

# REVISÃO FÍSICA

## *Cinemática*



# CINEMÁTICA 1: INTRODUÇÃO AO ESTUDO DOS MOVIMENTOS

## REFERENCIAL

**Referencial:** é um corpo em relação ao qual identificamos se determinado corpo em estudo está em movimento ou em repouso. Na maioria das vezes, em nosso cotidiano, o referencial é a Terra, mas a escolha do referencial é arbitrária.

## CORPO E PONTO MATERIAL

**Ponto material:** é um corpo cujas dimensões não interferem no estudo de determinado fenômeno. Quando há necessidade de levar em conta as dimensões, o corpo é denominado extenso.

## MOVIMENTO, REPOUSO E TRAJETÓRIA

**Movimento e repouso:** um ponto material está em movimento quando sua posição, em relação a um determinado referencial, varia no decorrer do tempo. Se sua posição não varia ao longo do tempo, dizemos que o corpo está em repouso em relação a esse referencial. Os conceitos de movimento e de repouso de um corpo são relativos, isto é, dependem de outro corpo tomado como referencial.

**Trajatória:** é o conjunto das posições ocupadas por um corpo em movimento em função do tempo. Observe que a trajetória inclui não somente os pontos percorridos, mas também aqueles pelos quais o móvel ainda vai passar. A trajetória de um corpo depende do referencial adotado.

## POSIÇÃO, VARIAÇÃO DE POSIÇÃO E DISTÂNCIA PERCORRIDA

**Espaço ou Posição (S):** é a localização, em cada instante, de um móvel ao longo da trajetória. Portanto, deve-se orientar a trajetória e adotar um ponto O como origem.

**Varição da posição ou deslocamento escalar ( $\Delta S$ ):** é a diferença entre a posição entre dois instantes  $t$  e  $t_0$ .

$$\Delta S = S - S_0$$

**Distância percorrida:** é a distância que foi realmente percorrida. Não assume valores negativos.

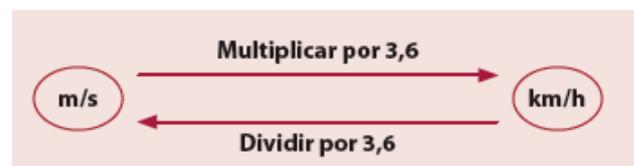
## VELOCIDADE

**Velocidade escalar média ( $v_m$ ):** é a razão entre a variação da posição  $\Delta S$  e o correspondente intervalo de tempo  $\Delta t$ .

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

**Velocidade escalar instantânea ( $v$ ):** pode ser entendida como uma velocidade escalar média para um intervalo de tempo  $\Delta t = t - t_0$  muito pequeno, isto é,  $t$  e  $t_0$  muito próximos.

Unidades de velocidade: m/s e km/h



m/s	5	10	15	20	25	30
km/h	18	36	54	72	90	108

## ACELERAÇÃO

**Aceleração escalar média ( $a_m$ )** é a razão entre a variação de velocidade  $\Delta v$  e o correspondente intervalo de tempo  $\Delta t$

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

**Aceleração escalar instantânea:** pode ser entendida como uma aceleração escalar média para um intervalo de tempo  $\Delta t = t - t_0$  muito pequeno, isto é,  $t$  e  $t_0$  muito próximos.

Unidades de aceleração:

$$\text{km/h/h} = \text{km/h}^2 \quad \text{km/h/s} \quad \text{m/s/s} = \text{m/s}^2 \text{ (SI)}$$

## MOVIMENTO PROGRESSIVO E RETRÓGRADO

**Movimento progressivo:** o móvel caminha a favor da orientação positiva da trajetória. O espaço  $s$  do móvel cresce com o decorrer do tempo e a velocidade escalar é positiva ( $v > 0$ ).

**Movimento retrógrado:** o móvel caminha contra a orientação positiva da trajetória. O espaço  $s$  decresce com o decorrer do tempo e a velocidade escalar é negativa ( $v < 0$ ).

## CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS

**Movimento uniforme:** a velocidade escalar, assim como a distância entre os pontos, é constante. Nesse caso, temos distâncias iguais em tempos iguais.

**Movimento acelerado:** o módulo da velocidade escalar aumenta com o decorrer do tempo, ou seja, o valor da velocidade se “afasta” do zero. A velocidade escalar  $v$  e a aceleração escalar  $a$  têm o mesmo sinal. ( $v \cdot a > 0$ )

**Movimento retardado:** o módulo da velocidade escalar diminui com o decorrer do tempo, ou seja, o valor da velocidade se “aproxima” de zero. A velocidade escalar  $v$  e a aceleração escalar  $a$  têm sinais contrários. ( $v \cdot a < 0$ )

## CINEMÁTICA 2: MOVIMENTO UNIFORME (MU)

### CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME (MRU)

- A velocidade é constante e possui o mesmo valor da velocidade média.
- As variações de posição ou as distâncias percorridas ao longo da trajetória são iguais em intervalos de tempos iguais.
- A aceleração escalar é nula.

### FUNÇÃO HORÁRIA

Função horária de um movimento é uma relação entre as grandezas escalares cinemáticas (espaço, velocidade e aceleração) e o respectivo instante de tempo.

### FUNÇÃO HORÁRIA DA POSIÇÃO

A posição  $S$  de um móvel em um determinado instante  $t$ , é dada por:

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

### VELOCIDADE RELATIVA

- **Velocidades no mesmo sentido se subtraem:**

$$v_{relativa} = |v_2 - v_1| = |v_1 - v_2|$$

- **Velocidades em sentidos contrários se somam:**

$$v_{relativa} = |v_2 + v_1| = |v_1 + v_2|$$

## ENCONTRO NO MRU

Para resolver problemas de encontro devemos:

- **Escrever as funções horárias da posição dos corpos que vão se encontrar:**

$$S_A = S_{0A} + v_A \cdot t$$

$$S_B = S_{0B} + v_B \cdot t$$

- **Igualar uma com a outra:**

$$S_A = S_B$$

$$S_{0A} + v_A \cdot t = S_{0B} + v_B \cdot t$$

O instante  $t$  encontrado será o instante do encontro.

- **Substituir esse instante  $t$  em uma das duas funções horárias:**

$$S = S_A = S_{0A} + v_A \cdot t$$

## ULTRAPASSAGEM ENVOLVENDO CORPOS EXTENSOS

Deve-se levar em consideração o comprimento de corpos extensos como ponte, trem, ônibus etc. Nesses casos, a distância a ser percorrida durante a ultrapassagem é a soma do comprimento dos corpos extensos envolvidos no problema.

## CINEMÁTICA 3: MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO (MUV)

### CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (MUV)

- A velocidade escalar varia de maneira uniforme.
- A aceleração escalar é constante.

### FUNÇÃO HORÁRIA DA VELOCIDADE

A função horária da velocidade para o MRUV é uma equação do 1º grau:

$$v = v_0 + a \cdot t$$

### FUNÇÃO HORÁRIA DA POSIÇÃO

A função horária da posição para o MUV é uma função do 2º grau:

$$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$$

## EQUAÇÃO DE TORRICELLI

Essa equação é utilizada quando o tempo é desconhecido. Ela é resultado da soma das duas funções horárias do MUV:

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

## VELOCIDADE MÉDIA NO MRUV

Quando a aceleração é desconhecida, usamos a equação da velocidade média para o MRUV.

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{v_0 + v}{2}$$

## INVERSÃO DE MOVIMENTO

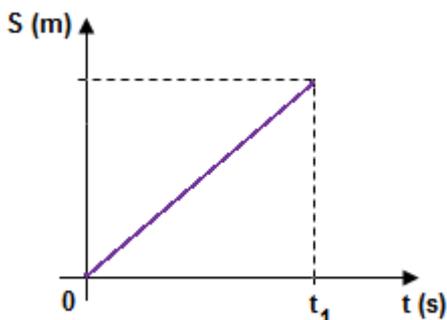
No momento em que o móvel inverte o sentido do seu movimento, sua velocidade se anula ( $v = 0$ ).

## CINEMÁTICA 4: GRÁFICOS DO MU E DO MUV

### GRÁFICOS DO MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME

Gráfico espaço X tempo: reta oblíqua (função do 1º grau)

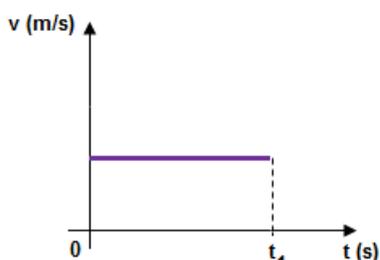
- A função é crescente quando:  $v > 0$
- A função é decrescente quando:  $v < 0$



A inclinação (TANGENTE) dessa reta fornece a velocidade.

Gráfico velocidade X tempo: reta paralela ao eixo 0t

- Acima do eixo 0t quando  $v > 0$
- Abaixo do eixo 0t quando  $v < 0$



A área desse gráfico fornece o deslocamento ( $\Delta S$ ).

### GRÁFICOS DO MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO

Gráfico espaço X tempo: parábola (função do 2º grau)

- A aceleração é positiva ( $a > 0$ ) quando a concavidade da parábola é para cima.
- A aceleração é negativa ( $a < 0$ ) quando a concavidade da parábola é para baixo.

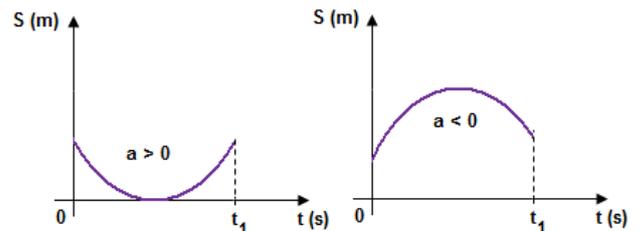
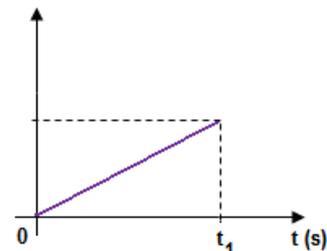


Gráfico velocidade X tempo: reta oblíqua (função do 1º grau)

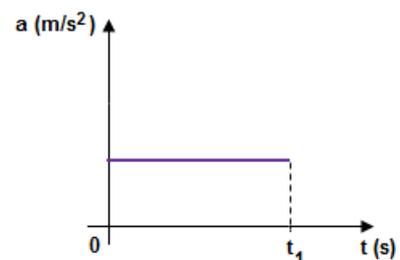
- A função é crescente quando:  $a > 0$
- A função é decrescente quando:  $a < 0$

v (m/s)



A inclinação (TANGENTE) dessa reta fornece a aceleração e a área fornece o deslocamento ( $\Delta S$ ).

Gráfico da aceleração X tempo: reta paralela ao eixo 0t



A área desse gráfico fornece a variação da velocidade do corpo.

## CINEMÁTICA 5: QUEDA LIVRE

A queda livre é um MUV com:

- **Velocidade inicial igual a zero ( $v_0 = 0$ ).** Identificamos que uma questão é de queda livre pelas palavras que demonstram o estado inicial do corpo. Foi abandonado, largado, caiu a partir do repouso... Todos esses termos dão a entender que a velocidade inicial é zero.
- **Aceleração igual à aceleração da gravidade ( $a = -g$ ),** que vale, aproximadamente,  $9,8 \text{ m/s}^2$ , mas que na maioria dos exercícios esse valor é aproximado para  $10 \text{ m/s}^2$ .
- **Varição da posição  $\Delta S$  igual, em módulo, à altura  $h$**  da qual o corpo foi abandonado ( $h = S_0 - S = -\Delta S$ ).

Para estudar os movimentos que ocorrem na vertical, orientamos a trajetória para cima, da mesma forma que o eixo cartesiano  $y$  é orientado. Como a aceleração da gravidade é orientada para baixo, ela fica com o sinal negativo. Assim, sempre que a velocidade ou a aceleração tiverem sinal positivo, o vetor será vertical para cima. Da mesma forma, o sinal negativo indicará que o vetor será vertical para baixo.

Assim, podemos escrever as equações do MUV para a Queda Livre da seguinte forma:

Equação do MUV	Queda livre
$v = v_0 + a \cdot t$	$v = -g \cdot t$
$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$	$h = \frac{gt^2}{2}$
$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S$	$v^2 = 2 \cdot g \cdot h$

Quando desprezamos a resistência do ar, corpos de massas diferentes que foram abandonados de uma mesma altura caem juntos no solo. Isso ocorre porque não existe a grandeza massa em nenhuma dessas equações.

## CINEMÁTICA 6: LANÇAMENTO VERTICAL

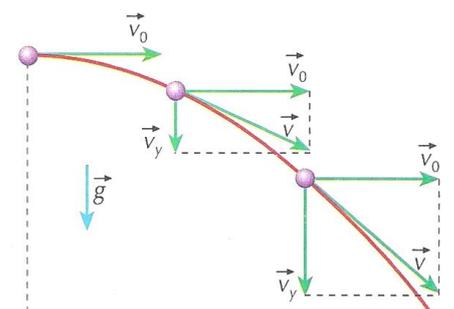
O lançamento vertical é um MUV com:

- **Velocidade inicial diferente de zero ( $v_0 \neq 0$ ).** O corpo em lançamento vertical é jogado, arremessado, lançado...
- **Aceleração igual à aceleração da gravidade ( $a = -g$ ),** que vale, aproximadamente,  $9,8 \text{ m/s}^2$ , mas que na maioria dos exercícios esse valor é aproximado para  $10 \text{ m/s}^2$ .
- **Quando ele atinge a altura máxima, sua velocidade se anula ( $v = 0$ ).**

Quando o lançamento for vertical para cima, a distância percorrida é igual na subida e na descida. Logo, ele retorna ao solo com a mesma velocidade de lançamento, mas com sinal contrário.

## CINEMÁTICA 7: LANÇAMENTO HORIZONTAL

O lançamento horizontal é uma combinação de dois movimentos: um na vertical (MUV) e outro na horizontal (MU).



### VERTICAL: MUV

Na vertical, o movimento da bolinha é um Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MUV), com:

$$v_{0y} = 0$$

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

$$\Delta S = \Delta y = h$$

Logo, usaremos as equações:

Equação do MUV	Lançamento Horizontal
$v = v_0 + a \cdot t$	$v_y = -g \cdot t$
$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$	$h = \frac{gt^2}{2}$
$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S$	$v_y^2 = 2 \cdot g \cdot h$

### HORIZONTAL: MU

Na horizontal, o movimento da bolinha é um Movimento Retilíneo Uniforme (MU), com velocidade igual à velocidade de lançamento ( $v_x = v_0$ ).

Logo, usaremos a equação:

Equação do MU	Lançamento Horizontal
$S = S_0 + v \cdot t$	$A = v_0 \cdot t$ (Alcance horizontal)

para encontrarmos o alcance horizontal da bolinha, ou seja, a que distância do ponto de lançamento ela atingiu o chão.

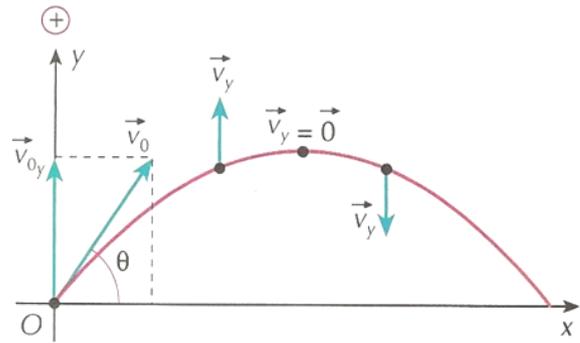
Obs.: Geralmente utilizamos as equações do MUV para encontrar o tempo de queda e, a partir dele, o alcance horizontal.

## CINEMÁTICA 8: LANÇAMENTO OBLÍQUO

O lançamento oblíquo também é uma combinação de um movimento na vertical (MUV) e outro na horizontal (MU). A diferença está na velocidade de lançamento, que forma um ângulo  $\theta$  com a horizontal. O primeiro passo é decompor essa velocidade nas suas componentes x e y:

$$\vec{v}_0 = \begin{cases} v_{0x} = v_0 \cdot \cos\theta \\ v_{0y} = v_0 \cdot \sin\theta \end{cases}$$

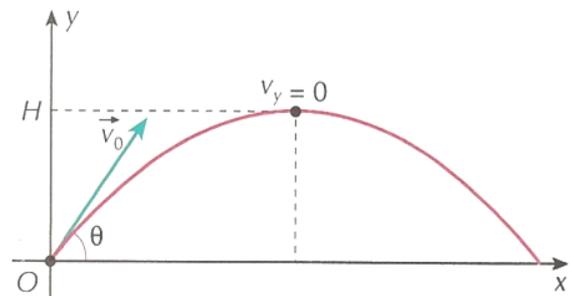
### VERTICAL (MUV)



Na vertical, o movimento da bolinha é um Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MUV), com velocidade inicial igual à componente  $v_{0y}$  da velocidade de lançamento e aceleração igual à aceleração da gravidade ( $a = -g$ )

#### Altura Máxima

No ponto mais alto da trajetória, a velocidade vertical é nula.



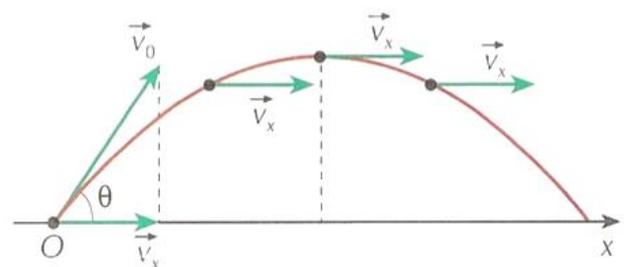
$$H = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2\theta}{2 \cdot g}$$

Também podemos usar as equações do MUV para determinar o tempo de subida e em seguida a altura máxima.

#### Tempo total (subida + descida)

$$t = \frac{2 \cdot v_{0y}}{g}$$

### HORIZONTAL (MU)

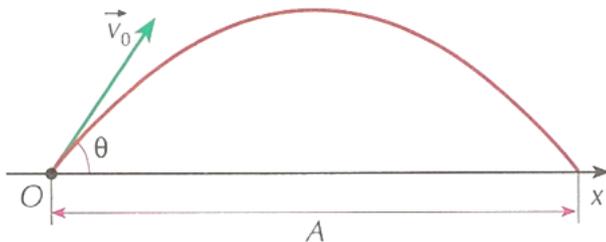


Na horizontal, o movimento da bolinha é um Movimento Retilíneo Uniforme (MU), com velocidade

constante e igual à componente  $v_{0x}$  da velocidade de lançamento.

### Alcance horizontal

$$A = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\theta}{g}$$

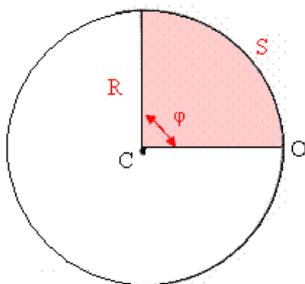


Obs.: O alcance será máximo para  $\theta = 45^\circ$ .

## CINEMÁTICA 9: MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

### GRANDEZAS ANGULARES

#### ESPAÇO ANGULAR



O arco descrito por uma partícula que se movimenta numa trajetória circular se relaciona com o ângulo  $\phi$ , em radianos, pela equação:

$$S = \phi R$$

#### VELOCIDADE ANGULAR

##### Velocidade angular média

$$\omega_m = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

##### Relação entre velocidade angular e velocidade linear

$$v = \omega R$$

## ACELERAÇÃO ANGULAR

### Aceleração angular média

$$\gamma_m = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

### Relação entre aceleração angular e aceleração linear

$$a = \gamma R$$

### RELAÇÃO ENTRE GRANDEZAS LINEARES E ANGULARES

GRANDEZA ANGULAR	GRANDEZA LINEAR
$\phi$ (rad)	S (m)
$\omega$ (rad/s)	v (m/s)
$\gamma$ (rad/s <sup>2</sup> )	a (m/s <sup>2</sup> )

GRANDEZA LINEAR = GRANDEZA ANGULAR x RAIOS

### PERÍODO E FREQUÊNCIA

**Frequência** é o número de vezes que um fenômeno se repete num dado intervalo de tempo.

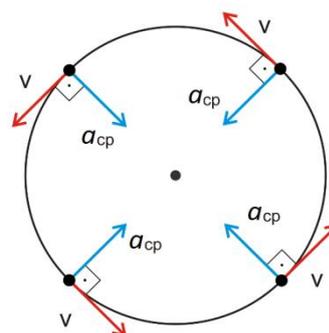
**Período** é o tempo necessário para que o fenômeno ocorra uma única vez.

$$f = \frac{1}{T} \quad e \quad T = \frac{1}{f}$$

Quando o tempo estiver em ...	A frequência será em...
segundos (s)	Hertz (Hz)
minutos (min)	rotações por minuto (rpm)

## MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME (MCU)

Um corpo em MCU percorre distâncias iguais em tempos iguais numa trajetória circular, com velocidade constante (linear e angular). A aceleração centrípeta, que sempre aponta para o centro da trajetória, altera a direção e o sentido do vetor velocidade, mas não altera o seu módulo.



FORMA LINEAR	FORMA ANGULAR
$S = S_0 + vt$	$\varphi = \varphi_0 + \omega t$
$v = \text{cte.} \neq 0$	$\omega = \text{cte.} \neq 0$
$a = 0$	$\gamma = 0$

Velocidade angular em função do período ou da frequência:

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

Aceleração centrípeta:

$$a_{cp} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$

## TRANSMISSÃO DE MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

### TRANSMISSÃO POR CONTATO



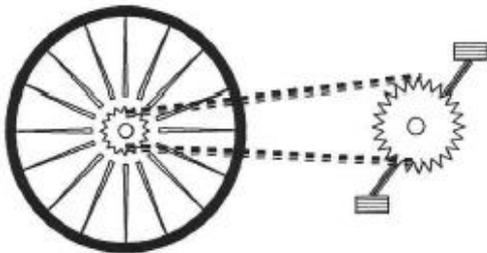
- Há inversão no sentido do movimento.
- As velocidades lineares da periferia são iguais.  
Logo:

$$v_A = v_B$$

$$\omega_A R_A = \omega_B R_B$$

$$f_A R_A = f_B R_B$$

### TRANSMISSÃO POR CORRENTE (CORREIA)



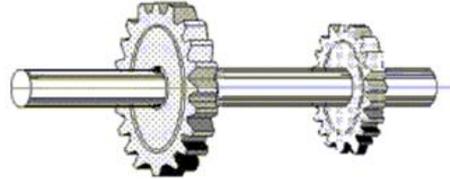
- Não há inversão no sentido do movimento.
- As velocidades lineares da periferia são iguais.  
Logo:

$$v_A = v_B$$

$$\omega_A R_A = \omega_B R_B$$

$$f_A R_A = f_B R_B$$

### TRANSMISSÃO POR EIXO

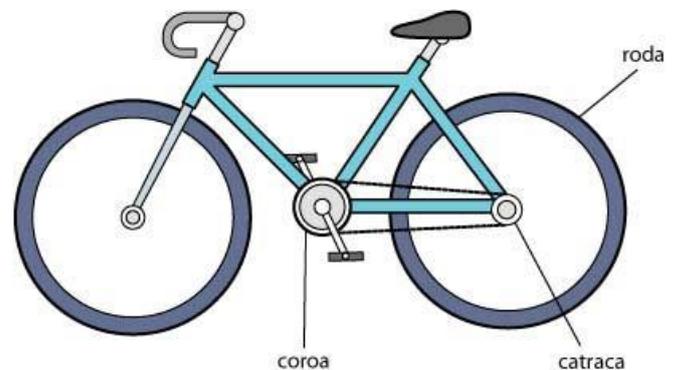


- As velocidades angulares são iguais, pois possuem o eixo de rotação em comum. Logo:

$$\omega_A = \omega_B$$

$$\frac{v_A}{R_A} = \frac{v_B}{R_B}$$

### PARTES DA BICICLETA



- Roda e catraca: transmissão por eixo.
- Coroa e catraca: transmissão por corrente.

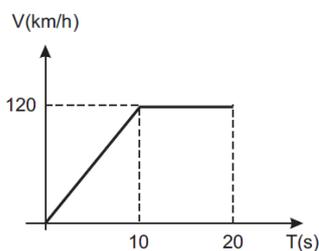
# EXERCÍCIOS: CINEMÁTICA

## INTRODUÇÃO AO ESTUDO DOS MOVIMENTOS (ACAFE

**2008-1)** 1. Recentemente, o Brasil reativou o seu programa espacial, que culminou com o lançamento bem-sucedido do foguete VSB-30, da base de Alcântara, no Maranhão. Esse foguete levava, em seu interior, para ambiente de microgravidade, nove experiências de pesquisadores brasileiros e alemães. A Universidade Federal de Santa Catarina também participou desse projeto. Levando em consideração que esse voo durou em torno de 20 minutos e que a altitude de alcance foi de 243 km, a velocidade média aproximada desse foguete, desprezando a resistência do ar, foi de:

- a) 12,1 m/s.
- b) 726 km/h.
- c) 43,5 m/s.
- d) 7260 km/h.
- e) 1452 km/h.

**GRÁFICOS DO MRUV (CESGRANRIO 2012)** 2. A figura apresenta o gráfico da velocidade de um carro, em função do tempo.



A distância, em metros, percorrida pelo carro no intervalo de 20 segundos é igual a:

- a) 167
- b) 500
- c) 600
- d) 1000
- e) 1200

## INTRODUÇÃO AO ESTUDO DOS MOVIMENTOS (MACK

**2002.1)** 3. Num trecho de 500 m, um ciclista percorreu 200 m com velocidade constante de 72 km/h e o restante com velocidade constante de 10 m/s. A velocidade escalar média do ciclista no percurso todo foi:

- a) 29 km/h
- b) 33 km/h
- c) 36 km/h
- d) 40 km/h
- e) 45 km/h

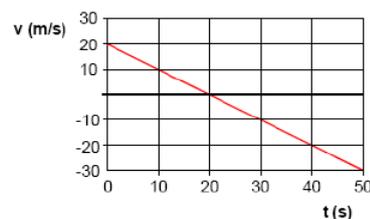
## INTRODUÇÃO AO ESTUDO DOS MOVIMENTOS (UEMS)

4. Uma viagem é realizada em duas etapas. Na primeira, a

velocidade média é de 80 km/h; na segunda, é de 60 km/h. Sendo a distância percorrida, na segunda etapa, o triplo daquela percorrida na primeira, é correto afirmar que:

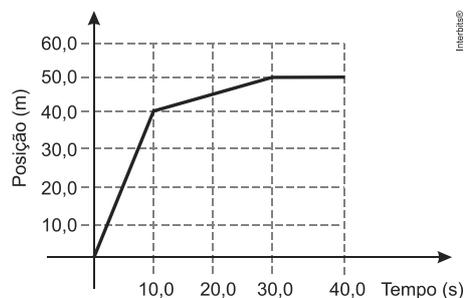
- a) A distância percorrida na primeira etapa foi de 80 km;
- b) A duração da viagem foi de 4 horas;
- c) A distância total percorrida foi de 260 km;
- d) A velocidade média na viagem toda foi de 64 km/h;
- e) A velocidade média na viagem toda foi de 70 km/h.

**MUV (UFPE 2005)** 5. O gráfico abaixo mostra a velocidade de um objeto em função do tempo, em movimento ao longo do eixo x. Sabendo-se que, no instante  $t = 0$ , a posição do objeto é  $x = -10$  m, determine a equação  $x(t)$  para a posição do objeto em função do tempo.



- a)  $x(t) = -10 + 20t - 0,5t^2$
- b)  $x(t) = -10 + 20t + 0,5t^2$
- c)  $x(t) = -10 + 20t - 5t^2$
- d)  $x(t) = -10 - 20t + 5t^2$
- e)  $x(t) = -10 - 20t - 0,5t^2$

**GRÁFICOS DO MU (PUCRJ 2013)** 6. O gráfico da figura mostra a posição em função do tempo de uma pessoa que passeia em um parque.



Calcule a velocidade média em m/s desta pessoa durante todo o passeio, expressando o resultado com o número de algarismos significativos apropriados.

- a) 0,50
- b) 1,25
- c) 1,50
- d) 1,70
- e) 4,00

## INTRODUÇÃO AO ESTUDO DOS MOVIMENTOS (ENEM

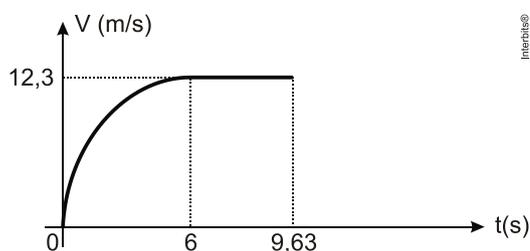
**2013)** 7. Antes das lombadas eletrônicas, eram pintadas faixas nas ruas para controle da velocidade dos automóveis. A velocidade era estimada com o uso de binóculos e cronômetros. O policial utilizava a relação entre a distância percorrida e o tempo gasto, para determinar a velocidade de um veículo. Cronometrava-se o tempo que um veículo levava para percorrer a distância entre duas faixas fixas,

cuja distância era conhecida. A lombada eletrônica é um sistema muito preciso, porque a tecnologia elimina erros do operador. A distância entre os sensores é de 2 metros, e o tempo é medido por um circuito eletrônico.

O tempo mínimo, em segundos, que o motorista deve gastar para passar pela lombada eletrônica, cujo limite é de 40 km/h, sem receber uma multa, é de

- 0,05.
- 11,1.
- 0,18.
- 22,2.
- 0,50.

**GRÁFICOS (IFSP 2013)** 8. O jamaicano Usain Bolt, durante as Olimpíadas de 2012 em Londres, bateu o recorde olímpico da prova dos 100 metros rasos atingindo a marca dos 9,63 segundos. Durante a fase de aceleração, ele conseguiu atingir, aproximadamente, a máxima velocidade de 44,28 km/h (12,3 m/s) durante os 6 primeiros segundos. A seguir, o gráfico da velocidade pelo tempo registra esse feito.

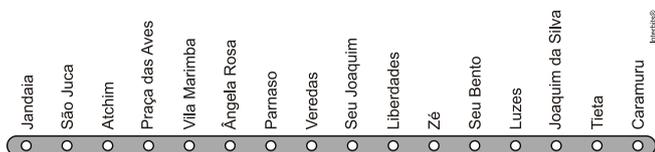


De acordo com o gráfico, pode-se afirmar que a aceleração média de Usain Bolt, durante os primeiros 6 segundos, foi, em  $m/s^2$ , de

- 2,05.
- 2,50.
- 3,05.
- 4,50.
- 5,10.

**INTRODUÇÃO AO ESTUDO DOS MOVIMENTOS (CPS 2012)**

9. Em uma determinada cidade, a malha metroviária foi concebida de modo que a distância entre duas estações consecutivas seja de 2,4 km. Em toda a sua extensão, a malha tem 16 estações, e o tempo necessário para ir-se da primeira à última estação é de 30 minutos.



Nessa malha metroviária, a velocidade média de um trem que se movimenta da primeira até a última estação é, em km/h, de

- 72.
- 68.
- 64.
- 60.
- 56.

**INTRODUÇÃO AO ESTUDO DOS MOVIMENTOS (UEM 2012)**

10. Sobre os conceitos de cinemática, assinale o que for correto.

- 01) Diz-se que um corpo está em movimento, em relação àquele que o vê, quando a posição desse corpo está mudando com o decorrer do tempo.
- 02) Um corpo não pode estar em movimento em relação a um observador e estar em repouso em relação a outro observador.
- 04) A distância percorrida por um corpo é obtida multiplicando-se a velocidade do corpo pelo intervalo de tempo gasto no percurso, para um corpo em movimento uniforme.
- 08) A aceleração média de um corpo é dada pela razão entre a variação da velocidade do corpo e o intervalo de tempo decorrido.
- 16) O gráfico da velocidade em função do tempo é uma reta paralela ao eixo dos tempos, para um corpo descrevendo um movimento uniforme.

**MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME (UERJ 2014)**

11. Em um longo trecho retilíneo de uma estrada, um automóvel se desloca a 80 km/h e um caminhão a 60 km/h, ambos no mesmo sentido e em movimento uniforme. Em determinado instante, o automóvel encontra-se 60 km atrás do caminhão.

O intervalo de tempo, em horas, necessário para que o automóvel alcance o caminhão é cerca de:

- 1
- 2
- 3
- 4

**MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME (IFSP 2012)**

12. Em um trecho retilíneo de estrada, dois veículos, A e B, mantêm velocidades constantes  $V_A = 14 \text{ m/s}$  e  $V_B = 54 \text{ km/h}$ .



Sobre os movimentos desses veículos, pode-se afirmar que

- ambos apresentam a mesma velocidade escalar.
- mantidas essas velocidades, A não conseguirá ultrapassar B.
- A está mais rápido do que B.
- a cada segundo que passa, A fica dois metros mais distante de B.
- depois de 40 s A terá ultrapassado B.

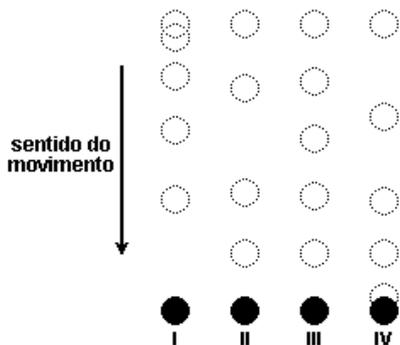
**MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (UEL 2014)**

13. O desrespeito às leis de trânsito, principalmente àquelas relacionadas à velocidade permitida nas vias públicas, levou os órgãos regulamentares a utilizarem meios eletrônicos de fiscalização: os radares capazes de aferir a velocidade de um veículo e capturar sua imagem, comprovando a infração ao Código de Trânsito Brasileiro.

Suponha que um motorista trafegue com seu carro à velocidade constante de 30 m/s em uma avenida cuja velocidade regulamentar seja de 60 km/h. A uma distância de 50 m, o motorista percebe a existência de um radar fotográfico e, bruscamente, inicia a frenagem com uma desaceleração de  $5 \text{ m/s}^2$ .

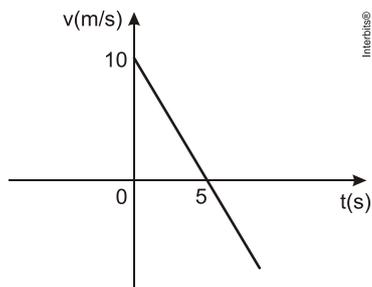
- Sobre a ação do condutor, é correto afirmar que o veículo
- não terá sua imagem capturada, pois passa pelo radar com velocidade de 50 km/h.
  - não terá sua imagem capturada, pois passa pelo radar com velocidade de 60 km/h.
  - terá sua imagem capturada, pois passa pelo radar com velocidade de 64 km/h.
  - terá sua imagem capturada, pois passa pelo radar com velocidade de 66 km/h.
  - terá sua imagem capturada, pois passa pelo radar com velocidade de 72 km/h.

**MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (CFTMG 2006) 14.** As figuras a seguir representam as posições sucessivas, em intervalos de tempo iguais, e fixos, dos objetos I, II, III e IV em movimento.



- O objeto que descreveu um movimento retilíneo uniforme foi
- I
  - II
  - III
  - IV

**GRÁFICOS DO MUV (UERN 2013) 15.** Seja o gráfico da velocidade em função do tempo de um corpo em movimento retilíneo uniformemente variado representado abaixo.



- Considerando a posição inicial desse movimento igual a 46 m, então a posição do corpo no instante  $t = 8 \text{ s}$  é
- 54 m.
  - 62 m.
  - 66 m.
  - 74 m.

**QUEDA LIVRE (UERJ 2015) 16.** Uma ave marinha costuma mergulhar de uma altura de 20 m para buscar alimento no mar.

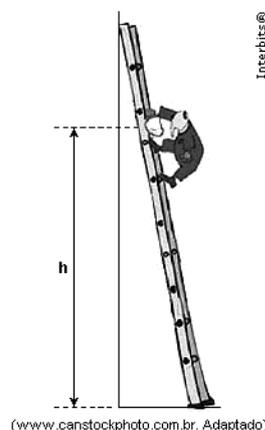
Suponha que um desses mergulhos tenha sido feito em sentido vertical, a partir do repouso e exclusivamente sob ação da força da gravidade. Desprezando-se as forças de atrito e de resistência do ar, a ave chegará à superfície do mar a uma velocidade, em m/s, aproximadamente igual a:

- 20
- 40
- 60
- 80

**QUEDA LIVRE (IFCE 2014) 17.** Quando soltamos de uma determinada altura e, ao mesmo tempo, uma pedra e uma folha de papel,

- a pedra e a folha de papel chegariam juntas ao solo, se pudéssemos eliminar o ar que oferece resistência ao movimento.
- a pedra chega ao solo primeiro, pois os corpos mais pesados caem mais rápido sempre.
- a folha de papel chega ao solo depois da pedra, pois os corpos mais leves caem mais lentamente sempre.
- as duas chegam ao solo no mesmo instante sempre.
- é impossível fazer este experimento.

**QUEDA LIVRE (IFSP 2012) 18.** Quando estava no alto de sua escada, Arlindo deixou cair seu capacete, a partir do repouso. Considere que, em seu movimento de queda, o capacete tenha demorado 2 segundos para tocar o solo horizontal.



Supondo desprezível a resistência do ar e adotando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , a altura h de onde o capacete caiu e a velocidade com que ele chegou ao solo valem, respectivamente,

- 20 m e 20 m/s.
- 20 m e 10 m/s.
- 20 m e 5 m/s.
- 10 m e 20 m/s.
- 10 m e 5 m/s

**LANÇAMENTO VERTICAL (PUCRJ 2009) 19.** Uma bola é lançada verticalmente para cima. Podemos dizer que no ponto mais alto de sua trajetória:

- a velocidade da bola é máxima, e a aceleração da bola é vertical e para baixo.

- b) a velocidade da bola é máxima, e a aceleração da bola é vertical e para cima.  
 c) a velocidade da bola é mínima, e a aceleração da bola é nula.  
 d) a velocidade da bola é mínima, e a aceleração da bola é vertical e para baixo.  
 e) a velocidade da bola é mínima, e a aceleração da bola é vertical e para cima.

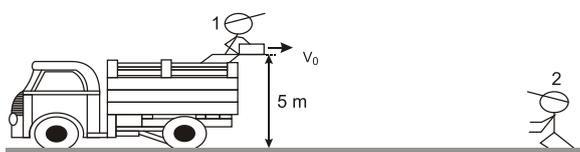
**LANÇAMENTO VERTICAL (UFRGS 2011) 20.** Um objeto é lançado da superfície da Terra verticalmente para cima e atinge a altura de 7,2 m. Considere o módulo da aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$  e despreze a resistência do ar. Qual é o módulo da velocidade com que o objeto foi lançado?

- a) 144 m/s  
 b) 72 m/s.  
 c) 14,4 m/s.  
 d) 12 m/s.  
 e) 1,2 m/s

**LANÇAMENTO VERTICAL (PUCRJ 2009) 21.** Um objeto é lançado verticalmente para cima, de uma base, com velocidade  $v = 30 \text{ m/s}$ . Indique a distância total percorrida pelo objeto desde sua saída da base até seu retorno, considerando a aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e desprezando a resistência do ar.

- a) 30 m.  
 b) 55 m.  
 c) 70 m.  
 d) 90 m.  
 e) 100 m.

**LANÇAMENTO HORIZONTAL (PUCRJ 2009) 22.** Da parte superior de um caminhão, a 5,0 metros do solo, o funcionário 1 arremessa, horizontalmente, caixas para o funcionário 2, que se encontra no solo para pegá-las. Se cada caixa é arremessada a uma velocidade de  $8,0 \text{ m/s}$ , da base do caminhão, deve ficar o funcionário 2, a uma distância de



Considere a aceleração da gravidade  $10,0 \text{ m/s}^2$  e despreze as dimensões da caixa e dos dois funcionários.

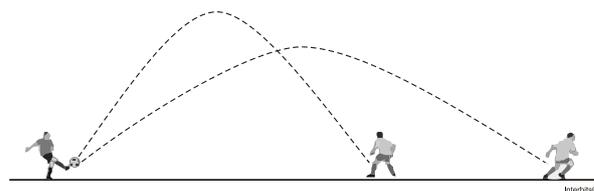
- a) 4,0 m.  
 b) 5,0 m.  
 c) 6,0 m.  
 d) 7,0 m.  
 e) 8,0 m.

**LANÇAMENTO HORIZONTAL 23.** Um avião voa horizontalmente a 2000 m de altura com velocidade de  $250 \text{ m/s}$  no instante em que abandona um pacote. Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e despreze a ação do ar. Determine:

- a) o tempo de queda do pacote.  
 b) a distância que o pacote percorre na direção horizontal desde o lançamento até o instante em que atinge o solo.

**LANÇAMENTO OBLÍQUO (UFF 2011) 24.** Após um ataque frustrado do time adversário, o goleiro se prepara para lançar a bola e armar um contra-ataque.

Para dificultar a recuperação da defesa adversária, a bola deve chegar aos pés de um atacante no menor tempo possível. O goleiro vai chutar a bola, imprimindo sempre a mesma velocidade, e deve controlar apenas o ângulo de lançamento. A figura mostra as duas trajetórias possíveis da bola num certo momento da partida.



Assinale a alternativa que expressa se é possível ou não determinar qual destes dois jogadores receberia a bola no menor tempo. Despreze o efeito da resistência do ar.

- a) Sim, é possível, e o jogador mais próximo receberia a bola no menor tempo.  
 b) Sim, é possível, e o jogador mais distante receberia a bola no menor tempo.  
 c) Os dois jogadores receberiam a bola em tempos iguais.  
 d) Não, pois é necessário conhecer os valores da velocidade inicial e dos ângulos de lançamento.  
 e) Não, pois é necessário conhecer o valor da velocidade inicial.

**LANÇAMENTO OBLÍQUO (PUCMG 2009) 25.** Um arqueiro atira uma flecha, que percorre uma trajetória parabólica vertical até atingir o alvo. No ponto mais alto da trajetória da flecha,

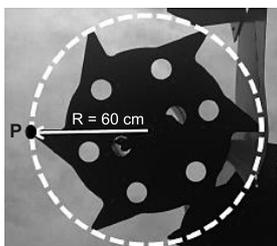
- a) a velocidade e a aceleração são nulas.  
 b) a aceleração é nula.  
 c) o vetor velocidade e o vetor aceleração são horizontais.  
 d) a componente vertical da velocidade é nula.

**LANÇAMENTO OBLÍQUO 26.** Um corpo é lançado obliquamente no vácuo com velocidade inicial  $v_0 = 100 \text{ m/s}$ , numa direção que forma com a horizontal um ângulo  $\theta$  tal que  $\sin \theta = 0,8$  e  $\cos \theta = 0,6$ . Adotando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine:

- a) os módulos das componentes horizontal e vertical da velocidade no instante de lançamento.  
 b) o instante em que o corpo atinge o ponto mais alto da trajetória.  
 c) a altura máxima atingida pelo corpo.  
 d) o alcance do lançamento.

**MCU (UNICAMP 2014) 27.** As máquinas cortadeiras e colheitadeiras de cana-de-açúcar podem substituir dezenas de trabalhadores rurais, o que pode alterar de forma significativa a relação de trabalho nas lavouras de cana-de-açúcar. A pá cortadeira da máquina ilustrada na figura abaixo gira em movimento circular uniforme a uma frequência de 300 rpm. A velocidade de um ponto extremo P da pá vale

(Considere  $\pi \approx 3$ .)



- a) 9 m/s.
- b) 15 m/s.
- c) 18 m/s.
- d) 60 m/s.

**MCU (UFSM 2013) 28.** Algumas empresas privadas têm demonstrado interesse em desenvolver veículos espaciais com o objetivo de promover o turismo espacial. Nesse caso, um foguete ou avião impulsiona o veículo, de modo que ele entre em órbita ao redor da Terra. Admitindo-se que o movimento orbital é um movimento circular uniforme em um referencial fixo na Terra, é correto afirmar que

- a) o peso de cada passageiro é nulo, quando esse passageiro está em órbita.
- b) uma força centrífuga atua sobre cada passageiro, formando um par ação-reação com a força gravitacional.
- c) o peso de cada passageiro atua como força centrípeta do movimento; por isso, os passageiros são acelerados em direção ao centro da Terra.
- d) o módulo da velocidade angular dos passageiros, medido em relação a um referencial fixo na Terra, depende do quadrado do módulo da velocidade tangencial deles.
- e) a aceleração de cada passageiro é nula.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

*O Brasil prepara-se para construir e lançar um satélite geoestacionário que vai levar banda larga a todos os municípios do país. Além de comunicações estratégicas para as Forças Armadas, o satélite possibilitará o acesso à banda larga mais barata a todos os municípios brasileiros. O ministro da Ciência e Tecnologia está convidando a Índia – que tem experiência neste campo, já tendo lançado 70 satélites – a entrar na disputa internacional pelo projeto, que trará ganhos para o consumidor nas áreas de Internet e telefonia 3G.*

(Adaptado de: BERLINCK, D. Brasil vai construir satélite para levar banda larga para todo país. *O Globo*, Economia, mar. 2012. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/brasil-vai-construir-satelite-para-levar-banda-larga-para-todo-pais-4439167>>. Acesso em: 16 abr. 2012.)

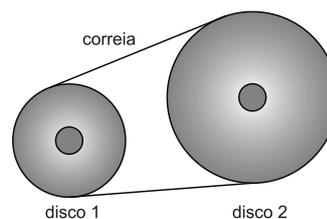
**MCU (UEL 2013) 29.** A posição média de um satélite geoestacionário em relação à superfície terrestre se mantém devido à

- a) sua velocidade angular ser igual à velocidade angular da superfície terrestre.
- b) sua velocidade tangencial ser igual à velocidade tangencial da superfície terrestre.
- c) sua aceleração centrípeta ser proporcional ao cubo da velocidade tangencial do satélite.
- d) força gravitacional terrestre ser igual à velocidade angular do satélite.
- e) força gravitacional terrestre ser nula no espaço, local em que a atmosfera é rarefeita.

**MCU (UEM 2012) 30.** Sobre o movimento circular uniforme, assinale o que for correto.

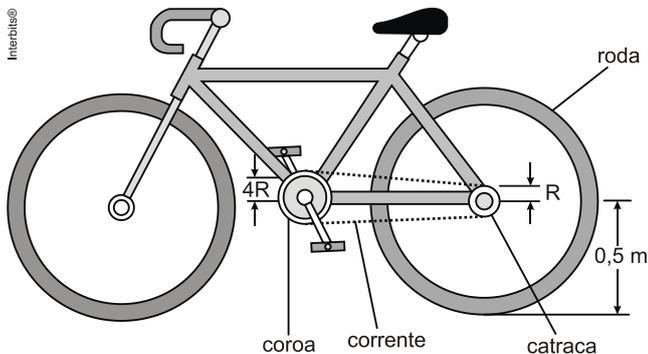
- 01) Período é o intervalo de tempo que um móvel gasta para efetuar uma volta completa.
- 02) A frequência de rotação é dada pelo número de voltas que um móvel efetua por unidade de tempo.
- 04) A distância que um móvel em movimento circular uniforme percorre ao efetuar uma volta completa é diretamente proporcional ao raio de sua trajetória.
- 08) Quando um móvel efetua um movimento circular uniforme, sobre ele atua uma força centrípeta, a qual é responsável pela mudança na direção da velocidade do móvel.
- 16) O módulo da aceleração centrípeta é diretamente proporcional ao raio de sua trajetória.

**MCU (UESPI 2012) 31.** A engrenagem da figura a seguir é parte do motor de um automóvel. Os discos 1 e 2, de diâmetros 40 cm e 60 cm, respectivamente, são conectados por uma correia inextensível e giram em movimento circular uniforme. Se a correia não desliza sobre os discos, a razão  $\omega_1/\omega_2$  entre as velocidades angulares dos discos vale



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

**MCU (UFPB 2012) 32.** Em uma bicicleta, a transmissão do movimento das pedaladas se faz através de uma corrente, acoplando um disco dentado dianteiro (coroa) a um disco dentado traseiro (catraca), sem que haja deslizamento entre a corrente e os discos. A catraca, por sua vez, é acoplada à roda traseira de modo que as velocidades angulares da catraca e da roda sejam as mesmas (ver a seguir figura representativa de uma bicicleta).



Adaptado de: < <http://revistaescola.abril.com.br/ensino-medio/equilibriorodas-532002.shtml> >. Acesso em: 12 ago. 2011.

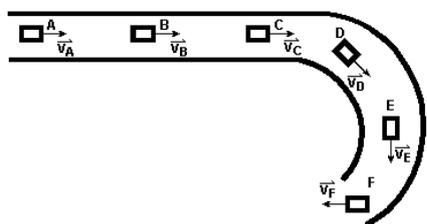
Em uma corrida de bicicleta, o ciclista desloca-se com velocidade escalar constante, mantendo um ritmo estável de pedaladas, capaz de imprimir no disco dianteiro uma velocidade angular de  $4 \text{ rad/s}$ , para uma configuração em que o raio da coroa é  $4R$ , o raio da catraca é  $R$  e o raio da roda é  $0,5 \text{ m}$ . Com base no exposto, conclui-se que a velocidade escalar do ciclista é:

- a)  $2 \text{ m/s}$
- b)  $4 \text{ m/s}$
- c)  $8 \text{ m/s}$
- d)  $12 \text{ m/s}$
- e)  $16 \text{ m/s}$

**MCU (PUCRJ 2009) 33.** Um satélite geostacionário encontra-se sempre posicionado sobre o mesmo ponto em relação à Terra. Sabendo-se que o raio da órbita deste satélite é de  $36 \times 10^3 \text{ km}$  e considerando-se  $\pi = 3$ , podemos dizer que sua velocidade é:

- a)  $0,5 \text{ km/s}$ .
- b)  $1,5 \text{ km/s}$ .
- c)  $2,5 \text{ km/s}$ .
- d)  $3,5 \text{ km/s}$ .
- e)  $4,5 \text{ km/s}$ .

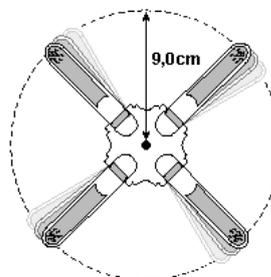
**MCU (UFSC 2008) 34.** Um carro com velocidade de módulo constante de  $20 \text{ m/s}$  percorre a trajetória descrita na figura, sendo que de A a C a trajetória é retilínea e de D a F é circular, no sentido indicado.



Assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

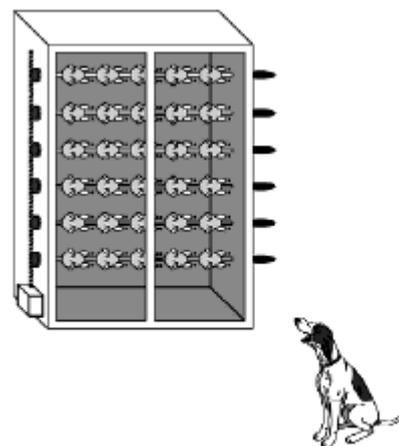
- 01) O carro tem movimento uniforme de A até C.
- 02) O carro tem movimento uniforme de A até F.
- 04) O carro tem aceleração de A até C.
- 08) O carro tem aceleração de D até F.
- 16) O carro tem movimento retilíneo uniformemente variado de D até F.

**MCU (UNESP 2008) 35.** Pesquisadores têm observado que a capacidade de fertilização dos espermatozoides é reduzida quando estas células reprodutoras são submetidas a situações de intenso campo gravitacional, que podem ser simuladas usando centrífugas. Em geral, uma centrífuga faz girar diversos tubos de ensaio ao mesmo tempo; a figura representa uma centrífuga em alta rotação, vista de cima, com quatro tubos de ensaio praticamente no plano horizontal.



As amostras são acomodadas no fundo de cada um dos tubos de ensaio e a distância do eixo da centrífuga até os extremos dos tubos em rotação é  $9,0 \text{ cm}$ . Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , calcule a velocidade angular da centrífuga para gerar o efeito de uma aceleração gravitacional de  $8,1 \text{ g}$ .

**MCU (UFSCAR 2008) 36.** Diante da maravilhosa visão, aquele cãozinho observava atentamente o balé galináceo. Na máquina, um motor de rotação constante gira uma rosca sem fim (grande parafuso sem cabeça), que por sua vez se conecta a engrenagens fixas nos espetos, resultando, assim, no giro coletivo de todos os franguinhos.



- a) Sabendo que cada frango dá uma volta completa a cada meio minuto, determine a frequência de rotação de um espeto, em Hz.
- b) A engrenagem fixa ao espeto e a rosca sem fim ligada ao motor têm diâmetros respectivamente iguais a  $8 \text{ cm}$  e  $2 \text{ cm}$ . Determine a relação entre a velocidade angular do motor e a velocidade angular do espeto ( $\omega_{\text{motor}}/\omega_{\text{espeto}}$ ).