorentz, é dada pelo produto da quantidade de carga elétrica líquida da partícula pelo produto vetorial entre os vetores Velocidade e Indução Magnética.

$$\boxed{\vec{F}_{mag} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}}$$

O resultado de um produto vetorial entre dois vetores é um vetor perpendicular ao plano definido pelos vetores multiplicados!

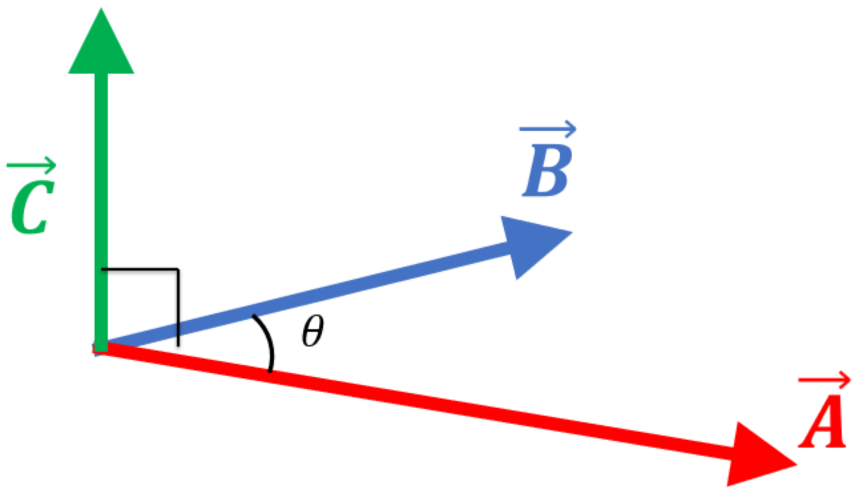
Se tivermos dois vetores $\vec{A}$ e $\vec{B}$, definidos por $\vec{A} = A_1\, i + A_2\, j + A_3\, k$ e $\vec{B} = B_1\, i + B_2\, j + B_3\, k$, conforme suas respectivas componentes nas direções ortogonais cartesianas x, y e z, o produto vetorial entre eles é definido pela seguinte relação, que resulta num outro vetor, que vou chamar de vetor $\vec{C}$.

$$\boxed{\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B} = (A_2 \cdot B_3 - A_3 \cdot B_2)\, i + (A_3 \cdot B_1 - A_1 \cdot B_3)\, j + (A_1 \cdot B_2 - A_2 \cdot B_1)\, k}$$

As componentes do vetor $\vec{C}$ é dado pelo determinante apresentado na relação abaixo.

$$\boxed{\vec{A} \times \vec{B} = \vec{C} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ A_1 & A_2 & A_3 \\ B_1 & B_2 & B_3 \end{vmatrix}}$$

A partir da representação geométrica, bidimensional, podemos escrever uma definição mais simples e direta utilizando os módulos dos vetores $\vec{A}$ e $\vec{B}$.



Veja que o vetor $\vec{C}$ é perpendicular ao plano que contém os vetores $\vec{A}$ e $\vec{B}$, num sentido dado pela **Regra da Mão Direita**: posicionamos a mão direita em formato como se fosse segurar um copo e, ao mesmo tempo, elevamos o dedão, como se estivéssemos fazendo um sinal de "legal" ou "positivo", cumprimentando alguém.

Se o produto é $\vec{A} \times \vec{B}$, então os dedos da mão direita "varre" o vetor $\vec{A}$ para cima do vetor $\vec{B}$. O dedão da mão direita indicará o sentido do vetor $\vec{C}$. Entretanto, se o invertermos o produto, fazendo $\vec{B} \times \vec{A}$, o resultado será o vetor oposto de $\vec{C}$, o $-\vec{C}$. Veja que, diferentemente do produto escalar, que é comutativo, **o produto vetorial não é comutativo!**

$$\vec{A} \times \vec{B} = \vec{C}$$

$$\vec{B} \times \vec{A} = -\vec{C}$$

O módulo do vetor $\vec{C}$ pode ser dado pela seguinte relação:

$$\boxed{|\vec{C}| = |\vec{A} \times \vec{B}| = |\vec{A}| \cdot |\vec{B}| \cdot \text{sen}\,\theta}$$

Podemos destacar aqui duas aplicações geométricas para um produto vetorial. Uma é a possibilidade de se encontrar vetores perpendiculares ao plano de outro dois. E outra é de que o módulo de um produto vetorial é igual à área do paralelogramo definido e formado pelos dois vetores do produto.

(SEE - PB/2017 - IBADE) Considere uma força F=1i+1j+1k atuando em um ponto localizado pelo vetor posição R=1i–1j+1k, onde i, j e k são os vetores unitários nas direções x, y e z respectivamente. O torque dessa força é

A) 2i+2k.

B) −2i+2k.

C) 2i+2j+2k.

D) 1i+1j+1k.

Comentários:

O Momento de uma Força ou Torque é definido pelo produto de um vetor Raio (ou Posição) e um vetor Força, conforme a relação a seguir.

$$\boxed{\vec{M}_F = \vec{R} \times \vec{F}}$$

Com as componentes dos vetores, o produto vetorial pode ser calculado pelo seguinte determinante:

$$\boxed{\vec{R} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ R_1 & R_2 & R_3 \\ F_1 & F_2 & F_3 \end{vmatrix}}$$

Com o vetor $\vec{R} = R_1\,i + R_2\,j + R_3\,k = 1\,i - 1\,j + 1\,k$ e o vetor $\vec{F} = F_1\,i + F_2\,j + F_3\,k = 1\,i + 1\,j + 1\,k$, o produto vetorial fica:

$$\vec{R} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

$$\vec{M}_F = [(-1) \cdot 1 - 1 \cdot 1]\,i + [1 \cdot 1 - 1 \cdot 1]\,j + [1 \cdot 1 - (-1) \cdot 1]\,k$$

$$\vec{M}_F = [-1 - 1]\,i + [1 - 1]\,j + [1 - (-1)]\,k$$

$$\vec{M}_F = [-2]\,i + [0]\,j + [2]\,k$$

$$\vec{M}_F = -2\,i + 2\,k$$

Gabarito: B.

4 - Cinemática

A Cinemática é a descrição matemática de movimentos. Todo corpo que se move pode ter uma equação matemática (uma função) que melhor descreve seu movimento.

Não conheço ninguém que acorde de manhã com vontade de fazer a cinemática de algo! Hehehe! Se faz cinemática por uma questão prática, porque é útil, muito útil!

A Ciência é capaz de desenvolver ferramentas capazes de descrever, satisfatoriamente, os fenômenos físicos e possibilitar, a partir desta descrição, a previsão futura e passada para um determinado evento. A Cinemática é uma destas ferramentas.

Ao se fazer a cinemática de um corpo, descrevendo seu movimento com uma função matemática adequada, temos a possibilidade de saber por onde e quando este corpo irá passar, além de se estimar por onde e quando este corpo já passou.

4.1 – Conceitos Básicos

Quando as dimensões de um determinado corpo são desprezíveis no estudo de um determinado fenômeno, denomina-se esse um **ponto material**. Por outro lado, quando as dimensões do corpo devem ser consideradas, esse será um **corpo extenso**.

Por exemplo, uma pequena formiga pode ser considerada um “ponto material” quando se desloca dentro de uma garagem de uma residência. Enquanto que um veículo que manobra para estacionar não pode ser considerado “um ponto”, pois seu tamanho (e formato) é relevante para a situação.

Portanto, sempre que o tamanho e formato de um corpo for irrelevante para a solução de um problema cinemático, podemos representar este corpo como um ponto material.

Todo movimento, assim como sua descrição matemática, depende de uma referência.

Quando dizemos que um corpo está em repouso, significa que ele não está se movendo em relação a um ponto de referência. Ou seja, se você está parado em um ponto específico, e esse ponto não muda com o passar do tempo, você está em repouso em relação a esse ponto de referência. Por outro lado, se um corpo está se movendo, isso significa que sua posição está mudando com o passar do tempo em relação a esse mesmo ponto de referência. Por exemplo, se você estiver andando na rua, sua posição está mudando em relação a um ponto fixo na rua.

No entanto, é importante ressaltar que um corpo pode estar em repouso em relação a um ponto de referência, mas em movimento em relação a outro. Isso ocorre porque cada ponto de referência pode ser diferente e, portanto, pode influenciar se um objeto está ou não em movimento.

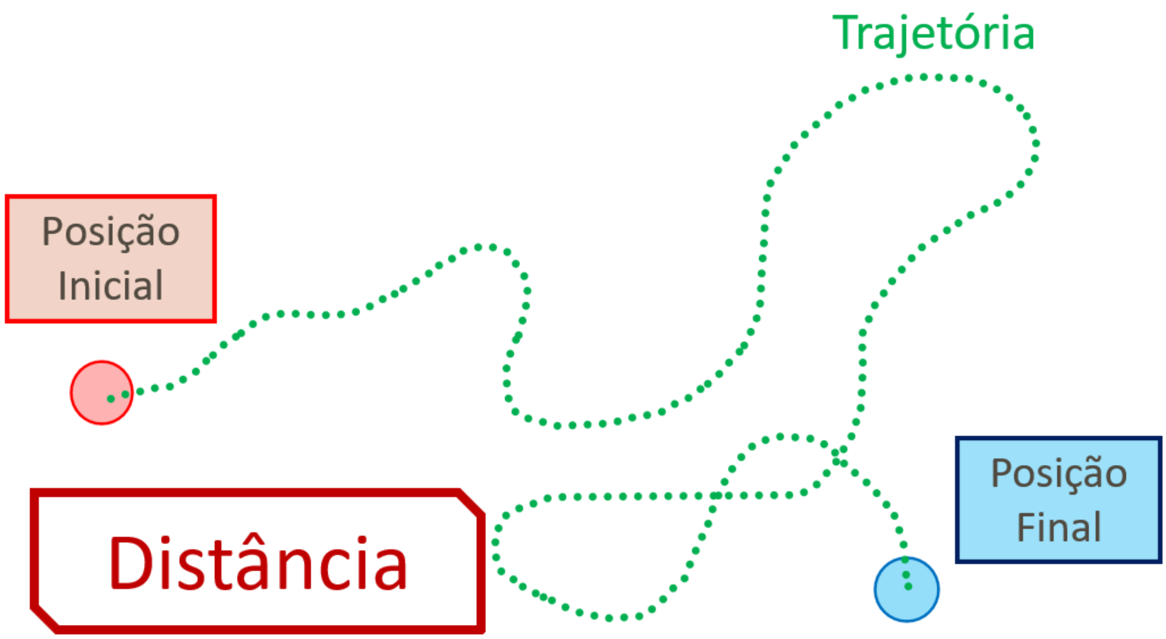
Como a Cinemática é a descrição matemática de movimentos, os referenciais que utilizaremos serão eixos cartesianos, os eixos "x" e "y", por exemplo. Assim, todas as posições de um corpo que se move serão dadas por um valor nesses respectivos eixos.

Se o movimento for unidimensional, sobre uma direção, uma linha, podemos utilizar somente um desses eixos. Em geral, utilizaremos o eixo x para a direção horizontal e para movimentos unidirecionais. Quando o movimento for em duas direções, horizontal e vertical, por exemplo, utilizaremos o eixo x na horizontal e o eixo y na vertical.

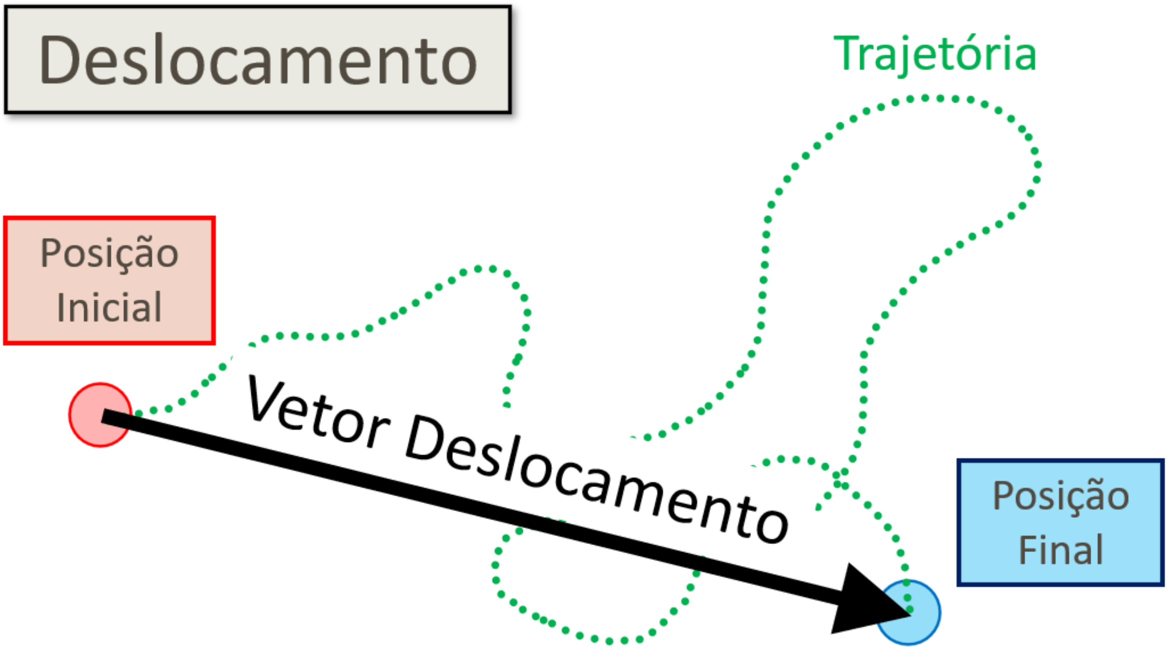
4.2 – Distância e Deslocamento

Distância e Deslocamento, embora às vezes possam se confundir, têm conceitos diferentes e fornecem informações bem distintas. Enquanto a **distância informa o comprimento de uma trajetória**, contando todos os pontos por onde um móvel passou ou poderá passar, o **deslocamento é um VETOR que aponta da posição inicial até a posição final**.

Se um corpo sai de uma posição inicial, percorre uma trajetória, como a indicada pelo traçado pontilhado, e termina no ponto indicado pela posição final, a distância percorrida pelo móvel será a medida de todo o trajeto percorrido, sendo uma grandeza escalar.



Já o deslocamento é indicado por um vetor que liga a posição inicial à posição final. Seu módulo é igual ao comprimento da seta, enquanto a orientação se dá da posição inicial à posição final.



Veja que o deslocamento ignora completamente a trajetória! Para o deslocamento, somente importam as posições inicial e final. Aqui está a principal diferença entre distância e deslocamento: para a distância, o que importa é a trajetória, enquanto que, para o deslocamento, não importa a trajetória.

4.3 – Velocidade Média e Velocidade Instantânea

A Velocidade é uma grandeza vetorial que indica para onde e quão rápido um corpo se move.

A Velocidade Média é definida como a razão (divisão) entre o Deslocamento e o Tempo.

$$Velocidade_{média} = \frac{Deslocamento}{Tempo}$$

Matematicamente, podemos escrever o valor do deslocamento, representado pela letra d, como sendo a diferença entre duas posições, a final e a inicial, para um corpo que se desloca em um referencial (eixo x, ou eixo y, ou eixo S, etc.):

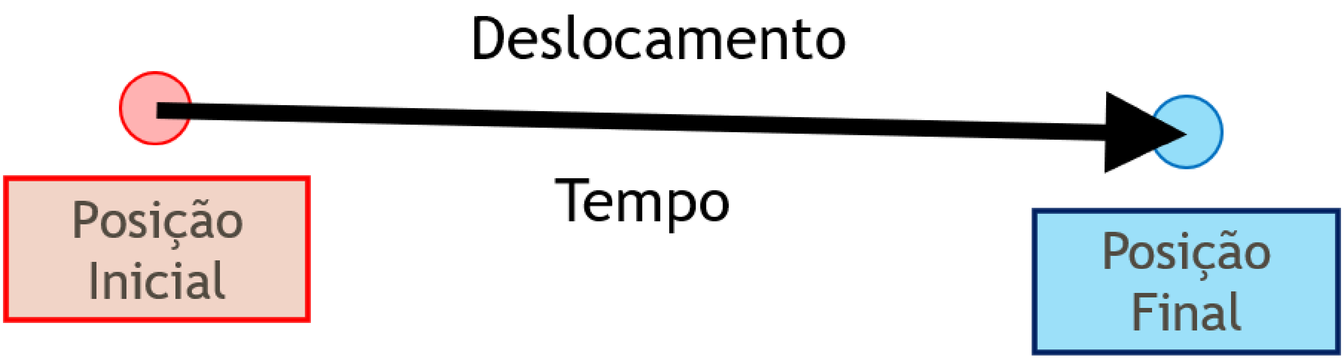
$$d = posição_{final} - posição_{inicial}$$

$$d = \Delta posição$$

$$\boxed{d = \Delta x = x_{final} - x_{inicial}}$$

Como o Δx é o deslocamento, podemos escrever a velocidade média da seguinte forma:

$$\boxed{V_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}} \qquad \boxed{V_m = \frac{d}{t}}$$



Sobre as unidades de medida, o deslocamento é um comprimento, sendo indicado em metros, no SI. O tempo, em segundos. Assim, a unidade de medida para velocidade fica:

$$[V] = \frac{[d]}{[t]}$$

$$[V] = \frac{m}{s}$$

ESCLARECENDO!

OBS: Em muito livros, bem como em anunciados de questões de provas, o símbolo utilizado para posição é a letra S. Este símbolo tem origem em uma tradução (mal feita) do termo "*Space*", em inglês, que não pode ser traduzido como "espaço" em português.

É bastante comum, em provas, nos depararmos com diferentes unidades de medida para valores de velocidade. Podemos encontrar m/s, mm/s, cm/s, km/s, além de m/min, km/min e km/h. O mais comum é o km/h.

Para converter uma velocidade indicada em km/h para m/s, por exemplo, precisamos transformar o km em m e o tempo em h para s.

Como 1 km = 1000 m e 1 h = 60 min = 3600 s, essa conversão acabará dependendo de um fator: o 3,6. Este fator vem, justamente da conversão simultânea dos km para m e das horas para segundos.

$$1\,\frac{km}{h} = \frac{1000\ m}{3600\ s} = \frac{1\ m}{3{,}6\ s} = \frac{1}{3{,}6}\ m/s$$

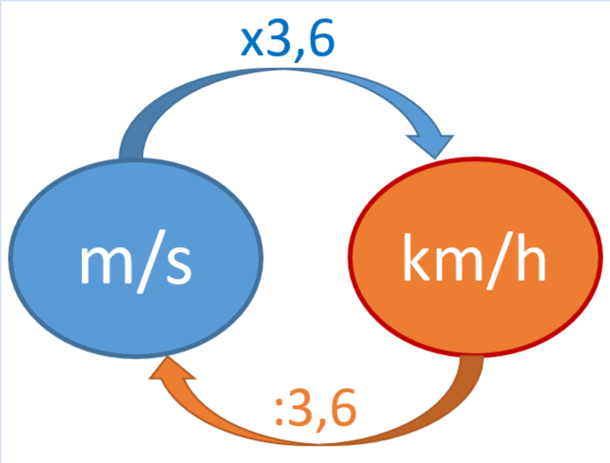
$$\boxed{1\ m/s = 3{,}6\ km/h}$$

Se uma pessoa, ao caminhar, percorre um metro em um segundo, se assim permanecer, após uma hora de caminhada, terá percorrido 3 quilômetros e 600 metros.

Assim, para passar de km/h para m/s dividimos o valor da velocidade por 3,6. Uma velocidade precisa ser multiplicada por 3,6 para se obter seu respectivo valor equivalente em km/h.

Tabela 4: Velocidades em m/s e km/h.

m/s	Fator Multiplicador da Velocidade	km/h
1		3,6
5		18
10		36
15		54
20		72
25		90
30		108



Contudo, em muito exercícios em provas, temos contextos onde o que se quer é somente a média da rapidez com que um móvel percorreu determinada trajetória. Assim podemos definir uma grandeza escalar, chamada de Rapidez, como a razão entre a Distância percorrida e o Tempo.

$$Rapidez_{média} = \frac{Distância}{Tempo}$$

A Rapidez Média nos informa o quão rápido, em média, um móvel percorreu um determinado percurso em uma trajetória. Em muitas questões, os enunciados pedem a “Velocidade Escalar Média”. Como Velocidade é uma grandeza vetorial, não é adequado se utilizar o termo “Escalar” depois de velocidade.

Assim, temos que interpretar o enunciado e o comando da questão. Se o enunciado estiver pedindo a “Velocidade Escalar Média”, devemos calcular a Rapidez Média do percurso. Se for pedido a Velocidade Média, devemos utilizar a razão entre o Deslocamento e o Tempo, ignorando a trajetória.

Mesmo que um móvel se desloque com diferentes velocidades em cada instante, a Velocidade Média é um valor fixo com que o móvel teria o mesmo deslocamento no mesmo intervalo de tempo. Da mesma forma, a Rapidez Média é o valor com que o móvel percorreria a mesma distância no mesmo tempo se tivesse andado todo o percurso com uma rapidez igual à rapidez média.

ESCLARECENDO!

Muito cuidado com o termo "Velocidade Escalar"!

Velocidade é uma grandeza vetorial. Assim, não é adequado se utilizar o termo "escalar" para velocidade, bem como o termo "velocidade vetorial", que é completamente redundante.

Assim, temos que interpretar o enunciado e o comando da questão.

Se o enunciado estiver pedindo a "Velocidade Escalar Média", devemos calcular a Rapidez Média do percurso. Se for pedido a Velocidade Média, devemos utilizar a razão entre o Deslocamento e o Tempo.

$$Velocidade_{média} = \frac{Deslocamento}{Tempo}$$

$$Rapidez_{média} = \frac{Distância}{Tempo}$$

A velocidade instantânea nada mais é que a velocidade em um instante em particular.

A partir do Cálculo Diferencial e Integral, podemos escrever a velocidade instantânea a partir do limite para o $\Delta t \rightarrow 0$ na velocidade média. Assim, a velocidade instantânea é dada como a primeira derivada temporal da posição para um eixo de referência x.

$$V_{(instantânea)} = \lim_{\Delta t \to 0} V_{média} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

Na forma diferencial, a velocidade instantânea fica:

$$\boxed{V = \frac{dx}{dt}}$$

(SEDUC - CE/2018 - FUNECE) Considere uma partícula cujo vetor posição é dado por R(t) = 3 i + 4t j + 5t² k, onde t é o tempo e i, j e k são os vetores unitários nas direções x, y e z respectivamente. O vetor velocidade instantânea é

A) 3 i + 4t j + 5t² k.

B) 4 j + 10t k.

C) 3 i + 4 j + 5 k.

D) 3t i + 2 t² j + (5/3) t³ k

Comentários:

Para encontrar o vetor da velocidade instantânea, devemos aplicar a definição de velocidade instantânea, dada pela primeira derivada temporal da posição.

$$V_{(instantânea)} = \lim_{\Delta t \to 0} V_{média} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta R}{\Delta t} = \frac{dR(t)}{dt}$$

$$\boxed{V = \frac{dR}{dt}}$$

Nesse contexto, a posição é dada pelo vetor $\vec{R}$, que depende do tempo conforme suas respectivas componentes.

$$\vec{R}(t) = 3\,i + 4t\,j + 5t^2\,k$$

A derivada de um polinômio é calculada através da seguinte regra:

$$f(x) = x^n$$

$$f(x) = n \cdot x^{(n-1)}$$

Desta forma, a velocidade instantânea fica:

$$\vec{V} = \frac{d}{dt}\vec{R}(t)$$

$$\vec{V} = \frac{d}{dt}(3\,i + 4t\,j + 5t^2\,k)$$

$$\vec{V} = \frac{d}{dt}(3\,i) + \frac{d}{dt}(4t\,j) + \frac{d}{dt}(5t^2\,k)$$

$$\vec{V} = 0\,i + 4\,j + 10t\,k$$

Gabarito: B.

4.4 – Aceleração Média e Aceleração Instantânea

A Aceleração é uma grandeza vetorial que aponta para onde e indica quão rapidamente a velocidade de um corpo aumenta.

A Aceleração Média é definida como a razão (divisão) da variação da velocidade pela variação do tempo.

$$Aceleração_{média} = \frac{Variação\ da\ Velocidade}{Variação\ do\ Tempo}$$

A variação da velocidade pode ser escrita, formalmente, da seguinte forma:

$$\boxed{\Delta V = V_{final} - V_{inicial}}$$

Assim, temos a Aceleração Média:

Aceleração

$$a = \frac{\Delta velocidade}{\Delta tempo}$$

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

Sobre as unidades de medida, a variação da velocidade é dada em m/s, enquanto a variação do tempo é dada em segundos, no SI. Portanto, temos:

$$[a] = \frac{[\Delta V]}{[\Delta t]}$$

$$[a] = \frac{m/s}{s} = m/s^2$$

Veja que a unidade de medida $\frac{m/s}{s}$ indica quantos valores de velocidade, em metros por segundo, mudaram durante um segundo. Por exemplo, se um carro, em uma prova de arrancadas, aumentar sua velocidade de zero, partindo do repouso, até 100km/h em apenas 10s, sua aceleração indica que, em média, sua velocidade variou 10km/h a cada segundo. Assim, podemos escrever que sua aceleração média foi igual a 10km/h/s.

A aceleração instantânea nada mais é que a aceleração em um dado instante.

A partir do Cálculo Diferencial e Integral, podemos escrever a aceleração instantânea a partir do limite para o $\Delta t \to 0$ na aceleração média. Assim, a aceleração instantânea é dada como a primeira derivada temporal da velocidade para um eixo de referência x.

$$a_{(instantânea)} = \lim_{\Delta t \to 0} a_{média} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{dV}{dt}$$

Na forma diferencial, fica:

$$\boxed{a = \frac{dV}{dt}}$$

Como a aceleração é a primeira derivada temporal da velocidade que, por sua vez, é a primeira derivada temporal da posição, então a aceleração é a segunda derivada temporal da posição. Assim podemos escrever o seguinte:

$$\boxed{a = \frac{dV}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}}$$

A partir do Teorema Fundamental do Cálculo, podemos escrever as seguintes relações integrais:

$$\boxed{V(t) = \int a(t)\, dt} \text{ e } \boxed{x(t) = \int V(t)\, dt}$$

Se liga nesse exemplo aqui!

(SEDUC – RO/2010 - FUNCAB) A posição de uma partícula varia com o tempo de acordo com a função $S = 2t^4 + 5t - 8$. Suas velocidade e aceleração escalares no instante $t = 2\ s$ valem, respectivamente:

A) 50 m/s e 2 m/s

B) 69 m/s e 96 m/s

C) 82 m/s e 24 m/s

D) 85 m/s e 48 m/s

E) 69 m/s e 24 m/s

Comentários:

A função que descreve a velocidade da partícula pode ser calculada por meio da derivada da função que descreve a sua posição.

Já a função que descreve a aceleração é calculada pela derivada da função que descreve a velocidade.

Assim, podemos escrever o seguinte:

$$\boxed{V = \frac{dS}{dt}}$$

$$V(t) = \frac{d}{dt}S(t)$$

$$V(t) = \frac{d}{dt}(2t^4 + 5t - 8)$$

$$V(t) = (4 \cdot 2t^3 + 1 \cdot 5t^0)$$

$$V(t) = 8t^3 + 5$$

Para $t = 2\ s$:

$$V(2) = 8(2)^3 + 5$$

$$V(2) = 8 \cdot 8 + 5$$

$$V(2) = 69\ m/s$$

Derivando novamente, encontramos a função que descreve o vetor aceleração:

$$\boxed{a = \frac{dV}{dt}}$$

$$a(t) = \frac{d}{dt}V(t)$$

$$a(t) = \frac{d}{dt}(8t^3 + 5)$$

$$a(t) = (3 \cdot 8t^2)$$

$$a(t) = 24t^2$$

Desta forma, em $t = 2\ s$, a aceleração da partícula vale:

$$a(2) = 24(2)^2$$

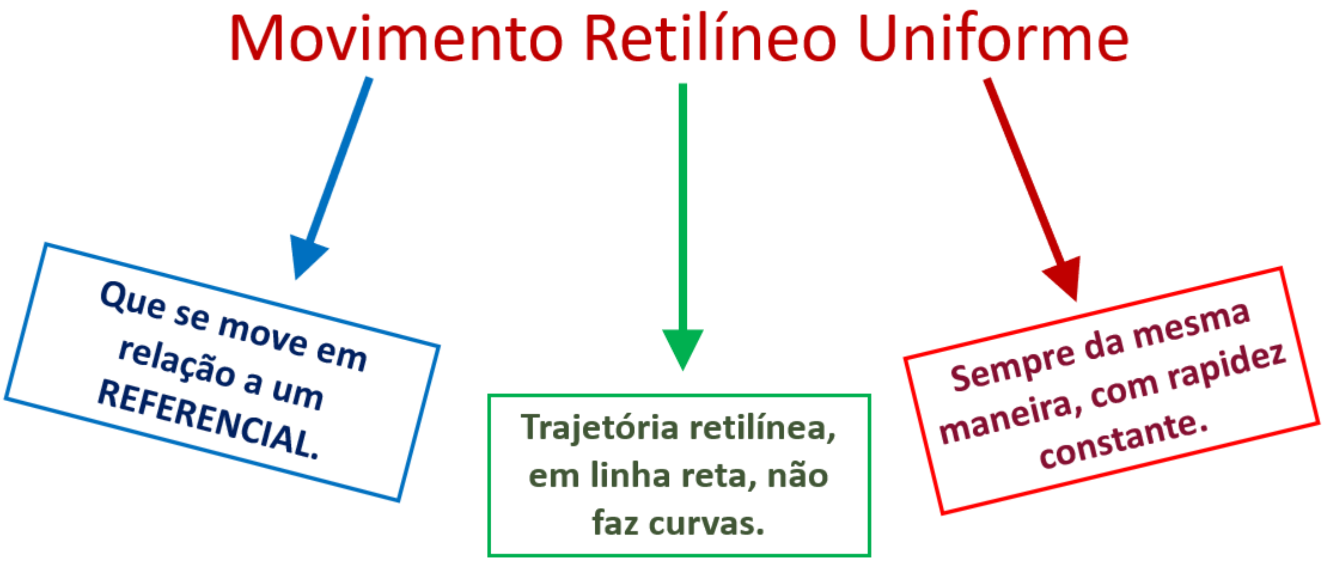
$$a(2) = 24 \cdot 4$$

$$a(2) = 96\ m/s^2$$

Gabarito: B.

5 - Movimento Retilíneo Uniforme

O movimento retilíneo e uniforme (MRU) se caracteriza pelo deslocamento de um corpo em uma **trajetória retilínea** (em linha reta) e com **velocidade constante** (uniforme).



M.R.U. -> Velocidade constante.

Ao se manter com velocidade constante, a aceleração é mantida, permanentemente, nula, igual a zero, pois, como vimos, a aceleração está associada à variação da velocidade. Assim, podemos caracterizar o MRU, onde todo móvel tem seu respectivo deslocamento igual ao produto da velocidade pelo tempo.

MRU
- Velocidade constante.
- Aceleração nula.

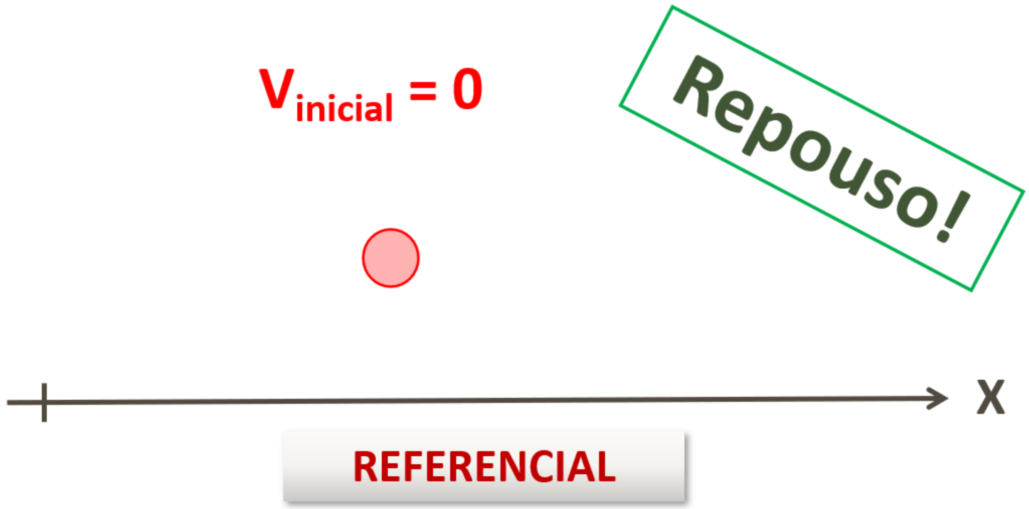
$$\boxed{d = V \cdot t}$$

5.1 – Casos de MRU

Além da condição de repouso, temos, somente, duas situações possíveis para um móvel em MRU.

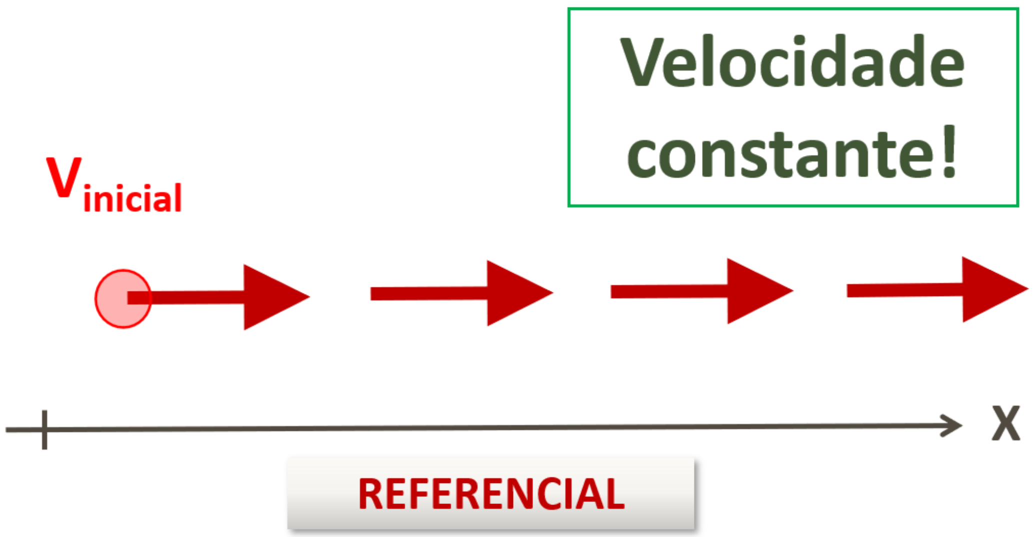
Se um corpo, com o passar do tempo, não muda sua posição em relação a um referencial, então este corpo está na condição de repouso.

Corpo em repouso.



Além desta condição, um corpo se encontra em movimento retilíneo e uniforme, em relação a um referencial, sempre que avançar, a favor ou contra o referencial, iguais quantidades de deslocamentos em intervalos de tempos iguais.

Caso 1: corpo se move a favor do crescimento do referencial.



Caso 2: corpo se move contra o crescimento do referencial.

No MRU, temos somente estes dois casos. Para diferenciar uma velocidade a favor ou contra o sentido do crescimento do referencial, utilizamos os sinais + e –. Ou seja, sempre que uma velocidade apontar a favor do eixo de referência, esta velocidade deve ser indicada como positiva. Da mesma forma, sempre que uma velocidade apontar em sentido oposto ao do crescimento do eixo referencial, deve ser indicada como negativa.

Essa mesma ideia se aplica a todas as outras grandezas vetoriais:

- Deslocamentos que se dão a favor do referencial, são positivos. Deslocamentos que se dão contra o referencial, são negativos.

- Velocidades a favor do referencial, são positivas. Velocidades contra o referencial, são negativas.

- Acelerações a favor do referencial, são positivas. Acelerações contra o referencial, são negativas.

FIQUE ATENTO!

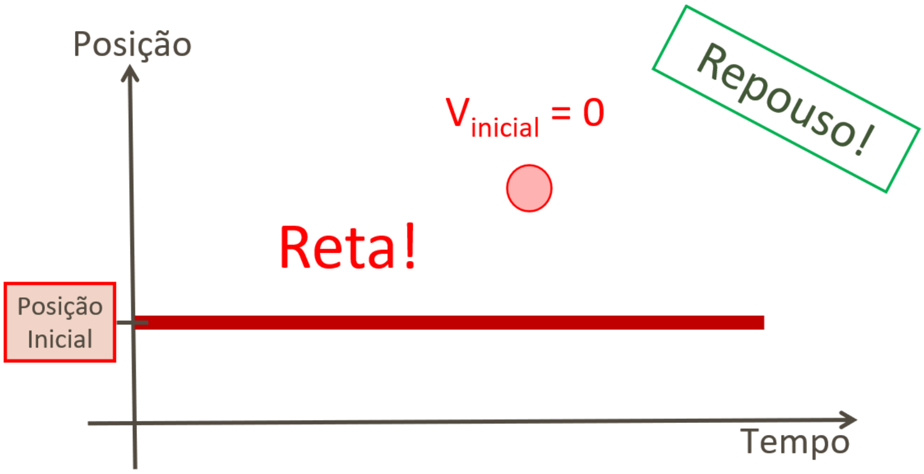
Em todos os exercícios de cinemática, precisamos escolher um eixo de referência. Mesmo assim, é importante se notar que, independentemente do eixo escolhido, a interpretação física do resultado obtido deve ser coerente com o fenômeno, nos levando, sempre, à resposta correta. Entretanto, não podemos resolver um problema sem a escolha de um sistema de referência adequado.

5.2 – Gráficos e Equação Horária da Posição para o MRU

Geralmente, os gráficos utilizados para as análises cinemáticas são os de Posição X Tempo, Velocidade X Tempo e Aceleração X Tempo.

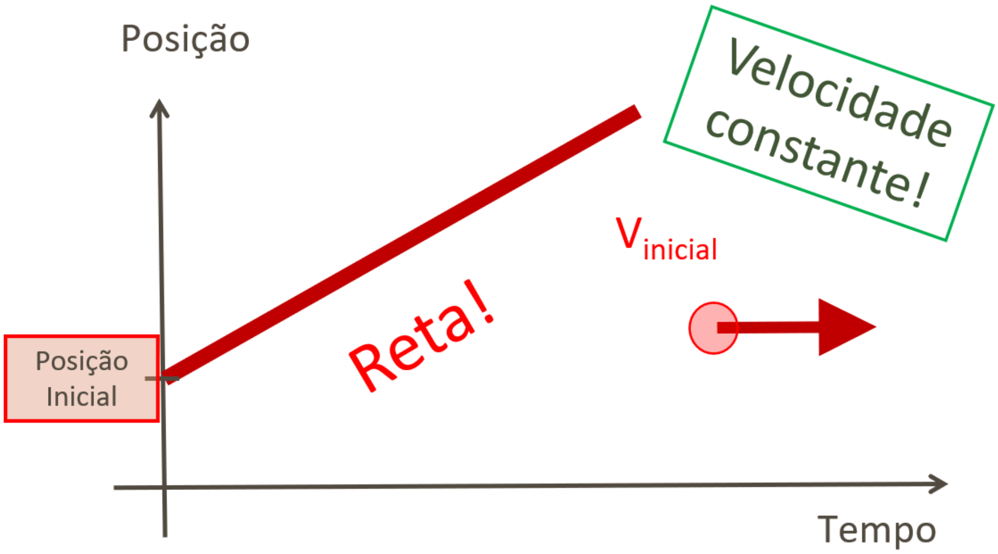
Para o caso de um móvel em repouso, com velocidade nula, e que assim permanece, ele mantém sua posição sempre a mesma com o passar do tempo. Se representarmos isso graficamente, teremos uma reta horizontal no gráfico Posição X Tempo.

Gráfico Posição X Tempo para um corpo em repouso.



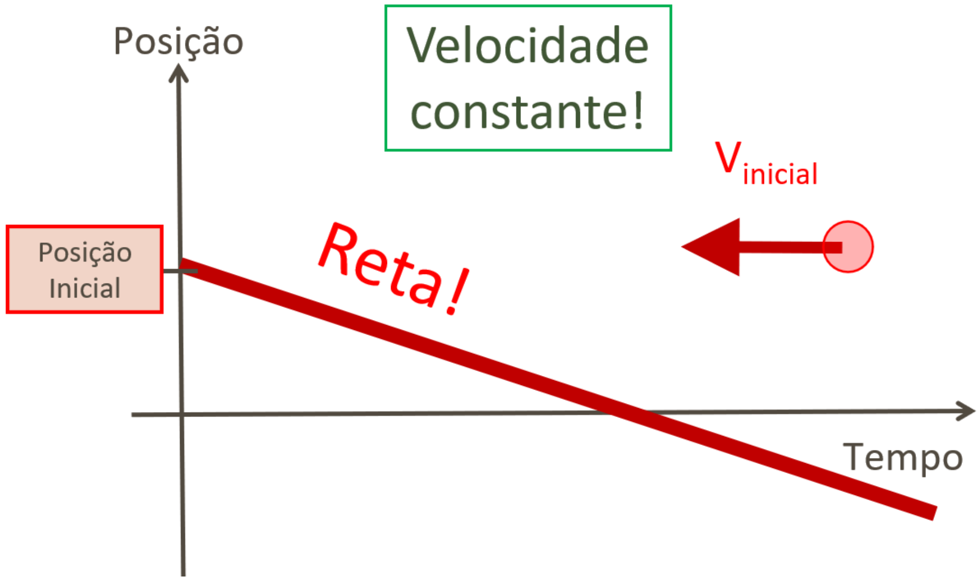
Nesta situação, o corpo permanece em sua mesma posição inicial em relação ao sistema de referência.

Gráfico Posição X Tempo para o Caso 1: corpo se move a favor do crescimento do referencial.



Neste caso, o corpo inicia seu movimento no tempo igual a zero, em sua posição inicial, e segue se movendo, sempre com a mesma velocidade, com a mesma rapidez, sempre no sentido do crescimento do eixo referencial. O próprio eixo das posições é o referencial. Assim, conforme passa o tempo, o gráfico irá registrar pontos que se encaixam perfeitamente em uma reta crescente.

Gráfico Posição X Tempo para o caso 2: corpo se move contra o crescimento do referencial.

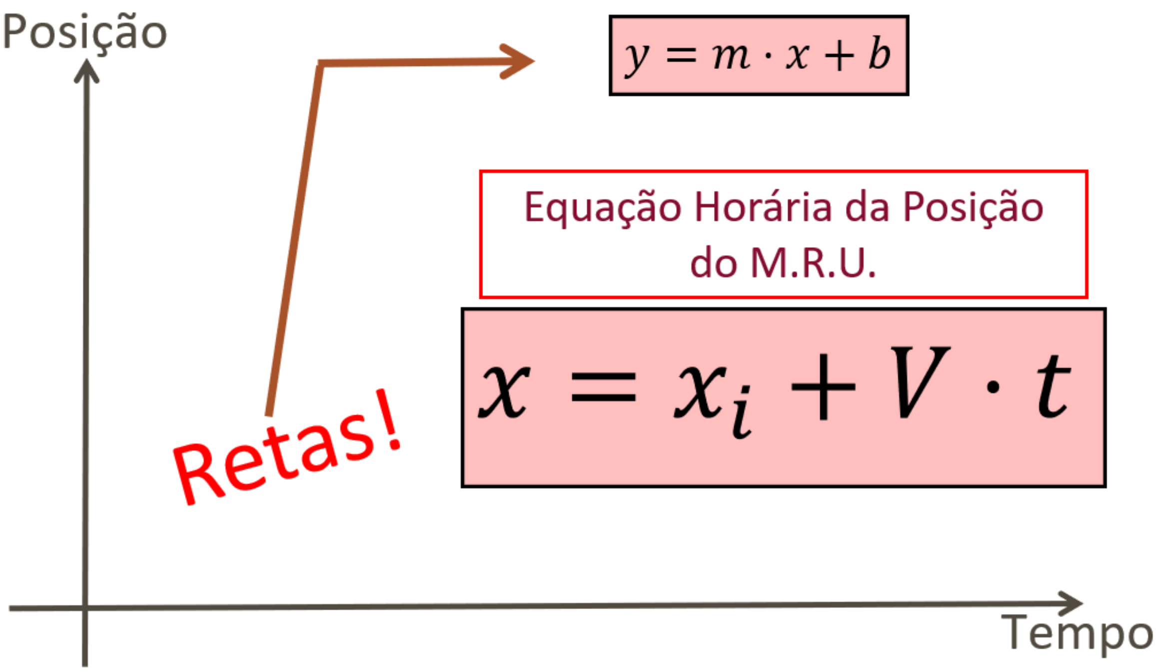


Neste segundo caso temos algo semelhante, pois o corpo se move sempre a uma taxa constante, mas para o lado negativo do eixo das posições.

Neste segundo caso temos algo semelhante, pois o corpo se move sempre a uma taxa constante, mas para o lado negativo do eixo das posições.

No MRU, como todos os gráficos de Posição x Tempo são retas crescentes ou decrescentes, então a função matemática adequada para descrever esse movimento é a de um polinômio de primeiro grau, do tipo $y = m \cdot x + b$, onde y é a variável dependente, x a independente, m é o coeficiente angular da reta e b é o coeficiente linear.

Assim, podemos escrever a **Equação Horária da Posição para o MRU**, onde x é a posição do móvel no referencial definido pelo eixo x das posições, x_i é a posição inicial, no tempo igual a zero, V é a velocidade do móvel, que é constante, e t é o instante de tempo.



A velocidade V do móvel é o coeficiente angular da reta. Assim, quanto maior a inclinação da reta, maior o valor da velocidade. O coeficiente linear nada mais é do que a posição inicial do corpo.

Assim, para se fazer a cinemática de um corpo que se move em MRU, precisamos de duas informações: a posição inicial e a velocidade. Ao conhecer a posição de início e a velocidade do móvel, podemos escrever a função matemática que descreve o movimento desse corpo, possibilitando predizer, a cada instante, a respectiva posição do corpo.

Ao se escrever a Equação Horária do Movimento para um corpo, podemos dizer que fizemos a cinemática para o corpo. Por isso que Cinemática é a descrição matemática de movimentos. Com esta função pronta, podemos responder qualquer coisa sobre o movimento de um corpo, como por onde e quando ele irá passar ou chegar em algum lugar, por exemplo, além de poder dizer de onde veio, para onde vai, quanto tempo levou para chegar até aqui, etc.

FIQUE ATENTO!

Colega, perceba, que se um corpo que se move terá diferentes equações horárias para diferentes referenciais. Por isso, reitero que não existe cinemática sem um sistema de referências. É impossível descrever matematicamente o movimento de um móvel sem um referencial.

Outro caminho para se chegar à equação horária da posição que descreve a cinemática de um móvel em MRU é o de aplicarmos a definição de aceleração que, como sabemos, é a segunda derivada temporal da posição. Assim, a partir do Teorema Fundamental do Cálculo, podemos escrever o seguinte:

$$\boxed{V(t) = \int a(t)\, dt}$$

Como a aceleração é constante e nula, $a = o$, a equação pra velocidade fica:

$$V(t) = \int 0\, dt = 0 + V_i$$

$$V(t) = V_i$$

Como a velocidade é constante e não nula, $V = constante$, a equação pra posição $x(t)$ fica:

$$\boxed{x(t) = \int V(t)\, dt}$$

$$x(t) = \int V_i\, dt = V_i \cdot t + x_i$$

Aí está a equação horária!

$$\boxed{x(t) = x_i + V_i \cdot t}$$

Gráfico Velocidade X Tempo para um corpo em repouso.

Observe que o gráfico de Velocidade x Tempo para o caso do corpo em repouso apresenta uma reta com inclinação nula sobre o eixo do tempo.

Gráfico Velocidade X Tempo para o Caso 1: corpo se move a favor do crescimento do referencial.

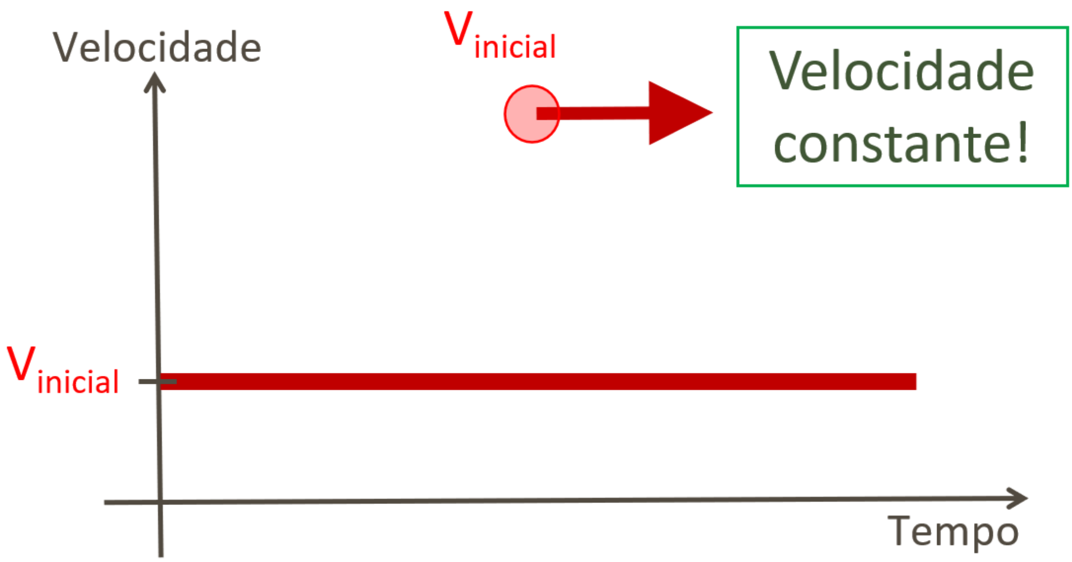
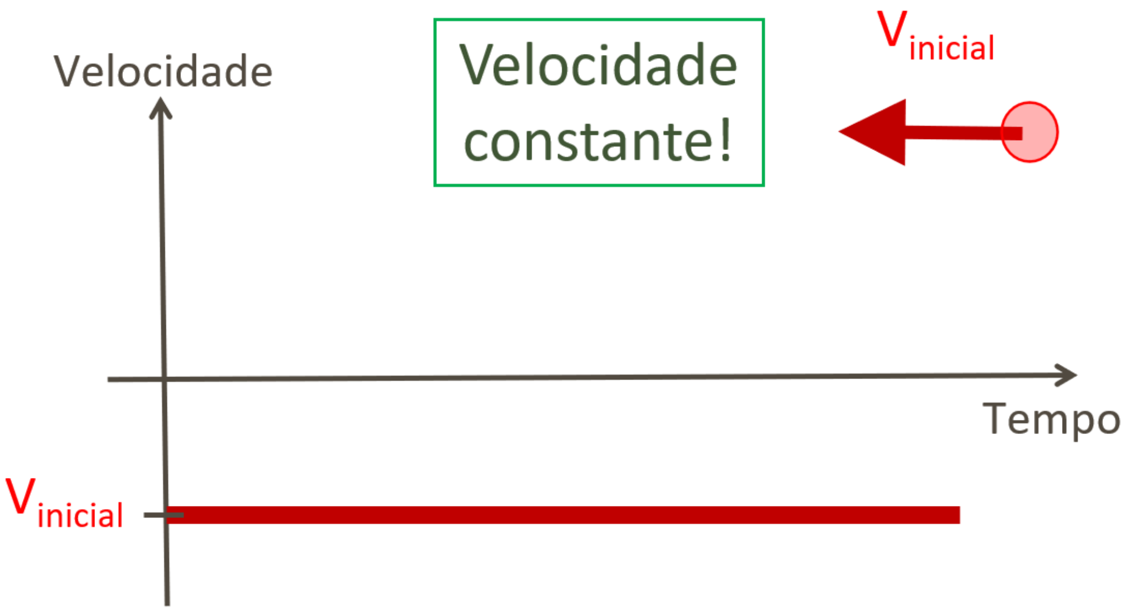


Gráfico Velocidade X Tempo para o caso 2: corpo se move contra o crescimento do referencial.



Já os gráficos para os dois casos do MRU, temos retas horizontais, indicando que, com o passar do tempo, a velocidade se mantém constante. No caso 1, a velocidade é positiva. No caso 2, a velocidade é negativa.

A partir de gráficos de Velocidade x Tempo, podemos obter os deslocamentos a partir das áreas formadas entre a linha do gráfico e o eixo do tempo.

TOME NOTA!

Áreas em gráficos V x t

As áreas formadas entre a linha do gráfico de velocidade e o eixo do tempo são iguais aos respectivos deslocamentos.

$$\boxed{\int V(t)\,dt = \Delta x}$$

$$\boxed{Área_{\substack{Gráfico \\ V\,x\,t}} = d}$$

5.3 – Velocidades Relativas e Encontros

Em problemas que envolvem dois corpos que se movem em uma mesma direção no mesmo sentido ou em sentidos opostos, podemos utilizar a velocidade relativa entre eles para calcular rapidamente quanto tempo eles levarão para se cruzarem, ou qual a distância que os separa em um determinado instante, etc.

Quando dois móveis estão em uma mesma direção, a velocidade relativa entre eles é igual à soma dos módulos das velocidades individuais se eles se moverem em sentidos opostos. Ao se moverem em sentidos opostos, seja se afastando ou se aproximando entre si, a velocidade de cada móvel contribui para que este afastamento ou aproximação ocorra mais rapidamente.

Quando dois móveis estão em uma mesma direção, a velocidade relativa entre eles é igual à diferença dos módulos das velocidades individuais se eles se moverem no mesmo sentido. Ao se moverem no mesmo sentido, um perseguindo o outro, eles se aproximam ou se afastam entre si a uma taxa relativa igual à diferença entre os módulos de suas velocidades.

Imagine que dois automóveis estão em uma mesma estrada retilínea. O móvel 1 se move a 60km/h em relação à estrada para a direita. O móvel 2 se move a 40km/h em relação à estrada, mas para a esquerda. Veja que eles se aproximam ou se afastam entre a uma taxa de 100km/h. Esta taxa é justamente a velocidade relativa entre eles, indicando que eles se afastam ou se aproximam entre si, a cada 1h, uma distância relativa de 100km.

Entretanto, se estes dois móveis se moverem no mesmo sentido, ambos para a direita ou ambos para a esquerda, a rapidez de aproximação ou afastamento será igual a 20km/h, pois, enquanto o móvel 1 anda 60km em 1h, o móvel 2 anda somente 40km nesta mesma 1h. Ou seja, a cada 1h, eles se afastam ou se aproximam entre si uma distância relativa de 20km.

Veja que, se os dois móveis tiverem iguais valores de velocidade, em sentidos opostos, a velocidade relativa será igual à soma das velocidades, ou o dobro da velocidade de um deles. Mas, se os dois se moverem no mesmo sentido, a velocidade relativa será nula, pois, se um persegue o outro com igual velocidade, a distância relativa entre eles não se modifica.

TOME NOTA!

Velocidades Relativas

- Móveis em sentidos opostos:

$$\boxed{V_{rel} = |V_1| + |V_2|}$$

- Móveis no mesmo sentido:

$$\boxed{V_{rel} = |V_1| - |V_2|}$$

Dois móveis se encontram quando, num determinado instante, eles estão em uma mesma posição. Assim, podemos resolver problemas que envolvem encontros de móveis ao se escrever a equação horária para cada um deles e igualar as equações.

Se o problema se apresentar com valores acessíveis, podemos resolver facilmente a partir de um raciocínio de como o sistema evolui. Além disso, também podemos utilizar a velocidade relativa. Mas, a ferramenta mais formal é a das equações horárias mesmo.

Veja o seguinte exemplo.

(SEDUC – PA/2006 – CESPE) Considere que dois automóveis separados a uma distância de 375 km inicialmente, deslocam-se um ao encontro do outro com velocidades constantes e iguais a 60 km/h e 90 km/h, respectivamente. Nessa situação, os automóveis se encontrarão após

A) 1 h.

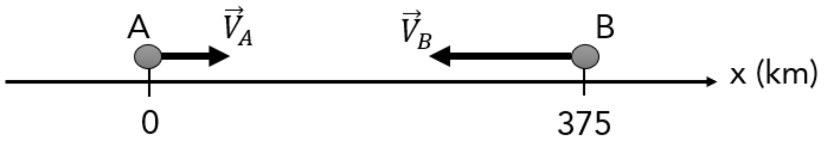
B) 1 h e 30 min.

C) 2 h.

D) 2 h e 30 min.

Comentários:

Para analisar o momento do encontro, podemos estabelecer um sistema de referências e escrever as equações horárias das posições para os dois móveis.



Com este sistema de coordenadas, podemos escrever as equações horárias para os dois móveis.

Para o móvel A, que parte da origem e tem velocidade igual a 60 km/h para o lado crescente do sistema de referências, temos:

$$x_A(t) = x_{i_A} + V_A \cdot t$$

$$x_A(t) = 0 + (+60)t$$

$$x_A(t) = 60t$$

Para o móvel B, que parte da posição 375 km e tem velocidade igual a 90 km/h contrária ao sentido crescente do sistema de referências, temos:

$$x_B(t) = x_{i_B} + V_B \cdot t$$

$$x_B(t) = 375 + (-90)t$$

$$x_B(t) = 375 - 90t$$

Como dois móveis se encontram quando, num determinado instante, eles estão em uma mesma posição, podemos igualar as equações horárias e resolver a equação para o tempo.

$$x_A(t) = x_B(t)$$

$$60t = 375 - 90t$$

$$60t + 90t = 375$$

$$150t = 375$$

$$t = \frac{375}{150} = 2{,}5\ h = 2h\ e\ 30\ min$$

Gabarito: D.

QUESTÕES COMENTADAS

1. (SEDUC - RS/2023 - AOCP) Um estudante do Ensino Médio indagou a seu professor de Física:

– O que é a nanotecnologia, professor?

Para explicar e tentar contextualizar uma resposta para seu aluno, o professor respondeu:

– O prefixo "nano" deriva da palavra grega "anão", correspondendo a um termo técnico usado em qualquer unidade de medida (de comprimento, área, volume, massa etc.). Por exemplo: a proporção entre a Terra e uma moeda de um real é aproximadamente igual à proporção entre uma moeda de um real e uma nanopartícula.

O professor tentou fazer com que o estudante imaginasse mais a fundo e pediu que os alunos fizessem a razão entre o diâmetro da Terra e o diâmetro da moeda e perguntou quantas moedas enfileiradas, uma ao lado da outra, seriam necessárias para formar a linha cuja medida fosse equivalente à do diâmetro da Terra.

(Dados: diâmetro da Terra D = 12756000 m e diâmetro da moeda d = 0,024 m).

Assinale a alternativa que apresenta corretamente a notação científica encontrada pelos estudantes.

a) $5{,}315 \cdot 10^8$.

b) $5{,}316 \cdot 10^7$.

c) $5{,}315 \cdot 10^7$.

d) $5{,}316 \cdot 10^8$.

e) $5{,}320 \cdot 10^9$.

Comentários:

Para calcular o número de moedas que, enfileiradas, apresentam a mesma medida do diâmetro da Terra, basta calcularmos a seguinte expressão:

$$D_{Terra} = N \cdot d_{moeda}$$

Sendo D_{Terra} o diâmetro da Terra, N o número de moedas e d_{moeda} o diâmetro de cada moeda do conjunto, temos:

$$12756000 = N \cdot 0{,}024$$
$$N = \frac{12756000}{0{,}024}$$
$$N = \frac{12756000 \cdot 1000}{0{,}024 \cdot 1000}$$
$$N = \frac{12756000000}{24}$$
$$N = 531500000 \; moedas$$
$$N = 5{,}315 \times 10^{8} \; moedas$$

Gabarito: A

2. (SEDUC - RJ/2010 - CEPERJ) Mede-se a distância entre dois pontos com o auxílio de uma régua. O resultado é corretamente expresso por $\mathbf{3,16 \times 10^{-4}\ km}$. A régua utilizada para fazer a medida estava graduada em:

a) quilômetros

b) metros

c) decímetros

d) centímetros

e) milímetros

Comentários:

Para que esta medida seja obtida, é necessário que a régua utilizada tenha discriminação da última casa (à direita), ou seja, meça valores tão pequenos quanto aqueles expressos pelo algarismo 6.

Note que a medida informada correspondente a $3{,}16 \times 10^{-4}\ km$ pode ser expressa em metros da seguinte forma:

$$3{,}16 \times 10^{-4} \ \times 10^{3}\ m$$

Somando-se os expoentes:

$$3{,}16 \times 10^{-1}\ m$$
$$0{,}316\ m$$

O valor ainda pode ser expresso em milímetros para que não se tenha número decimais.

$$0{,}316 \ \times 10^{3}\ mm = 316\ mm$$

Logo, como a régua permite uma resolução da casa de 6 milímetros (o menor valor apresentado no número fornecido), então essa deve ser graduação.

Gabarito: E.

3. (SEED - AP/2012 - Universa) Dois fios retilíneos muito longos e paralelos que são percorridos por correntes de intensidades iguais, separados por uma distância d, exercem entre si uma força de magnitude F. Se a corrente em ambos os fios for multiplicada por 4 e a distância de separação for reduzida à sexta parte do valor inicial, a magnitude da nova força de interação entre os dois fios será de

a) 96 F.

b) 16 F.

c) 8 F.

d) 4 F.

e) 2 F.

Comentários:

A situação apresentada na questão descreve a força de interação magnética entre os fios paralelos. Essa força pode ser obtida a partir da ação da indução magnética de um dos fios sobre o outro.

A força magnética sobre um fio retilíneo no interior de um campo magnético é dada pela Lei de Lorentz.

$$\boxed{F_{mag} = B \cdot i \cdot L \cdot sen\theta}$$

Sendo B a indução magnética gerada pelo fio que aplica a força, i a intensidade de corrente elétrica no fio que sofre a força, L o comprimento desse fio e θ o ângulo entre a indução e a direção da corrente.

Como as linhas de indução de campo magnético estabelecidas ao redor do primeiro fio percorrido por corrente são circulares e concêntricas, então o ângulo entre a indução e a corrente no segundo fio fica igual a 90°. Assim, podemos escrever:

$$F_{mag} = B \cdot i \cdot L$$

O valor da indução magnética em um ponto ao redor de um fio retilíneo, muito longo, percorrido por corrente elétrica é dada pela Lei de Biot-Savart.

$$\boxed{B = \frac{\mu \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot d}}$$

Sendo μ a permissividade magnética do meio, i a corrente elétrica que percorre o fio e d a distância do fio até o ponto onde desejamos medir a indução magnética, então a relação completa para a força entre os fios paralelos fica:

$$F_m = \frac{\mu\, i}{2\, \pi\, d}\, i\, L$$

Ao se aumentar a corrente elétrica, em ambos os fios, quatro vezes e diminuir a distância de separação entre os fios a um sexto do valor inicial, obtemos:

$$F_{m_{nova}} = \frac{\mu 4i}{2\pi \frac{d}{6}} 4iL$$

Rearranjando os termos:

$$F_{m_{nova}} = \frac{\mu 4i}{2\pi d} 4iL6$$

$$F_{m_{nova}} = 96 \frac{\mu i}{2\pi d} iL$$

$$F_{m_{nova}} = 96F_m$$

Portanto, a força magnética entre os fios aumenta 96 vezes em relação ao valor inicial, pois a força entre os fios é diretamente proporcional à intensidade de corrente em cada fio e inversamente proporcional à distância entre eles.

Gabarito: A.

4. (SEDUC - MT/2007 - CESPE) Em usina eólica, ocorre a conversão da energia cinética devido ao movimento de uma massa de ar em energia elétrica. Sabe-se que a potência máxima ou trabalho máximo realizado por unidade de tempo, nesse processo, pode ser calculada de forma aproximada pela equação $P = \frac{\rho v^3 A}{2}$, em que ρ é a densidade do ar, v é a velocidade do vento e A é a área circular varrida pelas hélices do gerador. Nesse caso, se a velocidade do vento aumentar em 10%, a potência elétrica máxima que pode ser gerada aumentará em aproximadamente

a) 5%.

b) 18%.

c) 33%.

d) 50%.

Comentários:

Utilizando a equação fornecida $P = \frac{\rho v^3 A}{2}$ e, multiplicando a velocidade do vento por 1,1 (110%, o que corresponde a um aumento de 10%), temos:

$$P_{nova} = \frac{\rho(1{,}1v)^3 A}{2}$$

$$P_{nova} = \frac{\rho 1{,}331 v^3 A}{2}$$

$$P_{nova} = 1{,}331 \frac{\rho v^3 A}{2}$$

$$P_{nova} = 1{,}331P$$

Desta forma, a nova potência apresentará 133,1% do valor inicial. Assim, temos um aumento de 33,1%, pois a potência é diretamente proporcional ao cubo da velocidade do vento que.

Gabarito: C

5. (SEE - AC/2013 - FUNCAB) Na equação $x = C_1t^2$, a distância (x) e o tempo (t) estão descritos em unidades do Sistema Internacional (SI). Sendo assim, pode-se afirmar que a unidade de C_1 é:

a) $kg \cdot m \cdot s$

b) $m \cdot s^{-1}$

c) $m \cdot s^{-2}$

d) $m \cdot s^2$

e) $m^2 \cdot s^{-2}$

Comentários:

Analisando a equação dada, utilizando somente as unidades para representá-la, temos:

$$x = C_1t^2$$

$$C_1 = \frac{x}{t^2}$$

$$[C_1] = \frac{[x]}{[t]^2}$$

$$[C_1] = \frac{m}{s^2}$$

Logo, a grandeza C_1, cuja unidade é dada por m/s² corresponde à aceleração. Assim, a resposta à questão é apresentada na alternativa C.

Outra maneira de se chegar à resposta dessa questão seria o de conferir a contante C_1 na equação horária da posição para um movimento uniformemente acelerado:

$$x = x_0 + v_0t + \frac{at^2}{2}$$

Veja que, se os termos x_0 e v_0 são nulos, a constante C_1 acaba por corresponder à metade da aceleração $(a/2)$.

Gabarito: C

6. (SEDUC - RO/2016 - IBADE) Um projetista de máquinas de lavar roupas, foi incumbido de determinar o volume de água utilizado por uma lavadora de roupas durante seu funcionamento, visando otimizar a economia de água no aparelho. Ele obteve uma expressão para o volume de água:

$$\boldsymbol{V = km^{2a}(\Delta t)^b P^n}$$

Onde k é uma constante adimensional, m é a massa de roupas a serem lavadas em um intervalo de tempo Δt e P é a pressão de água com a qual a máquina enche. Os valores que melhor representam as constantes a, b e n de modo que a equação acima esteja dimensionalmente balanceada são:

a) -2, 5/2, -6

b) -3, 3/2, -6

c) 3/2, 1/2, -4/3

d) 1, -1, 3/2

e) 0, -1/2, 5

Comentários:

Utilizando a equação fornecida apenas com as unidades do SI de cada termo, temos:

V: volume, dado em m³.

m: massa, dada em kg.

Δt: intervalo de tempo, dado em s.

P: pressão dada em Pa.

$$[V] = [k] \cdot [m]^{2a} \cdot [\Delta t]^b \cdot [P]^n$$
$$\mathrm{m}^3 = 1 \cdot kg^{2a} \cdot s^b \cdot Pa^n$$

Note que a constante k, por ser adimensional não foi utilizada nesta representação. Também é importante lembrar que pascal é uma unidade equivalente à razão de newton por metro quadrado.

$$\mathrm{m}^3 = 1 \cdot kg^{2a} \cdot s^b \cdot \left(\frac{N}{m^2}\right)^n$$

Por sua vez, newton é equivalente ao produto de quilograma e metro por segundo ao quadrado.

$$\mathrm{m}^3 = 1 \cdot kg^{2a} \cdot s^b \cdot \left(\frac{kg\, m/s^2}{m^2}\right)^n$$
$$\mathrm{m}^3 = 1 \cdot kg^{2a} \cdot s^b \cdot \left(\frac{kg\, m}{m^2\, s^2}\right)^n$$
$$\mathrm{m}^3 = kg^{2a} \cdot s^b \cdot \frac{kg^n\, m^n}{m^{2n}\, s^{2n}}$$

$$\mathrm{m}^3 = \frac{kg^{2a}\, s^b\, kg^n\, m^n}{m^{2n}\, s^{2n}}$$

$$\mathrm{m}^3 = \frac{kg^{2a}\, s^b\, kg^n}{m^n\, s^{2n}}$$

Lembre-se que no produto de termos de mesma base somam-se os expoentes. Da mesma forma, na divisão, subtraem-se os expoentes.

$$\mathrm{m}^3 = \frac{kg^{2a-n}\, s^{b-2n}}{m^n}$$

$$\mathrm{m}^3 = kg^{2a-n}\, s^{b-2n}\, m^{-n}$$

Por fim, note que as unidades devem ser equivalentes dos dois lados da igualdade. Logo, as unidades kg e s deve se cancelar à direita da equação, restando apenas o m^3.

Assim, os expoentes somados de kg e s deve resultar zero e o expoente de m deve resultar +3.

$$2a + n = 0$$

$$b - 2n = 0$$

$$-n = 3$$

Conclui-se que $n = -3$. Substituindo este valor nas outras equações:

$$2a + (-3) = 0$$

$$2a - 3 = 0$$

$$a = \frac{3}{2}$$

$$b - 2(-3) = 0$$

$$b + 6 = 0$$

$$b = -6$$

Na ordem requisitada, temos: $a = \frac{3}{2}$, $b = -6$ e $n = -3$, o que se encontra na alternativa B.

Observação: por um descuido da banca, a questão apresenta um texto que pode confundir o candidato ao pedir em seu comando " Os valores que melhor representam as constantes a, b e n [...]", mas apresentar como resposta os valores correspondentes das constantes em outra ordem (n, a e b).

Gabarito: B

7. (SEDUC - RO/2016 - IBADE) A taxa de transferência de energia em um dispositivo elétrico, através do qual uma diferença de potencial é mantida, é expressa pela fórmula $P = Vi$. As unidades envolvidas nessa fórmula, adotando o sistema internacional (SI) como base, são melhor representadas pelas letras:

a) N, W, C.

b) W, V, A.

c) C, W, V.

d) J, W, C.

e) K, V, A.

Comentários:

Na equação nos é apresentada a relação entre as grandezas potência, dada em watt no SI, tensão, dada em volt no SI, e corrente elétrica, dada em ampere no SI.

$$\boxed{P = V \cdot i}$$

$$[P] = [V] \cdot [i]$$

$$W = V \cdot A$$

As letras que representam tais unidades são: W, V e A, resultando na resposta presente na alternativa B.

Gabarito: B

8. (SEDUC - MT/2021 - Selecon) O campo magnético pode ser medido por meio da unidade de medida correspondente a:

a) Volt (V)

b) Tesla (T)

c) Joule (J)

d) Watt (W)

Comentários:

Note que a unidade volt corresponde à unidade utilizada para medir tensão elétrica (ou diferença de potencial).

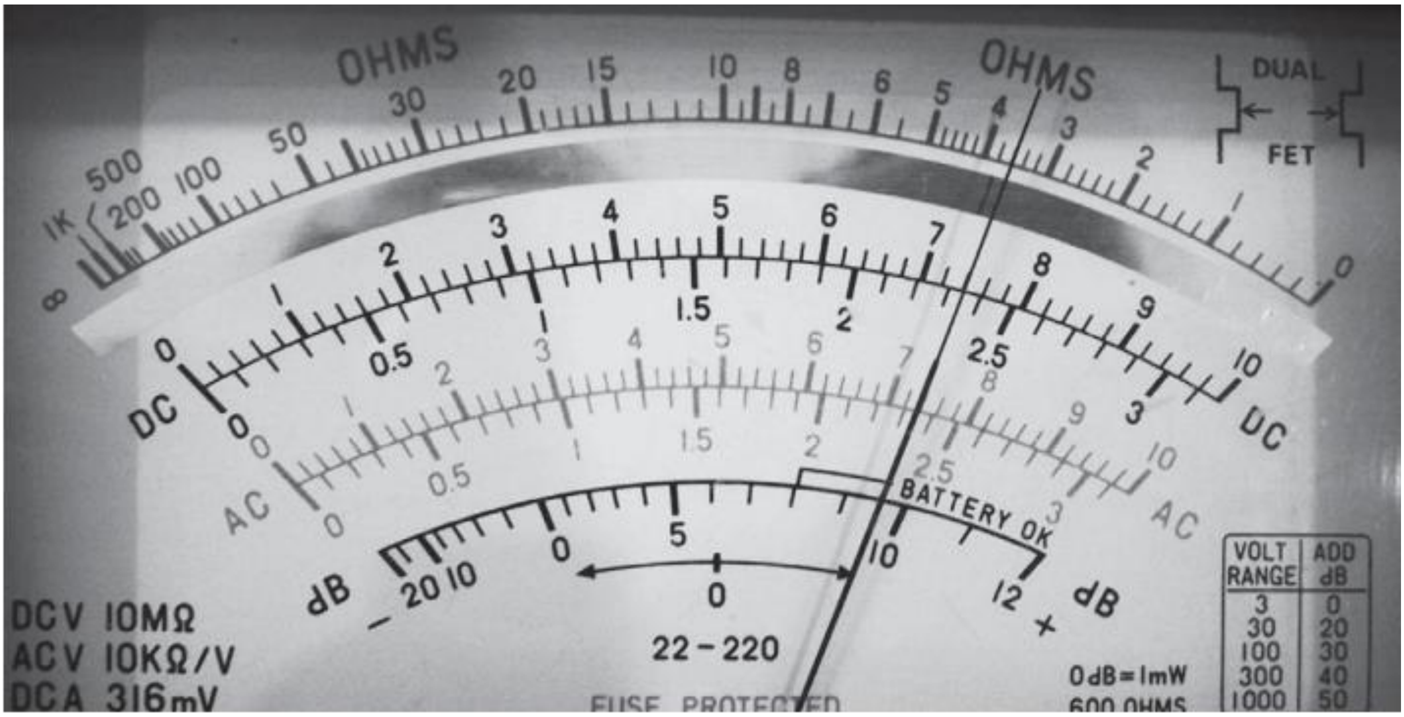
A unidade joule é utilizada para medir energia.

A unidade watt é utilizada para medir potência.

Portanto, a unidade tesla é aquela que mede a intensidade da indução de um campo magnético.

Gabarito: B.

9. (SEEC - RN/2011 - CESGRANRIO) A fotografia ilustra o mostrador de um multímetro ajustado na escala 100 VDC.



O valor da medida indicada pelo multímetro, com o número correto de algarismos significativos, é

a) 7,2

b) 7,4

c) 72,0

d) 74

e) 74,0

Comentários:

O multímetro analógico apresenta um conjunto de diferentes escalas, uma para cada grandeza que se deseja medir.

Para o caso apresentado, em que se deseja medir tensão no regime contínuo (VDC), a leitura é feita na segunda escala de cima para baixo.

Ao se escolher uma escala, estabelece-se o valor máximo medido daquela grandeza.

Na situação apresentada, o valor 10 da escala corresponde a 100 VDC.

Como o valor indicado pelo ponteiro se situa entre 7 e 8, o valor medido está entre 70 VDC e 80 VDC.

Note que há 4 divisões entre 7 e 8, o que significa que cada divisão representa um intervalo de 0,2 na escala, que se equivale a 2,0 VDC.

Nessa escala, temos uma leitura com três algarismos significativos: a dezena, a unidade e a primeira casa decimal. A dezena "7" e a unidade "4" pode ser lida diretamente na escala, sendo algarismos corretos de leitura direta. Já o terceiro algarismo significativo, uma casa depois da vírgula, é o algarismo duvidoso que, nesse caso, pode ser o zero, pois o ponteiro está bem acima da unidade.

Assim, o valor apresentado na escala é o de 74,0 VDC, levando-se em conta os algarismos significativos.

Gabarito: E.

10. (SEEC - RN/2016 - IDECAN) Na produção de 1 kg de carne bovina são necessários 15.000 litros de água. Considerando que o brasileiro consumiu em média 40 kg de carne bovina em certo ano, então a ordem de grandeza do volume de água em litros utilizada na produção de carne bovina consumida no Brasil no ano em questão foi de:

a) 10^{12}.

b) 10^{14}.

c) 10^{16}.

d) 10^{18}.

Comentários:

Com os dados apresentados na questão É IMPOSSÍVEL se chegar a uma resposta.

Como a questão nos informa o consumo médio de carne de UM brasileiro, mas nos pede para avaliar a quantidade de água necessária para a produção de carne bovina referente ao consumo de TODOS os brasileiros, seria necessário nos informar o número de habitantes a serem considerados.

Considerando, assim como o texto nos apresenta, que são necessários 15.000 litros de água para produzir 1 kg de carne bovina, os 40 kg (consumo anual de cada brasileiro) necessitariam de $40 \cdot 15.000 = 600.000$ litros de água.

Contudo, desejamos avaliar o consumo de água para a produção total, ou seja, considerando toda população do Brasil.

Assim, é necessário o número de habitantes do país.

Considerando o valor apresentado pelo Censo de 2016 (ano de aplicação da prova): 206.081.432 habitantes, temos:

$$V_{água} = 206.081.432 \cdot 600.000$$

$$V_{água} = 123.648.859.200.000$$

$$V_{água} \cong 1{,}24 \times 10^{14}\ litros$$

Como o número à frente da potência é menor do que $\sqrt{10}$, então a ordem de grandeza associada é a exata potência apresentada: 10^{14}.

Gabarito: B.

11. (SEEC - RN/2011 - CESGRANRIO) Considere os símbolos abaixo e as grandezas físicas que eles representam:

F: força.

g: aceleração da gravidade.

m: massa.

x: comprimento.

t: tempo.

v: velocidade.

ω: velocidade angular.

q: carga elétrica.

I: intensidade da corrente elétrica.

R: resistência elétrica.

U: potencial elétrico.

Abaixo estão representadas 3 igualdades não necessariamente verdadeiras.

I – $2\pi\sqrt{\frac{x}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{F}{x \cdot m}}$

II – $\frac{1}{8}m \cdot x^2 \cdot \omega^2 = m \cdot g \cdot x$

III – $R \cdot I^2 \cdot t = m \cdot v^2 + q \cdot U$

A(s) igualdade(s) dimensionalmente coerente(s) é(são)APENAS

a) I

b) II

c) III

d) I e II

e) II e III

Comentários:

Substituindo nas igualdades fornecidas apenas as unidades, temos o seguinte para a primeira relação:

$$\sqrt{\frac{metro}{\frac{metro}{segundo^2}}} = \sqrt{\frac{newton}{metro \cdot quilograma}}$$

$$\sqrt{segundo^2} = \sqrt{\frac{quilograma \cdot \frac{metro}{segundo^2}}{metro \cdot quilograma}}$$

$$segundo = \sqrt{\frac{1}{segundo^2}}$$

$$segundo = \frac{1}{segundo}$$

Assim, a primeira igualdade é dimensionalmente incorreta.

Para a segunda relação, temos:

$$\frac{1}{8} quilograma \cdot metro^2 \cdot \left(\frac{radianos}{segundo}\right)^2 = quilograma \cdot \frac{metro}{segundo^2} \cdot metro$$

$$\frac{1}{8}\frac{quilograma \cdot metro^2 . radianos^2}{segundo^2} = \frac{quilograma \cdot metro^2}{segundo^2}$$

Como radianos e 1/8 são adimensionais, ficamos com o que segue:

$$\frac{quilograma \cdot metro^2}{segundo^2} = \frac{quilograma \cdot metro^2}{segundo^2}$$

Assim, a segunda igualdade também está dimensionalmente correta.

Para a terceira relação, temos:

$$ohm \cdot amperes^2 \cdot segundo = quilograma \cdot \left(\frac{metro}{segundo}\right)^2 + coulomb \cdot volt$$

$$\frac{volt}{amperes} \cdot amperes^2 \cdot segundo = quilograma \cdot \left(\frac{metro}{segundo}\right)^2 + coulomb \cdot volt$$

$$volt \cdot amperes \cdot segundo = \frac{quilograma \cdot metro^2}{segundo^2} + coulomb \cdot volt$$

$$volt \cdot \frac{coulomb}{segundo} \cdot segundo = \frac{quilograma \cdot metro}{segundo^2} \cdot metro + coulomb \cdot volt$$

$$coulomb \cdot volt = newton \cdot metro + coulomb \cdot volt$$

$$coulomb \cdot \frac{joule}{coulomb} = joule + coulomb \cdot \frac{joule}{coulomb}$$
$$joule = joule + joule$$

Assim, a terceira igualdade também é dimensionalmente correta.

Gabarito: E.

12. (SEDUC - CE/2018 - FUNECE) No que diz respeito à dimensão, na lei dos gases ideais, PV=nRT, o termo n

a) tem dimensão de massa.

b) tem dimensão de temperatura.

c) tem dimensão de volume.

d) é adimensional.

Comentários:

Na equação dos gases ideais, $PV = nRT$, o termo n, representa o número de mol, que expressa um equivalente a uma quantidade de matéria microscópica, tais como uma quantidade de átomos, ou de moléculas, por exemplo.

Um mol equivale a $6{,}02 \times 10^{23}$ unidades.

Portanto, trata-se de uma grandeza adimensional.

Massa é indicada em quilograma kg.

Temperatura é indicada em kelvin K.

Volume é dado em metro cúbico m^3.

Gabarito: D.

13. (SEDUC - CE/2018 - FUNECE) Em um determinado pêndulo simples, o ângulo θ entre o fio e o eixo vertical é dado por θ = 0,01·sen(ωt). Assim, é correto afirmar que o termo ωt que diz respeito à dimensão

a) é adimensional.

b) tem dimensão de tempo.

c) tem dimensão de frequência.

d) tem dimensão de comprimento.

Comentários:

Os termos ω e t representam, respectivamente, ω: velocidade angular (rad/s) e t: tempo (s).

Ao se fazer uma análise dimensional, temos:

$$[\omega \cdot t] = [\omega] \cdot [t] = \frac{rad}{s} \cdot s = rad$$

Portanto, a unidade resultante do produto ωt é o radiano, uma unidade adimensional, equivalente à razão entre duas unidades de comprimento.

Tempo é dado em segundo s.

Frequência tem unidade equivalente ao inverso da unidade de tempo: $Hz = 1/s$.

Comprimento é dado em metro m, no SI.

Gabarito: A.

14. (SEDUC - CE/2012 - CCV) O momentum angular de uma partícula tem unidades (no S.I.) dadas por:

a) N m

b) N m^2

c) kg m/s

d) kg m^2/s

e) kg m^2/s^2

Comentários:

O momentum angular é definido como o produto vetorial do vetor raio de rotação pelo momentum linear, conforme a seguinte relação:

$$\boxed{\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}}$$

$$\vec{L} = \vec{r} \times m\vec{v}$$

Ao se fazer uma análise dimensional, temos:

$$[\vec{L}] = [\vec{r}] \times [m]\ [\vec{v}]$$

$$[\vec{L}] = m \cdot kg \frac{m}{s}$$

Portanto, no SI, a unidade de medida é dada por $kg \cdot m^2/s$.

Gabarito: D.

15. (SEDU - ES/2016 - FCC) Considere as unidades físicas apresentadas abaixo.

I. joule.

II. newton × metro.

III. caloria.

IV. watt × segundo.

V. volt × ampère.

A única que NÃO deve ser utilizada para expressar a energia dissipada por atrito é a

a) II.

b) IV.

c) III.

d) I.

e) V.

Comentários:

O atrito é uma força não conservativa que pode modificar a energia mecânica de um sistema ao realizar trabalho.

A unidade joule é de energia, assim como caloria.

A unidade newton x metro também é um equivalente de energia, sendo igual ao joule.

$$N \cdot m = J$$

O produto watt x segundo é equivalente ao joule, pois watt é igual a joule por segundo.

$$W \cdot s = \frac{J}{s} \cdot s = J$$

A unidade volt x ampere NÃO é um equivalente de energia. É um equivalente de potência, pois o volt se equivale a watt por ampere.

$$V \cdot A = \frac{W}{A} \cdot A = W = \frac{J}{s}$$

Gabarito: E.

16. (SEE - PB/2017 - IBADE) São grandezas vetoriais:

a) trabalho e velocidade.

b) campo elétrico e velocidade.

c) volume e aceleração.

d) área e volume.

e) área e campo elétrico.

Comentários:

Toda grandeza física que tem um valor e aponta para algum lugar é classificada como grandeza vetorial.

São exemplos de grandezas vetoriais: força, velocidade, deslocamento, campo elétrico, aceleração, quantidade de movimento linear, impulso e indução magnética.

Em alguns contextos muito especiais, área pode ser escrita vetorialmente. Mas, no geral, área, volume, massa, trabalho, energia, tempo e pressão são exemplos de grandezas escalares.

Gabarito: B.

17. (SEE - PB/2017 - IBADE) Considere duas forças, representadas por dois vetores A e B em um sistema de referência xyz. Caso o módulo dos vetores A+B e A−B sejam iguais, o ângulo entre eles é, em radianos,

a) π.

b) $2\,\pi$.

c) $\pi/2$.

d) 0.

Comentários:

A soma ou subtração de vetores leva em conta não só seus módulos, mas também suas direções e sentidos.

Quando dois vetores são paralelos, sua soma ou subtração se faz pela soma ou subtração de seus módulos.

Quando os vetores são perpendiculares entre si, utilizamos o Teorema de Pitágoras para o cálculo do módulo do vetor resultante.

Assim, tanto para a soma quanto para a subtração, a expressão matemática utilizada corresponde à seguinte:

$$|A + B|^2 = |A|^2 + |B|^2$$

ou

$$|A - B|^2 = |A|^2 + |-B|^2$$

Note que:

$$|-B|^2 = |B|^2$$

Portanto, podemos escrever a seguinte relação:

$$|A+B|^2 = |A|^2 + |B|^2 = |A-B|^2$$

Gabarito: C.

18. (SEE - PB/2017 - IBADE) Assinale a propriedade válida para três vetores A, B e C:

a) A·B×C=C·A×B=B·C×A

b) A·B·C=C·A·B=B·C·A

c) (A·B)×C=(C·A)×B=(B·C)×A

d) (A·B)×C=(C·B)×A=(B·A)×C

Comentários:

Note que a alternativa A mostra um triplo produto escalar, que é definido por um produto vetorial e um produto escalar.

$$M = A \cdot (B \times C)$$

Podemos escrever esse tipo de produto como o seguinte determinante:

$$M = A_x\ A_y\ A_z\ B_x\ B_y\ B_z\ C_x\ C_y\ C_z$$

Sabemos que permutações pares de linhas (ou colunas) de um determinante não altera o seu resultado. Assim, podemos escrever o seguinte:

$$A \cdot B \times C = C \cdot A \times B = B \cdot C \times A.$$

Para demonstrar, vamos calcular o determinante de $A \cdot B \times C$:

$$A_x\ A_y\ A_z\ B_x\ B_y\ B_z\ C_x\ C_y\ C_z$$

$$det = A_xB_yC_z + A_yB_zC_x + A_zB_xC_y - A_xB_zC_y - A_yB_xC_z - A_zB_yC_x$$

E o determinante de $B \cdot C \times A$:

$$B_x\ B_y\ B_z\ C_x\ C_y\ C_z\ A_x\ A_y\ A_z$$

$$det = A_xB_yC_z + A_yB_zC_x + A_zB_xC_y - A_xB_zC_y - A_yB_xC_z - A_zB_yC_x$$

Note que o determinante é o mesmo, provando que A·B×C=C·A×B=B·C×A.

Gabarito: A.

19. (SEE - PB/2017 - IBADE) Considere uma força F=1i−1j+1k atuando num ponto localizado pelo vetor posição R=1i+1j+1k, onde i, j e k são os vetores unitários nas direções x, y e z respectivamente. O cosseno do ângulo entre o vetor força e o vetor posição é

a) $\frac{1}{\sqrt{3}}$.

b) $\sqrt{3}$.

c) $\frac{1}{3}$.

d) $\frac{\sqrt{3}}{3}$.

Comentários:

Podemos escrever o cosseno do ângulo entre dois vetores pela seguinte expressão matemática, dada a partir do produto escalar entre dois vetores:

$$cos(\theta) = \frac{\vec{R} \cdot \vec{F}}{|\vec{R}| \cdot |\vec{F}|}$$

Aplicando a propriedade distributiva nos vetores unitários *i*, *j* e *k*, dos termos do numerador da fração e, calculando a raiz das somas dos quadrados para se obter o módulo para os termos do denominador, temos:

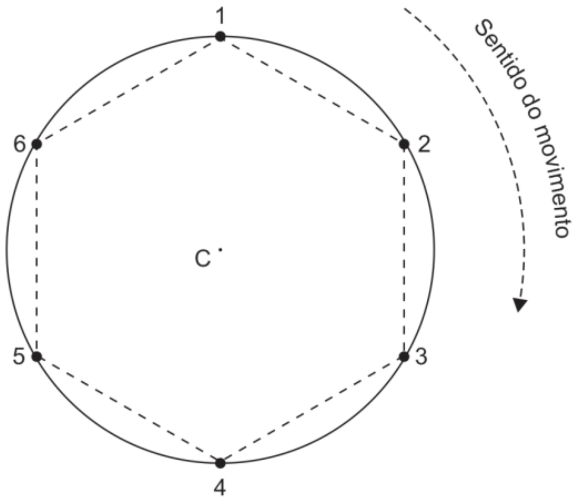
$$cos(\theta) = \frac{(1i + 1j + 1k) \cdot (1i - 1j + 1k)}{\sqrt{1^2 + 1^2 + 1^2} \cdot \sqrt{1^2 + (-1)^2 + 1^2}}$$

$$cos(\theta) = \frac{(1.1) + (1.-1) + (1.1)}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{3}}$$

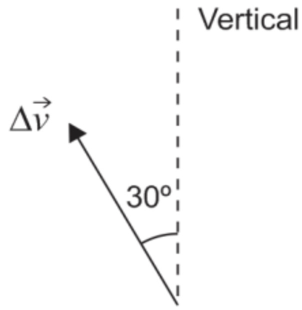
$$cos(\theta) = \frac{1}{3}$$

Gabarito: C.

20. (SEDUC - AM/2014 - FGV) Uma partícula está animada por um movimento circular uniforme no sentido horário. Os pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 são os vértices de um hexágono regular inscrito no círculo-trajetória da partícula de centro em C, representado na figura a seguir, sendo os pontos 1 e 4 os vértices do diâmetro vertical.



A figura a seguir representa, por um segmento orientado, o vetor variação de velocidade $\Delta\vec{v}$ da partícula durante um intervalo de tempo Δt, contado a partir de um dos instantes em que ela passa pelo ponto 1.



No instante final desse intervalo de tempo Δt, a partícula se encontra no ponto

a) 2

b) 3

c) 4

d) 5

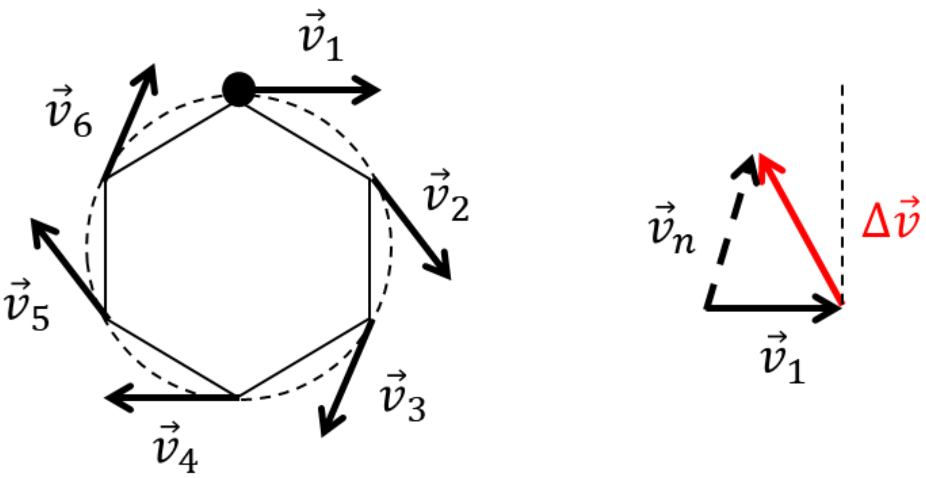
e) 6

Comentários:

Como o sentido do movimento da partícula é horário, sua velocidade no ponto A é orientada horizontalmente para a direita.

O vetor $\Delta\vec{v}$ é calculado como $\Delta\vec{v} = \vec{v}_n - \vec{v}_1$, sendo $\vec{v}_n$ o vetor que desejamos descobrir.

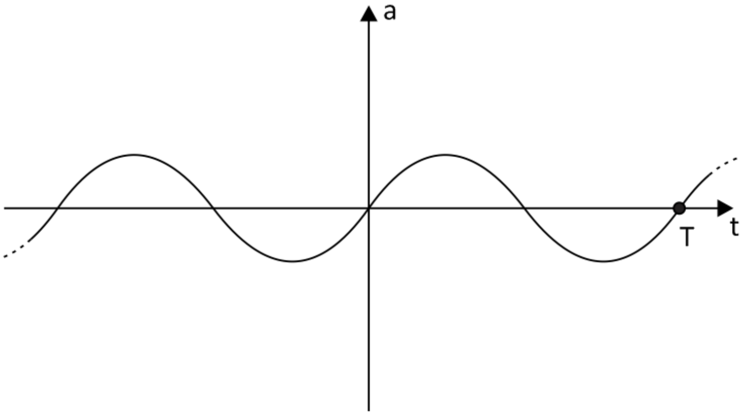
Geometricamente, temos a seguinte representação:



Note que o vetor de interesse $\vec{v}_n$ corresponde ao vetor $\vec{v}_6$.

Gabarito: E.

21. (SEE - PE/2016 - FGV) Uma partícula se move ao longo do eixo Ox com uma aceleração escalar que varia senoidalmente com o tempo, como mostra a figura a seguir.



Sabendo que no instante t = 0 a partícula se encontra na origem com velocidade escalar nula, a coordenada x de sua posição e sua velocidade escalar no instante T indicado na figura são, respectivamente,

a) x = 0 e v > 0

b) x = 0 e v < 0

c) x > 0 e v = 0

d) x > 0 e v < 0

e) x = 0 e v = 0

Comentários:

A área entre a linha do gráfico da aceleração e o eixo do tempo é igual à variação de velocidade da partícula.

Como a área delimitada pela curva é simétrica em sua parte positiva e negativa, a variação da velocidade do corpo é nula.

Levando-se em conta que o corpo parte, em t = 0, do repouso, então sua velocidade no instante T é nula.

A equação que representa a velocidade do corpo pode ser obtida pela integral da equação da aceleração.

Como a equação que representa a aceleração do corpo corresponde a uma função seno, podemos escrever a seguinte relação:

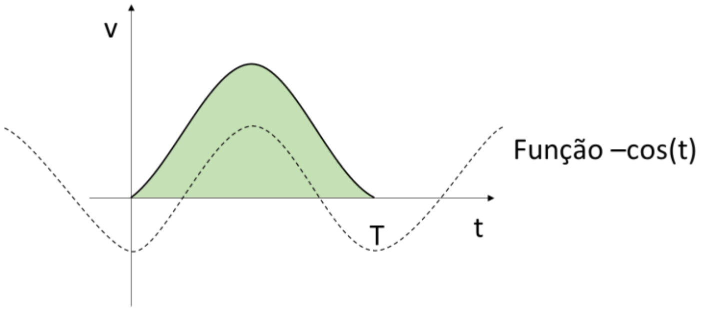
$$v(t) = \int a(t)\,dt$$

$$v(t) = \int sen(t)\,dt$$

$$v(t) = -\cos(t) + v(\mathrm{t} = 0)$$
$$v(t) = -\cos(t)$$

Adicionalmente, levando-se em conta que a velocidade do corpo é nula em t=0, temos que a função -cos(t) está deslocada verticalmente em relação ao eixo y do plano cartesiano.

Observe na figura que segue:

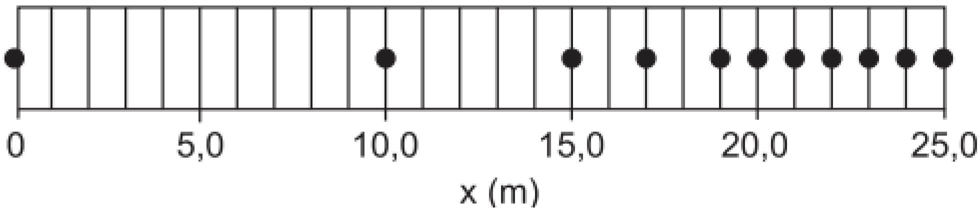


A área sob a curva do gráfico de velocidade pelo tempo nos retorna o deslocamento do corpo, que corresponde a um valor positivo.

Assim, a posição do corpo no instante T é maior do que zero.

Gabarito: C.

22. (SEEC - RN/2011 - CEGRANRIO) A figura representa a fotografia estroboscópica, tirada à taxa de 5 fotos por segundo, de uma esfera com velocidade inicial de 10,0 m/s.



O módulo da aceleração média da esfera, em m/s², no trecho não uniforme do movimento é

a) 1,00

b) 1,25

c) 5,00

d) 6,25

e) 10,00

Comentários:

Utilizando a informação presente no enunciado de que as fotografias são tiradas à uma taxa de 5 fotos por segundo, podemos concluir que o intervalo de tempo entre duas fotos consecutivas corresponde a 0,2 segundo.

Note que entre as posições $x = 0\,m$ e $x = 19\,m$, o corpo percorre distâncias diferentes no mesmo intervalo de tempo, ou seja, sua velocidade é variável.

Por outro lado, entre as posições $x = 20\,m$ e $x = 25\,m$, o corpo percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais, apresentando velocidade constante.

Utilizando quaisquer pontos a partir da posição $x = 19\,m$, podemos calcular a velocidade final.

Utilizando as posições $x = 19\,m$ e $x = 20\,m$, cujo intervalo de tempo é 0,2 s, temos:

$$v_f = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v_f = \frac{20 - 19}{0{,}2}$$

$$v_f = -5\,m/s$$

Sabendo-se que a velocidade inicial do corpo é de 10 m/s e sua velocidade final, na posição $x = 19\,m$, é de 5 m/s, podemos calcular o módulo da aceleração média da esfera.

$$\boxed{a = \frac{\Delta v}{\Delta t}}$$

Note que entre as posições $x = 0\,m$ e $x = 19\,m$ temos um intervalo de tempo de 0,8 s (0.2 s entre duas fotografias). Portanto, o módulo da aceleração no trecho vale:

$$a = \frac{5 - 10}{0{,}8}$$

$$a = -6{,}25\,m/s^2$$

$$|a| = 6{,}25\,m/s^2$$

Gabarito: D.

23. (SEDUC - CE/2018 - FUNECE) Dois aviões (rotulados como 1 e 2) estão com velocidades constantes dadas por V_1=200i+200j+10k e V_2=200i+200j−10k, onde i, j e k são os vetores unitários nas direções x, y e z respectivamente. Considere o sentido positivo do eixo z como vertical para cima. Neste caso, teremos uma aeronave ganhando altitude e outra perdendo. A velocidade do avião 1 em relação ao avião 2 é

a) 20k.

b) 400i+400j+20k.

c) 400i+400j−20k.

d) −400i−400j.

Comentários:

O único termo que difere os vetores velocidade dos aviões é aquele na direção z (correspondente ao vetor unitário k).

Juntamente com esta informação, temos que uma aeronave ganha e a outra perde altitude.

Logo, os vetores velocidade dos aviões apresentam mesma direção, mas sentidos contrários.

Para calcular a velocidade do avião 1 em relação ao avião 2, podemos subtrair um vetor do outro:

$$\vec{v}_{1,2} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$$

$$\vec{v}_{1,2} = (200\boldsymbol{i} + 200\boldsymbol{j} + 10\boldsymbol{k}) - (200\boldsymbol{i} + 200\boldsymbol{j} - 10\boldsymbol{k})$$

$$\vec{v}_{1,2} = (200 - 200)\boldsymbol{i} + (200 - 200)\boldsymbol{j} + \big(10 - (-10)\big)\boldsymbol{k}$$

$$\vec{v}_{1,2} = 20\boldsymbol{k}$$

Gabarito: A

24. (SEDUC - CE/2018 - FUNECE) Considere uma massa puntiforme que, saindo do repouso, se desloca de modo que a componente x de seu vetor aceleração é dada por $a_x = 3t^3$, onde t é o tempo. A componente x da velocidade dessa partícula é descrita por

a) $(3/4)t^4$.

b) $3 \cdot 3t^2$.

c) $3t^2$.

d) 3

Comentários:

Para calcular a componente x da velocidade da partícula a partir da função que descreve a componente x de seu vetor aceleração, basta integrarmos a função:

$$\boxed{v_x = \int a_x \, dt}$$

Assim, a componente x da velocidade fica:

$$v_x = \int 3t^3 \, dt$$

$$v_x = \frac{3t^{3+1}}{3+1}$$

$$v_x = \frac{3t^4}{4}$$

Gabarito: A.

25. (SEDUC - CE/2012 - CCV) A equação de um movimento em função do tempo é dada por $x = 2t^4 - 3t^2 + 2$, onde o tempo é dado em segundos. Lembrando que começamos a medir o tempo em t = 0, assinale a alternativa que contém o tempo para o qual a aceleração se anula.

a) 0 s

b) 0,5 s

c) 1s

d) 1,5 s

e) 2 s

Comentários:

A função que descreve a aceleração corresponde à derivada segunda da função que descreve a posição.

$$\boxed{a = \frac{dV}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}}$$

A primeira derivada da função que descreve a posição representa a função que descreve a velocidade.

Assim, temos:

$$\boxed{V = \frac{dx}{dt}}$$

$$V = \frac{d}{dt}(2t^4 - 3t^2 + 2)$$

$$V = (2.4t^{4-1} - 3.2t^{2-1})$$

$$V = 8t^3 - 6\text{t}$$

Derivando novamente, encontramos a função que descreve a aceleração:

$$\boxed{a = \frac{dV}{dt}}$$

$$a = \frac{d}{dt}(8t^3 - 6\text{t})$$

$$a = (8.3t^{3-1} - 6.1t^{1-1})$$

$$a = 24t^2 - 6$$

Para encontrar o tempo para o qual a aceleração se anula, basta substituir $a = 0$ e resolver a equação para t.

$$0 = 24t^2 - 6$$

$$t^2 = \frac{6}{24}$$

$$t = \sqrt{\frac{1}{4}}$$

$$t = \frac{1}{2}$$

$$t = 0{,}5$$

Gabarito: B.

26. (SEED - AP/2005) Uma partícula que se move ao longo de uma dada direção u, tem a posição dada por $\boldsymbol{u(t) = 8e^{-t} + 2}$, onde u está em metros e t em segundos. Qual é a aceleração instantânea da partícula, em $\boldsymbol{t = 1\ s}$?

a) 8

b) $8e$

c) $8e^t$

d) $8/e$

e) e

Comentários:

A função que descreve o vetor aceleração instantânea da partícula pode ser calculada por meio da derivada segunda da função que descreve sua posição.

$$\boxed{a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2u}{dt^2}}$$

Note ainda, que a primeira derivada da função que descreve a posição representa a função que descreve a velocidade.

Assim, temos:

$$\boxed{v = \frac{du}{dt}}$$

$$v = \frac{d}{dt}(8e^{-t} + 2)$$

Lembrando que a derivada de uma função exponencial é dada por:

$$\frac{d}{dx}e^{-x} = -e^{-x}$$

Então:

$$v = -8e^{-t}$$

Derivando novamente encontramos a função que descreve a aceleração:

$$\boxed{a = \frac{dv}{dt}}$$

$$a = \frac{d}{dt}(-8e^{-t})$$

$$a = 8e^{-t}$$

Assim, em $t = 1\ s$, a aceleração da partícula vale:

$$a = 8e^{-1}$$

$$a = \frac{8}{e}$$

Gabarito: D.

27. (SEE - AC/2010 - FUNCAB) A função horária do movimento de uma partícula é $S = 4t^4 + 3t^2 + 20$ para S e t em unidades do Sistema Internacional de Unidades – SI. A velocidade escalar e a aceleração escalar no instante t = 2,0 s valem, respectivamente, também em unidades do SI:

a) 140 e 198

b) 140 e 70

c) 70 e 140

d) 40 e 98

e) 280 e 198

Comentários:

A função que descreve a velocidade da partícula pode ser calculada por meio da derivada da função que descreve sua posição.

Já a função que descreve a aceleração é calculada pela derivada da função que descreve a velocidade.

Assim, temos:

$$\boxed{v = \frac{dS}{dt}}$$

$$v = \frac{d}{dt}(4t^4 + 3t^2 + 20)$$

$$v = (4 \cdot 4t^3 + 2 \cdot 3t^1)$$

$$v = 16t^3 + 6t$$

Para $t = 2\ s$:

$$v = 16(2)^3 + 6 \cdot 2$$

$$v = 16 \cdot 8 + 12$$
$$v = 140\ m/s$$

Derivando novamente encontramos a função que descreve a aceleração:

$$\boxed{a = \frac{dv}{dt}}$$

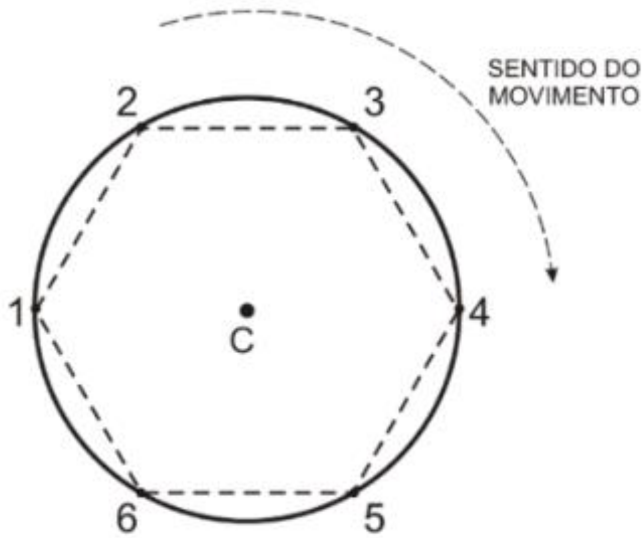
$$a = \frac{d}{dt}(16t^3 + 6t)$$
$$a = (3 \cdot 16t^2 + 6)$$
$$a = 48t^2 + 6$$

Desta forma, em $t = 2\ s$, a aceleração da partícula vale:

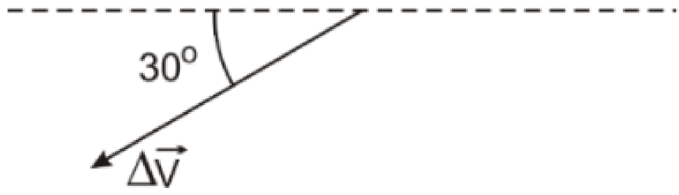
$$a = 48(2)^2 + 6$$
$$a = 48 \cdot 4 + 6$$
$$a = 198\ m/s^2$$

Gabarito: A.

28. (SEE – MG/2023 - FGV) Uma partícula está animada por um movimento uniforme ao longo da trajetória circular de centro em C, representada abaixo, no sentido horário. 1, 2, 3, 4, 5 e 6 são os vértices de um hexágono regular inscrito no círculo-trajetória.



Decorrido um intervalo de tempo Δt, a contar do instante em que ela passa pelo ponto 1, o vetor variação de velocidade da partícula pode ser representado pelo segmento orientado desenhado na figura abaixo.



Nesse caso, decorrido esse intervalo de tempo Δt, a partícula se encontra no ponto

a) 3.

b) 4.

c) 5.

d) 6.

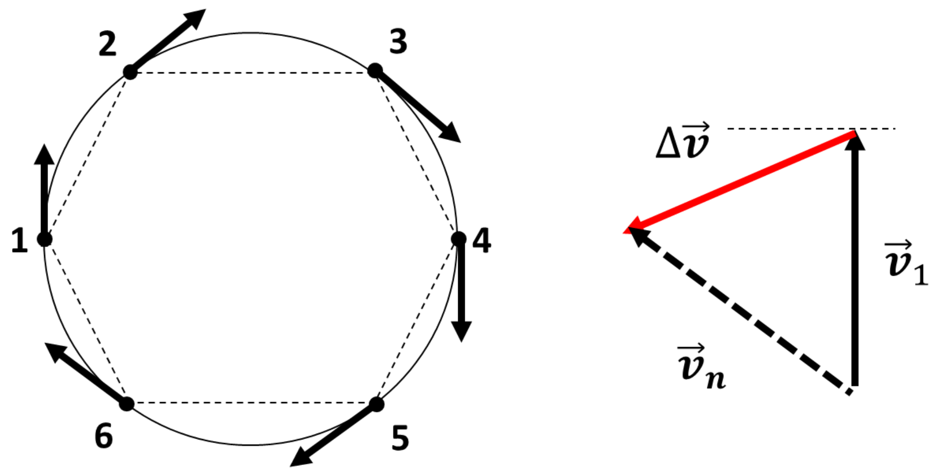
Comentários:

Como o sentido do movimento da partícula é horário, sua velocidade no ponto A corresponde a um vetor tangente à trajetória da partícula e, por este motivo, é orientada verticalmente para cima.

O vetor $\Delta\vec{v}$ é calculado como:

$$\Delta\vec{v} = \vec{v}_n - \vec{v}_1$$

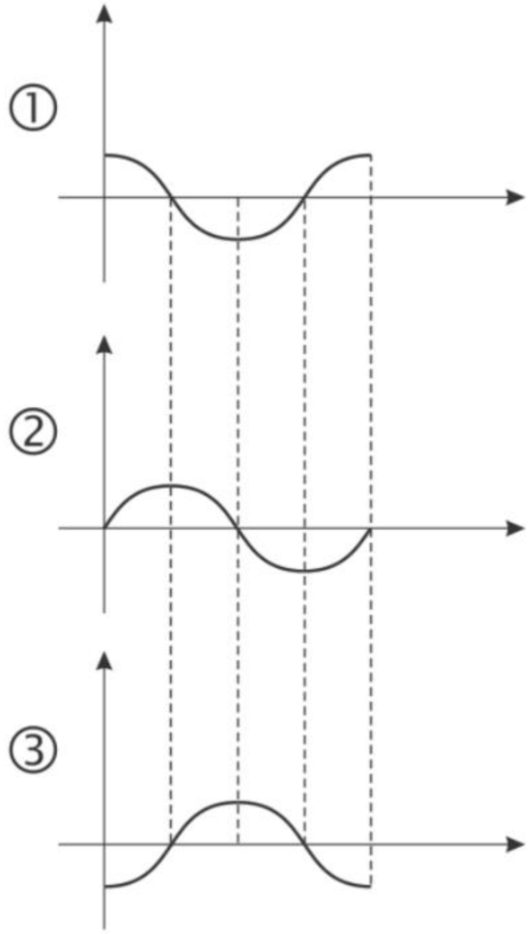
Sendo $\vec{v}_n$ o vetor que desejamos descobrir, podemos representar o problema geometricamente da seguinte forma:



Note que o vetor de interesse $\vec{v}_n$, representa pela seta pontilhada à direita, corresponde ao vetor $\vec{v}_6$.

Gabarito: D.

29. (SEE – SP/2013 - FGV) Sobre uma partícula animada por um movimento harmônico simples, são dados três gráficos cartesianos:



Eles representam (durante um período) como variam, em função do tempo, a elongação x (gráfico x-t), a velocidade escalar (gráfico v-t) e a aceleração escalar (gráfico a-t), não necessariamente nessa ordem.

Os gráficos, x-t, v-t e a-t são, respectivamente,

a) 3, 2 e 1

b) 2, 1 e 3

c) 1, 3 e 2

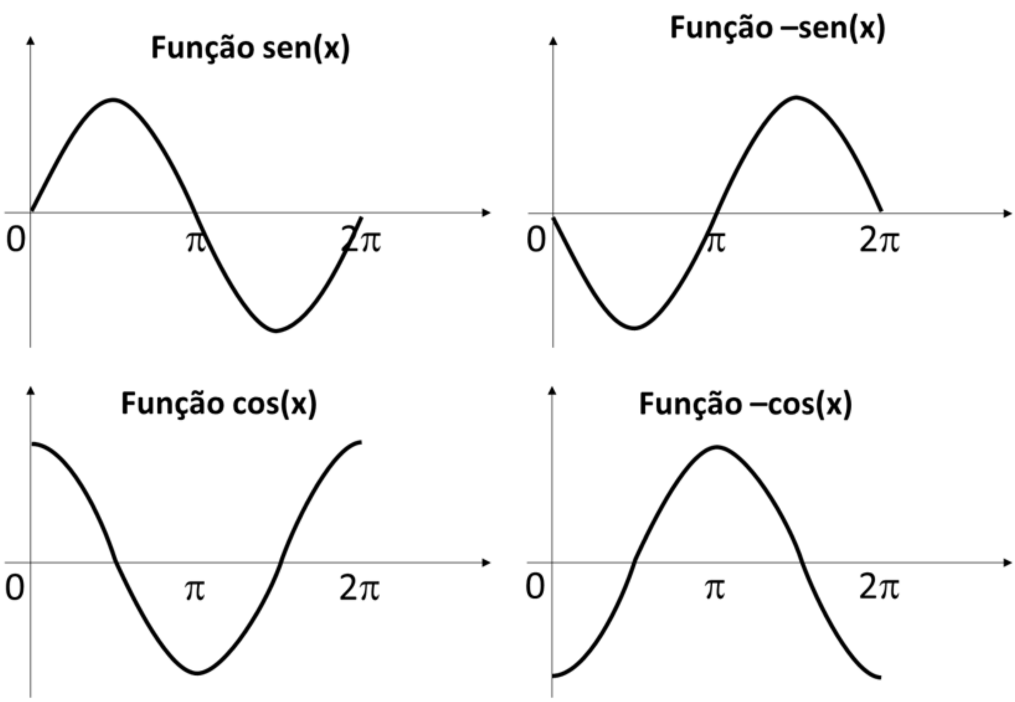
d) 3, 1 e 2

e) 1, 2 e 3

Comentários:

Para a resolução da questão, é necessário reconhecer as curvas que descrevem funções seno e cosseno, visto que um movimento harmônico pode ser representado por tais funções.

Observe a figura que segue:



Assim, identificamos o gráfico 1 como sendo da função $cos(x)$, o gráfico 2 como sendo da função $sen(x)$ e o gráfico 3 como sendo da função $-cos(x)$.

A função que descreve a velocidade da partícula pode ser calculada pela derivada da função que descreve sua posição.

Já a função que descreve a sua aceleração é calculada pela derivada da função da velocidade.

Veja as seguintes derivadas de funções senoidais:

$$\frac{d}{dt}sen(x) = \cos(x)$$

$$\frac{d}{dt}\big(-sen(x)\big) = -\cos(x)$$

$$\frac{d}{dt}cos(x) = -sen\,(x)$$

$$\frac{d}{dt}(-cos(x)) = sen\,(x)$$

Veja que, derivando a função apresentada no gráfico 3, obtemos a função apresentada no gráfico 2. E derivando a função apresentada no gráfico 2, obtemos a função apresentada no gráfico 1.

Assim, o gráfico 3 representa o vetor posição do corpo, o gráfico 2 sua velocidade e o gráfico 1 sua aceleração, conforme apresentado na alternativa A.

Gabarito: A.

30. (SEE – AC/2010 - FUNCAB) Um automóvel realiza uma viagem entre duas cidades vizinhas, mantendo uma velocidade escalar média de 40km/h durante a primeira metade do caminho e de 60km/h no restante da viagem. A velocidade escalar média do automóvel durante toda a viagem foi, em km/h, igual a:

a) 40

b) 42

c) 45

d) 48

e) 50

Comentários:

A velocidade escalar média na trajetória é calculada pela razão entre o deslocamento do móvel e o intervalo de tempo necessário para tal.

Assim, temos:

$$\boxed{v_{média} = \frac{\Delta S}{\Delta t}}$$

Note que o trajeto é dividido em duas partes iguais (dado pelo comando "[...] primeira metade do caminho [...]" e "[...] restante da viagem.").

Dessa forma, os intervalos de tempo associados com esses deslocamentos ficam:

$$t_1 = \frac{\frac{\Delta S}{2}}{v_1}$$

$$t_1 = \frac{\frac{\Delta S}{2}}{40}$$

$$t_1 = \frac{\Delta S}{80}$$

$$t_2 = \frac{\frac{\Delta S}{2}}{v_2}$$

$$t_2 = \frac{\frac{\Delta S}{2}}{60}$$

$$t_2 = \frac{\Delta S}{120}$$

O tempo total de viagem corresponde à soma dos tempos de cada trecho.

Assim, podemos escrever o que segue:

$$v_{média} = \frac{\Delta S}{t_1 + t_2}$$

$$v_{média} = \frac{\Delta S}{\frac{\Delta S}{80} + \frac{\Delta S}{120}}$$

$$v_{média} = \frac{\Delta S}{\frac{3\Delta S + 2\Delta S}{240}}$$

$$v_{média} = \frac{\Delta S}{\frac{5\Delta S}{240}}$$

$$v_{média} = \Delta S \frac{240}{5\Delta S}$$

$$v_{média} = \frac{240}{5}$$

$$v_{média} = 48\ km/h$$

Gabarito: D

31. (SEDUC – PA/2008 - FADESP) O termo "uniforme" aplicado a certos movimentos significa que

a) são retilíneos.

b) a velocidade é constante.

c) a resultante das forças externas sobre os corpos que desenvolvem tais movimentos é nula.

d) as componentes das forças externas, que atuam na direção paralela à velocidade, produzem uma resultante nula.

Comentários:

No MRU, Movimento Retilíneo Uniforme, temos o seguinte significado:

- Movimento: que muda de posição com o passar do tempo.

- Retilíneo: que tem trajetória retilínea, não fazendo curvas.

- Uniforme: que tem velocidade constante, mantendo a mesma rapidez durante todo o trajeto.

Já no MCU, Movimento Circular Uniforme, temos o seguinte:

- Movimento: que muda de posição com o passar do tempo.

- Circular: que tem trajetória circular.

- Uniforme: que tem velocidade angular constante e módulo da velocidade linear também constante, mantendo a mesma rapidez durante todo o trajeto.

O MCU é um movimento com velocidade e aceleração variáveis, pois esses vetores mudam suas direções constantemente devido a uma resultante de forças centrípeta.

A variação da velocidade ocorre sempre na mesma direção e sentido da aceleração. Que, por sua vez, tem igual direção e sentido da resultante das forças.

Portanto, os movimentos chamados de uniformes, como o MRU e o MCU não têm aceleração na direção da velocidade.

Gabarito: D.

32. (SEDUC – PA/2008 - FADESP) Um trecho de rio escoa com velocidade v_R em relação às margens. Um nadador resolve fazer dois experimentos: primeiro, ele atravessa o rio, indo e voltando de uma margem até a outra, nadando com velocidade v_N em relação às margens, de modo a seguir sempre perpendicularmente à correnteza; depois, com o mesmo ritmo de braçadas, percorre a mesma distância, de ida e volta, ao longo da corrente. Cronometrando os tempos gastos nos dois experimentos, encontrar-se-á que a relação entre o que foi gasto no primeiro e no segundo será igual a

a) 1

b) $\sqrt{1-\frac{v_R^2}{v_N^2}}$

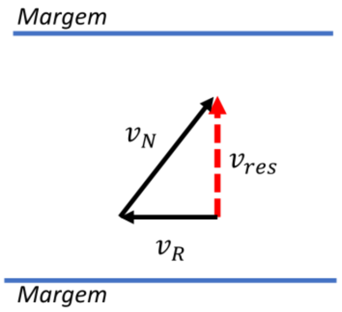
c) $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v_R^2}{v_N^2}}}$

d) $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v_N^2}{v_R^2}}}$

Comentários:

No primeiro experimento descrito, o nadador se move perpendicularmente em relação à velocidade do rio.

Logo sua velocidade pode ser dada pela soma vetorial das velocidades de escoamento e do nado, conforme representando no esquema que segue.



Desta forma, a velocidade resultante do nadador pode ser calculada por pelo Teorema de Pitágoras.

Já no segundo experimento, o vetor velocidade do nadador é paralelo à velocidade do rio.

A velocidade resultante no primeiro experimento é dada pela subtração vetorial das velocidades perpendiculares do rio e do nadador devido às suas braçadas.

Logo, temos:

$$v_{res} = \sqrt{v_N^2 - v_R^2}$$

Definindo a distância entre margens como d, o tempo para que o nadador vá de uma margem a outra é dado por:

$$t_{1(ida)} = \frac{d}{\sqrt{v_N^2 - v_R^2}}$$

Como, no caminho de volta, tanto a velocidade resultante quanto a distância são as mesmas, o tempo de volta do nadador é igual ao da ida ($t_{1(ida)} = t_{1(volta)}$).

Assim, o tempo total de percurso é dado pela soma dos valores (ou o dobro do tempo de ida).

$$t_1 = 2t_{1(ida)}$$

$$t_1 = \frac{2d}{\sqrt{v_N^2 - v_R^2}}$$

Já para o segundo experimento, durante o movimento, o nadador realiza o nado a favor da corrente ou contra a corrente, assim os tempos de ida e volta são diferentes entre si.

Supondo que na ida o nadador se move a favor da correnteza, sua velocidade resultante será dada pela soma de sua velocidade e da velocidade do rio.

$$v_{res\,(ida)} = v_N + v_R$$

Assim, o tempo de ida será:

$$t_{2(ida)} = \frac{d}{v_N + v_R}$$

Para a volta, o nadador viaja contra a correnteza e sua velocidade será dada pela diferença entre sua velocidade e do rio.

$$v_{res\,(volta)} = v_N - v_R$$

Assim, o tempo de volta será:

$$t_{2(volta)} = \frac{d}{v_N - v_R}$$

O tempo total no segundo experimento é dado por:

$$t_2 = t_{2(ida)} + t_{2(volta)}$$

$$t_2 = \frac{d}{v_N + v_R} + \frac{d}{v_N - v_R}$$

$$t_2 = \frac{d(v_N - v_R) + d(v_N + v_R)}{(v_N + v_R)(v_N - v_R)}$$

$$t_2 = \frac{2dv_N}{v_N^2 - v_R^2}$$

Por fim, a razão entre t_1 e t_2 fica:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\frac{2d}{\sqrt{v_N^2 - v_R^2}}}{\frac{2dv_N}{v_N^2 - v_R^2}}$$

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{2d}{\sqrt{v_N^2 - v_R^2}} \frac{v_N^2 - v_R^2}{2dv_N}$$

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{v_N^2 - v_R^2}{v_N\sqrt{v_N^2 - v_R^2}}$$

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\left(\sqrt{v_N^2 - v_R^2}\right)^2}{v_N\sqrt{v_N^2 - v_R^2}}$$

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\sqrt{v_N^2 - v_R^2}}{v_N}$$

$$\frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{v_N^2 - v_R^2}{v_N^2}}$$

$$\frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{v_N^2}{v_N^2} - \frac{v_R^2}{v_N^2}}$$

$$\frac{t_1}{t_2} = \sqrt{1 - \frac{v_R^2}{v_N^2}}$$

Gabarito: B.

33. (SEDF/2013 - IBFC) 32) Um automóvel está em movimento uniforme ao longo de uma rodovia. O motorista marcou em uma planilha o momento e a distância que ele se encontrava na rodovia (tabela a seguir). Com base nestes dados a velocidade escalar do movimento vale:

Distância (km)	20	26	32	38	44
Tempo (minutos)	0	10	20	30	40

a) 10 m/s.

b) 6 m/s.

c) 60 m/s.

d) 18 m/s.

Comentários:

Como o movimento do automóvel é constante, podemos utilizar quaisquer dois conjuntos de valores para calcular sua velocidade com a seguinte equação:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S - S_0}{t - t_0}$$

Com as posições 20 km e 26 km, seus respectivos tempos e alterando as unidades de medida para as do SI, a velocidade, em m/s, fica:

$$v = \frac{26000 - 20000}{10 \cdot 60 - 0}$$

$$v = \frac{6000}{600}$$

$$v = 10\ m/s$$

Gabarito: A.

34. (SEDUC – MT/2021 – Selecon) Uma pessoa realizou uma viagem de 600 km, dividindo-a em duas etapas. Nos primeiros 200 km, a velocidade média foi de 50 km/h. O restante do percurso foi realizado em 5 horas. A velocidade média da viagem foi de aproximadamente:

a) 50 km/h

b) 67 km/h

c) 87 km/h

d) 95 km/h

Comentários:

A velocidade média é dada por:

$$\boxed{v_{média} = \frac{\Delta x}{\Delta t}}$$

$$v_{média} = \frac{\Delta x_{etapa1} + \Delta x_{etapa\,2}}{\Delta t_{etapa\,1} + \Delta t_{etapa\,2}}$$

Na etapa 1, temos que Δx = 200 km e a velocidade é de 50 km/h. O intervalo de tempo dessa etapa fica:

$$v_{etapa\,1} = \frac{\Delta x_{etapa1}}{\Delta t_{etapa\,1}}$$

$$50 = \frac{200}{\Delta t_{etapa\,1}}$$

$$\Delta t_{etapa\,1} = \frac{200}{50}$$

$$\Delta t_{etapa\,1} = 4\ h$$

Na etapa 2, temos que Δx = 600 – 200 = 400 km e o intervalo de tempo é de 5h. Então, substituindo os valores encontrados na equação da velocidade média, temos o seguinte resultado:

$$v_{média} = \frac{200 + 400}{4 + 5}$$

$$v_{média} = \frac{600}{9}$$

$$v_{média} \cong 67\ km/h$$

Gabarito: B.

35. (SEDUC – RS/20023 - AOCP) O professor de Física da sala de aula que João estuda resolveu deixar um desafio para ele com a motivação de despertar no aluno um espírito investigativo científico. O professor pediu que João fizesse um teste com o automóvel de seu pai, com o intuito de encontrar a função horária que descrevesse o movimento do veículo e apresentasse em sala de aula para seus colegas. Sendo assim, pediu a seu pai que saísse com o automóvel realizando um movimento com velocidade constante em determinado referencial.

Desse modo, anotou em uma tabela seus espaços, em metros, percorridos com seus respectivos tempos, em segundos. Assinale a alternativa que apresenta corretamente a função horária do movimento que João encontrou e apresentou em sala de aula para seus colegas.

Tabela 01: Variação de espaço x tempo de um móvel.

t (s)	0	1	2	3
s (m)	10	25	40	55

a) $s = 15 + 10t.$

b) $s = 10 - 15t.$

c) $s = 15t.$

d) $s = 10 + 15t.$

e) $s = 10 - 5t.$

Comentários:

A função horária do movimento é dada pela seguinte equação:

$$\boxed{S = S_0 + v.t}$$

Onde S é a posição final, S_0 é a posição inicial, v é a velocidade e t o tempo.

A partir da tabela, temos que S_0 é igual a 10 metros.

A velocidade pode ser obtida através da equação:

$$\boxed{v = \frac{\Delta S}{\Delta t}}$$

$$v = \frac{S - S_0}{t - t_0}$$

$$v = \frac{55 - 10}{3 - 0}$$

$$v = \frac{45}{3}$$

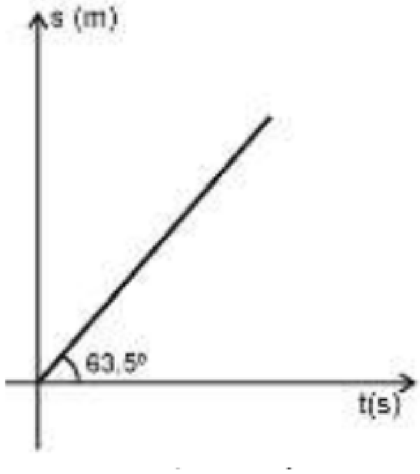
$$v = 15\ m/s$$

Substituindo os valores na equação horária, temos:

$$S = 10 + 15t$$

Gabarito: D.

36. (SEED – PR/2023 - Consulplan) O gráfico descreve a posição, em metros, de um corpo em relação a um intervalo de tempo, em segundos, observe:



(Dados: sen 63,5° = 0,9 e cos 63,5° = 0,45.)

É correto concluir que o deslocamento do corpo após um intervalo de tempo de 4 segundos é de:

a) 0,9 metro

b) 2,0 metros

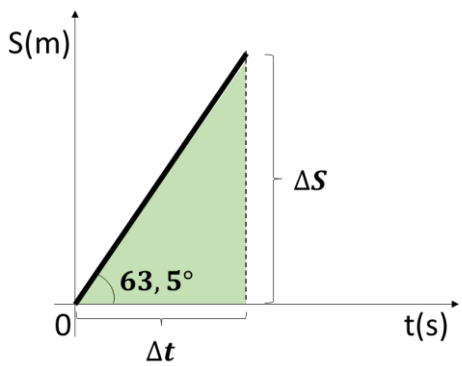
c) 3,6 metros

d) 8,0 metros

Comentários:

Como o gráfico apresenta a variação da posição ao longo do tempo para o móvel em questão, basta calcularmos o cateto oposto de um triângulo retângulo formado pelo eixo horizontal do gráfico.

A reta que descreve sua posição é uma reta vertical que representará sua posição no instante desejado.



$$tag\ 63{,}5° = \frac{cat.op.}{cat.adj.}$$

Note que o cateto oposto corresponde ao deslocamento no eixo S, em metros, e o cateto adjacente corresponde à variação do tempo.

Assim, podemos escrever o seguinte:

$$\frac{sen\,63{,}5°}{cos\,63{,}5°} = \frac{x}{t}$$

$$\frac{0{,}9}{0{,}45} = \frac{x}{4}$$

$$x = \frac{3{,}6}{0{,}45}$$

$$x = 8\,m$$

Gabarito: D.

37. (SEED – PR/2023 - Consulplan) Um atleta treinando para a corrida de 400 metros divide seu percurso em dois trechos, um de 100 metros e outro de 300 metros. Ele percorre os primeiros 100 metros do trajeto com uma velocidade média de 5 m/s e o restante do percurso com uma velocidade média de 10 m/s. Se o atleta modificar seu treino, percorrendo o segundo trecho do percurso com uma velocidade de 8 m/s, a velocidade que ele deve percorrer os primeiros 100 metros, de modo a manter a mesma velocidade média total deverá ser de:

a) 5 m/s

b) 7 m/s

c) 8 m/s

d) 9 m/s

Comentários:

Primeiro, temos que calcular a velocidade média do atleta nos dois trechos.

Para isso vamos encontrar o intervalo de tempo Δt para ambos os trechos:

Trecho 1: Δx = 100 m e v = 5:

Utilizando a equação da velocidade:

$$v_1 = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1}$$

$$5 = \frac{100}{\Delta t_1}$$

$$\Delta t_1 = \frac{100}{5}$$

$$\Delta t_1 = 20\,s$$

Trecho 2: Δx = 300 m e v = 10 m/s.

De maneira semelhante, para o trecho 2, temos:

$$v_2 = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2}$$

$$10 = \frac{300}{\Delta t_2}$$

$$\Delta t_2 = \frac{300}{10}$$

$$\Delta t_2 = 30\ s$$

Podemos calcular a velocidade média dos dois trechos utilizando a seguinte equação:

$$v_{média} = \frac{\Delta x_{trecho1} + \Delta x_{trecho2}}{\Delta t_{trecho1} + \Delta t_{trecho2}}$$

$$v_{média} = \frac{100 + 300}{20 + 30}$$

$$v_{média} = \frac{400}{50}$$

$$v_{média} = 8\ m/s$$

Portanto, a velocidade média do atleta nos trechos 1 e 2 é de 8 m/s.

O próximo passo será o de calcular a velocidade do atleta no trecho 1 para que a velocidade média continue a ser 8 m/s, percorrendo o trecho 2 com velocidade de 8 m/s.

O novo Δt para o trecho 2 fica:

Trecho 2: Δx = 300 m e v = 8 m/s.

$$v_{trecho\ 2} = \frac{\Delta x_{trecho\ 2}}{\Delta t_{trecho\ 2}}$$

$$8 = \frac{300}{\Delta t_{trecho\ 2}}$$

$$\Delta t_{trecho\ 2} = \frac{300}{8}$$

$$\Delta t_{trecho\ 2} = 37{,}5\ s$$

O intervalo de tempo Δt para o trecho 1 fica:

$$v_{média} = \frac{\Delta x_{trecho1} + \Delta x_{trecho2}}{\Delta t_{trecho1} + \Delta t_{trecho2}}$$

Como a velocidade média deve continuar sendo 8 m/s, então:

$$8 = \frac{100 + 300}{\Delta t_{trecho1} + 37{,}5}$$

$$8(\Delta t_{trecho1} + 37{,}5) = 400$$

$$8.\Delta t_{trecho1} + 300 = 400$$

$$8.\Delta t_{trecho1} = 100$$

$$\Delta t_{trecho1} = \frac{100}{8}$$

$$\Delta t_{trecho1} = 12{,}5\ s$$

Por fim, utilizaremos o valor encontrado para o intervalo de tempo do trecho 1, e a distância percorrida, que é de 100 m:

$$v_{trecho\ 1} = \frac{\Delta x_{trecho\ 1}}{\Delta t_{trecho\ 1}}$$

$$v_{trecho\ 1} = \frac{100}{12{,}5}$$

$$v_{trecho\ 1} = 8\,m/s$$

Gabarito: C

LISTA DE QUESTÕES

1. (SEDUC - RS/2023 - AOCP) Um estudante do Ensino Médio indagou a seu professor de Física:

– O que é a nanotecnologia, professor?

Para explicar e tentar contextualizar uma resposta para seu aluno, o professor respondeu:

– O prefixo "nano" deriva da palavra grega "anão", correspondendo a um termo técnico usado em qualquer unidade de medida (de comprimento, área, volume, massa etc.). Por exemplo: a proporção entre a Terra e uma moeda de um real é aproximadamente igual à proporção entre uma moeda de um real e uma nanopartícula.

O professor tentou fazer com que o estudante imaginasse mais a fundo e pediu que os alunos fizessem a razão entre o diâmetro da Terra e o diâmetro da moeda e perguntou quantas moedas enfileiradas, uma ao lado da outra, seriam necessárias para formar a linha cuja medida fosse equivalente à do diâmetro da Terra.

(Dados: diâmetro da Terra D = 12756000 m e diâmetro da moeda d = 0,024 m).

Assinale a alternativa que apresenta corretamente a notação científica encontrada pelos estudantes.

a) $5{,}315 \cdot 10^{8}$.

b) $5{,}316 \cdot 10^{7}$.

c) $5{,}315 \cdot 10^{7}$.

d) $5{,}316 \cdot 10^{8}$.

e) $5{,}320 \cdot 10^{9}$.

2. (SEDUC - RJ/2010 - CEPERJ) Mede-se a distância entre dois pontos com o auxílio de uma régua. O resultado é corretamente expresso por $3,16 \times 10^{-4}\ km$. A régua utilizada para fazer a medida estava graduada em:

a) quilômetros

b) metros

c) decímetros

d) centímetros

e) milímetros

3. (SEED - AP/2012 - Universa) Dois fios retilíneos muito longos e paralelos que são percorridos por correntes de intensidades iguais, separados por uma distância d, exercem entre si uma força de magnitude F. Se a corrente em ambos os fios for multiplicada por 4 e a distância de separação for reduzida à sexta parte do valor inicial, a magnitude da nova força de interação entre os dois fios será de

a) 96 F.

b) 16 F.

c) 8 F.

d) 4 F.

e) 2 F.

4. (SEDUC - MT/2007 - CESPE) Em usina eólica, ocorre a conversão da energia cinética devido ao movimento de uma massa de ar em energia elétrica. Sabe-se que a potência máxima ou trabalho máximo realizado por unidade de tempo, nesse processo, pode ser calculada de forma aproximada pela equação $P = \frac{\rho v^3 A}{2}$, em que ρ é a densidade do ar, v é a velocidade do vento e A é a área circular varrida pelas hélices do gerador. Nesse caso, se a velocidade do vento aumentar em 10%, a potência elétrica máxima que pode ser gerada aumentará em aproximadamente

a) 5%.

b) 18%.

c) 33%.

d) 50%.

5. (SEE - AC/2013 - FUNCAB) Na equação $x = C_1 t^2$, a distância (x) e o tempo (t) estão descritos em unidades do Sistema Internacional (SI). Sendo assim, pode-se afirmar que a unidade de C_1 é:

a) $kg \cdot m \cdot s$

b) $m \cdot s^{-1}$

c) $m \cdot s^{-2}$

d) $m \cdot s^2$

e) $m^2 \cdot s^{-2}$

6. (SEDUC - RO/2016 - IBADE) Um projetista de máquinas de lavar roupas, foi incumbido de determinar o volume de água utilizado por uma lavadora de roupas durante seu funcionamento, visando otimizar a economia de água no aparelho. Ele obteve uma expressão para o volume de água:

$$\boldsymbol{V = km^{2a}(\Delta t)^b P^n}$$

Onde k é uma constante adimensional, m é a massa de roupas a serem lavadas em um intervalo de tempo Δt e P é a pressão de água com a qual a máquina enche. Os valores que melhor representam as constantes a, b e n de modo que a equação acima esteja dimensionalmente balanceada são:

a) -2, 5/2, -6

b) -3, 3/2, -6

c) 3/2, 1/2, -4/3

d) 1, -1, 3/2

e) 0, -1/2, 5

7. (SEDUC - RO/2016 - IBADE) A taxa de transferência de energia em um dispositivo elétrico, através do qual uma diferença de potencial é mantida, é expressa pela fórmula $\boldsymbol{P = Vi}$. As unidades envolvidas nessa fórmula, adotando o sistema internacional (SI) como base, são melhor representadas pelas letras:

a) N, W, C.

b) W, V, A.

c) C, W, V.

d) J, W, C.

e) K, V, A.

8. (SEDUC - MT/2021 - Selecon) O campo magnético pode ser medido por meio da unidade de medida correspondente a:

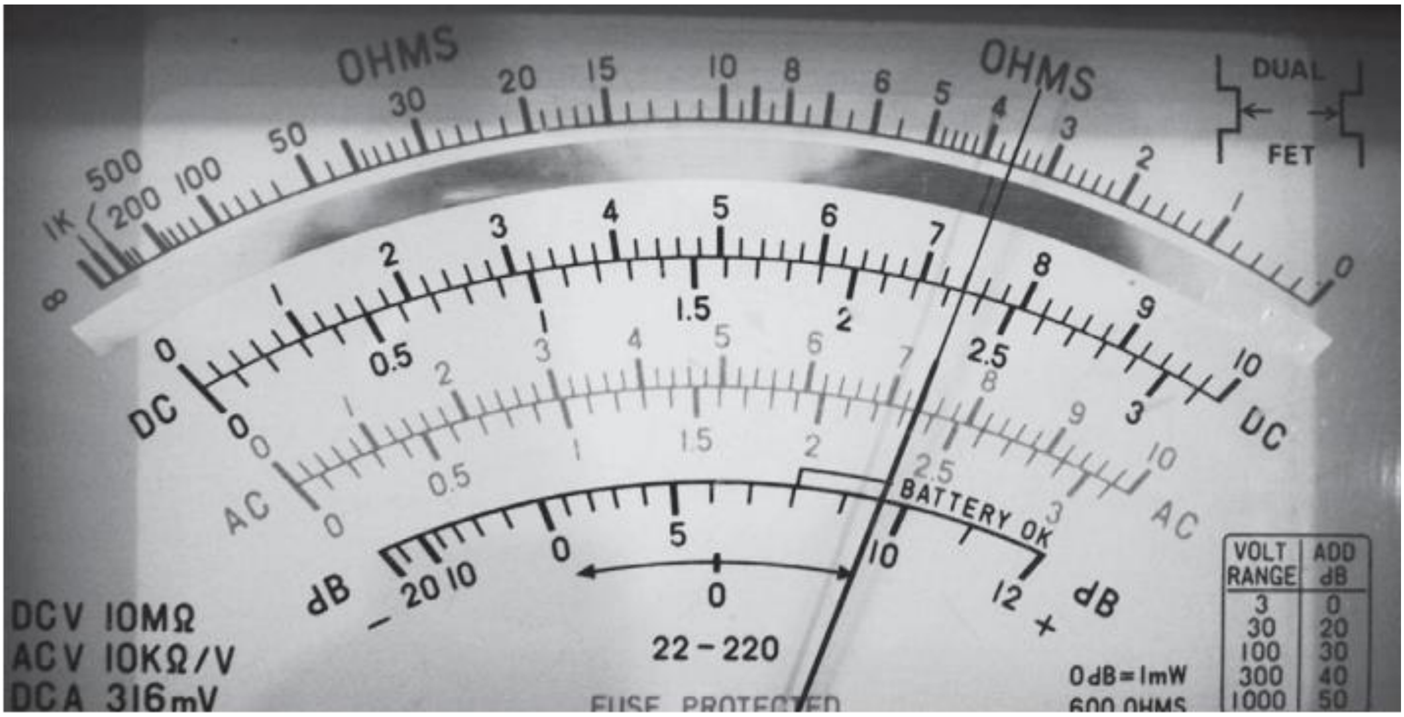
a) Volt (V)

b) Tesla (T)

c) Joule (J)

d) Watt (W)

9. (SEEC - RN/2011 - CESGRANRIO) A fotografia ilustra o mostrador de um multímetro ajustado na escala 100 VDC.



O valor da medida indicada pelo multímetro, com o número correto de algarismos significativos, é

a) 7,2

b) 7,4

c) 72,0

d) 74

e) 74,0

10. (SEEC - RN/2016 - IDECAN) Na produção de 1 kg de carne bovina são necessários 15.000 litros de água. Considerando que o brasileiro consumiu em média 40 kg de carne bovina em certo ano, então a ordem de grandeza do volume de água em litros utilizada na produção de carne bovina consumida no Brasil no ano em questão foi de:

a) 10^{12}.

b) 10^{14}.

c) 10^{16}.

d) 10^{18}.

11. (SEEC - RN/2011 - CESGRANRIO) Considere os símbolos abaixo e as grandezas físicas que eles representam:

F: força.

g: aceleração da gravidade.

m: massa.

x: comprimento.

t: tempo.

v: velocidade.

ω: velocidade angular.

q: carga elétrica.

I: intensidade da corrente elétrica.

R: resistência elétrica.

U: potencial elétrico.

Abaixo estão representadas 3 igualdades não necessariamente verdadeiras.

I – $2\pi\sqrt{\frac{x}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{F}{x \cdot m}}$

II – $\frac{1}{8} m \cdot x^2 \cdot \omega^2 = m \cdot g \cdot x$

III – $R \cdot I^2 \cdot t = m \cdot v^2 + q \cdot U$

A(s) igualdade(s) dimensionalmente coerente(s) é(são)APENAS

a) I

b) II

c) III

d) I e II

e) II e III

12. (SEDUC - CE/2018 - FUNECE) No que diz respeito à dimensão, na lei dos gases ideais, PV=nRT, o termo n

a) tem dimensão de massa.

b) tem dimensão de temperatura.

c) tem dimensão de volume.

d) é adimensional.

13. (SEDUC - CE/2018 - FUNECE) Em um determinado pêndulo simples, o ângulo θ entre o fio e o eixo vertical é dado por θ = 0,01·sen(ωt). Assim, é correto afirmar que o termo ωt que diz respeito à dimensão

a) é adimensional.

b) tem dimensão de tempo.

c) tem dimensão de frequência.

d) tem dimensão de comprimento.

14. (SEDUC - CE/2012 - CCV) O momentum angular de uma partícula tem unidades (no S.I.) dadas por:

a) N m

b) N m^2

c) kg m/s

d) kg m^2/s

e) kg m^2/s^2

15. (SEDU - ES/2016 - FCC) Considere as unidades físicas apresentadas abaixo.

I. joule.

II. newton × metro.

III. caloria.

IV. watt × segundo.

V. volt × ampère.

A única que NÃO deve ser utilizada para expressar a energia dissipada por atrito é a

a) II.

b) IV.

c) III.

d) I.

e) V.

16. (SEE - PB/2017 - IBADE) São grandezas vetoriais:

a) trabalho e velocidade.

b) campo elétrico e velocidade.

c) volume e aceleração.

d) área e volume.

e) área e campo elétrico.

17. (SEE - PB/2017 - IBADE) Considere duas forças, representadas por dois vetores A e B em um sistema de referência xyz. Caso o módulo dos vetores A+B e A–B sejam iguais, o ângulo entre eles é, em radianos,

a) π.

b) $2\,\pi$.

c) $\pi/2$.

d) 0.

18. (SEE - PB/2017 - IBADE) Assinale a propriedade válida para três vetores A, B e C:

a) A·B×C=C·A×B=B·C×A

b) A·B·C=C·A·B=B·C·A

c) (A·B)×C=(C·A)×B=(B·C)×A

d) (A·B)×C=(C·B)×A=(B·A)×C

19. (SEE - PB/2017 - IBADE) Considere uma força F=1i–1j+1k atuando num ponto localizado pelo vetor posição R=1i+1j+1k, onde i, j e k são os vetores unitários nas direções x, y e z respectivamente. O cosseno do ângulo entre o vetor força e o vetor posição é

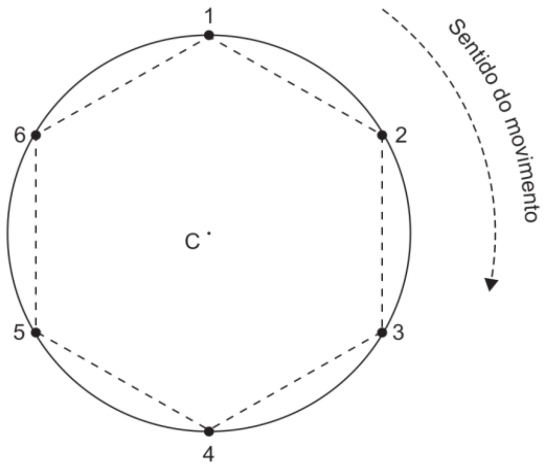
a) $\frac{1}{\sqrt{3}}$.

b) $\sqrt{3}$.

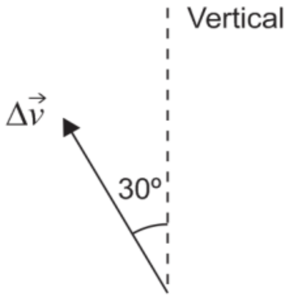
c) $\frac{1}{3}$.

d) $\frac{\sqrt{3}}{3}$.

20. (SEDUC - AM/2014 - FGV) Uma partícula está animada por um movimento circular uniforme no sentido horário. Os pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 são os vértices de um hexágono regular inscrito no círculo-trajetória da partícula de centro em C, representado na figura a seguir, sendo os pontos 1 e 4 os vértices do diâmetro vertical.



A figura a seguir representa, por um segmento orientado, o vetor variação de velocidade $\Delta\vec{v}$ da partícula durante um intervalo de tempo Δt, contado a partir de um dos instantes em que ela passa pelo ponto 1.



No instante final desse intervalo de tempo Δt, a partícula se encontra no ponto

a) 2

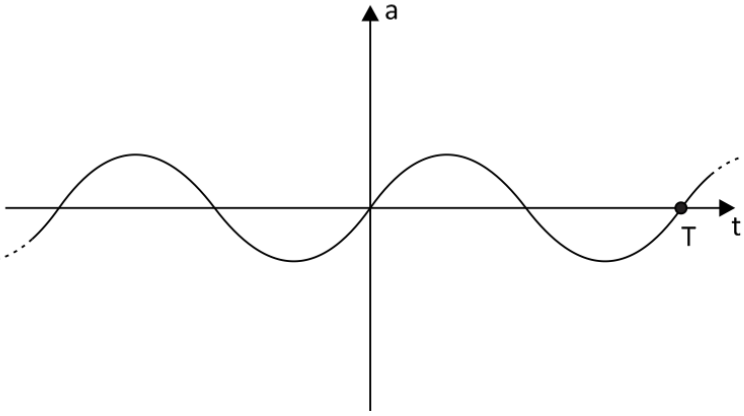
b) 3

c) 4

d) 5

e) 6

21. (SEE - PE/2016 - FGV) Uma partícula se move ao longo do eixo Ox com uma aceleração escalar que varia senoidalmente com o tempo, como mostra a figura a seguir.



Sabendo que no instante t = 0 a partícula se encontra na origem com velocidade escalar nula, a coordenada x de sua posição e sua velocidade escalar no instante T indicado na figura são, respectivamente,

a) x = 0 e v > 0

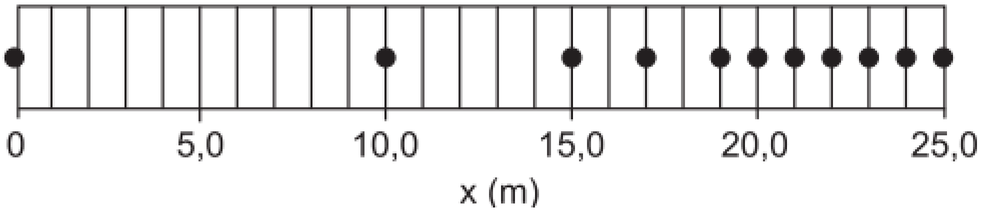
b) x = 0 e v < 0

c) x > 0 e v = 0

d) x > 0 e v < 0

e) x = 0 e v = 0

22. (SEEC - RN/2011 - CEGRANRIO) A figura representa a fotografia estroboscópica, tirada à taxa de 5 fotos por segundo, de uma esfera com velocidade inicial de 10,0 m/s.



O módulo da aceleração média da esfera, em m/s², no trecho não uniforme do movimento é

a) 1,00

b) 1,25

c) 5,00

d) 6,25

e) 10,00

23. (SEDUC - CE/2018 - FUNECE) Dois aviões (rotulados como 1 e 2) estão com velocidades constantes dadas por V_1=200i+200j+10k e V_2=200i+200j−10k, onde i, j e k são os vetores unitários nas direções x, y e z respectivamente. Considere o sentido positivo do eixo z como vertical para cima. Neste caso, teremos uma aeronave ganhando altitude e outra perdendo. A velocidade do avião 1 em relação ao avião 2 é

a) 20k.

b) 400i+400j+20k.

c) 400i+400j−20k.

d) −400i−400j.

24. (SEDUC - CE/2018 - FUNECE) Considere uma massa puntiforme que, saindo do repouso, se desloca de modo que a componente x de seu vetor aceleração é dada por $a_x = 3t^3$, onde t é o tempo. A componente x da velocidade dessa partícula é descrita por

a) $(3/4)t^4$.

b) $3 \cdot 3t^2$.

c) $3t^2$.

d) 3

25. (SEDUC - CE/2012 - CCV) A equação de um movimento em função do tempo é dada por $x = 2t^4 - 3t^2 + 2$, onde o tempo é dado em segundos. Lembrando que começamos a medir o tempo em t = 0, assinale a alternativa que contém o tempo para o qual a aceleração se anula.

a) 0 s

b) 0,5 s

c) 1s

d) 1,5 s

e) 2 s

26. (SEED - AP/2005) Uma partícula que se move ao longo de uma dada direção u, tem a posição dada por $u(t) = 8e^{-t} + 2$, onde u está em metros e t em segundos. Qual é a aceleração instantânea da partícula, em $t = 1\ s$?

a) 8

b) $8e$

c) $8e^t$

d) $8/e$

e) e

27. (SEE - AC/2010 - FUNCAB) A função horária do movimento de uma partícula é $\boldsymbol{S = 4t^4 + 3t^2 + 20}$ para $\boldsymbol{S}$ e t em unidades do Sistema Internacional de Unidades – SI. A velocidade escalar e a aceleração escalar no instante t = 2,0 s valem, respectivamente, também em unidades do SI:

a) 140 e 198

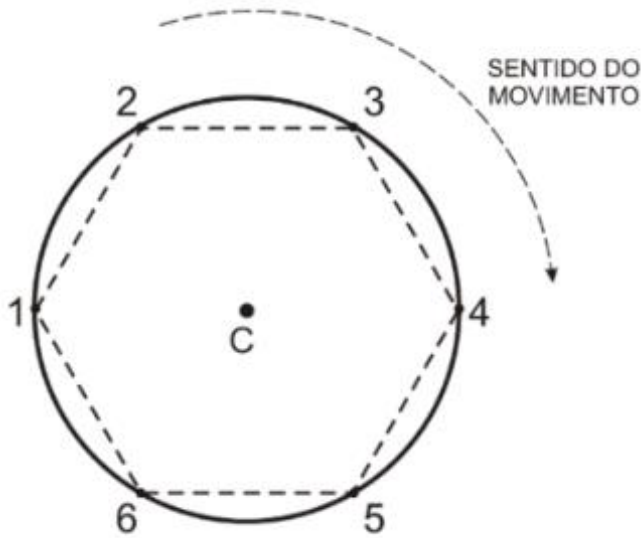
b) 140 e 70

c) 70 e 140

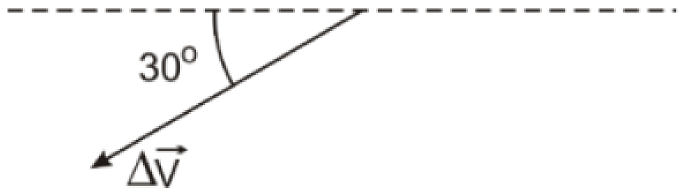
d) 40 e 98

e) 280 e 198

28. (SEE – MG/2023 - FGV) Uma partícula está animada por um movimento uniforme ao longo da trajetória circular de centro em C, representada abaixo, no sentido horário. 1, 2, 3, 4, 5 e 6 são os vértices de um hexágono regular inscrito no círculo-trajetória.



Decorrido um intervalo de tempo Δt, a contar do instante em que ela passa pelo ponto 1, o vetor variação de velocidade da partícula pode ser representado pelo segmento orientado desenhado na figura abaixo.



Nesse caso, decorrido esse intervalo de tempo Δt, a partícula se encontra no ponto

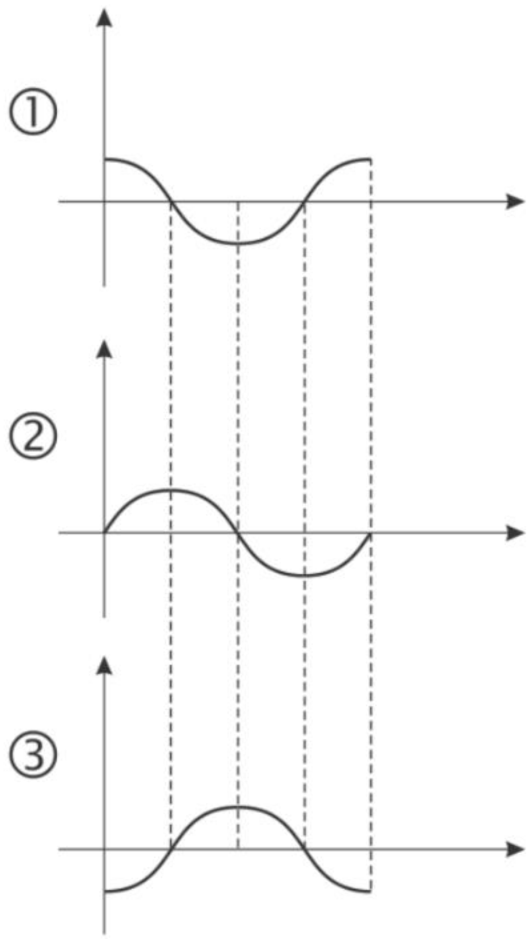
a) 3.

b) 4.

c) 5.

d) 6.

29. (SEE – SP/2013 - FGV) Sobre uma partícula animada por um movimento harmônico simples, são dados três gráficos cartesianos:



Eles representam (durante um período) como variam, em função do tempo, a elongação x (gráfico x-t), a velocidade escalar (gráfico v-t) e a aceleração escalar (gráfico a-t), não necessariamente nessa ordem.

Os gráficos, x-t, v-t e a-t são, respectivamente,

a) 3, 2 e 1

b) 2, 1 e 3

c) 1, 3 e 2

d) 3, 1 e 2

e) 1, 2 e 3

30. (SEE – AC/2010 - FUNCAB) Um automóvel realiza uma viagem entre duas cidades vizinhas, mantendo uma velocidade escalar média de 40km/h durante a primeira metade do caminho e de 60km/h no restante da viagem. A velocidade escalar média do automóvel durante toda a viagem foi, em km/h, igual a:

a) 40

b) 42

c) 45

d) 48

e) 50

31. (SEDUC – PA/2008 - FADESP) O termo "uniforme" aplicado a certos movimentos significa que

a) são retilíneos.

b) a velocidade é constante.

c) a resultante das forças externas sobre os corpos que desenvolvem tais movimentos é nula.

d) as componentes das forças externas, que atuam na direção paralela à velocidade, produzem uma resultante nula.

32. (SEDUC – PA/2008 - FADESP) Um trecho de rio escoa com velocidade v_R em relação às margens. Um nadador resolve fazer dois experimentos: primeiro, ele atravessa o rio, indo e voltando de uma margem até a outra, nadando com velocidade v_N em relação às margens, de modo a seguir sempre perpendicularmente à correnteza; depois, com o mesmo ritmo de braçadas, percorre a mesma distância, de ida e volta, ao longo da corrente. Cronometrando os tempos gastos nos dois experimentos, encontrar-se-á que a relação entre o que foi gasto no primeiro e no segundo será igual a

a) 1

b) $\sqrt{1-\frac{v_R^2}{v_N^2}}$

c) $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v_R^2}{v_N^2}}}$

d) $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v_N^2}{v_R^2}}}$

33. (SEDF/2013 - IBFC) 32) Um automóvel está em movimento uniforme ao longo de uma rodovia. O motorista marcou em uma planilha o momento e a distância que ele se encontrava na rodovia (tabela a seguir). Com base nestes dados a velocidade escalar do movimento vale:

Distância (km)	20	26	32	38	44
Tempo (minutos)	0	10	20	30	40

a) 10 m/s.

b) 6 m/s.

c) 60 m/s.

d) 18 m/s.

34. (SEDUC – MT/2021 – Selecon) Uma pessoa realizou uma viagem de 600 km, dividindo-a em duas etapas. Nos primeiros 200 km, a velocidade média foi de 50 km/h. O restante do percurso foi realizado em 5 horas. A velocidade média da viagem foi de aproximadamente:

a) 50 km/h

b) 67 km/h

c) 87 km/h

d) 95 km/h

35. (SEDUC – RS/20023 - AOCP) O professor de Física da sala de aula que João estuda resolveu deixar um desafio para ele com a motivação de despertar no aluno um espírito investigativo científico. O professor pediu que João fizesse um teste com o automóvel de seu pai, com o intuito de encontrar a função horária que descrevesse o movimento do veículo e apresentasse em sala de aula para seus colegas. Sendo assim, pediu a seu pai que saísse com o automóvel realizando um movimento com velocidade constante em determinado referencial.

Desse modo, anotou em uma tabela seus espaços, em metros, percorridos com seus respectivos tempos, em segundos. Assinale a alternativa que apresenta corretamente a função horária do movimento que João encontrou e apresentou em sala de aula para seus colegas.

Tabela 01: Variação de espaço x tempo de um móvel.

t (s)	0	1	2	3
s (m)	10	25	40	55

a) $s = 15 + 10t$.

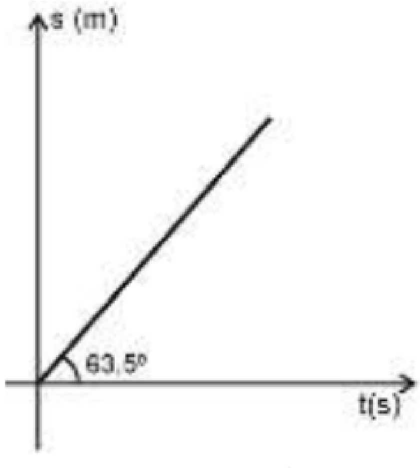
b) $s = 10 - 15t$.

c) $s = 15t$.

d) $s = 10 + 15t$.

e) $s = 10 - 5t$.

36. (SEED – PR/2023 - Consulplan) O gráfico descreve a posição, em metros, de um corpo em relação a um intervalo de tempo, em segundos, observe:



(Dados: sen 63,5° = 0,9 e cos 63,5° = 0,45.)

É correto concluir que o deslocamento do corpo após um intervalo de tempo de 4 segundos é de:

a) 0,9 metro

b) 2,0 metros

c) 3,6 metros

d) 8,0 metros

37. (SEED – PR/2023 - Consulplan) Um atleta treinando para a corrida de 400 metros divide seu percurso em dois trechos, um de 100 metros e outro de 300 metros. Ele percorre os primeiros 100 metros do trajeto com uma velocidade média de 5 m/s e o restante do percurso com uma velocidade média de 10 m/s. Se o atleta modificar seu treino, percorrendo o segundo trecho do percurso com uma velocidade de 8 m/s, a velocidade que ele deve percorrer os primeiros 100 metros, de modo a manter a mesma velocidade média total deverá ser de:

a) 5 m/s

b) 7 m/s

c) 8 m/s

d) 9 m/s

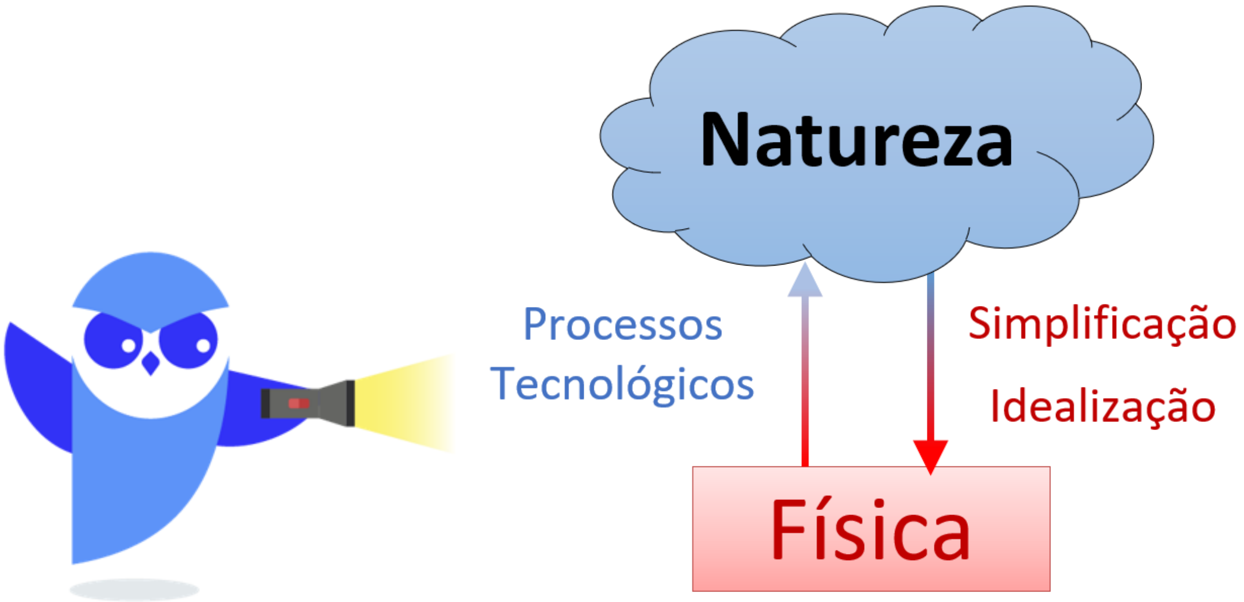
GABARITO

GABARITO

01-A	11-E	21-C	31-D
02-E	12-D	22-D	32-B
03-A	13-A	23-A	33-A
04-C	14-D	24-A	34-B
05-C	15-E	25-B	35-D
06-B	16-B	26-D	36-D
07-B	17-C	27-A	37-C
08-B	18-A	28-D	
09-E	19-C	29-A	
10-B	20-E	30-D	

RESUMO

A Física é a descrição fiel de um mundo ideal, esse mundo que o intelecto humano foi capaz de conceber com sua capacidade de imaginação e abstração, onde a natureza passa por um processo de simplificação, de idealização.



"Física é a literatura da natureza."

$$\boxed{A = \frac{B}{C}}$$

Relação DIRETA
de Proporção:
$A \; \alpha \; B$

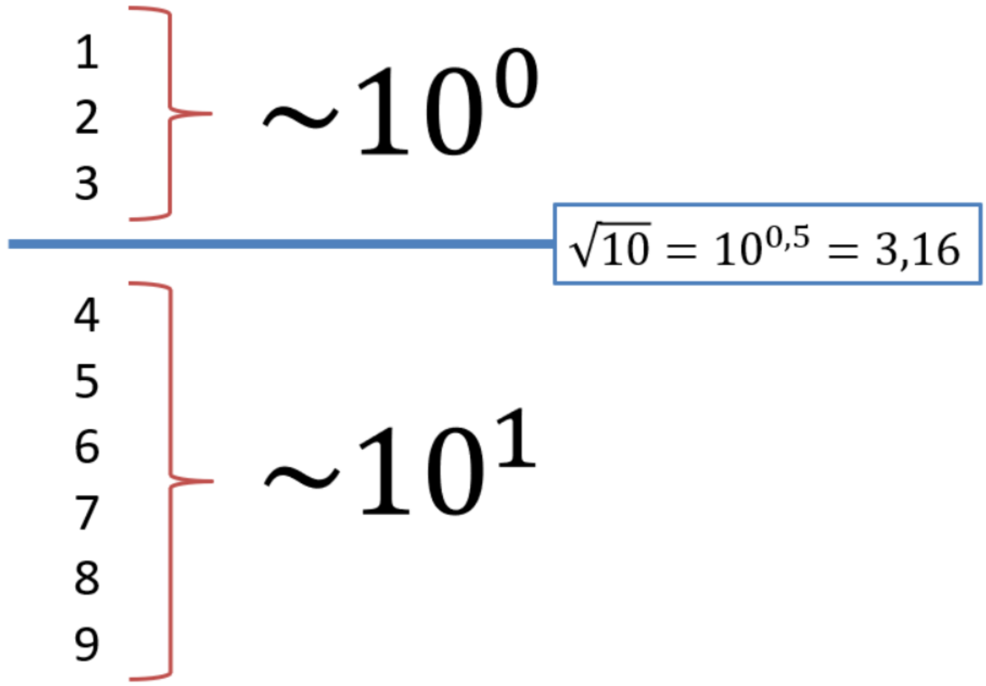
Relação INVERSA
de Proporção:
$A \; \alpha \; \frac{1}{C}$

O Sistema Internacional de Unidades, o SI, padroniza sete unidades de medida para sete grandezas físicas, chamadas de unidades básicas do SI. Veja a tabela que segue:

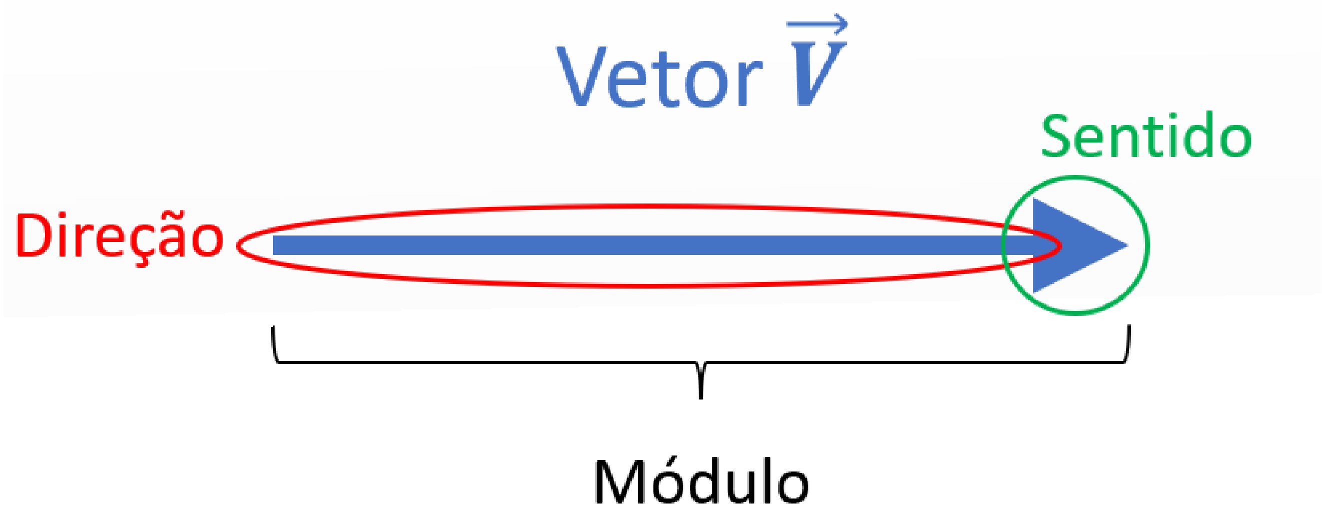
Grandeza	Unidade Base	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Corrente Elétrica	ampere	A
Temperatura	kelvin	K
Quantidade de Matéria	mol	mol
Intensidade Luminosa	candela	cd

Prefixo	Símbolo	Número	Fator
giga	G	1000000000	10^9
mega	M	1000000	10^6
quilo	k	1000	10^3
centi	c	1/100	10^{-2}
-mili	m	1/1000	10^{-3}
micro	μ	1/1000000	10^{-6}
nano	n	1/1000000000	10^{-9}

Uma ordem de grandeza é retirada de uma notação científica: caso o valor anterior à potência de 10 na notação científica seja inferior a raiz de 10, aproximadamente 3,16, então somente a potência de 10 é mantida. Caso o valor anterior seja superior a raiz de 10, então a potência de 10 é acrescida de uma unidade em seu expoente.

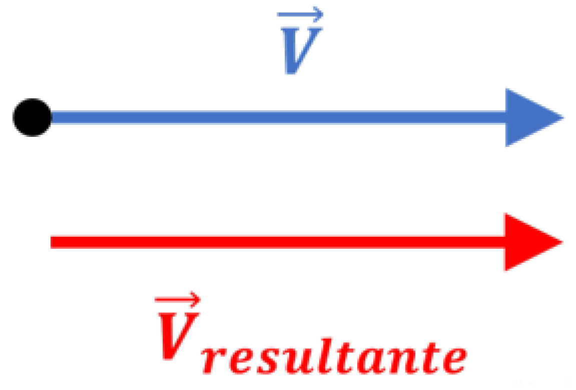


Toda grandeza física que tem um valor e aponta para algum lugar é classificada como grandeza vetorial.

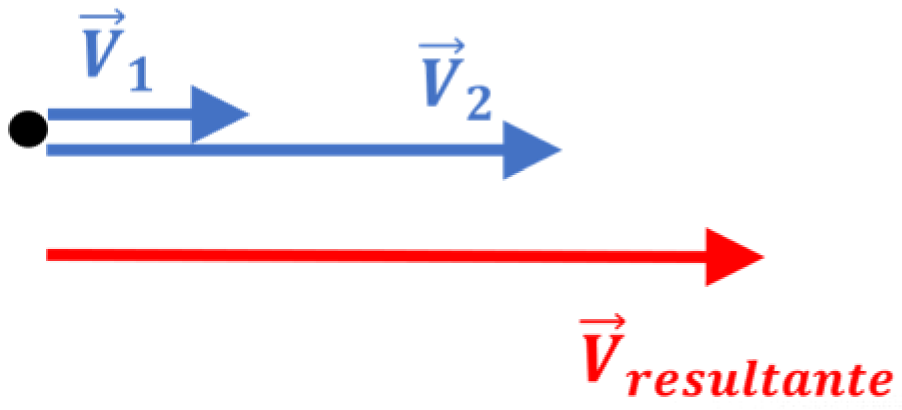


Caso 1: Vetor resultante de vetor único.

O vetor resultante de um vetor único é o próprio vetor!

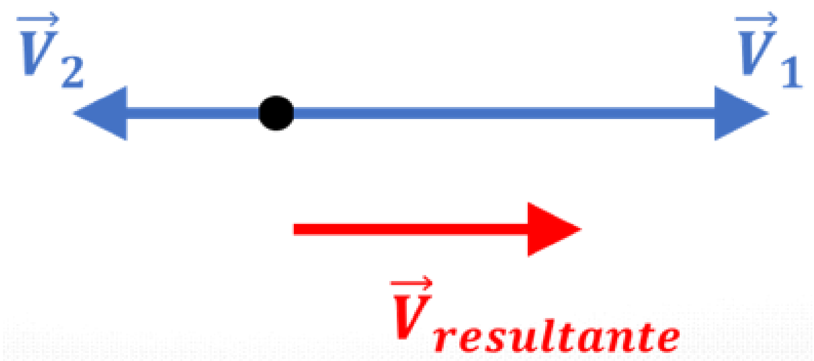


Caso 2: Vetor resultante de vetores com iguais direções e sentidos.



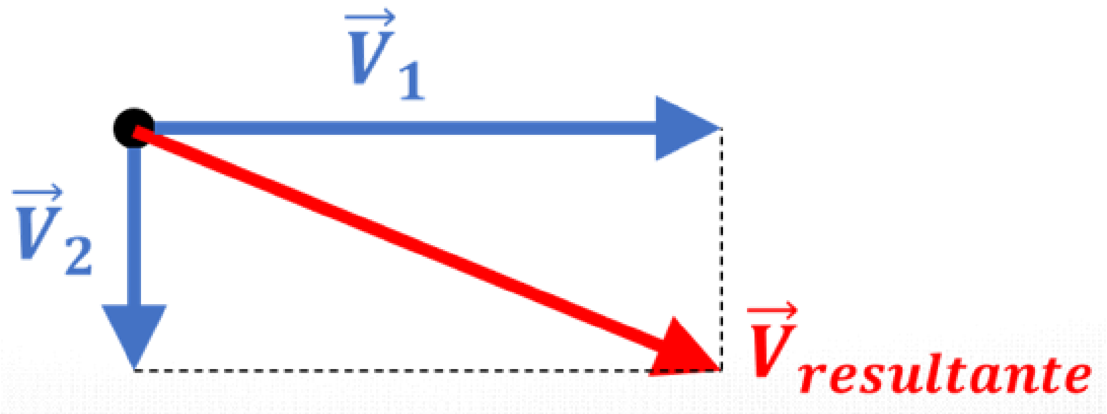
Caso 3: Vetor resultante de vetores com iguais direções e sentidos opostos.

Aqui também teremos o vetor resultante ao escrevermos um vetor logo na extremidade do outro!



Caso 4: Vetor resultante de dois vetores ortogonais.

Se pegarmos um dos vetores e reposicioná-lo na extremidade do outro, formaremos um retângulo. O vetor resultante coincidirá com a diagonal desse retângulo.

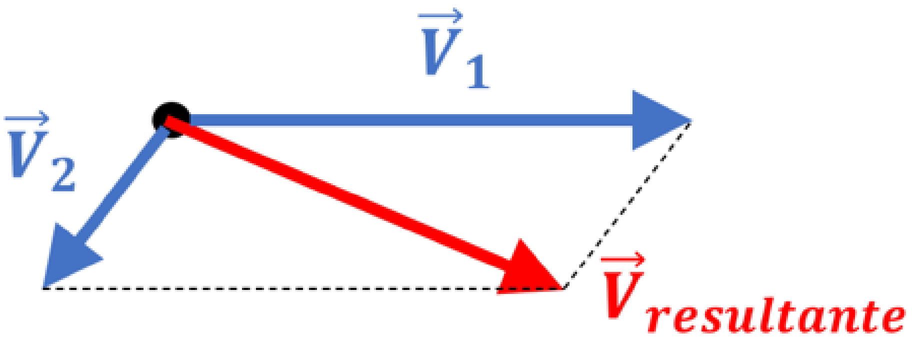


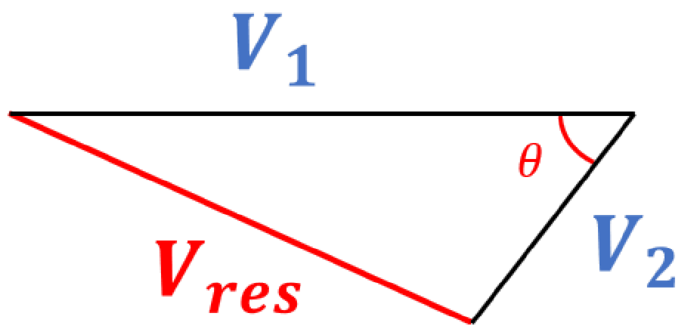
$$|\vec{V}_{res}|^2 = |\vec{V}_1|^2 + |\vec{V}_2|^2$$

$$V_{res}^2 = V_1^2 + V_2^2$$

Caso 5: Vetor resultante de dois vetores não ortogonais.

Se pegarmos um dos vetores e reposicioná-lo na extremidade do outro, formaremos um paralelogramo. O vetor resultante coincidirá com a diagonal desse paralelogramo.

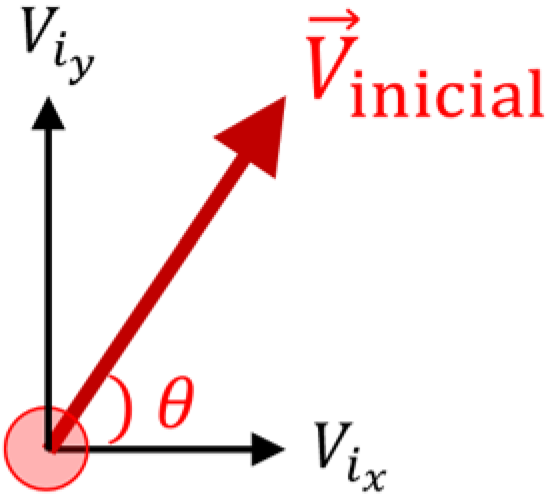


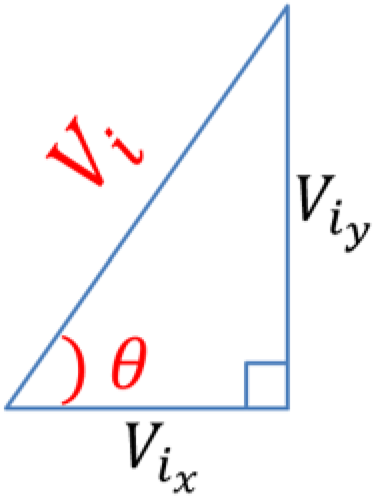


O módulo do vetor resultante será igual ao tamanho da diagonal, que pode ser dada pela Lei dos Cossenos.

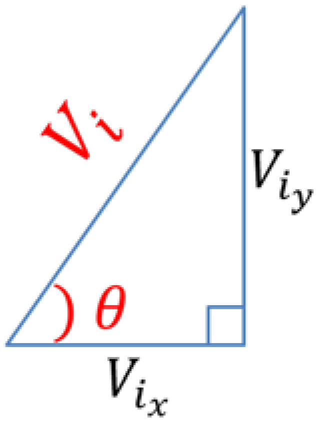
$$|\vec{V}_{res}|^2 = |\vec{V}_1|^2 + |\vec{V}_2|^2 - 2 \cdot |\vec{V}_1| \cdot |\vec{V}_2| \cdot \cos\theta$$

$$V_{res}^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2 \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot \cos\theta$$





TOME NOTA!



Teorema de Pitágoras

$$\boxed{V_i^2 = V_{i_x}^2 + V_{i_y}^2}$$

$$\text{sen}\,\theta = \frac{V_{i_y}}{V_i}$$

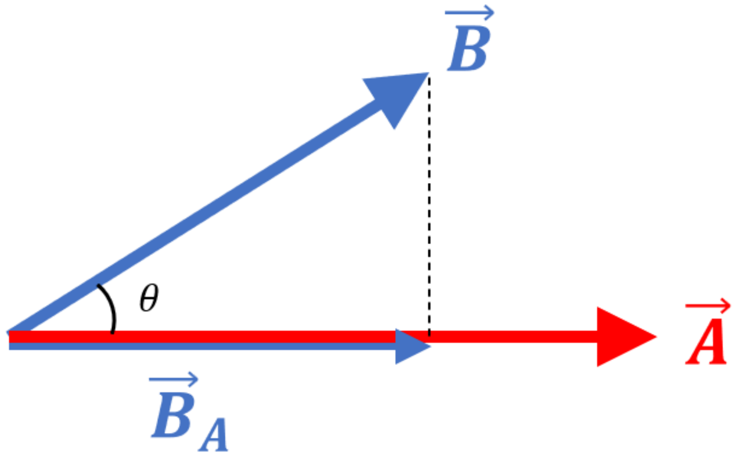
$$\boxed{V_{i_y} = V_i \cdot \text{sen}\,\theta}$$

$$\cos\theta = \frac{V_{i_x}}{V_i}$$

$$\boxed{V_{i_x} = V_i \cdot \cos\theta}$$

O resultado de um produto escalar entre dois vetores não é um vetor! O resultado desse produto será apenas um valor, um número real.

$$\boxed{\vec{A} \cdot \vec{B} = A_1 \cdot B_1 + A_2 \cdot B_2 + A_3 \cdot B_3}$$

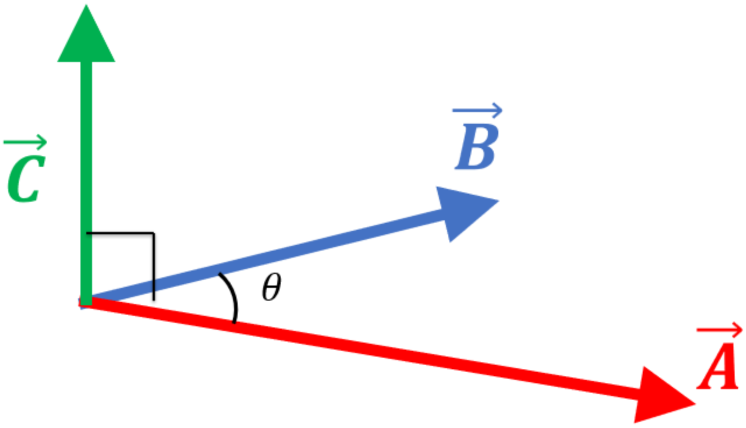


$$\boxed{\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| \cdot |\vec{B}| \cdot \cos\theta}$$

O resultado de um produto vetorial entre dois vetores é um vetor perpendicular ao plano definido pelos vetores multiplicados!

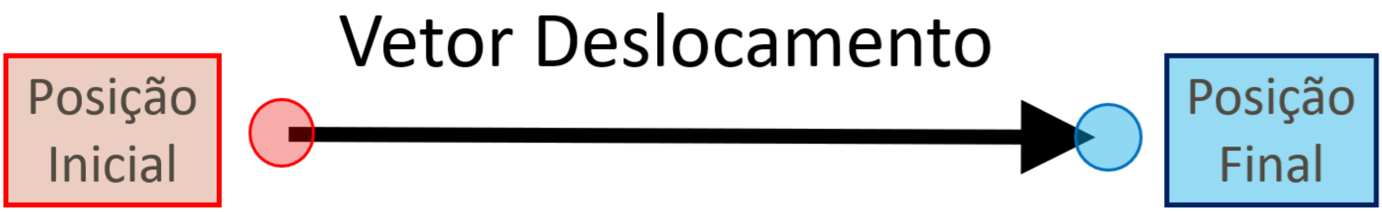
$$\boxed{\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B} = (A_2 \cdot B_3 - A_3 \cdot B_2)\, i + (A_3 \cdot B_1 - A_1 \cdot B_3)\, j + (A_1 \cdot B_2 - A_2 \cdot B_1)\, k}$$

$$\boxed{\vec{A} \times \vec{B} = \vec{C} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ A_1 & A_2 & A_3 \\ B_1 & B_2 & B_3 \end{vmatrix}}$$



$$\boxed{|\vec{C}| = |\vec{A} \times \vec{B}| = |\vec{A}| \cdot |\vec{B}| \cdot \operatorname{sen}\theta}$$

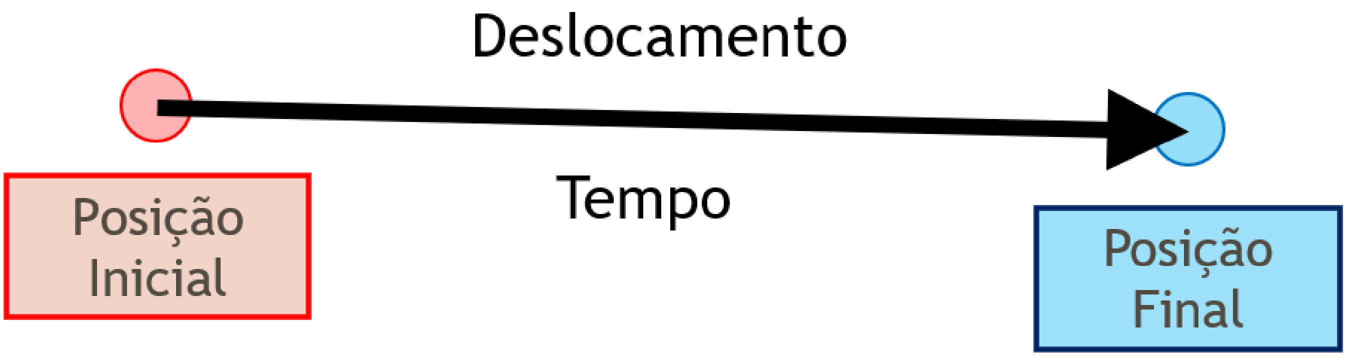
Veja que o vetor $\vec{C}$ é perpendicular ao plano que contém os vetores $\vec{A}$ e $\vec{B}$, num sentido dado pela **Regra da Mão Direita**: posicionamos a mão direita em formato como se fosse segurar um copo e, ao mesmo tempo, elevamos o dedão, como se estivéssemos fazendo um sinal de "legal" ou "positivo", cumprimentando alguém.

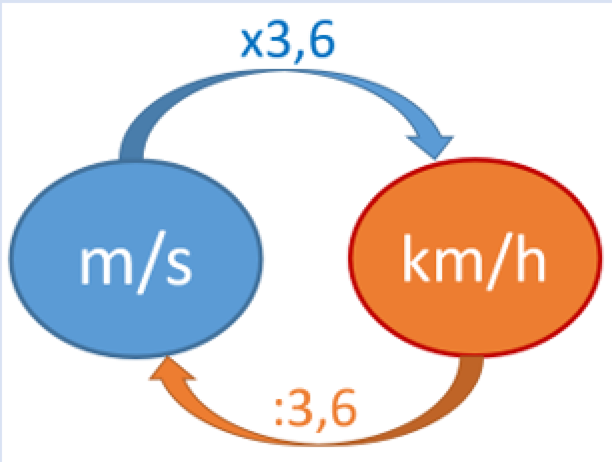


A Velocidade Média é definida como a razão (divisão) entre o Deslocamento e o Tempo.

$$Velocidade_{média} = \frac{Deslocamento}{Tempo}$$

$$\boxed{V_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}} \qquad \boxed{V_m = \frac{d}{t}}$$



m/s	Fator Multiplicador da Velocidade	km/h
1		3,6
5		18
10		36
15		54
20		72
25		90
30		108

ESCLARECENDO!

Muito cuidado com o termo "Velocidade Escalar"!

Velocidade é uma grandeza vetorial. Assim, não é adequado se utilizar o termo "escalar" para velocidade, bem como o termo "velocidade vetorial", que é completamente redundante.

Assim, temos que interpretar o enunciado e o comando da questão.

Se o enunciado estiver pedindo a "Velocidade Escalar Média", devemos calcular a Rapidez Média do percurso. Se for pedido a Velocidade Média, devemos utilizar a razão entre o Deslocamento e o Tempo.

$$Velocidade_{média} = \frac{Deslocamento}{Tempo}$$

$$Rapidez_{média} = \frac{Distância}{Tempo}$$

$$V_{(instantânea)} = \lim_{\Delta t \to 0} V_{média} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

$$\boxed{V = \frac{dx}{dt}}$$

A Aceleração Média é definida como a razão (divisão) da variação da velocidade pela variação do tempo.

$$Aceleração_{média} = \frac{Variação\ da\ Velocidade}{Variação\ do\ Tempo}$$

Aceleração

$$\boxed{a = \frac{\Delta velocidade}{\Delta tempo}}$$

$$\boxed{a = \frac{\Delta V}{\Delta t}}$$

$$a_{(instantânea)} = \lim_{\Delta t \to 0} a_{média} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{dV}{dt}$$

$$\boxed{a = \frac{dV}{dt}}$$

$$\boxed{a = \frac{dV}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}}$$

$\boxed{V(t) = \int a(t)\, dt}$ e $\boxed{x(t) = \int V(t)\, dt}$

Movimento Retilíneo Uniforme

Que se move em relação a um REFERENCIAL.

Trajetória retilínea, em linha reta, não faz curvas.

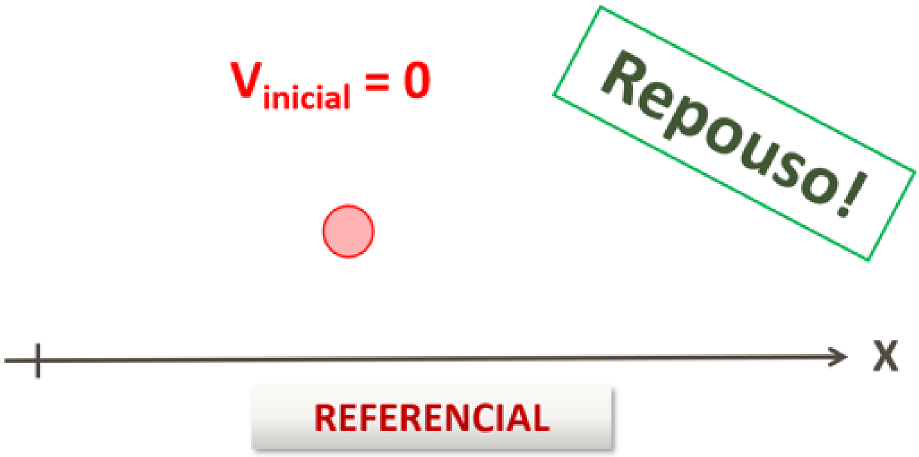
Sempre da mesma maneira, com rapidez constante.

M.R.U. -> Velocidade constante.

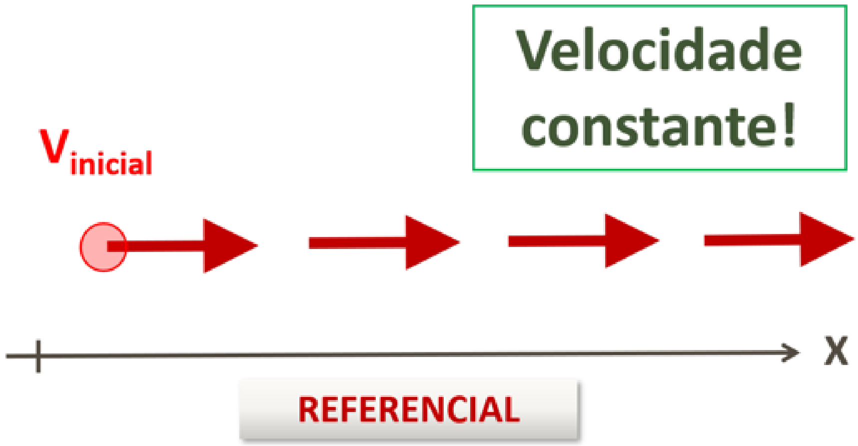
MRU
- Velocidade constante.
- Aceleração nula.

$$\boxed{d = V \cdot t}$$

Corpo em repouso.



Caso 1: corpo se move a favor do crescimento do referencial.

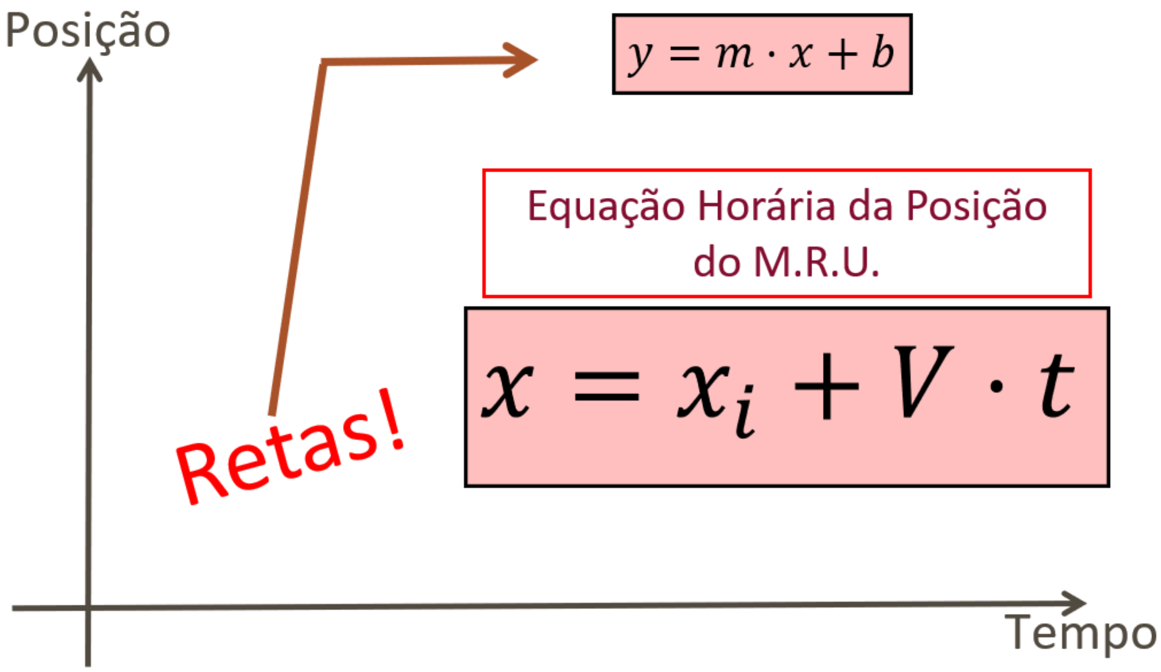


Caso 2: corpo se move contra o crescimento do referencial.

- Deslocamentos que se dão a favor do referencial, são positivos. Deslocamentos que se dão contra o referencial, são negativos.

- Velocidades a favor do referencial, são positivas. Velocidades contra o referencial, são negativas.

- Acelerações a favor do referencial, são positivas. Acelerações contra o referencial, são negativas.



TOME NOTA!

Áreas em gráficos V x t

As áreas formadas entre a linha do gráfico de velocidade e o eixo do tempo são iguais aos respectivos deslocamentos.

$$\boxed{\int V(t)\, dt = \Delta x}$$

$$\boxed{Área_{\substack{Gráfico \\ V\,x\,t}} = d}$$

TOME NOTA!

Velocidades Relativas

- Móveis em sentidos opostos:

$$\boxed{V_{rel} = |V_1| + |V_2|}$$

- Móveis no mesmo sentido:

$$\boxed{V_{rel} = |V_1| - |V_2|}$$

ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE:
PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.

1. Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.

2. Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).

3. Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).

4. Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).

5. Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).

6. Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).

7. Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.

8. O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.

Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.