

FÍSICA I - Mecânica

Módulo nº 01 - Conceitos Básicos da Cinemática

1.1 Elementos da Cinemática

- **Espaço** (s): indica a posição do móvel na trajetória.
- **Velocidade escalar** (V): traduz a rapidez do movimento.
- **Aceleração Escalar** (a): traduz a rapidez com que a velocidade escalar varia. Podemos dizer que é a velocidade das velocidades.

1.2 Espaço

É a distância do móvel até a origem, medida ao longo da trajetória.



1.3 Função Horária

É a função que relaciona o **espaço** (s) com o **tempo** (t).

Exemplos:

a) $s = 10 + 4 t$ (SI)

b) $s = 5 + 20 t + 3 t^2$ (SI)

Dada uma função horária, determina-se a posição do móvel substituindo o valor do tempo e encontra-se a respectiva posição.

Exemplo 1: Para $t = 0$ encontraremos a **posição inicial** do móvel nos exemplos acima.

a) $S_0 = 10 + 4(0) \Rightarrow S_0 = 10 \text{ m}$

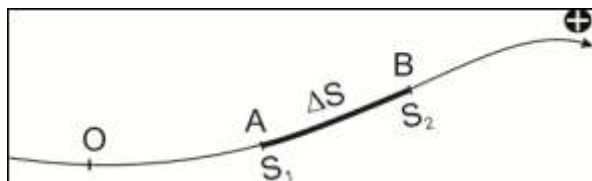
b) $S_0 = 5 + 20(0) + 3(0)^2 \Rightarrow S_0 = 5 \text{ m}$

Exemplo 2: Para $t = 4 \text{ s}$ encontraremos a posição do móvel nos exemplos acima.

a) $S_0 = 10 + 4(4) \Rightarrow S_0 = 26 \text{ m}$

b) $S_0 = 5 + 20(4) + 3(4)^2 \Rightarrow S_0 = 133 \text{ m}$

1.4 Velocidade Escalar



1.4.1 - Velocidade Escalar Média (v_m)

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1}$$

1.4.2 Velocidade Escalar Instantânea (v)

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{dS}{dt}$$

1.5 Aceleração Escalar (a)

1.5.1- Aceleração Escalar Média (a_m)

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

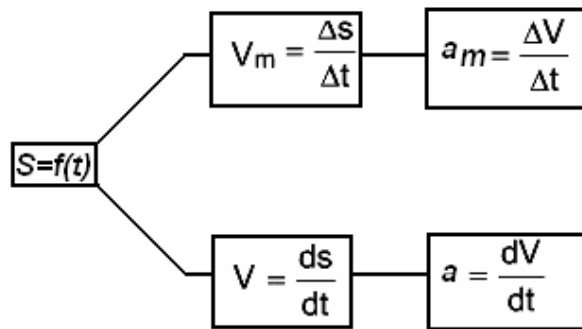
1.5.2 Aceleração Escalar Instantânea (a)

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{dv}{dt}$$

1.6 Classificação dos Movimentos

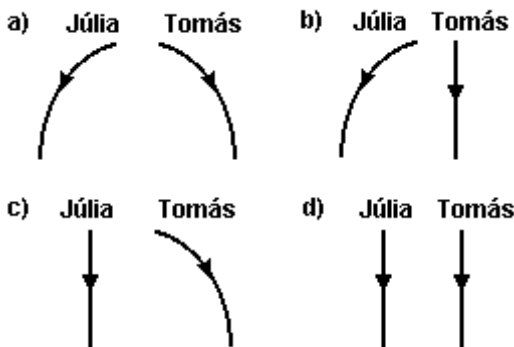
- **Progressivo:** S aumenta $\Rightarrow V > 0$
- **Retrógrado:** S diminui $\Rightarrow V < 0$
- ✓ **Acelerado:** |V| aumenta $\Rightarrow V \cdot a > 0$
- ✓ **Retardado:** |V| diminui $\Rightarrow V \cdot a < 0$

1.7 Relações Fundamentais



Exercícios

01. (UFMG) Júlia está andando de bicicleta, com velocidade constante, quando deixa cair uma moeda. Tomás está parado na rua e vê a moeda cair. Considere desprezível a resistência do ar. Assinale a alternativa em que melhor estão representadas as trajetórias da moeda, como observadas por Júlia e por Tomás.



02. (UCDB) Um automóvel percorre 36 km em meia hora. A velocidade média desse automóvel, em m/s, é igual a:

- a) 72 b) 20 c) 18 d) 10 e) 3,6

03. (UFGD) Um veículo percorre 60 km de uma rodovia em 30 min. Qual é a velocidade média desse veículo em km/h?

- a) 1,2. b) 2. c) 120. d) 12. e) 20.

04. Em uma pista reta e plana, duas pessoas correm com velocidades constantes. A distância entre elas aumenta de 100 cm a cada segundo, quando se movem no mesmo sentido, e, ao se moverem em sentidos contrários, elas se aproximam de 90 cm a cada décimo de segundo. As velocidades, desenvolvidas pelas duas pessoas, em m/s, valem:

- a) 0,4 e 0,5. b) 0,9 e 1,0 c) 4,0 e 5,0. d) 9,0 e 10.

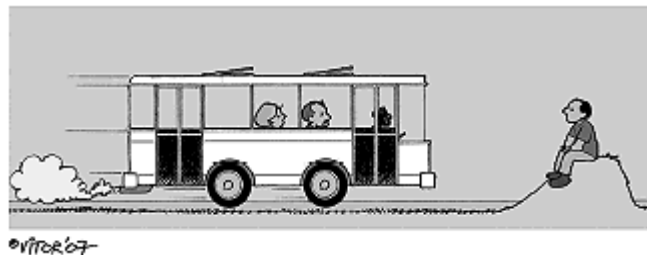
05. (UNIRIO) Um rapaz está em repouso na carroceria de um caminhão que desenvolve velocidade de 30 m/s. Enquanto o caminhão se move para a frente, o rapaz lança verticalmente para cima uma bola de ferro de 0,10 kg. Ela leva 1,0 segundo para subir e outro para voltar. Desprezando-se a resistência do ar, pode-se afirmar que a bola caiu na(o):

- a) estrada, a mais de 60 m do caminhão.
- b) estrada, a 60 m do caminhão.
- c) estrada, a 30 m do caminhão.
- d) caminhão, a 1,0 m do rapaz.
- e) caminhão, na mão do rapaz.

06. Uma equipe de reportagem parte em um carro em direção a Santos, para cobrir o evento "Música Boa Só na Praia". Partindo da cidade de São Paulo, o veículo deslocou-se com uma velocidade constante de 54 km/h, durante 1 hora. Parou em um mirante, por 30 minutos, para gravar imagens da serra e do movimento de automóveis. A seguir, continuaram a viagem para o local do evento, com o veículo deslocando-se a uma velocidade constante de 36 km/h durante mais 30 minutos. A velocidade escalar média durante todo o percurso foi, em m/s, de

- a) 10 m/s.
- b) 12 m/s.
- c) 25 m/s.
- d) 36 m/s.
- e) 42 m/s.

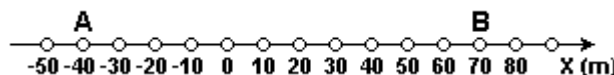
07. Heloísa, sentada na poltrona de um ônibus, afirma que o passageiro sentado à sua frente não se move, ou seja, está em repouso. Ao mesmo tempo, Abelardo, sentado à margem da rodovia, vê o ônibus passar e afirma que o referido passageiro está em movimento. De acordo com os conceitos de movimento e repouso usados em Mecânica, explique de que maneira devemos interpretar as afirmações de Heloísa e Abelardo para dizer que ambas estão corretas.



08. Imagine um ônibus escolar parado no ponto de ônibus e um aluno sentado em uma de suas poltronas. Quando o ônibus entra em movimento, sua posição no espaço se modifica: ele se afasta do ponto de ônibus. Dada esta situação, podemos afirmar que a conclusão ERRADA é que:

- a) o aluno que está sentado na poltrona, acompanha o ônibus, portanto também se afasta do ponto de ônibus.
- b) podemos dizer que um corpo está em movimento em relação a um referencial quando a sua posição muda em relação a esse referencial.
- c) o aluno está parado em relação ao ônibus e em movimento em relação ao ponto de ônibus, se o referencial for o próprio ônibus.
- d) neste exemplo, o referencial adotado é o ônibus.
- e) para dizer se um corpo está parado ou em movimento, precisamos relacioná-lo a um ponto ou a um conjunto de pontos de referência.

09. (UFC) Uma partícula desloca-se sobre uma reta na direção x. No instante $t_1 = 1,0$ s, a partícula encontra-se na posição A e no instante $t_2 = 6,0$ s encontra-se na posição B, como indicadas na figura a seguir. Determine a velocidade média da partícula no intervalo de tempo entre os instantes t_1 e t_2 .



10. (ITA) Se um carro percorreu a metade de uma estrada viajando a 30 km/h e, a outra metade da estrada a 60 km/h. Sua velocidade média no percurso total foi, em km/h, de

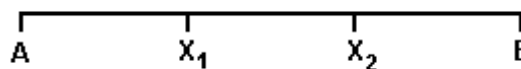
- a) 70
- b) 52
- c) 48
- d) 40
- e) 12

11. Um móvel percorre um trajeto AB em 3 etapas, conforme figura:

Sendo: $AX_1 = X_1X_2 = X_2B$

No primeiro trecho o velocímetro marca v_1 , no segundo trecho o velocímetro acusa v_2 e, na última X_2B , acusa v_3 . Sendo v_1 , v_2 e v_3 constantes, podemos concluir que a velocidade média no trajeto AB pode ser dada por:

- a) $(v_1 + v_2 + v_3) / 3$
- b) $(v_1 v_2 v_3) / (v_1 v_2 + v_1 v_3 + v_2 v_3)$
- c) $(3v_1 v_2 v_3) / (v_1 v_2 + v_3 v_1 + v_2 v_3)$
- d) $(v_1 v_2 + v_1 v_3 + v_2 v_3) / (3v_1 v_2 v_3)$
- e) $(v_1 v_2 + v_1 v_3 + v_2 v_3) / (v_1 v_2 v_3)$



12. (PUCMG) Dizer que um automóvel tem aceleração igual a $1,0 \text{ m/s}^2$ equivale a se afirmar que:

- a) a cada segundo sua velocidade aumenta de 3,6 km/h.
- b) a cada hora sua velocidade aumenta de 1,0 m/s.
- c) a cada hora sua velocidade aumenta de 60 km/h.
- d) a cada segundo sua velocidade diminui de 1/3,6 km/h.
- e) a cada segundo sua velocidade diminui de 60 km/h.

13. (UERJ) Ao se deslocar do Rio de Janeiro a Porto Alegre, um avião percorre essa distância com velocidade média v no primeiro 1/9 do trajeto e $2v$ no trecho restante. A velocidade média do avião no percurso total foi igual a:

- a) $(9/5)v$
- b) $(8/5)v$
- c) $(5/3)v$
- d) $(5/4)v$

03. (FUVEST) Dois carros, A e B, movem-se no mesmo sentido, em uma estrada reta, com velocidades constantes $V_A = 100$ km/h e $V_B = 80$ km/h, respectivamente.

a) Qual é, em módulo, a velocidade do carro B em relação a um observador no carro A?

b) Em um dado instante, o carro B está 600 m à frente do carro A. Quanto tempo, em horas, decorre até que A alcance B?

04. (UNITAU) Um automóvel percorre uma estrada com função horária $s = -40 + 80t$, onde s é dado em km e t em horas. O automóvel passa pelo km zero após:

a) 1,0 h.

b) 1,5 h.

c) 0,5 h.

d) 2,0 h.

e) 2,5 h.

05. (UNITAU) Uma motocicleta com velocidade constante de 20 m/s ultrapassa um trem de comprimento 100 m e velocidade 15 m/s. O deslocamento da motocicleta durante a ultrapassagem é:

a) 400 m.

b) 300 m.

c) 200 m.

d) 150 m.

e) 100 m.

06. (UEMS) Um automóvel parte de uma cidade A em direção a uma cidade B com uma velocidade constante de 20,0m/s. No mesmo instante, outro automóvel parte da cidade B em direção à cidade A com uma velocidade constante de 25,0m/s. Sabendo que os automóveis executam movimentos retilíneos e se encontram depois de meia hora em um ponto da estrada entre as duas cidades, podemos afirmar que a distância entre as cidades é de:

a) 81,0km

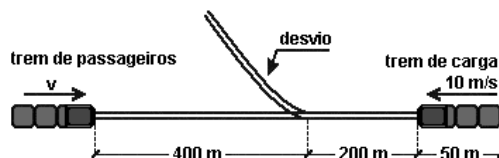
b) 45,0km

c) 36,0km

d) 22,5km

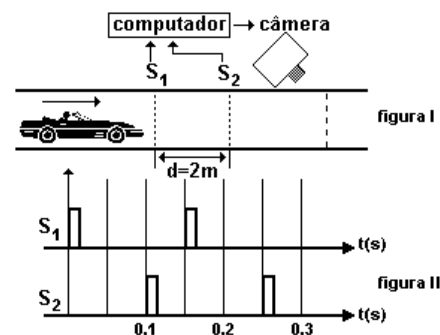
e) 10,0km

07. (UFRJ) Dois trens, um de carga e outro de passageiros, movem-se nos mesmos trilhos retilíneos, em sentidos opostos, um aproximando-se do outro, ambos com movimentos uniformes. O trem de carga, de 50 m de comprimento, tem uma velocidade de módulo igual a 10 m/s e o de passageiros, uma velocidade de módulo igual a v . O trem de carga deve entrar num desvio para que o de passageiros possa prosseguir viagem nos mesmos trilhos, como ilustra a figura. No instante focalizado, as distâncias das dianteiras dos trens ao desvio valem 200 m e 400 m, respectivamente. Calcule o valor máximo de v para que não haja colisão.



8. (Unicamp) A figura a seguir mostra o esquema simplificado de um dispositivo colocado em uma rua para controle de velocidade de automóveis (dispositivo popularmente chamado de radar). Os sensores S_1 e S_2 e a câmera estão ligados a um computador. Os sensores enviam um sinal ao computador sempre que são pressionados pelas rodas de um veículo. Se a velocidade do veículo está acima da permitida, o computador envia um sinal para que a câmera fotografe sua placa traseira no momento em que esta estiver sobre a linha tracejada. Para um certo veículo, os sinais dos sensores foram os seguintes:

a) Determine a velocidade do veículo em km/h.
b) Calcule a distância entre os eixos do veículo.



09. (UFMS) A tabela fornece, em vários instantes, a posição s de um automóvel em relação ao km zero da estrada em que se movimenta. A função horária que nos fornece a posição do automóvel, com as unidades fornecidas, é:

a) $s = 200 + 30t$

b) $s = 200 - 30t$

c) $s = 200 + 15t$

d) $s = 200 - 15t$

e) $s = 200 - 15t^2$

t (h)	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
s (km)	200	170	140	110	80	50

10. Um trem percorre uma via no sentido norte-sul, seu comprimento é 100 m e sua velocidade de 72 km/h. Um outro trem percorre uma via paralela no sentido sul-norte com velocidade de 72 km/h. Considere o instante $t = 0$ aquele que os trens estão com as frentes na mesma posição. O tempo que o segundo trem leva para ultrapassar totalmente o primeiro é de 6 s. O comprimento do segundo trem é:

a) 42 m.

b) 58 m.

c) 240 m.

d) 140 m.

e) 100 m.

GABARITO

01 . C

b) $3,0 \cdot 10^{-2}$ h

06 . A

b) 3 m

02 . C

04 . D

07 . 16 m/s

09 . D

03. a) 20 km/h

05 . A

08 . a) 72 Km/h

10 . D

Módulo nº 03 - Movimento Uniformemente Variado (MUV).

3.1 Função Horária dos Espaços ($S=f(t)$)

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{v_0 + v}{2} \Rightarrow S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

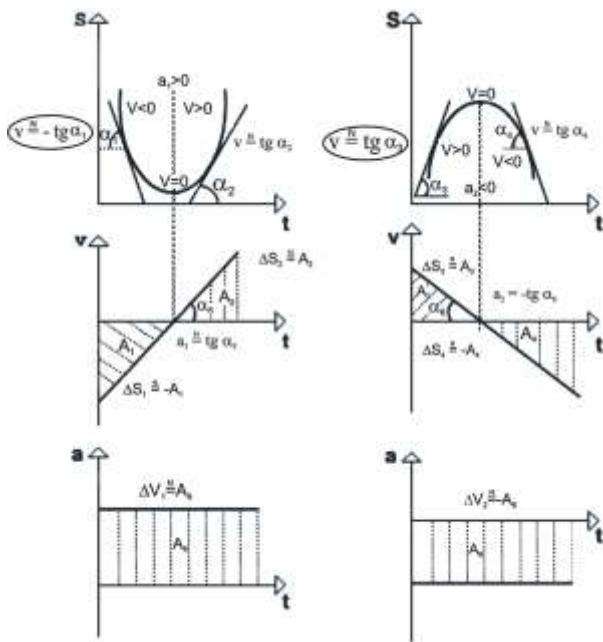
3.2 Velocidade Escalar ($v=f(t)$)

$$a = a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \text{constante} \neq 0 \Rightarrow v = v_0 + a \cdot t$$

3.3 Equação de Torricelli

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S$$

3.4 Propriedades Gráficas



Exercícios

01. (UCDB) A função horária da velocidade do movimento retilíneo de um corpo é $V = -12 + 4t$, onde V é dado em unidades do SI. O instante em que esse corpo muda o sentido de seu movimento é, em segundos, igual a:

- a) 0,33 b) 1,5 c) 2,0 d) 3,0 e) 6,0

02. (PUCCAMP) Um esquiador desce por uma pista de esqui com aceleração constante. Partindo do repouso do ponto P, ele chega ao ponto T, a 100 m de P, com velocidade de 30 m/s. O esquiador passa por um ponto Q, a 36 m de P, com velocidade, em m/s, de

- a) 18 b) 15 c) 12 d) 10,8 e) 9,0

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

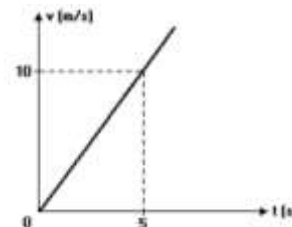
- a) 15 m. b) 31,25 m. c) 52,5 m. d) 77,5 m. e) 125 m.

04. (PUCCAMP) A função horária da posição s de um móvel é dada por $s=20+4t-3t^2$, com unidades do Sistema Internacional. Nesse mesmo sistema, a função horária da velocidade do móvel é :

- a) $-16 - 3t$
 b) $-6t$
 c) $4 - 6t$
 d) $4 - 3t$
 e) $4 - 1,5t$

05. (FEI) Um móvel tem movimento com velocidade descrita pelo gráfico a seguir. Após 10 s qual será sua distância do ponto de partida?

- a) 500 m
- b) 20 m
- c) 75 m
- d) 25 m
- e) 100 m



06. Um trem em movimento está a 15 m/s quando o maquinista freia, parando o trem em 10 s. Admitindo aceleração constante, pode-se concluir que os módulos da aceleração e do deslocamento do trem neste intervalo de tempo valem, em unidades do Sistema Internacional, respectivamente,

- a) 0,66 e 75
- b) 0,66 e 150
- c) 1,0 e 150
- d) 1,5 e 150
- e) 1,5 e 75

07. (UFSCAR) Uma partícula se move em uma reta com aceleração constante. Sabe-se que no intervalo de tempo de 10s ela passa duas vezes pelo mesmo ponto dessa reta, com velocidades de mesmo módulo, $v=4,0\text{m/s}$, em sentidos opostos. O módulo do deslocamento e a distância percorrida pela partícula nesse intervalo de tempo são, respectivamente :

- a) 0,0 m e 10 m.
- b) 0,0 m e 20 m.
- c) 10 m e 5,0 m.
- d) 10 m e 10 m.
- e) 20 m e 20 m.

08. (UFES) Um objeto A encontra-se parado quando por ele passa um objeto B com velocidade constante de módulo igual a 8,0 m/s. No instante da ultrapassagem imprime-se ao objeto A uma aceleração, de módulo igual a $0,2\text{ m/s}^2$, na mesma direção e sentido da velocidade de B. Qual a velocidade de A quando ele alcançar o objeto B?

- a) 4,0 m/s
- b) 8,0 m/s
- c) 16,0 m/s
- d) 32,0 m/s
- e) 64,0 m/s

09. (EFOA) Um trem de 160 metros de comprimento está parado, com a frente da locomotiva colocada exatamente no início de uma ponte de 200 metros de comprimento, num trecho de estrada retilíneo. Num determinado instante, o trem começa a atravessar a ponte com aceleração escalar de $0,80\text{m/s}^2$, que se mantém constante até que ele atravesse completamente a ponte.

- a) Qual a velocidade escalar do trem no instante em que ele abandona completamente a ponte?
- b) Qual o tempo gasto pelo trem para atravessar completamente a ponte?

10. (UNESP) Um jovem afoito parte com seu carro, do repouso, numa avenida horizontal e retilínea, com uma aceleração constante de 3 m/s^2 . Mas, 10 segundos depois da partida, ele percebe a presença da fiscalização logo adiante. Nesse instante ele freia, parando junto ao posto onde se encontram os guardas.

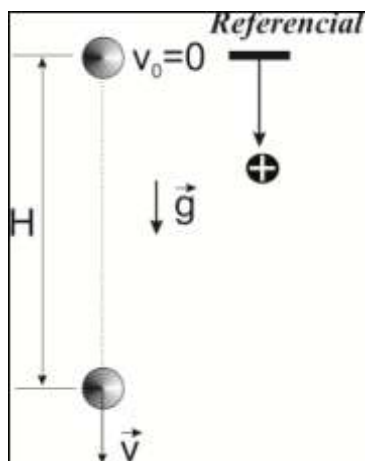
- a) Se a velocidade máxima permitida nessa avenida é 80 km/h, ele deve ser multado? Justifique.
- b) Se a frenagem durou 5 segundos com aceleração constante, qual a distância total percorrida pelo jovem, desde o ponto de partida ao posto de fiscalização?

GABARITO:

- | | | |
|--------|----------------|--|
| 01 . D | 06 . C | 10. a) O jovem deve ser multado pois sua velocidade é de 108 km/h e, portanto, maior do que 80 km/h. |
| 02 . A | 07 . B | |
| 03 . D | 08. D | b) 225 metros. |
| 04 . C | 09 . a) 24 m/s | |
| 05 . E | b) 30 s | |

Módulo nº 04 - Movimento de Projéteis no Vácuo

4.1 Queda Livre



- É um movimento uniformemente variado que ocorre na vertical. Então podemos usar as funções:

$$\left\{ \begin{array}{l} h = h_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \\ v = v_0 + g \cdot t \\ v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot \Delta S \end{array} \right.$$

Onde: g = aceleração da gravidade local.

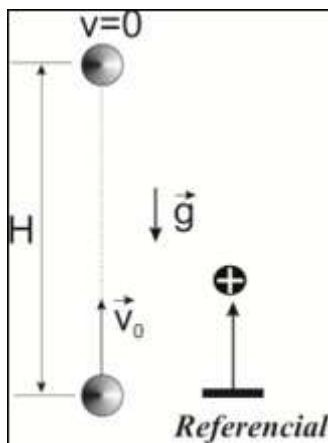
4.1.1 Tempo de Queda (t_q)

$$t_q = \sqrt{\frac{2 \cdot H}{g}}$$

4.1.2 Velocidade de Chegada ao Solo (v_{ch})

$$v_{ch} = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

4.2 Lançamento Vertical



- É um movimento uniformemente variado que ocorre na vertical. Então podemos usar as funções:

$$\left\{ \begin{array}{l} h = h_0 + v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \\ v = v_0 - g \cdot t \\ v^2 = v_0^2 - 2 \cdot g \cdot \Delta h \end{array} \right.$$

Onde: g = aceleração da gravidade local.

4.2.1 Tempo de Subida (t_s)

$$t_s = \frac{v_0}{g}$$

4.1.2 Altura Máxima (H)

$$H = \frac{v_0^2}{2 \cdot g}$$

Exercícios

01. (UCDB) Uma caixa de papelão cai verticalmente em movimento uniformemente acelerado, a partir do repouso e de uma altura de 27m. Sabendo que o tempo de queda é igual a 3,0s, o módulo da aceleração, em m/s^2 , vale:

- a) 3,0 b) 6,0 c) 8,0 d) 9,0 e) 10,0

02. (UCDB) Um pacote cai na vertical, em movimento uniformemente variado, com aceleração de $6,0m/s^2$. Num intervalo de tempo de 2,0 segundos, a variação da velocidade desse pacote, em m/s, é igual a:

- a) 2,0 b) 6,0 c) 12 d) 27 e) 54

03. (UCDB) Uma moeda, em repouso, é abandonada em queda livre, atingindo o solo em 3,0s. Com um atraso de 2,0 s em relação ao início da queda da moeda, um botão é também abandonado em queda livre e a partir do repouso. Se o botão foi abandonado da mesma altura que a moeda, no instante em que a moeda atinge o solo, o botão está a uma altura, em metros, igual a: *Dado: $g = 10 m/s^2$.*

- a) 10 b) 20 c) 25 d) 40 e) 45

04. (PUCCAMP) De um ponto a 80 m do solo um pequeno objeto P é abandonado e cai em direção ao solo. Outro corpo Q, um segundo antes, havia sido atirado para baixo, na mesma vertical, de um ponto a 180 m do solo. Adote $g = 10 m/s^2$ e despreze a ação do ar sobre os corpos. Sabendo-se que eles chegam juntos ao solo, a velocidade com que o corpo Q foi atirado tem módulo, em m/s, de

- a) 100 b) 95 c) 50 d) 20 e) 11

05. (UFPE) A partir da altura de 7 m atira-se uma pequena bola de chumbo verticalmente para baixo, com velocidade de módulo 2,0 m/s. Despreze a resistência do ar e calcule o valor, em m/s, da velocidade da bola ao atingir o solo.

06. Um corpo é lançado verticalmente para cima, a partir do solo, com uma velocidade inicial de 40 m/s. Desprezando-se a resistência do ar e adotando-se $g = 10 m/s^2$, determinar:

- a) a altura máxima atingida.
b) o tempo gasto na subida.

- c) a duração do movimento.
- d) quanto tempo após o lançamento estará a 60 m do solo.
- e) sua velocidade ao passar por esse ponto.
- f) sua velocidade ao retornar ao chão.
- g) os gráficos de $s = f(t)$ e $v = f(t)$.

07. (UFPE) Um paraquedista, descendo na vertical, deixou cair sua lanterna quando estava a 90 m do solo. A lanterna levou 3 segundos para atingir o solo. Qual era a velocidade do paraquedista, em m/s, quando a lanterna foi solta?

08. (UNIFENAS-MG) Uma pedra é lançada verticalmente para cima, a partir do solo terrestre. Desprezando a resistência do ar considerando-se a aceleração da gravidade constante, analise as proposições que se seguem:

- I. No ponto de altura máxima a velocidade escalar é nula.
- II. No ponto de altura máxima a aceleração é nula.
- III. Em qualquer posição da trajetória a velocidade escalar na subida e na descida tem o mesmo valor absoluto.
- IV. O tempo de subida o tempo de descida até o solo são iguais.

Estão corretas apenas:

- a) I e II
- b) I, II e III
- c) I, III e IV
- d) III e IV
- e) I e III

09. (UFMS) Uma pedra é lançada verticalmente da superfície de um planeta, com uma velocidade inicial de 6,0 m/s, levando 3,0 s para atingir a altura máxima. Determine:

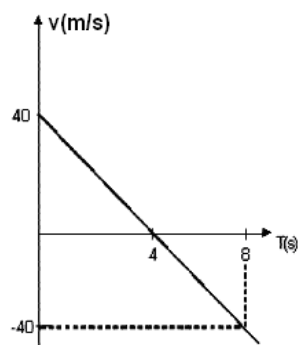
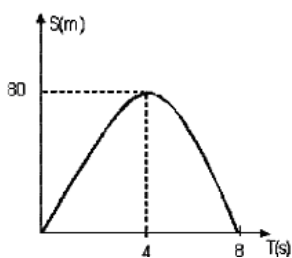
- a) A aceleração da gravidade no local.
- b) A altura máxima atingida.

10. (UEL) Um corpo A é abandonado da altura de 180 m, sob ação exclusiva da gravidade, cuja aceleração pode ser considerada 10 m/s^2 . Do mesmo ponto, outro corpo B é abandonado 2,0 s mais tarde. Nesta queda de 180 m, a máxima distância entre A e B é de

- a) 180 m
- b) 100 m
- c) 80 m
- d) 40 m
- e) 20 m

GABARITO:

- 01 . B
- 02 . C
- 03 . D
- 04. E
- 05. 12m/s
- 06. a) 80 m;
- b) 4s;
- c) 8s ;
- d) $t_1=2s \quad t_2=6s$;
- e) 20 m/s;
- f) 40 m/s;
- g) Observe a figura:

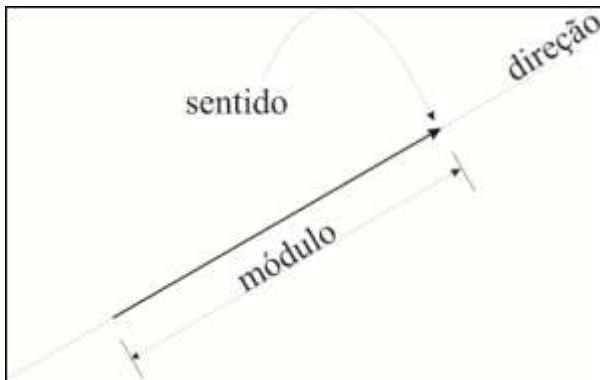


- 07. 15 m/s.
- 08 . C
- 09. a) $2,0 \text{ m/s}^2$; b) 9m.
- 10. B

Módulo nº 05 – Vetores

Entidade matemática representada por um segmento de reta orientado e tem três atributos:

- ✓ **Módulo:** tamanho do segmento de reta orientado;
- ✓ **Direção:** propriedade comum as retas paralelas;
- ✓ **Sentido:** indicado pela seta.



5.1 Grandezas Escalares

Para serem definidas precisamos conhecer apenas um número e sua respectiva unidade. Exemplos: massa, comprimento, tempo, temperatura, trabalho, energia, etc.

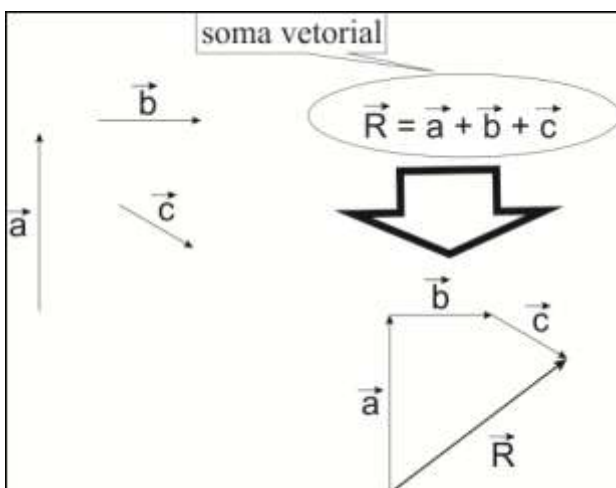
5.2 Grandezas Vetoriais

Para serem definidas precisamos conhecer além do número (intensidade) e sua respectiva unidade, a direção e o sentido. São: deslocamento, velocidade, aceleração, força, momento de uma força (torque), quantidade de movimento (momento linear), impulso, vetor campo elétrico e vetor campo magnético.

5.3 Soma de Vetores

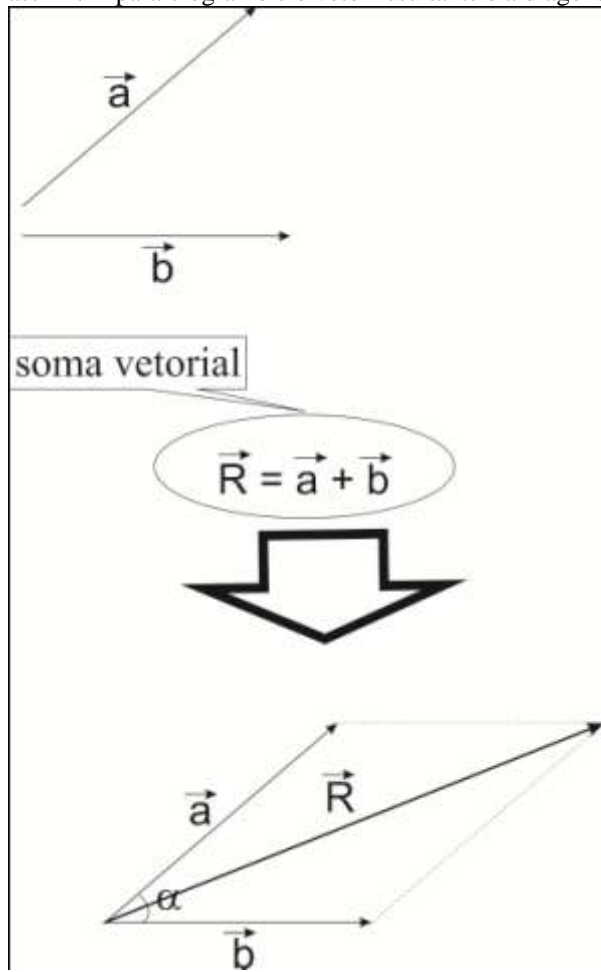
5.3.1 Método do Polígono

Na extremidade do 1º vetor coloca-se a origem do 2º vetor; na extremidade do 2º vetor coloca-se a origem do 3º vetor, e assim sucessivamente até o último. O vetor resultante é o vetor com origem na origem do 1º vetor e a extremidade do último vetor. Veja exemplo abaixo.



5.3.2 Método do Paralelogramo

Método para somar dois vetores de cada vez. Traça-se uma paralela a cada vetor passando na extremidade do outro, formando assim um paralelogramo e o vetor resultante é a diagonal (vide figura abaixo).

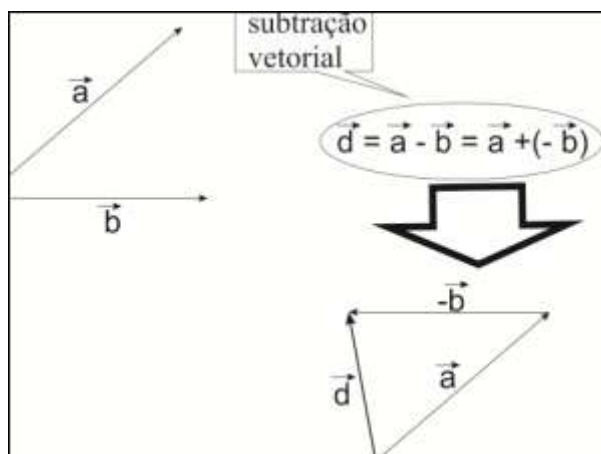


Analiticamente – Lei dos Cossenos

$$R = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos \alpha}$$

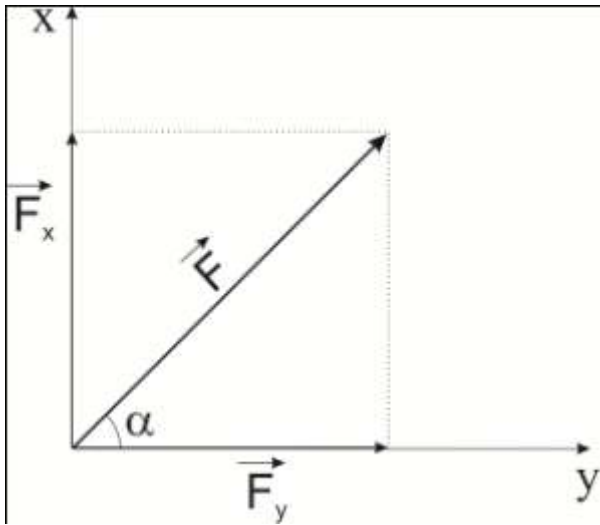
5.4 Subtração de Vetores

A subtração é feita somando o vetor \vec{a} com o vetor oposto ao vetor \vec{b} que é o vetor $-\vec{b}$.



5.5 Decomposição de Vetores

A decomposição de um vetor (\vec{F}) é feita traçando uma perpendicular ao eixo que ser projetar, passando pela extremidade do vetor analisado.

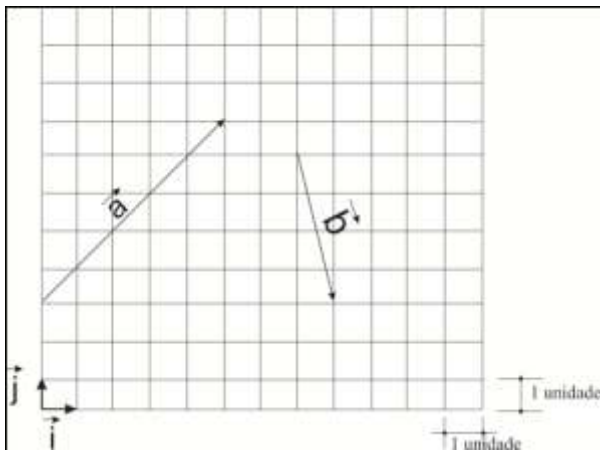


$$|\vec{F}_x| = |\vec{F}| \cdot \cos \alpha$$

$$|\vec{F}_y| = |\vec{F}| \cdot \sin \alpha$$

5.6 Versor

Vetor de módulo unitário que facilita bastante as operações com vetores. Utilizaremos os versores \vec{i} e \vec{j} para os nossos exercícios.



Exemplo: Dado os vetores $\begin{cases} \vec{a} = 5\vec{i} + 5\vec{j} \\ \vec{b} = \vec{i} - 4\vec{j} \end{cases}$ determine:

a) $\vec{x} = \vec{a} + \vec{b}$

$$\vec{x} = (5\vec{i} + 5\vec{j}) + (\vec{i} - 4\vec{j})$$

$$\vec{x} = 6\vec{i} + \vec{j}$$

b) $\vec{y} = \vec{a} - \vec{b}$

$$\vec{y} = (5\vec{i} + 5\vec{j}) - (\vec{i} - 4\vec{j})$$

$$\vec{y} = 4\vec{i} + 9\vec{j}$$

c) $\vec{p} = 2\vec{a} + 5\vec{b}$

$$\vec{p} = 2(5\vec{i} + 5\vec{j}) + 5(\vec{i} - 4\vec{j})$$

$$\vec{p} = 10\vec{i} + 10\vec{j} + 5\vec{i} - 20\vec{j}$$

$$\vec{p} = 15\vec{i} - 10\vec{j}$$

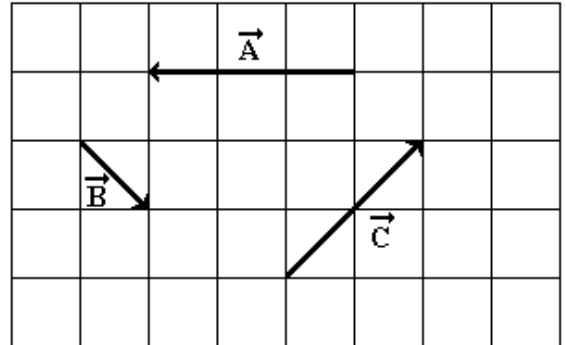
EXERCÍCIOS

01. (UFSC) Das grandezas, abaixo citadas, são vetoriais:

- | | | |
|-----------------------------|--|----------------------------|
| (001) a massa de um corpo. | (008) a aceleração instantânea. | (064) momento de uma força |
| (002) a temperatura em °C. | (016) o tempo. | |
| (004) o volume de um corpo. | (032) a intensidade de corrente elétrica | |

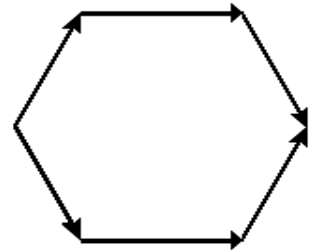
02. (FATEC) Dados os vetores A, B e C, representados na figura em que cada quadrícula apresenta lado correspondente a uma unidade de medida, é correto afirmar que a resultante dos vetores tem módulo:

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 6



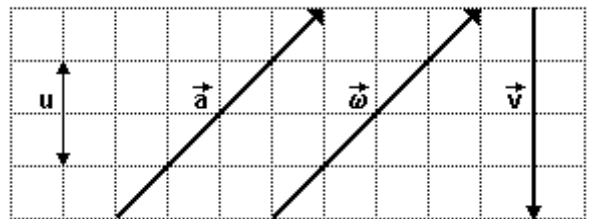
03. (Mackenzie) Com seis vetores de módulo iguais a $8u$, construiu-se o hexágono regular a seguir. O módulo do vetor resultante desses 6 vetores é:

- a) $40u$
- b) $32u$
- c) $24u$
- d) $16u$
- e) zero



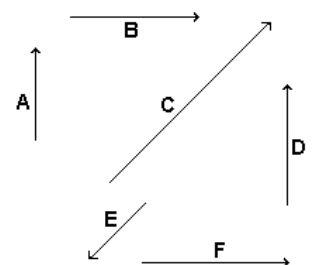
04. (UNIFESP) Na figura, são dados os vetores \vec{a} , \vec{w} e \vec{v} . Sendo u a unidade de medida do módulo desses vetores, pode-se afirmar que o vetor $\vec{g} = \vec{a} - \vec{w} + \vec{v}$ tem módulo:

- a) $2u$, e sua orientação é vertical, para cima.
- b) $2u$, e sua orientação é vertical, para baixo.
- c) $4u$, e sua orientação é horizontal, para a direita.
- d) $(\sqrt{2})u$, e sua orientação forma 45° com a horizontal, no sentido horário.
- e) $(\sqrt{2})u$, e sua orientação forma 45° com a horizontal, no sentido anti-horário.



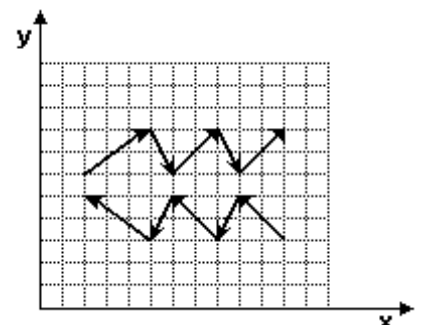
05. (PUCMG) Observe a figura a seguir e determine quais as flechas que:

- a) tem a mesma direção.
- b) tem o mesmo sentido.
- c) tem o mesmo comprimento.
- d) são iguais.



06. (UFC) Na figura a seguir, onde o reticulado forma quadrados de lados $\ell = 0,5\text{cm}$, estão desenhados 10 vetores contidos no plano xy . O módulo da soma de todos esses vetores é, em centímetros:

- a) 0,0.
- b) 0,5.
- c) 1,0.
- d) 1,5.
- e) 2,0.

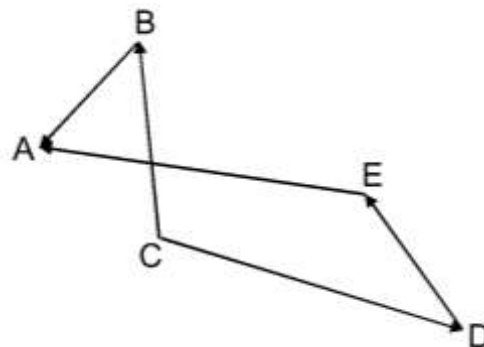


07. (UFMS) Assinale a alternativa que apresenta apenas grandezas vetoriais.

- a) Energia cinética, peso e trabalho.
- b) Impulso, empuxo e deslocamento.
- c) Aceleração, massa e densidade.
- d) Velocidade, momento de uma força e pressão.
- e) Energia potencial, quantidade de movimento e diferença de potencial.

08. (UFC) Analisando a disposição dos vetores BA, EA, CB, CD e DE, conforme figura a seguir, assinale a alternativa que contém a relação vetorial correta.

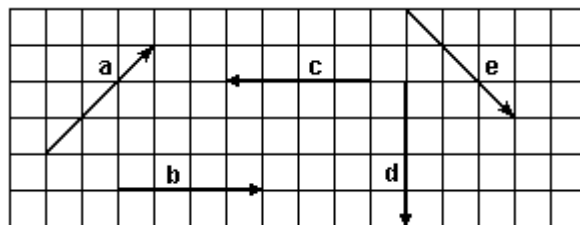
- a) $CB + CD + DE = BA + EA$
- b) $BA + EA + CB = DE + CD$
- c) $EA - DE + CB = BA + CD$
- d) $EA - CB + DE = BA - CD$
- e) $BA - DE - CB = EA + CD$



09. Se sobre uma superfície plana, um homem caminha 50 m para o norte e em seguida 120 m para leste, a que distância ficará, ao final, do ponto de partida?

10. Dados os vetores "a", "b", "c", "d" e "e" a seguir representados, obtenha o módulo do vetor soma: $R = a + b + c + d + e$

- a) zero
- b) $\sqrt{20}$
- c) 1
- d) 2
- e) $\sqrt{52}$



GABARITO:

- | | | | |
|-----------------|----------------------------|----------------|-----------|
| 01. 008+064=072 | 05. a) A e D; B e F; C e E | d) Nenhum par. | 09. 130 m |
| 02. A | | 06. E | 10. E |
| 03. B | b) A e D; B e F | 07. B | |
| 04. B | c) B e D | 08. D | |

Módulo Nº 06 – Dinâmica

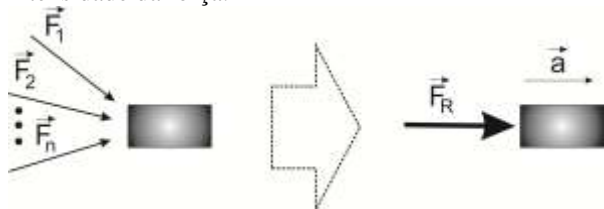
6.1 – Leis de Newton

1ª Lei de Newton: Princípio da Inércia

Uma partícula, livre da ação de forças ($\vec{F}_R = \vec{0}$), permanece em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme.

2ª Lei de Newton: Princípio Fundamental da Dinâmica (P.F.D.)

Quando uma força é aplicada a um corpo ela produz, na sua direção e sentido, uma aceleração, com intensidade proporcional à intensidade da força.



$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$, sendo \vec{F}_R força resultante

3ª Lei de Newton: Ação e Reação

- Quando um corpo A aplica em um corpo B uma força, o corpo B reage e aplica sobre o corpo A uma força.
- As forças de ação e reação são forças opostas, isto é, têm mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos.
- As forças de ação e reação são forças trocadas entre dois corpos; nunca estão aplicadas ao mesmo corpo e, por isso, nunca se equilibram.

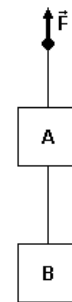
6.2 – Solução para os Problemas de Dinâmica

1º Passo: Isolar o(s) corpo(s);

2º Passo: Aplicar o PFD (2ª Lei de Newton) para cada corpo;

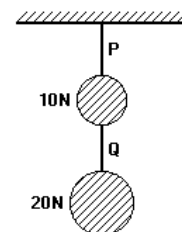
08. (UEL) Os corpos A e B são puxados para cima, com aceleração de $2,0 \text{ m/s}^2$, por meio da força \vec{F} , conforme o esquema a seguir. Sendo $m_A = 4,0 \text{ kg}$, $m_B = 3,0 \text{ kg}$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$, a força de tração na corda que une os corpos A e B tem módulo, em N, de

- a) 14
- b) 30
- c) 32
- d) 36
- e) 44



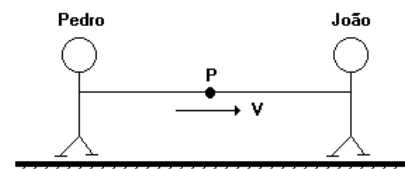
09. Dois corpos, de peso 10 N e 20 N, estão suspensos por dois fios, P e Q, de massas desprezíveis, da maneira mostrada na figura. A intensidades (módulos) das forças que tensionam os fios P e Q são respectivamente, de

- a) 10 N e 20 N
- b) 10 N e 30 N
- c) 30 N e 10 N.
- d) 30 N e 20 N.
- e) 30 N e 30 N.



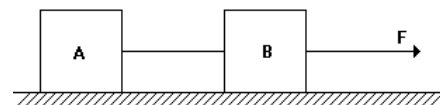
10. (UNIRIO) Pedro e João estão brincando de cabo de guerra. João está levando a melhor, arrastando Pedro. Verifica-se que o ponto P marcado na corda move-se com velocidade constante de 1 m/s , conforme o esquema da figura anterior. Portanto, a força exercida na corda por:

- a) Pedro tem módulo igual à de João.
- b) Pedro é menor que o peso de João.
- c) João é igual ao peso de Pedro.
- d) João é maior que a de Pedro.
- e) João corresponde ao peso de Pedro somado à força por este exercida na corda.



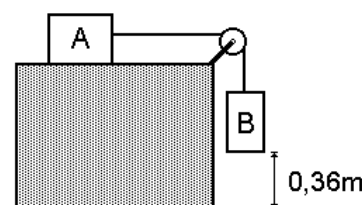
11. (UNIRIO) Uma força F vetorial de módulo igual a 16 N, paralela ao plano, está sendo aplicada em um sistema constituído por dois blocos, A e B, ligados por um fio inextensível de massa desprezível, como representado na figura a seguir. A massa do bloco A é igual a 3 kg, a massa do bloco B é igual a 5 kg, e não há atrito entre os blocos e a superfície. Calculando-se a tensão no fio, obteremos:

- a) 2 N
- b) 6 N
- c) 8 N
- d) 10 N
- e) 16 N



12. (UNIRIO) Um corpo A, de 10 kg, é colocado num plano horizontal sem atrito. Uma corda ideal de peso desprezível liga o corpo A a um corpo B, de 40 kg, passando por uma polia de massa desprezível e também sem atrito. O corpo B, inicialmente em repouso, está a uma altura de 0,36 m, como mostra a figura. Sendo a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$, determine:

- a) o módulo da tração na corda.
- b) o mínimo intervalo de tempo necessário para que o corpo B chegue ao solo.



Módulo N° 07 – Atrito

7.1 - Força de Atrito Estático (f_{at}^{est})

Força variável que aparece contrária à tendência de escorregamento.

$$0 < f_{at}^{est} \leq \mu_e \cdot N$$

Sendo:

$\mu_e \Rightarrow$ coeficiente de atrito estático

$N \Rightarrow$ Força normal

7.1.1 - Força de Atrito Estático de Destaque (f_{at}^{dest})

$$f_{at}^{dest} = \mu_e \cdot N$$

\Rightarrow é a maior força de atrito estático e traduz a iminência de movimento para o corpo que está sendo empurrado.

7.2 - Força de Atrito Dinâmico, Cinético ou Cinemático (f_{at}^{din})

- Força constante que aparece contrária ao escorregamento do corpo numa superfície rugosa.

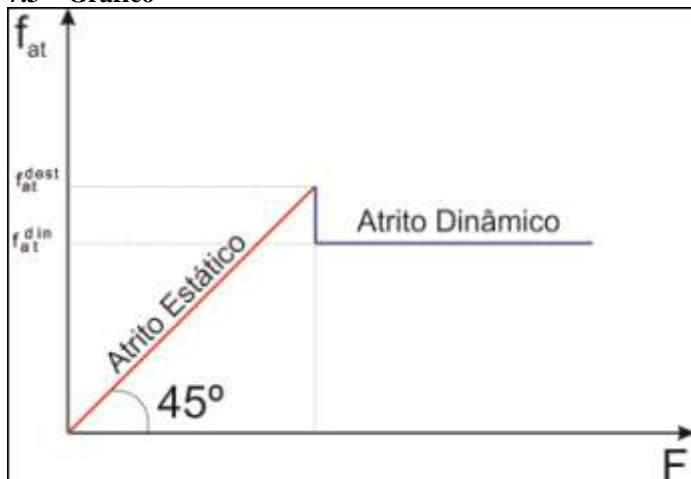
$$f_{at}^{din} = \mu_d \cdot N$$

Sendo:

$\mu_d \Rightarrow$ coeficiente de atrito dinâmico

$N \Rightarrow$ Força normal

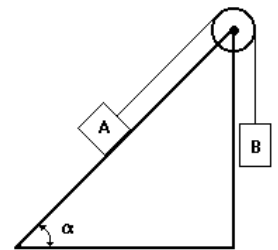
7.3 – Gráfico



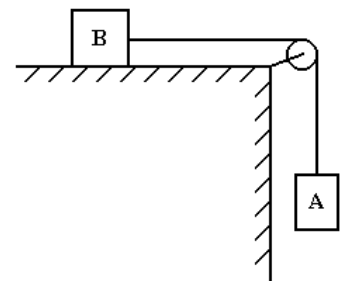
EXERCÍCIOS

01. (Unesp) No sistema a seguir, A tem massa $m_A = 10$ kg. B tem massa $m_B = 15$ kg. $\alpha = 45^\circ$. Qual será o coeficiente de atrito entre as superfícies em contato, do corpo A com o plano, para que o corpo se desloque com movimento uniforme?

Observações: $g = 10$ m/s²; o peso da corda, o atrito no eixo da roldana e a massa da roldana são desprezíveis.



02. (Ufpe) A figura a seguir mostra dois blocos em repouso. O coeficiente de atrito estático entre o bloco B, de massa 30 kg, e a superfície de apoio é 0,6. Considere que a polia e o fio são ideais. Qual o maior valor, em kg, da massa do bloco A para que o sistema permaneça em repouso? Dado: $g = 10$ m/s²



03. (Unesp) Um caixote de massa 20 kg está em repouso sobre a carroceria de um caminhão que percorre uma estrada plana, horizontal, com velocidade constante de 72 km/h. Os coeficientes de atrito estático e dinâmico, entre o caixote e o piso da carroceria, são aproximadamente iguais e valem $\mu = 0,25$. Admitir $g = 10$ m/s².

a) Qual a intensidade da força de atrito que está atuando no caixote? Justifique.

b) Determine o menor tempo possível para que esse caminhão possa frear sem que o caixote escorregue.

04. Uma caixa vazia, pesando 10 N é colocada sobre uma superfície horizontal. Ao ser solicitada por uma força horizontal, começa a se movimentar quando a intensidade da força atinge 5 N; cheia d'água, isso acontece quando a intensidade da força atinge 50 N. Dado: densidade d'água: $1,0$ g/cm³ = 10^3 kg/m³

a) Qual a força de atrito em cada caso?

b) Qual a quantidade de água?

05. (Fatec) Um corpo atirado horizontalmente, com velocidade de 10 m/s, sobre uma superfície horizontal, desliza 20 m até parar. Adotando $g = 10$ m/s², o coeficiente de atrito cinético entre o corpo e a superfície é

a) 0,13

b) 0,25

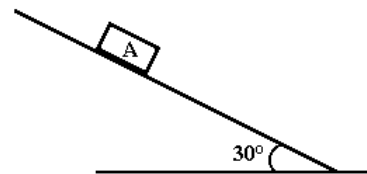
c) 0,40

d) 0,50

e) 0,75

06. (Fatec) A superfície de contato do bloco A apresenta com o plano inclinado os coeficientes de atrito estático 0,70 e cinético 0,50. A massa do bloco é de 20 kg e $g = 10 \text{ m/s}^2$. A mínima força que se deve aplicar no bloco para que ele inicie movimento tem intensidade, em newtons:

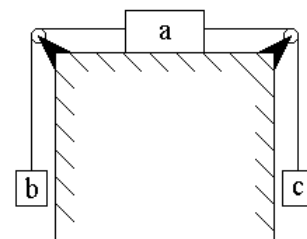
- a) 22
- b) 44
- c) 74
- d) 94
- e) 122



Dados: $\cos 30^\circ = 0,87$
 $\sin 30^\circ = 0,50$

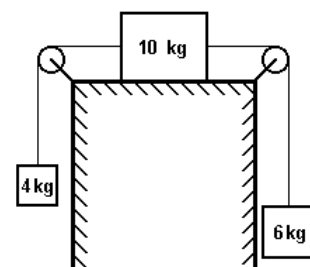
07. (Fei) No sistema a seguir, sabe-se que a massa do corpo "b" é $m_b = 20 \text{ kg}$ a massa do corpo "a" é $m_a = 200 \text{ kg}$ e o coeficiente de atrito entre o corpo "a" e a mesa é 0,20. Os fios são inextensíveis e o atrito e inércia das roldanas desprezíveis. Qual deve ser o valor mínimo da massa do corpo "c" (m_c) para que o sistema possa adquirir movimento?

- a) $m_c = 20 \text{ kg}$
- b) $m_c = 30 \text{ kg}$
- c) $m_c = 40 \text{ kg}$
- d) $m_c = 50 \text{ kg}$
- e) $m_c = 60 \text{ kg}$



08. (Fuvest-gv) O sistema indicado na figura a seguir, onde as polias são ideais, permanece em repouso graças à força de atrito entre o corpo de 10 kg e a superfície de apoio. Podemos afirmar que o valor da força de atrito é:

- a) 20 N
- b) 10 N
- c) 100 N
- d) 60 N
- e) 40 N



09. (Mackenzie) No sistema a seguir, o fio e a polia são ideais. Ao se abandonarem os blocos, A vai do ponto M para o N em 1,5 s. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco A e a superfície de apoio é:

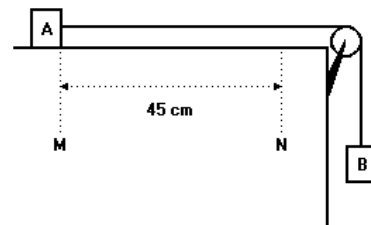
Dados:

Massa do bloco A = 8 kg

Massa do bloco B = 2 kg

$g = 10 \text{ m/s}^2$

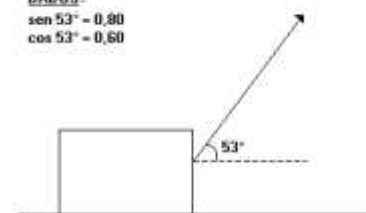
- a) 0,1.
- b) 0,2.
- c) 0,3.
- d) 0,4.
- e) 0,5.



10. (Puccamp) Um corpo de massa 4,0 kg está sobre uma superfície horizontal com a qual tem coeficiente de atrito dinâmico 0,25. Aplica-se nele uma força \vec{F} constante, que forma com a horizontal um ângulo de 53° , conforme a figura. Se o módulo de \vec{F} é 20 N e a aceleração local da gravidade é 10 m/s^2 , pode-se concluir que a aceleração do movimento do corpo é, em m/s^2 ,

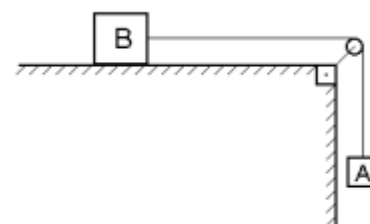
- a) 2,0
- b) 1,5
- c) 0,75
- d) 0,50
- e) 0,25

DADOS:
 $\sin 53^\circ = 0,80$
 $\cos 53^\circ = 0,60$



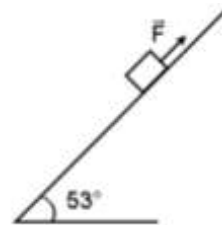
11. (Uel) No sistema representado a seguir, o corpo A, de massa 3,0 kg está em movimento uniforme. A massa do corpo B é de 10 kg. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$. O coeficiente de atrito dinâmico entre o corpo B e o plano sobre o qual se apóia vale

- a) 0,15
- b) 0,30
- c) 0,50
- d) 0,60
- e) 0,70



12. (Uel) Um corpo de peso 10 N é puxado plano acima, com velocidade constante, por uma força \vec{F} paralela ao plano inclinado de 53° com a horizontal. Adote: $\cos 53^\circ = 0,60$; $\sin 53^\circ = 0,80$; $g = 10 \text{ m/s}^2$; coeficiente de atrito dinâmico $\mu = 0,20$. A intensidade da força \vec{F} é, em newtons,

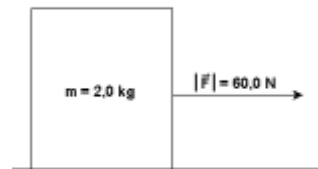
- a) 12
- b) 11,2
- c) 10
- d) 9,2
- e) 8,0



13. (Ufes) O bloco da figura a seguir está em movimento em uma superfície horizontal, em virtude da aplicação de uma força \vec{F} paralela à superfície. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície é igual a 0,2. A aceleração do objeto é

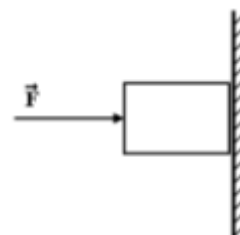
Dado: $g = 10,0 \text{ m/s}^2$

- a) $20,0 \text{ m/s}^2$
- b) $28,0 \text{ m/s}^2$
- c) $30,0 \text{ m/s}^2$
- d) $32,0 \text{ m/s}^2$
- e) $36,0 \text{ m/s}^2$



14. (Ufmg) Nessa figura, está representado um bloco de 2,0 kg sendo pressionado contra a parede por uma força \vec{F} . O coeficiente de atrito estático entre esses corpos vale 0,5, e o cinético vale 0,3. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$. Se $F = 50 \text{ N}$, então a reação normal e a força de atrito que atuam sobre o bloco valem, respectivamente,

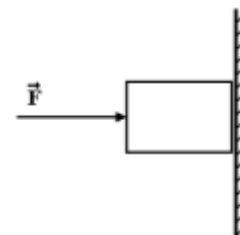
- a) 20 N e 6,0 N.
- b) 20 N e 10 N.
- c) 50 N e 20 N.
- d) 50 N e 25 N.
- e) 70 N e 35 N.



15. (Ufmg) Nessa figura, está representado um bloco de 2,0 kg sendo pressionado contra a parede por uma força \vec{F} . O coeficiente de atrito estático entre esses corpos vale 0,5, e o cinético vale 0,3. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A força mínima F que pode ser aplicada ao bloco para que ele não deslize na parede é

- a) 10 N.
- b) 20 N.
- c) 30 N.
- d) 40 N.
- e) 50 N.



GABARITO

01. $\mu = 1 - 2 \frac{\sqrt{2}}{3} \cong 0,057$

02. 18 kg.

03. a) A força de atrito é nula porque é nula a resistência do ar e é nula a velocidade do caixote em relação ao piso.

b) 8 segundos.

04. a) 5 N e 50 N

b) 9 kg

05. B

06. A

07. E

08. A

09. B

10. B

11. B

12. D

13. B

14. C

15. D