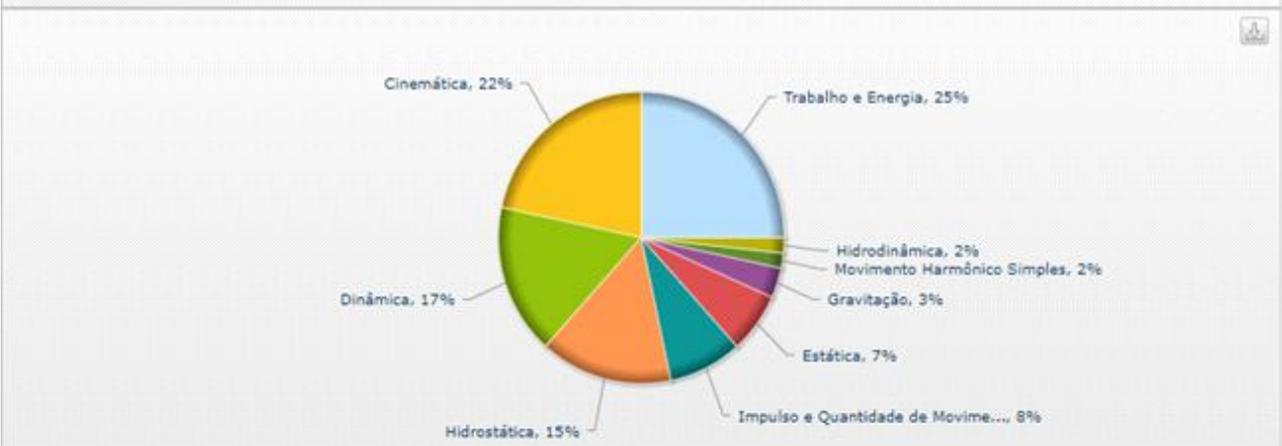
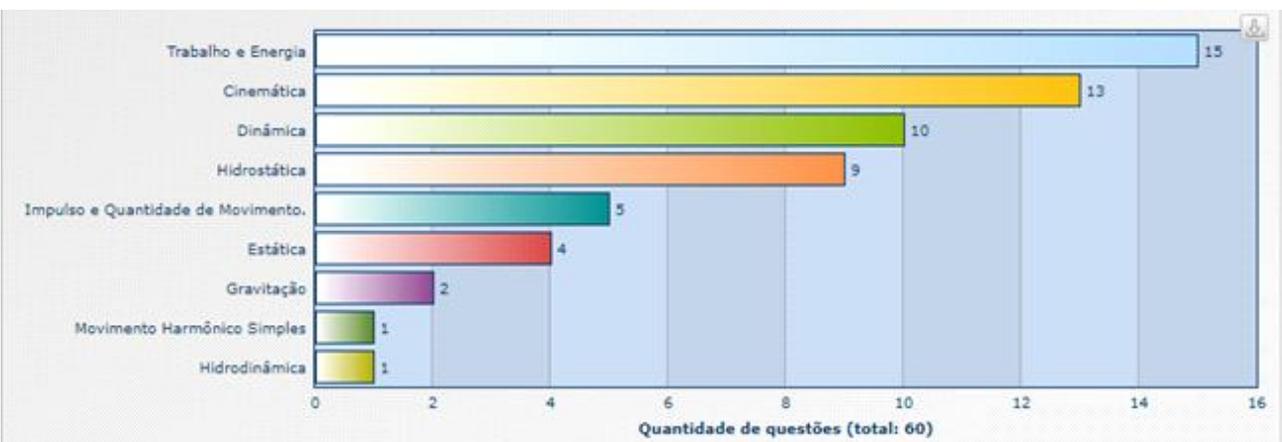
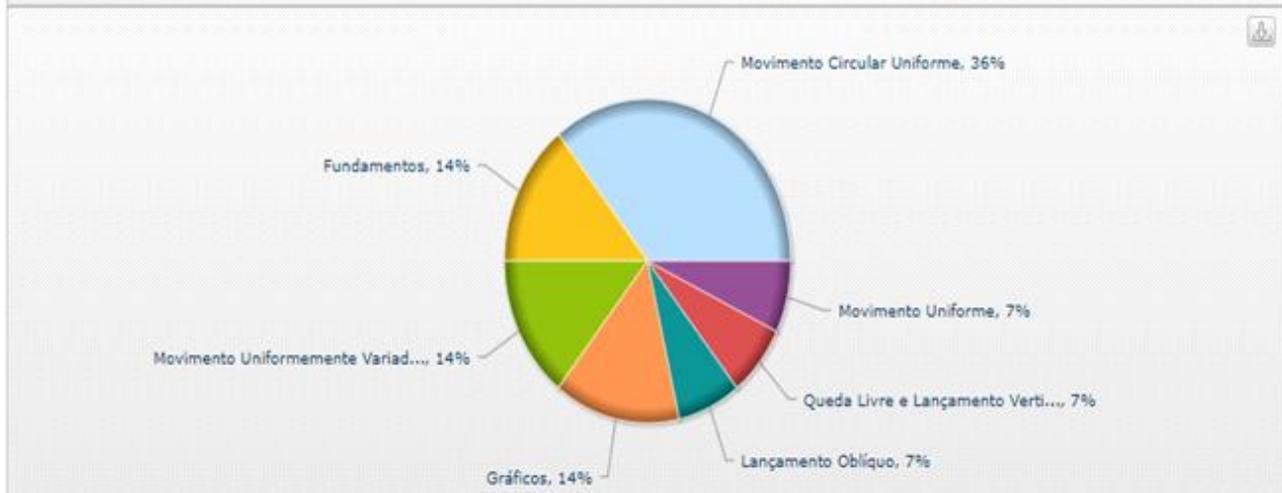
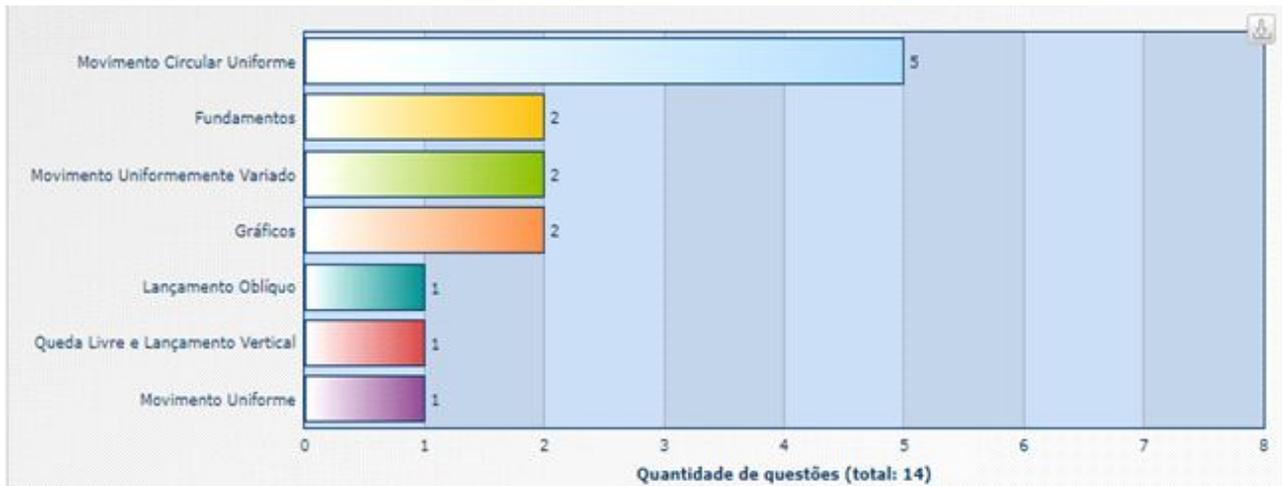


CADERNO  
M 2 B 1

1

# cinemática





## CADERNO 1: M2B1 – CINEMÁTICA

### APRESENTAÇÃO

A cinemática é o estudo do movimento independente de suas causas. É o primeiro contato que temos com mecânica e é onde são desenvolvidos conceitos elementares que são encontrados em todas as áreas da física, tais como tempo, posição, velocidade, etc. Por esta razão, frequentemente é o conteúdo a partir de onde o estudo da física começa.

Além de sua importância como pré-requisito para aprendizado de diversas outras áreas, os gráficos acima (neste caso, referentes ao Enem) demonstram o peso de cinemática nas provas. E esta ocorrência é verificada desde o Enem até as provas de institutos militares como EsPCEx ou mesmo nas universidades paulistas e outras que se utilizam dos modelos de vestibulares tradicionais. Dessa forma, um bom domínio da cinemática é essencial não só pelos aspectos conceituais que extravasam a mecânica, mas também por sua considerável frequência nos diversos vestibulares do país.

A cinemática pode ser entendida como o estudo dos tipos de movimento. No ensino médio, aprendemos cinco deles: movimento retilíneo uniforme (MRU), movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV), movimento parabólico (o qual é uma combinação desses dois primeiros), movimento circular uniforme (MCU) e movimento harmônico simples (MHS). Em algumas circunstâncias estuda-se também o movimento circular uniformemente variado, mas dada a ocorrência quase nula nos vestibulares, ele será omitido neste caderno. Dos movimentos citados, o MRUV e o MCU são aqueles que possuem maior recorrência. O movimento parabólico tende a ser o mais complexo e o MHS o menos frequente.

### PRÉ-REQUISITOS

Por se tratar do início do estudo de mecânica, são poucos os pré-requisitos necessários para se estudar cinemática. Naturalmente é importante dominar os elementos de matemática básica tais como funções de primeiro e segundo graus, potências de base 10, operações com frações, etc. Além disso, as questões frequentemente demandam habilidade do aluno em leitura de gráficos, normalmente associados às funções citadas. No caso do movimento parabólico e do MCU um conhecimento básico de vetores, sobretudo quanto a soma e decomposição, pode ser muito útil.

Envidamos nossos melhores esforços para localizar e indicar adequadamente os créditos dos textos e imagens presentes nesta obra didática. No entanto, colocamos à disposição para avaliação de eventuais irregularidades ou omissões de crédito e consequente correção nas próximas edições.

As imagens e os textos constantes nesta obra que, eventualmente, reproduzam algum tipo de material de publicidade ou propaganda, ou a ele façam alusão, são aplicados para fins didáticos e não representam recomendação ou incentivo de consumo.

## SIMULADO DE DIAGNÓSTICO

### INSTRUÇÕES

1. O tempo disponível para execução deste simulado é de **35 minutos** e você poderá fazê-lo usando caneta, lápis e borracha.
2. Os 30 minutos deverão ser usados de uma só vez. Você **NÃO** poderá realizar este teste em etapas que completem o tempo proposto.
3. Faça o simulado num ambiente calmo e reservado, individualmente.
4. Não utilize quaisquer meios de consulta e mantenha todas as mídias presentes em seu ambiente desligadas, exceto um cronômetro para que você possa verificar o tempo de execução do teste.
5. Durante o tempo de execução, não se ausente do ambiente em que estiver fazendo o simulado em hipótese alguma. Isto implica que o teste deverá ser feito de uma só vez.
6. Caso o tempo se esgote antes que você termine todas as questões, pare e não resolva as demais nos minutos seguintes. Saia do local em que esteve fazendo o simulado e retorne em outro momento para terminá-lo, mas sem contabilizar o tempo.
7. Caso não imprima este simulado, você poderá usar o equivalente a uma folha de papel A4 (ou de caderno de dimensões semelhantes), frente e verso, para resolvê-lo.
8. O gabarito deverá deste simulado está na área de gabaritos deste caderno.
9. Você poderá levar para o local de realização deste teste bebidas e comidas.
10. O tempo de leitura destas instruções não deve ser contabilizado dentro dos minutos propostos para execução deste simulado.

**QUESTÃO 01**

Uma viagem de ônibus entre Juiz de Fora e o Rio de Janeiro normalmente é realizada com velocidade média de **60 km/h** e tem duração de **3** horas, entre suas respectivas rodoviárias. Uma estudante fez esta viagem de ônibus, e relatou que, após **2** horas do início da viagem, devido a obras na pista, o ônibus ficou parado por **30** minutos. Depois disso, a pista foi liberada e o ônibus seguiu sua viagem, mas, devido ao engarrafamento na entrada da cidade do Rio de Janeiro até a rodoviária, a estudante demorou mais **2** horas. Qual foi a velocidade média do ônibus na viagem relatada pela estudante?

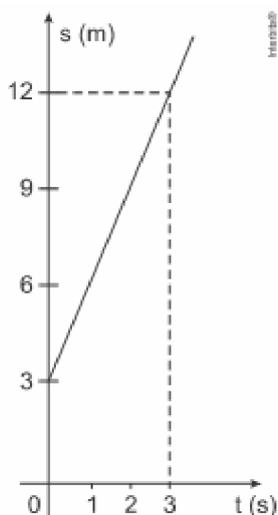
- A) 60 km/h
- B) 72 km/h
- C) 45 km/h
- D) 40 km/h
- E) 36 km/h

**QUESTÃO 02**

Considere um objeto que se desloca em movimento retilíneo uniforme durante **10 s**. O desenho abaixo representa o gráfico do espaço em função do tempo.

O espaço do objeto no instante  $t = 10$  s, em metros, é

- a) 25 m.
- b) 30 m.
- c) 33 m.
- d) 36 m.
- e) 40 m.



Desenho ilustrativo - fora de escala

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

O rio Tapajós nasce no estado de Mato Grosso, banha parte do estado do Pará e deságua no rio Amazonas, em frente à cidade de Santarém (PA). Seu nome tem origem indígena, apresenta extensão aproximada de **1800 km**, dos quais apenas **280 km** são navegáveis, apresentando fluxo médio de **13.500 m<sup>3</sup>/s**, e velocidade média de **0,4 m/s**. Em frente a Santarém, ocorre o encontro das águas do rio Tapajós com o rio Amazonas. Esse fenômeno tornou-se atração turística, pois a água lodosa do segundo rio não se mistura com a do primeiro, que é menos densa.

**QUESTÃO 03**

Um indígena, em sua canoa (caiaque, na língua tupi-guarani), pretende fazer um ritmo constante de **1** remada por segundo, deslocando-se por **1,2 km** neste rio. Considere que sua remada consiste num movimento de **80 cm** de distância entre os pontos de entrada e saída do remo na água.

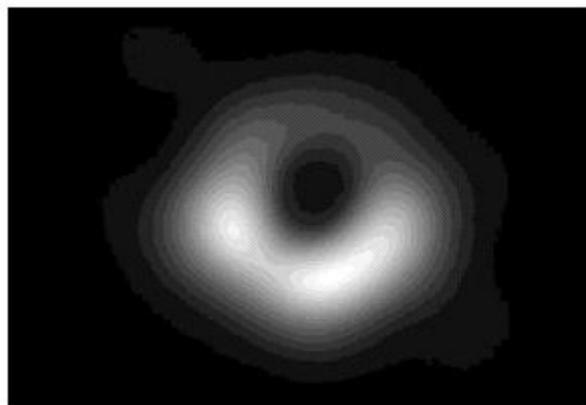


<http://www.artelista.com/obra/1792716661377470-indigenaencanoa.html/>  
Acessado em 27/09/2019.

A diferença entre o tempo de subida e de descida do rio, no trecho acima citado, é:

- A) 1000 s
- B) 2000 s
- C) 3000 s
- D) 4000 s

**QUESTÃO 04**



Crédito: Projeto Event Horizon Telescope - National Science Foundation

No dia 10 de abril de 2019, foi publicada a primeira imagem de um buraco negro. Essa imagem foi produzida por uma rede de telescópios como resultado do projeto Event Horizon Telescope, realizado pela Fundação Nacional de Ciências (*National Science Foundation*). O buraco negro fotografado possui uma massa **6,5** bilhões de vezes maior que a massa do Sol, e se encontra a **5** milhões de anos-luz da Terra.

Considere que:

- 1 ano-luz é a distância percorrida pela luz em um ano;
- 1 ano é aproximadamente igual a  $3,0 \times 10^7$  s;
- a velocidade da luz é igual a  $3,0 \times 10^5$  km/s.

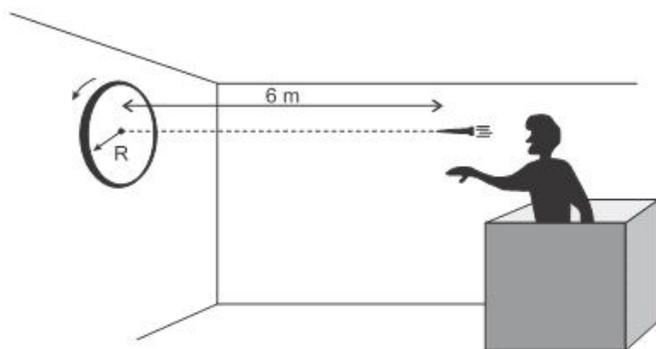
Sendo assim, a distância do buraco negro observado em relação à Terra é de:

- A  $5,9 \times 10^{25}$  m.
- B  $4,5 \times 10^{22}$  m.
- C  $1,5 \times 10^{15}$  m.
- D  $9,0 \times 10^{15}$  m.
- E  $1,5 \times 10^{14}$  m.

**QUESTÃO 05**

Em um parque de diversões, João tenta ganhar um prêmio no jogo dos dardos. Para isso, deve acertar um ponto situado na periferia do disco do alvo. O disco gira em MCU com a velocidade de  $4,5$  m/s e possui um raio de  $45$  cm.

João lança o dardo horizontalmente na direção do centro do alvo, distante  $6$  m, quando o ponto está passando na extremidade superior do disco, como mostra a figura abaixo.



Com base no exposto, marque a alternativa que indica o módulo da velocidade de lançamento horizontal do dardo, em m/s, para que João acerte o ponto na extremidade inferior do disco do alvo.

- A 35
- B 30
- C 25
- D 20

**QUESTÃO 06**

A volta da França é uma das maiores competições do ciclismo mundial. Num treino, um ciclista entra num circuito reto e horizontal (movimento em uma dimensão) com velocidade constante e positiva. No instante  $t_1$ , ele acelera sua bicicleta com uma aceleração constante e positiva até o instante  $t_2$ . Entre  $t_2$  e  $t_3$ , ele varia sua velocidade com uma aceleração também constante, porém negativa. Ao final do percurso, a partir do instante  $t_3$ , ele se mantém em movimento retilíneo uniforme. De acordo com essas informações, o gráfico que melhor descreve a velocidade do atleta em função do tempo é

- A
- B
- C
- D

**QUESTÃO 07**

Em uma tribo indígena de uma ilha tropical, o teste derradeiro de coragem de um jovem é deixar-se cair em um rio, do alto de um penhasco. Um desses jovens se soltou verticalmente, a partir do repouso, de uma altura de **45 m** em relação à superfície da água. O tempo decorrido, em segundos, entre o instante em que o jovem iniciou sua queda e aquele em que um espectador, parado no alto do penhasco, ouviu o barulho do impacto do jovem na água é, aproximadamente,

Note e adote:

- Considere o ar em repouso e ignore sua resistência.
- Ignore as dimensões das pessoas envolvidas.
- Velocidade do som no ar: **360 m/s**.
- Aceleração da gravidade: **10 m/s<sup>2</sup>**.

- A** 3,1.
- B** 4,3.
- C** 5,2.
- D** 6,2.
- E** 7,0.

**QUESTÃO 08**

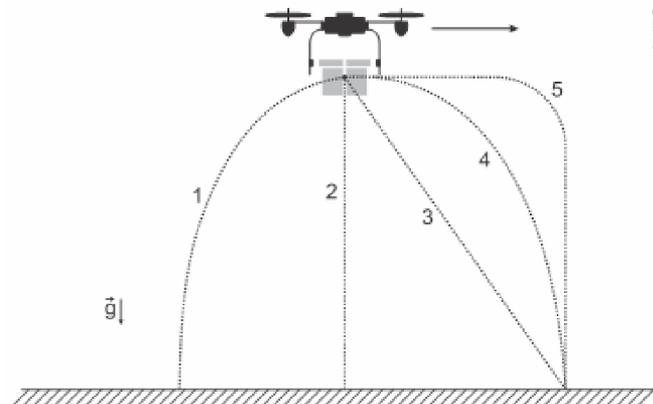
Muitos historiadores acreditam que a zarabatana foi um instrumento desenvolvido pelos índios da América do Sul para caçar aves e animais rasteiros. Essa arma se utiliza de pequenos dardos pontiagudos com veneno, que são lançados a altas velocidades apenas com um forte sopro. Em geral, um índio de **1,8 m** de altura consegue lançar um dardo com **12 m** de alcance.

Desprezando os atritos com o ar, usando  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e considerando que o tempo desse tipo de movimento é o mesmo de uma queda livre, o valor aproximado da velocidade de lançamento horizontal do dardo é de:

- A** 6,6 km/h
- B** 20,0 km/h
- C** 72,0 km/h
- D** 90,0 km/h

**QUESTÃO 09**

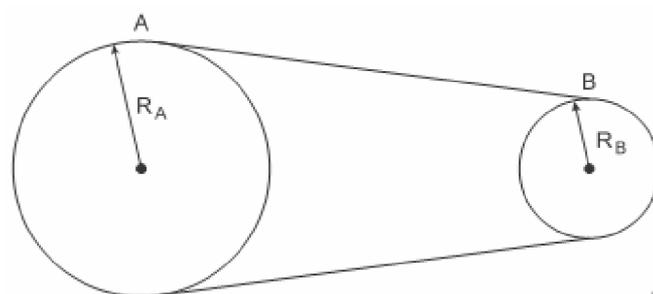
Um drone voando na horizontal, em relação ao solo (como indicado pelo sentido da seta na figura), deixa cair um pacote de livros. A melhor descrição da trajetória realizada pelo pacote de livros, segundo um observador em repouso no solo, é dada pelo percurso descrito na



- A** trajetória 1.
- B** trajetória 2.
- C** trajetória 3.
- D** trajetória 4.
- E** trajetória 5.

**QUESTÃO 10**

Duas polias, **A** e **B**, ligadas por uma correia inextensível têm raios  $R_A = 60 \text{ cm}$  e  $R_B = 20 \text{ cm}$ , conforme o desenho abaixo. Admitindo que não haja escorregamento da correia e sabendo que a frequência da polia **A** é  $f_A = 30 \text{ rpm}$ , então a frequência da polia **B** é



Desenho ilustrativo - fora de escala

- A** 10 rpm.
- B** 20 rpm.
- C** 80 rpm.
- D** 90 rpm.
- E** 120 rpm.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

As agências espaciais NASA (norte-americana) e ESA (europeia) desenvolvem um projeto para desviar a trajetória de um asteroide através da colisão com uma sonda especialmente enviada para esse fim. A previsão é que a sonda DART (do inglês, "Teste de Redirecionamento de Asteroides Duplos") será lançada com a finalidade de se chocar, em 2022, com Didymoon, um pequeno asteroide que orbita um asteroide maior chamado Didymos.

RASCUNHO

**QUESTÃO 11**

O asteroide satélite Didymoon descreve uma órbita circular em torno do asteroide principal Didymos. O raio da órbita é  $r = 1,6 \text{ km}$  e o período é  $T = 12 \text{ h}$ . A aceleração centrípeta do satélite vale

- A  $8,0 \times 10^{-1} \text{ km/h}^2$ .
- B  $4,0 \times 10^{-1} \text{ km/h}^2$ .
- C  $3,125 \times 10^{-1} \text{ km/h}^2$ .
- D  $6,667 \times 10^{-2} \text{ km/h}^2$ .

**QUESTÃO 12**

Com relação a um ponto material que efetua um movimento harmônico simples linear, podemos afirmar que

- A ele oscila periodicamente em torno de duas posições de equilíbrio.
- B a sua energia mecânica varia ao longo do movimento.
- C o seu período é diretamente proporcional à sua frequência.
- D a sua energia mecânica é inversamente proporcional à amplitude.
- E o período independe da amplitude de seu movimento.

**Gabarito do simulado de diagnóstico:**

1. [D]  
Cálculo da distância entre as cidades:
- $$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta s = v_m \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta s = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 3 \text{ h} \therefore \Delta s = 180 \text{ km}$$
- Cálculo da velocidade média na viagem relatada.
- $$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{180 \text{ km}}{2 \text{ h} + 0,5 \text{ h} + 2 \text{ h}} = \frac{180 \text{ km}}{4,5 \text{ h}} \therefore v_m = 40 \text{ km/h}$$
2. [C]  
Cálculo da velocidade do objeto:
- $$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{12 - 3}{3 - 0} \Rightarrow v = 3 \text{ m/s}$$
- Equação horária do espaço:
- $$s(t) = s_0 + vt \Rightarrow s(t) = 3 + 3t$$
- Portanto:
- $$s(10) = 3 + 3 \cdot 10$$
- $$\therefore s(10) = 33 \text{ m}$$
3. [B]  
À jusante, a velocidade do caiaque é igual à soma da velocidade das águas com a velocidade devido às remadas. À montante, é a diferença.
- Assim:
- $$v_d = v_r + v_a = 0,8 + 0,4 \Rightarrow v_d = 1,2 \text{ m/s.}$$
- $$v_s = v_r - v_a = 0,8 - 0,4 \Rightarrow v_s = 0,8 \text{ m/s.}$$
- A distância percorrida nas duas etapas é 1.200 m. Calculando os respectivos tempos e fazendo a diferença pedida:
- $$\Delta t = \frac{\Delta s}{v} \left\{ \begin{array}{l} \Delta t_d = \frac{1.200}{1,2} = 1.000 \text{ s} \\ \Delta t_s = \frac{1.200}{0,4} = 3.000 \text{ s.} \end{array} \right\} \Rightarrow D = 3.000 - 1.000 \Rightarrow D = 2.000 \text{ s.}$$
4. [B]  
O tal buraco negro está a 5 milhões de anos-luz da Terra. Isso significa que a luz emitida por ele levaria  $5,0 \times 10^6$  anos para chegar (se chegasse) aqui. Calculando essa distância:
- $$d = ct = 3 \times 10^8 \times 5 \times 10^6 \times 3 \times 10^7 \Rightarrow \boxed{d = 4,5 \times 10^{22} \text{ m.}}$$
5. [D]  
O tempo de voo do dardo deve ser igual ao tempo de queda livre para cobrir o raio do disco.
- $$h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,45 \text{ m}}{10 \text{ m/s}^2}} \therefore t = 0,3 \text{ s}$$
- Neste tempo de queda, o dardo deve se deslocar na horizontal a distância entre o jogador e o disco.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6 \text{ m}}{0,3 \text{ s}} \therefore v = 20 \text{ m/s}$$

6. [A]  
Como o movimento é uniforme entre 0 e  $t_1$  e a partir de  $t_3$ , nesses trechos a reta de  $v \times t$  deve ser horizontal ( $a = 0$ ).  
Entre  $t_1$  e  $t_2$ , a reta deve ser crescente ( $a > 0$ ). E entre  $t_2$  e  $t_3$ , a reta deve ser decrescente ( $a < 0$ ).  
Portanto, a alternativa [A] é a que representa corretamente estas condições.
7. [A]  
Dados:  $H = 45 \text{ m}$ ;  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ;  $v = 360 \text{ m/s}$ .
- Cálculo do tempo de queda livre do jovem ( $t_1$ ):
- $$H = \frac{1}{2} g t_1^2 \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 45}{10}} \Rightarrow \boxed{t_1 = 3 \text{ s.}}$$
- Cálculo do tempo de subida do som ( $t_2$ ):
- $$H = v t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{v}{H} = \frac{45}{360} = \frac{1}{8} \text{ s} \Rightarrow \boxed{t_2 = 0,125 \text{ s.}}$$
- O tempo total é:
- $$\Delta t = t_1 + t_2 = 3 + 0,125 \Rightarrow \boxed{\Delta t \approx 3,1 \text{ s.}}$$
8. [C]  
Tempo de queda:
- $$h = \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 1,8}{10}} \Rightarrow t = 0,6 \text{ s.}$$
- Na direção horizontal o movimento é uniforme.
- $$x = v_0 t \Rightarrow 12 = v_0 \cdot 0,6 \Rightarrow v_0 = \frac{12}{0,6} = 20 \text{ m/s} \Rightarrow v_0 = 72 \text{ km/h.}$$
9. [D]  
Desprezando os efeitos resistivos, após ser abandonado, o pacote possui a mesma velocidade horizontal do drone (constante) e é acelerado a partir do repouso na direção vertical. Logo, a sua trajetória será um arco de parábola melhor representado pela trajetória 4.
10. [D]  
Para a situação dada, temos que:
- $$v_A = v_B$$
- $$2\pi f_A R_A = 2\pi f_B R_B$$
- $$30 \cdot 60 = f_B \cdot 20$$
- $$\therefore f_B = 90 \text{ rpm}$$

11. [B]

A aceleração centrípeta será dada por:

$$a_{cp} = \omega^2 r = \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 r$$

$$a_{cp} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

Substituindo os valores, com  $\pi = 3$ , obtemos:

$$a_{cp} = \frac{4 \cdot 3^2 \cdot 1,6}{12^2} = 0,4$$

$$\therefore a_{cp} = 4 \cdot 10^{-1} \text{ km/h}^2.$$

12. [E]

Seja a função da posição de um corpo em MHS:

$$x = A \cos(\omega t + \theta_0)$$

O seu período é dado por:

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

Sendo assim, podemos concluir que o seu valor independe da amplitude do seu movimento.

RASCUNHO

**Seção 1: MU, MUV e movimento relativo**

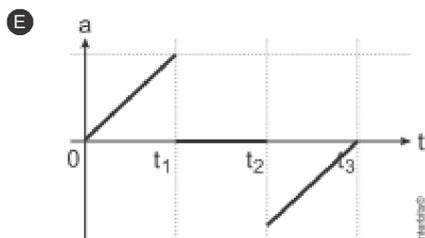
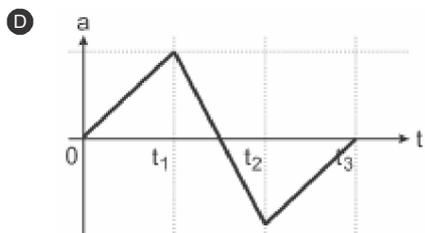
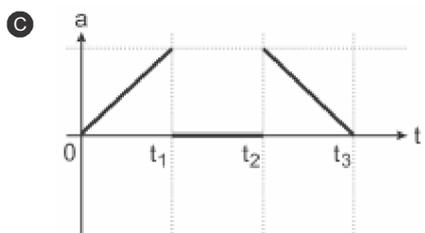
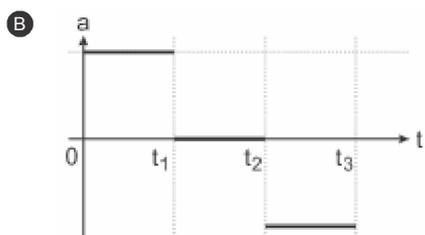
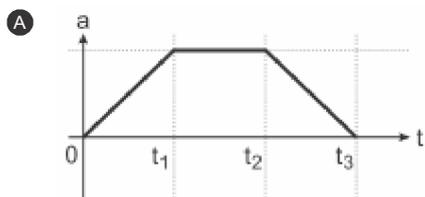
Tempo ideal conforme resultado no simulado de diagnóstico

Igual ou acima de 60%: 20 minutos

Abaixo de 60%: 30 minutos

**QUESTÃO 01**

Um teste de um carro esportivo foi realizado em uma pista longa, lisa, plana e reta. O carro partiu do repouso em  $t$  igual a zero, foi uniformemente acelerado até um instante  $t_1$ , foi mantido com velocidade constante entre os instantes  $t_1$  e  $t_2$  e, a partir de  $t_2$ , paraquedas traseiros foram acionados para frear o carro, em um movimento uniformemente desacelerado, até parar no instante  $t_3$ . Selecione a alternativa que contém o gráfico que representa corretamente a aceleração do carro em função do tempo.

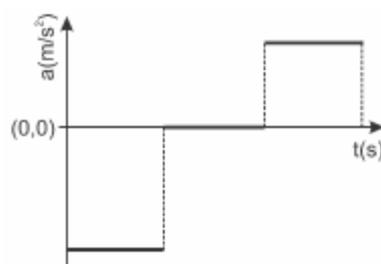

**QUESTÃO 02**

O morcego é um animal que possui um sistema de orientação por meio da emissão de ondas sonoras. Quando esse animal emite um som e recebe o eco 0,3 segundos após, significa que o obstáculo está a que distância dele? (Considere a velocidade do som no ar de 340 m/s).

- A** 102 m.
- B** 51 m.
- C** 340 m.
- D** 1.133 m.

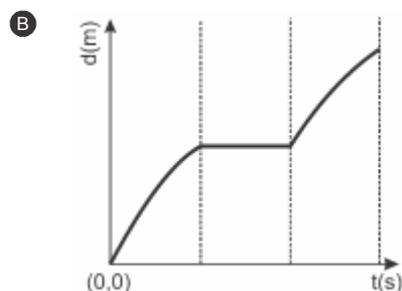
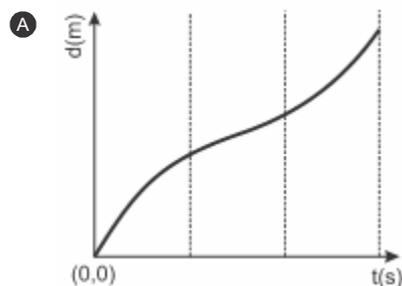
**QUESTÃO 03**

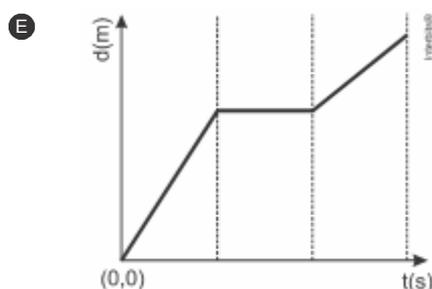
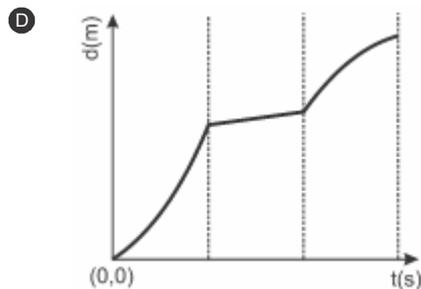
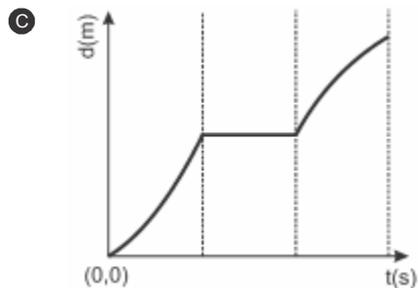
Um automóvel viaja por uma estrada retilínea com velocidade constante. A partir de dado instante, considerado como  $t=0$ , o automóvel sofre acelerações distintas em três intervalos consecutivos de tempo, conforme representado no gráfico abaixo.



Assinale a alternativa que contém o gráfico que melhor representa o deslocamento do automóvel, nos mesmos intervalos de tempo.

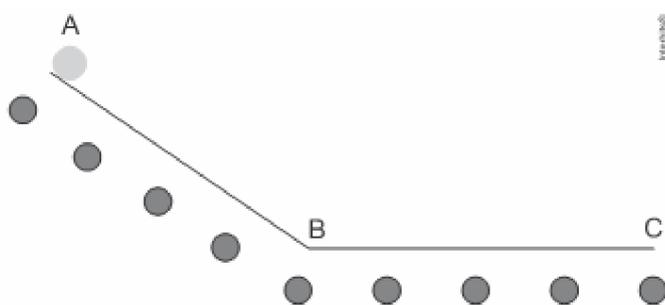
Informação: nos gráficos,  $(0, 0)$  representa a origem do sistema de coordenadas.





**QUESTÃO 04**

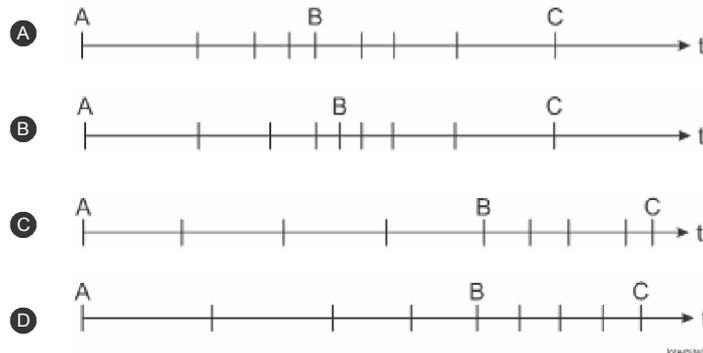
Uma esfera de aço é solta do ponto **A** em um trilho sem atrito no qual estão marcados também os pontos **B** e **C**, conforme figura abaixo.



Considere que, nesse trilho:

- O trecho **AB** apresenta inclinação e o trecho **BC** está na horizontal;
- Os cronômetros foram dispostos, igualmente espaçados e simultaneamente acionados, no instante em que a esfera é solta;
- O primeiro cronômetro está no ponto **A**, o quinto encontra-se em **B** e o nono em **C**.
- Os cronômetros param quando a esfera passa por eles.

Com base nessas informações, a figura que representa adequadamente as marcações dos cronômetros em um eixo de tempo ( $t$ ) é



**QUESTÃO 05**

O sistema de freios ABS (*Anti-lock Braking System*) aumenta a segurança dos veículos, fazendo com que as rodas não travem e continuem girando, evitando que os pneus derrapem. Uma caminhonete equipada com esse sistema de freios encontra-se acima da velocidade máxima de **110 km/h** permitida num trecho de uma rodovia. O motorista dessa caminhonete avista um Fusca que se move no mesmo sentido que ele, a uma velocidade constante de módulo  $v = 108 \text{ km/h}$ , num longo trecho plano e retilíneo da rodovia, como mostra a Figura. Ele percebe que não é possível ultrapassar o Fusca, já que um ônibus está vindo na outra pista. Então, ele imediatamente pisa no freio, fazendo com que a caminhonete diminua sua velocidade a uma razão de **14,4 km/h** por segundo. Após **5 s**, depois de acionar os freios, a caminhonete atinge a mesma velocidade do automóvel, evitando uma possível colisão.



O módulo da velocidade  $v_0$  da caminhonete no momento em que o motorista pisou no freio era de:

- A** 128 km/h
- B** 135 km/h
- C** 145 km/h
- D** 150 km/h
- E** 180 km/h

**QUESTÃO 06**

De dentro do ônibus, que ainda fazia manobras para estacionar no ponto de parada, o rapaz, atrasado para o encontro com a namorada, a vê indo embora pela calçada. Quando finalmente o ônibus para e o rapaz desce, a distância que o separa da namorada é de **180 m**.

Sabendo que a namorada do rapaz se movimenta com velocidade constante de **0,5 m/s** e que o rapaz pode

correr com velocidade constante de  $5 \text{ m/s}$ , o tempo mínimo para que ele consiga alcançá-la é de

- A 10 s.
- B 45 s.
- C 25 s.
- D 50 s.
- E 40 s.

### QUESTÃO 07

Automóveis cada vez mais potentes estão sempre sendo apresentados na mídia, de modo a atrair compradores. O desempenho de um novo modelo é registrado no gráfico abaixo:

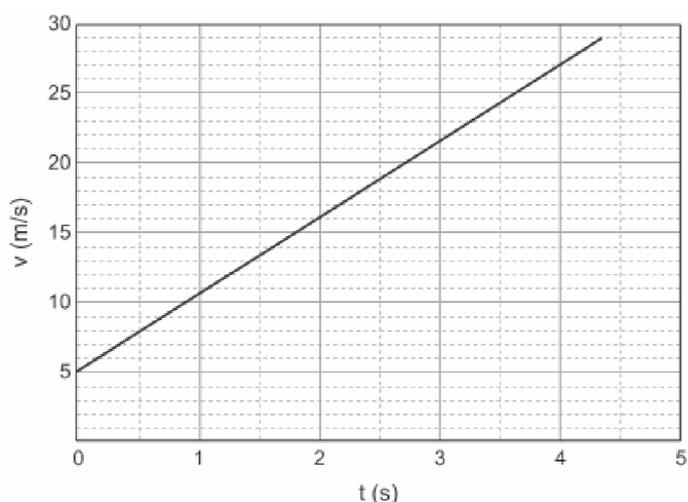


Gráfico da variação da velocidade do carro em função do tempo

Se esse automóvel continuar se deslocando com a mesma aceleração dos  $4$  primeiros segundos de contagem do tempo, ele atingirá, aos  $10$  segundos, uma velocidade de:

- A 108 km/h
- B 198 km/h
- C 216 km/h
- D 230 km/h
- E 243 km/h

### QUESTÃO 08

Um atleta pratica salto ornamental, fazendo uso de uma plataforma situada a  $5 \text{ m}$  do nível da água da piscina. Se o atleta saltar desta plataforma, a partir do repouso, com que velocidade se chocará com a água?

Obs.: despreze a resistência do ar e considere o módulo da aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- A 10 m/s.
- B 20 m/s.
- C 30 m/s.
- D 50 m/s.

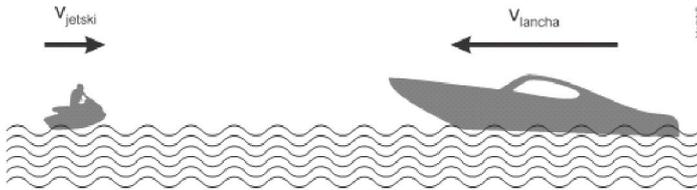
### QUESTÃO 09

Sobre um rio, há uma ponte de  $20$  metros de altura de onde um pescador deixa cair um anzol ligado a um peso de chumbo. Esse anzol, que cai a partir do repouso e em linha reta, atinge uma lancha que se deslocava com velocidade constante de  $20 \text{ m/s}$  por esse rio. Nessas condições, desprezando a resistência do ar e admitindo que a aceleração gravitacional seja  $10 \text{ m/s}^2$ , pode-se afirmar que no exato momento do início da queda do anzol a lancha estava a uma distância do vertical da queda, em metros, de:

- A 80
- B 100
- C 40
- D 20
- E 60

### QUESTÃO 10

Durante as férias, Caíque visitou os parentes que moram perto de um grande lago navegável. Pela primeira vez ele experimentou pilotar um *jet ski* e gostou da aventura. Durante o passeio, ele observou vários barcos que andavam paralelamente à sua trajetória. Um primo que estava na margem do lago filmando Caíque no *jet ski* verificou que ele percorreu  $900 \text{ m}$  em  $3$  minutos sem alterar sua velocidade. Durante esse tempo, Caíque viu à frente uma lancha se aproximando com velocidade constante. Seu primo constatou que a lancha gastava um terço do tempo para percorrer a mesma distância. Com base nesses dados, marque a afirmativa **CORRETA**:



- A Os módulos das velocidades do *jet ski* e da lancha em relação à margem eram de  $30 \text{ m/s}$  e de  $10,0 \text{ m/s}$ , respectivamente.
- B O módulo da velocidade da lancha em relação ao *jet ski* era de  $20,0 \text{ m/s}$ .
- C O módulo da velocidade da lancha registrado pelo primo de Caíque foi de  $5,0 \text{ m/s}$ .
- D O módulo da velocidade do *jet ski* em relação à da lancha era de  $10,0 \text{ m/s}$ .
- E O módulo da velocidade da lancha era o dobro do módulo da velocidade do *jet ski*.

**QUESTÃO 11**

Em grandes aeroportos e shoppings, existem esteiras móveis horizontais para facilitar o deslocamento de pessoas.

Considere uma esteira com  $48 \text{ m}$  de comprimento e velocidade de  $1,0 \text{ m/s}$ .

Uma pessoa ingressa na esteira e segue caminhando sobre ela com velocidade constante no mesmo sentido de movimento da esteira. A pessoa atinge a outra extremidade  $30 \text{ s}$  após ter ingressado na esteira.

Com que velocidade, em  $\text{m/s}$ , a pessoa caminha sobre a esteira?

- A 2,6.
- B 1,6.
- C 1,0.
- D 0,8.
- E 0,6.

**QUESTÃO 12**

A figura ilustra um tubo cilíndrico contendo óleo de cozinha em seu interior e uma trena para graduar a altura da quantidade de óleo. A montagem tem como finalidade o estudo do movimento retilíneo de uma gota de água dentro do óleo. Da seringa, é abandonada, do repouso e bem próxima da superfície livre do óleo, uma gota de água que vai descer pelo óleo. As posições ocupadas pela gota, em função do tempo, são anotadas na tabela, e o marco zero da trajetória da gota é admitido junto à superfície livre do óleo.



(Física em contextos - Maurício Pietrocola e outros)

S (cm)	t (s)
0	0
1,0	2,0
4,0	4,0
9,0	6,0
16,0	8,0

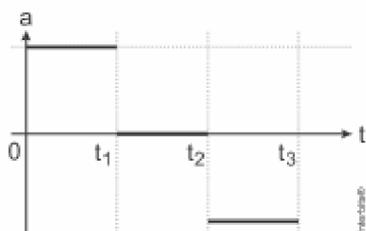
É correto afirmar que a gota realiza um movimento

- A com aceleração variável, crescente com o tempo.
- B com aceleração variável, decrescente com o tempo.
- C uniformemente variado, com aceleração de  $1,0 \text{ cm/s}^2$ .
- D uniformemente variado, com aceleração de  $0,5 \text{ cm/s}^2$ .
- E uniformemente variado, com aceleração de  $0,25 \text{ cm/s}^2$ .

**Gabarito da seção 1:**

1. [B]

Entre o tempo zero e  $t_1$  o automóvel efetuava um movimento retilíneo uniformemente acelerado e teve aceleração constante e positiva, do instante até o móvel manteve a velocidade constante (movimento retilíneo uniforme), significando neste intervalo que a sua aceleração era nula, e, finalmente, do instante até o final do percurso em o móvel teve aceleração negativa e constante realizando um movimento retilíneo uniformemente retardado, portanto o gráfico que representa a evolução da aceleração com o tempo está de acordo com a letra [B].



2. [B]

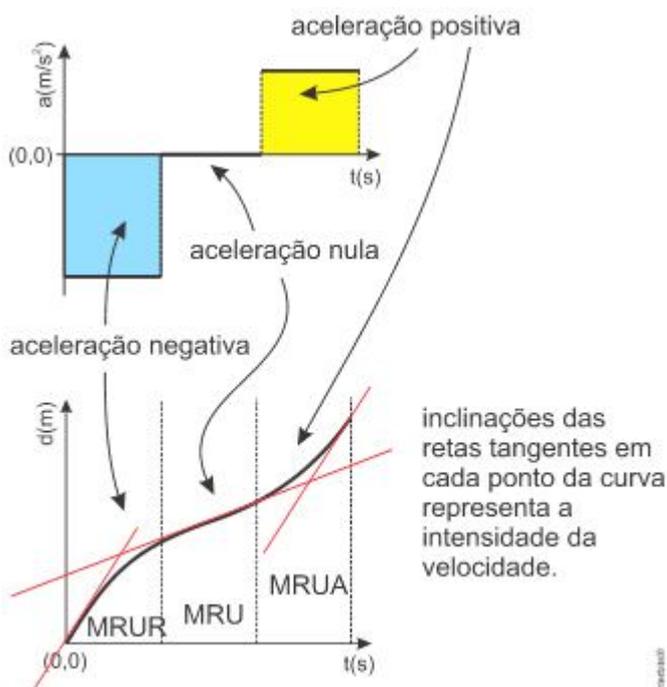
O ultrassom emitido pelo morcego deve percorrer o dobro da distância entre os dois objetos. Neste caso, consideramos que ambos estão parados ou com o mesmo movimento uniforme, ou seja, a velocidade relativa entre ambos é nula. Assim, usando a definição de velocidade média:

$$v = \frac{2d}{t} \Rightarrow d = \frac{v \cdot t}{2}$$

$$d = \frac{340 \text{ m/s} \cdot 0,3 \text{ s}}{2} \therefore d = 51 \text{ m}$$

3. [A]

De acordo com o gráfico de aceleração versus o tempo fornecido e o enunciado, extrai-se as seguintes informações:



Assim, o gráfico da distância versus o tempo que corresponde ao da aceleração tem as seguintes características.

No trecho de aceleração negativa, teremos uma redução da velocidade inicial que é representada pela reta tangente em cada ponto do gráfico sendo representado por uma perna de parábola com a concavidade voltada para baixo, que é o indicativo dessa aceleração e corresponde a um movimento uniformemente retardado.

No segundo trecho, a aceleração é nula, sendo um movimento uniforme progressivo, representando uma reta crescente.

O terceiro trecho revela uma aceleração positiva (parábola com a concavidade voltada para cima), em que o móvel aumenta o módulo da sua velocidade representado por maiores inclinações em cada ponto da curva parabólica, realizando um movimento uniformemente acelerado.

Portanto, a resposta correta é da alternativa [A].

4. [D]

O trecho **AB** possui aceleração, assim os cronômetros devem demonstrar marcações de tempos menores uma vez que a velocidade está aumentando e analisando o trecho **BC** que está na horizontal e sem atrito, os intervalos devem ser iguais, pois estamos diante de um movimento retilíneo uniforme de acordo com a alternativa [D].

5. [E]

Aplicando a função horária da velocidade para o M.U.V.:

$$v = v_0 + at \Rightarrow 108 = v_0 - 14,4(5) \Rightarrow v_0 = 108 + 72 \Rightarrow v_0 = 180 \text{ km/h.}$$

6. [E]

Considerando a namorada e o namorado como móveis A e B respectivamente, ambos efetuando um movimento retilíneo uniforme, podemos definir as equações das suas posições (**s**) com relação ao tempo (**t**) usando as grandezas no Sistema Internacional de Unidades:

$$s_A = 180 + 0,5t$$

$$s_B = 5t$$

Quando houver o encontro dos dois, suas posições são as mesmas, portanto:

$$s_A = s_B$$

$$180 + 0,5t = 5t$$

Assim, isolando o tempo temos o tempo de encontro.

$$180 = 5t - 0,5t$$

$$4,5t = 180$$

$$t = \frac{180}{4,5}$$

$$\therefore t = 40 \text{ s}$$

7. [C]

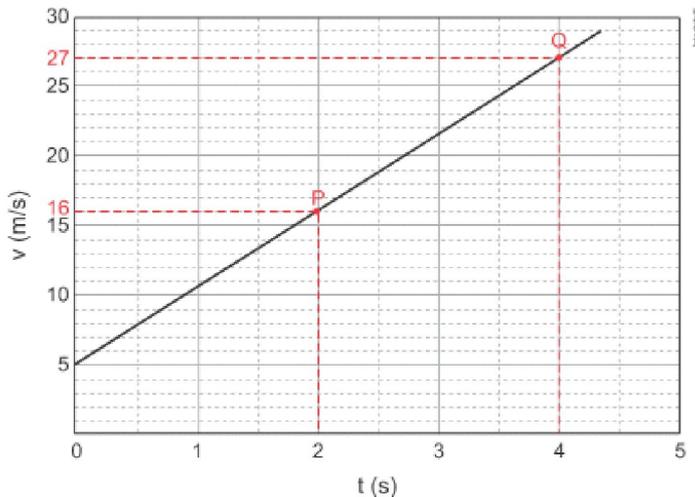


Gráfico da variação da velocidade do carro em função do tempo

Calculando a aceleração escalar, a partir do gráfico, escolhendo o ponto **P** assinalado:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{16 - 5}{2 - 0} = \frac{11}{2} \Rightarrow a = 5,5 \text{ m/s}^2.$$

A função horária da velocidade é, então:

$$v = v_0 + at \Rightarrow v = 5 + 5,5t.$$

Calculando a velocidade no instante 10 segundos:

$$v = 5 + 5,5t(10) = 60 \text{ m/s} \Rightarrow$$

$$v = 216 \text{ km/h.}$$

8. [A]

Aplicando a equação de Torricelli, obtemos:

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

$$v^2 = 0 + 2 \cdot 10 \cdot 5$$

$$v^2 = 100$$

$$\therefore v = 10 \text{ m/s}$$

9. [C]

O tempo de queda do anzol é idêntico ao gasto pela lancha para chegar imediatamente abaixo do lançamento, considerando a lancha um ponto material. Assim, a posição inicial da lancha no momento do lançamento é determinada.

Tempo de queda:

$$h = \frac{g}{2}t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \text{ m}}{10 \text{ m/s}^2}} \therefore t = 2 \text{ s}$$

Deslocamento da lancha:

Considerando que a lancha estava passando na origem das posições no momento da queda do anzol, então, seu deslocamento em MRU é:

$$x = v \cdot t \Rightarrow x = 20 \text{ m/s} \cdot 2 \text{ s}$$

$$x = 40 \text{ m}$$

10. [B]

Cálculo do módulo da velocidade do jet ski:

$$v_{\text{jet ski}} = \frac{900 \text{ m}}{3 \text{ min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \therefore v_{\text{jet ski}} = 5 \text{ m/s}$$

Cálculo do módulo da velocidade da lancha:

$$v_{\text{lancha}} = \frac{900 \text{ m}}{1 \text{ min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \therefore v_{\text{lancha}} = 15 \text{ m/s}$$

Cálculo do módulo da velocidade relativa entre a lancha e o jet ski ou vice-versa:

$$v_{\text{relativa}} = v_{\text{jet ski}} + v_{\text{lancha}}$$

$$v_{\text{relativa}} = 5 \text{ m/s} + 15 \text{ m/s} \therefore v_{\text{relativa}} = 20 \text{ m/s}$$

11. [E]

A velocidade média ( $v_m$ ) do movimento na esteira em relação ao solo é dada pela soma da velocidade da esteira ( $v_e$ ) e a velocidade da pessoa ( $v_p$ ):

$$v_m = v_e + v_p$$

Mas a velocidade média é dada por:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{48 \text{ m}}{30 \text{ s}} \therefore v_m = 1,6 \text{ m/s}$$

Substituindo na primeira equação e usando os dados fornecidos, temos:

$$v_m = v_e + v_p \Rightarrow 1,6 \text{ m/s} = 1 \text{ m/s} + v_p \Rightarrow v_p = 1,6 - 1 \therefore v_p = 0,6 \text{ m/s}$$

12. [D]

Pela tabela, temos que  $s \propto t^2$ . Sendo assim, o movimento é uniformemente variado. Pela equação do espaço do MUV, temos que:

$$S = S_0 + V_0t + \frac{at^2}{2} = 0 + 0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$$

$$S = \frac{at^2}{2}$$

Substituindo o ponto para o qual  $S = 1\text{m}$  e  $t = 2\text{s}$ ,  
obtemos:

$$1 = \frac{a \cdot 2^2}{2}$$

$$\therefore a = 0,5 \text{ cm/s}^2$$

RASCUNHO

**Seção 2: MCU**

Tempo ideal conforme resultado no simulado de diagnóstico  
 Igual ou acima de 60%: 18 minutos  
 Abaixo de 60%: 27 minutos

**QUESTÃO 01**

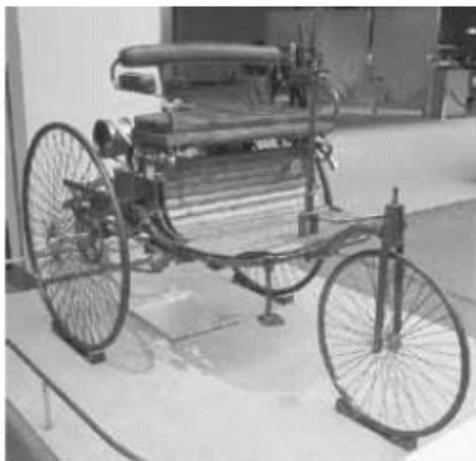
Um corpo descreve um movimento circular uniforme cuja trajetória tem **5 m** de raio. Considerando que o objeto descreve **2** voltas em **12 s**, é possível afirmar que sua velocidade tangencial, em **m/s**, é de, aproximadamente

(Considere  $\pi = 3,14$  rad)

- A 3,14
- B 5,2
- C 15,7
- D 6,28
- E 31,4

**QUESTÃO 02**

A figura mostra uma réplica do Benz Patent Motorwagen, de 1885, carro de dois lugares e três rodas. O diâmetro da roda dianteira mede 60 cm, e o das rodas traseiras mede 80 cm.

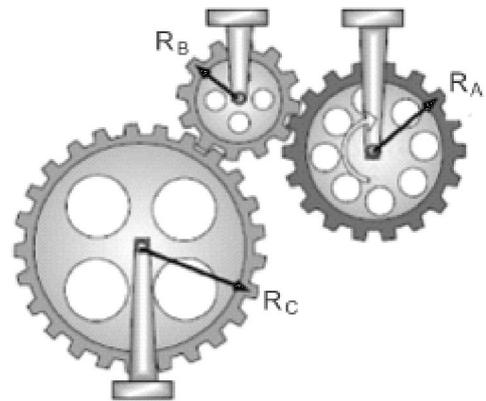


(wikipedia)

Em um teste recém-realizado, o veículo percorreu, em linha reta, **7,2 km** em **12** minutos, mantendo sua velocidade praticamente constante. Assim, considerando  $\pi = 3$ , a frequência de giro das rodas dianteira e traseiras deve ter sido, em **Hz**, aproximada e respectivamente, de

- A 5,5 e 4,2.
- B 5,5 e 4,4.
- C 5,6 e 4,2.
- D 5,6 e 4,4.
- E 5,8 e 4,5.

**QUESTÃO 03**



As engrenagens **A, B e C**, de raios  $R_A, R_B$  e  $R_C$ , acima desenhadas, fazem parte de um conjunto que funciona com um motor acoplado à engrenagem de raio  $R_A = 20$  cm, fazendo-a girar com frequência constante de **120 rpm**, no sentido horário. Conhecendo-se o raio  $R_B = 10$  cm e  $R_C = 25$  cm, pode-se afirmar que no SI (Sistema Internacional de Unidades) a aceleração de um ponto da periferia da engrenagem **C**, tem módulo igual a

(Considere  $\pi^2 = 10$ )

- A 1,6
- B 16,0
- C 25,6
- D 32,0
- E 2560

**QUESTÃO 04**

Considere um carrinho sobre trilhos em uma trajetória circular, como em um brinquedo de parque de diversões. Por questões de segurança, foi necessário duplicar o raio da trajetória sem que haja mudança na velocidade linear do carrinho. Para isso, a velocidade angular do móvel deve

- A dobrar de valor.
- B ser reduzida à metade.
- C manter-se constante.
- D quadruplicar.

**QUESTÃO 05**

Em um equipamento industrial, duas engrenagens, **A** e **B**, giram **100** vezes por segundo e **6.000** vezes por minuto, respectivamente. O período da engrenagem **A** equivale a  $T_A$  e o da engrenagem **B**, a  $T_B$ .

A razão  $\frac{T_A}{T_B}$  é igual a:

- A**  $\frac{1}{6}$
- B**  $\frac{3}{5}$
- C** 1
- D** 6

**QUESTÃO 06**

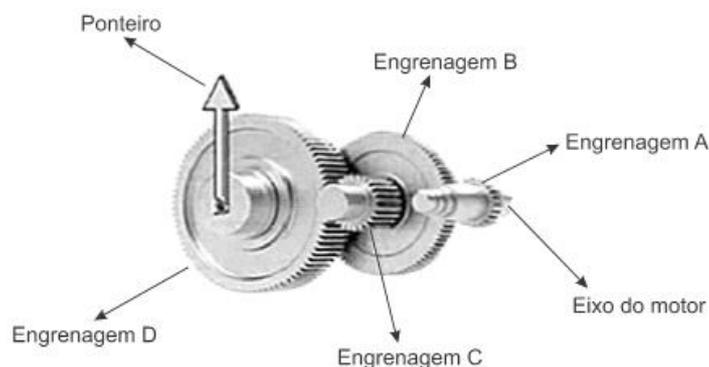
Ainda que tenhamos a sensação de que estamos estáticos sobre a Terra, na verdade, se tomarmos como referência um observador parado em relação às estrelas fixas e externo ao nosso planeta, ele terá mais clareza de que estamos em movimento, por exemplo, rotacionando junto com a Terra em torno de seu eixo imaginário. Se consideramos duas pessoas (**A** e **B**), uma deles localizada em Ottawa (**A**), Canadá, (latitude  $45^\circ$  Norte) e a outra em Caracas (**B**), Venezuela, (latitude  $10^\circ$  Norte), qual a relação entre a velocidade angular média ( $\omega$ ) e velocidade escalar média ( $v$ ) dessas duas pessoas, quando analisadas sob a perspectiva do referido observador?

- A**  $\omega_A = \omega_B$  e  $v_A = v_B$
- B**  $\omega_A < \omega_B$  e  $v_A < v_B$
- C**  $\omega_A = \omega_B$  e  $v_A < v_B$
- D**  $\omega_A > \omega_B$  e  $v_A = v_B$

**QUESTÃO 07**

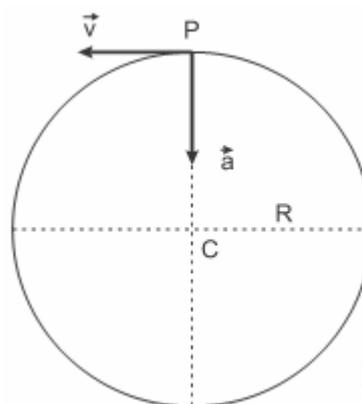
A invenção e o acoplamento entre engrenagens revolucionaram a ciência na época e propiciaram a invenção de várias tecnologias, como os relógios. Ao construir um pequeno cronômetro, um relojoeiro usa o sistema de engrenagens mostrado. De acordo com a figura, um motor é ligado ao eixo e movimenta as engrenagens fazendo o ponteiro girar. A frequência do motor é de **18 rpm**, e o número de dentes das engrenagens está apresentado no quadro.

Engrenagem	Dentes
A	24
B	72
C	36
D	108



A frequência de giro do ponteiro, em **rpm**, é

- A** 1.
- B** 2.
- C** 4.
- D** 81.
- E** 162.

**QUESTÃO 08**


Uma partícula percorre a trajetória circular de centro **C** e raio **R**. Os vetores velocidade ( $\vec{v}$ ) e aceleração ( $\vec{a}$ ) da partícula no instante em que ela passa pelo ponto **P** da trajetória, estão representados na figura acima. O vetor velocidade e o vetor aceleração formam um

ângulo de  $90^\circ$ . Se  $|\vec{v}| = 10,0 \frac{m}{s}$  e  $R = 2,00 m$ , o módulo da aceleração ( $|\vec{a}|$ ) será igual a

- A  $4,00 \frac{m}{s^2}$
- B  $5,00 \frac{m}{s^2}$
- C  $20,00 \frac{m}{s^2}$
- D  $40,00 \frac{m}{s^2}$
- E  $50,00 \frac{m}{s^2}$

**QUESTÃO 09**

Em uma obra de construção civil, uma carga de tijolos é elevada com uso de uma corda que passa com velocidade constante de  $13,5 \text{ m/s}$  e sem deslizar por duas polias de raios  $27 \text{ cm}$  e  $54 \text{ cm}$ . A razão entre a velocidade angular da polia grande e da polia menor é

- A 3.
- B 2.
- C  $2/3$ .
- D  $1/2$ .

**QUESTÃO 10**

Duas polias estão acopladas por uma correia que não desliza. Sabendo-se que o raio da polia menor é de  $20 \text{ cm}$  e sua frequência de rotação  $f_1$  é de  $3.600 \text{ rpm}$ , qual é a frequência de rotação  $f_2$  da polia maior, em rpm, cujo raio vale  $50 \text{ cm}$ ?

- A 9.000
- B 7.200
- C 1.440
- D 720

RASCUNHO

**Gabarito da seção 2:**

1. [B]  
Como são duas voltas, temos:
- $$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2 \cdot 2\pi R}{\Delta t} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 5}{12}$$
- $$\therefore v \cong 5,2 \text{ m/s}$$
2. [A]  
Para a roda dianteira:
- $$v_d = 2\pi R_d f_d$$
- $$\frac{7200}{12 \cdot 60} = 2\pi \cdot 0,3 \cdot f_d$$
- $$f_d \cong 5,5 \text{ Hz}$$
- Para as rodas traseiras:
- $$v_t = 2\pi R_t f_t$$
- $$\frac{7200}{12 \cdot 60} = 2\pi \cdot 0,4 \cdot f_t$$
- $$f_t \cong 4,2 \text{ Hz}$$
3. [C]  
O acoplamento das engrenagens é de tal modo que as velocidades tangenciais nos seus pontos de periferia são iguais.
- $$v_A = v_B = v_C$$
- Como a velocidade tangencial é dada por:  $v = 2\pi R f$ , então:
- $$2\pi R_A f_A = 2\pi R_B f_B = 2\pi R_C f_C$$
- $$R_A f_A = R_B f_B = R_C f_C$$
- E, com isso, temos como calcular a frequência da engrenagem C:
- $$R_A f_A = R_C f_C \Rightarrow f_C = \frac{R_A f_A}{R_C} \Rightarrow f_C = \frac{20 \text{ cm} \cdot 120 \text{ rpm}}{25 \text{ cm}} \therefore f_C = 96 \text{ rpm}$$
- Passando essa frequência para hertz, temos:
- $$f_C = 96 \text{ rpm} \cdot \frac{1 \text{ Hz}}{60 \text{ rpm}} \therefore f_C = 1,6 \text{ Hz}$$
- Finalmente, a aceleração centrípeta da engrenagem C é dada por:
- $$a_{c(C)} = \frac{v_C^2}{R_C} = \frac{(2\pi \cdot 0,25 \text{ m} \cdot 1,6 \text{ Hz})^2}{0,25 \text{ m}} = \frac{4 \pi^2 \cdot (0,25 \text{ m})^2 \cdot (1,6 \text{ s}^{-1})^2}{0,25 \text{ m}} \therefore a_{c(C)} = 25,6 \text{ m/s}^2$$
4. [B]  
A velocidade angular é dada por:
- $$v = \omega R \Rightarrow \omega = \frac{v}{R}$$

Como  $v$  se mantém constante, ao se duplicar  $R$ ,  $\omega$  deve ser reduzida à metade.

5. [C]
- $$f_A = 100 \text{ Hz} \Rightarrow T_A = \frac{1}{f_A} = 0,01 \text{ s}$$
- $$f_B = \frac{6000}{60} \text{ Hz} = 100 \text{ Hz} \Rightarrow T_B = \frac{1}{f_B} = 0,01 \text{ s}$$
- $$\therefore \frac{T_A}{T_B} = 1$$

6. [C]  
A velocidade angular média ( $\omega$ ) depende basicamente da frequência da rotação ( $f$ ) ou do período ( $T$ ) sendo

$$\text{dada por: } \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

Para ambos os observadores (A e B), tanto suas frequências como seus períodos de rotação são os mesmos, pois quando a Terra dá uma volta completa, qualquer ponto do planeta também dá uma rotação completa, então suas velocidades angulares médias ( $\omega$ ) devem ser exatamente iguais.

$$\left. \begin{array}{l} f_A = f_B \\ T_A = T_B \end{array} \right\} \rightarrow \omega_A = \omega_B$$

Já a velocidade escalar média ( $v$ ) dessas duas pessoas, depende do raio ( $R$ ) de curvatura da Terra. Pontos mais próximos dos polos têm raios menores que pontos próximos ao Equador, portanto temos que:

$$R_A < R_B$$

Como a velocidade escalar média ( $v$ ) é diretamente proporcional ao raio e dada por:  $v = 2\pi R f = \frac{2\pi R}{T}$ ,

temos que  $v_A < v_B$ .

7. [B]  
No acoplamento coaxial as frequências são iguais. No acoplamento tangencial as frequências são inversamente proporcionais aos números de dentes;

Assim:

$$\left\{ \begin{array}{l} f_A = f_{\text{motor}} = 18 \text{ rpm.} \\ f_B N_B = f_A N_A \Rightarrow f_B \cdot 72 = 18 \cdot 24 \Rightarrow f_B = 6 \text{ rpm.} \\ f_C = f_B = 6 \text{ rpm.} \\ f_D N_D = f_C N_C \Rightarrow f_D \cdot 108 = 6 \cdot 36 \Rightarrow f_D = 2 \text{ rpm.} \end{array} \right.$$

A frequência do ponteiro é igual à da engrenagem ou seja:

$$f = 2 \text{ rpm.}$$

8. [E]  
O módulo da aceleração centrípeta é dado por:

$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

Assim, teremos:

$$a_c = \frac{(10 \text{ m/s})^2}{2 \text{ m}} \therefore a_c = 50 \text{ m/s}^2$$

9. [D]  
A velocidade linear é a mesma para as duas polias.

$$v_G = v_M \Rightarrow \omega_G R_G = \omega_M R_M \Rightarrow \frac{\omega_G}{\omega_M} = \frac{R_M}{R_G} = \frac{27}{54} \Rightarrow \frac{\omega_G}{\omega_M} = \frac{1}{2}$$

10. [C]  
Nesse tipo de acoplamento, as duas polias têm mesma velocidade linear:

$$\left\{ \begin{array}{l} v_1 = 2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot f_1 \\ v_2 = 2 \cdot \pi \cdot R_2 \cdot f_2 \end{array} \right\} \Rightarrow v_1 = v_2 \Rightarrow 2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot f_1 = 2 \cdot \pi \cdot R_2 \cdot f_2 \Rightarrow R_1 \cdot f_1 = R_2 \cdot f_2 \Rightarrow$$

$$f_2 = \frac{R_1 \cdot f_1}{R_2} \Rightarrow f_2 = \frac{20 \cdot 3.600}{50} \Rightarrow f_2 = 1.440 \text{ rpm.}$$

RASCUNHO

**Seção 3: Movimento parabólico e MHS**

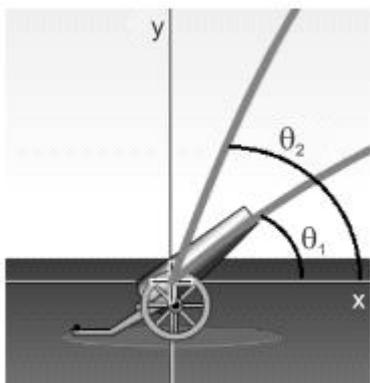
Tempo ideal conforme resultado no simulado de diagnóstico

Igual ou acima de 60%: 15 minutos

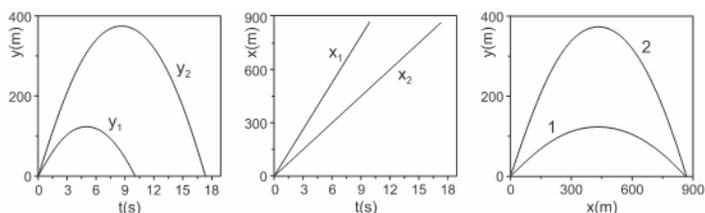
Abaixo de 60%: 23 minutos

**QUESTÃO 01**

Dois projéteis são disparados simultaneamente no vácuo, a partir da mesma posição no solo, com ângulos de lançamento diferentes,  $\theta_1 < \theta_2$ , conforme representa a figura abaixo.



Os gráficos a seguir mostram, respectivamente, as posições verticais  $y$  como função do tempo  $t$ , as posições horizontais  $x$  como função do tempo  $t$  e as posições verticais  $y$  como função das posições horizontais  $x$ , dos dois projéteis.



Analisando os gráficos, pode-se afirmar que

- I. o valor inicial da componente vertical da velocidade do projétil 2 é maior do que o valor inicial da componente vertical da velocidade do projétil 1.
- II. o valor inicial da componente horizontal da velocidade do projétil 2 é maior do que o valor inicial da componente horizontal da velocidade do projétil 1.
- III. os dois projéteis atingem o solo no mesmo instante.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas I e III.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.

**QUESTÃO 02**

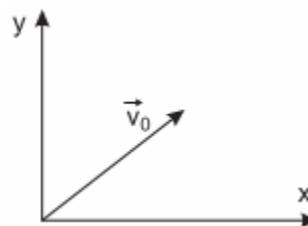
Um míssil AX100 é lançado obliquamente, com velocidade de  $800 \text{ m/s}$ , formando um ângulo de  $30,0^\circ$  com a direção horizontal. No mesmo instante, de um ponto situado a  $12,0 \text{ km}$  do ponto de lançamento do míssil, no mesmo plano horizontal, é lançado um projétil caça míssil, verticalmente para cima, com o objetivo de interceptar o míssil AX100. A velocidade inicial de lançamento do projétil caça míssil, para ocorrer a interceptação desejada, é de

- A)  $960 \text{ m/s}$
- B)  $480 \text{ m/s}$
- C)  $400 \text{ m/s}$
- D)  $500 \text{ m/s}$
- E)  $900 \text{ m/s}$

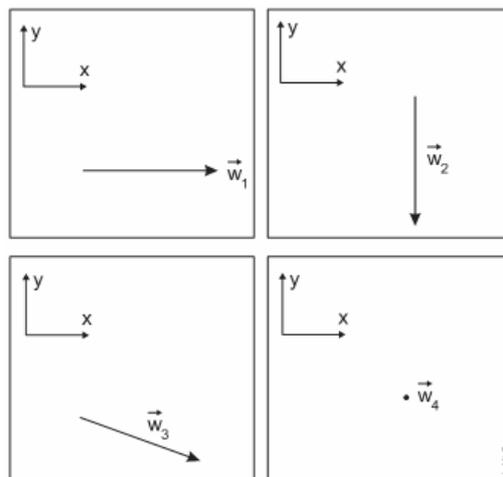
**QUESTÃO 03**

Um jogador de futebol chuta uma bola sem provocar nela qualquer efeito de rotação. A resistência do ar é praticamente desprezível, e a trajetória da bola é uma parábola. Traça-se um sistema de eixos coordenados, com um eixo  $x$  horizontal e paralelo ao chão do campo de futebol, e um eixo  $y$  vertical com sentido positivo para cima.

Na Figura a seguir, o vetor  $\vec{v}_0$  indica a velocidade com que a bola é lançada (velocidade inicial logo após o chute).



Abaixo estão indicados quatro vetores  $\vec{w}_1$ ,  $\vec{w}_2$ ,  $\vec{w}_3$  e  $\vec{w}_4$ , sendo  $\vec{w}_4$  o vetor nulo.



Os vetores que descrevem adequada e respectivamente a velocidade e a aceleração da bola no ponto mais alto de sua trajetória são

- A  $\vec{w}_1$  e  $\vec{w}_4$
- B  $\vec{w}_4$  e  $\vec{w}_4$
- C  $\vec{w}_1$  e  $\vec{w}_3$
- D  $\vec{w}_1$  e  $\vec{w}_2$
- E  $\vec{w}_4$  e  $\vec{w}_3$

**QUESTÃO 04**

O goleiro de um time de futebol bate um "tiro de meta" e a bola sai com velocidade inicial de módulo  $V_0$  igual a  $20 \text{ m/s}$ , 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  $\text{sen } 45^\circ = \sqrt{2}/2$ ;  $\text{cos } 45^\circ = \sqrt{2}/2$ ;  $\text{tg } 45^\circ = 1$  e  $\sqrt{2} = 1,4$ , é **correto** afirmar que:

- A a altura máxima atingida pela bola é de  $20,0 \text{ m}$ .
- B o tempo total em que a bola permanece no ar é de  $4 \text{ s}$ .
- C a velocidade da bola é nula, ao atingir a altura máxima.
- D a bola chega ao solo com velocidade de módulo igual a  $10 \text{ m/s}$ .
- E a velocidade da bola tem módulo igual a  $14 \text{ m/s}$  ao atingir a altura máxima.

**QUESTÃO 05**

Um ponto material realiza um movimento harmônico simples (MHS) sobre um eixo  $0x$ , sendo a função horária dada por:

$$x = 0,08 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{4}t + \pi\right), \text{ para } x \text{ em metros e } t \text{ em segundos.}$$

A pulsação, a fase inicial e o período do movimento são, respectivamente,

- A  $\frac{\pi}{4} \text{ rad/s}$ ,  $2\pi \text{ rad}$ ,  $6 \text{ s}$ .
- B  $2\pi \text{ rad}$ ,  $\frac{\pi}{4} \text{ rad/s}$ ,  $8 \text{ s}$ .
- C  $\frac{\pi}{4} \text{ rad/s}$ ,  $\pi \text{ rad}$ ,  $4 \text{ s}$ .

- D  $\pi \text{ rad/s}$ ,  $2\pi \text{ rad}$ ,  $6 \text{ s}$ .
- E  $\frac{\pi}{4} \text{ rad/s}$ ,  $\pi \text{ rad}$ ,  $8 \text{ s}$ .

**QUESTÃO 06**

Considere uma partícula se movimentando por uma trajetória circular no plano  $xy$ . As projeções do movimento nos eixos  $x$  e  $y$  são movimentos

- A harmônicos simples.
- B harmônico simples e uniforme, respectivamente.
- C uniforme e harmônico simples, respectivamente.
- D uniformes.

RASCUNHO

**Gabarito da seção 3:**

1. [A]  
Análise das afirmativas:

[I] Verdadeira – o projétil com a maior velocidade na componente vertical é aquele que atinge a maior altura, assim de acordo com o primeiro gráfico é o projétil 2.

[II] Falsa – Em um gráfico de distância por tempo, a inclinação em qualquer ponto fornece o módulo da velocidade. De acordo com o segundo gráfico, o projétil 1 está com maior inclinação, logo, ele tem a maior velocidade na componente horizontal.

[III] Falsa – Os dois projéteis atingem o solo no mesmo ponto mas os tempos de voo dos mesmos são diferentes como demonstra o primeiro gráfico em que fica claro que o projétil 1 tem um tempo menor que o projétil 2.

2. [C]  
O míssil AX100 é lançado simultaneamente com o projétil. Logo:

$$V_{0y(\text{AX100})} = V_{0(\text{AX100})} \cdot \text{sen}30 \quad (1)$$

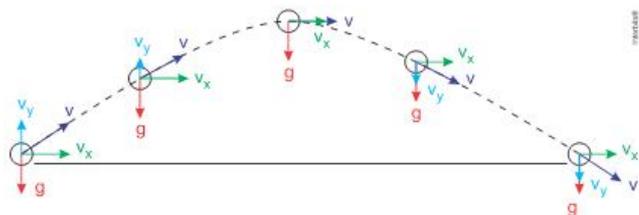
$$V_{0p} = V_{0y(\text{AX100})} \quad (2)$$

Substituindo (1) em (2), temos:

$$V_{0p} = V_{0(\text{AX100})} \cdot \text{sen}30$$

$$V_{0p} = 800 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow V_{0p} = 400 \text{ m/s}$$

3. [D]  
No lançamento oblíquo com ausência de atrito com o ar, podemos dividir o movimento nos eixos vertical e horizontal, usando as componentes da velocidade nestes eixos ( $\vec{v}_x$  e  $\vec{v}_y$ ), conforme a figura abaixo:



Assim, temos no eixo vertical um movimento de lançamento vertical em que a aceleração é dada pela gravidade local e no eixo horizontal um movimento retilíneo uniforme em que a velocidade em  $x$  é sempre constante.

Observa-se que no ponto mais alto da trajetória a velocidade em  $y$  é nula e a velocidade horizontal representa a velocidade da bola neste ponto, enquanto que a aceleração é a mesma em todos os pontos do movimento, sendo constante e apontando para baixo.

Logo, a alternativa correta é letra [D].

4. [E]  
As componentes da velocidade inicial nas direções vertical  $v_{0y}$  e horizontal  $v_{0x}$ , em módulo, são:

$$v_{0y} = v_0 \cdot \text{sen}\theta \Rightarrow v_{0y} = 20 \text{ m/s} \cdot \sqrt{2}/2 \Rightarrow v_{0y} = 10\sqrt{2} = 14 \text{ m/s}$$

$$v_{0x} = v_0 \cdot \text{cos}\theta \Rightarrow v_{0x} = 20 \text{ m/s} \cdot \sqrt{2}/2 \Rightarrow v_{0x} = 10\sqrt{2} = 14 \text{ m/s}$$

Sabendo que na altura máxima, a componente vertical da velocidade é nula, o tempo de subida será:

$$v_{0y} = v_0 - gt \Rightarrow t = \frac{v_{0y} - v_0}{g} \Rightarrow t = \frac{14 \text{ m/s} - 0}{10 \text{ m/s}^2} \therefore t = 1,4 \text{ s}$$

Logo, o tempo total (subida e descida) será o dobro do tempo de subida.

$$t_{\text{total}} = 2,8 \text{ s}$$

A altura máxima  $y_{\text{máx}}$  será:

$$y_{\text{máx}} = v_{0y} \cdot t_s - \frac{g}{2} t_s^2 \Rightarrow y_{\text{máx}} = 14 \text{ m/s} \cdot 1,4 \text{ s} - \frac{10 \text{ m/s}^2}{2} \cdot (1,4 \text{ s})^2 \therefore y_{\text{máx}} = 9,8 \text{ m}$$

A bola chegará ao solo com a mesma velocidade em módulo que a velocidade de lançamento, ou seja, **20 m/s**.

E, finalmente, na altura máxima, somente a componente vertical da velocidade é nula, portanto a velocidade na altura máxima é dada pela componente horizontal, isto é,  $v_{0x} = 14 \text{ m/s}$ .

Com tudo isso, temos a alternativa [E] correta.

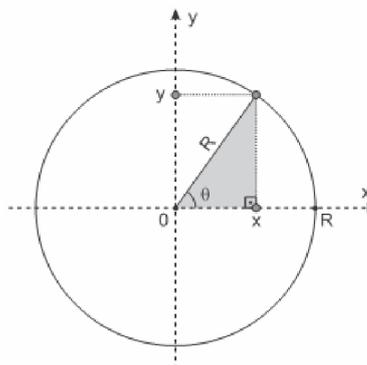
5. [E]  
Comparando a função horária dada com  $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ , obtemos:

$$\omega = \frac{\pi}{4} \text{ rad/s (pulsação)}$$

$$\varphi_0 = \pi \text{ rad (fase inicial)}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\pi/4} \Rightarrow T = 8 \text{ s (período)}$$

6. [A]  
A figura mostra a posição de uma partícula que gira em movimento circular uniforme, com velocidade angular  $\omega$ , num instante  $t$ .



Supondo fase inicial nula ( $\theta_0 = 0$ ), a posição angular da partícula é:

$$\theta = \omega t.$$

No triângulo retângulo destacado:

$$\left\{ \begin{array}{l} \cos \theta = \frac{x}{R} \Rightarrow x = R \cos \theta \Rightarrow \boxed{x = R \cos(\omega t)} \\ \text{sen} \theta = \frac{y}{R} \Rightarrow y = R \text{sen} \theta \Rightarrow \boxed{y = R \text{sen}(\omega t)} \end{array} \right.$$

Essas funções são características de um Movimento Harmônico Simples (MHS).

RASCUNHO

## SIMULADO DE VERIFICAÇÃO

### INSTRUÇÕES

1. O tempo disponível para execução deste simulado é de **40 minutos** e você poderá fazê-lo usando caneta, lápis e borracha.
2. Os 40 minutos deverão ser usados de uma só vez. Você **NÃO** poderá realizar este teste em etapas que completem o tempo proposto.
3. Faça o simulado num ambiente calmo e reservado, individualmente.
4. Não utilize quaisquer meios de consulta e mantenha todas as mídias presentes em seu ambiente desligadas, exceto um cronômetro para que você possa verificar o tempo de execução do teste.
5. Durante o tempo de execução, não se ausente do ambiente em que estiver fazendo o simulado em hipótese alguma. Isto implica que o teste deverá ser feito de uma só vez.
6. Caso o tempo se esgote antes que você termine todas as questões, pare e não resolva as demais nos minutos seguintes. Saia do local em que esteve fazendo o simulado e retorne em outro momento para terminá-lo, mas sem contabilizar o tempo.
7. Caso não imprima este simulado, você poderá usar o equivalente a uma folha de papel A4 (ou de caderno de dimensões semelhantes), frente e verso, para resolvê-lo.
8. O gabarito deverá deste simulado está na área de gabaritos deste caderno.
9. Você poderá levar para o local de realização deste teste bebidas e comidas.
10. O tempo de leitura destas instruções não deve ser contabilizado dentro dos minutos propostos para execução deste simulado.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Em suas últimas viagens o programa Apollo levou um veículo capaz de mover-se sobre a superfície lunar com uma velocidade máxima de **13 km/h**. As baterias desse veículo permitiam uma autonomia para **92 km**. O veículo era muito leve. Na Terra, seu peso era aproximadamente **2.100 N**, enquanto que, na Lua, pesava cerca de **350 N**.

**QUESTÃO 01**

Admita que os astronautas, ao utilizarem o veículo lunar, mantiveram velocidade constante igual à velocidade máxima. Assim sendo, a expectativa do tempo de uso do veículo, até o total esgotamento de suas baterias, seria de aproximadamente

- A 3 h.
- B 5 h.
- C 6 h.
- D 7 h.
- E 9 h.

**QUESTÃO 02**

Considere dois navios de guerra, uma Corveta e uma Fragata navegando paralelamente e no mesmo sentido em um trecho retilíneo.



Sabendo que a Corveta apresenta comprimento **100 m** e se locomove em movimento uniforme com velocidade escalar média de **20 m/s** e a Fragata apresenta comprimento **130 m** e se locomove também em movimento uniforme mas com velocidade escalar média de **10 m/s**. Calcule, em segundos, o intervalo de tempo necessário para que a Corveta ultrapasse a Fragata a partir do momento em que a frente da Corveta estiver posicionada exatamente ao lado da traseira da Fragata e ao final da ultrapassagem quando a traseira da Corveta estiver posicionada exatamente ao lado da frente da Fragata, e assinale a opção correta.

- A 6,5
- B 8,0
- C 13
- D 23
- E 30

**QUESTÃO 03**

Um móvel inicialmente em repouso no ponto de partida passa a ser acelerado constantemente à razão de **3 m/s<sup>2</sup>** no sentido da trajetória. A velocidade do móvel após ter percorrido **24 m**, em **m/s**, foi

- A 6.
- B 10.
- C 8.
- D 12.
- E 4.

**QUESTÃO 04**

Um automóvel possui velocidade constante **v = 20 m/s**. Ao avistar um semáforo vermelho à sua frente, o motorista freia o carro imprimindo uma aceleração de **-2 m/s<sup>2</sup>**. A distância mínima necessária para o automóvel parar, em **m**, é igual a

(Despreze qualquer resistência do ar neste problema)

- A 50.
- B 200.
- C 400.
- D 10.
- E 100.

**QUESTÃO 05**

Sem considerar qualquer atrito e assumindo a força da gravidade constante, é correto afirmar que a trajetória idealizada de corpos que são arremessados horizontalmente próximos à superfície da Terra é

- A reta.
- B hiperbólica.
- C parabólica.
- D semicircular.

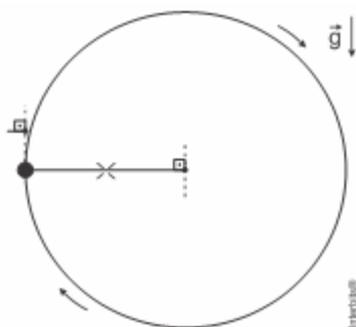
**QUESTÃO 06**

Considere que um vagão de metrô sofre uma aceleração de **5 m/s<sup>2</sup>** durante a partida. Assuma que a aceleração da gravidade é **10 m/s<sup>2</sup>**. Assim, é correto afirmar que, durante esse regime de deslocamento, a cada segundo, a velocidade (em **m/s**) aumenta

- A 5.
- B 10.
- C 50.
- D 2.

**QUESTÃO 07**

Uma partícula de massa  $m$  gira em um plano vertical, presa a uma corda de massa desprezível, conforme a figura a seguir.



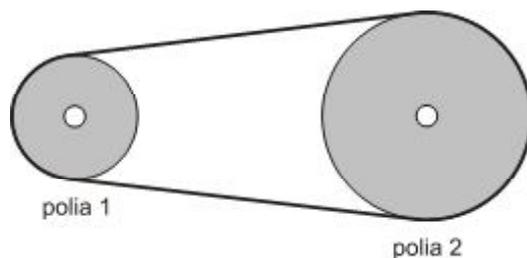
No instante indicado na figura, a corda se parte, de modo que a partícula passa a se mover livremente. A aceleração da gravidade local é constante e apresenta módulo igual a  $g$ .

Assinale a alternativa que descreve o movimento da partícula após a corda ter se rompido.

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

**QUESTÃO 08**

Na figura abaixo, temos duas polias de raios  $R_1$  e  $R_2$ , que giram no sentido horário, acopladas a uma correia que não desliza sobre as polias.



Com base no enunciado acima e na ilustração, é correto afirmar que:

- A** a velocidade angular da polia 1 é numericamente igual à velocidade angular da polia 2.
- B** a frequência da polia 1 é numericamente igual à frequência da polia 2.
- C** o módulo da velocidade na borda da polia 1 é numericamente igual ao módulo da velocidade na borda da polia 2.
- D** o período da polia 1 é numericamente igual ao período da polia 2.
- E** a velocidade da correia é diferente da velocidade da polia 1.

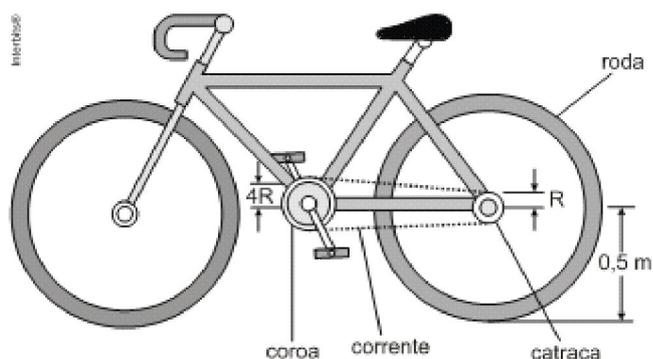
TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Adote os conceitos da Mecânica Newtoniana e as seguintes convenções:

1. O valor da aceleração da gravidade:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ;
2. A resistência do ar pode ser desconsiderada.

**QUESTÃO 09**

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/equilibrio-das-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  $16 \text{ m/s}$

**QUESTÃO 10**

Um jogador de futebol chuta uma bola com massa igual a meio quilograma, dando a ela uma velocidade inicial que faz um ângulo de  $30$  graus com a horizontal. Desprezando a resistência do ar, qual o valor que melhor representa o módulo da velocidade inicial da bola para que ela atinja uma altura máxima de  $5$  metros em relação ao ponto que saiu?

Considere que o módulo da aceleração da gravidade vale  $10$  metros por segundo ao quadrado.

- A  $10,5 \text{ m/s}$
- B  $15,2 \text{ m/s}$
- C  $32,0 \text{ m/s}$
- D  $12,5 \text{ m/s}$
- E  $20,0 \text{ m/s}$

**QUESTÃO 11**

Três blocos de mesmo volume, mas de materiais e de massas diferentes, são lançados obliquamente para o alto, de um mesmo ponto do solo, na mesma direção e sentido e com a mesma velocidade.

Observe as informações da tabela:

Material do bloco	Alcance do lançamento
chumbo	$A_1$
ferro	$A_2$
granito	$A_3$

A relação entre os alcances  $A_1$ ,  $A_2$  e  $A_3$  está apresentada em:

- A  $A_1 > A_2 > A_3$
- B  $A_1 < A_2 < A_3$
- C  $A_1 = A_2 > A_3$
- D  $A_1 = A_2 = A_3$

**QUESTÃO 12**

Um enfeite para berço é constituído de um aro metálico com um ursinho pendurado, que gira com velocidade angular constante. O aro permanece orientado na horizontal, de forma que o movimento do ursinho seja projetado na parede pela sua sombra.

Enquanto o ursinho gira, sua sombra descreve um movimento

- A circular uniforme.
- B retilíneo uniforme.
- C retilíneo harmônico simples.
- D circular uniformemente variado.
- E retilíneo uniformemente variado.

**Gabarito do simulado de verificação:**

- [D]  
Como o movimento é uniforme:  
$$d = v \cdot t \Rightarrow t = \frac{d}{v} = \frac{92}{13} \Rightarrow \boxed{t \cong 7 \text{ h.}}$$
- [D]  
Equações horárias do espaço da Corveta e da Fragata:  
$$s_C = s_{0C} + v_C t \Rightarrow s_C = 20t$$
$$s_F = s_{0F} + v_F t \Rightarrow s_F = 130 + 10t$$
  
Para que ocorra a ultrapassagem como descrito, devemos ter que:  
$$s_C - s_F = 100$$
$$20t - 130 - 10t = 100$$
$$10t = 230$$
$$\therefore t = 23 \text{ s}$$
- [D]  
Usando a equação de Torricelli:  
$$v^2 = v_0^2 + 2a \cdot \Delta s$$
$$v = \sqrt{v_0^2 + 2a \cdot \Delta s}$$
$$v = \sqrt{0^2 + 2 \cdot 3 \cdot 24}$$
$$v = \sqrt{144}$$
  
Logo, a velocidade ao término do trajeto solicitado é:  
$$v = 12 \text{ m/s}$$
- [E]  
Como a aceleração escalar é constante, o movimento é uniformemente variado. Aplicando a equação de Torricelli:  
$$v^2 = v_0^2 + 2a \Delta S \Rightarrow \Delta S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - 20^2}{-4} \Rightarrow \boxed{\Delta S = 100 \text{ m.}}$$
- [C]  
A trajetória de um corpo lançado horizontalmente é uma composição de dois movimentos, pois varia no eixo horizontal como um movimento uniforme e no eixo vertical como um movimento uniformemente variado. Assim ao juntar os dois movimentos temos uma equação representativa do segundo grau, portanto, a trajetória é de uma parábola.
- [A]  
Sendo a aceleração definida como a variação temporal da velocidade, para um valor de aceleração de  $5 \text{ m/s}^2$ , devemos ter um aumento de  $5 \text{ m/s}$  em  $1 \text{ s}$ .
- [A]  
Como no ponto em questão o vetor velocidade é vertical para cima, a partícula inicialmente terá movimento vertical para cima, até atingir altura máxima, e então, cairá verticalmente.

- [C]  
Como não há deslizamento, as velocidades **lineares** ou **tangenciais** dos pontos periféricos das polias são iguais em módulo, iguais à velocidade linear da correia.

$$v_1 = v_2 = v_{\text{correia}}$$

- [C]  
Dados:  $\omega_{\text{cor}} = 4 \text{ rad/s}$ ;  $R_{\text{cor}} = 4R$ ;  $R_{\text{cat}} = R$ ;  $R_{\text{roda}} = 0,5 \text{ m}$ .

A velocidade tangencial ( $v$ ) da catraca é igual à da coroa:

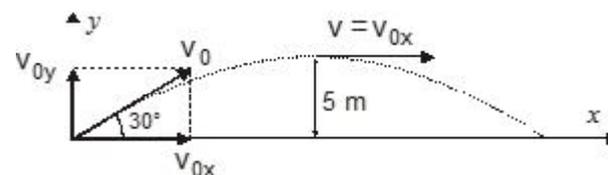
$$v_{\text{cat}} = v_{\text{cor}} \Rightarrow \omega_{\text{cat}} R_{\text{cat}} = \omega_{\text{cor}} R_{\text{cor}} \Rightarrow \omega_{\text{cat}} R = 4(4R) \Rightarrow \omega_{\text{cat}} = 16 \text{ rad/s.}$$

A velocidade angular ( $\omega$ ) da roda é igual à da catraca:

$$\omega_{\text{roda}} = \omega_{\text{cat}} \Rightarrow \frac{v_{\text{roda}}}{R_{\text{roda}}} = \omega_{\text{cat}} \Rightarrow \frac{v_{\text{roda}}}{0,5} = 16 \Rightarrow v_{\text{roda}} = 8 \text{ m/s} \Rightarrow$$

$$v_{\text{bic}} = v_{\text{roda}} = 8 \text{ m/s.}$$

- [E]



Aplicando Torricelli para o eixo y:

$$v_y^2 = v_{0y}^2 - 2g \Delta y.$$

No ponto mais alto: 
$$\begin{cases} v = v_{0x} \Rightarrow v_y = 0 \\ \Delta y = h \end{cases}$$

Substituindo:

$$0^2 = v_{0y}^2 - 2g h \quad \text{p} \quad v_{0y} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2(10)(5)} = 10 \text{ m/s.}$$

Mas:

$$v_{0y} = v_0 \sin 30^\circ \quad \text{p} \quad 10 = v_0 \frac{1}{2} \quad \text{p} \quad v_0 = 20 \text{ m/s.}$$

- [D]  
Para um objeto lançado obliquamente com velocidade inicial  $v_0$ , formando um ângulo  $\theta$  com a horizontal, num local onde o campo gravitacional tem intensidade  $g$ , o alcance horizontal  $A$  é dado pela expressão:

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

Essa expressão nos mostra que o alcance horizontal independe da massa. Portanto, os três blocos apresentarão o mesmo alcance:

$$A_1 = A_2 = A_3.$$

- [C]  
A projeção do movimento circular uniforme sobre um plano perpendicular ao plano do movimento é um movimento retilíneo harmônico simples.

RASCUNHO

RASCUNHO



 @doutor fisico