

**HABILIDADES**

EM13MAT403, EM13MAT304, EM13CNT104	Prof. Estevam	<a href="https://marceloestevam.com.br">https://marceloestevam.com.br</a>
--	---------------	---

# Cinemática - Mecânica Vetorial

## Mecânica

É a parte da física que estuda os movimentos e suas causas. Divide-se em 3 partes:

- 1) **CINEMÁTICA**: estuda os movimentos sem considerar as causas.
- 2) **DINÂMICA**: estuda os movimentos relacionados às causas.
- 3) **ESTÁTICA**: estuda os corpos em equilíbrio.

## Grandezas

É tudo que pode ser medido ou comparado. Ex: Peso, massa, velocidade, aceleração, força, etc. . .

Para estudo dividimos em 2 grupos:

### Grandezas Vetoriais

Definem-se por apresentar:

**MÓDULO** (tamanho, valor numérico, intensidade)

**DIREÇÃO** (orientação do vetor, horizontal, vertical, oblíqua)

**SENTIDO** (apontado pela flecha)

**UNIDADE** (indica o que a grandeza representa)

**Exemplos:**

Velocidade (m/s):  $v$ ;

Aceleração (m/s<sup>2</sup>):  $a$ ;

Força (N):  $F$ ;

Quantidade de Movimento (kg.m/s):  $Q$  ;

Deslocamento (m):  $\Delta S$

### Grandezas Escalares

Definem-se por apresentar:

**MÓDULO** (tamanho, valor numérico, intensidade)

**UNIDADE** (indica o que a grandeza representa)

**Exemplos:**

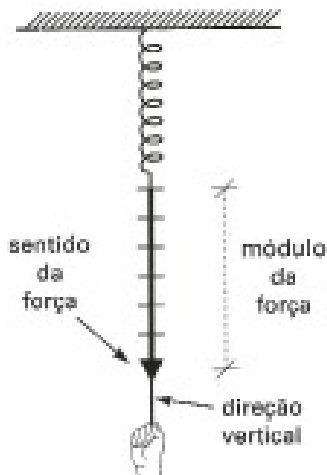
Tempo (s): "t"

Temperatura (°C): "T"

Massa (kg): "m"

Energia (J): "E"

Distância (m): "d"



Por meio de um vetor é possível representar o módulo, a direção e o sentido de uma força.

Obs.: Caso haja dúvida se a grandeza é escalar ou vetorial, faça a seguinte pergunta:

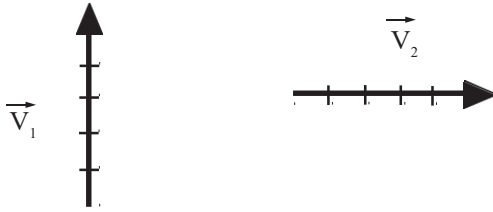
**"Pra que lado?"**

Caso não faça sentido, ou não haja resposta para a pergunta, a grandeza é escalar.

## Vetor

É um segmento de reta orientado que define-se por apresentar módulo, direção e sentido.

Ex.:



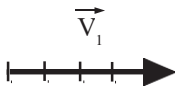
Módulo:  
Direção:  
Sentido:

Módulo:  
Direção:  
Sentido:

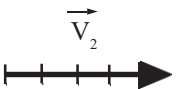
## Vetores Equivalentes

Apresentam mesmo módulo, direção e sentido.

Ex.:



Módulo:  
Direção:  
Sentido:

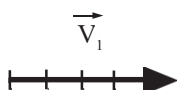


Módulo:  
Direção:  
Sentido:

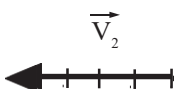
## Vetores Opostos

Apresentam mesmo módulo e direção, porém sentidos contrários.

Ex.:

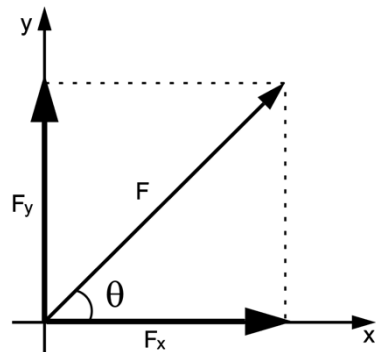
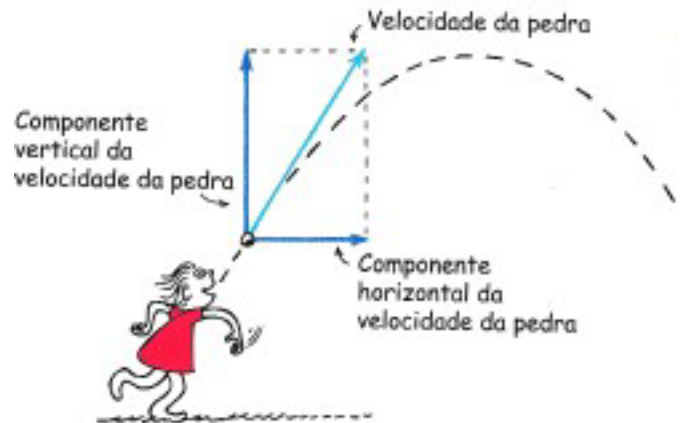


Módulo:  
Direção:  
Sentido:



Módulo:  
Direção:  
Sentido:

## Decomposição de um Vetor



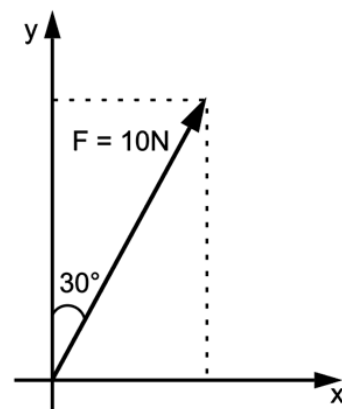
## Componente Horizontal

$$F_x = F \cdot \cos \theta$$

## Componente Vertical

$$F_y = F \cdot \sin \theta$$

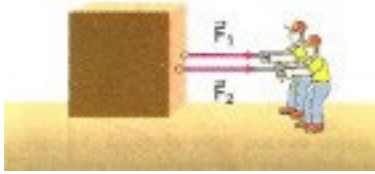
Encontre as componentes do vetor a seguir:



# Soma de Dois Vetores

Dividiremos em 4 partes:

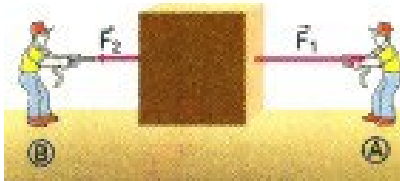
## 1º) Vetores com mesma direção e mesmo sentido



$$F_R = F_1 + F_2$$

Ângulo entre os dois vetores: \_\_\_\_\_

## 2º) Vetores com mesma direção, porém com sentidos contrários.

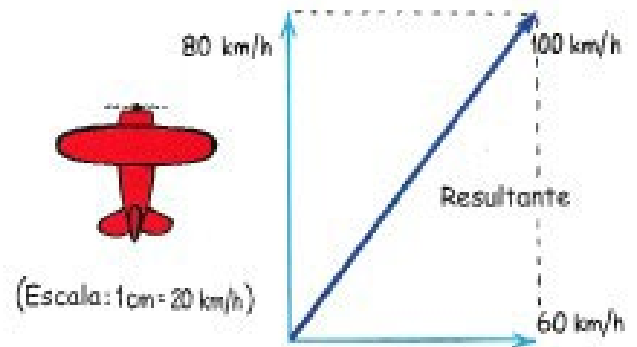


$$F_R = F_1 - F_2$$

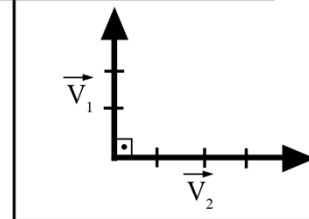
Ângulo entre os dois vetores:

$\theta$

## 3º) Vetores perpendiculares ou ortogonais.

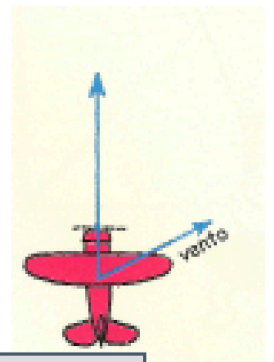
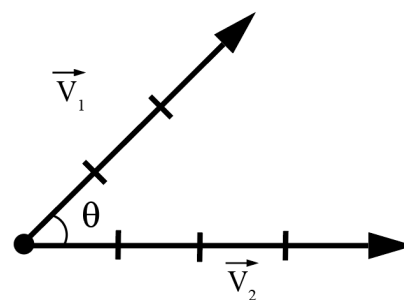


$$V_R^2 = V_1^2 + V_2^2$$



Ângulo entre os dois vetores: \_\_\_\_\_

## 4º) Vetores formando ângulo qualquer entre si

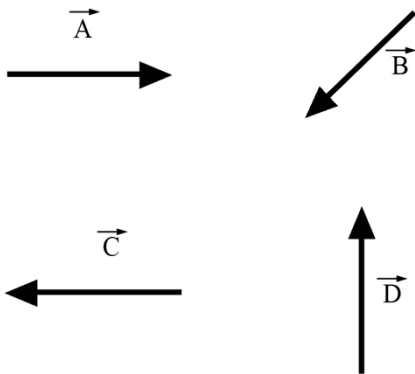


$$V_R^2 = V_1^2 + V_2^2 + 2 \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot \cos \theta$$

**Anotações**

## Soma de Três ou Mais Vetores

Método do POLÍGONO



$$\text{Resolução: } \vec{V}_R = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D}$$

Desenhe imendendo os vetores, não importando a ordem.

## Testes

1) Quando dizemos que a velocidade de uma bola é de 20 m/s, horizontal e para a direita, estamos definindo a velocidade como uma grandeza:

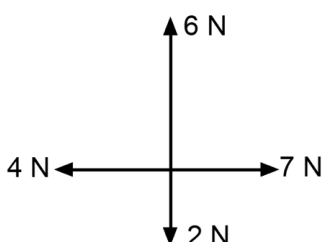
- escalar.
- algébrica.
- linear.
- vetorial.
- nenhuma das anteriores.

2) Em uma partícula atuam duas forças de 50 N e 120 N, perpendiculares entre si. O valor da força resultante é:

- 130 N
- 170 N
- 70 N
- 6.000 N
- 140N

3) Dois vetores A e B de módulos 2 cm e 3 cm são associados de modo a produzir uma resultante igual a  $\sqrt{13}$  cm. Determine o ângulo que devem formar entre si.

4) Sobre uma partícula agem as quatro forças representadas na figura. Qual a intensidade da força resultante? sobre a partícula?



5) Entre as grandezas indicadas abaixo, assinale aquelas que são vetoriais:

- massa e tempo
- volume e área
- força e deslocamento
- energia potencial e cinética
- massa e aceleração

6) Duas forças  $F_1$  e  $F_2$ , de módulos 3,0 N e 4,0 N estão aplicadas em um corpo. Qual das alternativas abaixo NÃO pode representar o módulo da resultante?

- 5,0 N
- 1,0 N
- 7,0 N
- 3,0 N
- 0

7) São grandezas escalares:

- tempo, deslocamento e força.
- força, velocidade e aceleração.
- tempo, temperatura e volume.
- temperatura, velocidade e volume.

8) A soma de dois vetores ortogonais, isto é, perpendiculares entre si, um de módulo 12 e outro de módulo 16, terá módulo igual a:

- 4.
- um valor compreendido entre 12 e 16.
- 20.
- 28.
- um valor maior que 28.

9) Quantas direções e quantos sentidos uma reta determina no espaço?

- Duas direções e dois sentidos.
- Duas direções e um sentido.
- Uma direção e um sentido.
- Uma direção e dois sentidos.
- Uma direção e nenhum sentido.

10) O módulo do vetor soma de dois vetores  $\vec{x}$  e  $\vec{y}$  perpendiculares entre si e de módulos 3cm e 4cm é:

- a) 7 cm;      c) 9 cm;      e) N.d.a.  
b) 1 cm;      d) 5 cm;

11) Decompondo um vetor de módulo 8cm e que forma um ângulo de  $60^\circ$  com o eixo horizontal, encontramos dois componentes cujos módulos são:

- a) 4cm e  $4\sqrt{3}$  cm;      d) 8cm e 0;  
b) 4cm e  $4\sqrt{2}$  cm;      e) N.d.a  
c) 6cm e 2cm;

O enunciado a seguir é referente aos testes números 12, 13 e 14.

Sejam os vetores:

$$\vec{a} = A - O$$

$$\vec{b} = B - O$$

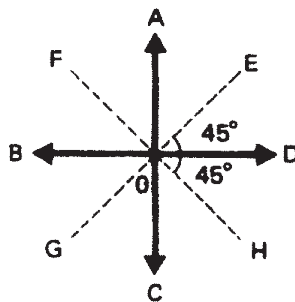
$$\vec{c} = C - O$$

$$\vec{d} = D - O$$

com a mesma origem O e extremidades sobre uma circunferência de centro O e raio igual a 5cm.

12) O vetor soma  $\vec{a} + \vec{b}$ :

- a) tem módulo  $5\sqrt{2}$ cm.  
b) será o vetor H - O;  
c) será o vetor F - B;  
d) será o vetor nulo;  
e) nenhuma das anteriores



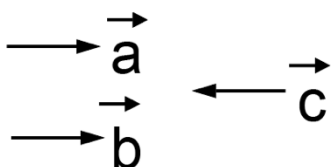
13) O vetor soma  $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} + \vec{d}$ :

- a) tem módulo 20 cm;  
b) tem módulo 10 cm;  
c) não pode ser calculado;  
d) é nulo  
e) nenhuma das anteriores

14) Os vetores  $(\vec{a} + \vec{b})$  e  $(\vec{c} + \vec{d})$ :

- a) são iguais;  
b) tem módulos diferentes;  
c) tem direções diferentes;  
d) são opostos;  
e) nenhuma das anteriores.

15) Observando as grandezas vetoriais representadas, através de vetores, podemos afirmar que



- a) elas possuem direções diferentes  
b) elas possuem direções e sentidos diferentes  
c) a e b possuem direções opostas a de c .  
d) a e b possuem sentidos opostos ao de c .  
e) elas possuem o mesmo sentido.

16) Um avião movimenta-se para leste com velocidade constante de 600 km/h em relação à terra, enquanto um outro movimenta-se para norte, também com velocidade constante, em relação à terra, mas de módulo igual a 800 km/h. Qual o módulo da velocidade relativa entre os aviões?

- a) 1400 km/h      c) 10000 km/h      e) km/h  
b) 20 km/h      d) 1000 km/h

17) Um avião voa horizontalmente, passando sobre um observador no solo. Exatamente nesse instante, para o observador, o som parece vir de um ponto atrás do avião, de uma direção que forma um ângulo de  $30^\circ$  com a vertical.

A velocidade do avião é

- a) 0,866 vezes a velocidade do som.  
b) a metade da velocidade do som.  
c) a velocidade do som.  
d) duas vezes a velocidade do som.  
e) um terço da velocidade do som.

18) O valor máximo do módulo da soma de dois vetores é 20 cm e o valor mínimo é 4 cm. Calcular o módulo de cada vetor.

## Gabarito

1 - D	4 - 5	7 - C	10 - D	13 - D	16 - D
2 - A	5 - C	8 - C	11 - A	14 - D	17 - B
3 - $90^\circ$	6 - E	9 - D	12 - A	15 - D	18 - 12 e 8

**HABILIDADES**EM13MAT403,  
EM13MAT304,EM13MAT303,  
EM13CNT104

## Conceitos Fundamentais da Cinemática

### Movimento:

Caracteriza-se como movimento a variação da posição de um móvel em relação ao referencial adotado.

### Repouso:

Caracteriza-se como repouso a situação em que a posição de um móvel não varia em relação ao referencial adotado.

Comentário: Movimento e Repouso são conceitos relativos, pois sempre dependerão do referencial adotado para estarem completamente definidos. Tomemos por exemplo a situação em que duas pessoas viajam juntas em um carro. Podemos dizer que em relação a uma árvore (plantada) os dois estão em movimento e que uma em relação a outra (inclusive em relação ao automóvel) as duas pessoas estão em repouso.

### Trajetória:

Trajetória é a linha formada por todas as posições ocupadas pelo móvel durante o seu movimento. Trajetória é o **DESENHO DO MOVIMENTO**.



Reflexão: Sendo a trajetória o desenho do movimento, esta dependerá do referencial adotado?

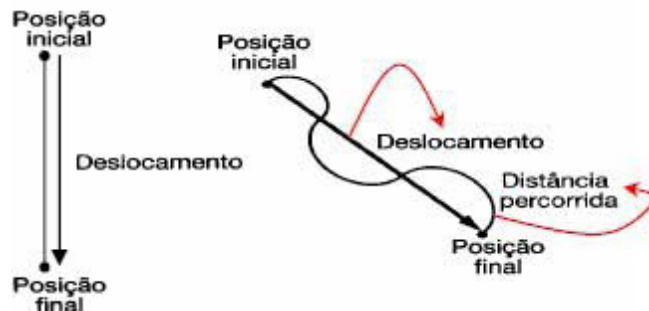
Se o movimento (variação da posição) depende do referencial adotado, a trajetória (que é o desenho do movimento) também dependerá do referencial adotado.

### Distância Percorrida (d):

A distância percorrida pelo móvel é uma grandeza escalar que nos dá o valor de toda a distância percorrida pelo móvel. Pode-se pensar que a distância percorrida é o TAMANHO DA TRAJETÓRIA.

### Deslocamento ( $\vec{\Delta S}$ ):

O deslocamento de um móvel é uma grandeza vetorial, segmento de reta orientado, que vai do ponto de início ao ponto final do movimento. Seu módulo (valor numérico) é medido em linha reta entre estes dois pontos.



### Deslocamento Escalar ( $\Delta S$ ):

O deslocamento escalar de um móvel é a distância, medida sobre a trajetória, entre o ponto de partida e o ponto de chegada. Pode-se calcular o deslocamento escalar através da diferença entre posição final e a posição inicial. Veja:

$$\Delta S = S - S_0$$

# Testes

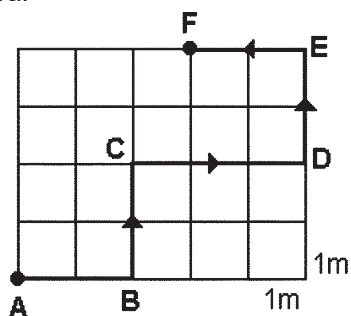
1) Considere um ponto na superfície da Terra. Podemos afirmar que:

- a) o ponto descreve uma trajetória circular.
- b) o ponto está em repouso.
- c) o ponto descreve uma trajetória elíptica.
- d) o ponto descreve uma trajetória parabólica.
- e) a trajetória descrita depende do referencial adotado

2) Um avião possui movimento retilíneo horizontal com velocidade escalar constante. Num certo instante, uma bomba é abandonada do avião. Desprezada a ação do ar, pode-se afirmar que a trajetória da bomba em relação ao avião é:

- a) um segmento de reta vertical.
- b) um arco de parábola.
- c) um arco de hipérbole.
- d) um arco de circunferência.
- e) uma elipse.

3) Uma partícula percorre a trajetória ABCDEF, como mostra a figura.



Pode-se concluir que a distância percorrida por essa partícula e seu vetor deslocamento, segundo a trajetória ABCDEF, são, em metros, respectivamente iguais a

- a) 5 e 11
- b) 16 e 11
- c) 11 e 5
- d) 6 e 5

## Gabarito

1 - E

2 - A

3 - D

### Velocidade média ( $V_m$ ):

Velocidade média é uma grandeza vetorial que relaciona o deslocamento ( $\vec{\Delta S}$ ) de um móvel e o tempo gasto para realizá-lo ( $\Delta t$ ).

$$\vec{V}_m = \frac{\vec{\Delta S}}{\Delta t}$$

Unidades:  $\frac{m}{s}$  ou  $\frac{km}{h}$

**IMPORTANTE:** O intervalo de tempo inclui os tempos de parada. Pense sempre no tempo total de viagem.

### Velocidade Escalar média ( $V_{Em}$ ):

Velocidade escalar média é uma grandeza escalar que relaciona o deslocamento escalar ( $\Delta S$ ) por um móvel e o tempo gasto para percorrê-lo ( $\Delta t$ ).

$$V_{Em} = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

**IMPORTANTE:** O intervalo de tempo inclui os tempos de parada. Pense sempre no tempo total de viagem.

## ACELERAÇÃO

Aceleração é uma grandeza vetorial que nos indica a variação da velocidade no tempo. Sabemos que a velocidade é uma grandeza vetorial e portanto possui módulo, direção e sentido. Assim sendo, dizemos que há aceleração em um movimento sempre que o módulo ou a direção e o sentido da velocidade variarem com o passar do tempo.

Para melhor entender o conceito de aceleração e as suas propriedades estudaremos primeiramente a Aceleração Tangencial (também chamada de Escalar ou Linear), que indica a variação no módulo da velocidade e após, estudaremos a Aceleração Centrípeta (também chamada de Radial), a qual indica a variação na direção e no sentido do vetor velocidade.

### Aceleração Tangencial ( $\vec{a}_T$ ):

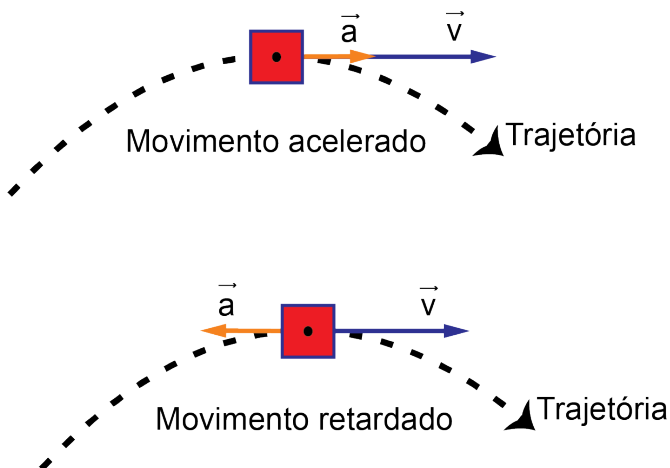
Também chamada de aceleração linear ou escalar, é a aceleração que nos indica a variação somente na intensidade da velocidade.

A aceleração tangencial nos indica se o móvel estará se movendo cada vez mais rapidamente ou cada vez mais lentamente.

$$\vec{a}_T = \frac{\Delta V}{\Delta t} \rightarrow \frac{\frac{m}{s}}{s} = \frac{m}{s^2}$$

Quando um móvel possui uma aceleração de  $3 \text{ m/s}^2$ , isso significa que a velocidade do mesmo varia  $3 \text{ m/s}$  a cada segundo.

A aceleração tangencial é sempre paralela ao vetor velocidade e pode ter o mesmo sentido ou o sentido contrário ao da mesma:



### Aceleração Centrípeta ( $\vec{a}_{cp}$ ):

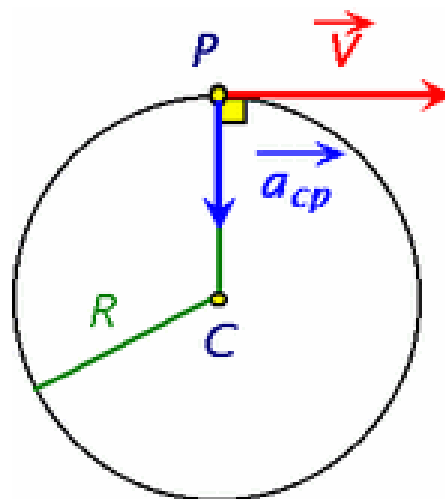
Também chamada de aceleração radial ou normal, é a aceleração que nos indica a variação na direção e no sentido da velocidade.

A presença da aceleração centrípeta nos indica que o móvel estará se movendo em uma trajetória curvilínea.

$$\vec{a}_{cp} = \frac{V^2}{R}$$

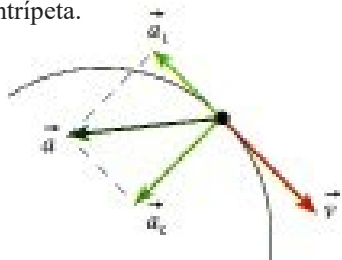
Módulo da velocidade  
Raio da trajetória/curva

A aceleração centrípeta é sempre perpendicular ao vetor velocidade e aponta para o centro da curva.



## Aceleração Resultante ( $\vec{a}$ )

Sabendo-se que a aceleração é uma grandeza vetorial, podemos obter a sua resultante através da **soma** vetorial das acelerações tangencial e centrípeta.



$$\vec{a} = \vec{a}_{TG} + \vec{a}_{CP}$$

## Testes

- 1) Um carro percorre 400km num intervalo de tempo de 5h. Qual foi sua velocidade média?
- 2) Um automóvel com uma velocidade média de 60km/h percorre 600km. Calcule o tempo que ele levou para percorrer esta distância.
- 3) A velocidade escalar de um automóvel é 36km/h. A distância percorrida pelo automóvel em cada minuto, é em metros, igual a:
  - a) 72
  - b) 216
  - c) 360
  - d) 600
  - e) 3600
- 4) Qual a velocidade média de um atleta que corre uma pista retilínea, cuja distância é 240m, em 30s (resposta em km/h).
- 5) Uma pessoa viaja de automóvel de Santa Maria a Porto Alegre. Ela parte de Santa Maria às 14 h, pára às 15 h 30 min para colocar gasolina no automóvel, demora 10 min no posto; segue viagem até às 16 h 50 min e pára mais 15 min para tomar café; segue, então, mais 1 h e 15 min e chega a Porto Alegre. Sabendo-se que a distância percorrida foi de 315 km, a velocidade média desenvolvida, em km/h, foi, aproximadamente:
  - a) 78
  - b) 75
  - c) 73
  - d) 65
  - e) 60
- 6) Um trem de 90m de comprimento deve atravessar uma ponte de 120 metros de comprimento. Quanto tempo dura a travessia, se a velocidade do trem é de 90km/h.
- 7) Um som se propaga no ar, à temperatura de 30°C e encontra um obstáculo situado a 250m da fonte sonora. Qual o intervalo de tempo que decorre entre a emissão de um som e a volta do eco ao local da emissão?  
Adote  $V(\text{som}) = 345 \text{ m/s}$
- 8) A velocidade escalar média de um automóvel, num percurso de 300 km, foi de 60 km/h. Então, é válido afirmar que:
  - a) em uma hora o automóvel percorreu 60 km;
  - b) a velocidade do automóvel, em qualquer instante, não foi, em módulo, inferior a 60 km/h;
  - c) a velocidade do automóvel, em qualquer instante, não foi superior a 60 km/h;
  - d) se o automóvel manteve durante 2 h. a velocidade média de 50 km/h, deve ter mantido durante mais 2 h. a velocidade média de 100 km/h;
  - e) se o automóvel percorreu 150 km com velocidade média de 50 km/h, deve ter percorrido os outros 150 km com velocidade média de 75 km/h.

9) Um estudante gasta 20 min. para ir de sua casa à escola, percorrendo uma distância de 2,4 quilômetros. A sua velocidade média, em m/s, é:

- a) 48
- b) 12
- c) 2
- d) 1,2
- e) 0,12

10) Numa corrida de Fórmula 1 a volta mais rápida foi feita em 1 minuto e 20 segundos, a uma velocidade média de 180 km/h. Pode-se afirmar que o comprimento da pista, em m é de:

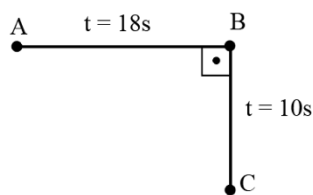
- a) 180
- b) 1 800
- c) 2 160
- d) 4 000
- e) 14 400

11) Uma pessoa percorre uma trajetória MN, O é o ponto médio, sabe-se que na trajetória MO a velocidade é 6 m/s e que na trajetória ON a velocidade é 4 m/s. Determine a velocidade média em toda a trajetória:

- a) 5 m/s
- b) 6 m/s
- c) 4 m/s
- d) 4,8 m/s
- e) 10 m/s

12) Uma partícula desloca-se de A para B percorrendo 80m, em seguida desloca-se de B para C percorrendo 60 m, como mostra a figura. Determine a velocidade escalar média e a velocidade vetorial média da partícula: respectivamente:

- a) 10 m/s e 5 m/s
- b) 5 m/s e 3,6 m/s
- c) 14 m/s e 7 m/s
- d) 7 m/s e 14 m/s
- e) 0 e 5 m/s



## Gabarito

1 - 80km/h	4 - 28,8 km/h	7 - 1,45s	10 - D
2- 10h	5 - C	8 - E	11 - D
3 - D	6 - 8,4s	9 - C	12 - B

**HABILIDADES**EM13MAT403,  
EM13MAT304,EM13MAT303,  
EM13CNT104

## Movimento Retilíneo Uniforme (M.R.U.)

### Caracterizando o M.R.U. :

RETILÍNEO: significa que a trajetória do móvel será retilínea, ou seja, não haverá mudança na direção do vetor velocidade ( $V$ ). Podemos entender então que a aceleração centrípeta é nula ( $a_{cp} = 0$ ).

UNIFORME: dizer que o movimento é uniforme é o mesmo que dizer que a variação da posição do móvel é sempre igual. Assim sendo, o móvel percorre distâncias iguais em tempos iguais. E isso significa que o módulo (valor numérico) da velocidade não varia, ou seja, a velocidade tem módulo constante. Em consequência disso, a aceleração tangencial é nula ( $a_{TG} = 0$ ). CONCLUSÃO:

- No M.R.U, o VETOR VELOCIDADE É CONSTANTE, pois não varia nem o seu valor nem a sua orientação.
- A aceleração no M.R.U. é nula.

Equação horária da Posição ( $S \times t$ ):

$$S = S_0 + V \cdot t$$

### Classificação

$V + \rightarrow$  Movimento Progressivo

$V - \rightarrow$  Movimento Regressivo/Retrógrado

### Encontro entre dois móveis:

$$S_A = S_B^*$$

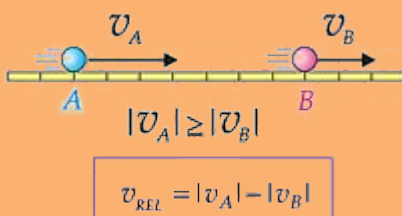
$$S_{oA} + V_A \cdot t = S_{oB} + V_B \cdot t$$

**CUIDAR OS SINAIS DAS VELOCIDADES!!**

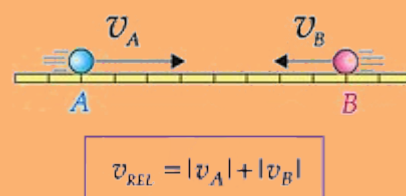
\* Este método serve inclusive para os casos em que um dos dois móveis possui M.R.U.V.

Por velocidade relativa:

#### No mesmo sentido:



#### Em sentidos opostos:



#### Resolução:

$$d_{REL} = V_{REL} \cdot \Delta t$$

\* No caso de móveis extensos (trens, caminhões), pontes e túneis os comprimentos devem ser somados e colocados no lugar da distância relativa!

# Testes

1. Um vestibulando gastou 30 minutos para ir de sua casa à UNISC, com a finalidade de realizar as provas do vestibular. Percorreu 2,4 quilômetros, para realizar tal empreitada. A sua velocidade média, em m/s, é

- a) 2.
- b) 1.
- c) 4,33.
- d) 1,33.
- e) 0,43.

2. Um móvel em movimento retilíneo uniforme

- a) descreve uma trajetória retilínea com aceleração constante.
- b) possui velocidade constante porque a aceleração é nula.
- c) percorre distâncias iguais em tempos iguais porque a aceleração é constante.
- d) possui velocidade e aceleração constantes e  $\neq 0$ .
- e) percorre distâncias iguais em tempos diferentes porque a velocidade é constante.

3. A distância entre dois automóveis é de 225 km. Se eles andam um ao encontro do outro com 60 km/h e 90 km/h, ao fim de quanto tempo se encontrarão?

- a) Uma hora
- b) Uma hora e quinze minutos
- c) Uma hora e meia
- d) Uma hora e cinquenta minutos
- e) Duas horas e meia

4. A tabela apresenta os módulos dos deslocamentos, em linha reta, dos móveis I, II, III, IV e V, em diferentes intervalos de tempo  $\Delta t$ .

t (s)	I	II	III	IV	V
1	1	3	0	3	1
2	2	3	2	6	4
3	4	2	3	9	9
4	8	2	4	12	16
5	16	1	5	15	25

Qual dos móveis manteve o mesmo módulo da velocidade média em todos os intervalos de tempo?

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

5. Um carro, a uma velocidade constante de 18 km/h, está percorrendo um trecho de rua retilíneo. Devido a um problema mecânico, pinga óleo do motor à razão de seis gotas por minuto. Qual é a distância entre os pingos de óleo que o carro deixa na rua?

6. A posição de um ponto varia no tempo conforme a tabela:

S (m)	25	21	17	13	9	5
t (s)	0	1	2	3	4	5

A função horária do movimento é:

- a)  $S = 4 - 25t$
- b)  $S = 25 + 4t$
- c)  $S = 25 - 4t$
- d)  $S = -4 + 25t$
- e)  $S = -25 - 4t$

7. Três móveis A, B e C, deslocam-se com velocidades constantes cujos módulos são designados por  $V_A$ ,  $V_B$  e  $V_C$ , respectivamente. O móvel A percorre, em dado intervalo de tempo, o dobro da distância percorrida por B no mesmo intervalo de tempo. O móvel C necessita do triplo desse intervalo de tempo para percorrer a mesma distância percorrida por A. Se  $V_B$  é igual a 3 m/s,  $V_A$  e  $V_C$  valem, em m/s, respectivamente,

- a) 2 e 3
- b) 6 e 2
- c) 3 e 1
- d) 3 e 2
- e) 9 e 2

8. Um passageiro perdeu um ônibus que saiu da rodoviária há 5 minutos, pega um táxi para alcançá-lo. O ônibus desenvolve uma velocidade média de 60 km/h e o táxi 90 km/h. Quantos minutos são necessários para o táxi alcançar o ônibus?

- a) 2
- b) 5
- c) 10
- d) 15
- e) 17

9. Um trem e um automóvel viajam paralelamente, no mesmo sentido, num trecho retilíneo. Os seus movimentos são uniformes, e a velocidade do automóvel é o dobro da do trem. Considerando-se desprezível o comprimento do trem. Considerando-se desprezível o comprimento do automóvel e sabendo-se que o trem tem um comprimento  $L$ , pode-se afirmar que a distância percorrida pelo automóvel, desde o instante em que alcançou o trem até o instante em que o ultrapassou, é igual a

- a)  $L/2$
- b)  $L$
- c)  $3L/2$
- d)  $2L$
- e)  $5L/2$

10. Um projétil, com velocidade constante de 300 m/s, é disparado em direção ao centro de um navio que se move com velocidade constante de 10 m/s em direção perpendicular à trajetória do projétil. Se o impacto ocorre a 20 m do centro do navio, a que distância deste foi feito o disparo?

- a) 150 m
- b) 300 m
- c) 600 m
- d) 3000 m
- e) 6000 m

11. Um atirador ouviu o ruído de da bala atingindo um alvo 3 segundos após dispará-la com velocidade de 680m/s. Sabendo-se que a velocidade do som é de 340m/s, a distância entre o atirador e o alvo é, em metros, de:

- a) 340m
- b) 680
- c) 1.020
- d) 1.530
- e) 2.040

12. Um trem de 150 m de comprimento, com velocidade de 90 Km/h. leva 0,5 minuto para atravessar um túnel. Determine o comprimento do túnel.

13. Um trem de 200 m atravessa um túnel de 800 m com velocidade de 90 Km/h. Qual tempo gasto para passar completamente o túnel ?

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

## Gabarito

1 - D	4 - D	7 - B	10 - C	13 - D
2 - B	5 - 60 m	8 - C	11 - B	
3 - C	6 - C	9 - D	12 - 600 m	

# Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (M.R.U.V.)

## Caracterizando o M.R.U.V. :

**RETILÍNEO:** significa que a trajetória do móvel será retilínea, ou seja, não haverá mudança na direção do vetor velocidade (V). Podemos entender então que a aceleração centrípeta é nula ( $a_{cp} = 0$ ).

**UNIFORMEMENTE VARIADO:** dizer que o movimento é uniformemente variado é o mesmo que dizer que a velocidade do móvel varia linearmente com o tempo, ou seja, a velocidade aumenta ou diminui sempre o mesmo valor a cada segundo do movimento. Assim sendo, o móvel percorre distâncias cada vez maiores a cada segundo (movimento acelerado) ou distâncias cada vez menores a cada segundo (movimento retardado). E isso significa que o módulo (valor numérico) da velocidade varia. Em consequência disso, a aceleração tangencial é NÃO nula ( $a_{TG} \neq 0$ ) e possui módulo constante.

CONCLUSÃO:

- No M.R.U.V., o VETOR ACELERAÇÃO É CONSTANTE, pois a velocidade varia linearmente com o tempo.
- No M.R.U.V. a distância percorrida é proporcional ao quadrado do tempo de percurso.

### Equação horária da Velocidade (V x t):

$$V = V_0 + a \cdot t$$

### Equação horária da Posição (S x t):

$$S = S_0 + V_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

### Equação de TORRICELLI:

$$V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S$$

### Classificação:



1 - Uma grande aeronave para transporte de passageiros precisa atingir a velocidade de 360km/h para poder decolar. Supondo que essa aeronave desenvolve, na pista, uma aceleração constante de  $2,5m/s^2$ , qual é a distância mínima que ela necessita percorrer sobre a pista antes de decolar ?

- a) 10.000m
- b) 5.000m
- c) 4.000m
- d) 2.000m
- e) 1.000m

2 - A equação da velocidade de um móvel é  $V = 20 - 5t$ , no SI. Em que instante a velocidade desse móvel se anula?

- a) 0
- b) 2
- c) 4
- d) 5
- e) 20

3 - Um veículo parte do repouso em movimento retilíneo e acelera a  $2m/s^2$ . Pode se dizer que sua velocidade e a distância percorrida, após 3 segundos, valem, respectivamente:

- a) 6m/s e 9m
- b) 6m/s e 18m
- c) 3m/s e 12m
- d) 12m/s e 36m
- e) 2m/s e 12m

4 - Uma motocicleta pode manter uma aceleração constante de  $10\text{m/s}^2$ . A velocidade inicial de um motociclista, com essa motocicleta, que deseja percorrer uma distância de 500m, em linha reta, chegando ao final com uma velocidade de 100 m/s, é de:

- a) 0
- b) 5 m/s
- c) 10 m/s
- d) 15 m/s

5 - Um trem corre a uma velocidade de 20m/s quando o maquinista vê um obstáculo 50 m à sua frente. A desaceleração mínima que deve ser dada ao trem para que não haja choque é de:

- a)  $4\text{ m/s}^2$
- b)  $2\text{ m/s}^2$
- c)  $1\text{ m/s}^2$
- d)  $0,5\text{ m/s}^2$
- e) 0

6 - Um trem, que se desloca com aceleração constante, percorre a distância entre dois pontos separados de 320m em 4s. Se a velocidade, ao passar pelo segundo ponto, é 100m/s, sua aceleração vale:

- a)  $15\text{ m/s}^2$
- b)  $12\text{ m/s}^2$
- c)  $10\text{ m/s}^2$
- d)  $8\text{ m/s}^2$

7 - Um móvel parte do repouso com movimento de aceleração constante e igual a  $5\text{m/s}^2$ . Determine a velocidade e a distância percorrida pelo móvel no fim de 8 segundos.

8 - Um ponto material parte do repouso e em MUV adquire a velocidade de 30m/s em 6 segundos. Pede-se:

- a) a sua aceleração;
- b) a velocidade no instante 7s;
- c) a distância percorrida durante o décimo segundo.

9 - Um trem corre a uma velocidade de 72km/h, quando o maquinista vê um obstáculo 100m à sua frente. Determine a aceleração de retardamento a ser imprimida ao trem para que não haja choque.

10 - A equação horária do movimento de um móvel é dada por  $d = 12 - 2t + 4t^2$ . A equação da velocidade escalar desse móvel será:

- a)  $v = 12 - 2t$
- b)  $v = 8t - 2$
- c)  $v = 2 + 4t$
- d)  $v = -2 + 2t$
- e)  $v = 12 - 4t$

11 - Um corpo em queda livre percorre uma certa distância vertical em 2 segundos; logo, a distância percorrida em 6 segundos será:

- a) dupla
- b) tripla
- c) seis vezes maior
- d) nove vezes maior
- e) doze vezes maior.

12 - Um estudante vai a um supermercado e encontra uma escada rolante de 6m de altura na vertical é de 8m de comprimento na horizontal. Essa escada transporta o estudante da base até o topo em 20 segundos, numa velocidade média, em m/s de:

- a) 0,3
- b) 0,5
- c) 0,7
- d) 0,8
- e) 1,0

13 - A equação horária de um movimento retilíneo é, em unidades SI,  $x = 5 + 10t + 3t^2$ . Com relação a esse movimento, podemos dizer que

- a) sua aceleração é  $6\text{ m/s}^2$
- b) sua velocidade inicial é 5 m/s.
- c) sua posição inicial é 10 m
- d) sua aceleração é  $3\text{ m/s}^2$
- e) se trata de um Movimento Retilíneo Uniforme.

14 - Um motorista está guiando seu carro a uma velocidade de 72 km/h quando percebe um obstáculo na pista. Sabendo-se que, no momento em que os freios começam a ser acionados, ele dispõe de 50 metros para parar, qual deve ser o valor mínimo da desaceleração imprimida ao carro para que a colisão seja evitada?

- a)  $0,4\text{m/s}^2$
- b)  $2,0\text{ m/s}^2$
- c)  $4,0\text{ m/s}^2$ ,
- d)  $8,0\text{ m/s}^2$
- e)  $51,8\text{ m/s}^2$

15 - A função horária para uma partícula em movimento retilíneo é  $x = 1 + 2t + t^2$  onde x representa a posição (em m) e t, o tempo (em s). O módulo da velocidade média (em m/s) dessa partícula, entre os instantes  $t = 1\text{ s}$

e  $t = 3\text{ s}$ , é

- a) 2.
- b) 4.
- c) 6.
- d) 12.
- e) 16.

## Gabarito

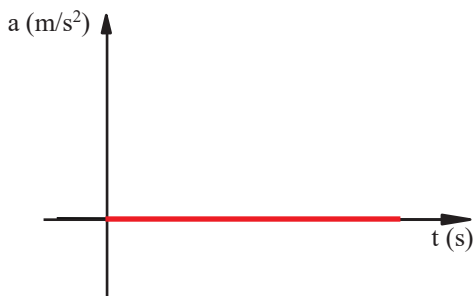
1 - D	5 - A	8 - a) $5\text{m/s}^2$	10 - B	14 - C
2 - C	6 - C	b) 35 m/s	11 - D	15 - C
3 - A	7 - 40m/s	c) 47,5 m	12 - B	
4 - A	e 160 m	9 - $2\text{m/s}^2$	13 - A	

# Gráficos dos Movimentos

## Aceleração x Tempo (a x t)

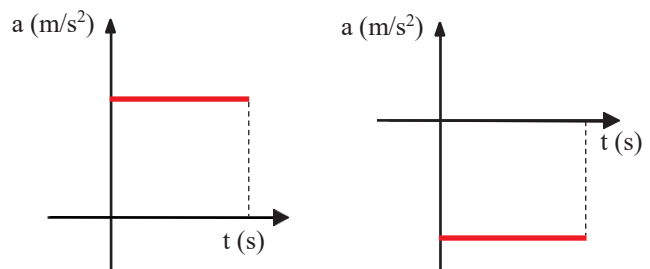
### M.R.U.

Como vimos, no M.R.U. a aceleração é nula e permanece assim durante todo o movimento.

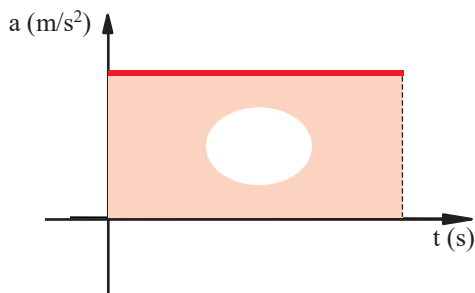


### M.R.U.V.

Como vimos, no M.R.U.V. a aceleração é **CONSTANTE**, podendo ser positiva (quando aponta no sentido positivo) ou negativa (quando aponta para o sentido negativo).



Propriedade Gráfica a x t: **Área**

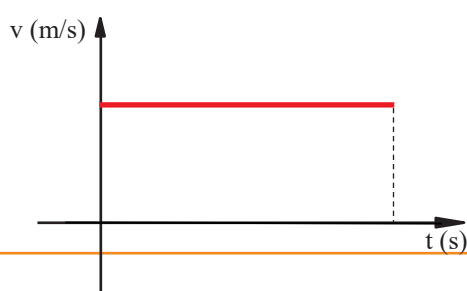


**DICA:** Para descobrir o **significado da área** em um gráfico você pode **multiplicar** a unidade do eixo **vertical** pela unidade do eixo **horizontal**.

## Velocidade x Tempo (v x t)

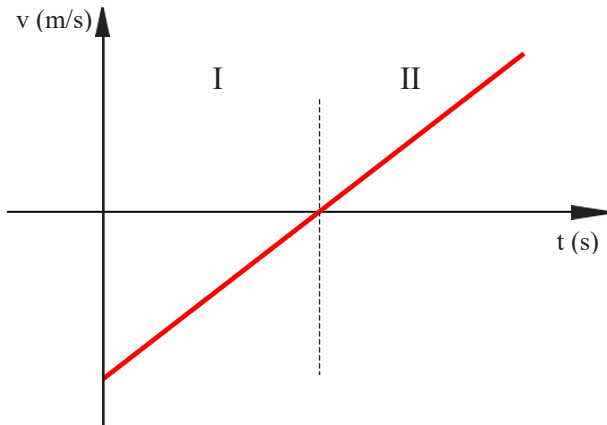
### M.R.U.

No M.R.U. a velocidade é **CONSTANTE**, podendo ser positiva (quando o movimento for progressivo) ou negativa (quando o movimento for regressivo/retrógrado).



## M.R.U.V.

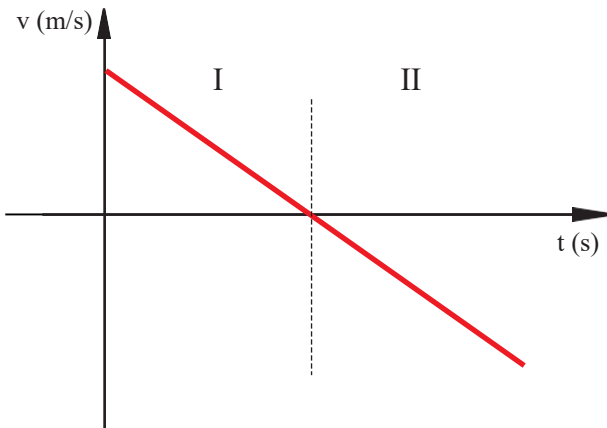
No M.R.U.V. a velocidade VARIA UNIFORMEMENTE, podendo aumentar seu VALOR linearmente com o tempo (quando o movimento for ACELERADO) ou diminuir seu VALOR linearmente com o tempo (quando o movimento for retardado).



**DICA:** No gráfico da Velocidade em função do Tempo, quando a reta for CRESCENTE a ACELERAÇÃO é POSITIVA

I - V ( ) } Movimento \_\_\_\_\_  
a ( ) e \_\_\_\_\_

II - V ( ) } Movimento \_\_\_\_\_  
a ( ) e \_\_\_\_\_



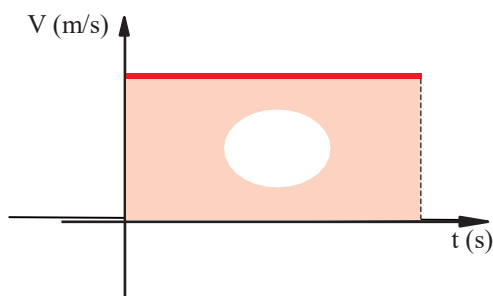
**DICA:** No gráfico da Velocidade em função do Tempo, quando a reta for DECRESCENTE a ACELERAÇÃO é NEGATIVA

I - V ( ) } Movimento \_\_\_\_\_  
a ( ) e \_\_\_\_\_

II - V ( ) } Movimento \_\_\_\_\_  
a ( ) e \_\_\_\_\_

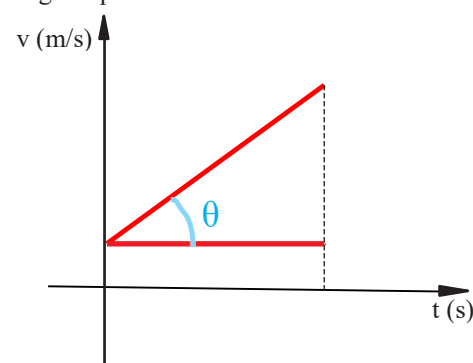
### Propriedades Gráficas V x t:

#### Área



#### Inclinação

A inclinação de um gráfico é conhecida através da tangente do ângulo que a reta forma com o eixo horizontal.

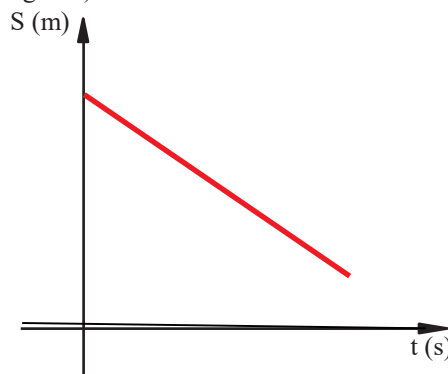
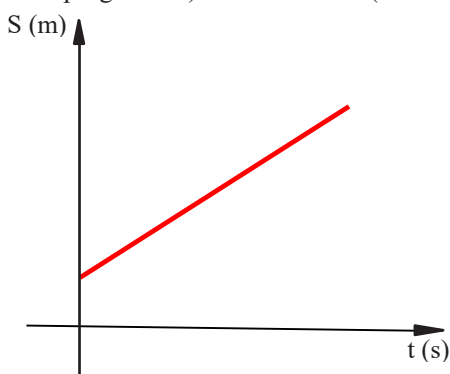


**DICA:** Para descobrir o **significado da inclinação** em um gráfico você pode **dividir** a unidade do eixo **vertical** pela unidade do eixo **horizontal**.

# Posição x Tempo (S x t)

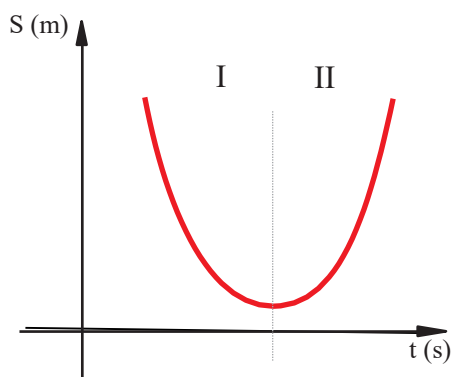
## M.R.U.

No M.R.U. a posição varia linearmente com o tempo, visto que a velocidade do móvel é constante, e pode AUMENTAR (no movimento progressivo) ou DIMINUIR (no movimento regressivo/retrógrado).



## M.R.U.V.

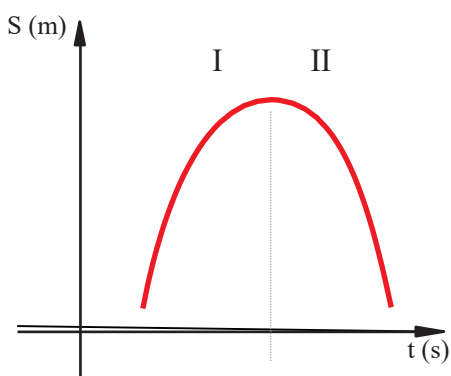
No M.R.U.V. a posição varia em função do tempo ao quadrado, visto que a velocidade do móvel varia e o movimento possui aceleração constante. Por isso o gráfico da posição em função do tempo será representado por uma PARÁBOLA.



**DICA:** No gráfico da Posição em função do Tempo, quando a CONCAVIDADE estiver voltada PARA CIMA a ACELERAÇÃO é POSITIVA

I - V ( ) } Movimento \_\_\_\_\_  
a ( ) e \_\_\_\_\_

II - V ( ) } Movimento \_\_\_\_\_  
a ( ) e \_\_\_\_\_

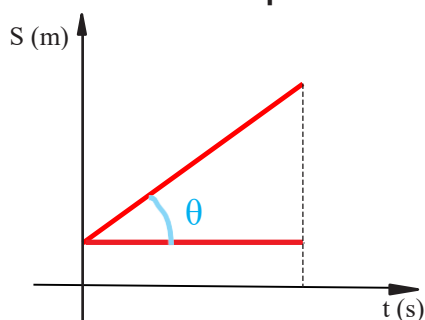


**DICA:** No gráfico da Posição em função do Tempo, quando a CONCAVIDADE estiver voltada PARA BAIXO a ACELERAÇÃO é NEGATIVA

I - V ( ) } Movimento \_\_\_\_\_  
a ( ) e \_\_\_\_\_

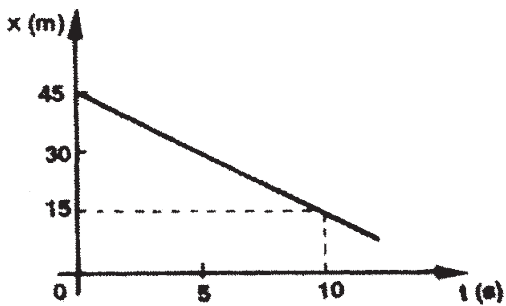
II - V ( ) } Movimento \_\_\_\_\_  
a ( ) e \_\_\_\_\_

Propriedade Gráfica S x t: **Inclinação**



# Testes

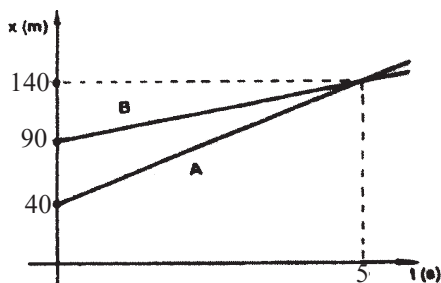
1 - Um ponto material realiza movimento retilíneo e a sua posição varia com o tempo de acordo com o gráfico figurado.



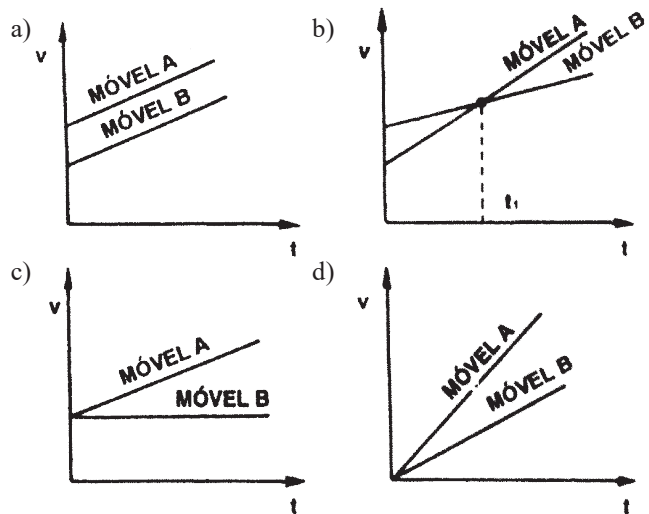
É correto afirmar que o ponto material:

- realiza movimento retardado até 5 segundos.
- realiza movimento uniforme com aceleração 4,5 m/s.
- encontra-se na origem dos deslocamentos no instante  $t = 0$ , isto é  $x_0 = 0$ .
- realiza movimento acelerado com aceleração  $3\text{m/s}^2$ .
- possui movimento retrógrado, cuja velocidade é de  $-3\text{m/s}$ .

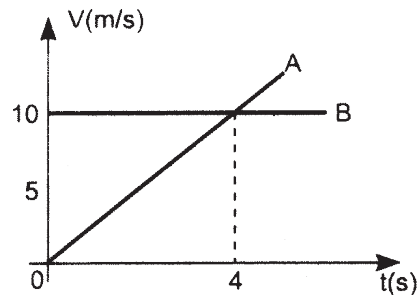
2 - Duas partículas A e B se movimentam sobre uma mesma trajetória retilínea segundo o gráfico abaixo. Podemos afirmar que suas equações horárias são:



3 - Dois móveis possuem velocidades iniciais  $V_A$  e  $V_B$ . Sabe-se que  $V_B > V_A$ . O movimento dos dois é uniformemente acelerado, sendo  $a_A > a_B$ . O gráfico que melhor representa o fenômeno é:

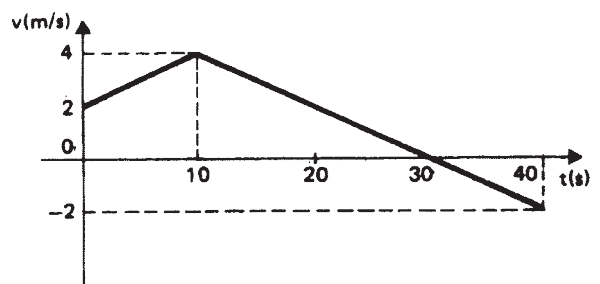


4 - Dois móveis, A e B, partem da mesma posição e deslocam-se tendo velocidades conforme registradas no gráfico abaixo. No instante em que as velocidades dos móveis são iguais.



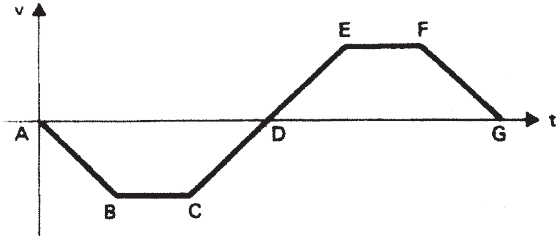
- o móvel A percorreu uma distância maior que o móvel B.
- os móveis A e B percorreram distâncias iguais.
- o móvel A tem aceleração maior que o móvel B.
- o móvel A tem aceleração igual ao móvel B.
- o móvel B tem aceleração maior que o móvel A.

5 - A figura representa o gráfico horário da velocidade de um ponto material que se move segundo o eixo  $Ox$ . No instante  $t = 0$  a posição é  $S_0 = 2\text{m}$ . No instante  $t = 40\text{s}$  a posição é:



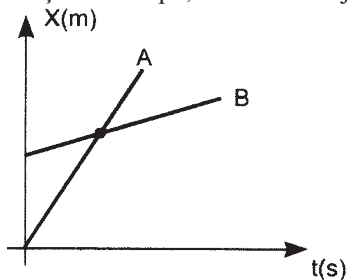
- 60 m
- 2 m
- 122 m
- 10 m
- 62 m

6 - O diagrama da velocidade de um móvel é dado pelo esquema abaixo. O movimento é uniformemente acelerado no ou nos trechos.



- a) FG                      d) BC e EF  
b) CD                      e) AB e DE  
c) CE

7 - O gráfico abaixo indica as posições ocupadas por dois automóveis, A e B, em função do tempo, sobre uma trajetória retilínea.

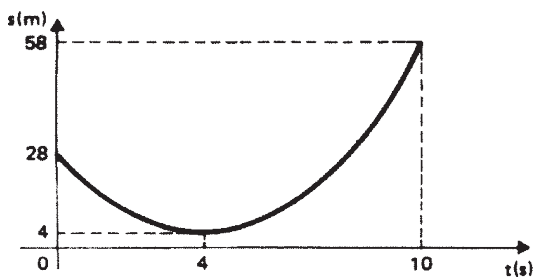


A partir da análise do gráfico, pode-se concluir que:

- a) os dois automóveis têm iguais velocidades em módulo.  
b) os dois automóveis têm velocidades iguais somente no ponto P.  
c) os dois automóveis se encontram na mesma posição no ponto P.  
d) a aceleração do automóvel A é maior do que a do automóvel B.  
e) a aceleração do automóvel B é maior do que a do automóvel A.

**Instrução:** o enunciado a seguir refere-se aos testes nº 8 a 11.

O gráfico corresponde ao MRUV de uma partícula



8 - A aceleração do movimento é:

- a) positiva  
b) negativa  
c) nula  
d) positiva ou negativa, conforme o instante considerado.  
e) nenhuma das respostas anteriores.

9 - A posição inicial do móvel é:

- a) 4m                      d) 16m  
b) 28m                    e) n.d.a  
c) 58m

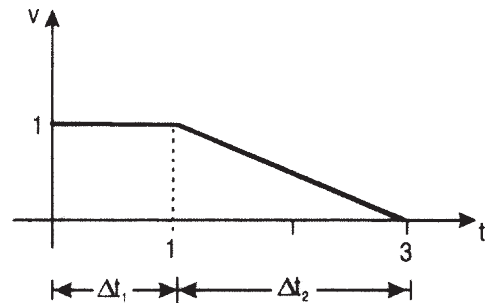
10 - O móvel muda de sentido no instante:

- a) 28m                      d) 58s  
b) 4s                        e) n.d.a.  
c) 10s

11 - A velocidade média do móvel nos 10s assinalados vale:

- a) 43 m/s                      d) 3 m/s  
b) 5,8 m/s                    e) n.d.a.  
c) 2,8 m/s

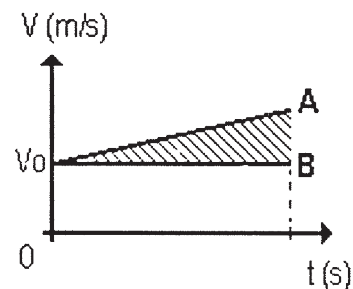
12 - O gráfico de velocidade ( $v$ ) contra tempo ( $t$ ), mostrado abaixo, representa, em unidades arbitrárias, o movimento retilíneo de uma partícula.



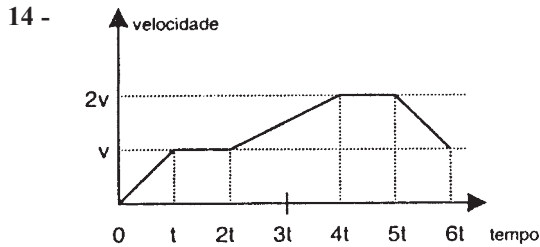
O quociente  $d_1/d_2$ , entre a distância  $d_1$  percorrida pela partícula no intervalo de tempo  $\Delta t_1$ , e a distância  $d_2$ , percorrida pela partícula no intervalo de tempo  $\Delta t_2$ , é:

- a) 3  
b) 2  
c) 1  
d) 1/2  
e) 1/3

13 - O gráfico representa o módulo das velocidades de dois automóveis como função do tempo. Com relação à área hachurada, podemos dizer que ela representa:



- a) a diferença entre as acelerações dos dois automóveis.  
b) a diferença entre as distâncias percorridas pelos dois automóveis.  
c) a aceleração do automóvel A em relação ao automóvel B  
d) a diferença entre as velocidades dos dois automóveis.  
e) uma grandeza sem qualquer significado físico.

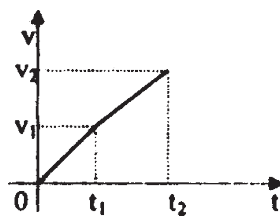


O gráfico representa a velocidade de um corpo que se desloca em linha reta, em função do tempo.

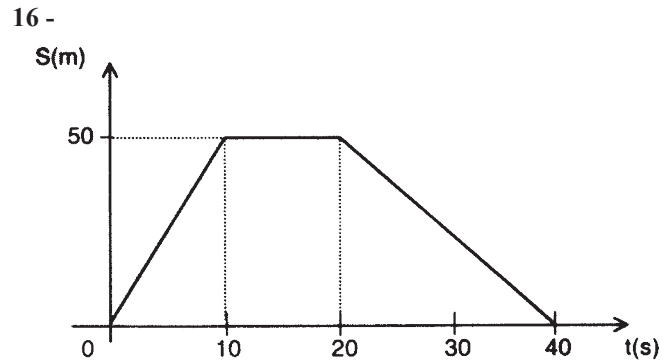
A distância percorrida pelo corpo é menor no intervalo

- 0 a  $t$
- $t$  a  $2t$
- $2t$  a  $4t$
- $4t$  a  $5t$
- $5t$  a  $6t$

15- O gráfico da velocidade em função do tempo representa o movimento de uma partícula. O gráfico que representa a aceleração em função do tempo, para esse mesmo movimento, é:



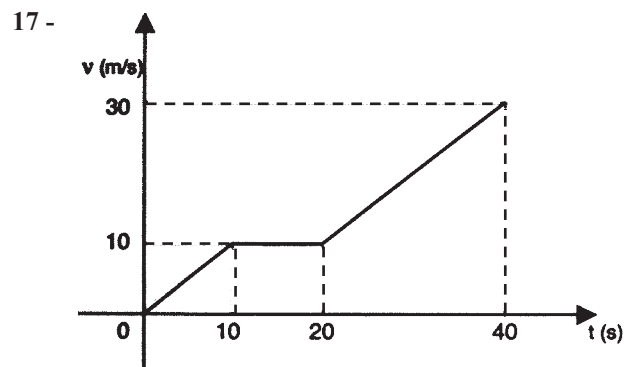
- 
- 
- 
- 
- 



No gráfico, representam-se as posições ocupadas por um corpo que se desloca numa trajetória retilínea, em função do tempo.

Pode-se, então, afirmar que o módulo da velocidade do corpo

- aumenta no intervalo de 0s a 10s.
- diminui no intervalo de 20s a 40s.
- tem o mesmo valor em todos os diferentes intervalos de tempo.
- é constante e diferente de zero no intervalo de 10s a 20s.
- é maior no intervalo de 0s a 10s.

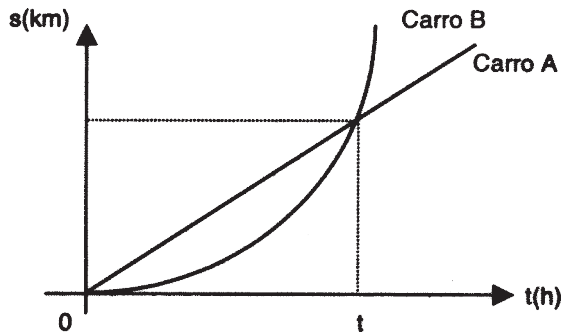


No gráfico, representam-se, em função do tempo, as velocidades de um corpo que se desloca numa trajetória retilínea.

Pode-se, então, afirmar que o módulo da aceleração do corpo

- aumenta no intervalo de 0s a 10s.
- é maior no intervalo de 20s a 40s do que no de 0s a 10s.
- é o mesmo nos intervalos de 0s a 10s e de 20s a 40s
- é diferente de zero no intervalo de 10s a 20s.
- é menor no intervalo de 0s a 10s do que no de 20s a 40s.

18 - Dois carros, A e B, têm seus movimentos representados esquematicamente no gráfico  $s \times t$  a seguir.

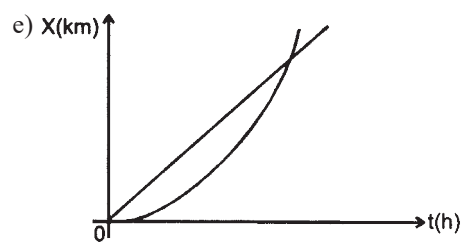
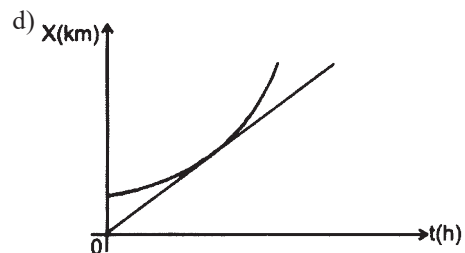
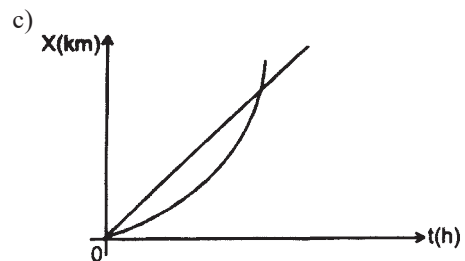
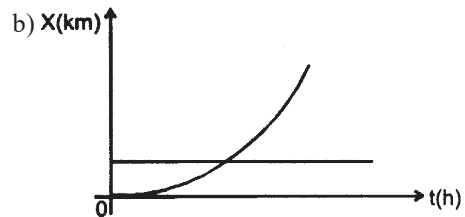
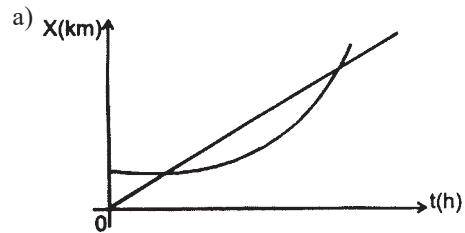


Pode-se afirmar, baseando-se na função que representa o movimento de cada carro, que

- as velocidades iniciais ( $t = 0$ ) dos carros A e B são zero.
- a velocidade média do carro B é igual à velocidade média do carro A no intervalo de tempo de 0 a  $t$ .
- as velocidades iniciais dos carros A e B são diferentes de zero.
- a aceleração do carro A é igual à aceleração do carro B.
- o carro B percorrerá uma distância maior até encontrar o carro A.

## Anotações:

19 - Dois automóveis passam num mesmo ponto com velocidades diferentes de zero, no tempo zero ( $t_0 = 0$ ). Deslocam-se no mesmo sentido, em uma trajetória retilínea, um com velocidade constante e outro com aceleração constante. Qual dos gráficos a seguir representa o movimento dos dois automóveis?



## Gabarito

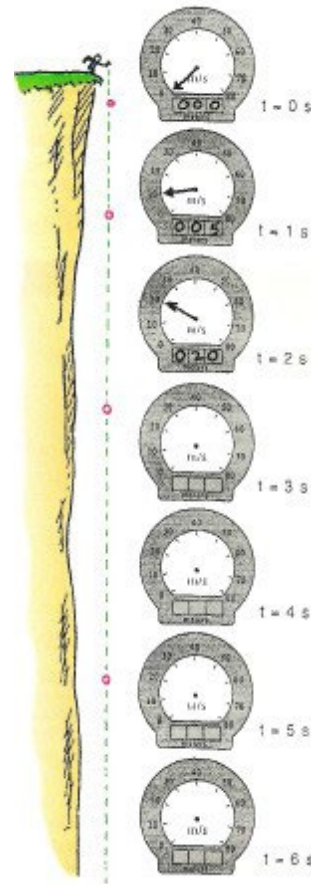
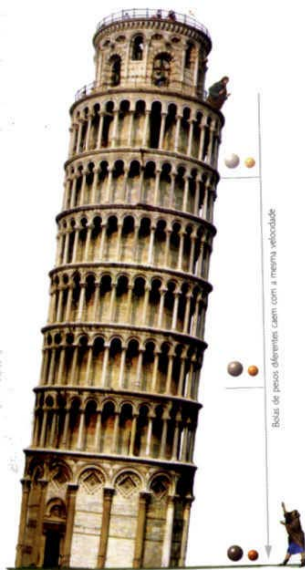
1 - E	4 - C	8 - A	12 - C	16 - E
2 - $S_A = 40 + 20t$	5 - E	9 - B	13 - B	17 - C
$S_B = 90 + 10t$	6 - E	10 - B	14 - A	18 - B
3 - B	7 - C	11 - D	15 - D	19 - C

# Movimento de Queda Livre (M.Q.L)

"Podemos verificar, na figura acima, que os deslocamentos escalares vão aumentando com o decorrer do tempo; isso mostra que a velocidade escalar do corpo varia com o tempo. Trata-se, então, de um movimento variado.

Galileu já havia observado esse movimento e concluiu que, desprezando a resistência do ar, quando abandonados do repouso próximo à superfície da Terra os corpos caem com velocidades crescentes, e que a variação da velocidade é constante em intervalos de tempos iguais. Esse acréscimo de velocidade é denominado **aceleração da gravidade (g)**. Nesses casos, os corpos são considerados em **queda livre**."

(FONTE: "Física para o ensino médio"  
Volume único, Paraná, Editora Ática)



## CARACTERÍSTICAS

Neste movimento, o móvel é abandonado a partir do repouso ( $V_0 = 0$ ) e está sujeito somente à ação da ACALERAÇÃO DA GRAVIDADE que é considerada CONSTANTE. Podemos então considerar o M.Q.L. um caso particular do M.R.U.V., o qual ocorre na VERTICAL com aceleração constante cujo módulo é igual ao do campo gravitacional terrestre:

$$g = 9,8\text{m/s}^2$$

\* Aproximadamente  $10\text{m/s}^2$

**OBSERVAÇÃO:** Quando o movimento ocorre NO VÁCUO (Queda Livre) NENHUM PARÂMETRO (tempo, velocidade ou aceleração) DEPENDERÁ DA MASSA do corpo em questão.

## EQUAÇÕES

a) Altura percorrida em função do tempo de queda

$$\Delta h = \frac{gt^2}{2}$$

b) Velocidade em função do tempo de queda

$$V = gt$$

c) Equação de TORRICELLI

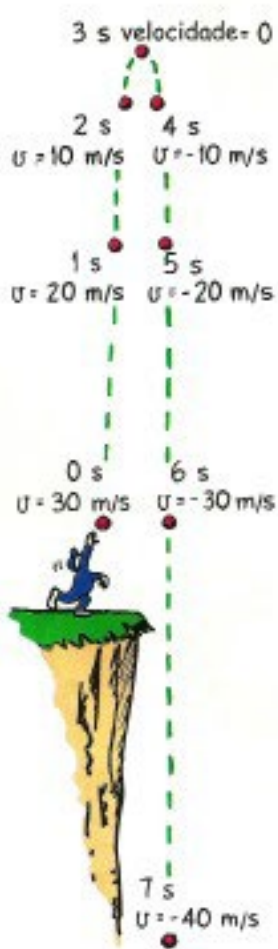
$$V^2 = 2.g.\Delta h$$

# Lançamento Vertical no Vácuo

## CONSIDERAÇÕES

Um corpo pode ser lançado verticalmente para cima ou para baixo de uma determinada altura. Neste caso, ele possuirá uma velocidade inicial diferente de zero.

Assim como no M.Q.L. o corpo estará sujeito à ação do campo gravitacional (ACELERAÇÃO) e sua velocidade variará uniformemente. Novamente estaremos frente a um caso particular do M.R.U.V.



Assim como fizemos anteriormente, estabeleceremos uma convenção de sinais, para nortear o estudo quanto aos sentidos dos vetores envolvidos no movimento.

### CONVENÇÃO:

Para qualquer vetor:

Para cima => +

Para baixo => -

Note que na figura ao lado, enquanto o objeto sobe a sua velocidade diminui 10 m/s a cada 1 s de movimento e enquanto o objeto desce a sua velocidade aumenta 10 m/s a cada 1 s de movimento.

Você SABE PORQUÊ?

No ponto mais alto da trajetória a velocidade é nula, pois lá o corpo PARA e INVERTE O SENTIDO DO MOVIMENTO. Portanto, podemos encontrar o valor da altura máxima ( $h_{MÁX}$ ) igualando a velocidade do móvel

a zero ( $V = 0$ ).

É importante notarmos que há uma simetria temporal entre a subida e a descida. O corpo levará um tempo para atingir a altura máxima igual ao tempo que levará para retornar à altura da qual foi lançado verticalmente para cima.

Também podemos perceber que numa mesma altura, subindo ou descendo, a velocidade assume valores iguais (em módulo).

## EQUAÇÕES

a) Posição em função do tempo

$$h = h_0 \pm V_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

b) Velocidade em função do tempo

$$V = \pm V_0 - gt$$

c) Equação de TORRICELLI

$$V^2 = \pm V_0^2 - 2\Delta h \cdot g$$

**OBSERVAÇÃO:**

Novamente devemos lembrar que o movimento todo, quando ocorrer no vácuo não depende da massa do corpo.

Dois corpos de massas diferentes, quando lançados verticalmente no vácuo, terão movimentos idênticos desde que as velocidades de lançamento sejam iguais.

**Anotações:**

# Testes

1) Dois corpos de massas diferentes são abandonados simultaneamente de uma mesma altura do solo. Se considerarmos que estes corpos sofrem uma queda livre, é correto afirmar:

- a) o de maior massa chegará primeiro ao solo.
- b) ambos estão sujeitos à mesma aceleração, mas não chegarão juntos ao solo.
- c) o de menor massa chegará ao solo com menor velocidade.
- d) o de maior massa chegará ao solo com maior velocidade.
- e) ambos chegarão ao solo com a mesma velocidade.

2) Uma pedra lançada verticalmente para cima com velocidade inicial de 36 km/h, sendo depois apanhada na mesma altura de lançamento. Desprezando a resistência do ar, analise as afirmações:

I- A altura máxima alcançada pela pedra a partir do ponto de lançamento é de 5m.

II- A pedra permanece no ar durante 2s.

III- A velocidade da pedra em relação ao lançador, 0,5 s após o lançamento, é de 5m/s.

Estão corretas as afirmações:

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

3) Uma bola ao ser jogada para cima atinge uma altura de 125 m. O tempo de sua permanência no espaço é de: **(adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )**

- a) 5 s
- b) 10 s
- c) 2,5 s
- d) 12,5 s
- e) 8,5 s

4) Um corpo inicialmente em repouso, cai verticalmente atingindo o solo com velocidade de 40 m/s. De que altura em metros caiu o corpo?

5) Um corpo que parte do repouso e atinge o chão com velocidade de 10 m/s, de que altura (em m) caiu? (supor  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

6) Um corpo é atirado verticalmente para cima, a partir do solo, com uma velocidade de 20 m/s. Considerando a aceleração gravitacional  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e desprezando a resistência do ar, a altura máxima, em metros, alcançada pelo corpo é

- a) 15
- b) 20
- c) 30
- d) 60
- e) 75

7) A compreensão moderna do movimento uniformemente acelerado iniciou-se com experiências de Galileu sobre o fenômeno da queda dos corpos nas proximidades da superfícies da terra. Desconsiderando a resistência do ar, analise as seguintes afirmações.

I- A velocidade de um objeto caindo livremente a partir do repouso é diretamente proporcional ao tempo.

II- O quociente entre a distância percorrida pelo corpo em queda livre, partindo do repouso, e o quadrado do tempo gasto em percorrê-la é constante.

III- O movimento de queda livre não ocorre no vácuo por que nesta situação a gravidade é nula.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I
- b) Apenas II
- c) Apenas I e II
- d) Apenas I e III
- e) Todas.

8) Lança-se verticalmente para cima um projétil de forma que, ao fim de 5,0 s retorna ao ponto de partida. A velocidade escalar inicial com que foi lançado é:

**NOTA:** Admitir  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e desprezar o efeito do ar.

- a) 10m/s
- b) 15m/s
- c) 20 m/s
- d) 25 m/s
- e) 30 m/s

9) Uma pedra foi deixada cair do alto de uma torre e atingiu o chão com uma velocidade de 27 m/s. Supondo que, do início ao fim do movimento, o módulo da aceleração da pedra foi constante e igual a  $9 \text{ m/s}^2$ , qual é a altura da torre?

- a) 3,0 m
- b) 13,5 m
- c) 27,0 m
- d) 40,5 m
- e) 81,0 m

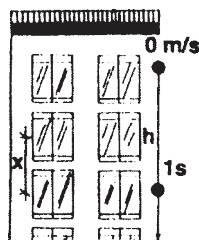
10) Dois corpos de pesos diferentes são soltos da mesma altura, numa sala onde se fez vácuo, com velocidades iniciais nulas. Analise as alternativas.

- 01 – O tempo gasto por qualquer deles para atingir um mesmo nível horizontal é o mesmo, independente da diferença entre seus pesos.  
 02 – As velocidades com que ambos passam por um mesmo nível horizontal são iguais.  
 04 – Os corpos caem com acelerações diferentes sendo maior a aceleração do corpo de maior peso.  
 08 – Ambos caem com a mesma aceleração, que é a aceleração da gravidade no lugar.  
 16 – O teste é absurdo, pois no vácuo os corpos não pesam e portanto não caem.

11) Uma pedra é abandonada a partir do repouso, da janela do 12º andar de um edifício. No 10º andar uma pessoa vê a pedra passar depois de decorrido um segundo após o início do movimento. Qual é, mais aproximadamente a altura de cada andar?

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

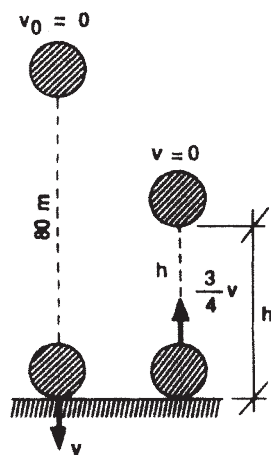
- a) 0,5 m  
 b) 2 m  
 c) 2,5 m  
 d) 3 m  
 e) 3,5 m



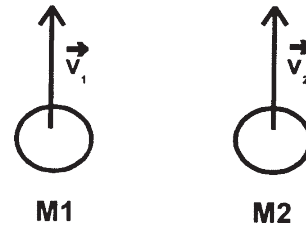
12) Dois objetos, A e B, de massa  $m_A = 1 \text{ kg}$  e  $m_B = 2 \text{ kg}$ , são simultaneamente lançados verticalmente, para cima, com a mesma velocidade inicial, a partir do solo. Desprezando a resistência do ar. Assinale as corretas.

- 01 - O objeto A atingirá altura maior que o objeto B.  
 02 - A aceleração de A será o dobro da aceleração de B.  
 04 - Os dois objetos gastarão o mesmo tempo para atingir a altura máxima.  
 08 - Os dois objetos alcançarão a mesma altura.  
 16 - O objeto de maior massa atingirá o solo antes do de menor massa.

13) Uma esfera de borracha cai a partir do repouso de uma altura de 80m acima de um plano horizontal, e salta conservando  $3/4$  de sua velocidade. Determinar a altura máxima de retorno.



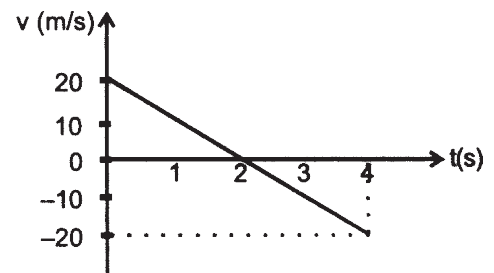
14) A figura abaixo mostra duas esferas de massas  $m_1 = 20 \text{ kg}$  e  $m_2 = 10 \text{ kg}$  que são lançadas verticalmente para cima com velocidades iniciais  $v_1$  e  $v_2$ . Ambas atingem uma altura máxima de 5m.



Desprezando-se o atrito com o ar, é correto afirmar que as velocidades  $v_1$  e  $v_2$  são, respectivamente,

- a) 5m/s e 5m/s  
 b) 5m/s e 10 m/s.  
 c) 10m/s e 5m/s.  
 d) 10m/s e 10m/s  
 e) 20 m/s e 10 m/s.

15) O gráfico a seguir representa a velocidade de um objeto lançado verticalmente para cima, desprezando-se a ação da atmosfera



Assinale a afirmativa incorreta

- a) O objeto atinge, 2 segundos após o lançamento, o ponto mais alto da trajetória.  
 b) A altura máxima atingida pelo objeto é 20 metros.  
 c) O deslocamento do objeto, 4 segundos após o lançamento, é zero.  
 d) A aceleração do objeto permanece constante durante o tempo observado e é igual a  $10 \text{ m/s}^2$ .  
 e) A velocidade inicial do objeto é igual a  $20 \text{ m/s}$ .

16) Atira-se em um poço uma pedra verticalmente para baixo com uma velocidade inicial  $v_0 = 10 \text{ m/s}$ . Sendo a aceleração local da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$  e sabendo-se que a pedra gasta 2 s para chegar ao fundo do poço, podemos concluir que a profundidade deste é, em metros:

- a) 30  
 b) 40  
 c) 50  
 d) 20  
 e) nenhuma das respostas anteriores.

## Gabarito

1 - E	4 - 80m	7 - C	10 - 11	13 - 45m	16 - B
2 - E	5 - 5m	8 - D	11 - C	14 - D	
3 - B	6 - B	9 - D	12 - 12	15 - D	

# Movimento Circular Uniforme (M.C.U.)



Relação:

$$T = \frac{1}{f} \quad \text{ou} \quad f = \frac{1}{T}$$

LEMBRE-SE: 1 Hz = 60 rpm

## CARACTERÍSTICAS

Como o movimento é CIRCULAR, o vetor velocidade tem a sua direção variando continuamente. Devido a isso, o movimento possui aceleração centrípeta ( $a_{cp} \neq 0$ )

Se o movimento é UNIFORME o móvel percorre distâncias iguais em tempos iguais, e a VELOCIDADE apresenta MÓDULO CONSTANTE. Devido a isso, a aceleração tangencial é nula ( $a_{tg} = 0$ ).

### CONCLUSÃO:

O Movimento Circular Uniforme (M.C.U.) é um movimento no qual um móvel percorre uma trajetória circular com velocidade constante em módulo.

Em relação ao centro da trajetória o móvel percorre arcos de circunferência iguais em tempos iguais.

## PERÍODO (T)

Corresponde ao tempo necessário para o móvel efetuar uma volta completa.

$$T = \frac{\Delta t}{\text{n}^\circ \text{ de voltas}}$$

Unidade : segundos (s)

## FREQÜÊNCIA (f)

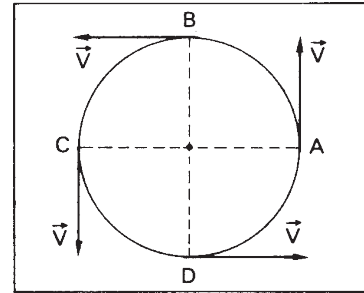
Corresponde ao número de voltas efetuadas por segundo (Hz) ou por minuto (rpm).

$$f = \frac{\text{n}^\circ \text{ de voltas}}{\Delta t}$$

Unidade no S.I.: Hertz (Hz)

# VELOCIDADE LINEAR (V)

É um vetor tangente à trajetória em cada ponto e seu módulo é dado pela razão entre o arco percorrido (distância) e o tempo gasto para percorrê-lo

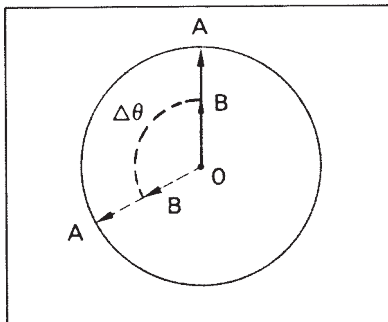


$V = \frac{2\pi R}{T}$	$V = 2\pi Rf$
------------------------	---------------

Unidade : m/s

# VELOCIDADE ANGULAR ( $\omega$ )

É a rapidez com que o móvel descreve ângulos em relação ao centro da trajetória circular. Calcula-se pela razão entre o ângulo varrido ( $\Delta\theta$ ) e o tempo decorrido ( $\Delta t$ ).



$\omega = \frac{2\pi}{T}$	$\omega = 2\pi f$
---------------------------	-------------------

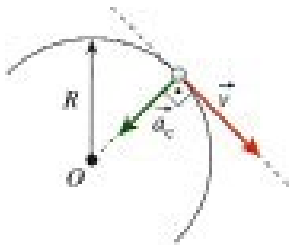
Unidade : rad/s



## Relação entre $V$ e $\omega$

$$v = \omega \cdot R$$

## Aceleração Centrípeta ( $\vec{a}_{CP}$ )



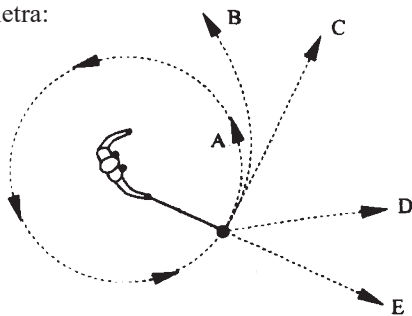
$$a_{CP} = \frac{v^2}{R}$$

## Testes

1) Uma partícula descreve uma circunferência com movimento uniforme. Pode-se concluir que:

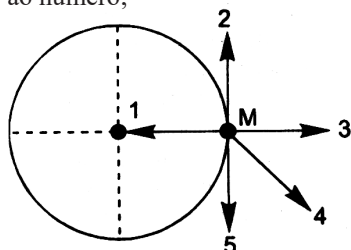
- sua velocidade vetorial é Constante.
- sua aceleração tangencial é não-nula.
- sua aceleração centrípeta tem módulo constante.
- sua aceleração vetorial resultante é nula.
- suas acelerações tangencial e resultante são iguais, em módulo.

2) Uma bola de madeira, presa por um cordão, é feita girar, descrevendo uma trajetória circular em um plano horizontal. A figura representa essa situação, vista de cima, exatamente no instante em que o cordão se rompe. Observando-se o evento de cima, a trajetória que a bola segue, após a ruptura do cordão, é aquela assinalada pela letra:



- A
- B
- C
- D
- E

3) A direção e o sentido do vetor aceleração centrípeta que atua num corpo em movimento circular, quando se encontra no ponto M da trajetória apresentada, ficam corretamente representadas pelo vetor que corresponde ao número;



- 1.
- 2
- 3.
- 4.
- 5

4 - Assinale, entre as opções abaixo, aquela que completa corretamente a afirmativa que segue.

“Um corpo em MCU tem aceleração. .... porque sua velocidade tem. ....”

- igual a zero/módulo constante
- diferente de zero/direção e sentido variáveis
- diferente de zero/módulo e direção variáveis
- igual a zero/módulo e direção variáveis
- igual a zero/direção e sentido constantes

5) No movimento circular uniforme de uma partícula, as componentes radial e tangencial da aceleração têm intensidade:

- constante e nula
- igual e não-nula
- nulas
- constante e não-nula
- nula e constante

6) No movimento circular uniforme, a velocidade escalar e vetorial:

- é constante
- igual e não-nula
- nulas
- constante e variável
- nula e constante

7) Para calcular a velocidade angular de uma partícula que descreve um movimento circular uniforme, basta conhecer:

- a aceleração centrípeta.
- o período de revolução.
- a velocidade escalar linear.
- o raio do círculo descrito.
- o diâmetro do círculo descrito.

8) Com sua bicicleta, um menino parte do repouso e percorre 20m em 4s, com aceleração constante. Sabendo que as rodas da bicicleta têm 40cm de raio, a frequência com que elas giram ao final desse percurso é, em Hz, aproximadamente de:

- 1,97
- 3,98
- 2,98
- 2,00
- 4,58

9) A velocidade angular do movimento do ponteiro das horas vale:

- $\pi / 24$  rad/h
- $\pi / 12$  rad/h
- $\pi / 6$  rad/h
- $\pi / 4$  rad/h
- $\pi / 3$  rad/h

10) Um móvel realiza um movimento uniforme com uma velocidade de 5 m/s numa circunferência de raio de 2,5 m. A aceleração deste móvel tem módulo:

- a) 5 m/s<sup>2</sup>
- b) 25 m/s<sup>2</sup>
- c) 10 m/s<sup>2</sup>
- d) 2,5 m/s<sup>2</sup>
- e) 2m/s<sup>2</sup>

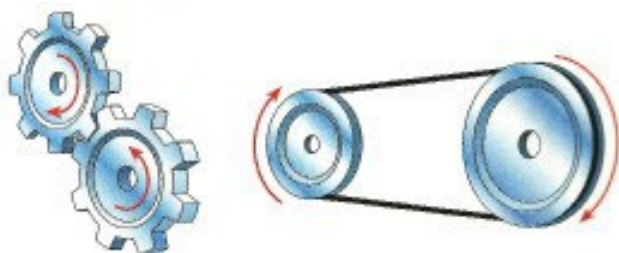
11) Um carro faz uma curva de 80 m de raio, com velocidade de módulo constante igual a 72 km/h. Podemos afirmar que sua aceleração é:

- a) Zero m/s<sup>2</sup>
- b) 0,5 m/s<sup>2</sup>
- c) 0,9 m/s<sup>2</sup>
- d) 4 m/s<sup>2</sup>
- e) 5 m/s<sup>2</sup>

## Transmissão de M.C.U



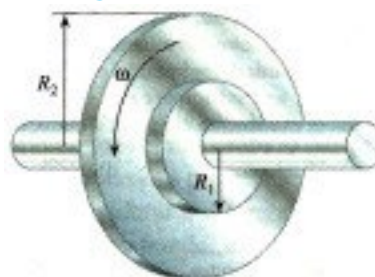
### 1º) Ligadas por



$$R_1 \cdot f_1 = R_2 \cdot f_2$$

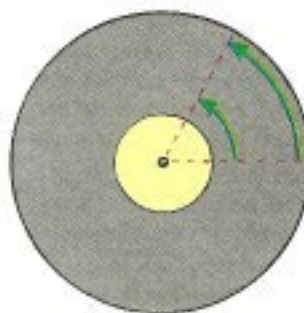
$V_1$	$V_2$
$R_1$	$R_2$
$f_1$	$f_2$
$w_1$	$w_2$
$T_1$	$T_2$
$a_{CP1}$	$a_{CP2}$

### 2º) Ligadas por Eixo

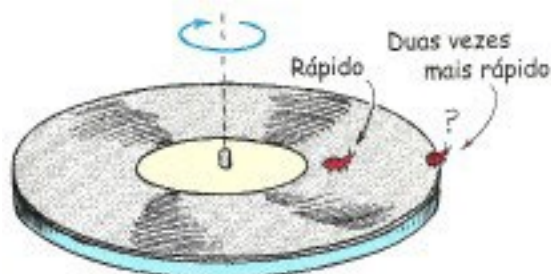


$$\frac{V_1}{R_1} = \frac{V_2}{R_2}$$

$T_1$	$T_2$
$f_1$	$f_2$
$w_1$	$w_2$
$R_1$	$R_2$
$V_1$	$V_2$
$a_{CP1}$	$a_{CP2}$



Quando um disco de vinil gira, uma joaninha situada sobre ele e afastada do centro percorre um caminho mais longo no mesmo tempo e tem uma rapidez tangencial maior.

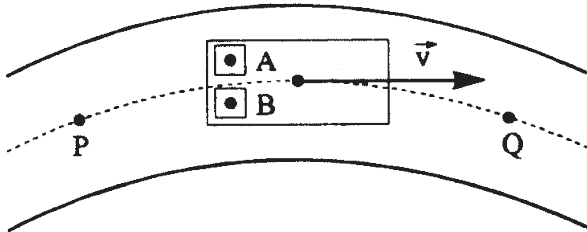


# Testes

12) Dois corredores competem numa pista perfeitamente circular. O corredor A foi sorteado para a raia interna e o B, para a externa. Se ambos conseguem fazer o percurso no mesmo tempo, pode-se afirmar que as velocidades lineares médias  $V_A$  e  $V_B$  e as velocidades angulares médias  $W_A$  e  $W_B$  dos dois corredores guardam, respectivamente, as seguintes relações:

- $V_A > V_B$  e  $W_A > W_B$
- $V_A < V_B$  e  $W_A = W_B$
- $V_A = V_B$  e  $W_A < W_B$
- $V_A = V_B$  e  $W_A > W_B$
- $V_A = V_B$  e  $W_A = W_B$

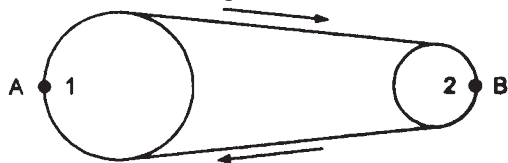
13) O desenho representa duas pessoas A e B sentadas no interior de um ônibus. A está sentada num banco que fica para o lado externo da curva e B num que fica para o lado interno. O ônibus trafega com velocidade linear  $v$  de módulo constante.



Enquanto o ônibus se encontra fazendo a curva entre os pontos P e Q, é correto afirmar que

- a velocidade linear de A é igual à de B.
- a velocidade angular de A é maior que a de B.
- a velocidade linear de B é maior que a de A.
- A e B têm mesma velocidade angular.
- a aceleração centrípeta de B é maior que a de A.

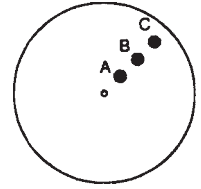
14) O movimento de rotação de um eixo motor é transmitido a outro eixo através de uma correia sobre polias. A figura abaixo representa isso de forma simplificada.



As grandezas velocidade angular  $w$  e velocidade tangencial  $v$ , referentes às polias 1 e 2, e aos pontos A e B, relacionam-se conforme a alternativa

- $W_1 > W_2$  e  $V_A = V_B$
- $W_1 < W_2$  e  $V_A = V_B$
- $W_1 = W_2$  e  $V_A < V_B$
- $W_1 = W_2$  e  $V_A = V_B$
- $W_1 > W_2$  e  $V_A > V_B$

15) Num disco de música foram fixadas três moedas, A, B e C, como mostra a figura.



Ao girar o disco com movimento circunferencial uniforme, pode-se afirmar que:

- a velocidade angular das três moedas é a mesma.
- a velocidade linear das três moedas é a mesma.
- a aceleração centrípeta das três moedas é a mesma.
- a velocidade angular de A é maior do que a velocidade angular de B.
- a velocidade linear de B é maior do que a velocidade linear de C

16) Assinale, entre as opções abaixo, aquela que completa corretamente a afirmativa que segue.

“Um corpo em MCU tem aceleração..... porque sua velocidade tem.....”

- igual a zero/módulo contante
- diferente de zero/direção e sentido variáveis
- diferente de zero/módulo e direção variáveis
- igual a zero/módulo e direção variáveis
- igual a zero/direção e sentido constantes

17) Qual das seguintes propriedades caracteriza o movimento de um satélite artificial em torno da Terra, admitindo que o movimento seja circular uniforme?

- Velocidade constante em módulo e direção.
- Aceleração constante, paralela ao vetor velocidade.
- Aceleração radial constante em módulo.
- Aceleração constante com um componente paralelo ao vetor velocidade e o outro paralelo a ela.
- Aceleração nula.

18) Dois pontos A e B situam-se respectivamente a 10cm e 20cm do eixo de rotação da roda de um automóvel em movimento uniforme. É possível afirmar que:

- O período do movimento de A é menor que o de B.
- A frequência do movimento de A é maior que a de B.
- A velocidade angular do movimento B é maior que a de A.
- As velocidades angulares da A e B são iguais.
- As velocidades lineares de A e B têm mesma intensidade.

## Gabarito

1 - C	4 - B	7 - B	10 - C	12 - B	15 - A
2 - C	5 - A	8 - B		13 - D	16 - B
3 - A	6 - D	9 - C	11 - E	14 - D	17 - C
					18 - D



## HABILIDADES

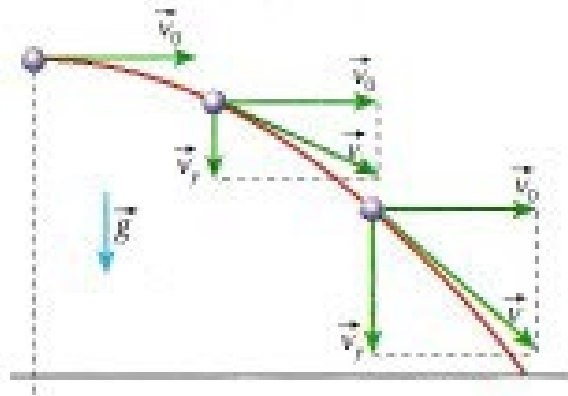
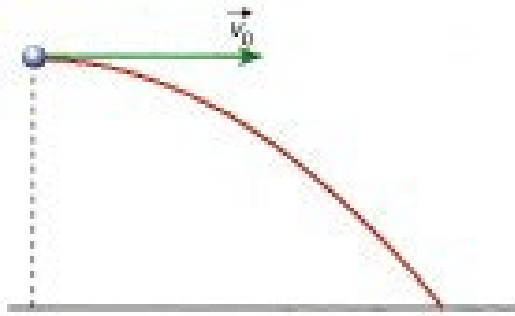
EM13MAT403,  
EM13MAT304,

EM13MAT303,  
EM13CNT104

## Lançamento Horizontal:

Dizemos que um projétil é lançado horizontalmente quando a sua velocidade inicial ( $V_0$ ) é exclusivamente HORIZONTAL.

A partir do momento do lançamento, a velocidade horizontal ( $V_0$ ) permanece inalterada, pois na horizontal não há nenhum tipo de aceleração. A velocidade que passa a existir, e aumenta conforme o tempo passa, é a velocidade VERTICAL, pois nesta direção há a aceleração da Gravidade ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )



Este lançamento deve ser pensado como uma composição de dois movimentos:

- 1) Na HORIZONTAL: M.R.U (Velocidade constante na horizontal)
- 2) Na VERTICAL: M.Q.L. (Queda livre a partir do repouso)

**Pelo Princípio de Galileo:** Dois **MOVIMENTOS PERPENDICULARES** entre si são **INDEPENDENTES**, porém **SIMULTÂNEOS**.

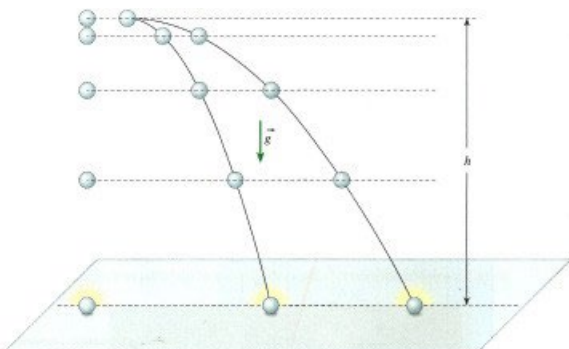
Assim podemos calcular o **TEMPO DE QUEDA**, a partir da ALTURA INICIAL fazendo:

$$\Delta h = \frac{gt^2}{2}$$

Já o **ALCANCE HORIZONTAL** pode ser encontrado através de:

$$d = V_0 \cdot t \quad (\text{onde "t" é o TEMPO DE QUEDA})$$

### ATENÇÃO!!!



O tempo que o objeto leva para atingir o chão, não depende da velocidade horizontal de lançamento. No lançamento horizontal o tempo de queda depende exclusivamente da altura inicial de lançamento!

# Lançamento ObLÍquo

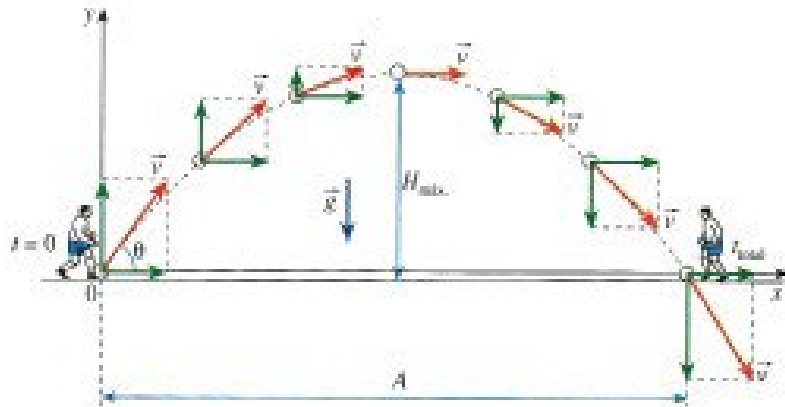
Dizemos que um lançamento é oblíquo quando a velocidade inicial forma um ângulo  $\varepsilon$  menor que  $90^\circ$  com o plano horizontal.

Este lançamento deve ser pensado como a composição de dois movimentos

1) Na HORIZONTAL: M.R.U (Velocidade constante na horizontal)

2) Na VERTICAL: Lançamento Vertical para Cima.

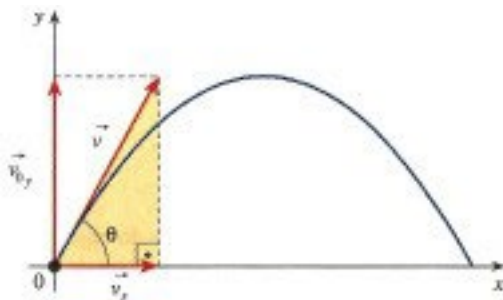
Veja na segunda figura:



Conforme o objeto avança em seu movimento, a componente horizontal da velocidade permanece inalterada, enquanto que a componente vertical da velocidade diminui conforme o corpo sobe e aumenta conforme o corpo desce em direção ao solo.

Usaremos a decomposição de vetores para encontrar as componentes Horizontal e Vertical da velocidade inicial.

Veja:



Onde:

$$V_x = V \cdot \cos\theta$$

$$V_{0Y} = V \cdot \text{sen}\theta$$

Para calcularmos a altura máxima (VERTICAL), utilizamos a expressão:

$$h_{M\acute{A}X} = \frac{V_{0Y}^2}{2a}$$

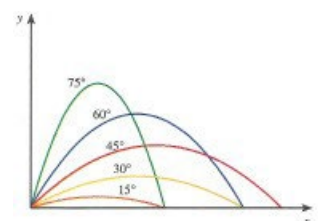
Para calcularmos o tempo de permanência no ar (lembrando que  $t_{PERM} = 2 \cdot t_{SUB}$ ):

$$t_{PERM} = \frac{2 \cdot V_{0Y}}{g}$$

Para encontrarmos o ALCANCE HORIZONTAL usamos:

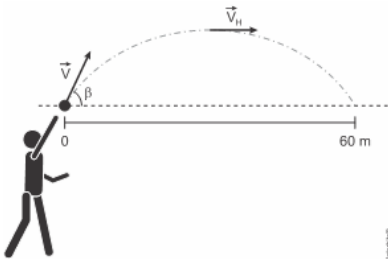
$$A = V_x \cdot t_{PERM}$$

OBS.: O alcance é MÁXIMO quando o ângulo de tiro  $\varepsilon$  é igual a  $45^\circ$ !  
Para ângulos complementares o alcance é igual!



# Testes Complementares

1. (Fatec 2017) Em um jogo de futebol, o goleiro, para aproveitar um contra-ataque, arremessa a bola no sentido do campo adversário. Ela percorre, então, uma trajetória parabólica, conforme representado na figura, em 4 segundos.



Desprezando a resistência do ar e com base nas informações apresentadas, podemos concluir que os módulos da velocidade  $V$  de lançamento, e da velocidade  $V_H$  na altura máxima, são, em metros por segundos, iguais a, respectivamente,

Dados:

$$\sin \beta = 0,8$$

$$\cos \beta = 0,6$$

a) 15 e 25

b) 15 e 50

c) 25 e 15

d) 25 e 25

e) 25 e 50

2. (Pucrj 2016) Um objeto é atirado, horizontalmente, com velocidade de 35 m/s da borda de um penhasco, em direção ao mar. O objeto leva 3,0 s para cair na água. Calcule, em metros, a altura acima do nível do mar, a partir da qual o objeto foi lançado. Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e despreze a resistência do ar.

a) 30

b) 45

c) 60

d) 105

e) 150

3. (Ucs 2016) Quando um jogador de futebol é muito veloz, uma forma divertida de se referir a essa qualidade é dizer que ele é capaz de cobrar escanteio para a área adversária e ele mesmo correr e conseguir chutar a bola antes de ela tocar o chão. Suponha um jogador fictício que seja capaz de fazer isso. Se ele cobrar o escanteio para dentro da área fornecendo à bola uma velocidade inicial de 20 m/s fazendo um ângulo de  $60^\circ$  com a horizontal, qual distância o jogador precisa correr, em linha reta, saindo praticamente de forma simultânea à cobrança de escanteio, para chutar no gol sem deixar a bola tocar no chão? Para fins de simplificação, considere que a altura do chute ao gol seja desprezível, que  $\sin 60^\circ = 0,8$ ,  $\cos 60^\circ = 0,5$  e que aceleração da gravidade seja  $10 \text{ m/s}^2$ .

a) 6 m.

b) 12 m.

c) 24 m.

d) 32 m.

e) 44 m.

4. (Pucpr 2016) Durante um jogo de futebol, um goleiro chuta uma bola fazendo um ângulo de  $30^\circ$  com relação ao solo horizontal. Durante a trajetória, a bola alcança uma altura máxima de 5,0 m. Considerando que o ar não interfere no movimento da bola, qual a velocidade que a bola adquiriu logo após sair do contato do pé do goleiro? Use  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



Fonte: <http://www.istoe.com.br/reportagens/7079\_TROCANDO+AS+MAOS+PELOS+PES>

a) 5 m/s.

b) 10 m/s.

c) 20 m/s.

d) 25 m/s.

e) 50 m/s.

5. (Upf 2016) O goleiro de um time de futebol bate um “tiro de meta” e a bola sai com velocidade inicial de módulo  $V$  igual a 20 m/s, formando um ângulo de  $45^\circ$  com a horizontal. O módulo da aceleração gravitacional local é igual a  $10 \text{ m/s}^2$ .

Desprezando a resistência do ar e considerando que  $\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$ ;  $\cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$ ;  $\text{tg } 45^\circ = 1$  e  $\sqrt{2} = 1,4$ , é correto afirmar que:

a) a altura máxima atingida pela bola é de 20,0 m.

b) o tempo total em que a bola permanece no ar é de 4 s.

c) a velocidade da bola é nula, ao atingir a altura máxima.

d) a bola chega ao solo com velocidade de módulo igual a 10 m/s.

e) a velocidade da bola tem módulo igual a 14 m/s ao atingir a altura máxima.

6. (Pucrj 2015) Uma bola é lançada com velocidade horizontal de 2,5 m/s do alto de um edifício e alcança o solo a 5,0 m da base do mesmo.

Despreze efeitos de resistência do ar e indique, em metros, a altura do edifício. Considere:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

a) 10

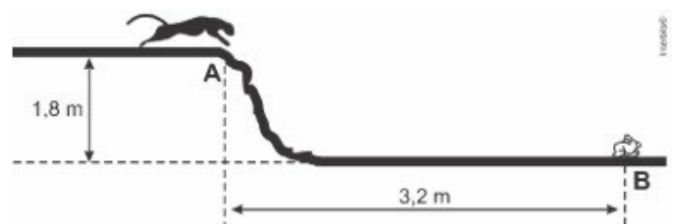
b) 2,0

c) 7,5

d) 20

e) 12,5

7. (Acafe 2015) O puma é um animal que alcança velocidade de até 18 m/s e pode caçar desde roedores e coelhos até animais maiores como alces e veados. Considere um desses animais que deseja saltar sobre sua presa, neste caso um pequeno coelho, conforme a figura.



O puma chega ao ponto A com velocidade horizontal de 5 m/s e se lança para chegar à presa que permanece imóvel no ponto B. Desconsiderando a resistência do ar e adotando  $g = 10 \text{ m/s}^2$  alternativa correta é:

- a) O puma não vai cair sobre a presa, pois vai tocar o solo a 20 cm antes da posição do coelho.
- b) O puma cairá exatamente sobre o coelho, alcançando sua presa.
- c) O puma vai chegar ao solo, no nível do coelho, após 0,5 s do início de seu salto.
- d) O puma vai cair 30 cm a frente do coelho, dando possibilidade da presa escapar.

8. (Mackenzie 2015) Um zagueiro chuta uma bola na direção do atacante de seu time, descrevendo uma trajetória parabólica. Desprezando-se a resistência do ar, um torcedor afirmou que

- I. a aceleração da bola é constante no decorrer de todo movimento.
- II. a velocidade da bola na direção horizontal é constante no decorrer de todo movimento.
- III. a velocidade escalar da bola no ponto de altura máxima é nula.

Assinale

- a) se somente a afirmação I estiver correta.
- b) se somente as afirmações I e III estiverem corretas.
- c) se somente as afirmações II e III estiverem corretas.
- d) se as afirmações I, II e III estiverem corretas.
- e) se somente as afirmações I e II estiverem corretas.

9. (Upf 2015) Na Copa do Mundo de 2014, alguns gols foram marcados a partir de cobranças de falta. Nessa situação, considere que um jogador bate uma falta de modo que a velocidade inicial da bola forma um ângulo de  $45^\circ$  com o plano do gramado. Depois de 2 s de voo no ponto mais alto de sua trajetória, a bola bate na parte superior da trave, que está a 2,4 m do plano do gramado. Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e desprezando os efeitos do atrito como o ar, pode-se dizer que a distância, em metros, do ponto onde foi batida a falta até a trave, é de, aproximadamente:

- a) 22
- b) 32
- c) 42
- d) 52
- e) 62

## Gabarito

- |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| 1) C | 3) D | 5) E | 7) A | 9) A |
| 2) B | 4) C | 6) D | 8) E |      |

# Leis de Newton

## Força

É o agente físico capaz de gerar num corpo um efeito elástico (deformação) e um efeito dinâmico (variações no vetor velocidade). É um vetor capaz de gerar uma aceleração.

Unidades: (SI) Newton = N (kg . m/s<sup>2</sup>)

Quilograma - força ( 1 Kgf = 9,8N )

**FORÇA RESULTANTE:** adição vetorial das forças componentes.

**NATUREZA DAS FORÇAS:** Dividem-se em forças de contato (forças em que há necessidade de “toque” entre os corpos) e força à distância (forças que agem por intermédio de um campo).

### Exemplos

**Forças de Contato** - normal, atrito, tração e elástica.

**Forças de Campo ou de ação à distância** - gravitacional, elétrica e magnética.

## 1ª Lei de Newton



### Lei da Inércia

“Todo ponto material, livre da ação de forças, está em repouso ou está em movimento retilíneo uniforme”. Todo corpo possui uma tendência natural de manter constante a sua velocidade vetorial.



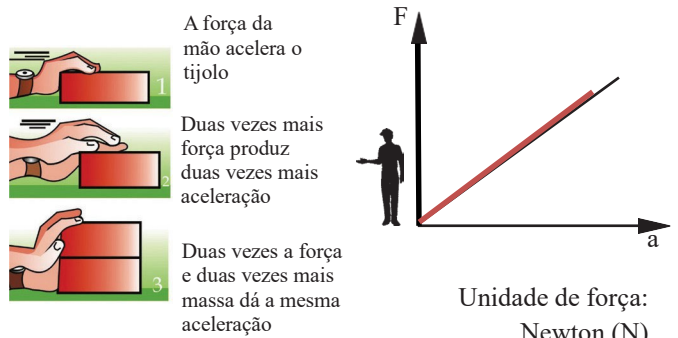
Quanto maior a massa de um corpo maior é a dificuldade oferecida por ele para que mudemos seu estado de movimento ( velocidade vetorial). Portanto, maior é a sua inércia.

## 2ª Lei de Newton

### Lei Fundamental da Dinâmica

$$\vec{F}_r = m \cdot \vec{a}$$

A aceleração transmitida a um corpo por ação de uma força resultante  $F_r$  tem sempre a mesma direção e sentido da resultante, sendo diretamente proporcional a esta.



Unidade de força:  
Newton (N)  
(1Kgf = 9,8N)

## 3ª Lei de Newton

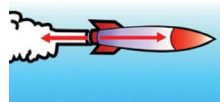
### Lei da Ação e Reação

“A toda força de ação corresponde uma força de reação de mesma intensidade, mesma direção e de sentido oposto.”

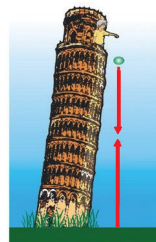
As forças de ação e reação nunca se equilibram pois estão aplicadas em corpos distintos. Esta lei sugere que na natureza as forças ocorrem sempre aos pares.



**Ação:** o pneu empurra a estrada.  
**Reação:** a estrada empurra o pneu.



**Ação:** o foguete empurra o gás.  
**Reação:** o gás empurra o foguete.

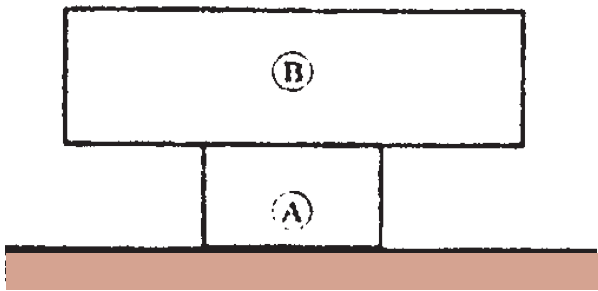


**Ação:** o homem puxa a mola.  
**Reação:** a mola puxa o homem.

**Ação:** a Terra atrai a bola.  
**Reação:** a bola atrai a Terra.

# Testes

01. (UFSM)



A figura mostra dois corpos de um mesmo material que estão empilhados e em repouso sobre uma superfície horizontal. Pode-se afirmar que, em módulo, a força que o corpo A exerce sobre o corpo B é

- nula
- igual à força que B exerce sobre A
- maior do que a força que B exerce sobre A
- menor do que a força que B exerce sobre A
- aumentada à medida que o tempo vai passando

02. (UFRGS) Considere o movimento de um veículo, totalmente fechado, sobre uma estrada perfeitamente plana e horizontal. Nesse contexto, o solo constitui um sistema de referência inercial, e o campo gravitacional é considerado uniforme na região. Suponha que você se encontre sentado no interior desse veículo, sem poder observar nada do que acontece do lado de fora.

Analise as seguintes afirmações relativas à situação descrita.  
I- Se o movimento do veículo fosse retilíneo e uniforme, o resultado de qualquer experimento mecânico realizado no interior do veículo em movimento seria idêntico ao obtido no interior do veículo parado.

II- Se o movimento do veículo fosse acelerado para a frente, você perceberia seu tronco se inclinando involuntariamente para trás.

III- Se o movimento do veículo fosse acelerado para a direita, você perceberia seu tronco se inclinando involuntariamente para a esquerda.

Quais estão corretas:

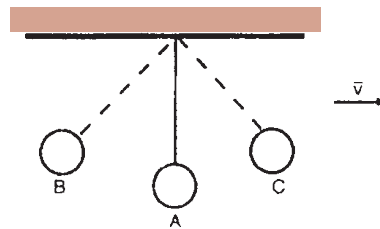
- apenas I
- apenas I e II
- apenas I e III
- apenas II e III
- I, II e III

03. (UEL) O corpo de massa 5,0 Kg está submetido somente à ação de duas forças, uma vertical de 12N e outra horizontal de módulo F. Sabendo-se que a aceleração do corpo vale  $3,0 \text{ m/s}^2$ , o valor de F, em newtons é igual a

- 9,0
- 7,0
- 4,0
- 3,0
- 2,4

04. (UFSM)

Um passageiro, sentado em um ônibus, observa uma bola à sua frente, fixa por um fio ao teto do veículo, conforme a figura



Desprezando o atrito com o ar e considerando que esse ônibus anda em linha reta, na direção e sentido do vetor velocidade instantânea  $v$  indicado na figura, pode-se afirmar que a bola estará

- em B, se o ônibus estiver freando.
- em C, se o ônibus estiver freando
- em C, se o ônibus estiver acelerando.
- em B, se o ônibus permanecer com velocidade constante
- em C, se o ônibus permanecer em velocidade constante.

05. (UNICRUZ) Os gaúchos estão submetidos à lei do uso obrigatório do cinto de segurança nos automóveis. A finalidade para o qual foi projetado baseia-se, principalmente, numa lei da física conhecida por:

- lei da inércia
- lei da gravidade
- lei da aceleração centrífuga
- lei da aceleração centrípeta
- lei da aceleração tangencial

06. (UFSM)



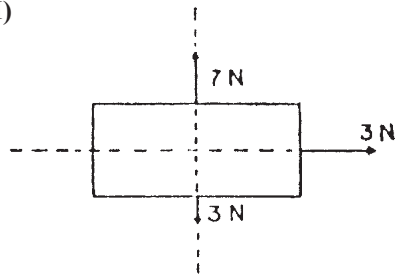
A figura representa uma caixa que se move sobre uma plataforma horizontal parada em relação ao observador. Um corpo cai verticalmente em relação à plataforma e passa pelo orifício no alto da caixa, atingindo o fundo em um dos pontos marcados pelas letras A, B e C.

Se a caixa está se movendo para a \_\_\_\_\_, a bola atinge o ponto\_.

Assinale a alternativa que completa, corretamente, as lacunas:

- esquerda - A
- esquerda - B
- esquerda - C
- direita - C
- direita - B

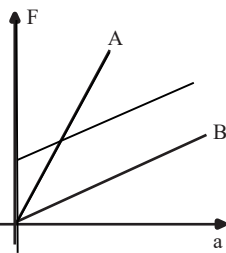
## 07. (UFMS)



O corpo da figura acima possui massa de 5 kg e encontra-se em um local do espaço sujeito às únicas forças representadas. O sistema de forças que nele atua produz uma aceleração de

- a)  $0,8 \text{ m/s}^2$   
 b)  $1,0 \text{ m/s}^2$   
 c)  $1,4 \text{ m/s}^2$   
 d)  $2,0 \text{ m/s}^2$   
 e)  $2,6 \text{ m/s}^2$

## 08. (UFMS) O gráfico abaixo representa as forças aplicadas a dois objetos "A" e "B" em função da aceleração.



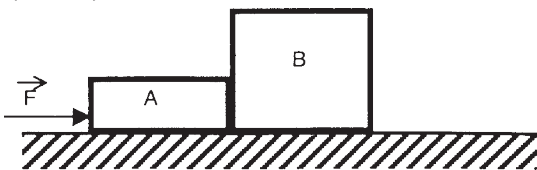
A partir dessa situação, fazem-se três afirmações:

- I- Os corpos têm a mesma massa.  
 II- Os corpos, partindo do repouso, adquirem a mesma velocidade final, quando submetidos à mesma força e ao mesmo intervalo de tempo.  
 III- Quando se aplica a mesma força aos dois corpos, o corpo "B" adquire maior aceleração.

Analisando o gráfico, conclui-se que está(ão) correta(s) a(s) afirmação(ões).

- a) I apenas.  
 b) II apenas.  
 c) III apenas.  
 d) II e III apenas.  
 e) I, III e III.

## 09. (UFMS)



A figura representa dois corpos A e B que, sendo empurrados por uma força F, em uma superfície sem atrito, movem-se com a mesma aceleração. Pode-se, então, afirmar que a força que o corpo A exerce sobre o corpo B é, em módulo,

- a) menor do que a força que B exerce sobre A.  
 b) maior do que a força que B exerce sobre A.  
 c) diretamente proporcional à diferença entre a massa dos corpos.  
 d) inversamente proporcional à diferença entre a massa dos corpos.  
 e) igual à força que B exerce sobre A.

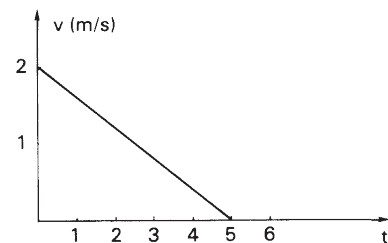
## 10. (UFBA) A unidade de força no sistema internacional de unidades é expressa em:

- a)  $\text{m}^2/\text{s}$   
 b)  $\text{m}^2/\text{s}^2$   
 c)  $\text{m}/\text{s}^2$   
 d)  $\text{Kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$   
 e)  $\text{Kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}$

## 11. (UEL-PR) Sobre um bloco de 5,0 Kg de massa age uma força resultante F constante, de módulo de 2,0 N. A aceleração que o bloco adquire tem módulo de :

- a)  $10 \text{ m/s}^2$  e mesmo sentido de F;  
 b)  $10 \text{ m/s}^2$  e sentido oposto de F;  
 c)  $0,40 \text{ m/s}^2$  e mesmo sentido de F;  
 d)  $0,40 \text{ m/s}^2$  e sentido oposto de F;  
 e)  $0,20 \text{ m/s}^2$  e mesmo sentido de F.

## 12. (FGV-SP) O gráfico abaixo refere-se ao movimento de um carrinho de massa 10 Kg, lançado com velocidade de 2 m/s ao longo de uma superfície horizontal.



A força resultante que atua sobre o carrinho, em módulo, é de:

- a) 0,5 N  
 b) 2 N  
 c) 4 N  
 d) 20 N  
 e) 40 N

## 13. (MACK-SP) Uma força constante age sobre um corpo de 100 Kg e em 5 s varia a sua velocidade de 10 m/s para 15 m/s. A intensidade mínima dessa força deve ser de:

- a) 1.500 N  
 b) 1.000 N  
 c) 500 N  
 d) 100 N  
 e) 10 N

## 14. (UFRGS) Um corpo de massa igual a 5 Kg, inicialmente em repouso, sofre ação de uma força resultante constante de 30N. Qual a velocidade do corpo depois de 5 s?

- a) 5 m/s  
 b) 6 m/s  
 c) 25 m/s  
 d) 30 m/s  
 e) 150 m/s

15. (Cesgranrio-RJ) Um corpo de massa  $m=2,0 \text{ Kg}$ , inicialmente em repouso, é submetido à ação de uma força constante de módulo  $F=4,0 \text{ N}$ . Qual a velocidade, após percorrer os primeiros 9m de sua trajetória?

- a) 2,0 m/s  
 b) 3,0 m/s  
 c) 4,0 m/s  
 d) 6,0 m/s  
 e) 9,0 m/s

**16. (PEIES)** Um dos fatores importantes para a obrigatoriedade do uso do cinto de segurança pelos passageiros de veículos automotores é que, nas freadas, os passageiros \_\_\_\_\_ o seu estado de movimento sendo, portanto, \_\_\_\_\_. Esse fato pode ser atribuído à \_\_\_\_\_.

Selecione a alternativa que apresenta as palavras que completam, na sequência correta, as lacunas do texto.

- a) não mantêm - projetados para frente - Lei da inércia
- b) mantêm - projetados para trás - Lei da ação e reação
- c) mantêm - projetados para frente - Lei da inércia
- d) não mantêm - projetados para frente - Lei da ação e reação
- e) não mantêm - projetados para frente - Lei da inércia

**17. (PEIES)** Um corpo de 4 Kg sobre uma superfície horizontal sem atrito sofre a ação de uma força constante, também horizontal, de 24N. Se ao corpo original for adicionada uma massa de 8 Kg e a força aplicada for mantida constante, a aceleração será

- a) multiplicada por 4.
- b) dividida por 2.
- c) dividida por 3.
- d) dividida por 4.
- e) multiplicada por 3.

**18. (PEIES)** Uma pedra, solta do alto do mastro de um navio o qual se desloca com velocidade constante em relação ao porto, cairá \_\_\_\_\_ do mastro. Esse caso pode ser explicado \_\_\_\_\_.

Selecione a alternativa que completa corretamente as lacunas da frase.

- a) atrás - pela Lei da inércia.
- b) atrás - pelo fato de a pedra cair em linha reta quando observada do porto.
- c) atrás - pelo movimento do navio em relação à pedra.
- d) ao pé - pela Lei da inércia.
- e) ao pé - pelo fato da pedra cair em linha reta quando observada do porto.

**19 - (PEIES)** Sempre que um corpo A exerce uma força sobre o corpo B, o B também exerce uma força sobre o A. A primeira é conhecida como força de ação e a segunda, como força de reação. Tendo em vista as características dessas forças, associe a coluna da esquerda à da direita.

- |                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| ( ) módulo             | 1 – semelhante           |
| ( ) sentido            | 2 – mesmo(a)             |
| ( ) direção            | 3 – contrário(a)         |
| ( ) ponto de aplicação | 4 – no mesmo corpo       |
|                        | 5 – em diferentes corpos |

A sequência correta é:

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

**20. (PEIES)** Considere as seguintes afirmativas:

I. Sobre uma partícula livre, não pode estar atuando qualquer força.

II. Num referencial fixo numa partícula livre, qualquer outra partícula livre está parada ou em movimento retilíneo uniforme.

III. Os referenciais fixos em partículas livres são inerciais.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas II e III.
- e) I, II e III.

**21. (PEIES)** A Terra apresenta um movimento de rotação em torno de um eixo imaginário que passa por seus Pólos. Um arqueiro, no Equador, de frente para o sentido de rotação da Terra, lança uma flecha verticalmente para cima. A flecha, ao retornar, cairá \_\_\_\_\_ pois compartilha o movimento da Terra. Esse fato é atribuído à \_\_\_\_\_.

Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas.

- a) atrás do arqueiro - inércia
- b) na frente do arqueiro – 2ª lei de Newton
- c) na posição do arqueiro – lei da Ação e Reação
- d) atrás do arqueiro – 2ª lei de Newton
- e) na posição do arqueiro – inércia

**22. (UFSM)** Devido à resistência do ar, as gotas de chuva caem com velocidade constante a partir de certa altura. O módulo da força resistiva do ar é dado por  $F = Av^2$ , onde A é uma constante de valor  $8 \times 10^{-6} \text{ N s}^2/\text{m}^2$  e v é o módulo da velocidade. Nessas circunstâncias, uma gota cujo módulo do peso vale  $3,2 \times 10^{-7} \text{ N}$  atinge o solo com velocidade de módulo, em m/s, de

- a)  $4 \times 10^{-2}$
- b)  $2 \times 10^{-1}$
- c)  $4 \times 10^{-1}$
- d) 2
- e) 4

**23. (UFPEL)** Analise a afirmativa abaixo:

Em uma colisão entre um carro e uma moto, ambos em movimento e na mesma estrada, mas em sentidos contrários, observou-se que após a colisão a moto foi jogada a uma distância maior do que a do carro. Baseado em seus conhecimentos sobre mecânica e na análise da situação descrita acima, bem como no fato de que os corpos não se deformam durante a colisão, é correto afirmar que, durante a mesma,

- a) a força de ação é menor do que a força de reação, fazendo com que a aceleração da moto seja maior que a do carro, após a colisão, já que a moto possui menor massa.
- b) a força de ação é maior que a força de reação, fazendo com que a aceleração da moto seja maior que a do carro, após a colisão, já que a moto possui menor massa.
- c) as forças de ação e reação apresentam iguais intensidades, fazendo com que a aceleração da moto seja maior que a do carro, após a colisão, já que a moto possui menor massa.
- d) a força de ação é menor do que a força de reação, porém a aceleração da moto, após a colisão, depende das velocidades do carro e da moto imediatamente anteriores a colisão.
- e) exercerá maior força sobre o outro aquele que tiver maior massa e, portanto, irá adquirir menor aceleração após a colisão.

## Gabarito

01. B	05. A	09. E	13. D	17. C	21. E
02. E	06. C	10. D	14. D	18. D	22. B
03. A	07. B	11. C	15. D	19. A	23. C
04. B	08. C	12. C	16. C	20. D	

# Forças Notáveis da Dinâmica

## Força Peso

- \* É uma força de campo.
- \* O peso de um corpo é a força com que a Terra atrai o corpo.
- \* Tem a mesma direção e sentido da aceleração da gravidade ( $\vec{g}$ )
- \* **PONTO DE APLICAÇÃO** – coincide com o centro do corpo ou centro de gravidade do corpo.
- \* O peso de um corpo é variável, depende da aceleração da gravidade ( $g$ ).

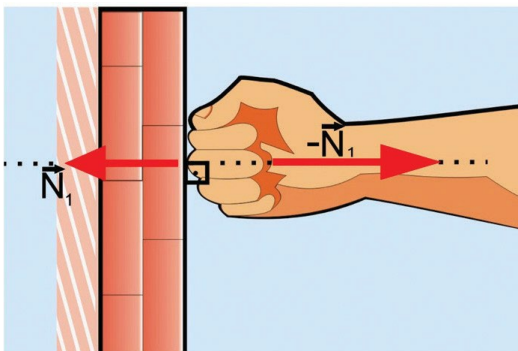
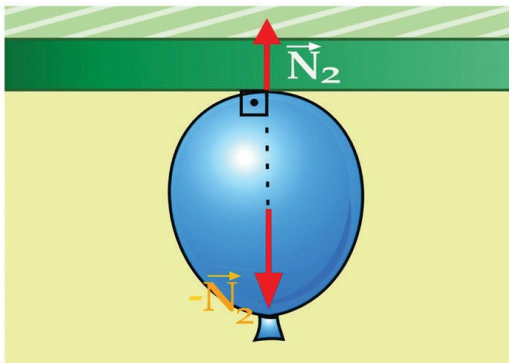
Módulo

$$P = m \cdot g$$

P = peso;  
m = massa;  
g = aceleração da gravidade.

## Força Normal ou Reação Normal de Apoio

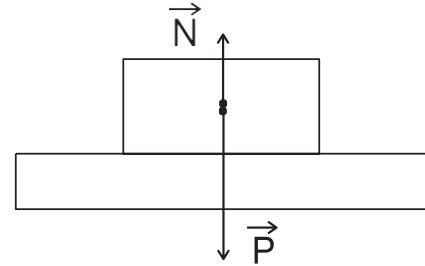
- É a força que a superfície faz sobre um objeto nela apoiado para que o mesmo não penetre nesta superfície.
- É direcionada sempre perpendicularmente à superfície e no sentido de empurrar o objeto apoiado.
- Corresponde à força trocada entre superfícies sólidas que se comprimem.



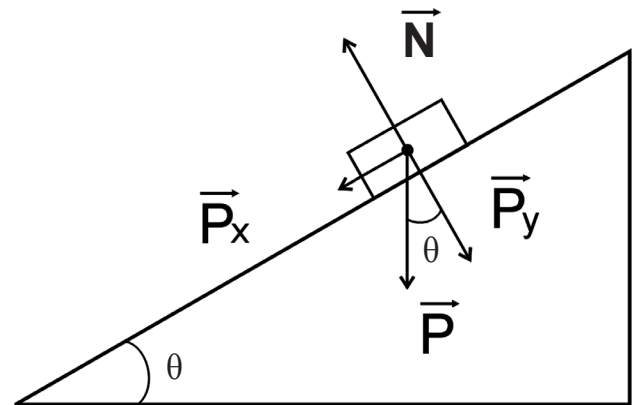
*A Normal e o Peso não formam par ação e reação pois são aplicados no mesmo corpo e, portanto, podem se anular.*

### a) Plano Horizontal

$$|\vec{N}| = |\vec{P}|$$



### b) Plano Inclinado



- $\vec{P}$  = peso do corpo
- $\theta$  = ângulo entre o plano inclinado e o plano horizontal;
- $\vec{P}_x$  = componente do peso na direção do plano;
- $\vec{P}_y$  = componente do peso na direção perpendicular ao plano.

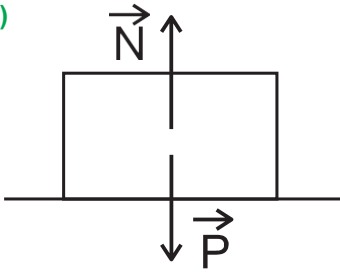
Para calcular a intensidade das componentes utilize as fórmulas abaixo:

$$P_x = P \cdot \text{sen } \theta$$

$$P_y = P \cdot \text{cos } \theta$$

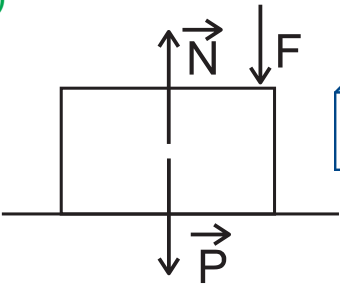
## Exemplos

1)



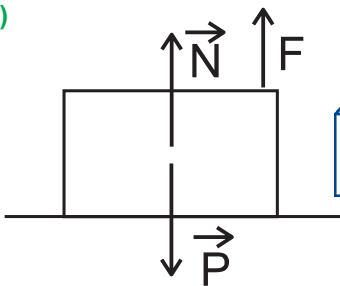
$$|\vec{N}| = |\vec{P}|$$

2)



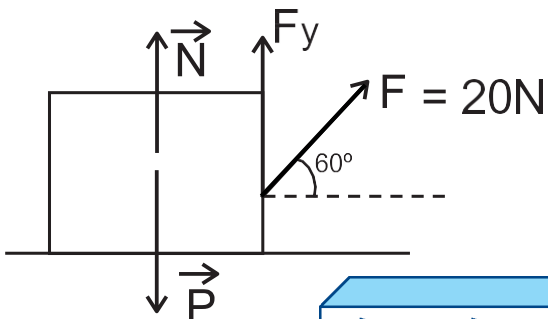
$$|\vec{N}| = |\vec{P}| + |\vec{F}|$$

3)



$$|\vec{N}| = |\vec{P}| - |\vec{F}|$$

4)



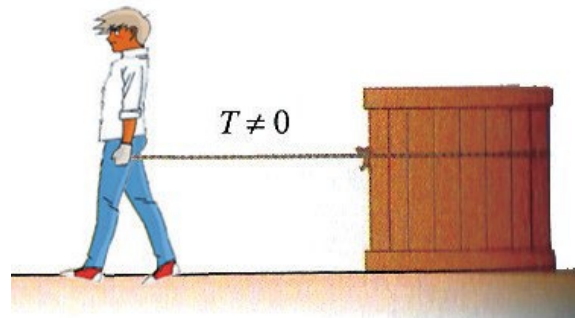
$$|\vec{N}| = |\vec{P}| - |\vec{F}_y|$$

## Força de tração num fio

É a força transmitida por um fio ideal no sentido de puxar o objeto preso ao fio.

Entre dois corpos a tração, em cada corpo, tem o sentido de unir os mesmos.

**Fio Ideal** – simplesmente transmite, através de si, o esforço aplicado numa de suas extremidades.

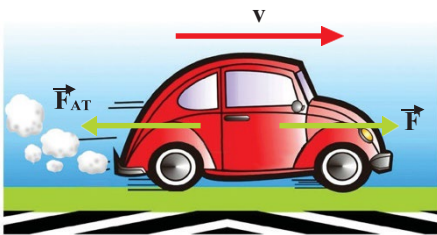


# Força de Atrito ( $\vec{F}_{AT}$ )

É a força contrária ao movimento (ou tendência de movimento) tangencial a uma superfície não perfeitamente lisa. O módulo da força de atrito (máxima) é calculado pela fórmula abaixo:

$$\vec{F}_{AT} = N \cdot \mu$$

$F_{AT}$  = intensidade da força de atrito;  
 $N$  = intensidade da reação normal do apoio;  
 $\mu$  = coeficiente de atrito.

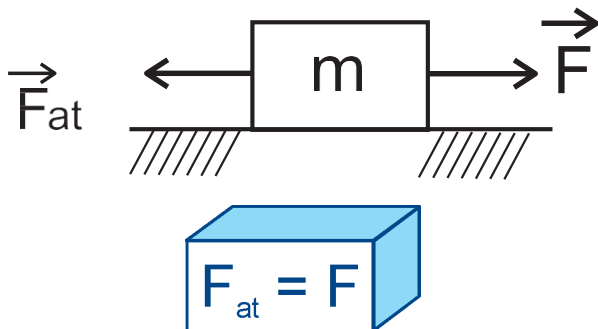


## Observação

1) **Atrito Estático** –  $F_a$  cresce e o corpo ainda se mantém sem deslizar em relação à superfície.



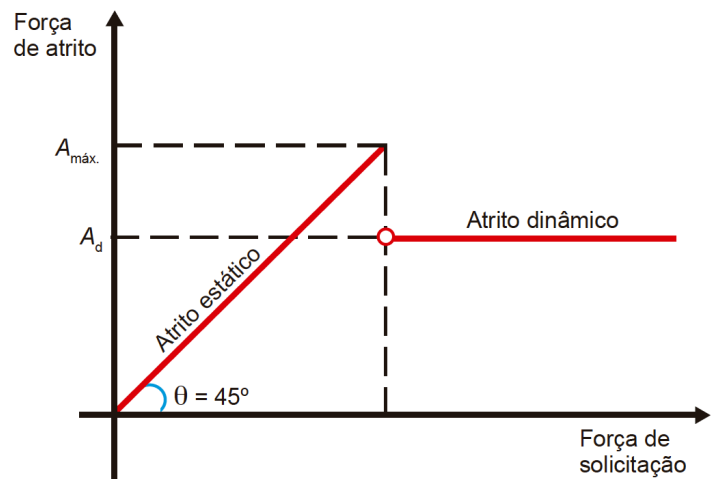
SEM  
DESLIZAMENTO:



2) **Atrito Dinâmico ou Cinético** – Na iminência do deslizamento a  $F_{at}$  é máxima. O corpo começa a deslizar a  $F_{at}$  diminui, mantendo-se constante durante o deslizamento.



## Atrito Cinético < Atrito Estático



$\mu_e$  e  $\mu_c$  são grandezas adimensionais  
(não possuem unidades).

## Freios ABS:

O sistema ABS (Antilock Braking System) atua no controle dos freios do veículo impedindo o travamento das rodas, evitando que os pneus deslizem em relação ao solo. Ao fazer isso, os pneus ficam em repouso em relação à superfície do asfalto, mantendo o atrito estático próximo ao seu máximo valor, aumentando a eficiência da frenagem, contribuindo para a segurança em uma situação de perigo.

# Força Elástica

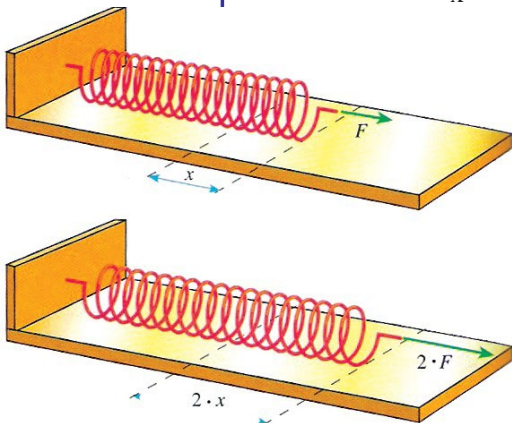
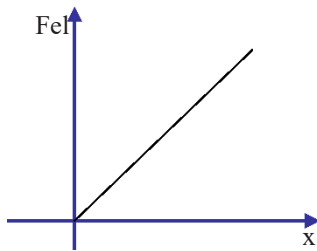
## Lei de Hooke

É a força que uma mola exerce sobre um objeto para restituir a posição em que a mola não está distendida.

É o princípio de funcionamento do dinamômetro.

$$F = -K \cdot x$$

F = força elástica  
K = constante elástica  
x = deformação elástica sofrida pela mola



# Força Centrípeta

A força centrípeta ( $\vec{F}_c$ ) provoca no corpo uma aceleração centrípeta. Esta aceleração é responsável pela variação do vetor velocidade sobre trajetórias curvilíneas.

No M.C.U. a força centrípeta é a força resultante que atua sobre o objeto que executa este tipo de movimento.

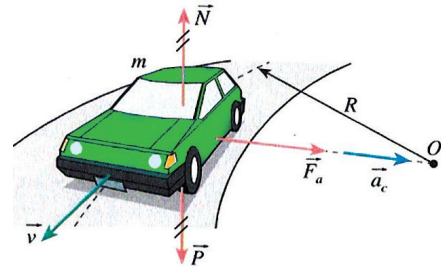


$$\vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_c$$

$$F_c = \frac{mv^2}{R}$$

# Algumas aplicações das Leis de Newton

## Velocidade de um automóvel em uma estrada curva, plana e horizontal

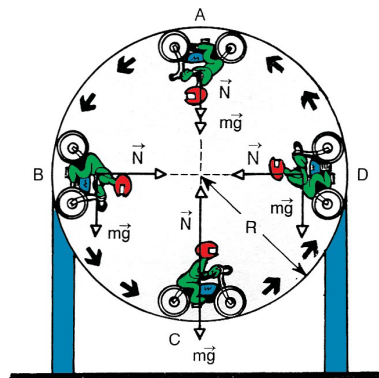


$$F_{cp} = F_{at} \left\} \frac{mv^2}{R} = N \cdot \mu \right\} \frac{mv^2}{R} = m \cdot g \cdot \mu$$

**Velocidade Escalar Máxima**

$$V^2 = Rg \mu$$

## Globo da Morte



Considere uma moto movendo-se em um plano vertical dentro de um globo, como a figura ao lado. No ponto C, mais baixo da trajetória, atuam duas forças sobre a moto (Peso e Normal). O fato é que a trajetória é curva e isso implica uma resultante centrípeta.

Para a resultante ser orientada para o centro, a intensidade da Normal deve ser maior que a do Peso:

$$F_c = N - P$$

Em uma posição lateral do globo (pontos B e D). A força resultante centrípeta é a própria força Normal. Poderá haver equilíbrio entre força de atrito e força Peso caso o módulo da velocidade da moto seja mantido constante.

No ponto mais alto da trajetória, ponto A, a orientação das forças Peso e Normal é para baixo. A resultante centrípeta será encontrada pela soma das intensidades da Normal e do Peso.

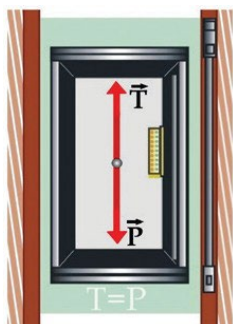
$$F_c = N + P$$

A mínima velocidade no ponto A pode ser calculado pela expressão:

$$V_{mínima} = \sqrt{rg}$$

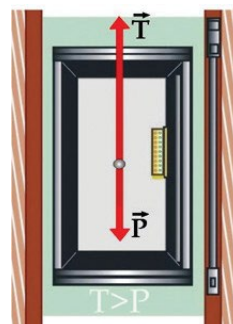
## ELEVADORES

Considere um elevador de massa total  $M$  sob ação basicamente de duas forças: Peso ( $P$ ) e Tração ( $T$ ). Para este elevador poderemos imaginar algumas situações:



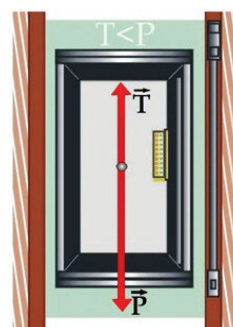
$$T = P$$

Neste caso, o elevador encontra-se em movimento ascendente ou descendente com velocidade constante, ou em repouso.



$$T > P \Rightarrow F_R = T - P$$

O elevador em movimento o fará de duas possíveis maneiras: ascendente e acelerado ou descendente e retardado.



$$T < P \Rightarrow F_R = P - T$$

O elevador em movimento o fará de duas possíveis maneiras: ascendente e retardado ou descendente e acelerado.

### CURIOSIDADE

Um grupo de cientistas ligado à Universidade da Califórnia está pensando bem alto. Eles estão trabalhando na construção de um elevador de graciosos 100 mil quilômetros de altura, com objetivo de explorar o espaço. O material indicado para construir tal proeza é o nanotubo de carbono - um microscópico cano formado por átomos de carbono, 100 mil vezes mais fino que um fio de cabelo. Segundo os cientistas, a maior vantagem do projeto é econômica. Hoje, para lançar um satélite no espaço utilizando um foguete, gastam-se cerca de 22 mil dólares por quilo. Com o elevador espacial, esse custo cairia para 220 dólares. Assim, seria possível impulsionar outros projetos, como satélites de energia solar - que iriam ao espaço armazenar a luz do Sol e a trariam à Terra.

Fonte: Revista Super Interessante Abril/2004 Edição 065

## Testes

01. (UFSM) Um corpo de massa igual a 10 Kg está próximo à superfície da terra, onde a aceleração da gravidade pode ser considerada constante (de módulo  $10 \text{ m/s}^2$ ). Se uma medida do módulo de seu peso, realizada por um meio de um dinamômetro, acusar um valor de 80N, pode-se afirmar que o corpo está

- em queda livre.
- subindo com velocidade constante.
- subindo e aumentando a sua velocidade.
- descendo e aumentado a sua velocidade.
- descendo com velocidade constante.

02. (UFSM) Um corpo de massa igual à 10 Kg desliza, em Movimento Retilíneo Uniforme, sobre uma mesa horizontal, sob a ação de uma força horizontal de módulo 10N. Considerando a aceleração gravitacional com módulo  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , o coeficiente de atrito cinético entre o corpo e a mesa é

- 10
- 1
- 0,1
- 0,01
- zero

03. (UFRGS) Do ponto de vista de um certo observador inercial, um corpo executa movimento circular uniforme sob ação exclusiva de duas forças.

Analise as seguintes afirmações respeito dessa situação.

- Uma dessas forças necessariamente é centrípeta.
- Pode acontecer que nenhuma dessas forças seja centrípeta.
- A resultante dessas forças é centrípeta.

Quais estão corretas?

- apenas I
- apenas II
- apenas III
- apenas I e III
- apenas II e III

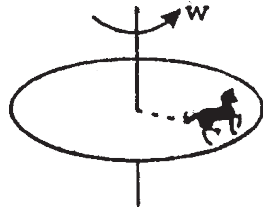
04. (UFPEL) “Perder peso” é prioridade de muitas pessoas que se submetem às mais diversas dietas, algumas absurdas do ponto de vista nutricional. O gato Garfield, personagem comilão, também é perseguido pelo padrão estético que exige magreza, mas resiste a fazer qualquer dieta, como mostra o “diálogo” abaixo:



Analisando a “resposta” de Garfield, você

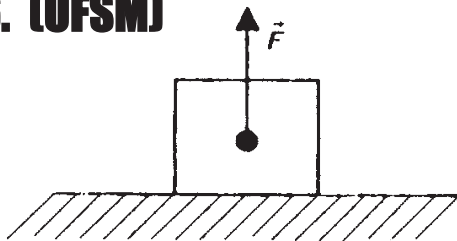
- concorda com ele, pois, se o seu peso se tornar menor em outro planeta, sua massa também diminuirá.
- discorda dele, pois o peso de um corpo independe da atração gravitacional exercida sobre ele pelo planeta.
- concorda com ele, pois o peso de um corpo diminui quando a atração gravitacional exercida pelo planeta sobre ele é menor.
- discorda dele, pois seu peso não poderá diminuir, se sua massa permanecer constante.
- discorda dele, pois, se a gravidade do outro planeta for menor, a massa diminui, mas o peso não se altera.

**05. (UFPEL)** Em um parque de diversões, existe um carrossel que gira com velocidade angular constante, como mostra a figura. Analisando o movimento de um dos cavalinhos, visto de cima e de fora do carrossel, um estudante tenta fazer um figura onde apareçam a velocidade  $\vec{V}$ , a aceleração  $\vec{a}$  e a resultante das forças que atuam sobre o cavaleiro,  $\vec{R}$ . Certamente a figura correta é



- 
- 
- 
- 
- 

## 06. (UFSM)



Uma força  $F$  de um módulo igual a 20N é aplicada, verticalmente, sobre um corpo de 10Kg, em repouso sobre uma superfície horizontal, como indica a figura. O módulo (em N) da força normal sobre o corpo, considerando o módulo da aceleração gravitacional como  $10\text{m/s}^2$ , é

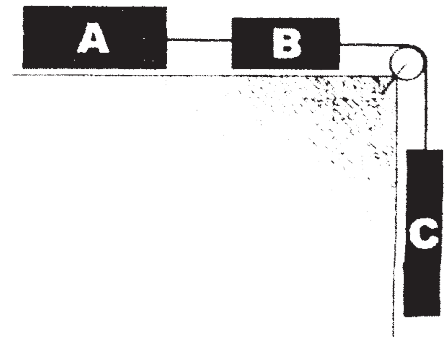
- 120
- 100
- 90
- 80
- 0

**07. (UFSM)** Um bloco com um peso de módulo 15N encontra-se, em repouso, sobre uma superfície horizontal. Sendo 0,4 o coeficiente de atrito estático entre eles, o módulo da força de atrito, enquanto o bloco permanece em repouso, é

- sempre igual ao módulo da força horizontal aplicada ao bloco, até o valor máximo de 6N.
- 6N, para qualquer módulo da força horizontal aplicada ao bloco.
- sempre menor que o módulo da força horizontal aplicada ao bloco, até o valor máximo de 6N.
- sempre maior que o módulo da força horizontal aplicada ao bloco, com um valor máximo de 6N.
- 15N, para qualquer módulo da força horizontal aplicada ao bloco.

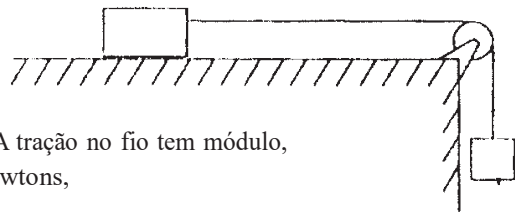
**08.** No esquema abaixo despreze os atritos e calcule aceleração do sistema.

$$\text{Dados: } M_A = 8\text{Kg}; M_B = 6\text{Kg}; M_C = 14\text{Kg}; g = 10\text{m/s}^2$$



- $4\text{ m/s}^2$
- $5\text{ m/s}^2$
- $3\text{ m/s}^2$
- $6\text{ m/s}^2$
- $3,5\text{ m/s}^2$

**09. (UEL)** Um corpo de massa 8,0 Kg é colocado sobre uma superfície horizontal completamente lisa, preso por um fio ideal a outro corpo, de massa 2,0 Kg. Adote  $g=10\text{ m/s}^2$  e considere ideal a roldana.

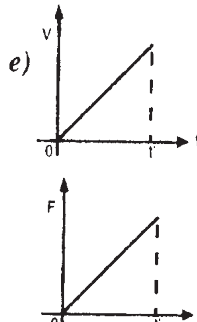
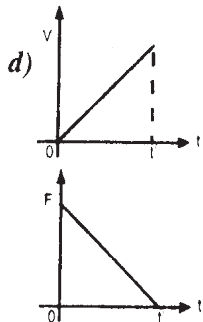
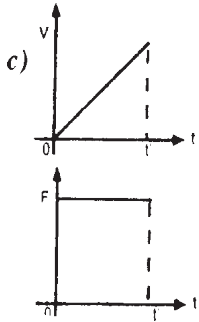
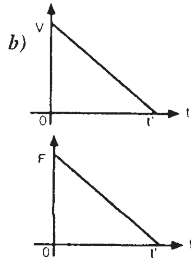
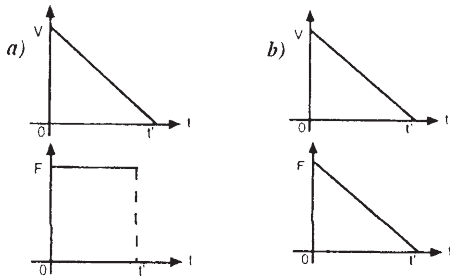


A tração no fio tem módulo,

em newtons,

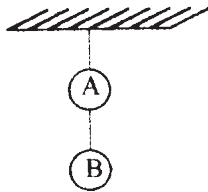
- 4,0
- 12
- 16
- 20
- 24

**10. (UFRGS)** Um objeto é lançado verticalmente para cima, a partir do solo, em  $t = 0$ , atingindo a altura máxima de 20m em um tempo  $t'$ . Desprezando a força resistiva do ar sobre o objeto, qual dos pares de gráficos, abaixo, melhor representa o comportamento do módulo da velocidade ( $V$ ) em relação ao solo e do módulo da força resultante ( $F$ ) sobre o objeto após o lançamento?



### 11. (UFSM)

A figura representa duas esferas suspensas por um fio. Após rebentar a corda que as une ao teto, a intensidade da força de tração na corda entre A e B passa a ser



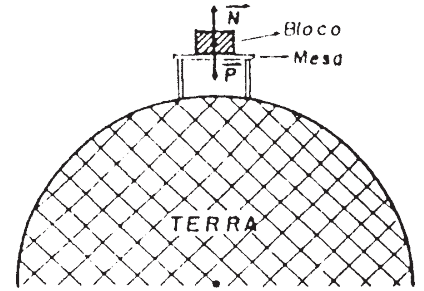
- maior, se a massa de B é maior que a massa de A
- maior, se a massa de B é menor que a massa de A
- menor, se a massa de B é menor que a massa de A
- menor, se a massa de B é maior que a massa de A
- nula, independente das massas de A e B.

12. (UFSM) Um atleta está parado em uma das extremidades de uma prancha. Admite-se que a prancha está em repouso sobre uma superfície sem atrito, quando o atleta inicia a caminhada até a outra extremidade da prancha. Pode-se, então, afirmar que a prancha se desloca

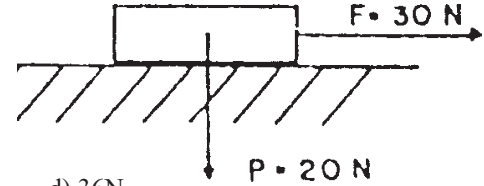
- em sentido contrário ao movimento do atleta e para na outra extremidade.
- em sentido contrário ao movimento do atleta e mantém velocidade constante, quando ele para na outra extremidade.
- no mesmo sentido do movimento do atleta e mantém velocidade constante quando ele para na outra extremidade.
- no mesmo sentido do movimento do atleta e para, quando ele para na outra extremidade.
- em sentido contrário ao movimento do atleta porém retorna à posição inicial, quando ele para na outra extremidade.

13. (UFSM) Na figura abaixo, desprezando-se a existência do ar, as forças de reação a P e a N estão, respectivamente,

- no bloco.
- na mesa.
- na terra e na mesa.
- na mesa e na terra
- na terra e no bloco



14. (UFSM) O móvel da figura abaixo está em MRU. O valor da força de atrito é



- 10N
- 20N
- 30N
- 36N
- 50N

15. (UFRGS) Um livro encontra-se deitado sobre uma folha de papel, ambos em repouso sobre uma mesa horizontal. Para aproximá-lo de si, um estudante puxa a folha em sua direção, sem tocar no livro. O livro acompanha o movimento da folha e não desliza sobre ela. Qual é a alternativa que melhor descreve a força que, ao ser exercida sobre o livro, o colocou em movimento?

- É uma força de atrito cinético de sentido contrário ao do movimento do livro.
- É uma força de atrito cinético de sentido igual ao do movimento do livro.
- É uma força de atrito estático de sentido contrário ao do movimento do livro.
- É uma força de atrito estático de sentido igual ao do movimento do livro.
- É uma força que não pode ser caracterizada como força de atrito.

16. (FURG) Um bloco de massa  $m = 10 \text{ Kg}$ , inicialmente a uma altura de  $2 \text{ m}$  do solo, desliza em uma rampa de inclinação  $30^\circ$  com a horizontal. O bloco é seguro por uma corda paralela à rampa. Se desprezarmos o atrito entre o bloco e a rampa, que força deve ser aplicada ao bloco para que ele desça com velocidade constante pela rampa? (Dados:  $\sin 30^\circ = 0,500$ ,  $\cos 30^\circ = 0,866$  e  $\tan 30^\circ = 0,577$ ).

- 10N
- 25N
- 50N
- 100N
- 150N

17. (Unimep-SP) Um astronauta com o traje completo tem uma massa de  $120 \text{ Kg}$ . Ao ser levado para a Lua, onde a gravidade é aproximadamente  $1,6 \text{ m/s}^2$ , a sua massa e o seu peso serão respectivamente:

- 75 Kg; 120N
- 120 Kg; 192N
- 192 Kg; 192 N
- 120 Kg; 120N
- 75 Kg; 192N

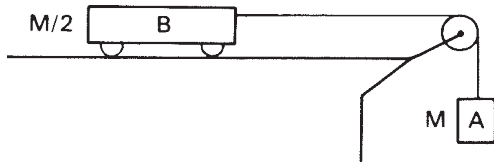
**18. (EFO/Alfenas-MG)** Dois blocos A e B, com massas iguais a 1 Kg e 2 Kg, respectivamente, apoiados sobre uma superfície horizontal sem atrito, sofrem a ação de uma força horizontal de 6N. A força que o bloco B exerce sobre o bloco A é:

- a) 0  
b) 6 N  
c) 3 N  
d) 4 N  
e) 2 N



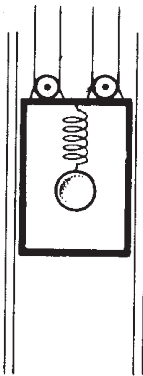
**19. (UFRGS)** O sistema composto pelos blocos A e B desliza sobre uma superfície livre de atritos. A massa do bloco A é igual a M e a massa do bloco B é igual a M/2. sendo g a aceleração da gravidade, a aceleração do bloco A, é:

- a) 2 g/3  
b) 3 g/2  
c) 2 g  
d) 3 g  
e) 6 g



**20. (UFAL)** No interior de um elevador em movimento, um corpo está pendurado ao teto através de uma mola, conforme esquema. Em determinado instante, um observador percebeu que a mola tinha aumentado o seu alongamento. No instante em que a mola estava aumentando o seu alongamento, o elevador podia estar:

- a) descendo em movimento retardado;  
b) subindo em movimento uniforme;  
c) descendo em movimento uniforme;  
d) subindo em movimento retardado;  
e) descendo em movimento acelerado.



**21. (MACK-SP)** Uma pessoa, no interior de um elevador que sobe com movimento acelerado, exerce no piso uma força de módulo:

- a) maior que o do seu peso, somente quando a aceleração é maior que a da gravidade;  
b) zero, quando a aceleração é a da gravidade;  
c) igual a do seu corpo;  
d) maior que o do seu peso;  
e) menor que o do seu peso.

**22. (UEL-PR)** No piso de um elevador é colocado uma balança de banheiro, graduada em newtons. Um corpo é colocado sobre a balança e, quando o elevador sobe acelerado com aceleração constante de 2,2 m/s<sup>2</sup>, a mesma indica 720 N. Sendo a aceleração local da gravidade igual a 9,8 m/s<sup>2</sup>, a massa do corpo, em kg, vale:

- a) 72  
b) 68  
c) 60  
d) 58  
e) 54

**23. (FATEC-SP)** Um corpo de 3,0 Kg de massa está dependurado num dinamômetro preso ao teto de um elevador. Uma pessoa no interior desse elevador observa a indicação fornecida pelo dinamômetro: 39N. Sendo a intensidade da aceleração local da gravidade de 10 m/s<sup>2</sup>:

- a) o elevador pode estar em repouso;  
b) o elevador pode estar subindo com aceleração de 3,0 m/s<sup>2</sup>;  
c) o elevador pode estar em movimento uniforme para cima;  
d) o elevador pode estar descendo com aceleração de 2,0 m/s<sup>2</sup>;  
e) o elevador pode estar em movimento uniforme para baixo.

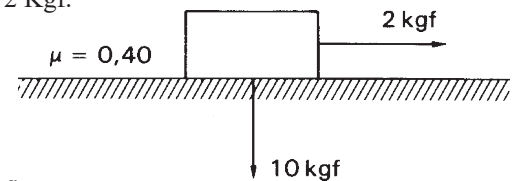
**24. (Cesesp-PE)** Uma pessoa de massa igual a 60 Kg encontra-se sobre uma balança num elevador em movimento. Durante certo intervalo de tempo, a balança indica um peso de 540N para a pessoa. A aceleração do elevador nesse período de tempo é, em m/s<sup>2</sup> (g=10m/s<sup>2</sup>):

- a) 2,0 , no sentido vertical para baixo;  
b) 1,0 , no sentido vertical para baixo;  
c) zero;  
d) 1,0 , no sentido vertical para cima;  
e) 2,0 , no sentido vertical para cima.

**25. (UF/ Uberaba-MG)** A máxima tração que um barbante pode suportar é de 30N. Um extremo desse barbante é preso a um bloco de 1,5 Kg, num local onde a aceleração da gravidade vale 10 m/s<sup>2</sup>. A máxima aceleração vertical, para cima, que se pode imprimir ao bloco, puxando-o pelo outro extremo do barbante é, em m/s<sup>2</sup>, igual a:

- a) 20  
b) 15  
c) 10  
d) 5,0  
e) 2,0

**26. (Fatec)** A figura representa um bloco em repouso sobre um plano horizontal. O coeficiente de atrito é 0,40. O bloco pesa 10 Kgf. Na direção do plano, traciona-se o bloco com uma força de intensidade 2 Kgf.

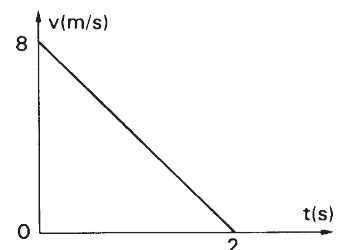


Pode-se afirmar que:

- a) a força de atrito tem intensidade de 4 Kgf;  
b) a força de atrito é 2 Kgf;  
c) a força de atrito é maior que 2 Kgf e menor que 4 Kgf;  
d) a força de atrito independe da força horizontal;  
e) a força de atrito tem intensidade de 8Kgf.

**27. (FGV-SP)** O gráfico abaixo representa o movimento de um bloco de 2 Kg lançado sobre uma superfície horizontal com velocidade inicial de 8 m/s. O módulo da força de atrito que atua sobre o bloco, em newtons, é de:

- a) 16  
b) 8  
c) 4  
d) 2  
e) 1

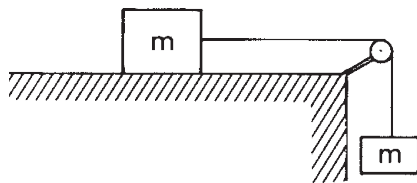


28. (Unifor - CE) Sob a ação de uma força  $F$  de módulo 50 N, um corpo de 8 Kg tem uma aceleração de  $5 \text{ m/s}^2$ . Considerando que apenas a força de atrito,  $F_{\text{at}}$ , interfere no movimento, seu valor em N é:



- a) 5  
b) 10  
c) 20  
d) 30  
e) 40

29. (EFO/ Alfenas -MG) Dois blocos idênticos, ambos com massa  $m$ , são ligados por um fio leve, flexível. Adotar  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . A polia é leve e o coeficiente de atrito do bloco com a superfície é  $\mu = 0,2$ . A aceleração dos blocos é:

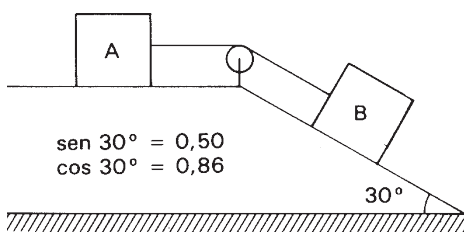


- a)  $10 \text{ m/s}^2$   
b)  $6 \text{ m/s}^2$   
c)  $5 \text{ m/s}^2$   
d)  $4 \text{ m/s}^2$   
e) nula

30. (Vunesp-SP) Um plano inclinado faz um ângulo de  $30^\circ$  com a horizontal. Determine a força constante que, aplicada a um bloco de 50 Kg, paralelamente ao plano, faz com que ele deslize: a) para cima, com aceleração de  $1,2 \text{ m/s}^2$ ; b) para baixo, com a mesma aceleração de  $1,2 \text{ m/s}^2$ . Despreze o atrito do bloco com o plano.

- | A                 | B               |
|-------------------|-----------------|
| a) 310N para cima | 190N para cima  |
| b) 310N para cima | 310N para baixo |
| c) 499N para cima | 373N para cima  |
| d) 433N para cima | 60N para cima   |
| e) 310N para cima | 190N para baixo |

31. (UEL - PR) Dois blocos, A e B, de massas  $m_A = 2,0 \text{ Kg}$  e  $m_B = 3,0 \text{ Kg}$ , ligados por um fio, são dispostos conforme o esquema abaixo, num local onde a aceleração da gravidade vale  $10 \text{ m/s}^2$ .

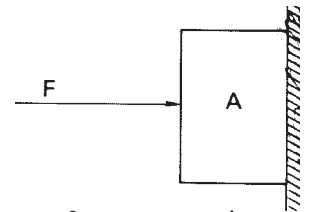


Desprezando os atritos e considerando ideais a polia e o fio, a intensidade da força tensora no fio, em newtons, vale:

- a) zero  
b) 4,0  
c) 6,0  
d) 10  
e) 15

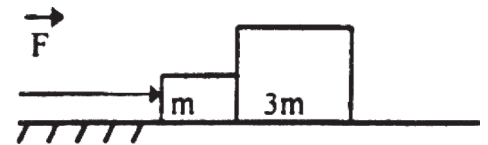
32. (PUCC-SP) O corpo A mostrado na figura é constituído de material homogêneo e tem massa de 2,5 Kg. Considerando-se que o coeficiente de atrito estático entre a parede e o corpo A vale 0,20 e que a aceleração da gravidade seja  $10 \text{ m/s}^2$ , o valor mínimo da força  $F$  para que o corpo A fique em equilíbrio, na situação mostrada na figura, é:

- a) 275 N  
b) 25 N  
c) 125 N  
d) 225 N  
e) 250 N

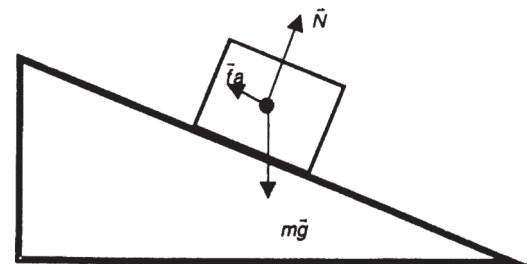


33. (PEIES) Dois corpos de massa  $m$  e  $3m$  movem-se juntos, sobre um plano horizontal, sem atrito, sob a ação de uma força horizontal  $F$ , conforme ilustra a figura. Os módulos das resultantes sobre cada corpo são, respectivamente,

- a)  $F$  e  $F$   
b)  $F$  e ZERO  
c)  $F/2$  e  $F/2$   
d)  $F/4$  e  $3F/4$   
e)  $3F/4$  e  $F/4$



34. (PEIES) Um corpo desce um plano inclinado com velocidade constante. As forças que agem sobre o corpo estão indicadas na figura



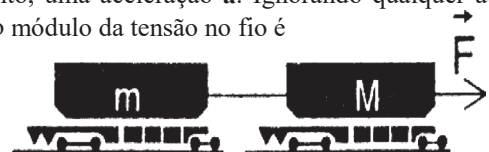
Então pode(m)-se afirmar:

- I - A força de reação à força peso é a força normal.  
II - A componente da força peso, paralela ao plano inclinado, é equilibrada pela força de atrito.  
III - A força de reação à componente da força peso, perpendicular ao plano inclinado, é a força normal.

Está(ão) correta(s)

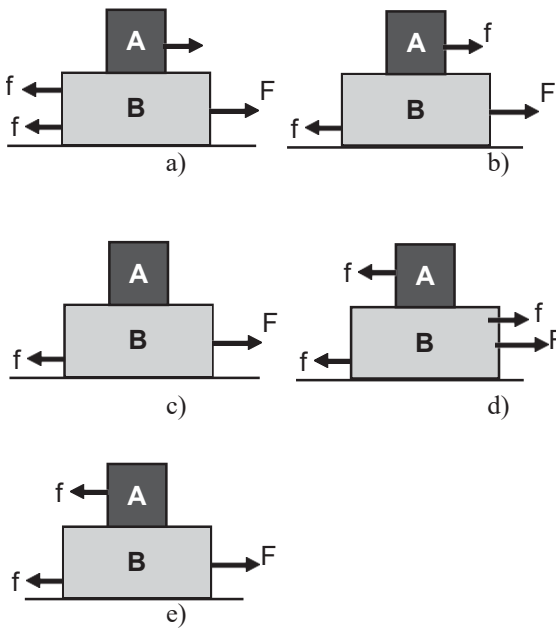
- a) apenas I.  
b) apenas II.  
c) apenas III.  
d) apenas I e II.  
e) apenas II e III.

35. (PEIES) Conforme a figura, uma força constante  $F$  é exercida sobre um carrinho (de massa  $M$ ) conectado com outro (de massa  $m$ ), através de um cordão de massa desprezível, produzindo, no conjunto, uma aceleração  $a$ . Ignorando qualquer atrito no sistema, o módulo da tensão no fio é

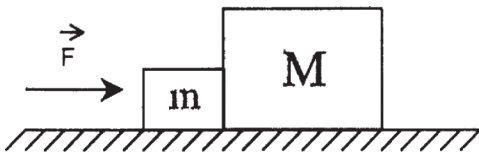


- a)  $F$   
b)  $Ma$   
c)  $F - ma$   
d)  $F - Ma$   
e)  $(m + M)a$

36. (PEIES) O bloco A encontra-se sobre o bloco B que, por efeito de uma força  $F$ , desliza sobre uma superfície horizontal. Considerando que todas as superfícies são ásperas, assinale a figura que representa todas as forças sobre os corpos na direção horizontal.



37. (PEIES)



Sob ação de uma força resultante  $F$ , dois blocos deslocam-se sobre uma superfície horizontal com uma aceleração  $a$ , conforme a figura. O módulo da força de contato entre os dois blocos é

- a)  $F$
- b)  $ma$
- c)  $(M + m)a$
- d)  $F - ma$
- e)  $F - Ma$

38. (PEIES) Um corpo de massa  $m$  desloca-se sobre uma superfície horizontal com uma velocidade de módulo  $v$ . Devido ao atrito entre o corpo e a superfície, o corpo para após percorrer uma distância  $d$ . O coeficiente de atrito cinético entre o corpo e a superfície é igual a

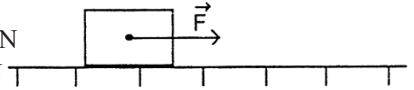
- a)  $\frac{mv^2}{2gd}$
- b)  $\frac{mv^2}{2d}$
- c)  $\frac{v}{gd}$
- d)  $\frac{v^2}{2gd}$
- e)  $\frac{mv}{gd}$

39. (PEIES) Na figura, representa-se um plano horizontal em que um corpo de massa de 20 kg está, inicialmente, em repouso em relação a um referencial fixo no plano. A aceleração da gravidade local tem módulo de  $10\text{m/s}^2$  e o coeficiente de atrito estático entre o corpo e o plano é de 0,2.

Qual o módulo da força de atrito quando se aplica, no corpo, uma força horizontal  $F$  de módulo de 20N?

- a) 40N
- b) 30N
- c) 20N

- d) 10N
- e) 5N



40. (PEIES) Considerando que um automóvel descreve uma curva circular numa estrada plana, analise as afirmativas:

- I. Num referencial fixo na estrada, a trajetória circular do automóvel deve ser atribuída a uma força centrípeta.
- II. Num referencial fixo no automóvel, o motorista fica sob a ação de uma força centrífuga.
- III. Num referencial fixo na estrada, a força de atrito da estrada sobre os pneus atua como força centrípeta.

Está(ão) correta(s)

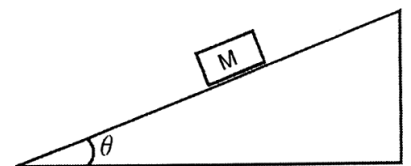
- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) I, II e III.

41. (PEIES) Um refrigerador com peso de módulo 150N precisa ser colocado sobre a caçamba de um caminhão a 1 m de altura. Se a pessoa que deve realizar essa tarefa pode exercer, no máximo, uma força de módulo 50N, ela deve usar um plano inclinado sem atrito, com um comprimento, em m, de

- a) 2
- b) 3
- c) 4
- d) 5
- e) 6

42. (PEIES) Um bloco de massa  $M$  desliza em um plano inclinado de um ângulo  $\theta$  com a horizontal. Se o coeficiente de atrito entre o bloco e o plano inclinado for  $\mu$  e  $g$  a aceleração da gravidade, a aceleração do bloco terá o módulo de

- a)  $g \sin \theta$
- b)  $g \cos \theta$
- c)  $g (\sin \theta - \mu)$
- d)  $g (\sin \theta - \mu \cos \theta)$
- e)  $g (\cos \theta - \mu \sin \theta)$



As questões 43 e 44 referem-se ao enunciado abaixo.

Arrasta-se uma caixa de 40kg sobre um piso horizontal, puxando-a com uma corda que exerce sobre ela uma força constante, de 120N, paralela ao piso. A resultante das forças exercidas sobre a caixa é de 40N.

(Considere a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$ .)

**43. (UFRGS)** Qual é o valor do coeficiente de atrito cinético entre a caixa e o piso?

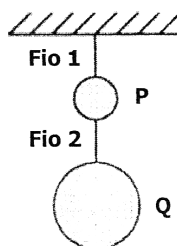
- a) 0,10                      d) 0,50  
b) 0,20                      e) 1,00  
c) 0,30

**44. (UFRGS)** Considerando-se que a caixa estava inicialmente em repouso, quanto tempo decorre até que a velocidade média do seu movimento atinja o valor de  $3 \text{ m/s}$ ?

- a) 1,0 s.    d) 6,0 s.  
b) 2,0 s.    e) 12,0 s.  
c) 3,0 s.

**45. (UFRGS)** A figura ao lado representa dois objetos, P e Q, cujos pesos, medidos com um dinamômetro por um observador inercial, são 6N e 10N, respectivamente.

Por meio de dois fios de massas desprezíveis, os objetos P e Q acham-se suspensos, em repouso, ao teto de um elevador que, para o referido observador, se encontra parado. Para o mesmo observador, quando o elevador acelerar verticalmente para cima à razão de  $1 \text{ m/s}^2$ , qual será o módulo da tensão no fio 2?



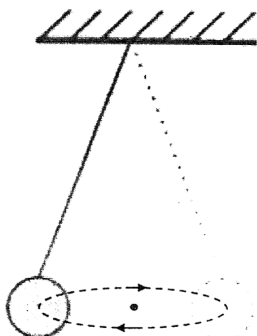
(Considere a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$ .)

- a) 17,6 N  
b) 16,0 N  
c) 11,0 N  
d) 10,0 N  
e) 9,0 N

**46. (UFRGS)** A figura abaixo representa um pêndulo cônico ideal que consiste em uma pequena esfera suspensa a um ponto fixo por meio de um cordão de massa desprezível.

Para um observador inercial, o período de rotação da esfera, em sua órbita circular, é constante. Para o mesmo observador, a resultante das forças exercidas sobre a esfera aponta

- a) verticalmente para cima.  
b) verticalmente para baixo.  
c) tangencialmente no sentido do movimento.  
d) para o ponto fixo.  
e) para o centro da órbita.



# Gabarito

01. D	09. C	17. B	25. C	33. D	41. B
02. C	10. A	18. D	26. B	34. B	42. C
03. E	11. E	19. A	27. B	35. D	43. B
04. C	12. A	20. A	28. B	36. A	44. D
05. B	13. C	21. D	29. D	37. D	45. C
06. D	14. C	22. C	30. A	38. D	46. E
23. A	31. D	39. B	* C		
24. B	32. C	40. B	* C		

**a)**<sub>C</sub>  
**b)**<sub>E</sub>



# Princípios de Conservação

## Trabalho

**Conceito:** é a medida das transformações de energia. Está sempre associado à atuação de uma força ao longo de um determinado deslocamento. É uma grandeza escalar.

$$W = F \cdot d \cos \theta \rightarrow W = F \cdot d \quad (\text{Joule} = \text{N} \cdot \text{m})$$

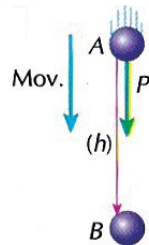
Força constante paralela ao deslocamento.

<p><b>Trabalho Motor</b></p> <p><math>W \oplus \rightarrow 0^\circ &lt; \theta &lt; 90^\circ</math></p> 	<p><b>Trabalho Resistente</b></p> <p><math>W \ominus \rightarrow 90^\circ &lt; \theta &lt; 180^\circ</math></p> 	<p><math>W = 0</math></p> <p><math>\downarrow</math></p> <p><math>\theta = 90^\circ</math></p>
---	--	--

## Trabalho da Força Peso de um corpo

1 – Abandonando um corpo

$$W_p > 0$$

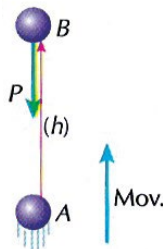


$$W = +Ph$$

$$W > 0 \text{ motor}$$

2 – Corpo para cima

$$W_p < 0$$

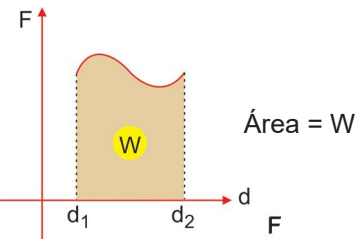
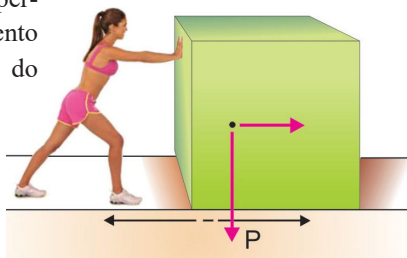


$$W = -Ph$$

$$W < 0 \text{ resistente}$$

3 – Corpo deslocando-se horizontalmente, peso perpendicular ao deslocamento ( $\theta = 90^\circ$ ). O trabalho do peso é nulo.

$$W_p = 0$$



- A única força que não é capaz de realizar W é a **Força Centrípeta**.
- O W de uma força conservativa independe da forma da trajetória e do tempo.

## Potência

É uma grandeza escalar que mede a velocidade com que um trabalho é realizado ou com que um sistema físico transfere energia.

**Potência Média:**

$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

unidade

(Watt = Joule/s)

P = potência;

W = trabalho;

$\Delta t$  = variação do tempo.

**Potência Instantânea:**

Quando v é constante e a força paralela ao deslocamento, temos a potência instantânea.

$$P = F \cdot v$$

$$\eta = \frac{P_t}{P_{total}}$$

F = força;  
v = velocidade.

**Rendimento:**

$$\eta = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{total}}}$$

# Energia Mecânica

A energia está relacionada a capacidade de produzir movimento.

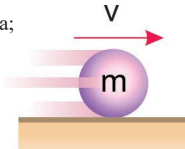
$$E_M = E_c + E_p$$

$E_m$  = energia mecânica;  
 $E_c$  = energia cinética;  
 $E_p$  = energia potencial.

## Energia Cinética (Energia de Movimento)

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

$E_c$  = energia cinética;  
 $m$  = massa;  
 $v$  = velocidade.



$$\Delta E_c = W_{FR}$$

$\Delta E_c$  = variação energia cinética;  
 $w$  = trabalho resultante das forças.

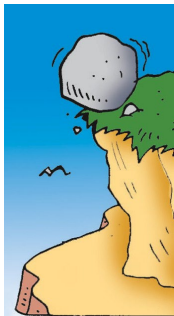
### Teorema da Energia Cinética (T.E.C.)

$$W = \Delta E_c = E_{cB} - E_{cA} = \frac{mv_B^2}{2} - \frac{mv_A^2}{2} = \frac{m}{2}(v_B^2 - v_A^2)$$

## Energia Potencial

### Energia Potencial GRAVITACIONAL

É a energia “armazenada” em um corpo que possui uma certa altura em relação ao solo terrestre.



$$E_p = P \cdot h$$

$E_p$  = energia potencial  
 $P$  = peso  
 $h$  = altura.

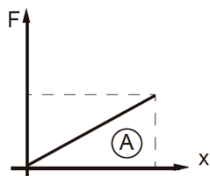
$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$m$  = massa  
 $g$  = aceleração da gravidade

### Energia Potencial ELÁSTICA

É a energia armazenada em uma mola devido a deformação por ela sofrida

- Força peso e força elástica são forças conservativas, atuam no sentido de conservar a Energia Mecânica



$E_p = \text{área A}$

$$E_p = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

$K$  = constante elástica da mola;  
 $x$  = deformação da mola.



# Sistemas Conservativos

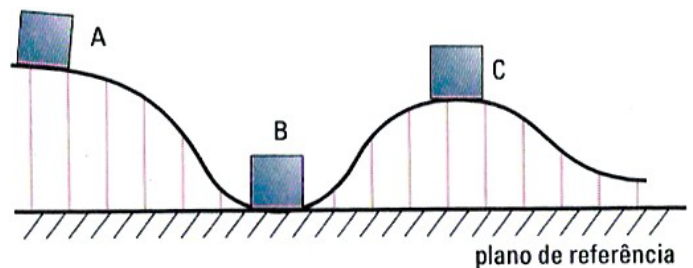
A energia mecânica de um sistema qualquer é obtida somando-se a energia cinética com a energia potencial. Lembre que a energia potencial pode ser gravitacional e/ou elástica.

$$E_m = E_c + E_p$$

## Sistema conservativo

A energia cinética e a potencial variam, mas a soma das duas (energia mecânica) permanece constante.

Nos sistemas conservativos ocorrem, exclusivamente, transformações de energia cinética em energia potencial e vice-versa. Essas transformações são realizadas por forças conservativas, tais como a força peso e a força elástica. A respeito das forças conservativas, é importante lembrar que o trabalho de uma força desse tipo sobre um corpo que se move entre dois pontos não depende da trajetória entre os dois pontos.



$$E_{MA} = E_{MB} = E_{MC}$$

## Sistemas não-conservativos

Nos sistemas em que a energia mecânica não se conserva, o sistema é não-conservativo. A energia mecânica pode aumentar ou diminuir. No caso da energia mecânica diminuir, as forças não conservativas são denominadas dissipativas. Como exemplo de forças dissipativas, temos a força de atrito e a resistência do ar.

## Anotações

# Testes

1. (UFSM) Uma partícula se desloca em um campo de forças, de modo que sua energia potencial diminui na mesma quantidade que sua energia cinética aumenta. As forças que atuam sobre a partícula são, necessariamente,

- constante
- conservativas
- não-conservativas
- nulas
- contrárias ao movimento.

2. (UFRGS) Para um dado observador, dois objetos A e B, de massas iguais, movem-se com velocidade constantes de 20 Km/h e 30 Km/h, respectivamente. Para o mesmo observador, qual a razão  $E_A/E_B$  entre as energias cinéticas desses objetos?

- 1/3
- 2/3
- 9/4
- 4/9
- 3/2

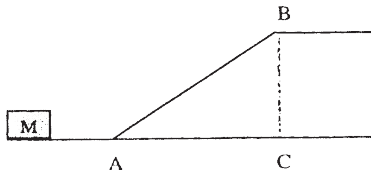
3. (FURG) Associe as grandezas da coluna 1 com as características apontadas na coluna 2.

Coluna 1:	Coluna 2:
(1) Energia	<input type="checkbox"/> grandeza escalar
(2) Força	<input type="checkbox"/> medida em Joules
	<input type="checkbox"/> possui módulo, direção e sentido
	<input type="checkbox"/> medida com dinamômetro

A alternativa que contém a associação correta da coluna 2, quando lida de cima para baixo, é

- 1 - 1 - 2 - 2
- 1 - 2 - 1 - 2
- 1 - 2 - 2 - 1
- 2 - 2 - 1 - 1
- 2 - 1 - 1 - 2

4. (UFPEL) Um corpo de massa  $M$  deve ser deslocado do ponto A ao ponto B, conforme mostra a figura. A linha AC é horizontal e a AB representa um plano inclinado. Sob o ponto de vista do trabalho realizado pelo peso do corpo, podemos afirmar que:

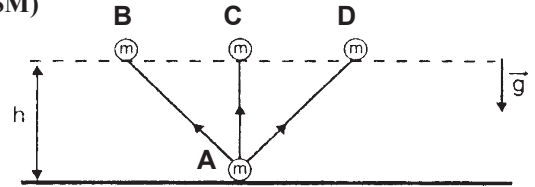


- o trabalho independe do percurso.
- é mais conveniente o percurso AB.
- é mais conveniente o percurso ACB
- não há trabalho realizado nesse caso.
- o trabalho é menor, no percurso AB.

5. (UFSM) Uma partícula de 2 Kg de massa é abandonada de uma altura de 10 m. Depois de certo intervalo de tempo, logo após o início do movimento, a partícula atinge uma velocidade de módulo 3 m/s. Durante esse intervalo de tempo, o trabalho (em J) da força peso sobre a partícula, ignorando a resistência do ar, é:

- 6
- 9
- 20
- 60
- 200

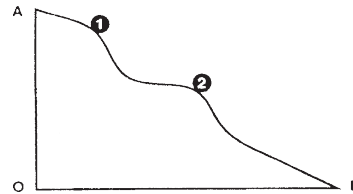
6. (UFSM)



Conforme a figura, um corpo de massa  $m$  é elevado contra o campo gravitacional  $g$  com velocidade constante, passando da posição A para as posições B ou C ou D. Desprezando qualquer tipo de atrito, o trabalho realizado é:

- maior na trajetória AD
- menor na trajetória AD
- menor na trajetória AC
- igual somente nas trajetórias AB e AD
- igual em todas as trajetórias

7. (UFSM) Dois corpos, 1 e 2, partem do repouso na posição A, em instantes diferentes, e deslizam, sem rolar, ao longo de um escorregador sem atrito, até chegar a posição B, conforme a figura.



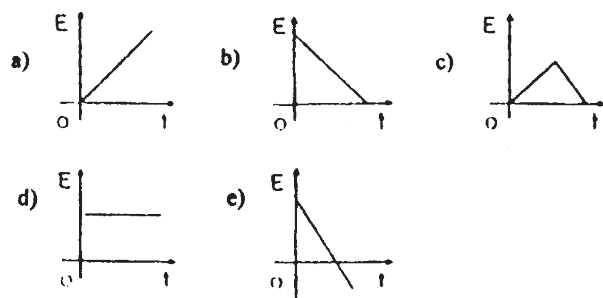
Se as massas de 1 e 2 são  $m_1$  e  $m_2 = m_1/2$  e as suas velocidades em B são  $v_1$  e  $v_2$ , respectivamente, então, conclui-se que

- $v_1 = v_2/4$
- $v_1 = v_2/2$
- $v_1 = v_2$
- $v_1 = 2v_2$
- $v_1 = 4v_2$

8. (UFSM) Um bloco de 2 Kg desliza sobre um plano horizontal. Sua velocidade inicial é de 10 m/s e a velocidade com que ele abandona o plano é de 5 m/s. Considerando que a única força que atua na horizontal é a força de atrito, o trabalho dessa força sobre o bloco

- não pode ser determinado, pois não se conhece o coeficiente de atrito.
- não pode ser determinado, pois não se conhece a sua trajetória.
- é nulo
- é - 75J
- é - 125J

9. (UFSM) O gráfico que representa a energia mecânica (soma da energia cinética e potencial), em função do tempo, para um objeto lançado verticalmente para cima, desprezando-se o atrito, é



**10. (UFRGS)** Num sistema de referência inercial, é exercida uma força resultante sobre um corpo de massa igual a 0,2 Kg, que se encontra inicialmente em repouso. Essa força resultante realiza sobre o corpo um trabalho de 1J, produzindo nele apenas movimento de translação. No mesmo sistema de referência, qual é o módulo da velocidade adquirida pelo corpo em consequência do trabalho realizado sobre ele?

- a)  $\sqrt{5}$  m/s                      c) 5 m/s                      e) 20 m/s  
b)  $\sqrt{10}$  m/s                      d) 10 m/s

**11. (UFMS)**

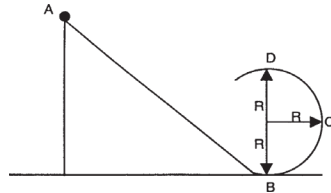


O bloco da figura está em repouso sobre um plano horizontal e perfeitamente lizo. A partir do instante  $t = 0$ s, passa a atuar sobre o bloco uma força constante de módulo igual a 15 N, e esse bloco atinge a velocidade de 20 m/s no instante  $t = 4$ s.

A massa do bloco é, em Kg,

- a) 3                                      c) 9                                      e) 15  
b) 6                                      d) 12

**12. (UFMS)** Uma partícula de massa  $m$  é abandonada do repouso em A e desliza, sem atrito, ao longo de um trilho, conforme a figura. O raio da parte circular,  $R$ , é equivalente a  $1/3$  da altura do ponto A. As expressões que determinam a energia cinética nos pontos B, C e D são respectivamente,



- a)  $3 mgR$ ;  $2 mgR$ ;  $mgR$   
b)  $2 mgR$ ;  $mgR$ ; 0  
c)  $3 mgR$ ;  $mgR$ ;  $2 mgR$   
d)  $mgR$ ;  $2 mgR$ ;  $3 mgR$   
e) 0;  $2 mgR$ ;  $3 mgR$

**13. (FURG)** Um corpo de massa  $m = 10$  Kg, inicialmente em repouso, é deslocado por uma distância de 10 m com uma força constante na direção horizontal, adquirindo, ao final destes 10 m, uma energia cinética de 500J.

A aceleração e o tempo gasto pelo corpo para percorrer os 10 m são, respectivamente,

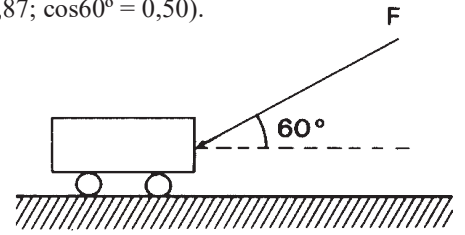
- a)  $5 \text{ m/s}^2$  e 1s                      d)  $50 \text{ m/s}^2$  e 2s  
b)  $5 \text{ m/s}^2$  e 2s                      e)  $50 \text{ m/s}^2$  e 10s  
c)  $50 \text{ m/s}^2$  e 1s

**14. (FURG)** Um tubarão branco nada, normalmente, a uma velocidade de cerca de 3 Km/h, mas pode atingir rapidamente uma velocidade em torno de 26 Km/h ao atacar uma presa. Ao alterar a sua velocidade de 3 Km/h para 26 Km/h, a energia cinética do tubarão aumenta em aproximadamente

- a) 3 vezes                                      d) 50 vezes  
b) 9 vezes                                      e) 75 vezes  
c) 26 vezes

**15. (PUC-MG)** O trabalho realizado pela força  $F = 50$  N, ao empurrar o carrinho por uma distância de 2 m, é, em joules: (Dados:  $\sin 60^\circ = 0,87$ ;  $\cos 60^\circ = 0,50$ ).

- a) 25  
b) 50  
c) 63  
d) 87  
e) 100

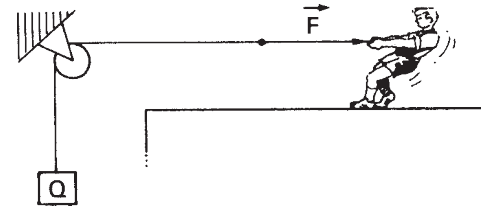


**16. (UFMS)** Em uma caçada, um índio dispara uma flecha de massa 100g, a uma velocidade de 24m/s. O trabalho, em joule, realizado pelo índio para esticar o arco é

- a) 6                                      d) 288  
b) 28,8                                      e) 600  
c) 60

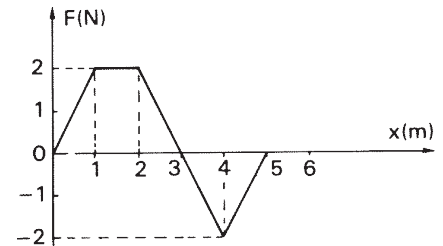
**17. (Unifor-CE)** A figura abaixo representa um garoto erguendo um corpo de peso  $Q = 150$  N a uma altura de 10 m, em movimento uniforme, durante 20 s. O trabalho realizado, em joules, é de:

- a) 1500  
b) 750  
c) 200  
d) 75  
e) 7,5



**18. (UFSCar-SP)** Um bloco de 10 Kg se movimenta em linha reta sobre uma mesa lisa, em posição horizontal, sob a força de uma força variável que atua na mesma direção do movimento, conforme mostra o gráfico abaixo. O trabalho realizado pela força quando o bloco se desloca da origem até o ponto  $x = 6$  m, é em joules, de:

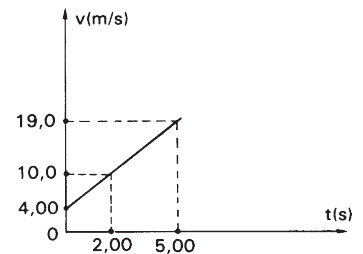
- a) 1  
b) 6  
c) 4  
d) zero  
e) 2



**19. (UEL-PR)** A velocidade escalar de um corpo de 4,00 Kg de massa varia de acordo com o gráfico ao lado:

Entre os instantes  $t_1 = 2,00$  s e  $t_2 = 5,00$  s, a sua energia cinética sofre uma variação, em joules, de:

- a) 9,00  
b) 162  
c) 324  
d) 522  
e) 722



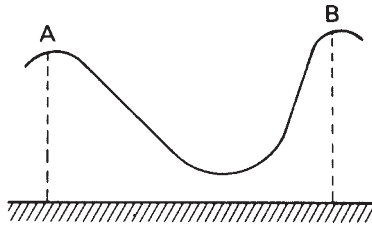
20. (MACK-SP) Uma criança de 20 Kg, ao deslizar a partir do repouso num escorregador de 2 m de altura, chega ao solo com velocidade de 3 m/s. (Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

A quantidade de energia mecânica dissipada foi de:

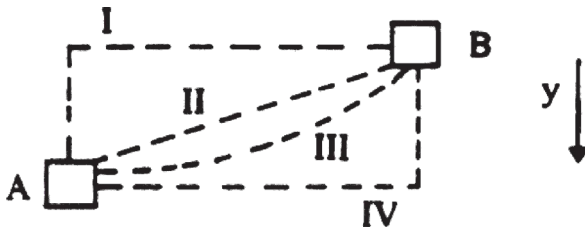
- a) 220 J  
b) 310 J  
c) 370 J  
d) 420 J  
e) 710 J

21. (Fuvest - SP) Um carrinho de 20 Kg percorre um trecho de montanha-russa. No ponto A, a uma altura de 10 m, o carrinho passa com uma velocidade  $v_A = 20 \text{ m/s}$ . No ponto B, a uma altura de 15 m, a velocidade é  $v_B = 10 \text{ m/s}$ . O trabalho das forças de atrito no trecho AB, em valor absoluto, é equivalente a:

- a) zero  
b) 1.000 J  
c) 2.000 J  
d) 5.000 J  
e) 1.500 J



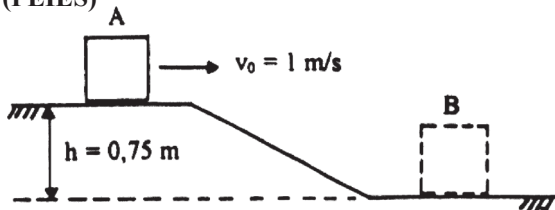
22. (PEIES)



Se um objeto for levado da posição A para a posição B, ao longo das quatro trajetórias indicadas na figura, o trabalho realizado contra a força gravitacional constante, que aponta na mesma direção e sentido do eixo Y, será

- a) o mesmo em todas as trajetórias.  
b) o mesmo somente nas trajetórias I e IV.  
c) maior na trajetória I.  
d) menor na trajetória II.  
e) menor na trajetória IV.

23. (PEIES)



A figura representa um corpo de massa 2 kg que parte da posição A, sobre uma superfície plana horizontal, com velocidade de 1m/s. Depois de descer um plano inclinado, o corpo chega à posição B, em outra superfície plana horizontal, a 0,75 m abaixo da posição A. Ignorando o atrito e considerando a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$ , calcula-se que, ao alcançar o ponto B, a velocidade do corpo (em m/s) será de

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

24. (PEIES) Indique se é verdadeira (V) ou falsa (F) cada afirmação a seguir.

- ( ) Se é nulo o trabalho realizado por uma força aplicada por um corpo, então, necessariamente, o corpo não se desloca.  
( ) A força gravitacional realiza um trabalho negativo sobre um corpo que cai livremente.  
( ) O trabalho realizado por uma força aplicada sobre um corpo é o produto do deslocamento do corpo pela componente da força na direção desse deslocamento.

A sequência correta é:

- a) F - F - V  
b) V - V - V  
c) V - F - V  
d) V - V - F  
e) F - V - F

25. (PEIES) Um corpo de 1 Kg é lançado do solo, verticalmente, para cima, com uma energia cinética de 1000 J. Considerando -se a aceleração gravitacional  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , a altura máxima atingida pelo corpo é, em m,

- a) 1  
b) 5  
c) 10  
d) 50  
e) 100

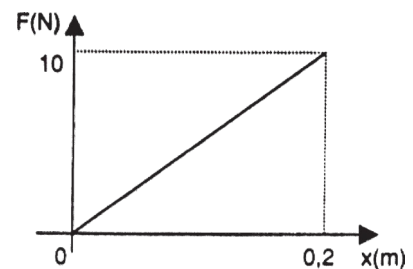
26. (PEIES) Um objeto de 2 kg parte do repouso, sob a ação de uma força constante e, após percorrer 10 m, sua velocidade passa a ser de 2 m/s. O valor dessa força, em newtons, é

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

27. (PEIES) Um homem empurra um caixote de 10 kg com velocidade constante de 2 m/s, durante 6 s. Considerando  $10 \text{ m/s}^2$  a aceleração da gravidade e 0,1 o coeficiente de atrito entre a caixa e o assoalho, o trabalho realizado pelo homem, em joules, é de

- a) -120  
b) -2  
c) zero  
d) 2  
e) 120

28. (PEIES)



Em uma mola presa em uma extremidade de modo que fique na vertical, são adicionados, na outra extremidade, corpos de massas iguais. O gráfico mostra o módulo do peso dos corpos, em função da alongação provocada na mola.

A constante elástica da mola, em  $\text{N/m}$ , e o trabalho da força peso, em J, para alongá-la até 0,2 m são, respectivamente,

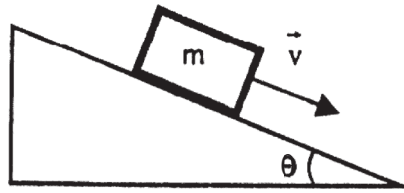
- a) 2; 2.  
b) 2; 1.  
c) 2; 0,5.  
d) 50; 2.  
e) 50; 1.

29. (PEIES) Um objeto desce uma rampa com velocidade constante. Durante a descida,

- a energia potencial permanece constante.
- a energia mecânica permanece constante.
- a energia cinética aumenta.
- o trabalho realizado pela força de atrito é nulo.
- o trabalho realizado pela força de atrito é igual ao decréscimo da energia potencial.

30. (PEIES) Um corpo de massa  $m$  desce um plano inclinado com velocidade constante  $V$ , conforme a figura. Sendo  $g$  o módulo de aceleração gravitacional e  $\theta$  o ângulo do plano inclinado com a horizontal, o módulo da força de atrito entre o corpo e o plano inclinado vale

- zero
- $mg$
- $mg \cos \theta$
- $mg \sin \theta$
- $mg \operatorname{tg} \theta$

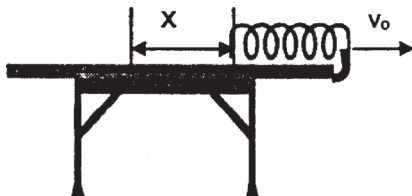


31. (PEIES) Alguns carros modernos são equipados com sistema de freio ABS (sistema autobloqueante), cuja finalidade é impedir o deslizamento dos pneus na estrada, durante a frenagem. Portanto, a velocidade instantânea relativa entre o ponto de contato do pneu e o solo, durante a frenagem, é \_\_\_\_\_, o atrito em questão é \_\_\_\_\_ e é sempre maior que o atrito \_\_\_\_\_.

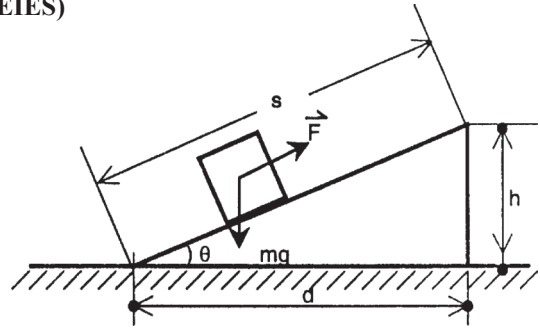
- zero - estático - cinético
- zero - cinético - estático
- a mesma do carro - estático - cinético
- a mesma do carro - cinético - estático
- de sentido contrário à do carro - estático - cinético.

32. (PEIES) Conforme a figura, uma das extremidades de uma mola de massa  $m$  e constante elástica  $k$  é apoiada no tampo de uma mesa lisa (sem atrito) e horizontal, e a outra extremidade é alongada de um comprimento  $x$  e solta. O módulo da velocidade da mola ( $V_0$ ), imediatamente após ser solta, é

- $\sqrt{\frac{k}{m}} x$
- $\sqrt{\frac{k}{m}} x^2$
- $\sqrt{\frac{k}{m}} x$
- $\sqrt{\frac{m}{k}} x$
- $\sqrt{\frac{m}{k}} x$



33. (PEIES)

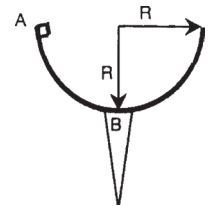


Uma força  $F$ , aplicada sobre um corpo de massa  $m$ , desloca-se sobre um plano inclinado que faz um ângulo  $\theta$  com a horizontal, conforme a figura. O trabalho líquido realizado para elevar o corpo de uma altura  $h$ , desconsiderando o atrito, é

- $F S$
- $F d$
- $F h$
- $(F - mg \sin \theta) d$
- $(F - mg \sin \theta) s$

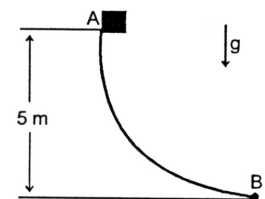
34. (PEIES) Um cubo de gelo é a partir do repouso, solto da borda de uma taça cujo interior é hemisférico. Os módulos das forças centrípetas que agem sobre o gelo nos pontos A (início do movimento) e B (ponto mais baixo da trajetória), desconsiderando o atrito entre o cubo de gelo e a taça, são, respectivamente,

- 0;  $mg$
- $mg$ ;  $mg$
- 0;  $2mg$
- $2mg$ ;  $2mg$
- 0; 0



35. (UFSM) Um corpo de massa 1 kg é abandonado a partir do repouso, no ponto A, situado a 5 m de altura em relação a B, conforme a figura. O corpo atinge o ponto B somente deslizando com o módulo da velocidade de 8 m/s. Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , pode-se afirmar que a variação da energia mecânica é, em J,

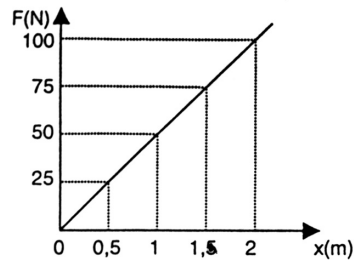
- 32
- 18
- 0
- 18
- 32



36. (UFSM) Um barco equipado com um motor de popa cuja potência é 25 HP, desloca-se com velocidade relativa à velocidade do rio que é 36 km/h. Sabendo que 1 HP vale aproximadamente 745 W, qual o módulo da força exercida no barco, em N?

- 25
- $\frac{25}{36}(745)$
- $\frac{2,5}{36}(745)$
- 2,5
- $\frac{36}{25}(745)$

37. (UFSM)



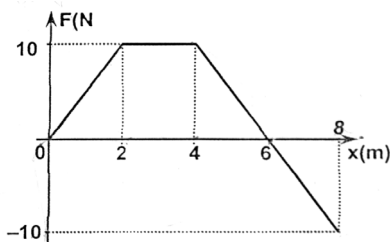
O gráfico representa a elongação de uma mola, em função da tensão exercida sobre ela. O trabalho da tensão para distender a mola de 0 a 2 m é, em J,

- a) 200                      c) 50                      e) 12,5  
b) 100                      d) 25

38. (UFSM) Um corpo de 1 kg, com velocidade escalar de 6 m/s, atinge o repouso após percorrer uma distância de 2 m, subindo um plano inclinado de um ângulo de  $30^\circ$  com a horizontal. Considerando a aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , o trabalho da força de atrito sobre o corpo é, em J,

- a) 28  
b) -28  
c) 18  
d) 8  
e) -8

39. (FURG) Um bloco de 5 kg move-se em linha reta sobre uma superfície horizontal, sem atrito, sob a influência de uma força que varia conforme a posição, conforme mostrado na figura. Se a velocidade da partícula, ao passar pela origem, era 4,0 m/s, com que velocidade ela passará pelo ponto  $x = 8 \text{ m}$ ?



- a)  $\sqrt{28} \text{ m/s}$   
b)  $\sqrt{27} \text{ m/s}$   
c)  $\sqrt{26} \text{ m/s}$   
d)  $\sqrt{25} \text{ m/s}$   
e)  $\sqrt{24} \text{ m/s}$

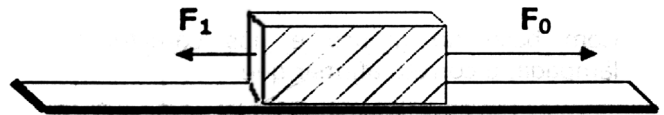
40. (FURG) Um vagão ferroviário de 10.000 kg movimentava-se sobre trilhos horizontais a 0,4 m/s, com atrito desprezível. No final dos trilhos, o vagão atinge um paracheque de mola, cuja constante elástica vale  $4 \times 10^4 \text{ N/m}$  e entra, momentaneamente, em repouso. Admitindo que somente a força conservativa da mola exerce trabalho sobre o vagão, podemos afirmar que a mola sofre uma compressão de

- a) 5 cm  
b) 10 cm  
c) 12 cm  
d) 15 cm  
e) 20 cm

41. (UFRGS) Um caixote se encontra em repouso sobre o piso horizontal de uma sala (considerada um sistema de referência inercial).

Primeiramente, é exercida sobre o caixote uma força horizontal  $F_0$ , de módulo igual a 100 N, constatando-se que o caixote se mantém em repouso devido ao atrito entre ele e o piso.

A seguir, acrescenta-se ao sistema de forças outra força horizontal  $F_1$ , de módulo igual a 20 N e de sentido contrário a  $F_0$ , conforme representa a figura abaixo.



A respeito dessa nova situação, é correto afirmar que o trabalho realizado subsequentemente pela resultante das forças exercidas sobre o caixote, no mesmo referencial da sala, é igual a

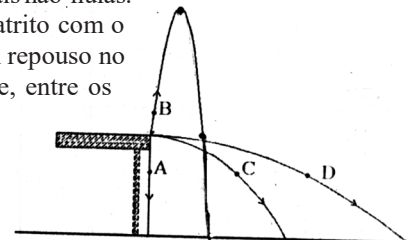
- a) zero, pois a força resultante é nula.  
b) 20 J para um deslocamento de 1 m.  
c) 160 J para um deslocamento de 2 m.  
d) 300 J para um deslocamento de 3 m.  
e) 480 J para um deslocamento de 4 m.

42. (UFRGS) Uma pessoa em repouso sobre um piso horizontal observa um cubo, de massa 0,20 kg, que desliza sobre o piso, em movimento retilíneo de translação. Inicialmente, o cubo desliza sem atrito, com velocidade constante de 2 m/s. Em seguida, o cubo encontra pela frente, e atravessa em linha reta, um trecho do piso, de 0,3 m, onde existe atrito. Logo após a travessia deste trecho, a velocidade de deslizamento do cubo é de 1 m/s. Para aquele observador, qual foi o trabalho realizado pela força de atrito sobre o cubo?

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

43. (UFRGS) A figura abaixo representa as trajetórias dos projéteis idênticos A, B, C e D, desde seu ponto comum de lançamento, na borda de uma mesa, até o ponto de impacto no chão, considerado perfeitamente horizontal. O projétil A é deixado cair a partir do repouso, e os outros três são lançados com velocidades iniciais não-nulas.

Desprezando o atrito com o ar, um observador em repouso no solo pode afirmar que, entre os níveis da mesa e do chão,



- a) o projétil A é o que experimenta maior variação de energia cinética.  
b) o projétil B é o que experimenta maior variação de energia cinética.  
c) o projétil C é o que experimenta maior variação de energia cinética.

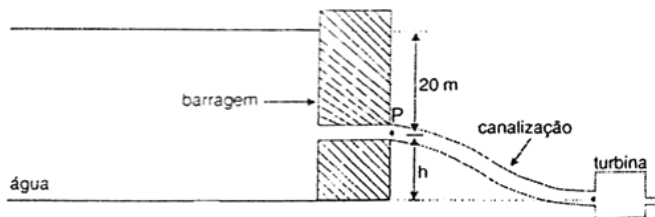
d) o projétil D é o que experimenta maior variação de energia cinética.

e) todos os projéteis experimentam a mesma variação de energia cinética.

**44. (UFSM)** Um caminhão transporta 30 toneladas de soja numa estrada retilínea e plana, em MRU, com velocidade de módulo igual a 72 km/h. Se 200.000 W da potência do motor do caminhão estão sendo usados para vencer a força de resistência do ar, o módulo dessa força é, em N,

- a) 10.000
- b) 60.000
- c) 480.000
- d) 6.000.000
- e) 14.400.000

**45. (UFSM)** Se não existe perda de energia no escoamento e se o módulo da velocidade da água em P é  $v$ , a energia disponível para girar a turbina, para uma quantidade de água de massa  $m$ , é

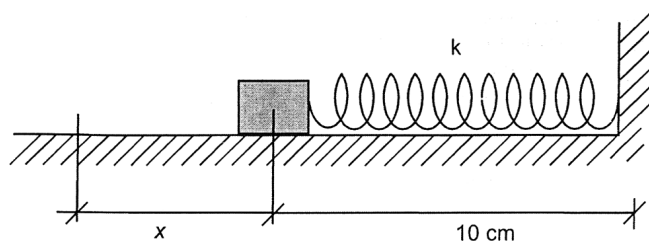


- a)  $(1/2)mv^2 + mgh$
- b)  $mgh$
- c)  $(1/2)mv^2 - mgh$
- d)  $(1/2)mv^2$
- e)  $(1/2)mv^2 + mg(20m + h)$

**46. (PEIES)** Um corpo de 10 kg de massa é abandonado de uma altura de 40 m. Considerando que esse corpo cai em queda livre e que o módulo da aceleração gravitacional é constante e de 10  $m/s^2$ , a energia mecânica do sistema corpo-terra, quando o corpo estiver a 20 m do solo, será de, em joule (J),

- a) 20
- b) 40
- c) 200
- d) 400
- e) 4000

Nas questões 47 e 48, considere um bloco de massa 0,5 kg em repouso, como se apresenta na figura. A mola, de constante elástica  $k = 2$  N/m, tem 14 cm de comprimento quando não está submetida a forças externas.



**47. (PEIES)** A força de atrito do plano sobre o bloco tem módulo, em N, de

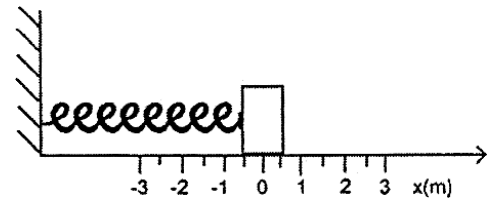
- a) 0,05
- b) 0,08
- c) 0,10
- d) 8,00
- e) 28,00

**48. (PEIES)** Se o atrito desaparecesse de repente, o bloco seria impulsionado até uma velocidade final de módulo, em m/s,

- a) 0,06
- b) 0,08
- c) 0,12
- d) 4,00
- e) 5,66

**49. (PEIES)** A figura representa um sistema corpo-mola, na posição de equilíbrio. Se a constante elástica da mola é  $k = 100$  N/m, qual o trabalho realizado pela força elástica, quando o corpo desloca-se da posição 0 m até a posição 2 m?

- a) 200 J
- b) 100 J
- c) -100 J
- d) -200 J
- e) -400 J



**50. (PEIES)** Duas esferas, A de massa igual a 2 kg e B de massa igual a 4 kg, são lançadas verticalmente, para cima, com a mesma velocidade inicial, a partir do solo. Se a resistência do ar for desprezada, pode-se afirmar que A atinge uma altura

- a) maior que B e volta ao solo ao mesmo tempo que B.
- b) maior que B e volta ao solo antes de B.
- c) igual a B e volta ao solo ao mesmo tempo que B.
- d) menor que B e volta ao solo ao mesmo tempo que B.
- e) menor que B e volta ao solo antes de B.

## Gabarito

01. B	08. D	15. B	22. A	29. E	36. C	43. E
02. B	09. D	16. B	23. D	30. D	37. B	44. A
03. A	10. B	17. A	24. A	31. A	38. E	45. A
04. A	11. A	18. E	25. E	32. A	39. A	46. E
05. B	12. A	19. D	26. B	33. E	40. E	47. B
06. E	13. B	20. B	27. E	34. C	41. A	48. B
07. C	14. E	21. C	28. E	35. B	42. C	49. D
						50. C

# Dinâmica Impulsiva

## Impulso ( $\vec{I}$ )



$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t \quad (\text{N.s})$$

I = impulso;  
F = força;  
 $\Delta t$  = intervalo de tempo.

## Quantidade de Movimento de um Corpo ( $\vec{Q}$ )

$$\vec{Q} = m \cdot \vec{v} \quad (\text{Kg} \cdot \text{m/s})$$

Q = quantidade de movimento;  
m = massa;  
v = velocidade.

## Teorema do Impulso

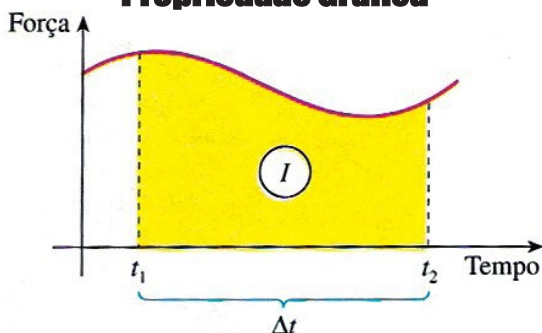
“O impulso da força resultante é igual à variação da quantidade de movimento do corpo no intervalo de tempo considerado”.

$$\vec{I} = \Delta \vec{Q}$$



$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t = \vec{Q}_2 - \vec{Q}_1 = m \cdot \vec{v}_2 - m \cdot \vec{v}_1$$

### Propriedade Gráfica



$$\text{Área} = \vec{I} = \Delta \vec{Q} = m \vec{v}_2 - m \vec{v}_1$$

## Conservação da Quantidade de Movimento Sistema Isolado

É aquele em que o impulso total das forças externas é **nulo**. A quantidade de movimento de um sistema é **constante**, embora a quantidade de movimento de cada elemento do sistema possa variar.



## Choques Mecânicos

### (Conservam a Quantidade de Movimento)

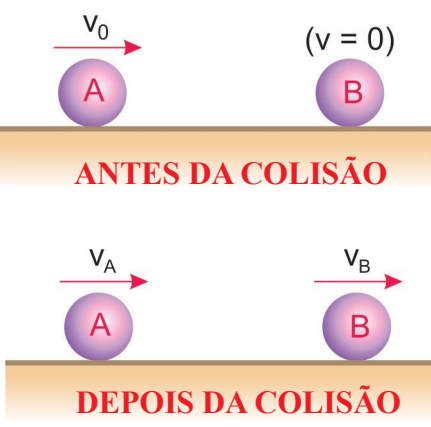
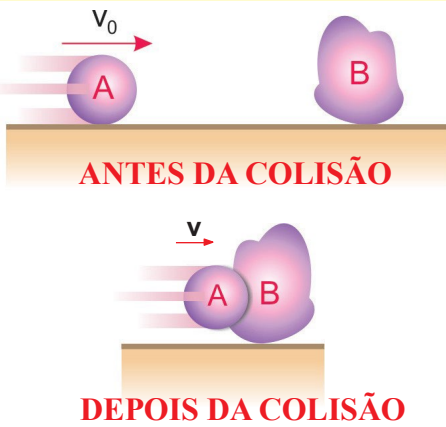
Em todo o sistema isolado, livre de forças externas, a quantidade de movimento se conserva, mesmo que parte da energia cinética se transforme em som ou energia térmica.

$$Q_{\text{antes}} = Q_{\text{depois}}$$

Um conjunto de corpos, ou de pontos materiais, constitui um sistema no qual podem agir forças internas e forças externas:

- a) **Força interna:** interação de dois componentes do sistema
- b) **Força externa:** interação de um componente do sistema com corpos que não sejam do sistema

## Resumo

	<b>CHOQUE PERFEITAMENTE ELÁSTICO</b>	<b>CHOQUE PERFEITAMENTE INELÁSTICO</b>
	 <p>ANTES DA COLISÃO</p> <p>DEPOIS DA COLISÃO</p>	 <p>ANTES DA COLISÃO</p> <p>DEPOIS DA COLISÃO</p>
<b>Característica</b>	<b>Seguem separados</b>	<b>Seguem juntos</b>
<b>Quantidade de Movimento</b>	$Q_{\text{antes}} = Q_{\text{depois}}$	$Q_{\text{antes}} = Q_{\text{depois}}$
<b>Cálculo</b>	$m_A \cdot v_A + m_B \cdot v_B = m_A \cdot v_A' + m_B \cdot v_B'$	$m_A \cdot v_A + m_B \cdot v_B = (m_A + m_B) \cdot v$
<b>Energia Cinética</b>	$\Sigma E_{C(\text{antes})} = \Sigma E_{C(\text{depois})}$	$\Sigma E_{C(\text{antes})} > \Sigma E_{C(\text{depois})}$
<b>Coefficiente de Restituição</b>	$e = 1$	$e = 0$

1. O coeficiente de restituição ( $e$ ) é a relação entre os módulos das velocidades relativas de afastamento e o módulo da velocidade relativa de aproximação:

$$e = \frac{V_{\text{relativa de afastamento}}}{V_{\text{relativa de aproximação}}}$$

 $\Rightarrow$ 

$$e = \frac{V_B' - V_A'}{V_A - V_B}$$

$V_B'$  e  $V_A'$  = velocidade após o choque;  
 $V_A$  e  $V_B$  = velocidade antes do choque.

2. Durante as colisões os corpos trocam forças muito intensas que podem provocar deformações. Essas forças recebem o nome de forças impulsivas, e são forças internas em relação ao sistema constituído pelos corpos que realizaram o choque. Mesmo quando existem forças externas agindo durante o choque, os impulsos dessas forças são desprezíveis, pois o intervalo de tempo de uma colisão é extremamente pequeno.

# Testes

1. (UFSM) Um jogador chuta uma bola de 0,4 Kg, parada, imprimindo-lhe uma velocidade de módulo 30 m/s. Se a força sobre a bola tem uma intensidade média de 600 N, o tempo de contato do pé do jogador com a bola, em s, é de

- a) 0,02 c) 0,2 e) 0,8  
b) 0,06 d) 0,6

2. (UFRGS) Dois vagões de trem, de massas  $4 \times 10^4$  Kg e  $3 \times 10^4$  Kg, deslocam-se no mesmo sentido, sobre uma linha férrea retilínea. O vagão de menor massa está na frente, movendo-se com uma velocidade de 0,5 m/s. A velocidade do outro é 1 m/s. Em dado momento, se chocam e permanecem acoplados. E imediatamente após o choque, a quantidade de movimento do sistema formado pelos dois vagões é

- a)  $3,5 \times 10^4$  Kg . m/s d)  $7,0 \times 10^4$  Kg . m/s  
b)  $5,0 \times 10^4$  Kg . m/s e)  $10,5 \times 10^4$  Kg . m/s  
c)  $5,5 \times 10^4$  Kg . m/s

3. (UFRGS) Uma variação na quantidade de movimento de um corpo, entre dois instantes, está necessariamente associada a presença de

- a) uma aceleração. d) uma colisão.  
b) um trabalho mecânico. e) uma explosão.  
c) uma trajetória circular.

4. (UFSM) Uma partícula com velocidade de módulo 4 m/s se choca com uma partícula parada. Supondo que todo movimento ocorra sobre uma mesma reta e que as partículas, cada qual com massa de 2 Kg, movam-se juntas após o choque, o módulo da sua velocidade comum (em m/s) é

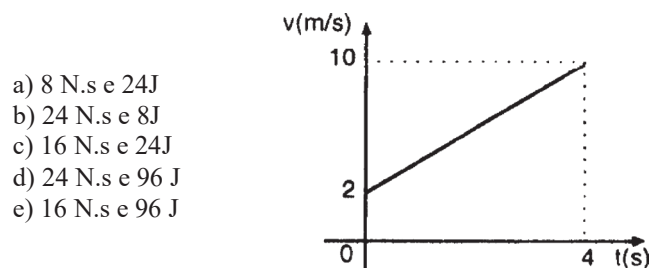
- a) 1 c) 3 e) 5  
b) 2 d) 4

5. (UFSM) Uma partícula com uma quantidade de movimento de módulo 4 Kg . m/s colide, elasticamente, com uma parede imóvel, retornando sobre si mesma. Sendo 0,2 s o tempo de contato entre a partícula e a parede, o módulo da força (em N) da parede sobre a partícula é

- a) 0,05 d) 20  
b) 1 e) 40  
c) 1,6

6. (UFSM) Um corpo com massa de 2 Kg, em movimento retilíneo, tem sua velocidade linear variando no tempo de acordo com o gráfico abaixo.

O valor do impulso e do trabalho da força resultante sobre o corpo entre  $t = 0$  s e  $t = 4$  s valem, respectivamente,



- a) 8 N.s e 24J  
b) 24 N.s e 8J  
c) 16 N.s e 24J  
d) 24 N.s e 96 J  
e) 16 N.s e 96 J

7. (UFSM) Uma flecha de massa 100g, a uma velocidade de 24 m/s encontra uma ave, com massa de 900g, livre, em repouso sobre um galho. A ave ferida mais a flecha passam a ser um único corpo, com velocidade final, em m/s, de

- a) zero. d) 2,4.  
b) 0,6 e) 6.  
c) 1,2.

8. (UFSM) Um canhão de 150 Kg, em repouso sobre o solo, é carregado com um projétil de 1,5 Kg. Se o atrito entre o canhão e o solo é nulo e se a velocidade do projétil em relação ao solo, e imediatamente após o disparo é de 150 m/s, então a velocidade inicial do recuo do canhão é, em m/s,

- a) 0,015 d) 15  
b) 0,15 e) 150  
c) 1,5

9. (Fuvest-SP) Uma partícula de massa  $m$  e velocidade  $v$  colide com outra de massa  $3m$  inicialmente em repouso. Após a colisão, e elas permanecem juntas, movendo-se com velocidade  $V$ . Então:

- a)  $V = 0$  d)  $3V = v$   
b)  $V = v$  e)  $4V = v$   
c)  $2V = v$

10. (PUC - MG) Sabe-se que o impulso  $I$  sofrido por um sistema é igual à sua variação de quantidade de movimento  $\Delta P$ . Uma bola de 0,50 Kg aproxima-se de uma parede com uma velocidade de 10 m/s e, após um choque com a parede, retorna, na mesma direção, sem alterar o módulo de sua velocidade. O impulso recebido pela bola, na interação com a parede, é, em N . s:

- a) zero d) 20  
b) 2,0 e) 25  
c) 10

11. (PUCC-SP) Um operário de massa 75 Kg está sobre um carrinho de massa 15 Kg e que se desloca a 10 m/s sobre uma superfície plana e horizontal. Num certo instante cai sobre o carrinho um saco de areia contendo 60 Kg. A velocidade do sistema assim constituído (carrinho+operário+saco de areia) passa a ser:

- a) 9,0 m/s d) 7,2 m/s  
b) 5,3 m/s e) 8,0 m/s  
c) 6,0 m/s

12. (Cesgranrio-RJ) Um carrinho de massa  $m_1 = 2,0$  Kg, deslocando-se com velocidade  $v_1 = 6,0$  m/s sobre um trilho horizontal sem atrito, colide com outro carrinho de massa  $m_2 = 4,0$  Kg, inicialmente em repouso sobre o trilho. Após a colisão, os dois carrinhos, se deslocam ligados um ao outro sobre esse mesmo trilho. Qual a perda de energia mecânica na colisão?

- a) 0 J d) 36 J  
b) 12 J e) 48 J  
c) 24 J

**13. (PUC-SP)** Um corpo  $C_1$ , de massa  $m_1$  e velocidade  $v$ , sofre um choque inelástico com outro,  $C_2$ , de massa  $m_2$  e inicialmente em repouso. Pode-se afirmar, nesse caso, que:

- há conservação da quantidade de movimento do sistema, com dissipação de energia;
- há conservação da quantidade de movimento do sistema, sem dissipação de energia;
- a energia cinética do sistema é nula;
- a energia cinética desse sistema é conservada;
- a energia cinética de  $C_1$  é totalmente transferida para  $C_2$ .

**14. (Fuvest -SP)** Uma partícula se move com velocidade uniforme  $v$  ao longo de uma reta e se choca frontalmente com outra partícula idêntica, inicialmente em repouso. Considerando o choque elástico e desprezando atritos, podemos afirmar que, após o choque:

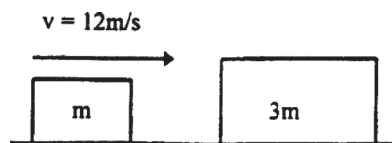
- as duas partículas se movem no mesmo sentido com velocidade  $\frac{v}{2}$ ;
- as duas partículas se movem em sentidos opostos com velocidades  $-v$  e  $+v$ ;
- a partícula incidente reverte o sentido no seu movimento permanecendo a outra em repouso;
- a partícula incidente fica em repouso e a outra se move com velocidade  $v$ ;
- as duas partículas se movem em sentidos opostos com velocidade  $-v$  e  $2v$ .

**15. (PEIES)** Um projétil de 5 g é disparado, com uma velocidade de 200 m/s, por um rifle de 5 kg inicialmente em repouso. A velocidade de recuo do rifle (em m/s), logo após o disparo, é de

- 0,1
- 0,2
- 10,0
- 20,0
- 200,0

**16. (PEIES)** A figura representa um corpo de massa  $m$  deslocando-se sobre um plano horizontal, sem atrito, com uma velocidade de  $12m/s$ , na direção de outro corpo de massa  $3m$  em repouso. Se, após a colisão, ambos permanecerem unidos, a velocidade será, em m/s,

- 2
- 3
- 4
- 6
- 12



**17. (PEIES)** Quando um projétil é disparado por uma arma, observa-se o recuo da mesma. A lei que descreve esse fenômeno é conhecida como

- Lei da Inércia.
- 2ª Lei de Newton
- Lei da Conservação da Quantidade de Movimento.
- Lei da Conservação de Hooke.
- Lei da Conservação da Energia.

**18. (PEIES)** Um corpo de massa igual a 1 kg se movimenta em uma trajetória retilínea, segundo a equação horária  $s = 2t^2$ , onde  $s$  é dado em m e  $t$ , em s. O módulo do impulso recebido pelo corpo, em Ns, nos primeiros 10 segundos, é

- 2.
- 4.
- 20.
- 40.
- 200.

**19. (PEIES)** Um projétil de massa igual a 10 g, a uma velocidade horizontal com módulo de 500 m/s, colide com um bloco de madeira de massa igual a 190 g, em repouso sobre um plano horizontal sem atrito e nele penetra, ficando incrustado.

Após a colisão, o módulo da velocidade do conjunto (bloco + projétil), em m/s, é

- 2,5.
- 5.
- 25.
- 50.
- 250.

**20. (PEIES)** Um bloco A de massa  $m_A$  e velocidade  $\vec{v}$  move-se sobre uma superfície horizontal em que o atrito é desprezível e colide frontalmente com outro bloco B de massa  $m_B = m_A$ , que estava parado. Após a colisão perfeitamente elástica, qual a velocidade do bloco A?

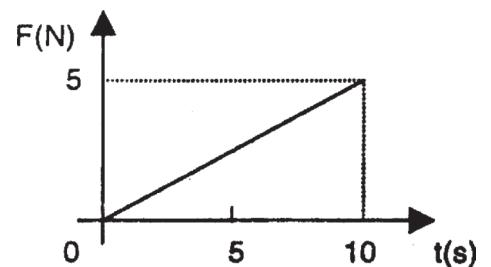
- $-\vec{v}$
- $\frac{-\vec{v}}{2}$
- $\vec{v}$
- $\frac{\vec{v}}{2}$
- 0

**21. (PEIES)** Uma bola de tênis é solta de certa altura, colide com o solo e retorna a uma altura menor. Desconsiderando a resistência imposta pelo ar, a alternativa correta é a seguinte:

- A colisão é perfeitamente elástica.
- A colisão é perfeitamente inelástica.
- A quantidade de movimento linear da bola, antes da colisão, é igual à quantidade de movimento da bola após a colisão.
- A energia cinética da bola, antes da colisão, é igual à energia cinética após a colisão.
- Uma parte da energia cinética da bola é transformada em outro tipo de energia, que não é a potencial gravitacional.

**22. (PEIES)** A figura representa a força que atua sobre um corpo de 1Kg, em função do tempo. sabendo que o corpo partiu do repouso, sua velocidade após 10s será, em m/s,

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25





**30 - (FURG)** Um bloco de madeira de 2 kg está suspenso no teto por um fio de massa desprezível. Uma arma dispara um projétil de 15 g, e este atinge o bloco com uma velocidade de 740 m/s e fica encravado no mesmo. Considerando o sistema formado pelo projétil e bloco, assinale a alternativa correta.

I. A Energia Mecânica do sistema imediatamente anterior ao choque é igual à Energia Mecânica do sistema imediatamente posterior ao choque.

II. A Quantidade de Movimento do sistema imediatamente anterior ao choque é igual à Quantidade de Movimento do sistema imediatamente posterior ao choque.

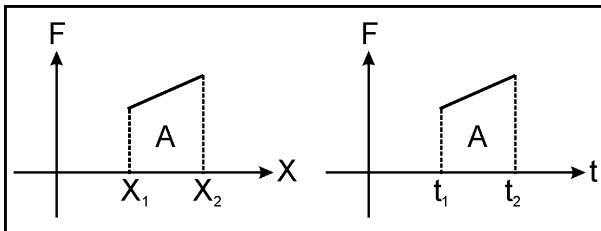
III. A Energia Cinética do sistema imediatamente anterior ao choque é igual à Energia Cinética do sistema imediatamente posterior ao choque.

IV. O aumento na Quantidade de Movimento do bloco é igual à diminuição da Quantidade de Movimento do projétil.

Assinale a alternativa que apresenta as respostas corretas.

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

**31 - (FURG)** As duas figuras abaixo referem-se a dois movimentos distintos. Nelas, “F” significa força; “x”, posição e “t”, tempo.



As áreas “A”, abaixo dos gráficos, representam, respectivamente:

- a) Trabalho e Impulso.
- b) Potência e Impulso.
- c) Potência e Trabalho
- d) Trabalho e Energia Potencial
- e) Trabalho e Energia Cinética

**32 - (UFRGS)** Um observador, situado em um sistema de referência inercial, constata que um corpo de massa igual a 2 kg, que se move com velocidade constante de 15 m/s no sentido positivo do eixo x, recebe um impulso de 40 N.s em sentido oposto ao de sua velocidade. Para esse observador, com que velocidade, especificada em módulo e sentido, o corpo se move imediatamente após o impulso?

- a) -35 m/s
- b) 35 m/s
- c) -10 m/s
- d) -5 m/s
- e) 5 m/s

**33 - (UFRGS)** Um menino desce a rampa de acesso a um terraço dirigindo um carrinho de lomba. A massa do sistema menino-carrinho é igual a 80 kg. Utilizando o freio, o menino mantém, enquanto desce, a energia cinética do sistema constante e igual a 160 J. O desnível entre o início e o fim da rampa é de 8 m.

Qual é o trabalho que as forças de atrito exercidas sobre o sistema realizam durante a descida da rampa?

(Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s<sup>2</sup>).

- a) -6.560 J
- b) -6.400 J
- c) -5.840 J
- d) -800 J
- e) -640 J

**INSTRUÇÕES:** As questões 34 e 35 referem-se ao enunciado abaixo.

Um par de carrinhos idênticos, cada um com massa igual a 0,2 kg, move-se sem atrito, da esquerda para a direita, sobre um trilho de ar reto, longo e horizontal. Os carrinhos, que estão desacoplados um do outro, têm a mesma velocidade de 0,8 m/s em relação ao trilho. Em dado instante, o carrinho traseiro colide com um obstáculo que foi interposto entre dois. Em consequência dessa colisão, o carrinho traseiro passa a se mover da direita para a esquerda, mas ainda com velocidade de módulo igual a 0,8 m/s, enquanto o movimento do carrinho dianteiro prossegue inalterado.

**34 - (UFRGS)** Em relação ao trilho, os valores, em kg.m/s, da quantidade de movimento linear do par de carrinhos antes e depois da colisão são, respectivamente,

- a) 0,16 e zero.
- b) 0,16 e 0,16
- c) 0,16 e 0,32
- d) 0,32 e zero
- e) 0,32 e 0,48

**35 - (UFRGS)** Qual é o valor do quociente da energia cinética final pela energia cinética inicial do par de carrinhos, em relação ao trilho?

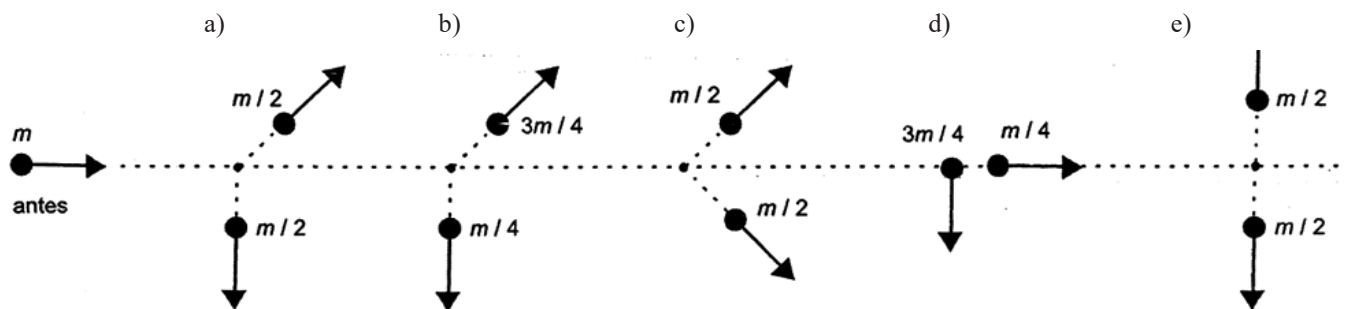
- a) 1/2
- b) 1
- c) 2
- d) 4
- e) 8

**36. (UFRGS)** Uma pistola dispara um projétil contra um saco de areia que se encontra em repouso, suspenso a uma estrutura que o deixa completamente livre para se mover. O projétil fica alojado na areia. Logo após o impacto, o sistema formado pelo saco de areia e o projétil move-se na mesma direção do disparo com velocidade de módulo igual a 0,25 m/s. Sabe-se que a relação entre as massas do projétil e do saco de areia é de 1/999.

Qual é o módulo da velocidade com que o projétil atingiu o alvo?

- a) 25 m/s
- b) 100 m/s
- c) 250 m/s
- d) 999 m/s
- e) 1000 m/s

37. (PEIES) Um corpo de massa  $m$  em movimento retilíneo uniforme parte-se em dois fragmentos sem influência externa. Se as flechas representam os vetores velocidade, a figura que pode representar tal acontecimento é



38. (PEIES) Sobre um corpo atua uma força resultante durante um intervalo de tempo. Pode-se afirmar que o impulso é igual à

- variação da velocidade do corpo.
- variação da quantidade de movimento do corpo.
- quantidade de movimento do corpo.
- energia potencial do corpo.
- energia cinética do corpo.

39. (UFSM) Uma turbina gira por efeito da colisão da água canalizada com suas pás. Se, no intervalo de tempo  $\Delta t$ , uma quantidade de água de massa  $m$  colide com uma pá de área  $A$ , tendo sua velocidade de módulo  $v$  reduzida à metade, a força exercida sobre a pá tem módulo

- $mv\Delta t$
- $\frac{mv\Delta t}{2}$
- $\frac{mv}{\Delta t}$
- $\frac{mv}{2\Delta t}$
- $\frac{2mv}{\Delta t}$

40. (UFSM) Durante a colheita, um trator de massa  $M$  e velocidade de módulo  $v$  colide com um reboque de massa  $m$  em repouso. Após a colisão, ambos se deslocam juntos, sem rotações laterais. Desprezando-se tanto o atrito quanto as deformações, o módulo da velocidade do conjunto é

- $\left(\frac{M}{M+m}\right)v$
- $(M+m)v$
- $\left(\frac{m+M}{M}\right)v$
- $\left(\frac{m}{m+M}\right)v$
- $\left(\frac{Mm}{m+M}\right)v$

## Gabarito

01. A	07. D	13. A	19. C	25. B	31. A	37. C
02. C	08. C	14. D	20. C	26. B	32. D	38. B
03. A	09. E	15. B	21. E	27. D	33. B	39. D
04. B	10. C	16. B	22. E	28. C	34. D	40. A
05. E	11. C	17. C	23. B	29. E	35. B	
06. E	12. C	18. D	24. C	30. B	36. C	

# Gravitação

“Poucas pessoas, hoje em dia, são capazes de localizar no céu estrelado qualquer constelação, mesmo a Cruzeiro do Sul. A luminosidade e a poluição das cidades, entre outras razões, fazem com que a maioria ignore esse espetáculo que, durante séculos, encantou e desafiou a imaginação dos nossos antepassados.

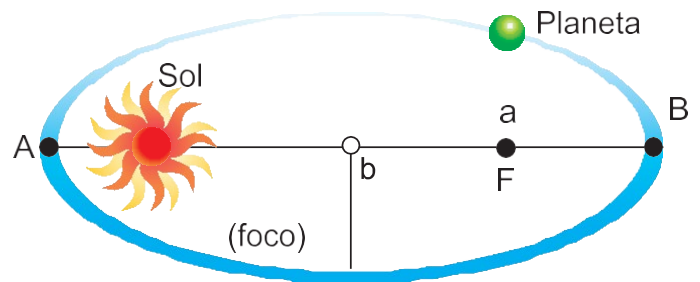
A observação do movimento das estrelas e dos planetas deu origem as mais variadas lendas e superstições e, também, às primeiras teorias científicas que buscavam a compreensão do universo em que vivemos”

*Editora Ática. Autor: Alberto Gaspar*

## Leis de Kepler

### 1ª) Lei de Kepler ou Lei das Órbitas

As órbitas ( trajetórias) descritas pelos planetas em torno do Sol são elípticas estando o Sol em um dos focos. O periélio (perigeo) é o ponto de maior proximidade do planeta em relação ao Sol e o afélio (apogeu) o ponto de maior afastamento do planeta em relação ao Sol. No caso da Terra, o periélio ocorre no final do mês de dezembro e o afélio no final do mês de junho.



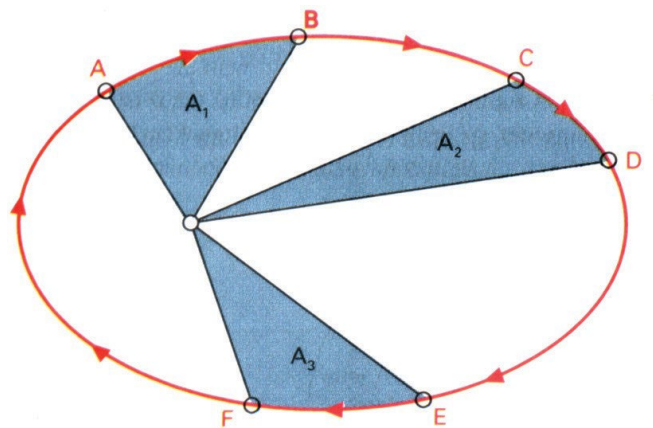
### 2ª) Lei de Kepler ou Lei das Áreas

Os planetas varrem áreas iguais em tempos iguais.

$$\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_3$$

$$A_1 = A_2 = A_3$$

Verifica-se então que os planetas não se movimentam com velocidade constante. Quanto mais um planeta se aproxima do Sol, mais a sua velocidade aumenta e quanto mais ele se afasta menor é sua velocidade.



$$T^2 = K \cdot R^3$$

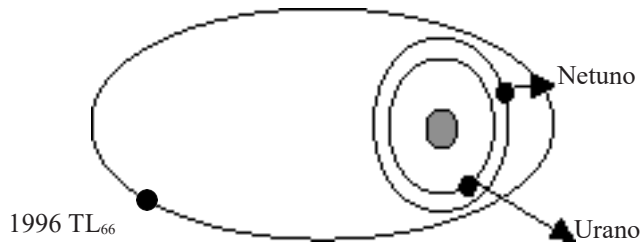
### 3ª) Lei de Kepler ou Lei dos Períodos

O quadrado do período de revolução ( $T^2$ ) de cada planeta em torno do sol é diretamente proporcional ao cubo da distância média ( $R^3$ ) desse planeta ao Sol. K é uma constante de proporcionalidade

$$\frac{T^2}{R^3} = K$$

# Testes

1. A figura abaixo representa o sol, três astros celestes e suas respectivas órbitas em torno do sol: Urano, Netuno e o objeto recentemente encontrado de nome 1996 TL<sub>66</sub>



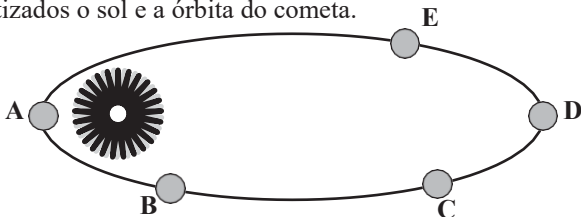
Analise as afirmativas a seguir :

I - Essas órbitas são elípticas, estando o sol em um dos focos  
 II - Os três astros representados executam movimento uniforme em torno do sol, cada um com valor de velocidade diferente da dos outros  
 III - Dentre todos os astros representados, quem gasta menos tempo para completar uma volta em torno do sol é Urano

Assinale a correta :

- se todas alternativas estiverem corretas
- se todas alternativas forem falsas
- se apenas a I e a II forem corretas
- se apenas a II e a III forem corretas
- se apenas a I e a III forem corretas

2. É bem conhecida a lei das áreas de Kepler, segundo a qual “o segmento de reta que liga o planeta ao sol varre áreas iguais em tempos iguais”. Esta lei é obedecida pelos outros corpos que orbitam o Sol, como o caso do cometa Hale-Bopp, que passou recentemente nas proximidades da terra. Na figura estão esquematizados o sol e a órbita do cometa.



O ponto em que o cometa desenvolve uma velocidade maior

- é :
- A
  - B
  - C
  - D
  - E

3. (Cesgranrio) O raio médio da órbita de Marte em torno do sol é de aproximadamente 4 vezes maior que o raio médio de Mercúrio em torno do sol. Assim a razão entre os períodos de revolução de Marte e Mercúrio, vale aproximadamente:

- $\frac{1}{8}$
- $\frac{1}{4}$
- 4
- 8

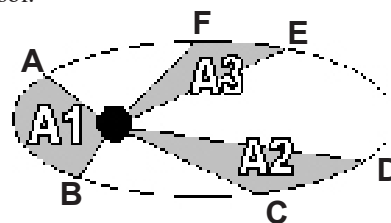
4. (Mackenzie-SP) Dois Satélites de um planeta tem períodos de revolução de 32 dias e 256 dias, respectivamente. Se o raio da órbita do primeiro satélite vale 1 unidade, então o raio da órbita do segundo satélite será de :

- 4 unidades
- 8 unidades
- 16 unidades
- 64 unidades
- 128 unidades

5. De acordo com as leis de Kepler, um planeta girando em torno do Sol.

- descreve órbitas circulares;
- tem velocidade linear constante;
- é mais veloz ao passar pelo afélio;
- é localizado por um raio vetor que varre áreas iguais em tempos iguais;
- possui período de revolução maior que outro planeta mais distante.

6. (UERJ) - A figura ilustra o movimento de um planeta em torno do sol.



Se os tempos gastos para o planeta se deslocar de A para B , de C para D e de E para F são iguais, então as áreas - A<sub>1</sub> , A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub> - apresentam a seguinte relação:

- $A_1 = A_2 = A_3$
- $A_1 > A_2 = A_3$
- $A_1 < A_2 < A_3$
- $A_1 > A_2 > A_3$

7. (PEIES) A segunda Lei de Kepler para o movimento planetário estabelece que o segmento de reta que une qualquer planeta ao sol varre áreas iguais em tempos iguais; logo, o módulo da velocidade de um planeta em sua órbita elíptica é

- constante.
- menor quando o planeta passa mais próximo do sol.
- maior quando o planeta passa mais longe do sol.
- maior quando o planeta passa mais próximo do sol.
- independente da posição relativa do planeta ao sol.

8. (UFSC) - Durante aproximados 20 anos, o astrônomo dinamarquês Tycho Brahe realizou rigorosas observações dos movimentos planetários, reunindo dados que serviram de base para o trabalho desenvolvido, após sua morte, por seu discípulo, o astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630). Kepler, possuidor de grande habilidade matemática, analisou cuidadosamente os dados coletados por Tycho Brahe, ao longo de vários anos, tendo descoberto três leis para o movimento dos planetas.

Apresentamos, a seguir, o enunciado das três leis de Kepler.

**1ª. lei de Kepler:** Cada planeta descreve uma órbita elíptica em torno do Sol, da qual o Sol ocupa um dos focos.

**2ª. lei de Kepler:** O raio-vetor (segmento de reta imaginário que liga o Sol ao planeta) “varre” áreas iguais, em intervalos de tempo iguais.

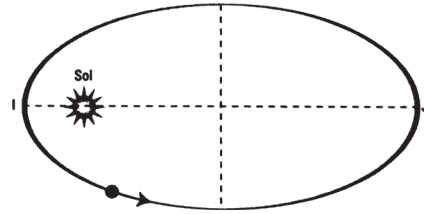
**3ª. lei de Kepler:** Os quadrados dos períodos de translação dos planetas em torno do Sol são proporcionais aos cubos dos raios médios de suas órbitas.

Assinale a(s) proposição(ões) que apresenta(m) conclusão(ões) correta(s) das leis de Kepler:

- A velocidade média de translação de um planeta em torno do Sol é diretamente proporcional ao raio médio de sua órbita.
- O período de translação dos planetas em torno do Sol não depende da massa dos mesmos.
- Quanto maior o raio médio da órbita de um planeta em torno do Sol, maior será o período de seu movimento.
- A 2ª. lei de Kepler assegura que o módulo da velocidade de translação de um planeta em torno do Sol é constante.
- A velocidade de translação da Terra em sua órbita aumenta à medida que ela se aproxima do Sol e diminui à medida que ela se afasta.
- Os planetas situados à mesma distância do Sol devem ter a mesma massa.
- A razão entre os quadrados dos períodos de translação dos planetas em torno do Sol e os cubos dos raios médios de suas órbitas apresenta um valor constante.

Dê, como resposta, a soma das alternativas corretas.

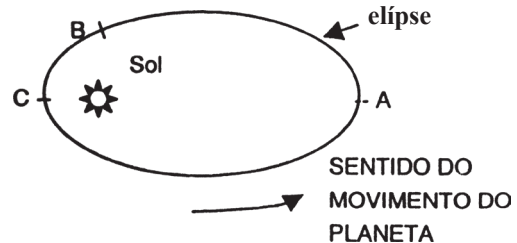
9. (UFMG) A figura a seguir representa a órbita elíptica de um cometa em torno do sol.



Com relação aos módulos das velocidades desse cometa nos pontos I e J,  $V_I$  e  $V_J$ , e aos módulos das acelerações nesses mesmos pontos,  $a_I$  e  $a_J$ , pode-se afirmar que:

- $V_I < V_J$  e  $a_I < a_J$
- $V_I < V_J$  e  $a_I > a_J$
- $V_I = V_J$  e  $a_I = a_J$
- $V_I > V_J$  e  $a_I < a_J$
- $V_I > V_J$  e  $a_I > a_J$

10.



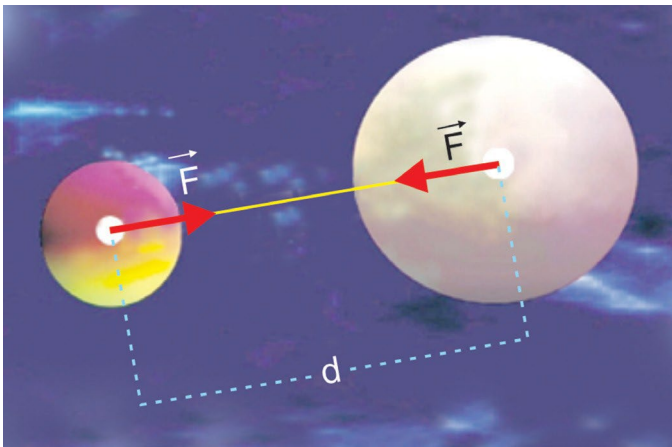
A figura representa a órbita elíptica de um planeta que gira ao redor do Sol, estando este fixo num dos focos. O módulo da velocidade do planeta, quando ele se desloca de A para B e daí para C:

- aumenta continuamente.
- aumenta e depois diminui.
- diminui continuamente.
- diminui e depois aumenta.
- permanece constante.

## Gabarito

01. E	03. D	05. D	07. D	09. E
02. A	04. A	06. A	08. 86	10. A

# A Lei da Gravitação Universal e Campo Gravitacional



As Leis de Kepler descrevem corretamente o movimento dos planetas, mas não explicam a razão dessas trajetórias. A explicação foi definida por Newton: duas partículas quaisquer atraem-se com forças cuja intensidade é diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa.

$$F_G = G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2}$$

G = constante gravitacional universal  
VALOR =  $6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2 / \text{Kg}^2$

A força de atração gravitacional se aplica a quaisquer dois corpos de massas M e m, independente do meio em que estejam imersos, mas somente se torna perceptível quando pelo menos um dos corpos possui massa extremamente grande.

## Campo Gravitacional

Também conhecido como aceleração de gravidade, somente é constante nas proximidades da terra, ou seja, g varia de acordo com a distância. A força gravitacional é uma força de campo, ou seja, existe sem a necessidade de contato entre os corpos. Quando dois corpos de massas M e m se atraem, dizemos que cada um deles se encontra imerso num campo gravitacional gerado pelo outro.

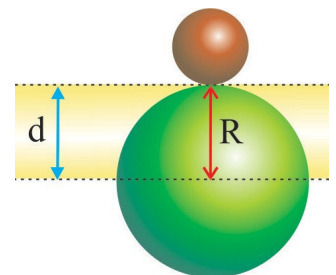


Isaac Newton

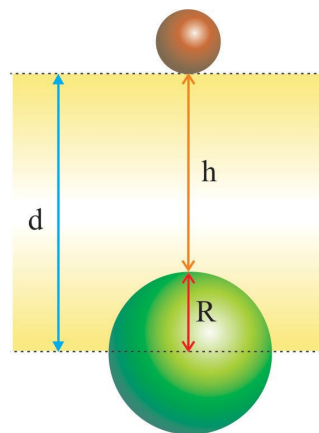
Considere o exemplo a seguir, em que o corpo maior é a Terra e o outro corpo encontra-se a uma distância “d” do centro da Terra. Temos duas possibilidades para o campo gravitacional da Terra ( $\vec{g}$ ).

1º) Corpo na superfície da Terra, ou seja,  $d = R$ .

$$g = \frac{GM}{R^2}$$



2º) Corpo a uma distância h em relação à superfície da Terra.



$$g = \frac{GM}{d^2}$$

ou

$$g = \frac{GM}{(R + h)^2}$$

\* Em particular, na Terra, para corpos na superfície temos:

$$g = \frac{GM}{d^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{6 \times 10^{24}}{(6,4 \times 10^6)^2} = 9,8 \text{ m/s}^2$$

# Testes

1. O peso de um corpo na superfície terrestre é 36N. Se triplicarmos a distância entre o centro do corpo e o da terra, a força gravitacional que age sobre o corpo terá intensidade :

- a) 36N  
b) 12N  
c) 9 N  
d) 4N  
e) zero

2. Se um corpo fosse levado para a superfície de um astro de forma esférica cuja massa fosse 8 vezes maior do que a da Terra e cujo raio fosse 4 vezes maior que o raio terrestre, a força gravitacional desse astro sobre o corpo seria, em relação ao seu peso na Terra :

- a) 2  
b) 0,5  
c) 32  
d) 4  
e) 16

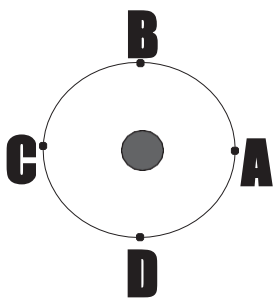
3. Um satélite gira em trajetória circular em torno do centro da Terra. Pode-se afirmar que o satélite está:

- a) em inércia, livre da ação de forças.  
b) submetido a apenas uma força : centrífuga.  
c) submetido a apenas uma força : o seu peso.  
d) submetido a duas forças : o peso e a centrípeta.  
e) submetido a três forças : o peso, a centrípeta e a atração gravitacional.

4. Seja F a força de atração do sol sobre um planeta. Se a massa do sol se tornasse três vezes maior, e a do planeta, cinco vezes maior, e a distância entre eles fosse reduzida à metade, a força de atração entre o sol e o planeta passaria a ser :

- a) 3F  
b) 15F  
c) 7,5F  
d) 60F

5. Considere um satélite em órbita em torno da Terra passando pelos pontos A, B, C e D, nesta ordem. Quando o satélite está em :



- a) A, a força sobre ele pode ser representada pelo vetor  
→  
b) B, sua velocidade pode ser representada pelo vetor  
←  
c) C, a força que ele exerce na Terra pode ser representada pelo vetor  
→  
d) D, a força sobre ele pode ser representada pelo vetor  
←  
e) B, a aceleração do satélite pode ser representada pelo vetor  
→

6. De acordo com uma das leis de Kepler, cada planeta completa (varre) áreas iguais em tempos iguais em torno do Sol. Como as órbitas são elípticas e o sol ocupa um dos focos, conclui-se que:

- I - quando o planeta está próximo do sol, sua velocidade aumenta;  
II - quando o planeta está mais distante do sol, sua velocidade aumenta;  
III - a velocidade do planeta em sua órbita elíptica independe da sua posição relativa ao sol.

Responda de acordo com o seguinte código :

- a) Somente a proposição I é correta.  
b) Somente a proposição II é correta.  
c) Somente as proposições II e III são corretas.  
d) Todas são corretas.  
e) Nenhuma das proposições anteriores é correta.

7. (UFES) Suponha a Terra com a mesma massa, porém com o dobro do raio. O nosso peso seria:

- a) a metade  
b) o dobro  
c) o mesmo  
d) o quádruplo  
e) reduzido a quarta parte

8. Considere um planeta que tenha raio e massa duas vezes maior que os da terra. Sendo o valor da aceleração da gravidade na superfície da terra igual a  $10 \text{ m/s}^2$ , a aceleração na superfície daquele planeta em  $\text{m/s}^2$  vale :

- a) 2,5  
b) 5  
c) 10  
d) 15  
e) 20

9. (UFMG-MG) Um corpo está situado ao nível do mar próximo a linha do equador. Sejam  $m_E$  e  $P_E$  a massa e o peso do corpo nesta posição. Considere que este corpo seja levado para as proximidades do polo Norte, permanecendo ainda ao nível do mar. Sejam  $m_N$  e  $P_N$ , os valores de sua massa e seu peso nessa posição. Considerando estas informações, podemos afirmar que:

- a)  $m_N = m_E$  e  $P_N = P_E$   
b)  $m_N = m_E$  e  $P_N < P_E$   
c)  $m_N > m_E$  e  $P_N > P_E$   
d)  $m_N = m_E$  e  $P_N > P_E$   
e)  $m_N < m_E$  e  $P_N = P_E$

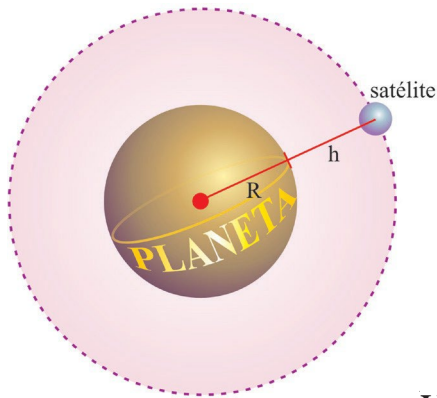
## Gabarito

01. D	03. C	05. B	07. E	09. D
02. B	04. D	06. A	08. B	

# Corpos em órbitas circulares

Considere um satélite de massa  $m$  em órbita circular de raio  $d$  ao redor de um planeta de massa  $M$ .

Nas condições em que os satélites são colocados em órbita, reina praticamente o vácuo, sendo a força peso a única força que age no satélite. Portanto a força peso (gravitacional) é a força resultante no satélite e para manter a órbita circular, atua como resultante centrípeta. Sendo  $d = R + h$ , considere:



$$d = R + h$$

$$F_C = F_G$$

$$\frac{mv^2}{d} = \frac{G \cdot M \cdot m}{d^2} \rightarrow \frac{v^2}{d} = \frac{G \cdot M}{d^2}$$

$$v^2 = \frac{G \cdot M}{d}$$

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{d}}$$

$v$  = velocidade de órbita circular;  
 $G$  = constante gravitacional;  
 $d$  = distância do centro do planeta ao satélite;  
 $M$  = massa do planeta.

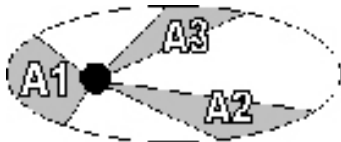
## Testes - 15

1. De acordo com as leis de Kepler, um planeta girando em torno do Sol.

- descreve órbitas circulares;
- tem velocidade linear constante;
- é mais veloz ao passar pelo afélio;
- é localizado por um raio vetor que varre áreas iguais em tempos iguais;
- possui período de revolução maior que outro planeta mais distante.

2. (UERJ) A figura ilustra o movimento de um planeta em torno do sol.

Se os tempos gastos para o planeta se deslocar de A para B, de C para D e de E para F são iguais, então as áreas -  $A_1$ ,  $A_2$  e  $A_3$  - apresentam a seguinte relação:



- $A_1 = A_2 = A_3$
- $A_1 < A_2 < A_3$
- $A_1 > A_2 = A_3$
- $A_1 > A_2 > A_3$

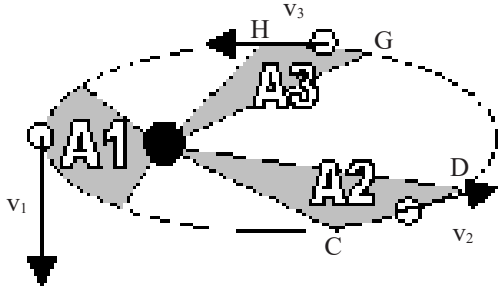
3. (Univali-SC) Os tripulantes da Estação Espacial Mir saem dela para fazerem reparos nos captadores solares de geração de energia elétrica e mantêm-se flutuando em órbita em torno da Terra devido:

- à atração gravitacional da Terra;
- aos equipamentos especiais de que dispõem;
- ao fato de suas massas serem nulas no espaço;
- ao fato de se encontrarem no vácuo;
- ao fato de estarem a grande altitude.

4. Assinale verdadeiro (V) ou falso (F).

- ( ) A lei da gravitação universal diz que a matéria atrai matéria na razão direta do produto das massas e inversa da distância entre elas.
- ( ) O peso de um corpo de 12 kg que se encontra a uma altura igual ao raio da Terra é de 60 N.
- ( ) A 1ª Lei de Kepler, conhecida como a lei das órbitas, afirma que os planetas descrevem uma órbita circular em torno do Sol.
- ( ) De acordo com a 3ª Lei de Kepler, quanto mais longe do Sol estiver o planeta maior será o seu período de revolução.
- ( ) Se um corpo rígido está sob a ação de duas forças de mesmo módulo, mesma direção e sentidos contrários, concluímos que a resultante das forças é zero, logo, ele está em equilíbrio.

5. (UFMT) Considere que o esboço da elipse abaixo representa a trajetória de um planeta em torno do Sol, que se encontra em um dos focos da elipse. Em cada trecho, o planeta é representado no ponto médio da trajetória naquele trecho. As áreas sombreadas são todas iguais e os vetores  $v_1$ ,  $v_2$ ,  $v_3$  representam as velocidades do planeta nos pontos indicados.



Considerando as leis de Kepler, é correto afirmar que:

- 01. os tempos necessários para percorrer cada um dos trechos sombreados são iguais;
- 02. o módulo da velocidade  $v_1$  é menor do que o módulo da velocidade  $v_2$ ;
- 04. no trecho GH a aceleração tangencial do planeta tem o mesmo sentido de sua velocidade;
- 08. no trecho CD a aceleração tangencial do planeta tem sentido contrário ao de sua velocidade;
- 16. os módulos das velocidades  $v_1$ ,  $v_2$  e  $v_3$  seguem a relação  $v_1 > v_3 > v_2$ .

Dê, como resposta, a soma das afirmativas corretas

6. (PUC-RS) As telecomunicações atuais dependem progressivamente do uso de satélites geoestacionários. A respeito desses satélites, é correto dizer que:

- a) seus planos orbitais podem ser quaisquer;
- b) todos se encontram à mesma altura em relação ao nível do mar;
- c) a altura em relação ao nível do mar depende da massa do satélite;
- d) os que servem os países do hemisfério norte estão verticalmente acima do Pólo Norte;
- e) se mantêm no espaço devido à energia solar.

7. (UFSE) Considere um satélite de massa  $m$  que orbita em torno de um planeta de massa  $M$ , a uma distância  $D$  do centro do planeta e com período de revolução  $T$ . Sendo  $F$  a intensidade da força de atração entre o planeta e o satélite, a lei da Gravitação Universal pode ser reconhecida na expressão:

- a)  $F = GMmR$
- b)  $F = \frac{GMm}{T^2}$
- c)  $F = \frac{GMR}{T^2}$
- d)  $F = \frac{GMmRK}{T^2}$
- e)  $F = \frac{GMmRK}{T}$

8. A força de atração gravitacional entre dois corpos é diretamente proporcional ao produto das massas dos corpos e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles. A constante de proporcionalidade, denominada constante universal da gravitação ( $G$ ), foi descoberta por Henry Cavendish, cem anos após Isaac Newton ter comprovado a existência da força de atração gravitacional. Cavendish mediu tal força em laboratório e encontrou para  $G$ , o valor  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ .

Uma garota e um rapaz, de massas respectivamente iguais a 60 kg e 80 kg encontram-se a um metro de distância um do outro. A força de atração gravitacional entre eles tem valor, em N, aproximadamente igual a:

- a)  $3,20 \cdot 10^{-7}$
- b)  $3,20 \cdot 10^{-11}$
- c)  $3,20 \cdot 10^{-15}$
- d)  $5,34 \cdot 10^{-9}$
- e)  $5,34 \cdot 10^{-13}$

9. (UFRN) Satélites de comunicação captam, amplificam e retransmitem ondas eletromagnéticas. Eles são normalmente operados em órbitas que lhes possibilitam permanecer imóveis em relação às antenas transmissoras e receptoras fixas na superfície da Terra. Essas órbitas são chamadas geoestacionárias e situam-se a uma distância fixa do centro da Terra.

A partir do que foi descrito, pode-se afirmar que, em relação ao centro da Terra, esse tipo de satélite e essas antenas terão:

- a) a mesma velocidade linear, mas períodos de rotação diferentes;
- b) a mesma velocidade angular e o mesmo período de rotação;
- c) a mesma velocidade angular, mas períodos de rotação diferentes;
- d) a mesma velocidade linear e o mesmo período de rotação.

**10. (Fuvest-SP)** No Sistema Solar, o planeta Saturno tem massa cerca de 100 vezes maior do que a da Terra e descreve uma órbita, em torno do Sol, a uma distância média 10 vezes maior do que a distância média da Terra ao Sol (valores aproximados). A razão ( $F_{\text{Sat}}/F_{\text{T}}$ ) entre a força gravitacional com que o Sol atrai Saturno e a força gravitacional com que o Sol atrai a Terra é de aproximadamente:

- a) 1000
- b) 10
- c) 1
- d) 0,1
- e) 0,001

**11. (UFPR)** Considerando as leis e conceitos da gravitação, é correto afirmar:

- ( ) No SI, a unidade da constante de gravitação universal  $G$  pode ser  $\text{N.m}^3 / \text{kg}$ .
- ( ) De acordo com as leis de Kepler, os planetas descrevem órbitas elípticas em torno do Sol, sendo que o Sol ocupa um dos focos da elipse.
- ( ) As forças gravitacionais da Terra sobre a Lua e da Lua sobre a Terra têm módulos diferentes.
- ( ) Dois satélites artificiais de massas diferentes, descrevendo órbitas circulares de mesmo raio em torno da Terra, têm velocidades escalares iguais.
- ( ) Sabendo que a lei das áreas de Kepler estabelece que a reta que liga um planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais, conclui-se que quando o planeta está próximo do Sol ele move-se mais rapidamente do que quando está mais afastado.
- ( ) A aceleração da gravidade na superfície de um planeta de massa  $M$  e raio  $R$  é dada por  $GM/R^2$ .

**12. (UFRN)** A força-peso de um corpo é a força de atração gravitacional que a Terra exerce sobre esse corpo.

Num local onde o módulo da aceleração da gravidade é  $g$ , o módulo da força-peso de um corpo de massa  $m$  é  $P = m \cdot g$  e o módulo da força gravitacional que age sobre esse corpo, nessa situação, é  $F_G = G \cdot M \cdot m / r^2$ , sendo  $G$  a constante de gravitação universal,  $M$  a massa da Terra e  $r$  a distância do centro de massa do corpo ao centro da Terra. Pode-se, então, escrever:  $P = F_G$ .

(Nota:  $r$  é igual à soma do raio da Terra com a altura na qual o corpo se encontra em relação à superfície da Terra.)

Do que foi exposto, conclui-se que:

- a) Quanto maior a altura, maior a força-peso do corpo.
- b) Quanto maior a altura, menor a força-peso do corpo.
- c) O valor da aceleração da gravidade não varia com a altura.
- d) O valor da aceleração da gravidade depende da massa ( $m$ ) do corpo.

**13.** A força de atração gravitacional entre dois corpos celestes é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles. Sabendo-se que a distância entre um cometa e a Terra diminui à metade, a força de atração exercida pela Terra sobre o cometa:

- a) é multiplicada por 2.
- b) é dividida por 4.
- c) permanece constante.
- d) diminui à metade.
- e) é multiplicada por 4.

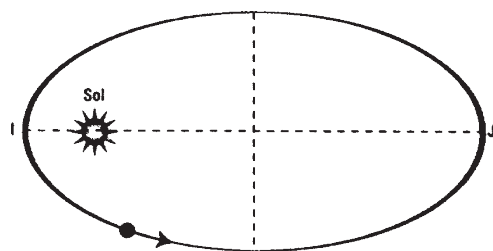
**14. (UFSM)** Um satélite artificial move-se em órbita circular em torno da Terra. O satélite se mantém em órbita, pois:

- a) A força gravitacional é a força centrípeta necessária para ele manter a órbita circular.
- b) A força centrífuga que atua sobre ele é maior que a força gravitacional.
- c) A força centrífuga que atua sobre ele é igual a força gravitacional.
- d) A força centrífuga que atua sobre ele é menor que a força gravitacional.
- e) Não há força gravitacional atuando sobre ele.

**15. (UFSM)** Considerando a Terra como uma esfera de raio  $R$ , e sendo  $G$  a constante de gravitação universal, então um satélite de massa  $m$  que se encontra a uma altura  $h$  da superfície terrestre tem um peso dado pela expressão:

- a)  $\frac{G M_t m}{R_t^2}$
- b)  $\frac{G M_t m}{(R_t + h)^2}$
- c)  $G M$
- d)  $\frac{G M_t}{R_t^2}$
- e)  $\frac{G M_t}{(R_t + h)^2}$

**16. (UFMG)** A figura a seguir representa a órbita elíptica de um cometa em torno do sol.



Com relação aos módulos das velocidades desse cometa nos pontos I e J,  $V_I$  e  $V_J$ , e aos módulos das acelerações nesses mesmos pontos,  $a_I$  e  $a_J$ , pode-se afirmar que:

- a)  $V_I < V_J$  e  $a_I < a_J$
- b)  $V_I < V_J$  e  $a_I > a_J$
- c)  $V_I = V_J$  e  $a_I = a_J$
- d)  $V_I > V_J$  e  $a_I < a_J$
- e)  $V_I > V_J$  e  $a_I > a_J$

17. (ITA – SP) Considera que  $M_T$  seja a massa da Terra,  $R_T$  seu raio,  $g$  a aceleração da gravidade e  $G$  a constante de gravitação universal. Da superfície terrestre e verticalmente para cima, desejamos lançar um corpo de massa  $m$  para que, desprezada a resistência do ar, ele se eleve a uma altura acima da superfície igual ao raio da terra. A velocidade inicial  $v$  do corpo nesse caso deverá ser de:

**A**  $V = \sqrt{[(G M_T)/(2 R_T)]}$

**B**  $V = \sqrt{[(g R_T)/ m]}$

**C**  $V = \sqrt{[(G M_T)/(R_T)]}$

**D**  $V = (g R_T)/2$

**E**  $V = \sqrt{[(g G M_T)/(m R_T)]}$

18. (UFMG) Suponha que a massa da lua seja a reduzida à metade do seu valor real, sem variar a seu volume. Suponha ainda que ela continue na mesma órbita em torno da terra. Nessas condições o período de revolução da gravidade na lua,  $T_{(Lua)}$ , em torno da Terra, e a aceleração da gravidade na Lua,  $g_{(Lua)}$ , ficariam:

- $T_{(Lua)}$  aumentado e  $g_{(Lua)}$  aumentada.
- $T_{(Lua)}$  diminuído e  $g_{(Lua)}$  diminuída.
- $T_{(Lua)}$  inalterado e  $g_{(Lua)}$  aumentada.
- $T_{(Lua)}$  inalterado e  $g_{(Lua)}$  diminuída.
- $T_{(Lua)}$  inalterado e  $g_{(Lua)}$  inalterada.

19. Um satélite artificial de massa  $m$  move-se ao redor da Terra em uma trajetória circular de raio  $R$ . Se a massa da Terra é  $M$ , a força centrípeta exercida no satélite é  $F_{cp}$  e a força de atração gravitacional entre a Terra e o satélite é  $F$ , podemos afirmar que:

- $F > F_{cp}$
- $F < F_{cp}$
- $F_{cp} < F = G \cdot \frac{M \cdot m}{R^2}$
- $F_{cp} = F = G \cdot \frac{M \cdot m}{R^2}$
- $F < F_{cp} = \frac{G \cdot M \cdot m}{R^2}$

20. (UFSM) Dois corpos esféricos e homogêneos de mesma massa têm seus centros separados por uma certa distância, maior que o seu diâmetro. Se a massa de um deles for reduzida à metade e a distância entre seus centros, duplicada, o módulo da força de atração gravitacional que existe entre eles ficará multiplicado por:

- 8
- 4
- 1
- $\frac{1}{4}$
- $\frac{1}{8}$

21. (UFSM) Um satélite de massa  $m$ , usado para comunicações, encontra-se estacionário a uma altura  $h$  de um ponto da superfície do planeta Terra, de massa  $M_T$ , cujo raio é  $R_T$ . Com base nesses dados, assinale falsa (F) ou verdadeira (V) em cada uma das alternativas, considerando  $G$  e constante de gravitação universal.

( ) Velocidade linear =  $\frac{2\pi(h + R_T)}{24}$  (km/h)

( ) Peso =  $m \cdot \frac{GM_T}{(R_T + h)^2}$  (N)

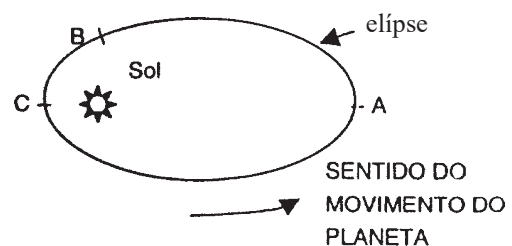
( ) Peso =  $m \cdot 9,8$  (N)

( ) Velocidade linear =  $\frac{2\pi \cdot R_T}{24}$  (km/h)

A sequência correta é:

- V V F F
- V V V F
- F V F V
- F V V V
- F F V F

22.



A figura representa a órbita elíptica de um planeta que gira ao redor do Sol, estando este fixo num dos focos. O módulo da velocidade do planeta, quando ele se desloca de A para B e daí para C:

- aumenta continuamente.
- aumenta e depois diminui.
- diminui continuamente.
- diminui e depois aumenta.
- permanece constante.

23. Analise as seguintes afirmativas:

I – A Terra exerce uma força gravitacional sobre o mosquito, e o mosquito exerce uma força gravitacional sobre a Terra.

II – O módulo da força gravitacional que a Terra exerce sobre o mosquito é muito maior que o módulo da força gravitacional que o mosquito exerce sobre a Terra.

III – A força de origem gravitacional que a Terra exerce sobre o mosquito é a força peso do mosquito.

Está(ão) correta(s):

- a) Apenas I e II.                      d) Apenas III.  
 b) Apenas II.                            e) I, II e III.  
 c) Apenas I e III.

24. (UFRGS) Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que elas aparecem.

A relação que deve existir entre o módulo  $v$  da velocidade linear de um satélite artificial em órbita circular ao redor da Terra e o raio  $r$  dessa órbita é  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ , onde  $G$  é a constante de gravitação universal e  $M$  a massa da Terra. Conclui-se dessa relação que  $v$  \_\_\_\_\_ da massa do satélite, e que, para aumentar a altitude da órbita, é necessário que  $v$  \_\_\_\_\_.

- a) não depende – permaneça o mesmo  
 b) não depende – aumente  
 c) depende – aumente  
 d) não depende – diminua  
 e) depende – diminua

25. (UFPEL) Considere um satélite artificial que está em órbita circular ao redor da Terra. Nessa condição, é correto afirmar que

- a) seu vetor velocidade, vetor aceleração centrípeta e seu período são constantes.  
 b) seu vetor velocidade varia, seu vetor aceleração centrípeta e seu período são constantes.  
 c) seu vetor velocidade e seu vetor aceleração centrípeta variam e seu período é constante.  
 d) seu vetor velocidade e seu período são constantes e seu vetor aceleração centrípeta varia.  
 e) seu vetor velocidade, seu vetor aceleração centrípeta e seu período variam.  
 f) I.R.

26. (PEIES) Um satélite artificial, colocado em órbita a uma distância  $R$  do centro da Terra, está sob a ação de uma força gravitacional de módulo  $F$ . Se o mesmo satélite for colocado a uma distância  $2R$  do centro da Terra, o módulo da força de interação gravitacional Terra-satélite será

- a)  $\frac{F}{4}$   
 b)  $\frac{F}{2}$   
 c)  $F$   
 d)  $2F$   
 e)  $4F$

## Gabarito

01. D	05. 29	10. C	14. A	19. D	24. D
02. A	06. B	11. F,V,F,	15. B	20. E	25. C
03. A	07. D	V,V,V	16. E	21. A	26. A
04. F,F,F,	08. A	12. B	17. A	22. A	
V,F	09. B	13. E	18. D	23. C	

## HABILIDADES

EM13CNT105,

EM13CNT306

# Estática

É o capítulo da Mecânica que estuda os corpos em equilíbrio. O objetivo da Estática é o estudo de corpos ou estruturas rígidas em equilíbrio



Vista da estrutura da ponte Golden Gate, São Francisco, Califórnia, EUA.



## Momento de uma força (TORQUE)

É uma grandeza vetorial definida pelo produto de uma força aplicada a um corpo extenso a uma certa distância ao seu ponto de apoio.

$$M = F \cdot d \cdot \sin\theta$$

M = momento da força F em relação ao ponto O;  
F = intensidade da força F;  
d = distância da linha de ação da força ao eixo de rotação.  
 $\theta$  = ângulo entre a força F e o braço de alavanca d.

SENTIDO HORÁRIO M  $-$   
SENTIDO ANTI-HORÁRIO M  $+$

## Condições para que exista equilíbrio em um corpo rígido

1º) Somatório de todas as forças que atuam sobre um corpo é nula

### Equilíbrio de translação

$$\Sigma F = 0$$

2º) Somatório dos momentos das forças que atuam sobre um corpo é nulo.

### Equilíbrio de Rotação

$$\Sigma M = 0$$

## Aplicações do momento de uma força

### 1) Alavancas

São consideradas máquinas simples, constituídas por uma barra apoiada a um ponto fixo. Máquinas simples são todas as máquinas que envolvem os princípios básicos da Mecânica.

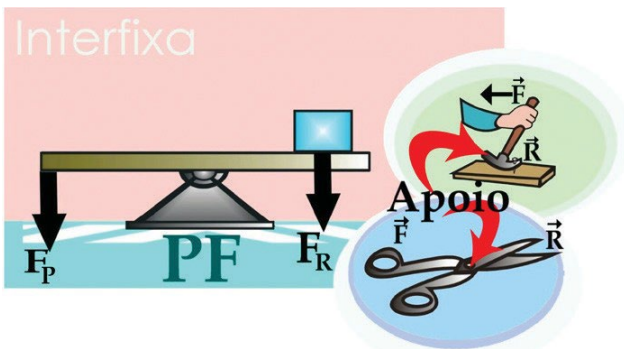
$F_p$  : Força potente = é a força aplicada em uma extremidade, visando deslocar a força resistente que está aplicada na outra extremidade.

$F_R$  : Força resistente = é a força contrária à força potente.

N : Força de reação normal = Força aplicada no ponto de apoio.

# Tipos de Alavancas

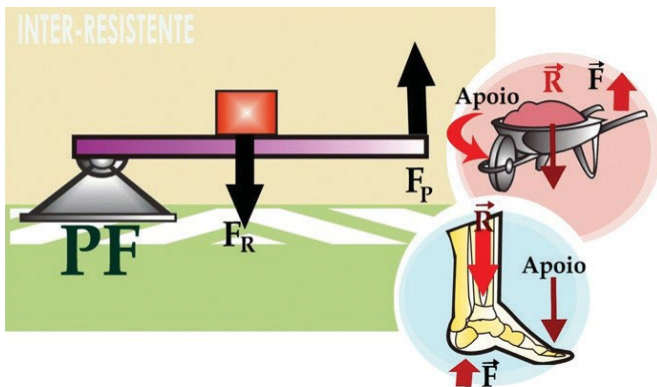
## 1) INTERFIXA



$$\Sigma M_o = 0 \rightarrow F_P \cdot d_P = F_R \cdot d_R$$



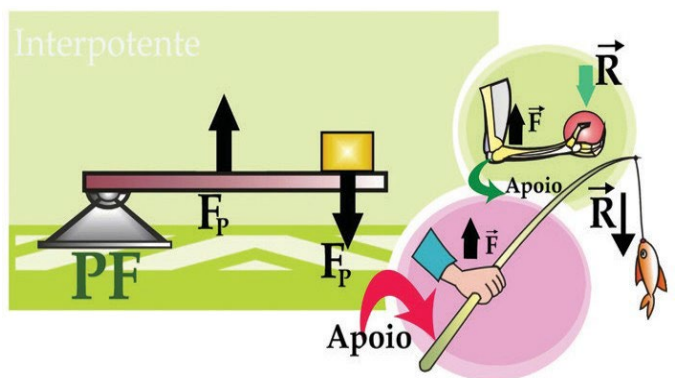
## 2) INTER-RESISTENTE



$$\Sigma M_o = 0 \rightarrow F_R \cdot d_R = F_P \cdot d_P$$



## 3) INTERPOTENTE



$$\Sigma M_o = 0 \rightarrow F_R \cdot d_R = F_P \cdot d_P$$



## 2) ROLDANA OU TALHA EXPONENCIAL

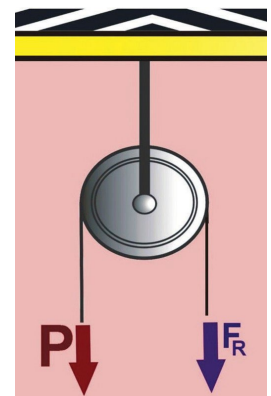
É uma máquina simples composto por roldanas fixas ou móveis (ou as duas juntas), em que se pode tirar uma vantagem, isto é, podemos aplicar uma força menor e conseguir levantar um peso maior.

Podem ser:

### 1) FIXA

$$P = F_R$$

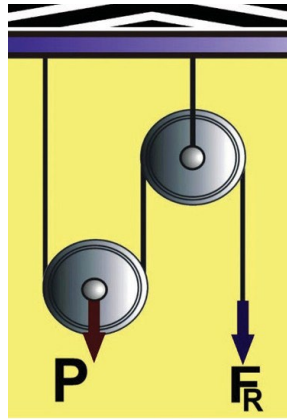
$$T = P + F_R$$



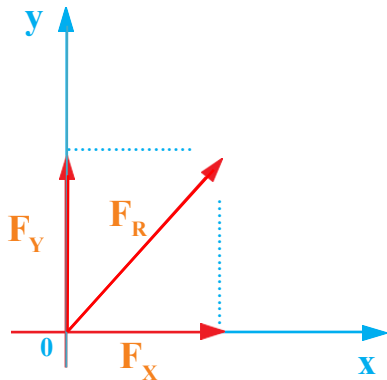
## 2) MÓVEL

$$F_R = \frac{P}{2^n}$$

$n = n^\circ$  de Polias Móveis



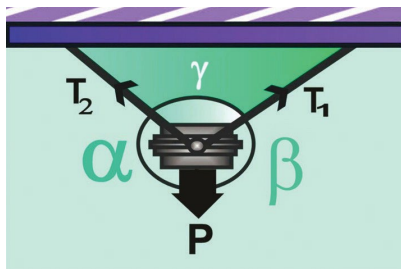
## Decomposição de forças



COMPONENTE EM X	COMPONENTE EM Y

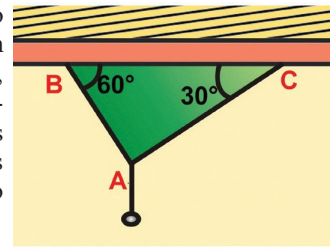
## Teorema de Lamy ou Lei dos Senos

- \* Usa-se quando existir 3 forças coplanares atuando sobre um corpo.
- \* Forças coplanares = forças pertencentes a um mesmo plano.
- \* Equilíbrio de ponto material  $\Delta F = 0$ .

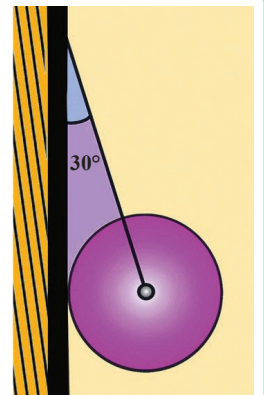


$$\frac{P}{\text{sen } \gamma} = \frac{T_1}{\text{sen } \alpha} = \frac{T_2}{\text{sen } \beta}$$

**EXEMPLO 1:** Um corpo de peso 80N é mantido em equilíbrio por fios ideais, conforme indica a figura. Determinar as intensidades das trações suportadas pelos fios AB e AC por decomposição de forças:

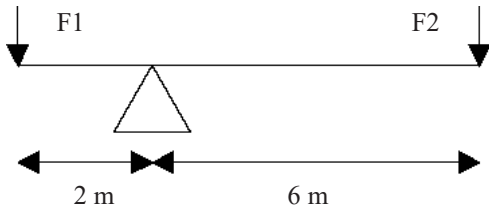


**EXEMPLO 2:** Uma esfera de peso 60 N esta suspensa por um fio e escorada na parede como mostra a figura abaixo. Determinar a força tensora e a força de reação normal exercida pela parede sobre a esfera por decomposição de forças:



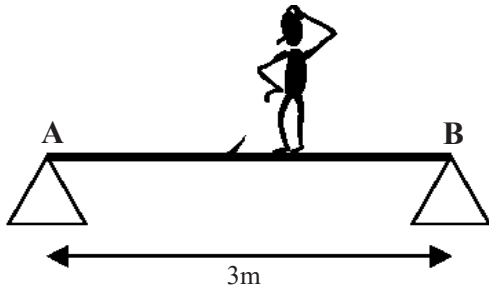
# Testes

1. A barra da figura abaixo é rígida, tem peso desprezível e está em equilíbrio. A razão entre  $F_1$  e  $F_2$  é



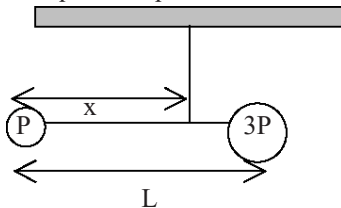
- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

2. Na figura abaixo, o menino com massa de 30 kg, encontra-se parado a 2 m da extremidade A. Desprezando o peso da tábua, determine as reações normais dos apoios A e B respectivamente,



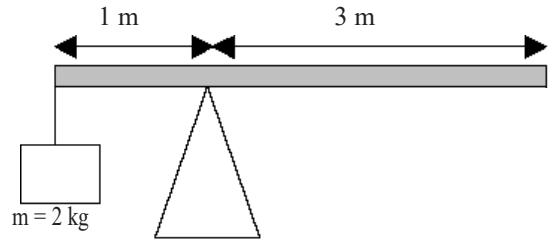
- a) 100N, 200N
- b) 150N, 150N
- c) 300N, zero
- d) 250N, 50N
- e) 40N, 260N

3. (UFSM) - Na figura abaixo, tem-se duas esferas de pesos  $P$  e  $3P$ , presas as extremidades de uma barra rígida de comprimento  $L$  e de massa desprezível. Qual deve ser o valor da distância  $x$  entre a esfera de peso  $P$  e ponto de sustentação A, para que o sistema fique em equilíbrio?



- a)  $(3/5)L$
- b)  $(2/3)L$
- c)  $(3/4)L$
- d)  $(1/2)L$
- e)  $L$

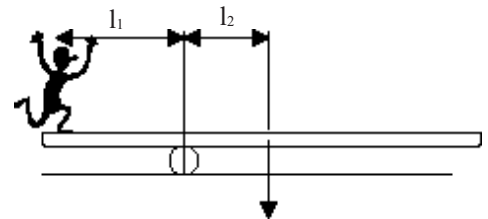
4. (UFSM) - Na figura abaixo, uma barra rígida e homogênea está em equilíbrio estático segundo as condições indicadas na figura. Sendo a aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , a força de reação ao apoio A e a massa da barra valem respectivamente :



- a) 40 N e 2 kg
- b) 20 N e 2 kg
- c) 10 N e 4 kg
- d) 4,2 kg e 0,2 kg
- e) 2,2 N e 0,2 kg

5. (UFSM) Necessita-se avaliar o peso de uma tora cilíndrica de madeira homogênea e rígida. Para tanto, coloca-se um apoio a uma distância  $l_1$  do centro da tora que coincide com o centro de gravidade (CG). Conforme a figura uma pessoa cujo módulo do peso  $P$  caminha sobre uma porção da tora, até mantê-la em equilíbrio horizontal, a uma distância  $l_2$  do apoio. O módulo do peso da tora  $P_t$  é

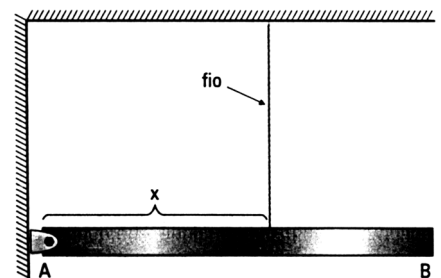
- a)  $P$
- b)  $P(l_2/l_1)$
- c)  $P(l_1/l_2)$
- d)  $P(l_1-l_2)$
- e)  $P(l_1+l_2)$



6. Um fio, cujo limite de resistência é de 25N, é utilizado para manter em equilíbrio, na posição horizontal, uma haste de metal homogênea de comprimento  $AB = 80 \text{ cm}$  e peso = 15N. A barra é fixa em uma parede, através de uma articulação, conforme indica a figura:

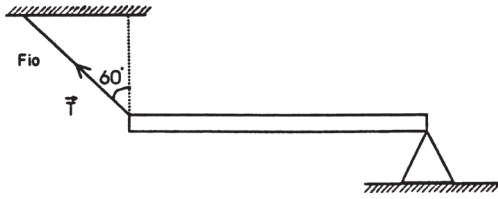
A menor distância  $x$ , para a qual o fio manterá a haste em equilíbrio, é:

- a) 16 cm
- b) 24 cm
- c) 30 cm
- d) 36 cm
- e) 40 cm



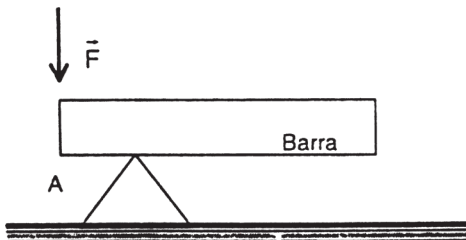
7. (UFSM) Uma barra homogênea e horizontal de 2m de comprimento e 10kg de massa têm extremidade apoiada e a outra presa por um fio ideal, conforme a figura. Considerando a aceleração gravitacional como  $10\text{m/s}^2$ , o módulo da tensão no fio (T, em N) é:

- a) 20
- b) 25
- c) 50
- d) 100
- e) 200



8. A figura mostra uma barra homogênea com peso de módulo 200N e comprimento de 1m, apoiada a 0,2m da extremidade A, onde se aplica uma força F que a equilibra. O módulo da força F vale, em N:

- a) 50
- b) 100
- c) 200
- d) 300
- e) 400



9. Para que um corpo esteja em equilíbrio mecânico, é necessário e suficiente que:

- a) Apenas a soma de todas as forças aplicadas no corpo seja nula.
- b) Apenas a soma dos momentos aplicados no corpo seja nula.
- c) A soma de todas as forças aplicadas no corpo seja diferente de zero e a soma dos momentos aplicados no corpo seja nula.
- d) A soma dos momentos aplicados no corpo seja diferente de zero e a soma de todas as forças aplicadas no corpo seja nula.
- e) A soma de todas as forças aplicadas no corpo e a soma dos momentos aplicados no corpo sejam nulas.

10. Para que um corpo esteja em equilíbrio estático, é necessário e suficiente que as forças ( $F_i$ ) que atuam sobre o corpo e seus respectivos momentos ( $M_i$ ) sejam tais que:

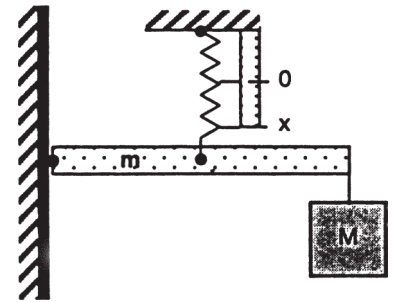
- a)  $\sum_i \vec{F}_i = 0$  e  $\sum_i \vec{M}_i \neq 0$
- b)  $\sum_i \vec{F}_i \neq 0$  e  $\sum_i \vec{M}_i \neq 0$
- c)  $\sum_i \vec{F}_i + \sum_i \vec{M}_i = 0$
- d)  $\sum_i \vec{F}_i = \sum_i \vec{M}_i$
- e)  $\sum_i \vec{F}_i = 0$  e  $\sum_i \vec{M}_i = 0$

11. (UFSM) Máquinas simples servem para:

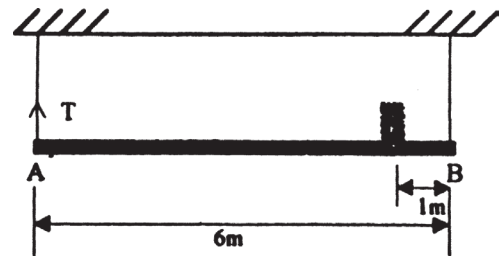
- a) modificar o trabalho
- b) modificar a energia
- c) modificar a potência
- d) modificar a força
- e) modificar o trabalho e a força

12. A figura representa uma barra homogênea em equilíbrio horizontal, de massa m e comprimento L, estando uma das extremidades articulada a uma parede. Na extremidade oposta, está suspenso um corpo de massa M, estando essa barra sustentada em sua metade por uma mola de constante elástica K. Nessa situação, a mola está distendida de :

- a)  $\frac{M}{K} g$
- b)  $\frac{2M}{K} g$
- c)  $\frac{M+m}{K} g$
- d)  $\frac{2M+m}{K} g$
- e)  $\frac{m}{K} g$



13. Uma barra de 6m de comprimento e peso desprezível está suspensa pelas extremidades por fios delgados, conforme ilustra a figura.



Se um corpo de 12N de peso é colocado a 1m da extremidade B, a tensão no fio que sustenta a barra pela extremidade A tem módulo, em newtons:

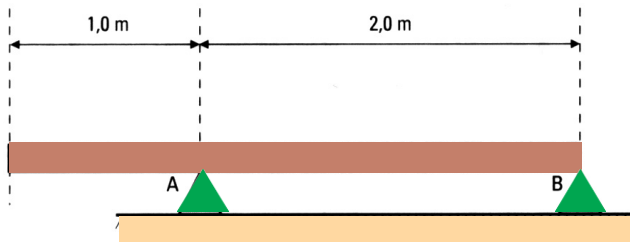
- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 6
- e) 12

14. (UFSM) A figura apresenta uma barra homogênea, delgada, de peso "P" e comprimento "l". Essa barra está presa a uma parede vertical através de uma articulação. Está também sustentada, em repouso, através de uma corda submetida a uma tensão  $\vec{T}$  que forma um ângulo  $\delta$  com a vertical. O módulo da tensão sobre a corda é

- a) P  
b) P/2  
c) P/ cos  $\delta$   
d) P / 2sen  $\delta$   
e) P / 2cos  $\delta$

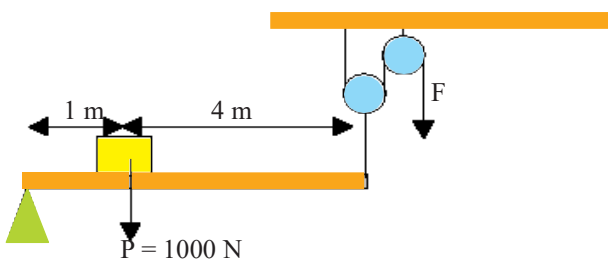


15. A barra homogênea representada na figura abaixo tem 3,0 m de comprimento, pesa 600 N e está equilibrada horizontalmente sobre dois apoios A e B. Determine a força de reação exercida pelos apoios sobre a barra.



- a) 200N  
b) 400N  
c) 600N  
d) 800N  
e) 1000N

16. (UFSM) - Qual deve ser o valor da força F para que o sistema permaneça em equilíbrio



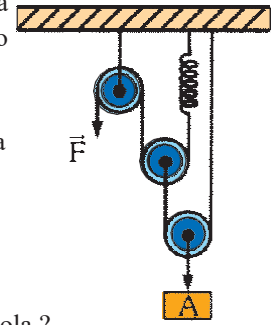
- a) 50N  
b) 100N  
c) 200N  
d) 250N  
e) 500N

17. O sistema indicado na figura está em equilíbrio. Os fios e as polias são ideais.

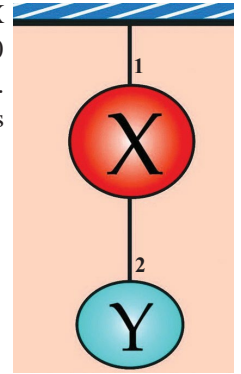
A constante elástica da mola é igual a 40 N/cm e  $F=100\text{N}$ .

a) Qual o valor do peso do corpo A ?

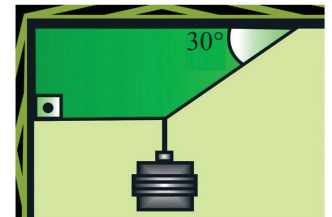
b) Qual a deformação sofrida pela mola ?



18. O esquema representa dois corpos X e Y de pesos respectivamente iguais a 30 N e 20 N, suspensos por fios, 1 e 2, ideais. Calcule a intensidade da tração nos fios 1 e 2.



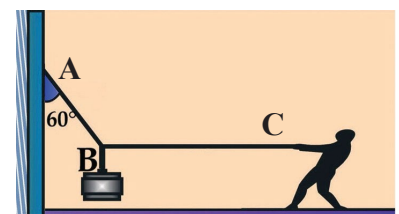
19. Um corpo de peso 400 N encontra-se em equilíbrio, como mostra a figura. Determine a intensidade das forças tensoras nas cordas, supostas de pesos desprezíveis.



20. Um bloco de peso  $P=80\text{N}$  é sustentada por fios, como indica a figura.

a) Qual a intensidade da tração no fio AB?

b) Qual a intensidade da tração no horizontal BC?



## Gabarito

01. C	06. B	11. D	16. B	19. 800N e
02. A	07. D	12. D	17. a) 400N	$400\sqrt{3}\text{N}$
03. C	08. D	13. B	b) 2,50cm	20. 160N e
04. A	09. E	14. E	18. $T_1=50\text{N}$	$80\sqrt{3}\text{N}$
05. B	10. E	15. C	$T_2=20\text{N}$	

# Mecânica dos Fluidos



## Hidrostatica

### Conceitos Iniciais

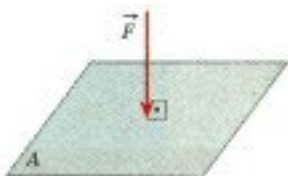
Em física, dá-se o nome de fluido a toda substância capaz de escoar facilmente, podendo mudar de forma quando sob a ação de pequenas forças. Assim são fluidos os líquidos e os gases.

Em nosso estudo, admitiremos sempre que os fluidos considerados não apresentam viscosidade (atrito entre as moléculas), o que evidentemente, se constitui num caso ideal.

A hidrostática é a parte que se refere ao estudo dos fluidos em repouso.

### Pressão

Considere, por exemplo, a superfície da área A figurada a seguir, sendo F a componente normal de todas as forças que agem sobre ela.



Denomina-se pressão sobre a superfície considerada o quociente do módulo de F pela área A.

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

Unidade:

$N/m^2 \Rightarrow$  Pascal (Pa)



A Unidade de pressão no SI (Sistema Internacional) é o newton por metro quadrado ( $N/m^2$ ) também chamado de Pascal(Pa).

### Obs.:

\*\*\* A pressão é uma grandeza escalar.



### Massa Específica ou Densidade Absoluta

A massa específica de uma substância qualquer é definida pela relação entre sua massa e seu volume.

$$\mu = \frac{m}{V}$$

- Unidades  $\left\{ \begin{array}{l} \text{CGS} \rightarrow g/cm^3 \\ \text{SI} \rightarrow Kg/m^3 \end{array} \right.$

### Conversão do CGS para o SI

$$1 g/cm^3 = 10^3 kg/m^3$$

### Peso Específico

O peso específico de um corpo qualquer é determinado pela relação entre seu peso e o volume correspondente.

$$\rho = \frac{P}{V} \quad \rightarrow \quad \rho = \mu \cdot g$$

- Unidade SI -  $N/m^3$

## Pressão de uma coluna líquida - TEORIA DE STEVIN-

Seja um recipiente cilíndrico com um líquido homogêneo de densidade  $d$  até a altura  $h$ . Sendo  $S$  a área do fundo, o líquido exerce uma pressão  $p$  em qualquer ponto do fundo do recipiente dada pela soma da pressão do ar na superfície ( $P_{atm}$ ) mais a pressão da coluna líquida ( $P_{liq}$ ), devido ao seu peso.

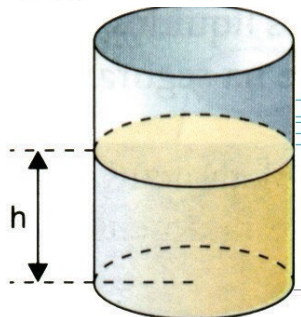
$$p = p_{atm} + p_{liq}$$

A pressão da coluna líquida é também denominada pressão hidrostática e é dada por:

$$P_{liq} = \frac{Peso}{S} = \frac{m \cdot g}{S} = \frac{d \cdot V \cdot g}{S} = \frac{d \cdot S \cdot h \cdot g}{S}$$

(pressão hidrostática)

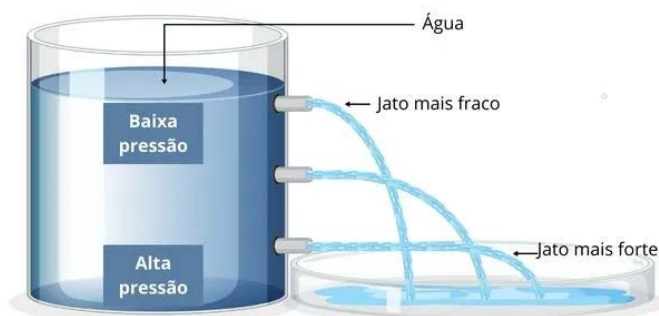
$$P_{liq} = \mu \cdot g \cdot h$$



### Obs.:

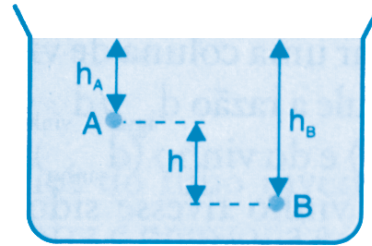
A pressão da coluna líquida conforme vemos da expressão acima, depende da densidade do líquido (natureza), da altura da coluna líquida ( $h$ ) e do local ( $g$ ). Independe do formato e do tamanho (área da secção) do recipiente. Logo, a pressão total em determinada profundidade " $h$ " pode ser escrita como:

$$p = p_{atm} + \mu \cdot g \cdot h$$



## Teorema de Stevin

As pressões nos pontos A e B são:



$$P_A = P_{atm} + \mu \cdot g \cdot h_A$$

$$P_B = P_{atm} + \mu \cdot g \cdot h_B$$

### A DIFERENÇA DE PRESSÃO:

$$\Delta p = p_B - p_A = \mu \cdot g \cdot (h_B - h_A)$$

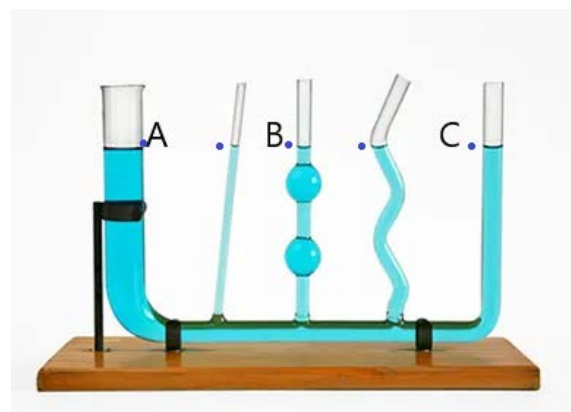
$$\Delta p = \mu \cdot g \cdot \Delta h$$

## Teorema de Stevin

A diferença de pressão ( $\Delta p$ ) entre dois pontos no interior de um fluido homogêneo em equilíbrio é igual ao produto entre a densidade do fluido, a aceleração da gravidade e a diferença de profundidade entre os pontos.

## Consequência do Teorema de Stevin

Pontos que estão à mesma profundidade, num fluido homogêneo em equilíbrio, apresentam a mesma pressão:



como os pontos A, B e C estão no mesmo nível:

$$h_A = h_B = h_C \rightarrow \Delta p = p_B - p_A = p_B - p_C = 0$$

$$P_A = P_B = P_C$$

# Testes

01. A densidade da glicerina é  $1,25\text{g/cm}^3$ . A massa corresponde a  $1,00\text{m}^3$  de glicerina, em kg, é:

- a)  $1,25 \times 10^{-3}$
- b)  $1,25 \times 10^{-2}$
- c)  $1,25 \times 10^2$
- d)  $1,25 \times 10^3$
- e)  $1,25 \times 10^4$

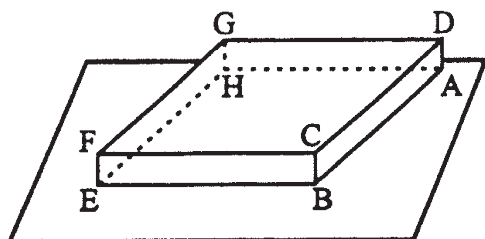
02. A grandeza física PRESSÃO é, por definição, a razão entre:

- a) energia e volume
- b) energia e temperatura
- c) força e temperatura
- d) força e área
- e) volume e área

03. Você está em pé sobre o chão de uma sala, exercendo sobre esse uma pressão  $P$ . Caso você suspenda um pé, equilibrando-se numa só perna, essa pressão passa a ser:

- a)  $P$
- b)  $P/2$
- c)  $2P$
- d)  $P^2$
- e)  $1/P^2$

04. O tijolo da figura se apoia sobre a base de ABEH. Se estivesse apoiado sobre a base ABCD igual a  $1/3$  da anterior, a pressão exercida pelo tijolo seria:



- a) a mesma
- b) 3 vezes maior
- c)  $1/3$  do valor anterior
- d) 3% maior que a anterior
- e) 30% maior que a anterior

05. (FUVEST) Um cubo homogêneo de alumínio, de  $2\text{m}$  de aresta, está apoiado sobre uma superfície horizontal. Qual a pressão em  $\text{N/m}^2$ , exercida pelo bloco sobre a superfície?

(Densidade do alumínio:  $2,7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ;  $g = 10\text{m/s}^2$ )

- a)  $2,7 \cdot 10^4$
- b)  $2,7 \cdot 10^{10}$
- c)  $1,35 \cdot 10^4$
- d)  $1,35 \cdot 10^{10}$
- e)  $5,4 \cdot 10^4$

06. (UFPR) Três cubos de aresta  $a$  e densidade  $\mu$  são colocados sobre um plano conforme a figura. A pressão que o conjunto exerce sobre o plano vale:

- a)  $2/3 \mu a g$
- b)  $3\mu a^2 g$
- c)  $3\mu a g$
- d)  $2\mu a g$
- e)  $3/2 \mu a g$



07. Sabendo-se que a massa de 1 litro de mercúrio vale  $13,6\text{kg}$ , conclui-se que sua massa específica é, em  $\text{kg/m}^3$ .

- a)  $1,36 \cdot 10^3$
- b)  $13,6$
- c)  $1,36 \cdot 10^4$
- d)  $1,36 \cdot 10^2$
- e)  $13,6 \cdot 10^4$

08. As densidades do cobre e do álcool em relação à água são, respectivamente,  $8,0$  e  $0,8$ . Com esses dados, conclui-se que a densidade do cobre em relação ao álcool será, então:

- a)  $0,1$
- b)  $0,8$
- c)  $10,0$
- d)  $8,0$
- e)  $1,0$

09. Misturam-se dois líquidos A e B. O líquido A possui o volume de  $120\text{cm}^3$  e densidade  $0,78\text{g/cm}^3$ . O líquido B possui  $200 \text{ cm}^3$  e densidade  $0,56\text{g/cm}^3$ . A densidade da mistura em  $\text{g/cm}^3$  é:

- a)  $0,64$
- b)  $0,67$
- c)  $0,70$
- d)  $1,34$
- e) n.d.a

10. Dois homens de mesma massa encontram-se parados sobre um lago gelado. Um dos homens usa patins e o outro, esquis. Podemos afirmar que:

- a) a pressão exercida pelos esquis sobre o gelo é maior, por causa da maior área de contato.
- b) a pressão exercida pelos esquis é menor, pois a área de contato é maior.
- c) a pressão exercida pelos patins é menor, pois a área de contato é menor.
- d) as pressões são iguais nos dois casos, pois os homens possuem massas iguais.
- e) não é possível determinar em que caso a pressão é maior.

11 - Calcular, em  $\text{N/m}^2$ , a pressão exercida por uma força de 20 N, normal a uma superfície de  $2 \text{ m}^2$ .

12 - Um cubo de massa 100 Kg tem aresta de 1 m. Em um lugar em que a aceleração local da gravidade é igual a  $10 \text{ m/s}^2$ , a pressão exercida sobre a face horizontal em que o cubo está apoiado é:

- a)  $100 \text{ N/m}^2$
- b)  $1000 \text{ N/m}^2$
- c)  $10 \text{ N/m}^2$
- d)  $1 \text{ N/m}^2$
- e) nada disso

13 - Um determinado material de peso específico  $2000 \text{ Kg/m}^3$  e forma de paralelepípedo de dimensões  $1,0 \text{ m} \times 2,0 \text{ m} \times 3,0 \text{ m}$ , repousa sobre sua face menor. A pressão por ele exercida é de:

- a)  $6000 \text{ Kg/m}^2$
- b)  $2000 \text{ Kg/m}^2$
- c)  $12000 \text{ Kg/m}^2$
- d)  $4000 \text{ Kg/m}^2$
- e)  $8000 \text{ Kg/m}^2$

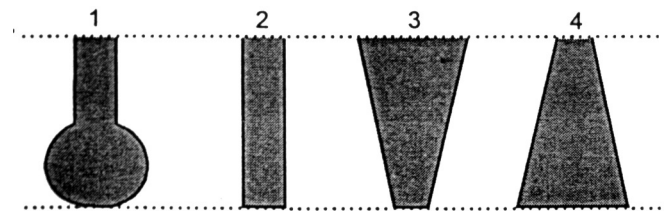
14 - (UFPR) A distância vertical entre dois pontos, num líquido em equilíbrio, é de  $2,0 \text{ m}$ ; a diferença de pressão entre eles é de  $1,4 \times 10^5 \text{ Pa}$ . Calcular a massa específica do líquido, em  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Dado:  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

15 - Num tanque aberto à atmosfera (pressão = 1 atm), temos dois líquidos imiscíveis em equilíbrio hidrostático; a camada do líquido de densidade  $\rho_1$  tem uma altura  $h_1$ , e a camada do líquido de densidade  $\rho_2$  tem uma altura  $h_2$ . Sendo  $g$  a aceleração da gravidade, a pressão no fundo do tanque pode ser expressa como:

16 - (PUC-PR-92) Um trabalho publicado em revista científica informou que todo o ouro extraído pelo homem, até os dias de hoje, seria suficiente para encher um cubo de aresta igual a  $20 \text{ m}$ . Sabendo que a massa específica do ouro é, aproximadamente, de  $20 \text{ g/cm}^3$ , podemos concluir que a massa total de ouro extraído pelo homem, até agora, é de aproximadamente:

- a)  $1,6 \times 10^8 \text{ kg}$
- b)  $4,0 \times 10^5 \text{ kg}$
- c) 8.000 toneladas
- d)  $2,0 \times 10^4 \text{ kg}$
- e) 20 milhões de toneladas

17 - (UFSM/2003)



Esses quatro frascos de formatos diferentes estão totalmente cheios de um mesmo líquido. A pressão hidrostática no fundo dos frascos será

- a) maior no frasco 1
- b) maior no frasco 2
- c) maior no frasco 3
- d) maior no frasco 4
- e) igual em todos os frascos

## Gabarito

01 - D	04 - B	07 - C	10 - A	13 - A	16 - A
02 - D	05 - E	08 - C	11 - 10	14 - $7 \text{ g/cm}^3$	17 - E
03 - C	06 - E	09 - A	12 - B	15	

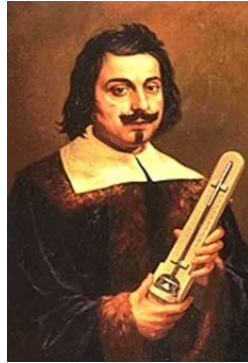


# Pressão Atmosférica

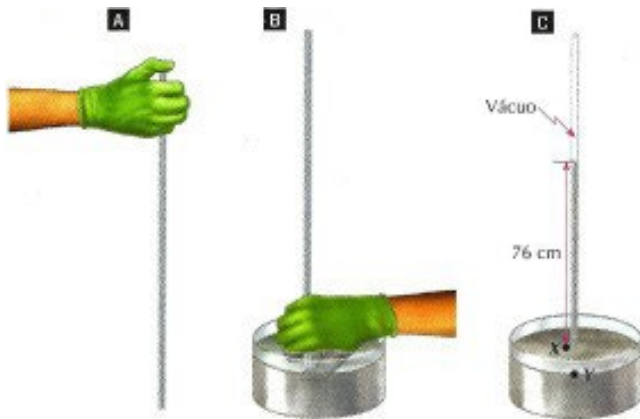
## Experiência Torricelli

O ar, como outro corpo qualquer, tem peso e exerce pressão na superfície da terra; é chamada **pressão atmosférica**.

Quem primeiro constatou a existência dessa pressão foi Evangelista Torricelli, aluno de Galileu, em 1644.



### A PRESSÃO ATMOSFÉRICA EQUILIBRA UMA COLUNA DE Hg DE 76cm



Igualando-se as pressões nos pontos X e Y, pelo teorema de Stevin, temos que:

$$p_X = p_Y \quad \therefore \quad p_Y = \mu_{Hg} \cdot g \cdot h \quad \therefore$$

$$p_{atm} = \mu_{Hg} \cdot g \cdot h$$

### Obs.:

Se a pressão atmosférica diminuir, a altura  $h$  da coluna Hg também diminuirá.

Ao nível do mar, a pressão atmosférica é máxima, e  $h$  é máximo também. No alto de uma montanha, a pressão é menor.

### Pressão Atmosférica Normal:

É a pressão atmosférica ao nível do mar, onde:  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ;  $h = 76 \text{ cm}$ ;  $\mu = 13,6 \text{ g/cm}^3 = 13.600 \text{ kg/m}^3$ , à temperatura de  $0^\circ \text{C}$ .

$$p_{atm} = \mu_{Hg} \cdot g \cdot h \Rightarrow p = 13.600 \cdot 9,8 \cdot 0,76$$

$$p_{atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

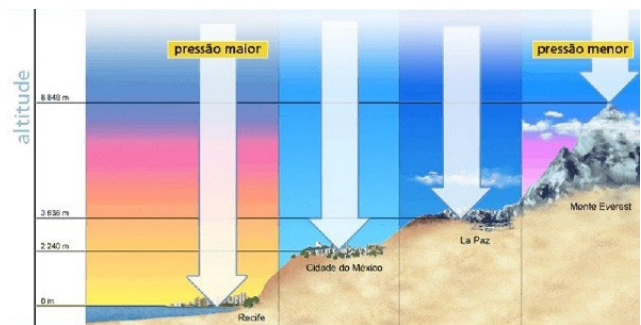
É costume chamar a pressão atmosférica normal de atmosfera (atm) e aproximar seu valor:

$$1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cm Hg}$$

No experimento de Torricelli, se substituirmos o mercúrio por água ( $d = 1 \text{ g/cm}^3$ ), a pressão atmosférica equilibrará uma coluna de água de 10,33m de altura. (Praticamente usa-se 10m de altura).

### Pressão Atmosférica e a Altitude



Quanto maior a altitude em relação ao Mar, menor é a coluna de ar atmosférico, portanto, menor será a Pressão Atmosférica.

## Exercícios

1. Uma coluna de água de 10 metros de altura exerce na base

a mesma pressão exercida pela coluna de ar ao nível do mar. Sabendo-se que um navio descansa a 300 metros de profundidade, os equipamentos que pretendem resgata-lo sofrerão uma pressão de:

- a) 31 atmosferas                      d) 30 atmosferas  
b) 300 atmosferas                    e) 1 atmosfera  
c) 310 atmosferas

2. Selecione a alternativa que completa corretamente as lacunas nas afirmações seguintes:

I - Na atmosfera terrestre, a pressão atmosférica..... à medida que aumenta a altitude.

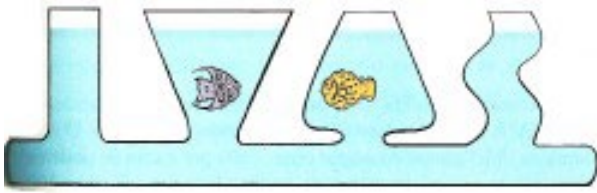
II - No mar, a pressão da superfície é..... do que a pressão a dez metros de profundidade.

- a) aumenta- maior  
b) permanece constante - menor  
c) permanece constante - maior  
d) diminui - maior  
e) diminui - menor

E . A  
2 1

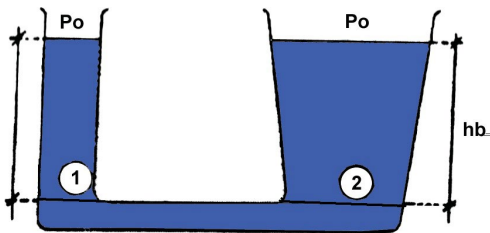
## Equilíbrio de Líquidos em Vasos Comunicantes

Entende-se por vasos comunicantes dois ou mais recipientes interligados por um conduto.



Temos aqui dois casos interessantes a serem estudados:

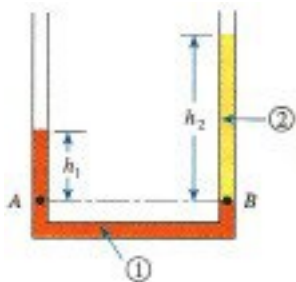
### a) CASO DE UM LÍQUIDO



Os pontos 1 e 2, estando no mesmo nível e na mesma massa fluída em equilíbrio, suportam pressões iguais, logo:

A altura alcançada por um líquido em equilíbrio em diversos vasos comunicantes é a mesma, qualquer que seja a forma ou secção do ramo.

### b) CASO DE DOIS LÍQUIDOS IMISCÍVEIS - TUBO EM U



Os pontos A e B suportam idênticas pressões por estarem localizados na mesma massa fluída em equilíbrio e em níveis iguais.

Logo:

$$\mu_1 h_1 = \mu_2 \cdot h_2$$

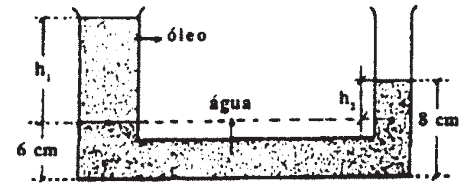
$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\mu_1}{\mu_2}$$

Portanto, a condição de equilíbrio de dois líquidos não miscíveis em vasos comunicantes é que as alturas, contadas a partir do nível de separação, sejam inversamente proporcionais às massas específicas

## Exercícios

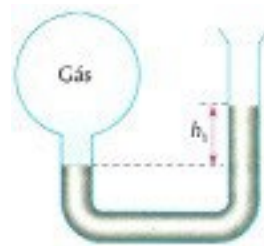
1. A figura mostra um tubo em U aberto, contendo água e óleo; as cotas principais são indicadas na figura. Nestas condições, a altura  $h$  da coluna de óleo é, aproximadamente, em mm:

(Considerar  $\mu_{\text{água}} = 1\text{g/cm}^3$  e  $\mu_{\text{óleo}} = 0,91\text{g/cm}^3$ )



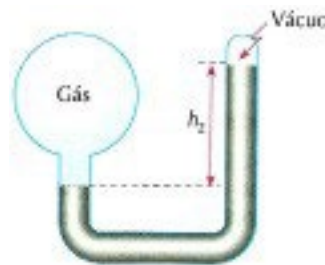
### Manômetros:

#### a) Tubo Aberto



$$P_{\text{Gás}} = P_{\text{ATM}} + \mu \cdot g \cdot h$$

#### b) Tubo Fechado



$$P_{\text{Gás}} = \mu \cdot g \cdot h$$

## Testes após a Aula 21

## Princípio de Pascal

Ao estudar o comportamento dos líquidos, o físico Blaise Pascal (séc. XVII) enunciou:

**“Os líquidos ideais transmitem integralmente os acréscimos de pressão que recebem”.**

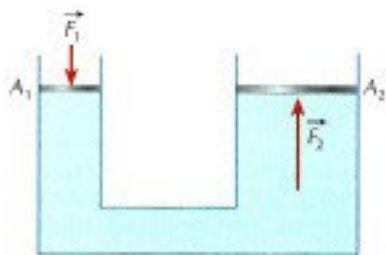
O enunciado conhecido como princípio de Pascal, pode ser interpretado da seguinte forma:

**Se um ponto qualquer de um líquido ideal em equilíbrio sofrer uma variação de pressão, todos os demais pontos desse líquido e das paredes do recipiente que o contém sofrerão a mesma variação.**

Entre as aplicações do princípio de Pascal, podemos citar a prensa hidráulica.

## PRENSA HIDRÁULICA

É um dispositivo multiplicador de força. Sejam dois vasos comunicantes, com áreas de secções  $A_1$  e  $A_2$ , preenchidas com um líquido homogêneo.



Se for aplicada ao êmbolo menor uma força  $F_1$ , haverá sobre o líquido um aumento de pressão que se transmitirá integralmente ao êmbolo maior, ficando este sujeito a uma força  $F_2$  tal que:

$$\Delta p_1 = \Delta p_2$$

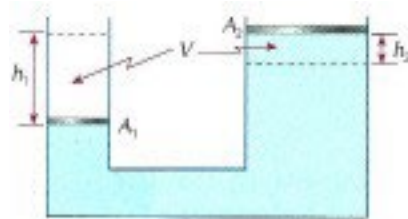
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

## Obs.:



As forças nos êmbolos têm intensidades diretamente proporcionais às áreas dos êmbolos. Na prensa hidráulica o que se ganha em força se perde em deslocamento.

O volume “V” deslocado no primeiro recipiente passa a ocupar o outro recipiente. Se  $h_1$  e  $h_2$  foram os deslocamentos dos dois êmbolos, temos:



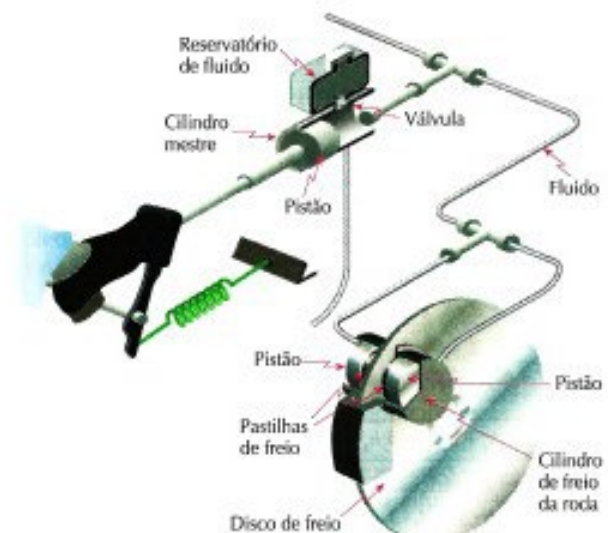
$$V_1 = A_1 \cdot h_1$$

$$V_2 = A_2 \cdot h_2$$

Conclui-se que:

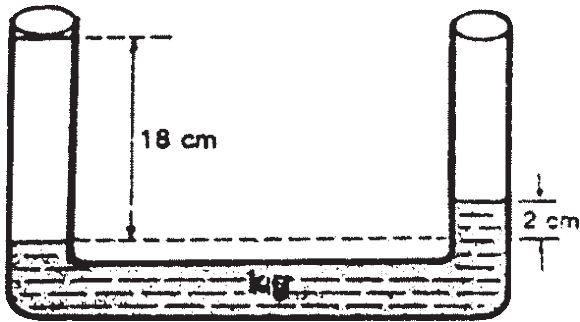
$$A_1 \cdot h_1 = A_2 \cdot h_2$$

**Os deslocamentos dos êmbolos são inversamente proporcionais às suas áreas.**



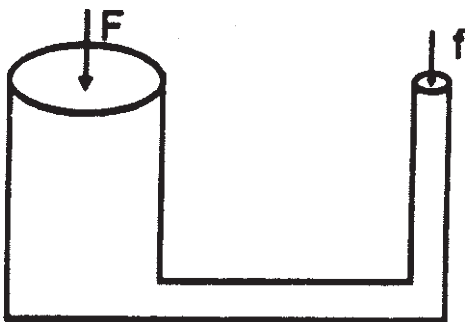
# Testes

01. Na figura a massa específica do mercúrio é  $13,6 \text{ g/cm}^3$  e o outro líquido, não miscível com ele, tem massa específica aproximadamente igual a:



- a)  $12,2 \text{ g/cm}^3$
- b)  $0,15 \text{ g/cm}^3$
- c)  $9 \text{ g/cm}^3$
- d)  $10 \text{ g/cm}^3$
- e)  $1,5 \text{ g/cm}^3$

02. A relação entre "F" e "f", na prensa hidráulica da figura, para que exista equilíbrio, sabendo-se que o raio do cilindro maior é 10(dez) vezes o raio do cilindro menor é:



- a)  $10^{-2}$
- b)  $10^{-1}$
- c) 10
- d)  $10^2$
- e)  $10^3$

03. Na prensa hidráulica ilustrada ao lado, o êmbolo menor tem área S, enquanto maior tem área  $4S$ . admitindo  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine a intensidade da forças F que consegue equilibrar a carga disposta no êmbolo maior.



- a) 100N
- b) 200N
- c) 400N
- d) 800N
- e) 1600N

04. A dificuldade de fechar a porta de um automóvel, cujos vidros se encontram fechados, é um fenômeno que se relaciona com o:

- a) princípio de Arquimedes;
- b) primeiro princípio de Termodinâmica;
- c) princípio de Pascal;
- d) segundo princípio da Termodinâmica;
- e) lei de Hooke.

05. Prensa hidráulica é um dispositivo multiplicador de:

- a) força e trabalho
- b) potência e trabalho
- c) energia e força
- d) força
- e) pressão, força e trabalho

**06.** Enche-se uma garrafa com água e em seguida se arrolha, forçando a rolha sobre a água. De acordo com o princípio de Pascal:

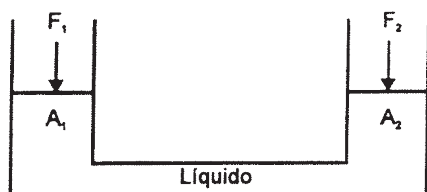
- a pressão em cada ponto é a mesma, em qualquer direção.
- a pressão é igual em todos os pontos, na direção horizontal.
- a pressão sofre o mesmo acréscimo em todos os pontos.
- não há influência da pressão da rolha sobre a água, porque a pressão se distribui integralmente em todos os sentidos.
- n.d.a.

**07. (PUC-RS)** O freio hidráulico é uma aplicação do Princípio de Pascal, que afirma:

- a força exercida sobre um corpo submerso em um fluido é igual "ao peso do fluido deslocado pelo corpo.
- a diferença de pressão entre dois pontos de um fluido em equilíbrio depende da densidade do fluido e da diferença de profundidade.
- todos os pontos de um fluido em equilíbrio transmitem-se integralmente a todos os outros pontos.
- variações de pressão em um ponto de um fluido em equilíbrio transmite-se integralmente a todos os outros pontos.
- um fluido em equilíbrio exerce forças sempre perpendiculares às paredes do recipiente.

**08. (UFRGS)** A máquina hidráulica representada na figura tem áreas circulares  $A_1$ , e  $A_2$ , de diâmetros  $d_1$ , e  $d_2$ , respectivamente. Quantas vezes  $d_1$ , deve ser maior do que  $d_2$  para que uma força  $F_2 = 10\text{N}$  em  $A_2$  possa equilibrar uma força  $F_1 = 1000\text{N}$  em  $A_1$ ?

- 3,3
- 10
- $10\sqrt{\pi}$
- 100
- 1000



**09. (PUC)** A figura esquematizada uma prensa hidráulica. Uma força  $F$  é exercida no pistão de área  $S$ , para se erguer uma carga  $C$  no pistão maior de área  $5S$ . em relação à força  $F$ , qual o valor da força que deve ser aplicada no pistão de maior área?

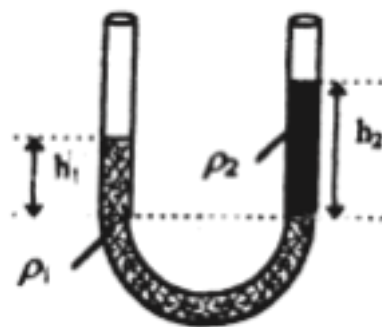
- $1F/25$
- $1F/5$
- $4F$
- $5F$
- $25F$

**10. (PUC-RS)** Numa prensa hidráulica, a seção reta do êmbolo menor é de  $20\text{cm}^2$  e a maior é de  $200\text{cm}^2$ . Quando o êmbolo maior subir  $30\text{cm}$ , o êmbolo menor descerá, em centímetros:

- 134
- 250
- 300
- 600
- 800

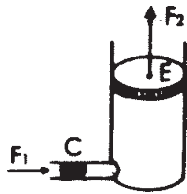
**11. (UFSM)** Dois líquidos de densidades diferentes e que não se misturam são colocados em um tubo de extremidades abertas em forma de U, conforme a figura. A relação entre as densidades  $\rho_1$  e  $\rho_2$  desses líquidos é:

- $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h_1}{h_2}$
- $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h_2}{h_1}$
- $\rho_1 \cdot \rho_2 = h_1 \cdot h_2$
- $\rho_1 \cdot \rho_2 = \frac{h_1}{h_2}$
- $\frac{\rho_1}{\rho_2} = h_1 \cdot h_2$



12. (UFSM) A figura representa um elevador hidráulico cuja eficiência é de 10.000% a relação entre os raios dos cilindros do elevador E e do compressor C é:

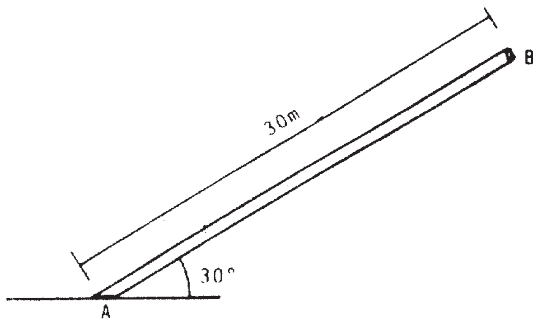
- a) 5
- b) 10
- c) 100
- d) 1000
- e) 5000



13. (UFSM) A pressão máxima que um mergulhador suporta, sem o uso de equipamentos, é de  $3 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ . Se mergulhar na água de densidade  $10^3 \text{ Kg/m}^3$ , em um local onde a pressão atmosférica é  $10^5 \text{ N/m}^2$ , a profundidade máxima que poderá atingir, sem sofrer problemas de saúde, é de aproximadamente:

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

14. (UFSM) Observe a seguinte figura:

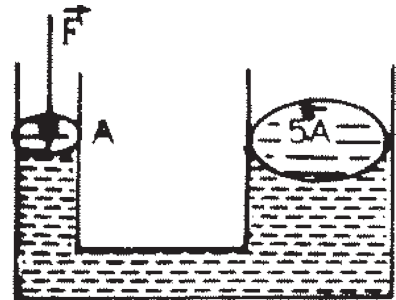


O tubo da figura tem sua extremidade "A" fechada e sua extremidade "B" aberta. Esse tubo está totalmente preenchido com água. A pressão absoluta exercida na base "A", é da ordem de

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

15. (UFSM) A figura representa uma prensa hidráulica formada por um pistão de área A e outro de área  $5A$ . Se for exercida uma força "F" no pistão de área A, a grandeza que se transmite inalterada para o pistão de área  $5A$  é o (a)

- a) força
- b) empuxo
- c) pressão
- d) impulso
- e) peso



16. (FURG/2003) Na prensa hidráulica, no elevador (macaco) hidráulico dos postos de serviços automotivos e na cadeira do dentista, encontramos exemplos de aplicação de um importante conceito de Física. Qual?

- a) Princípio de Arquimedes
- b) Princípio de Pascal
- c) Lei de Coulomb
- d) Lei de Hooke
- e) Lei de Kepler

## Gabarito

01 - E	04 - C	07 - D	10 - C	13 - B	16 - B
02 - D	05 - D	08 - B	11 - B	14 - C	
03 - B	06 - C	09 - D	12 - B	15 - C	

# Teorema de Arquimedes

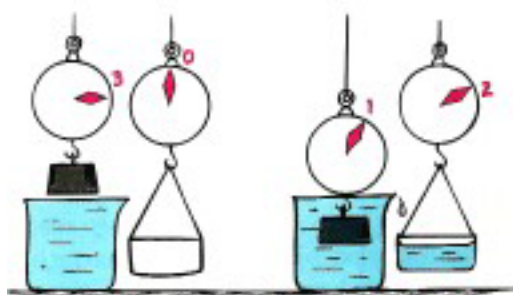


Arquimedes descobriu que todo corpo imerso totalmente ou parcialmente em um fluido recebe deste uma força a que denominou empuxo;

O teorema de Arquimedes pode ser enunciado assim:

**Todo corpo imerso, total ou parcialmente, num fluido em equilíbrio, fica sujeito à ação de uma força vertical, orientada de baixo para cima, aplicada pelo fluido; esta força é denominada empuxo (E), e sua intensidade é igual à do peso do fluido deslocado pelo corpo.**

A força E referida no enunciado acima recebe o nome de EMPUXO. Ela representa a resultante das ações do fluido sobre o corpo considerado, possuindo a mesma direção, a mesma reta suporte o sentido contrário ao da força peso.



## Cálculo do Empuxo

Consideremos o recipiente figurado a seguir, contendo um líquido em equilíbrio, no qual vamos imaginar uma porção imensa deste mesmo líquido como se fosse um corpo à parte.

$$E = P_L$$

$$E = m_L \cdot g$$



Mas como a massa m pode ser obtida em função da massa específica e do volume do fluido deslocado obtemos:

$$E = \mu_L \cdot g \cdot V_L$$

## Peso e Massa Aparentes

O peso de um corpo se aplica em seu centro de gravidade. O suporte do empuxo passa pelo centro de gravidade do líquido deslocado (centro do empuxo).

A força resultante que age sobre o corpo será o resultado do peso(P) e do empuxo(E).

Denominamos peso aparente ( $P_{ap}$ ) de um corpo (com relação a um certo fluido) a diferença entre seu peso real (no vácuo) e o empuxo que ele sofreria se estivesse totalmente submerso no fluido.  $P_{ap} = P - E$

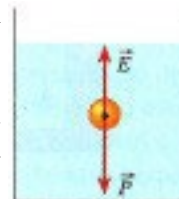
## Equilíbrio de Corpos Imersos e Flutuantes

Seja um corpo mergulhado em um líquido. Sabemos que apenas duas forças agem sobre ele: o seu peso P e o empuxo E.

**Distinguem-se três casos, que veremos a seguir.**

### 1º caso: O peso é maior que o empuxo( $P > E$ ).

Neste caso o corpo descerá com aceleração constante (condições ideais). Verificando-se as expressões de P e E, conclui-se que isso acontecerá se a massa específica do corpo for maior que massa específica do líquido, isto é,  $\mu_c > \mu_L$ .



Nas questões de Peso Aparente, lembre-se de que **o que o corpo aparenta pesar a menos é o próprio valor do Empuxo**, e vale a relação:

$$\frac{E}{P} = \frac{\mu_L \cdot FS}{d_c}$$

\* FS = Fração Submersa

### 2º Caso: O peso é menor que o empuxo( $P < E$ ).

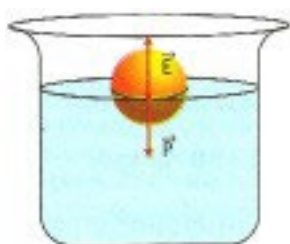
Neste caso o corpo subirá com aceleração constante até ficar flutuando na superfície do líquido. Isso acontecerá quando a massa específica do corpo for menor que a massa específica do líquido, isto é,  $\mu_c < \mu_L$

### 3º caso: O peso é igual ao empuxo (P=E)

Neste caso o corpo ficará em equilíbrio, qualquer que seja o ponto em que for colocado. Isso acontecerá quando a massa específica do corpo for igual à massa específica do líquido, isto é,  $\mu_c = \mu_L$ .

#### Corpo Parcialmente Imerso (Flutuante)

Quando o corpo, na sua trajetória de subida, aflorar na superfície do líquido, o empuxo começará a diminuir, pois diminuirá a parte submersa e, portanto, o volume do líquido deslocado. O corpo subirá até que o empuxo fique igual ao peso do corpo, que é constante. Nessa condução (P=E) o corpo ficará em equilíbrio.

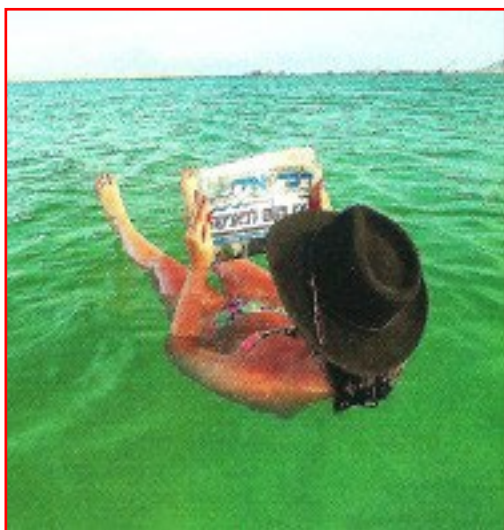


$$P = E$$

~~$$m_c \cdot g = \mu_L \cdot g \cdot V_L$$~~

$$\mu_c \cdot V_c = \mu_L \cdot V_L$$

Porque no Mar Morto é possível flutuar sem a ajuda de “boias”?



## Testes

01. Um ovo de galinha repousa no fundo de um recipiente cheio de água. Se acrescentarmos sal ao conjunto, é possível que o ovo suba e passe a flutuar. Isso ocorre porque:

- sempre que se coloca sal sobre os ovos, eles sobem;
- o sal “mexeu” com a química do ovo;
- o sal aumentou o empuxo sobre o ovo;
- o sal diminui o repuxo sobre o ovo;
- o sal possui propriedades inexplicáveis.

02. Um barco que flutua na água de um rio entrando no mar:

- afunda mais
- afunda menos
- flutua da mesma maneira
- a linha de flutuação fica mais alta
- n.d.a

03. A principal grandeza física responsável pela ascensão dos balões meteorológicos através da atmosfera é:

- o empuxo do ar
- a pressão atmosférica
- a massa específica do ar
- o reduzido peso dos balões
- a densidade do material utilizado na confecção dos balões

04. Um bloco com massa de 2Kg, mergulhado em um líquido, está em equilíbrio quando:

- a densidade do corpo é menor que a densidade do líquido
- a densidade do corpo é igual a densidade do líquido
- a densidade do corpo é maior que a densidade do líquido
- a massa do corpo é igual a massa do líquido contido no recipiente
- a pressão do líquido sobre o corpo é maior que a

**05.** O peso de um corpo de densidade  $2,5 \text{ g/cm}^3$  é de  $10 \text{ N}$ . Seu peso aparente, quando mergulhado num líquido de densidade  $0,80 \text{ g/cm}^3$ , será, em  $\text{N}$ , igual a:

- a) 9,2
- b) 8,0
- c) 6,8
- d) 4,0
- e) 2,5

**06.** Dentro da água as pessoas sentem-se mais leves em virtude da força exercida pela água sobre o corpo imerso. Esta força, descrita pela lei de Arquimedes, é denominada empuxo.

Pode-se afirmar que:

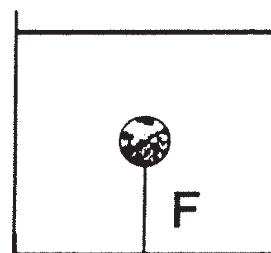
- a) a direção do empuxo pode ser horizontal
- b) o empuxo é sempre maior que o peso do corpo imerso
- c) o empuxo é igual ao peso do corpo
- d) o empuxo não depende da gravidade ou campo gravitacional.
- e) o empuxo é proporcional ao volume da água deslocado.

**07.** Assinale a opção que explica corretamente por que um balão de São João sobe:

- a) a pressão dos gases no interior do balão é menor do que a pressão atmosférica externa.
- b) a pressão atmosférica cresce com a altitude.
- c) o peso do balão é menor que o peso do ar que ele desloca.
- d) o valor da aceleração da gravidade decresce com a altitude.
- e) o volume do balão vai diminuindo à medida que ele sobe.

**08.** Uma esfera maciça e homogênea, de peso igual a  $10 \text{ N}$ , está presa ao fundo de um recipiente cheio de água pelo fio  $F$ , como se representa na figura abaixo, o módulo do empuxo sobre a esfera é  $30 \text{ N}$ . Nestas condições, calcule a tração no fio:

- a)  $10 \text{ N}$
- b)  $20 \text{ N}$
- c)  $30 \text{ N}$
- d)  $40 \text{ N}$
- e)  $50 \text{ N}$



**09.** Um objeto de densidade  $d_0$ , flutua em um líquido de densidade  $d_1$ . Somente a metade do volume do corpo está submersa no líquido. Conclui-se que a razão  $d_0/d_1$  vale:

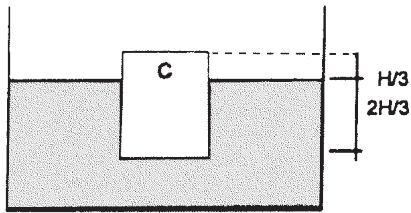
- a) 2,0
- b) 1,0
- c) 0,5
- d) 0,40
- e) 0,25

**10. (FUVEST)** Uma esfera metálica oca, hermeticamente fechada, contém ar em seu interior. Esta esfera encontra-se em equilíbrio, parcialmente submersa num líquido.

Retirando-se o ar do interior, a esfera:

- a) diminuirá sua parte submersa, pois diminui a densidade média.
- b) afundará mais, porque a densidade média aumenta.
- c) permanecerá no mesmo nível, porque a densidade do líquido não muda.
- d) aflorará ou submergirá dependendo da densidade do líquido.
- e) aflorará ou submergirá dependendo da densidade do metal.

11. Um cilindro (c) de altura  $H = 27\text{cm}$  flutua na água, em equilíbrio, como se mostra na figura abaixo. Nestas condições, determine a distância, em cm, entre a base do cilindro e o ponto de aplicação da força empuxo:



- a) 9
- b) 12
- c) 18
- d) 24
- e) n.d.a.

12. Um objeto cujo peso é  $90\text{N}$  aparenta ter somente  $60\text{N}$  quando submerso em água cuja densidade é  $10^3\text{ kg/m}^3$ . Considerando a aceleração da gravidade  $10\text{m/s}^2$ , o volume do objeto é aproximadamente.

- a)  $3 \times 10^{-3}\text{m}^3$
- b)  $3 \times 10^{-2}\text{m}^3$
- c)  $3 \times 10^2\text{m}^3$
- d)  $3 \times 10^4\text{m}^3$
- e)  $3 \times 10^5\text{m}^3$

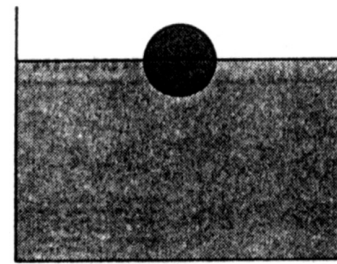
13. Um corpo completamente imerso em um líquido em equilíbrio, recebe deste um empuxo igual.

- a) ao seu próprio peso
- b) à sua própria massa
- c) ao seu peso aparente
- d) ao peso do volume do líquido deslocado
- e) à sua massa específica.

14. (PUC - RS) Um corpo está flutuando em um líquido. Nesse caso:

- a) o empuxo é menor que o peso do corpo
- b) o empuxo é maior que o peso do corpo
- c) o empuxo é igual ao peso do corpo
- d) a densidade do corpo é maior que a do líquido
- e) a densidade do corpo é igual a do líquido.

15. Uma esfera de alumínio está flutuando na superfície da água contida em um recipiente, com metade do seu volume submerso.



Assinale a opção correta:

- a) a densidade do alumínio é igual a metade da densidade da água.
- b) a esfera é oca e a densidade da esfera é igual à metade da densidade da água
- c) a esfera é maciça e a densidade da esfera é igual a metade da densidade da água
- d) a esfera é maciça e a densidade da esfera é o dobro da densidade da água.
- e) a situação proposta é impossível porque o alumínio é mais denso que a água.

16. (UFSM) Sabendo-se que a densidade da água é  $1\text{ g/cm}^3$  e a do gelo é  $0,9\text{ g/cm}^3$ , qual a fração de volume de um cubo de gelo que pode ser avistado fora do nível da água?

- a) 1/10
- b) 2/10
- c) 4/10
- d) 6/10
- e) 8/10

17. (UFSM) Um objeto cuja massa específica vale  $8\text{ g/cm}^3$  está mergulhado inteiramente em um certo líquido e apresenta um peso aparente 25% menor do que o seu peso fora do líquido. A massa específica do líquido, em  $\text{g/cm}^3$  é:

- a) 0,25
- b) 0,50
- c) 2
- d) 4
- e) 32

**18. (UFSM)** Dois cilindros, um maciço e outro oco, de mesmo volume, estão totalmente submersos na água. O empuxo exercido nos cilindros

- a) é o mesmo.
- b) é maior no cilindro oco.
- c) é maior no cilindro maciço.
- d) depende da densidade dos cilindros.
- e) depende do peso dos cilindros.

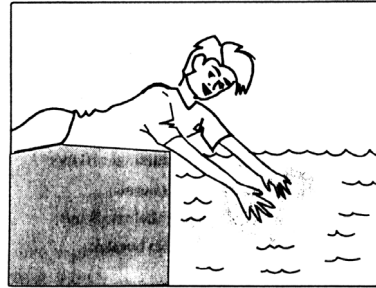
**19. (UFSM)** Uma esfera de aço flutua com uma parte do seu volume submerso na superfície do mercúrio contido em um recipiente. Se, por algum processo, for aumentada a temperatura apenas da esfera,

- a) sua densidade aumenta.
- b) sua densidade não se altera.
- c) o volume submerso da esfera não se altera.
- d) o volume submerso da esfera diminui.
- e) o volume submerso da esfera aumenta.

**20. (UFSM)** Um objeto cujo peso é 90 N aparenta ter somente 60 N, quando submerso em água cuja densidade é  $10^3 \text{ Kg/m}^3$ . Considerando a aceleração da gravidade  $10 \text{ m/s}^2$ , o volume do objeto é, aproximadamente,

- a)  $3 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
- b)  $3 \times 10^{-2} \text{ m}^3$
- c)  $3 \times 10^2 \text{ m}^3$
- d)  $3 \times 10^4 \text{ m}^3$
- e)  $3 \times 10^5 \text{ m}^3$

**21.** Para implicar com a irmãzinha, Paulinho “afoga” sua boneca na piscina, mergulhando-a totalmente, como mostra a figura ao lado, e soltando-a a seguir. Sendo a massa específica da boneca maior do que a da água, podemos prever que:

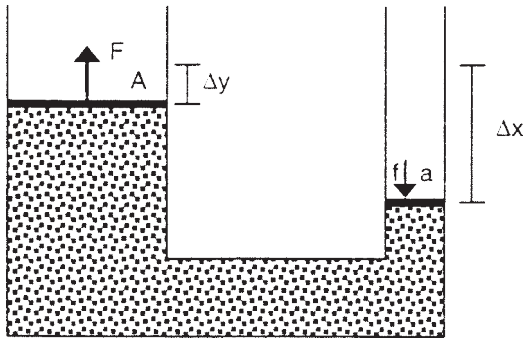


- a) a boneca afunda e o empuxo sobre ela não se altera, enquanto ela desce.
- b) a boneca afunda e o empuxo sobre ela aumenta, à medida que ela desce.
- c) a boneca flutua e o empuxo sobre ela diminui, à medida que ela emerge.
- d) a boneca flutua e o empuxo sobre ela aumenta, a partir do instante em que ela é solta.
- e) a boneca permanece no local onde foi solta e o empuxo tem valor exatamente igual ao peso.

**22 - (UFSM-2000)** Um cliente está, há muito tempo, de pé, numa fila de Banco, com os dois pés apoiados no solo, exercendo, assim, certa pressão sobre o mesmo. Levantando uma perna, de modo que apenas um dos pés toque o solo, a pressão que o cliente exerce fica multiplicada por

- a)  $\frac{1}{4}$
- b)  $\frac{1}{2}$
- c) 1
- d) 2
- e) 4

23. (UFSM/2001)



Conforme a figura, aplica-se uma força “F” ao êmbolo do cilindro menor, de área “a”, de uma prensa hidráulica produzindo um deslocamento “ $\Delta x$ ”. No êmbolo do cilindro maior, de área “A”, surge uma força “F” que produz um deslocamento “ $\Delta y$ ”. Pode-se, então, afirmar que

I -  $F \Delta y = f \Delta x$

II -  $F / A = f / a$

III -  $A \Delta y = a \Delta x$

Está(ão) corretas(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) I, II e III.

24. (PEIES-II/98) Analise as seguintes afirmações:

I. Num líquido em equilíbrio, a pressão varia linearmente com a profundidade.

II. Massa específica (densidade) é a razão da massa de um corpo pelo seu volume.

III. O módulo do empuxo sobre um objeto totalmente submerso em um fluido é igual ao módulo do peso

Está(ão) correta(s) :

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) I, II e III

25. (PEIES-II/97) Um paralelepípedo homogêneo de volume  $V$  e massa específica  $\mu_p$  flutua em equilíbrio na água, cuja massa específica é  $\mu_A$ , com  $2/3$  do seu volume submerso. Então, aplicando o princípio de Arquimedes, pode-se expressar o peso do corpo como

- a)  $1/3 \mu_p g V$
- b)  $2/3 \mu_p g V$
- c)  $\mu_A V g$
- d)  $1/3 \mu_A g V$
- e)  $2/3 \mu_A g V$

26. (PEIES-II/96) O empuxo exercido por um fluido sobre um corpo totalmente mergulhado nele depende do(a) :

- a) profundidade do corpo no fluido.
- b) substância que constitui o corpo.
- c) peso do corpo.
- d) volume do corpo.
- e) forma do corpo.

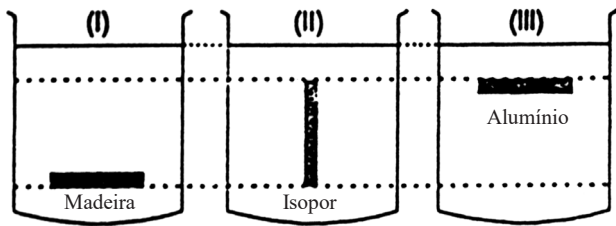
27. (PEIES-II/2001) Um corpo pesa 100N no ar, quando o empuxo pode ser desconsiderado e 80N, quando submerso na água cuja densidade é  $10^3 \text{ Kg/m}^3$ . Considerando o módulo da aceleração da gravidade  $10 \text{ m/s}^2$ , o volume do corpo é, em  $\text{m}^3$ ,

- a)  $1 \times 10^{-3}$
- b)  $2 \times 10^{-3}$
- c)  $1 \times 10^{-2}$
- d)  $2 \times 10^{-2}$
- e)  $1 \times 10^{-1}$

28. (PEIES-II/2000) A 100m de profundidade de um lago de águas calmas do planeta Klingon, a pressão vale  $7 \times 10^5 \text{ Pa}$  e a 75m de profundidade,  $6 \times 10^5 \text{ Pa}$ . Então, a pressão atmosférica desse planeta na superfície do lago vale, em  $10^5 \text{ Pa}$ ,

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

29. (PEIES-II/2002) A figura representa três corpos maciços de mesmo tamanho e de formas idênticas (paralelepípedos) mas de substâncias diferentes, imersos na água.



Assinale V nas afirmações verdadeiras e F nas Falsas :

( ) o módulo do empuxo do líquido sobre o corpo é maior em (II).

( ) A diferença de pressão entre a base e o topo do corpo é maior em (I).

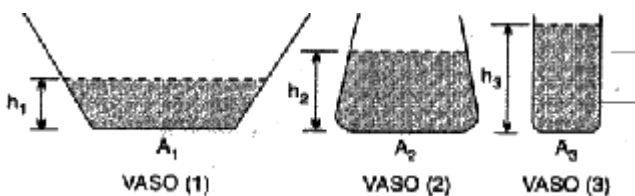
( ) o módulo da força do líquido sobre o topo do corpo é maior em (I).

A seqüência correta é:

- V - V - V
- V - V - F
- V - F - V
- F - V - F
- F - F - V

30. (PUC-PR) Nos vasos abaixo, contendo o mesmo líquido, as relações entre as seções retas no fundo de cada um e os níveis dos líquidos são:

$$A_1 > A_2 > A_3 \text{ e } h_3 > h_2 > h_1$$



Então, podemos concluir que:

- a pressão exercida no fundo é maior no vaso 1;
- a pressão exercida no fundo é maior no vaso 2;
- a pressão exercida no fundo é maior no vaso 3;
- a pressão no fundo do recipiente é igual nos 3 vasos;
- a pressão não pode ser determinada.

## Gabarito

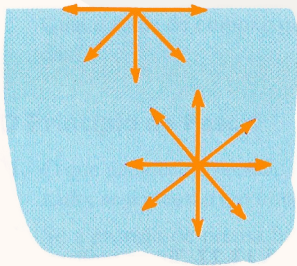
1. C	7. C	13. D	19. C	25. E
2. B	8. B	14. C	20. A	26. D
3. A	9. C	15. B	21. A	27. B
4. A e B	10. A	16. A	22. D	28. C
5. C	11. A	17. C	23. E	29. E
6. E	12. A	18. A	24. D	30. C

# HIDRODINÂMICA

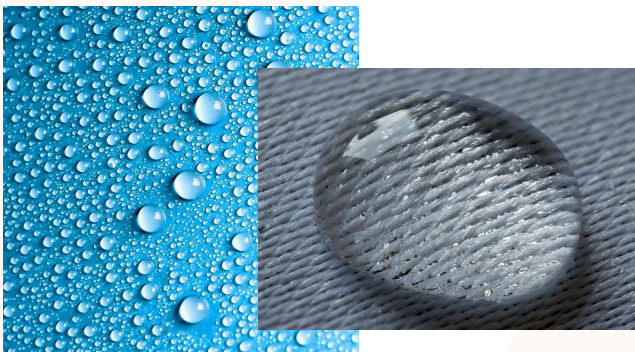
## PROPRIEDADES DE UM FLUIDO

### Tensão Superficial

A tensão superficial é um fenômeno decorrente da força resultante que atua sobre as moléculas próximas à superfície livre do líquido.



Devido à tensão superficial, um líquido tende sempre a ocupar a menor área de superfície possível. Isso faz com que a água, por exemplo, forme gotículas ao molhar uma superfície de vidro.

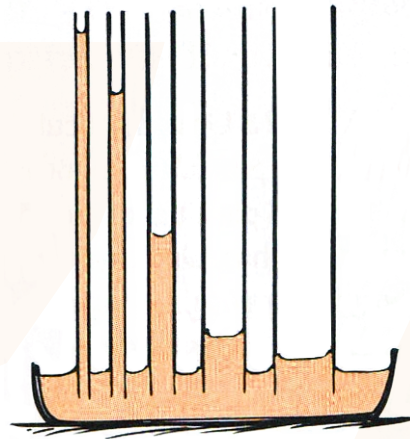


Insetos que parecem “caminhar” sobre a água e alguns pequenos objetos que parecem “flutuar” na verdade se apoiam sobre a tensão superficial.



### Capilaridade

É o fenômeno que ocorre quando um líquido consegue ascender contra o campo gravitacional terrestre em um tubo de diâmetro suficientemente pequeno.



Isso acontece porque as moléculas do líquido aderem à superfície do tubo, e a tensão superficial do líquido dentro do tubo traz o líquido junto com as moléculas que aderiram à sua parede.

O líquido sobe até que seu peso seja suficiente para equilibrar a força de adesão entre o líquido e o tubo. Por isso quanto mais fino for o tubo capilar, mais o líquido irá subir.

É a capilaridade que explica o fato de um tecido ou papel absorver um líquido mesmo que não esteja totalmente mergulhado nele.



## Viscosidade

Todo fluido apresenta uma certa resistência ao escoamento. Quanto mais viscoso for o líquido, maior é a resistência que o líquido oferece para escoar.

Esta característica se deve ao fato de haver atrito entre as moléculas do líquido, enquanto umas passam sobre as outras.

A viscosidade de um líquido está diretamente relacionada à sua temperatura. Ao elevarmos a temperatura de um líquido, a sua viscosidade diminui significativamente.

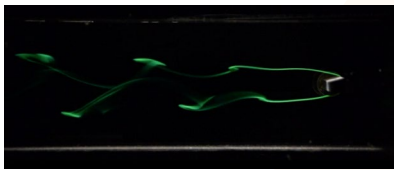
A imagem abaixo compara a viscosidade de quatro líquidos (em temperatura ambiente) através de uma “corrida” entre eles.



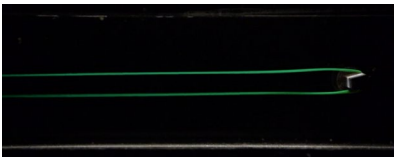
O mais lento (o mel) é o fluido mais viscoso, enquanto o mais rápido (xarope) é o menos viscoso dos quatro. Um fluido considerado ideal não possui viscosidade!

## Tipos de Escoamentos

**TURBULENTO:** É aquele em que as linhas de escoamento não se mantêm constantes no tempo. Este escoamento é imprevisível e ainda não tem solução do ponto de vista da Física.



**LAMINAR ou ESTACIONÁRIO:** É aquele em que as linhas de escoamento se mantêm constantes no tempo.



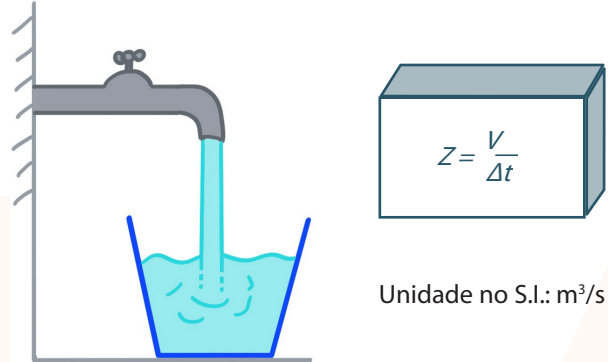
(Considere o fluido escoando para a esquerda nas duas imagens acima.)

**Obs.:** Com o aumento da velocidade, um escoamento laminar tende a se tornar turbulento!

## Vazão (Z)

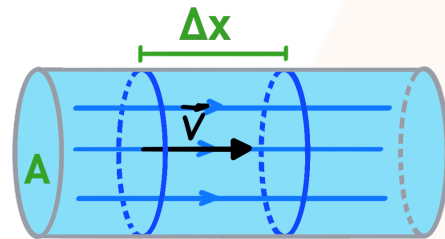
Vazão é a taxa de escoamento volumétrico no tempo. Em outras palavras, é quanto volume escoou pela seção transversal de uma tubulação a cada unidade de tempo.

Para calcular a vazão em uma tubulação ou saída de determinado líquido, fazemos:



**Obs.:** 1 m³ = 10³ litros

A vazão também pode ser calculada considerando-se a velocidade do escoamento e a área de seção transversal do duto no qual o líquido escoou:



$$Z = \frac{Vol}{\Delta t} = \frac{A \cdot \Delta x}{\Delta t} = \boxed{Z = A \cdot v}$$

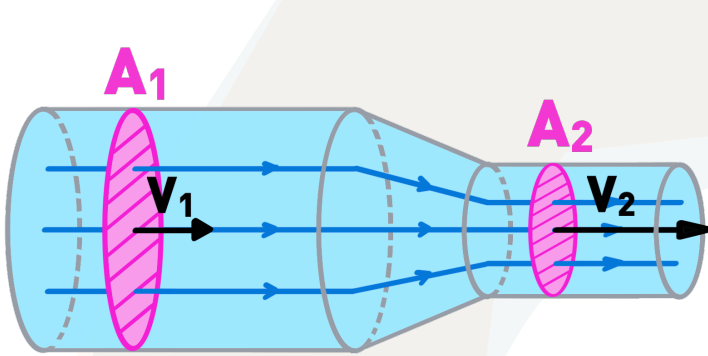
## Teorema da Continuidade

Ao longo de uma tubulação, a vazão é constante.

Este fato pode ser facilmente entendido quando pensamos na conservação da massa. Se, por exemplo, a vazão em determinada região do duto é de 10 l/s, em qualquer outra região do duto a vazão deverá ser também de 10 l/s, considerando-se que não haja pontos de vazamento.

Portanto, caso haja mudança na espessura da tubulação, devemos lembrar que o que muda é a velocidade do escoamento, e a vazão se mantém inalterada!

Veja a seguir:



$$Z_1 = Z_2$$

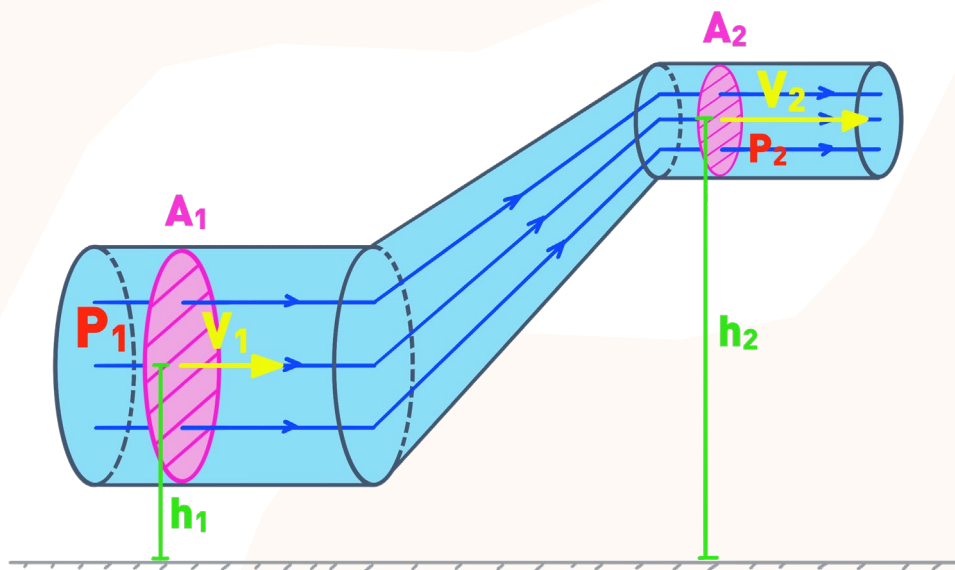
$$\uparrow A_1 \cdot v_1 \downarrow = \downarrow A_2 \cdot v_2 \uparrow$$

Quanto menor for a área de secção transversal, maior será a velocidade do escoamento.

**Obs.:** Lembre-se de que a secção transversal é uma circunferência ( $A = \pi \cdot r^2$ ), portanto sua área é diretamente proporcional ao quadrado do raio ou do diâmetro do duto.

## Equação de Bernoulli

Aplicando o Teorema da Conservação da Energia a um fluido em regime de escoamento estacionário, Daniel Bernoulli conseguiu relacionar a velocidade, a altura e a pressão hidrodinâmica de dois pontos quaisquer deste escoamento.



$$\frac{\mu \cdot v_1^2}{2} + P_1 + \mu \cdot g \cdot h_1 = \frac{\mu \cdot v_2^2}{2} + P_2 + \mu \cdot g \cdot h_2$$

Na equação acima:

ENERGIA  
CINÉTICA POR  
VOLUME

PRESSÃO  
HIDRODINÂMICA

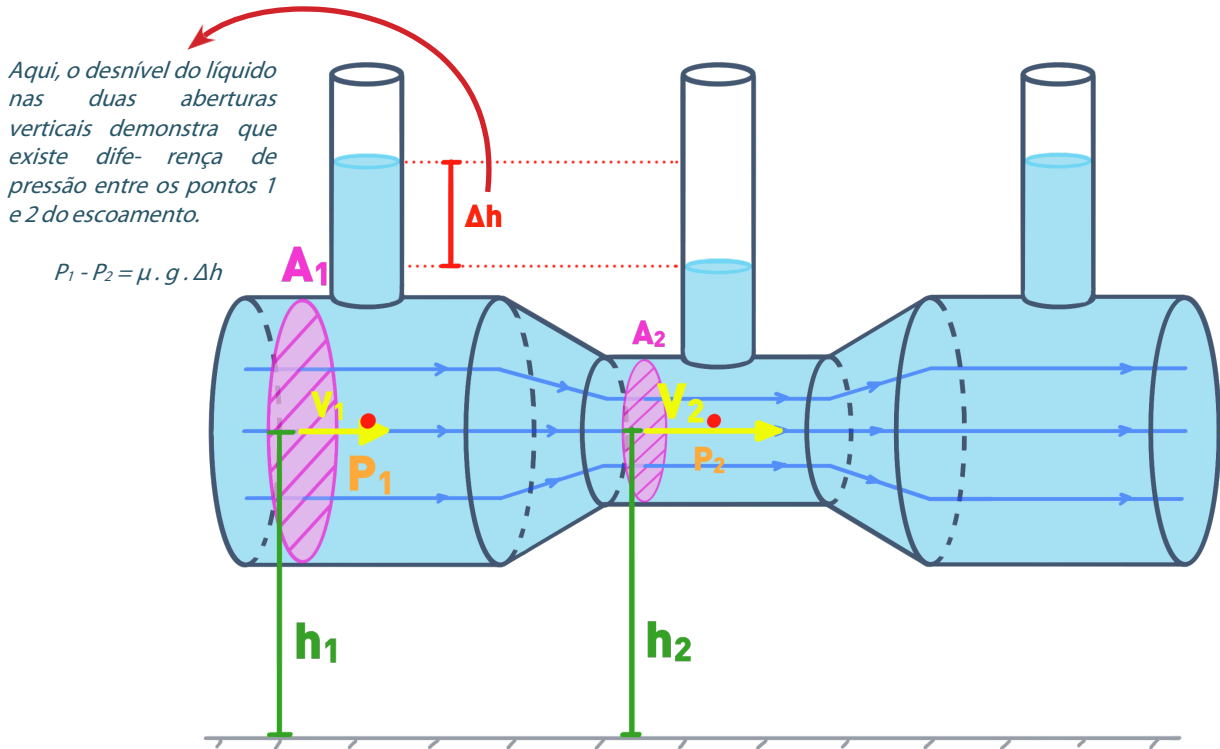
ENERGIA  
POTENCIAL POR  
VOLUME

**Obs.:** Não confunda o " $\mu \cdot g \cdot h$ " da equação acima com pressão hidrostática. Lembre-se de que, na equação da pressão hidrostática, o " $h$ " se refere à profundidade, enquanto que, na Equação de Bernoulli, o " $h$ " é a altura da tubulação em relação ao solo.



## Duto Horizontal

Aplicando a Equação de Bernoulli a uma tubulação horizontal com regime de escoamento laminar ou estacionário, podemos relacionar a mudança na velocidade à alteração da pressão hidrodinâmica.



Como já sabemos, a velocidade do escoamento é inversamente proporcional à área de secção transversal.

Portanto:

$$\text{Se } A_1 > A_2, \text{ então } v_1 < v_2$$

Utilizando-se a Equação de Bernoulli para os pontos 1 e 2 do escoamento no duto horizontal:

Da equação resultante, podemos concluir que, em um escoamento horizontal (ou em um em que a diferença de altura seja pequena, ou ainda, em um escoamento no qual a massa específica do fluido seja muito pequena), em que a velocidade é maior, a pressão hidrodinâmica é menor, e vice-versa.

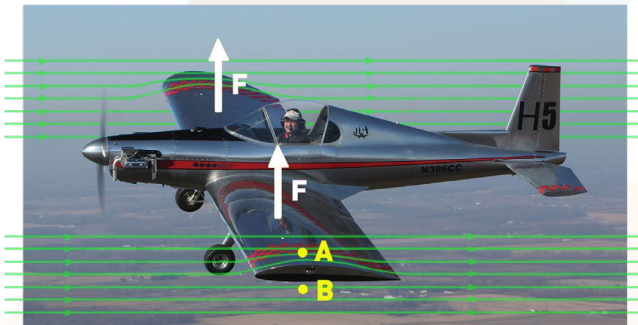
$$\text{Se } v_1 < v_2, \text{ então } P_1 > P_2$$



## SUSTENTAÇÃO DOS AVIÕES:

Devido ao desenho aerodinâmico das asas dos aviões, quando o ar flui por elas, é gerada uma diferença de pressão entre a parte inferior e a superior das asas. Esta diferença de pressão é responsável pelo surgimento de uma força que sustenta o avião.

Veja:



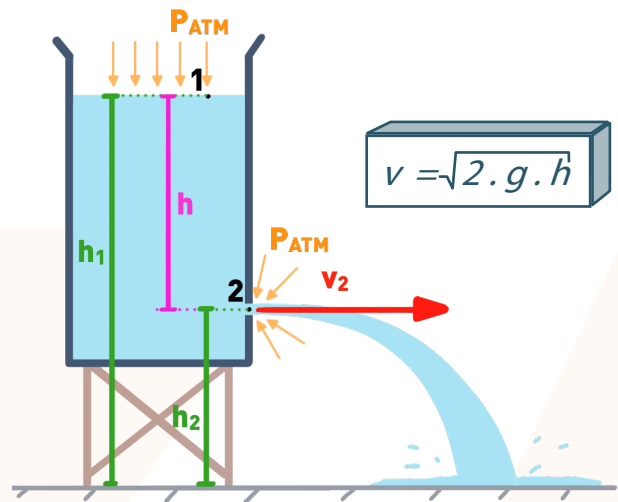
Quando o ar passa por cima da asa, as linhas de escoamento se aproximam, e isso representa que ali a velocidade do escoamento é maior do que embaixo da asa. Pela Equação de Bernoulli, sabemos que onde a velocidade do escoamento é maior, a pressão hidrodinâmica é menor.

$$\text{Se } v_A > v_B, \text{ então } P_A <$$

Surge, assim, uma força que aponta da maior para a menor pressão (de baixo para cima) que sustenta o avião enquanto ele se desloca horizontalmente.

## Equação de Torricelli

Podemos determinar a velocidade com que um jato d'água escoar de um orifício na base de um recipiente que contenha determinado líquido pela aplicação da Equação de Bernoulli:



Então, a velocidade de escoamento de um fluido por um orifício é diretamente proporcional à raiz quadrada da profundidade do orifício neste fluido. Podemos dizer que quanto mais fundo for o orifício, maior será a velocidade com que o fluido vai escoar.

## TESTES

**01.** Quando deixamos uma janela aberta, observamos que a cortina da casa é puxada para fora. Isso se deve ao fato de:

- a velocidade do ar fora da casa ser maior que a velocidade do ar dentro de casa.
- a velocidade do ar fora da casa ser menor que a velocidade do ar dentro de casa.
- a velocidade do ar fora da casa ser igual à velocidade do ar dentro de casa.
- A pressão dentro da casa ser menor que a pressão fora da casa.

**02.** A figura mostra a parte superior A e a parte inferior B asa de um avião. O fato de o avião conseguir voar se deve ao fato de a velocidade do fluido ser diferente na parte inferior da superior. As relações entre as velocidades e as

pressões exercidas nos pontos A e B são :

- $v_A = v_B$  ;  $p_A > p_B$
- $v_A < v_B$  ;  $p_A > p_B$
- $v_A > v_B$  ;  $p_A > p_B$
- $v_A > v_B$  ;  $p_A < p_B$
- $v_A > v_B$  ;  $p_A = p_B$



**03.** (UFSM) - Num tubo de  $R_1 = 2$  cm, corre água com  $v_1 = 3$  m/s, se o tubo sofrer um estrangulamento, e o novo raio for  $R_2 = 1$  cm, qual será o valor da nova velocidade ?

- 6 m/s
- 8 m/s
- 12 m/s
- 14 m/s
- 10 m/s

**04.** (UFSM) - A água flui com velocidade  $v$  através de uma mangueira de área de secção reta  $A$  colocada na horizontal. Se, na extremidade da mangueira, for colocado um bocal de área igual a  $A/6$ , a água fluirá nesta extremidade com velocidade de :

- a)  $v/6$
- b)  $v/3$
- c)  $v$
- d)  $3v$
- e)  $6v$

**05.** (UFSM) - Um fluido incompressível, não viscoso escoa em um tubo cilíndrico horizontal com velocidade  $v_1$ . A partir de certo ponto, o raio do tubo reduz-se a metade. A velocidade  $v_2$  na região estreita é :

- a)  $v_2 = v_1/4$
- b)  $v_2 = 4v_1$
- c)  $v_2 = v_1/2$
- d)  $v_2 = 2v_1$
- e)  $v_2 = v_1$

**06.** Quando abrimos uma torneira em nossa casa, observamos que o filete de água diminui sua área conforme a altura aumenta em relação a torneira. Isso se deve ao fato de :

- a) a velocidade da água permanecer constante, e a pressão no filete permanecer inalterada.
- b) a velocidade da água diminuir, e a pressão no filete aumentar.
- c) a velocidade da água aumentar, e a pressão no filete aumentar.
- d) a velocidade da água aumentar, e a pressão no filete diminuir.
- e) fisicamente isto é impossível de acontecer.

**07.** Pela secção transversal de uma canalização, passam  $7,2\text{m}^3$  de água em meia hora.

Qual o valor da vazão ?

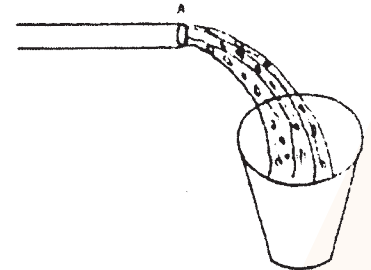
**08.** Um tanque de volume  $60\text{ m}^3$  está vazio. Quer-se enchê-lo de água por meio de um tubo de secção  $0,5\text{ cm}^2$ , tendo a água velocidade constante de  $8\text{ m/s}$ . determine:

- a) A vazão do tubo.

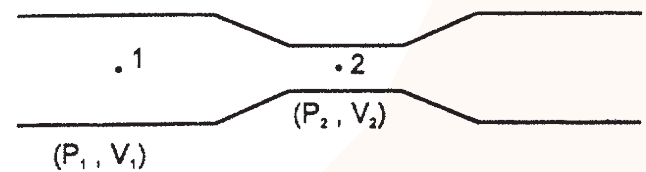
b) O tempo gasto para encher o tanque.

**09.** (UFSM) Um cano de secção reta "A" escoava água em um balde, num volume "V", no tempo "T". Qual a expressão que permite determinar a velocidade "v" do fluxo de água:

- a)  $\frac{V}{t} A$
- b)  $VAt$
- c)  $\frac{V}{At}$
- d)  $\frac{At}{V}$
- e)  $\frac{1}{VAt}$

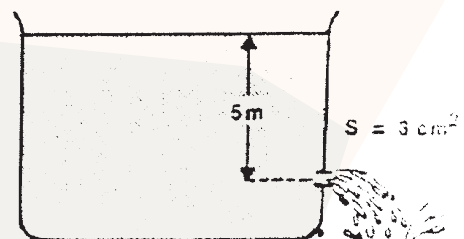


**10.** (UFSM) Num duto onde escoava líquido incompressível e não viscoso, observa-se que as velocidades e as pressões estáticas nos pontos "1" e "2" são, respectivamente,



- a)  $V_1 = V_2 ; P_1 = P_2$
- b)  $V_1 > V_2 ; P_1 > P_2$
- c)  $V_1 > V_2 ; P_1 < P_2$
- d)  $V_1 < V_2 ; P_1 > P_2$
- e)  $V_1 < V_2 ; P_1 = P_2$

**11.** A figura ilustra um reservatório contendo água. A  $5\text{ m}$  abaixo da superfície livre, existe um pequeno orifício de área igual a  $3\text{ cm}^2$ . Admitindo  $g=10\text{m/s}^2$ , podemos afirmar que a vazão instantânea através desse orifício é, em  $\text{l/s}$ :



**12.** Para dentro de um tanque cilíndrico, de eixo vertical e grande secção transversal, flui água vazão de  $1 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  e sai por um orifício de  $1 \text{ cm}^2$  de área, situado na base. Em regime permanente, a altura da água no tanque, em um local onde  $g$  é de  $10 \text{ m/s}^2$ , é, em cm:

**13.** (MACKENZIE) "Num conduto de vazão constante, a velocidade de escoamento de um líquido é inversamente proporcional à área da secção transversal do mesmo". Este é o enunciado:

- a) do Teorema de Bernoulli.
- b) do Teorema de Torricelli.
- c) da Equação da Continuidade.
- d) do Teorema de Venturi.
- e) n.d.a.

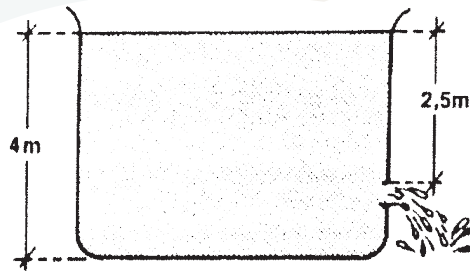
**14.** (F.E.Q. LORENA) Numa tubulação de água, a velocidade é de  $12 \text{ m/s}$  em um ponto em que a secção do tubo tem diâmetro de  $10 \text{ cm}$ . Em um ponto cuja secção tem diâmetro de  $4 \text{ cm}$ , qual será a velocidade da água?

**15.** A figura abaixo esquematiza um tubo cilíndrico no qual se praticou um estreitamento. Pode-se afirmar a respeito da vazão, velocidade de escoamento e pressão de um líquido que percorre o tubo, que na região de secção mínima,  $S$ , em relação a qualquer outra secção, respectivamente:



- a) é igual, é menor e é maior.
- b) é maior, é igual e é menor.
- c) é maior, é menor e é igual.
- d) é igual, é maior e é menor.
- e) é menor, é igual e é maior.

**16.** (UEL) O recipiente abaixo contém líquido até uma altura de  $4 \text{ m}$ . Efetuando um furo de área  $5 \text{ cm}^2$  a  $2,5 \text{ m}$  abaixo da superfície livre do líquido, determine a velocidade com que o líquido escoo pelo furo, em  $\text{m/s}$ , e sua vazão em  $\text{l/s}$ , respectivamente.



Despreze a viscosidade, considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e suponha que a superfície livre do líquido se mantenha num mesmo nível durante o escoamento.

- a)  $50$  e  $7$
- b)  $2\sqrt{5}$  e  $50$
- c)  $5\sqrt{2}$  e  $3,5$
- d)  $7$  e  $250$

**17.** Um vaso de seção retangular contém água a uma altura constante de  $1,0 \text{ m}$ . Se abriremos um orifício numa das faces laterais a  $40 \text{ cm}$  da superfície livre da água, qual será a velocidade de escoamento sendo  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ?

**18.** Óleo flui por um tubo de diâmetro interno igual a  $4 \text{ cm}$  com uma velocidade média de  $2,5 \text{ m/s}$ . Calcule a vazão em  $\text{m}^3/\text{s}$ .

**19.** (UFSM/2001)



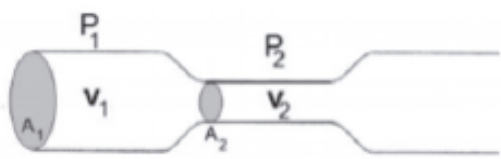
A figura representa uma tubulação horizontal em que escoo um fluido ideal.

A velocidade de escoamento do fluido no ponto 1 é \_\_\_\_\_ que a verificada no ponto 2, e a pressão no ponto 1, em relação à pressão no ponto 2, é \_\_\_\_\_.

Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas.

- a) maior - maior
- b) maior - menor
- c) menor - maior
- d) menor - menor
- e) maior - igual

**20.** (UFRGS) A figura abaixo mostra um fluido incompressível que escoam com velocidade  $V_1$  através de um tubo horizontal de seção reta  $A_1$  e atravessa, com velocidade  $V_2$ , um trecho estrangulado de seção reta  $A_2 = A_1/4$ .



Nessa situação, a razão entre os módulos das velocidades  $V_2/V_1$  é

- a) 4.
- b) 2.
- c) 1.
- d) 1/2.
- e) 1/4.

**21.** (UFRJ) Um jardineiro dispõe de mangueiras de dois tipos, porém com a mesma vazão. Na primeira, a água sai com velocidade de módulo  $v$  e, na segunda, sai com velocidade de módulo  $2v$ .



A primeira mangueira apresenta:

- a) a metade da área transversal da segunda.
- b) o dobro da área transversal da segunda.
- c) um quarto da área transversal da segunda.
- d) o quádruplo da área transversal da segunda.
- e) dois quintos da área transversal da segunda.

**22.** (Unifra-RS) Para fazer chegar água a uma população cada vez maior nas cidades grandes, é preciso, além de outras coisas, aumentar a vazão de água nas tubulações. Sendo  $v$  a velocidade da água na tubulação e  $A$  a área de seção reta do tubo, é possível concluir que:

a) a vazão é diretamente proporcional a  $v$  e inversamente proporcional a  $A$ .

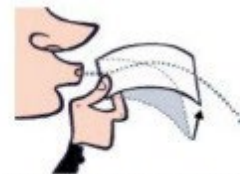
b) a vazão é inversamente proporcional a  $v$  e diretamente proporcional a  $A$ .

c) a vazão é inversamente proporcional a  $v$  e inversamente proporcional a  $A$ .

d) a vazão é diretamente proporcional a  $v$  e diretamente proporcional a  $A$ .

e) a vazão não depende de  $A$  ou  $v$ .

**23.** (Unifra) Quando aproximamos da boca uma folha de papel e sopramos na parte superior da folha, percebemos que a folha, antes caída (devido à atração gravitacional), sobe e se mantém numa posição quase horizontal, enquanto sopramos.



(Fonte: adaptado de <http://www.icrystall.com/1/features/ber.html>).

A explicação para que a folha se mantenha na posição quase horizontal é que o movimento do ar, provocado pelo sopro,

- a) atrai a folha de papel, reduzindo, assim, a atração gravitacional sobre a folha de papel.
- b) reduz a pressão na parte superior da folha de papel, tornando a pressão, na parte inferior, maior.
- c) aumenta a pressão na parte inferior da folha de papel, sem alterar a pressão na parte superior.
- d) aumenta a pressão na parte superior da folha de papel, reduzindo a atração gravitacional sobre a folha de papel.
- e) empurra a folha de papel para cima, compensando a atração gravitacional sobre a folha de papel.

**24.** (Pucsp-2018) Por uma luva de redução de PVC, que fará parte de uma tubulação, passarão 180 litros de água por minuto. Os diâmetros internos dessa luva são 100 mm para a entrada e 60 mm para a saída da água.



Determine, em m/s, a velocidade aproximada de saída da água por essa luva.

- a) 0,8
- b) 1,1
- c) 1,8
- d) 4,1

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO: Na resolução, use quando necessário:

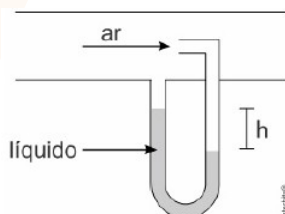
$$g = 10 \text{ m/s}^2, 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}, \mu_{\text{água}} = 1.000 \text{ kg/m}^3, \pi = 3$$

**25.** (Ufjf-2018) Para economizar energia, você contraiu uma bombeira hidráulica, chamada Maria Emmy, que instalou um sistema de aquecimento solar para um reservatório de água. O reservatório é conectado ao chuveiro de sua casa por 12 metros de tubulação com diâmetro de 1 cm. Quando a torneira é aberta, o chuveiro apresenta uma vazão constante de 6 litros por minuto. Quanto tempo você deve esperar para começar a cair água quente no chuveiro? Utilize  $\pi = 3$

- a) 18 s
- b) 9 s
- c) 36 s
- d) 2,25 s
- e) 5,5 s

**26.** (Unicamp) A microfluídica é uma área de pesquisa que trabalha com a manipulação precisa de líquidos em canais com dimensões submilimétricas, chamados de microcanais, possibilitando o desenvolvimento de sistemas miniaturizados de análises químicas e biológicas. Considere que uma seringa com êmbolo cilíndrico de diâmetro  $D = 4 \text{ mm}$  seja usada para injetar um líquido em um microcanal cilíndrico com diâmetro de  $500 \mu\text{m}$ . Se o êmbolo for movido com uma velocidade de  $V = 4 \text{ mm/s}$  a velocidade, do líquido no microcanal será de

- a) 256,0 mm/s
- b) 32,0 mm/s
- c) 62,5  $\mu\text{m/s}$
- d) 500,0  $\mu\text{m/s}$

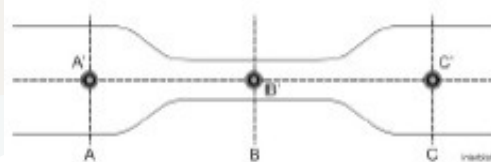


Um estudante usa um tubo de Pitot esquematizado na figura para medir a velocidade do ar em um túnel de vento. A densidade do ar é igual a  $1,2 \text{ kg/m}^3$ , e a densidade do líquido é  $1,2 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$  sendo  $h = 10 \text{ cm}$ . Nessas condições a velocidade do ar é aproximadamente igual a

- a) 1,4 m/s
- b) 14 m/s
- c)  $1,4 \times 10^2$
- d)  $1,4 \times 10^3$
- e)  $1,4 \times 10^4 \text{ m/s}$

**28.** (Ufsm) A arteriosclerose consiste no estreitamento dos vasos sanguíneos devido, principalmente, ao acúmulo de placas de gordura nas paredes desses vasos. A figura representa esquematicamente essa situação. A, B e C re-

presentam três seções retas e contêm, respectivamente, os pontos A', B' e C', que se encontram no mesmo nível.



Considerando o sangue como um fluido ideal, que escoia em regime estacionário, marque verdadeira (V) ou falsa (F) em cada afirmativa a seguir.

- ( ) O módulo da velocidade do sangue em A' é igual ao módulo da velocidade do sangue em C'.
- ( ) A pressão do sangue em B é maior que a pressão do sangue em A.
- ( ) A vazão do sangue em B é menor que a vazão do sangue em A.

A sequência correta é

- a) V - F - V.
- b) F - F - V.
- c) V - V - F.
- d) F - V - V.
- e) V - F - F.

### GABARITO

01 - A	10 - D	20 - A
02 - D	11 - 3	21 - B
03 - C	12 - 5	22 - D
04 - E	13 - C	23 - B
05 - B	14 - 75 m/s	24 - B
06 - D	15 - D	25 - B
07 - $4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	16 - C	26 - A
08 - a) $4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	17 - 2,8 m/s	27 - C
b) $1,5 \cdot 10^5 \text{ s}$	18 - $3,14 \cdot 10^{-3}$	28 - E
09 - C	19 - C	