

alex FÍSICA
mossmann

916x
FISICA
mossmun

Índice

Aulas de Revisão

Aula 1, 1

Aula 2, 25

Aula 3, 44

Aula 4, 63

Aula 5, 84

Aula 6, 105

Aula 7, 128

Material Aulas Pré-Prova, 145



Aulas de Revisão

Aula 1, 1

Aula 2, 25

Aula 3, 44

Aula 4, 63

Aula 5, 84

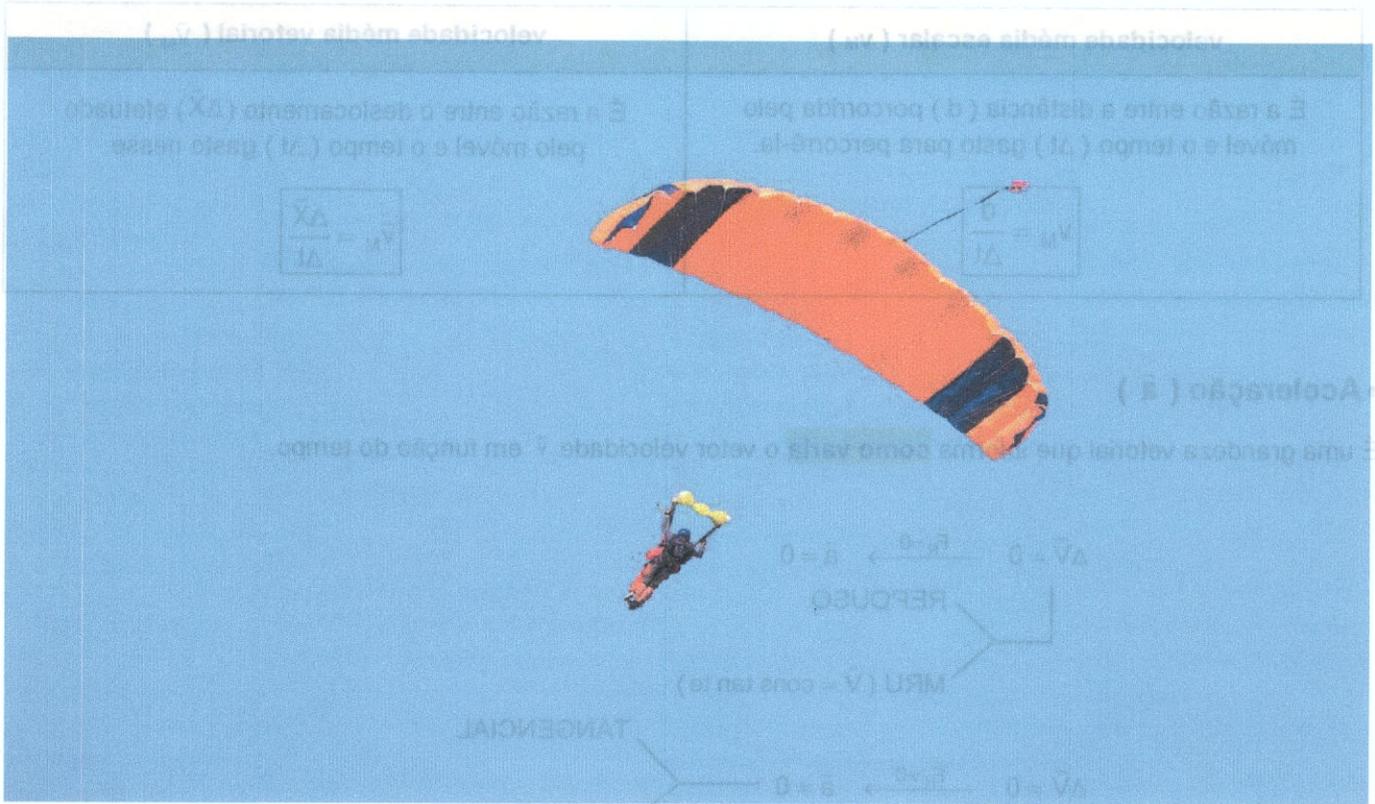
Aula 6, 105

Aula 7, 128

Material Aulas Pré-Prova, 145



Aula de Revisão 1



Parte 1

Introdução à cinemática.

Parte 2

M.R.U.

Parte 3

M.R.U.V.

Parte 4

Movimentos sob ação do campo gravitacional (1 dimensão).

Parte 5

Movimentos sob ação do campo gravitacional (2 dimensões)

Parte 6

M.C.U.

Parte 7

Leis de Newton.

Parte 8

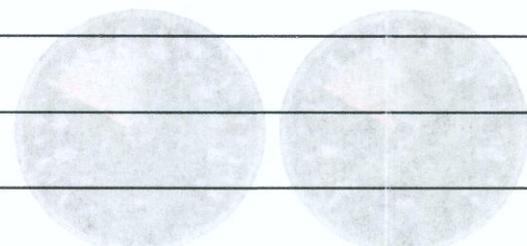
Força de atrito.

Parte 9

Tensão.

Parte 10

Força centrípeta.



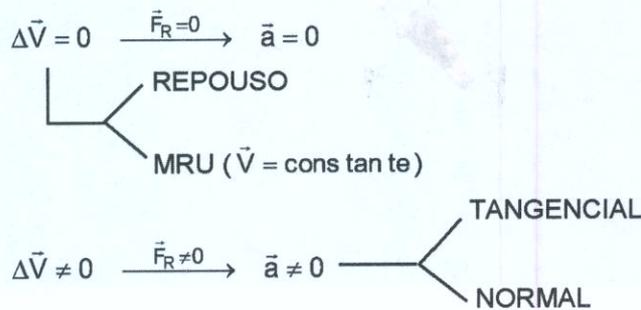
Parte 1 **Cinemática - Introdução**

• **Velocidade média**

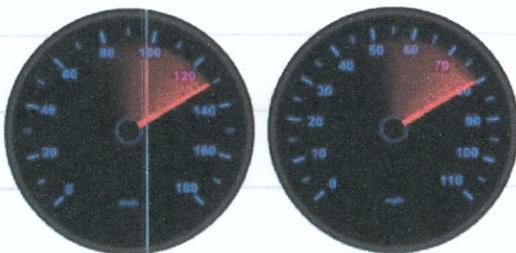
velocidade média escalar (v_M)	velocidade média vetorial (\vec{v}_M)
É a razão entre a distância (d) percorrida pelo móvel e o tempo (Δt) gasto para percorrê-la.	É a razão entre o deslocamento ($\Delta \vec{X}$) efetuado pelo móvel e o tempo (Δt) gasto nesse.
$v_M = \frac{d}{\Delta t}$	$\vec{v}_M = \frac{\Delta \vec{X}}{\Delta t}$

• **Aceleração (\vec{a})**

É uma grandeza vetorial que informa **como varia** o vetor velocidade \vec{v} em função do tempo.



ACELERAÇÃO TANGENCIAL - mostra a variação no **módulo** do vetor velocidade por unidade de tempo.



módulo:

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

Unidade: $\frac{m}{s^2} = \frac{m/s}{s}$

direção: o vetor \vec{a} tem mesma direção do vetor velocidade.

$$\vec{a}_T // \vec{v}$$

sentido: \vec{a} e \vec{V} com mesmo sentido \Rightarrow aumento no módulo da $\vec{V} \Rightarrow$ **movimento acelerado**

\vec{a} e \vec{V} com sentidos opostos \Rightarrow redução no módulo da $\vec{V} \Rightarrow$ **movimento retardado**



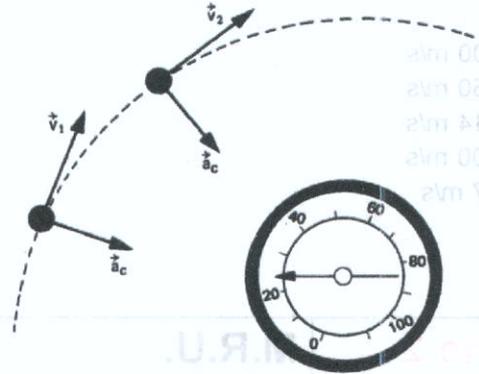
ACELERAÇÃO NORMAL (OU CENTRÍPETA) - mede a variação da **direção** da velocidade em relação ao tempo (movimento em trajetória curva).

módulo: $a = \frac{v^2}{R}$

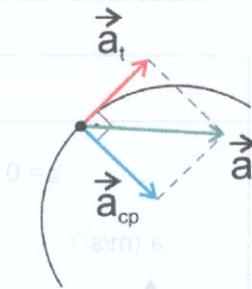
direção: perpendicular ao vetor velocidade.

$$\vec{a}_N \perp \vec{v}$$

sentido: orientado para o centro de curvatura da trajetória.



ACELERAÇÃO RESULTANTE (ACELERAÇÃO) : é o vetor resultante dos vetores aceleração tangencial e normal em cada posição.



$$\vec{a}_{\text{Resultante}} = \vec{a}_{\text{Tangencial}} + \vec{a}_{\text{Normal}}$$

$$|\vec{a}_R|^2 = |\vec{a}_t|^2 + |\vec{a}_n|^2$$

• **Questões**

L1 Q003. UFRGS. A figura abaixo apresenta, em dois instantes, as velocidades v_1 e v_2 de um automóvel que, em um plano horizontal, se desloca numa pista circular.



Com base nos dados da figura, e sabendo-se que os módulos dessas velocidades são tais que $v_1 > v_2$ é correto afirmar que

- A) a componente centrípeta da aceleração é diferente de zero.
- B) a componente tangencial da aceleração apresenta a mesma direção e o mesmo sentido da velocidade.
- C) o movimento do automóvel é circular uniforme.
- D) o movimento do automóvel é uniformemente acelerado.
- E) os vetores velocidade e aceleração são perpendiculares entre si.



L1 Q026. UFRGS. Um caminhão percorre três vezes o mesmo trajeto. Na primeira, sua velocidade média é de 15 m/s e o tempo de viagem é t_1 . Na segunda, sua velocidade média é de 20 m/s e o tempo de viagem é t_2 . Se, na terceira, o tempo de viagem for igual a $(t_1 + t_2) / 2$, qual será a velocidade média do caminhão nessa vez?

- A) 20,00 m/s
- B) 17,50 m/s
- C) 17,14 m/s
- D) 15,00 m/s
- E) 8,57 m/s



Parte 2 **M.R.U.**

Movimento Retilíneo Uniforme - MRU

$\vec{v} = \text{constante}$

$\vec{a} = 0$

$\Delta X = v \cdot \Delta t$

posição x tempo (x x t)	velocidade x tempo (v x t)	aceleração x tempo (a x t)
<p>Fç. horária : $X = X_0 + V.t$</p> <p>$\text{tg } \theta = v$</p>	<p>$v = \text{constante}$</p> <p>área = ΔX</p>	<p>$a = 0$</p>

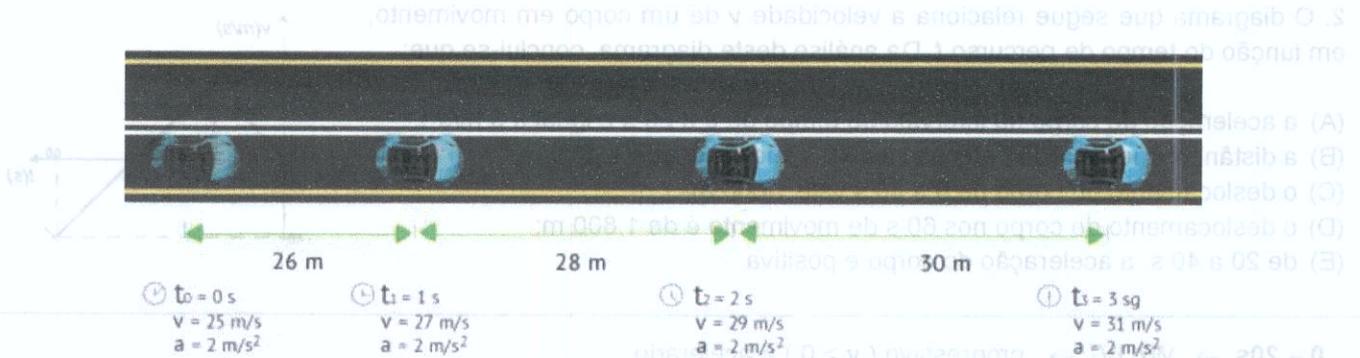
Parte 3 **M.R.U.V.**

Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV

$\vec{v} = \text{variável}$ (módulo varia uniformemente com o tempo)

$\vec{a} = \text{constante}$

$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$ $V_M = \frac{\Delta X}{\Delta t}$ $V_M = \frac{V_0 + V}{2}$ $\Delta x = V_0 \cdot \Delta t + \frac{a \cdot \Delta t^2}{2}$ $V_F^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta x$



posição x tempo (x x t)	velocidade x tempo (v x t)	aceleração x tempo (a x t)
<p>Fç. horária : $X = X_0 + V_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$</p> <p>$\text{tg } \theta = V$ → declividade da reta tangente a curva</p>	<p>Fç. da velocidade : $V = V_0 + a \cdot t$</p> <p>$\text{tg } \theta = a$ $\text{área} = \Delta X$</p>	<p>$a = \text{constante}$</p> <p>$\text{área} = \Delta V$</p>

• **Modelagens**

1. PUCRS. Um "motoboy" muito apressado, deslocando-se a 30m/s, freou para não colidir com um automóvel a sua frente. Durante a frenagem, sua moto percorreu 30m de distância em linha reta, tendo sua velocidade uniformemente reduzida até parar, sem bater no automóvel. O módulo da aceleração média da moto, em m/s², enquanto percorria a distância de 30m, foi de

- (A) 10
- (B) 15
- (C) 30
- (D) 45
- (E) 108

$$v_F^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta X$$

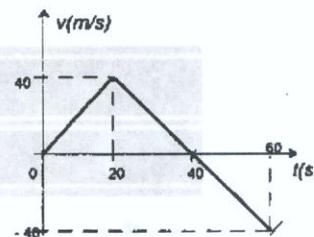
$$0 = 30^2 + 2 \cdot a \cdot 30$$

$$30 = 2 \cdot a$$

$$a = - 15 \text{ m/s}^2$$



2. O diagrama que segue relaciona a velocidade v de um corpo em movimento, em função do tempo de percurso t . Da análise deste diagrama, conclui-se que:



- (A) a aceleração do corpo no intervalo de tempo de 0 a 20 s é igual a 3 m/s^2 ;
- (B) a distância que o corpo percorre nos 40 s iniciais é igual a 800 m;
- (C) o deslocamento do corpo de 0 a 40 s vale 1.600 m;
- (D) o deslocamento do corpo nos 60 s de movimento é de 1.800 m;
- (E) de 20 a 40 s, a aceleração do corpo é positiva.

0 – 20s → MRUV₁ → progressivo ($v > 0$) e acelerado

20s – 60 s → MRUV₂ → progressivo ($v > 0$) e retardado de 20s a 40s e regressivo ($v < 0$) e acelerado de 40s a 60s.

$$a_{0-20s} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{40 - 0}{20} = 2 \text{ m/s}^2 \quad d_{0-40s} = \Delta x_{(0-40s)} = \text{área}_{(v \times t)} = 2 \cdot \left(\frac{20 \cdot 40}{2} \right) = 800 \text{ m}$$

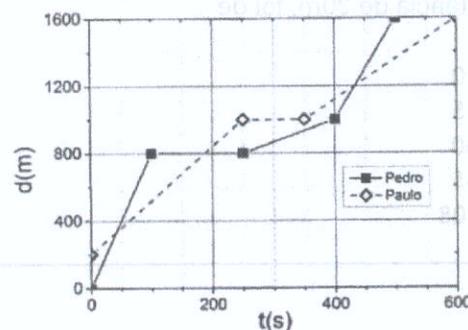
• **Questões**

L1 Q053. ENEM. O trem de passageiros da Estrada de Ferro Vitória-Minas (EFVM), que circula diariamente entre a cidade de Cariacica, na Grande Vitória, e a capital mineira Belo Horizonte, está utilizando uma nova tecnologia de frenagem eletrônica. Com a tecnologia anterior, era preciso iniciar a frenagem cerca de 400 metros antes da estação. Atualmente, essa distância caiu para 250 metros, o que proporciona redução no tempo de viagem. Considerando uma velocidade de 72 km/h, qual o módulo da diferença entre as acelerações de frenagem depois e antes da adoção dessa tecnologia?

- A) 0,08 m/s^2
- B) 0,30 m/s^2
- C) 1,10 m/s^2
- D) 1,60 m/s^2
- E) 3,90 m/s^2



L1 Q067. UFRGS. Pedro e Paulo diariamente usam bicicletas para ir ao médico. O gráfico abaixo mostra como ambos percorreram as distâncias até o colégio, em função do tempo, em certo dia.



Com base no gráfico, considere as seguintes afirmações.

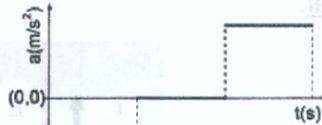
- I – A velocidade média desenvolvida por Pedro foi maior do que a desenvolvida por Paulo.
- II – A máxima velocidade foi desenvolvida por Paulo.
- III – Ambos estiveram parados pelo mesmo intervalo de tempo, durante seus percursos.

Quais estão corretas?

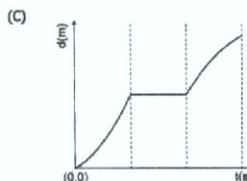
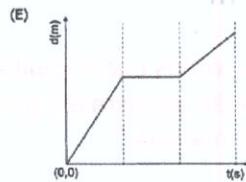
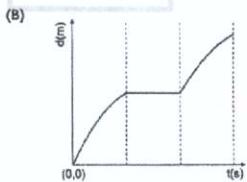
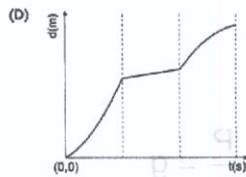
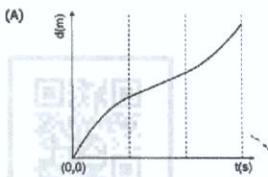
- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.



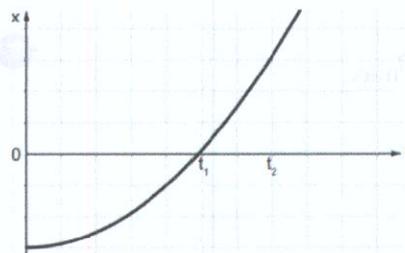
L1 Q076. UFRGS. Um automóvel viaja por uma estrada retilínea com velocidade constante. A partir de dado instante, considerando com $t=0$, o automóvel sofre acelerações distintas em três intervalos consecutivos de tempo, conforme representado no gráfico abaixo:



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.*



INSTRUÇÃO: Para responder à questão 88, analise o gráfico abaixo. Ele representa as posições x em função do tempo t de uma partícula que está em movimento, em relação a um referencial inercial, sobre uma trajetória retilínea. A aceleração medida para ela permanece constante durante todo o trecho do movimento.



L1 Q088. PUCRS. Considerando o intervalo de tempo entre 0 e t_2 , qual das afirmações abaixo está correta?

- A) A partícula partiu de uma posição inicial positiva.
- B) No instante t_1 , a partícula muda o sentido do seu movimento.
- C) No instante t_1 , a partícula está em repouso em relação ao referencial.
- D) O módulo da velocidade medida para a partícula diminui durante todo o intervalo de tempo.
- E) O módulo da velocidade medida para a partícula aumenta durante todo o intervalo de tempo.

Parte 4 Movimentos sob ação do campo gravitacional terrestre (1 dimensão)

I) QUEDA REAL \Rightarrow ocorre na presença do ar.

$$a = \frac{F_R}{m} = \frac{P - (F_{AR} + E)}{m} < g$$



II) QUEDA IDEAL \Rightarrow OCORRE NO VÁCUO $\rightarrow \vec{F}_{ar} = 0$ e $\vec{E} = 0$



$$\vec{F}_R = \vec{P} \xrightarrow{a = \frac{F_R}{m}} a = \frac{P}{m} = g$$



"No vácuo e em um mesmo local, todos os corpos caem igualmente rápidos, isto é, sob ação de uma mesma aceleração (aceleração gravitacional), independentemente de suas massas."

MQL é um caso particular de MRUV, pois é um movimento retilíneo com aceleração constante.

Usualmente nas questões $\Rightarrow g = 10 \text{ m/s}^2 = \frac{10\text{m/s}}{\text{s}}$

III) Lançamento vertical (MQL - Movimento de Queda Livre)

VÁCUO: $\vec{F}_R = \vec{P} \rightarrow \vec{a} = \vec{g}$ (MRUV)

Subida	Descida
V = reduz	V = aumenta

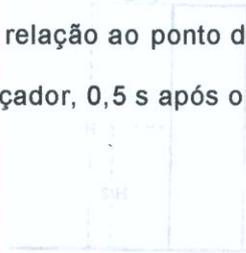
• **Modelagem**

3. Uma pedra é lançada verticalmente para cima com velocidade inicial de 36 km/h, sendo depois apanhada na mesma altura de lançamento. Desprezando a resistência do ar e adotando a aceleração da gravidade local de 10 m/s^2 , temos as seguintes afirmações:

- I. A altura máxima alcançada pela pedra em relação ao ponto de lançamento é de 5m.
- II. A pedra permanece no ar durante 2 s.
- III. A velocidade da pedra em relação ao lançador, 0,5 s após o lançamento, é de 5m/s.

Quais afirmações estão corretas?

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



Como a velocidade inicial vertical e para cima é de 36 km/h (10 m/s) e a aceleração atuante de módulo 10 m/s^2 , concluímos que ela leva um segundo para subir e um segundo para descer, totalizando 2 segundos de movimento.



$$v_f^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta X \rightarrow \text{subida} \rightarrow 0 = 10^2 + 2 \cdot (-10) \cdot \Delta X \rightarrow \Delta X = 5 \text{ m}$$

$$v = v_0 + a \cdot t = 10 + (-10) \cdot 0,5 = 5 \text{ m/s}$$

Resposta: E

• **Questões**

L1 Q110. Quatro bolas de futebol, com raios e massas iguais, foram lançadas verticalmente para cima, a partir do piso de um ginásio, em instantes diferentes. Após um intervalo de tempo, quando as bolas ocupavam a mesma altura, elas foram fotografadas e tiveram seus vetores velocidade identificados conforme a figura abaixo:



Desprezando a resistência do ar, considere as seguintes afirmativas:

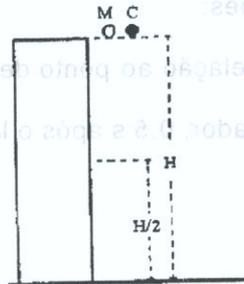
- I. No instante indicado na figura, a força sobre a bola b_1 é maior que a força sobre a bola b_3 .
- II. É possível afirmar que b_4 é a bola que atingirá a maior altura a partir do solo.
- III. Todas as bolas estão igualmente aceleradas para baixo.

Assinale a alternativa correta.

- A) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- B) Somente a afirmativa I é verdadeira.
- C) Somente a afirmativa II é verdadeira.
- D) Somente a afirmativa III é verdadeira.
- E) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.



L1 Q114. UFRGS. A figura abaixo representa uma esfera de madeira (M) e uma de chumbo (C), ambas inicialmente em repouso, no topo de uma torre que tem altura H em relação ao solo. A esfera C é vinte vezes mais pesada do que a esfera M. Num experimento, primeiro solta-se a esfera M; depois, no instante em que a esfera M se encontra à altura H/2, solta-se a esfera C.



Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do parágrafo abaixo.

Desprezando-se os efeitos do ar sobre o movimento das esferas, pode-se afirmar que, quando a esfera M atinge o solo, a esfera C se encontra a uma altura H/2 e que, comparando-se os módulos das velocidades das esferas ao atingirem a altura H/2, o módulo da velocidade da esfera M é da esfera C.

- A) maior do que – igual ao
- B) maior do que – menor do que o
- C) menor do que – igual do
- D) menor do que – menor do que o
- E) igual a – igual ao

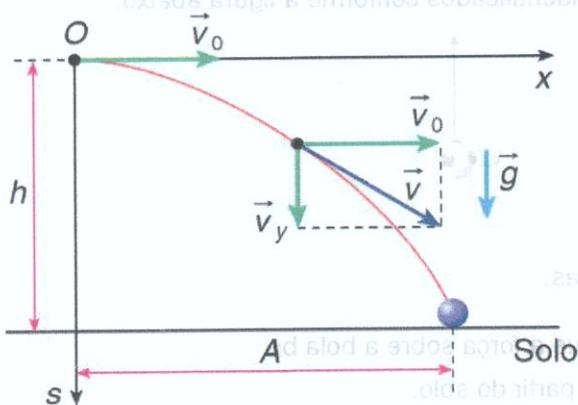


Resposta: E

Parte 5

Movimentos sob ação do campo gravitacional terrestre (2 dimensões)

I) LANÇAMENTO HORIZONTAL ⇒ VÁCUO ($\vec{a} = \vec{g}$)



- HORIZONTAL ⇒ MRU ⇒ $\Delta X = V_0 \cdot \Delta t$

$\vec{a}_{horizontal} = 0$

$\vec{V}_x = constante = \vec{V}_x$

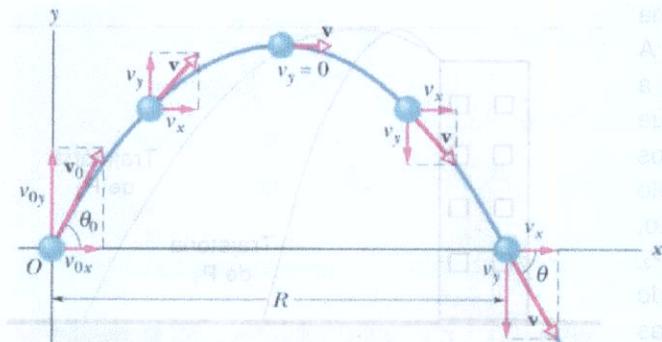
- VERTICAL ⇒ MQL ⇒ $h = \frac{g \cdot \Delta t^2}{2}$

$\vec{a}_{vertical} = \vec{g} = constante$

$\vec{V}_{Oy} = 0$ e $V_y = aumenta$



IV) LANÇAMENTO OBLÍQUO ⇒ VÁCUO ($\vec{a} = \vec{g}$)



Trajatória Parabólica

$V_{0x} = V_0 \cdot \cos \theta_0$

$V_{0y} = V_0 \cdot \sin \theta_0$

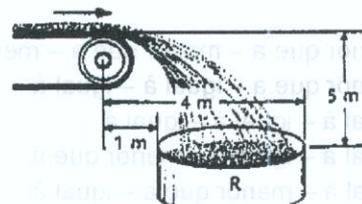
altura máxima ⇒ V = mínimo

- $\vec{V}_x = \text{constante}$ $V_y = \text{reduz}$ (subida)
- $\vec{V}_y = 0$ (altura máxima)
- $V_y = \text{aumenta}$ (descida)

• **Modelagem**

4. O esquema apresenta uma correia que transporta minério, lançando-o no recipiente R. A velocidade da correia é constante e a aceleração local da gravidade é 10 m/s^2 .

Para que todo o minério caia dentro do recipiente, a velocidade v da correia, dada em m/s, deve satisfazer a desigualdade:



- (A) $2 < v < 3$
- (B) $2 < v < 5$
- (C) $1 < v < 3$
- (D) $1 < v < 4$
- (E) $1 < v < 5$

O tempo das quedas para os alcances de 1 m e 4 m são os mesmos:

$$h = (g \cdot \Delta t^2) / 2$$

$$5 = (10 \cdot \Delta t^2) / 2$$

$$\Delta t = 1 \text{ s}$$

$$\Delta X_{\text{mínimo}} = v_x \cdot \Delta t$$

$$1 = v_x \cdot 1$$

$$v_x = 1 \text{ m/s}$$

$$\Delta X_{\text{máximo}} = v_x \cdot \Delta t$$

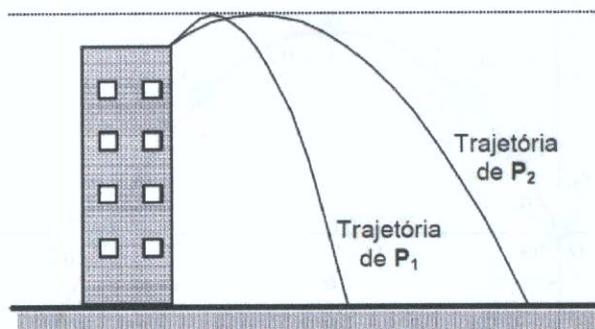
$$4 = v_x \cdot 1$$

$$v_x = 4 \text{ m/s}$$

Resposta: D

INSTRUÇÃO: Responder à questão com base na figura e na situação descrita a seguir.

Dois projéteis P_1 e P_2 , de mesma massa, são lançados simultaneamente do topo de um prédio, atingem a mesma altura máxima e posteriormente chegam juntos ao solo. A figura abaixo representa as trajetórias dos dois projéteis, a partir dos seus pontos de lançamento até o ponto em que atingem o solo. Os efeitos do ar são desprezados em ambos os movimentos e assume-se que o topo do prédio e o solo são perfeitamente horizontais. No momento do lançamento, a energia cinética do projétil P_1 é _____ do projétil P_2 . Na altura máxima, a energia potencial gravitacional do projétil P_1 é _____ do projétil P_2 . Ao longo de suas trajetórias, a aceleração a que o projétil P_1 está sujeito é _____ do projétil P_2 .



5. PUCRS. As expressões que, na ordem apresentada, preenchem corretamente as lacunas do parágrafo acima, referente à descrição dos movimentos dos projéteis P_1 e P_2 , são, respectivamente,

- (A) menor que a – menor que a – menor que a
- (B) menor que a – igual à – igual à
- (C) igual à – igual à – igual à
- (D) igual à – igual à – menor que a
- (E) igual à – menor que a – igual à

Em movimentos em 2 dimensões, sempre que analisamos o tempo de movimento trabalhamos com a vertical. Sendo o nível de lançamento e de retorno o mesmo para os corpos lançados, os tempos de movimento serão tanto maiores quanto maior for a altura atingida. Para o caso da mesma altura, como na questão, os tempos são os mesmos. Isso também determina para os mesmos a mesma componente inicial da velocidade. Já o maior alcance horizontal de 2 define que essa partícula teve maior componente horizontal da velocidade. Isso determina maior energia cinética para 2. As acelerações são as mesmas (gravidade).

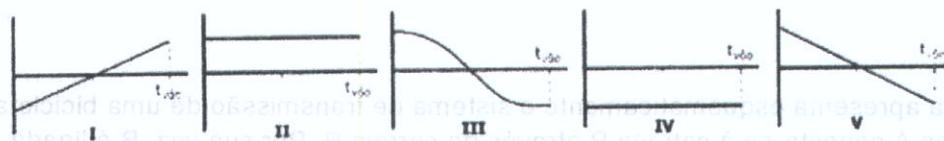
Resposta: B

• Questões

L1 Q091. UFRGS. Em uma região onde a aceleração da gravidade tem módulo constante, um projétil é disparado a partir do solo, em uma direção que faz um ângulo α com a direção horizontal, conforme representado na figura abaixo.



Assinale a opção que, desconsiderando a resistência do ar, indica os gráficos que melhor representam, respectivamente, o comportamento da componente horizontal e da componente vertical, da velocidade do projétil, em função do tempo.



- A) I e V.
- B) II e V.
- C) II e III.
- D) IV e V.
- E) V e II.



L1 Q098. PUCRS. Uma esteira horizontal despeja minério dentro de um vagão. As pedras de minério saem da esteira com velocidade horizontal de 8,0m/s e levam 0,60s numa trajetória parabólica até o centro do vagão. Considerando o peso como força resultante atuando em cada pedra e a aceleração da gravidade como 10m/s², os módulos dos deslocamentos horizontal e vertical, bem como o da velocidade das pedras quando chegam ao vagão são, respectivamente,

- A) 6,0m 6,0m 14m/s
- B) 6,0m 4,8m 14m/s
- C) 4,8m 3,6m 10m/s
- D) 4,8m 1,8m 10m/s
- E) 4,8m 1,8m 6,0m/s



Parte 6 | **M.C.U.**

Um ponto material realiza movimento circular e uniforme (MCU) quando a sua trajetória é uma **circunferência** e o **módulo da sua velocidade é constante**.

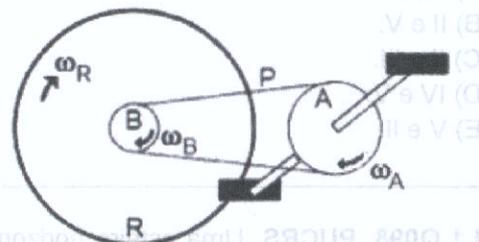
RELAÇÕES: $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ $v = \omega \cdot R$

<p>I - Dois pontos sobre uma barra que gira em MCU.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> $T_A = T_B$ $R_A < R_B$ </div> <div style="text-align: center;"> $f_A = f_B$ $V_A < V_B$ </div> <div style="text-align: center;"> $\omega_A = \omega_B$ $a_{cA} < a_{cB}$ </div> </div>	<p>II - Transmissão Integral de movimento. (Ex. : bicicleta)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> $v_A = v_B$ $f_A > f_B$ </div> <div style="text-align: center;"> $R_A < R_B$ $\omega_A > \omega_B$ </div> <div style="text-align: center;"> $T_A < T_B$ $a_{cA} > a_{cB}$ </div> </div>
---	--

• **Modelagem**

6. UFRGS. A figura apresenta esquematicamente o sistema de transmissão de uma bicicleta convencional. Na bicicleta, a coroa A conecta-se à catraca B através da correia P. Por sua vez, B é ligada à roda traseira R, girando com ela quando o ciclista está pedalando.

Nesta situação, supondo que a bicicleta se move sem deslizar, as magnitudes das velocidades angulares, ω_A , ω_B e ω_R , são tais que



- (A) $\omega_A < \omega_B = \omega_R$.
- (B) $\omega_A = \omega_B < \omega_R$.
- (C) $\omega_A = \omega_B = \omega_R$.
- (D) $\omega_A < \omega_B < \omega_R$.
- (E) $\omega_A > \omega_B = \omega_R$.

Nas comparações que envolvem mais de duas polias devemos lembrar de **SEMPRE** compara polias ligadas. No caso da questão R e B ou A e B. Se escolhermos, por exemplo, B e R suas velocidades angulares são as mesmas pois são coaxiais. Já a relação das angulares de A e B definem B com maior velocidade angular, pois existindo entre elas transmissão integral de movimento, as velocidades tangenciais das periferias das mesmas são igual. A possui, então, maior período, menor frequência e menor velocidade angular.

Resposta: A

• **Questões**

L1 Q146. A velocidade de um automóvel pode ser medida, facilmente, através de um dispositivo que registra o número de rotações efetuadas por uma de suas rodas, desde que se conheça seu diâmetro. Considere, por exemplo, um pneu cujo diâmetro é de 0,5 m. Se o pneu executa 480 rotações em cada minuto, pode-se afirmar que a velocidade do automóvel, em m/s, é

- A) 4π
- B) 8π
- C) 12π
- D) 16π
- E) 20π



L1 Q177. UPF. Recentemente, foi instalada, em Passo Fundo, uma ciclovia para que a população possa andar de bicicleta. Imagine que, em um final de semana, pai e filho resolveram dar uma volta, cada um com sua respectiva bicicleta, andando lado a lado, com a mesma velocidade. Admitindo-se que o diâmetro das rodas da bicicleta do pai é o dobro do diâmetro das rodas da bicicleta do filho, pode-se afirmar que as rodas da bicicleta do pai, em relação às da bicicleta do filho giram com:

- A) o dobro da frequência e da velocidade angular.
- B) a metade da frequência e da velocidade angular.
- C) a metade da frequência e a mesma velocidade angular.
- D) a mesma frequência e a metade da velocidade angular.
- E) a mesma frequência e o dobro da velocidade angular.



Parte 7

Leis de Newton

Modelagem

• **1ª e 2ª Leis de Newton**

Para um corpo de massa constante

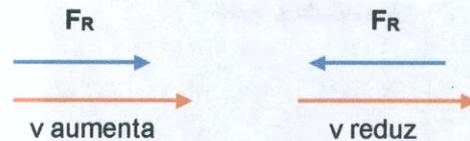
$$\vec{F}_R = 0 \xrightarrow{\vec{a}=0} \Delta\vec{V} = 0$$

Equilíbrio $\left\{ \begin{array}{l} \text{Repouso} \\ \text{ou} \\ \text{MRU} \end{array} \right.$

$$\vec{F}_R \neq 0 \xrightarrow{\vec{a} \neq 0} \Delta\vec{V} \neq 0$$

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

• Os vetores F_R e a possuem sempre mesmo sentido.

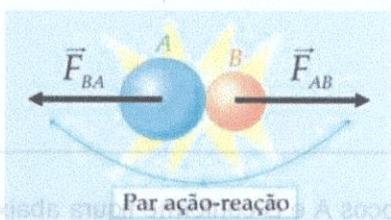


$F_R \perp v \rightarrow v$ varia a direção
(trajetória curvilínea)
força centrípeta

Observe a redução e aumento de velocidade Com força resultante a favor e contra o movimento na decolagem e aterrissagem de um avião de um porta-aviões.



• **3ª Lei de Newton**

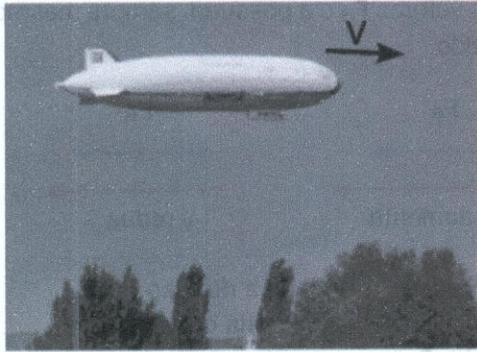


“Sempre que um corpo sofre ação de uma força \vec{F}_{BA} , esse reage à força sofrida exercendo no agente da força que sobre ele atua, uma força de reação \vec{F}_{AB} , de mesmo módulo e direção da força \vec{F}_{BA} e de sentido oposto”.

\vec{F}_{BA} e \vec{F}_{AB} : **PAR AÇÃO e REAÇÃO** \Rightarrow **Mesmo módulo** ($F_{BA} = F_{AB}$)
Mesma direção ($\vec{F}_{BA} // \vec{F}_{AB}$)
Sentidos opostos
($\vec{F}_{BA} \neq \vec{F}_{AB}$)

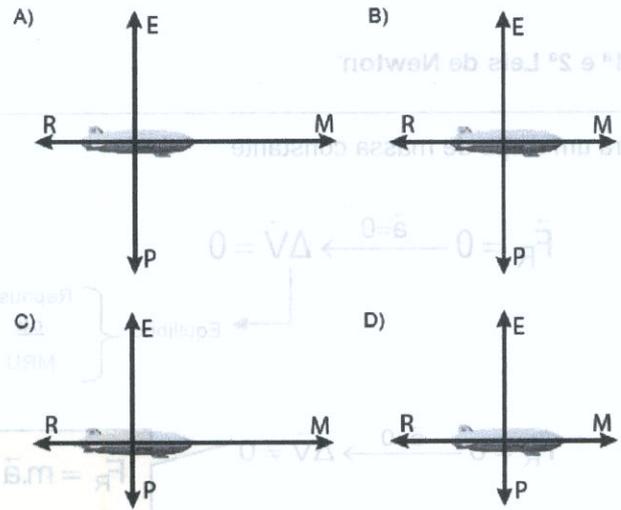
• **Modelagem**

7. Nesta figura, está representado um balão dirigível, que voa para a direita, em altitude constante e com velocidade v , também constante:



Sobre o balão, atuam as seguintes forças: o peso P , o empuxo E , a resistência do ar R e a força M , que é devida à propulsão dos motores.

Assinale a alternativa que apresenta o diagrama de forças em que estão mais bem representadas as forças que atuam sobre esse balão.



E) Nenhuma força atua sobre o balão.

A informação que determina a resposta é a velocidade do dirigível constante. Nesse caso a resultante das forças sobre ele deve ser nula, hipótese possível apenas no diagrama de forças da alternativa B. Muito comum o aluno deixar de lado as leis de Newton e colocar a frente da resolução sua intuição: Mas como ele consegue andar se a força resultante é zero??? Basta ler o enunciado. O dirigível já está em movimento. Não foi questionado como ele começou a andar. **ATENÇÃO!!!!**

Resposta: B

8. Estão colocados sobre uma mesa plana, horizontal e sem atrito, dois blocos A e B conforme figura abaixo. Uma força horizontal de intensidade F é aplicada a um dos blocos em duas situações (I e II). Sendo a massa de A maior do que a de B, é correto afirmar que:



- (A) a aceleração do bloco A é menor do que a de B na situação I.
- (B) a aceleração dos blocos é maior na situação II.
- (C) a força de contato entre os blocos é maior na situação I.
- (D) a aceleração dos blocos é a mesma nas duas situações.
- (E) a força de contato entre os blocos é a mesma nas duas situações.

A aceleração do sistema de massas é a relação (divisão) entre a resultante das forças externas e a massa do sistema. Nas duas configurações esses valores são iguais, portanto, as acelerações dos sistemas I e II são as mesmas. Já a força de contato é tanto maior quanto menos for a massa que recebe a ação da força F . Isso garante que ela “usa” menos da força F para acelerar, “sobrando” mais força a ser aplicada no outro bloco (força de contato). Nesse caso, a força de contato é maior em II.

Resposta: D

• **Questões**

L1 Q206. UFRGS. Considere o movimento de um veículo, totalmente fechado, sobre uma estrada perfeitamente plana e horizontal. Nesse contexto, o solo constitui um sistema de referência inercial, e o campo gravitacional é considerado uniforme na região. Suponha que você se encontre sentado no interior desse veículo, sem poder observar nada que acontece do lado de fora. Analise as seguintes afirmações relativas à situação descrita.

I – Se o movimento desse veículo fosse retilíneo e uniforme, o resultado de qualquer experimento mecânico realizado no interior do veículo em movimento seria idêntico ao obtido no interior do veículo parado.

II – Se o movimento desse veículo fosse acelerado para frente, você perceberia seu tronco se inclinando involuntariamente para trás.

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

Quais estão corretas?

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



L1 Q221. Uma bala “perdida” atingiu a parede de uma residência, ficando alojada no seu interior. Para determinar a velocidade que a bala atingiu a parede, um perito determinou a profundidade do furo feito pela bala como sendo de 16,0 cm. Sabendo-se que a bala com massa de 10,0 g atingiu perpendicularmente a parede, penetrando-a na direção do movimento, e considerando-se a força de resistência da parede constante com módulo de $5,0 \times 10^3$ N, a velocidade da bala, quando atingiu a parede, em m/s, era de:

- A) 300
- B) 350
- C) 400
- D) 450
- E) 500



Parte 8

Força de atrito

É a força de **oposição** de uma superfície qualquer **ao deslizamento** sobre ela. A força de atrito é uma força de contato. A força de atrito só aparece quando há movimento relativo entre duas superfícies ou quando há tendência a esse movimento.

FORÇA DE ATRITO ESTÁTICA (\vec{F}_E): Exercida pela superfície quando há tendência ao deslizamento sobre ela. Seu módulo é variável, estando sempre a equilibrar as forças que tendem a colocar o corpo em movimento de deslizamento sobre a superfície.

FORÇA DE ATRITO ESTÁTICA MÁXIMA (\vec{F}_{MAX}): Valor limite da força de atrito estática. Quando F ultrapassa o valor da \vec{F}_{MAX} tem início o deslizamento sobre a superfície.

$$F_{MAX} = F_N \cdot \mu_E$$

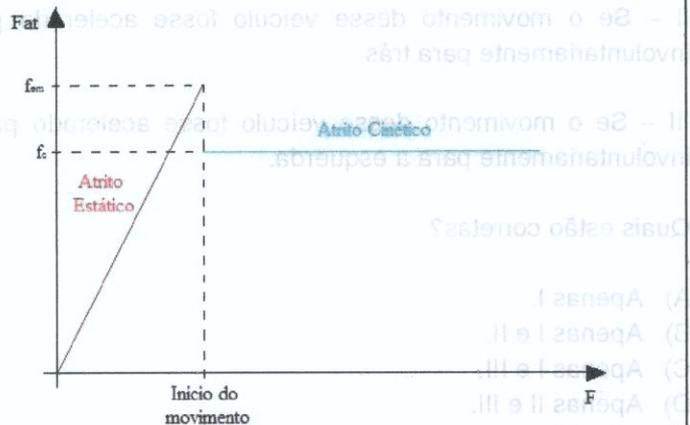
Se $F \leq F_{MAX}$, então o corpo está em repouso.

Se $F > F_{MAX}$, então tem início o deslizamento.

FORÇA DE ATRITO CINÉTICA (\vec{F}_c): Atua sobre o corpo quando há deslizamento sobre a superfície. **Possui sentido contrário ao do deslizamento.**

$$F_c = F_N \cdot \mu_c$$

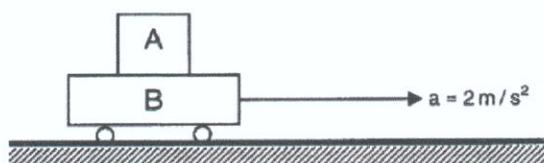
* O módulo da força de atrito cinética não depende do módulo da velocidade do corpo.



Modelagem

9. PUCRS. Um bloco **A**, de massa m_A , está apoiado sobre o carrinho **B**, de massa m_B , que se move com aceleração constante de 2 m/s^2 , em relação a um observador em repouso no solo, como mostra a figura abaixo. Despreza-se a resistência do ar. Admitindo todas as unidades de medida no Sistema Internacional, para que o bloco **A** não se movimente em relação ao bloco **B**, o valor da força de atrito entre as superfícies de **A** e de **B** deve ser numericamente igual a

- (A) zero
- (B) $2 m_A$
- (C) $2 m_B$
- (D) $2 (m_B - m_A)$
- (E) $2 (m_B + m_A)$



- (A) 300
- (B) 350
- (C) 400
- (D) 450
- (E) 500

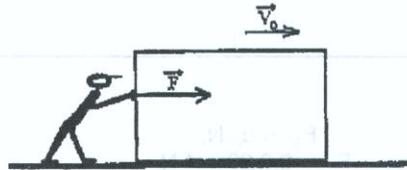
Veja que a existência do atrito entre A e B garante que ao acelerarmos B, o bloco A, sobre ele, é também acelerado. Se não existisse atrito o bloco A deslizaria sobre B quando esse acelerasse. A força resultante sobre A, é portanto, a força de atrito estática entre os blocos.

$$F_{RA} = F_{AE} = m_A \cdot a = m_A \cdot 2 = 2 \cdot m_A$$

Resposta: B

• **Questões**

L1 Q252. UFRGS. Um menino empurra uma caixa que desliza com atrito sobre um piso horizontal. Para isso, ele aplica na caixa uma força horizontal dirigida para a direita. A força de atrito entre a caixa e o piso é constante, e o efeito do ar no movimento da caixa é desprezível. No instante inicial, representado na figura abaixo, a força aplicada pelo menino é \vec{F} , cujo módulo é maior do que o da força de atrito, e a velocidade da caixa é \vec{V}_0 .



Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do parágrafo abaixo.

Se \vec{F} permanecer constante, a velocidade da caixa será Se o módulo de \vec{F} diminuir, permanecendo contudo maior do que o da força de atrito, a velocidade da caixa, nos instantes subsequentes, será

Se o módulo de \vec{F} diminuir, tornando-se igual ao da força de atrito, a velocidade da caixa, nos instantes subsequentes, será

- A) constante – decrescente – nula
- B) crescente – decrescente – nula
- C) crescente – crescente – constante
- D) constante – crescente – nula
- E) crescente – decrescente – constante



L1 Q255. Um garoto empurra um caixote sobre uma superfície horizontal onde o coeficiente de atrito cinético entre o caixote e a superfície é constante. Quando ele aplica uma força horizontal de 20 N, o caixote move-se com a velocidade constante de 1,0 m/s. Ao dobrar a força aplicada, o caixote passa a mover-se com uma aceleração de 2 m/s². Se o garoto triplicar o valor da força inicialmente aplicada, a aceleração do caixote será

- A) 1 m/s²
- B) 2 m/s²
- C) 3 m/s²
- D) 4 m/s²
- E) 6 m/s²

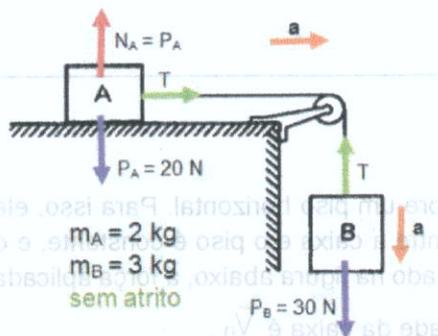


Parte 9

Tensão

Tensão (ou Tração): É a força aplicada ou transmitida através de cabos (cordas, fios, linhas, etc.).

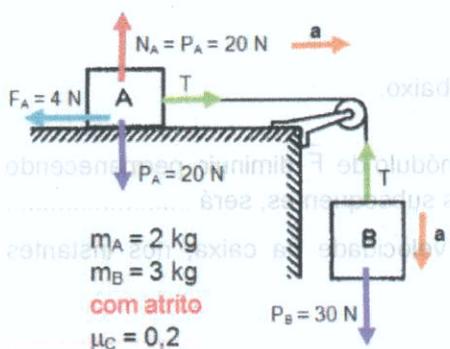
Exemplo: sem atrito



Sistema:
 $F_R = m \cdot a$
 $30 = (3 + 2)a$
 $a = 6 \text{ m/s}^2$

Bloco A:
 $F_R = m \cdot a$
 $T = 2 \cdot 6$
 $T = 12 \text{ N}$

Exemplo: com atrito



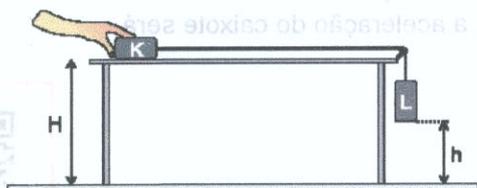
$F_{AT} = \mu_c \cdot N_A$
 $F_{AT} = 0,2 \cdot 20 = 4 \text{ N}$

Sistema:
 $F_R = m \cdot a$
 $30 - 4 = (3 + 2)a$
 $a = 5,2 \text{ m/s}^2$

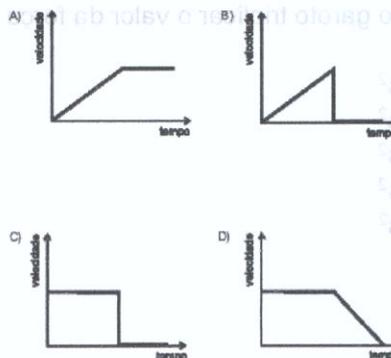
Bloco A:
 $F_R = m \cdot a$
 $T - F_A = 2 \cdot 5,2$
 $T - 4 = 10,4 \text{ N}$
 $T = 14,4 \text{ N}$

Modelagem

10. Em um laboratório de Física, um aluno realiza o experimento representado esquematicamente nesta figura. O aluno segura o bloco K sobre uma mesa sem atrito. Esse bloco está ligado por um fio a um outro bloco L, que está sustentado por esse fio. Em um certo momento, ele solta o bloco K e os blocos começam a se movimentar. O bloco L atinge o solo antes que o bloco K chegue à extremidade da mesa. Despreze as forças de atrito. Os blocos K e L são idênticos e cada um tem massa m.



A altura da mesa é H e o bloco L, inicialmente, está a uma altura h do solo. A aceleração da gravidade é g. Assinale a alternativa cujo gráfico melhor descreve a velocidade do bloco K em função do tempo, desde o instante em que é solto até chegar próximo à extremidade da mesa:

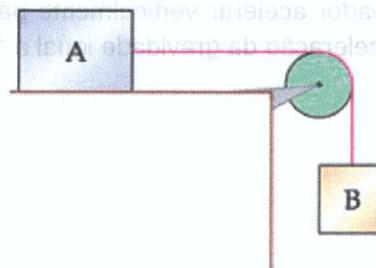


Como não há atrito entre o bloco K e a mesa, enquanto o bloco L estiver em queda, o sistema estará acelerado, sendo o movimento de K um MRUV. Quando o bloco L tocar o solo e entrar em equilíbrio, a resultante das forças sobre K torna-se nula, fazendo com que esse abandone o MRUV e inicie um MRU.

Resposta: A

• **Questões**

L1 Q278. ULBRA. A figura mostra um sistema formado pelos blocos **A** de massa 6 kg e um bloco **B** de massa 4 kg. Considera-se $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezíveis as massas da corda e da roldana.



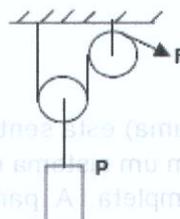
- A) 17,8 N
- B) 18,0 N
- C) 11,0 N
- D) 10,0 N
- E) 9,0 N

Sabendo-se que existe, entre o bloco **A** e o plano, atrito de coeficiente estático de 0,4 e cinético 0,25, determine a aceleração do sistema e a tensão na corda.

- A) $1,6 \text{ m/s}^2$; 25,0 N
- B) $1,6 \text{ m/s}^2$; 30,0 N
- C) $1,6 \text{ m/s}^2$; 33,6 N
- D) $2,5 \text{ m/s}^2$; 33,6 N
- E) $2,5 \text{ m/s}^2$; 30,0 N



L1 Q280. PUCRS. Numa obra de construção civil, os operários transportam verticalmente materiais usando roldanas, conforme a figura abaixo. Supõe-se o atrito desprezível e o peso das roldanas e da corda muito pequeno.

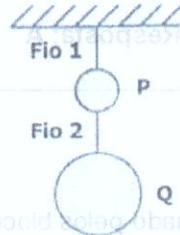


Para elevar um material de peso **P**, a força **F** deve ser um pouco superior a

- A) $P/4$
- B) $P/2$
- C) P
- D) $2P$
- E) $4P$



L1 Q298. UFRGS. A figura abaixo representa dois objetos, P e Q, cujos pesos, medidos com um dinamômetro por um observador inercial, são 6 N e 10 N, respectivamente. Por meio de dois fios de massas desprezíveis, os objetos P e Q acham-se suspensos, em repouso, ao teto de um elevador que, para o referido observador, se encontra parado.



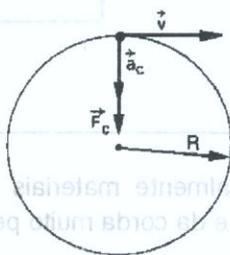
Para o mesmo observador, quando o elevador acelerar verticalmente para cima à razão de 1 m/s^2 , qual será o módulo da tensão no fio 2? (Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2).

- A) 17,6 N
- B) 16,0 N
- C) 11,0 N
- D) 10,0 N
- E) 9,0 N



Parte 10 Força centrípeta

É como denominamos a **resultante das forças responsável pela variação na direção do vetor velocidade (trajetória curvilínea)**. É importante lembrar que a força centrípeta não é uma força a mais no sistema, mas sim a resultante das "n" forças do sistema que fazem variar a direção do vetor velocidade.



- Módulo de \vec{F}_c : $F_R = m \cdot a \rightarrow F_c = m \cdot a_c \xrightarrow{a_c = \frac{v^2}{R}} F_c = \frac{m \cdot v^2}{R}$

- Direção de \vec{F}_c : é perpendicular ao vetor velocidade.

- Sentido de \vec{F}_c : aponta para o centro da trajetória curvilínea.

Modelagem

12. UFRGS. Uma criança com massa M (quilograma) está sentada junto à borda de um carrossel que tem um diâmetro D (metros). Um observador, situado em um sistema de referência inercial, percebe que o carrossel demora T (segundos) para dar uma volta completa. A partir das informações, considere as seguintes afirmações:

- I – Se a criança estivesse sentada em uma posição que corresponde à metade do raio do carrossel, o módulo da sua velocidade angular não seria o mesmo.
- II – Se a criança estivesse sentada em uma posição que corresponde à metade do raio do carrossel, o módulo da sua velocidade linear não seria o mesmo.
- III – A força centrípeta exercida sobre a criança independe do tempo que o carrossel demora para completar uma volta.
- IV – A resultante das forças exercidas sobre a criança aponta, tangencialmente, no sentido do movimento.

Quais afirmativas estão corretas sob o ponto de vista do observador inercial?

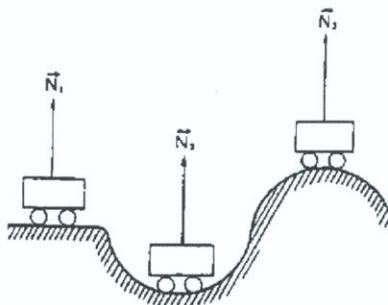
- A) apenas I.
B) apenas II.
C) II e IV.
D) I, II e III.
E) I, II, III e IV.

- I – **Falsa**. A velocidade angular tem o mesmo valor em todos os pontos do carrossel, à exceção do seu centro onde é nula.
II – **Verdadeiro**. A velocidade tangencial (linear) é tanto maior quanto maior for o raio.
III – **Falsa**. Depende do tempo uma vez que esse influencia na velocidade tangencial e $F_C = m \cdot v^2/R$.
IV – **Falsa**. A resultante centrípeta aponta para o centro do carrossel.

Resposta: B

• **Questões**

L1 Q307. A figura abaixo é supostamente a reprodução de uma fotografia de um trecho de uma estrada, e a situação que foi fixada na fotografia é a seguinte: O automóvel da esquerda estava percorrendo um trecho horizontal, o do centro estava passando no ponto mais baixo de uma depressão e o da direita estava passando exatamente no ponto mais alto de uma elevação.



Sabendo-se que os carros eram idênticos e estavam igualmente carregados, e supondo momentaneamente desprezíveis os atritos, e sendo N_1 , N_2 e N_3 as forças exercidas pela estrada sobre os carros, pode-se afirmar que, no instante fixado na fotografia, sendo g constante:

- A) $N_1 = N_2 = N_3$
B) $N_1 > N_2 > N_3$
C) $N_2 > N_1 > N_3$
D) $N_3 > N_2 > N_1$
E) $N_2 < N_1 < N_3$



L1 Q311. UFRGS. Um artista de circo, agarrado a uma longa corda suspensa do alto, balança como um pêndulo num plano vertical, fazendo com que o centro de gravidade do seu corpo percorra um arco de circunferência. Saindo de uma posição P_1 , à direita do público que o assiste, o artista passa pelo ponto mais baixo, P_0 , e pára na posição oposta P_2 , à esquerda do público. Se compararmos as intensidades da força de tensão que a corda exerce sobre o artista quando ele se encontra nos pontos P_1 , P_0 e P_2 , verificamos que a tensão é

- A) maior em P_1 .
B) maior em P_0 .
C) menor em P_0 .
D) maior em P_2 .
E) igual em todos os pontos da trajetória.



Respostas das questões

L1 Q003 – A	L1 Q026 – C	L1 Q053 – B	L1 Q067 – A	L1 Q076 – A
L1 Q088 – E	L1 Q110 – A	L1 Q114 – A	L1 Q091 – B	L1 Q098 – D
L1 Q146 – A	L1 Q177 – B	L1 Q206 – E	L1 Q221 – C	L1 Q252 – C
L1 Q255 – D	L1 Q278 – E	L1 Q280 – B	L1 Q298 – C	L1 Q307 – C
L1 Q311 – B				

Respostas: B

• Questões

L1 Q307. A figura abaixo é supostamente a reprodução de uma fotografia de um trecho de uma estrada, e a situação que foi fixada na fotografia é a seguinte: O automóvel da esquerda estava percorrendo um trecho horizontal, o do centro estava passando no ponto mais baixo de uma depressão e o da direita estava passando exatamente no ponto mais alto de uma elevação.



Sabendo-se que os carros eram idênticos e estavam igualmente carregados, e supondo momentaneamente desprezíveis os atritos, e sendo N_1 e N_2 as forças exercidas pela estrada sobre os carros, pode-se afirmar que, no instante fixado na fotografia, sendo g constante:



- (A) $N_1 = N_2 = N_3$
- (B) $N_1 < N_2 > N_3$
- (C) $N_1 < N_2 > N_3$
- (D) $N_1 > N_2 > N_3$
- (E) $N_1 < N_2 < N_3$

L1 Q311. UFRRGS. Um artista de circo, agarrado a uma longa corda suspensa do alto, balança como um pêndulo num plano vertical, fazendo com que o centro de gravidade do seu corpo percorra um arco de circunferência. Saído de uma posição P_1 , à direita do pênulo que o assiste, o artista passa pelo ponto mais baixo, P_2 , e para na posição oposta P_3 , à esquerda do pênulo. Se compararmos as intensidades da força de tensão que a corda exerce sobre o artista quando ele se encontra nos pontos P_1 , P_2 e P_3 , verificamos que a tensão é:



- (A) maior em P_1 .
- (B) maior em P_2 .
- (C) menor em P_2 .
- (D) maior em P_3 .
- (E) igual em todos os pontos da trajetória.

Aula de Revisão 2



Parte 1

Estática dos Sólidos.

Parte 2

Trabalho mecânico e potência mecânica

Parte 3

Energia Mecânica.

Parte 4

Conservação da Energia Mecânica.

Parte 5

Momento Linear.

Parte 6

Gravitação Universal.

Parte 7

Stevin e Pascal.

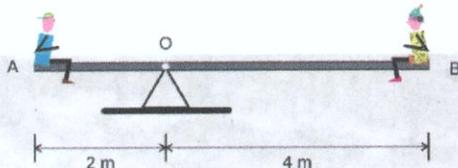
Parte 8

Empuxo.

Parte 1

Estática dos Sólidos

Condições de equilíbrio de uma barra:



TRANSLAÇÃO → Quando a resultante das forças que atuam sobre um corpo é nula esse encontra-se em equilíbrio.

$$\Sigma \vec{F} = 0$$

ROTAÇÃO → Se um corpo está em equilíbrio de rotação, a soma dos momentos das forças que atuam sobre ele é zero.

$$\Sigma \vec{M}_F = 0$$

• **Modelagem**

1. Para pintar uma parede, Miguel está sobre um andaime suspenso por duas cordas. Em certo instante, ele está mais próximo da extremidade direita do andaime, como mostrado nesta figura:



Sejam T_E e T_D os módulos das tensões nas cordas, respectivamente, da esquerda e da direita e P o módulo da soma do peso do andaime com o peso de Miguel.

Analisando-se essas informações, é CORRETO afirmar que

- (A) $T_E = T_D$ e $T_E + T_D = P$.
- (B) $T_E = T_D$ e $T_E + T_D > P$.
- (C) $T_E < T_D$ e $T_E + T_D = P$.
- (D) $T_E < T_D$ e $T_E + T_D > P$.
- (E) $T_E > T_D$ e $T_E + T_D = P$.

As tensões na esquerda e direita são somadas sempre iguais a soma do peso de Miguel e do andaime. Quanto mais próximo de uma corda Miguel estiver, a tensão na mesma cresce e consequentemente na outra decresce.

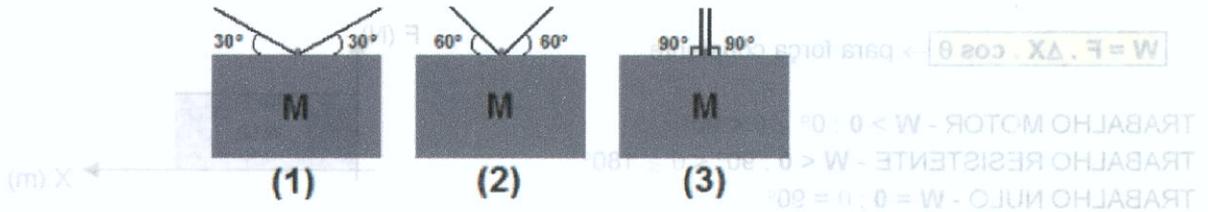
Resposta: C

• **Questões**

Trabalho e Potência

Parte 2

L1 Q316. UFRGS. Na figura abaixo, blocos idênticos estão suspensos por cordas idênticas em três situações distintas, (1), (2) e (3).



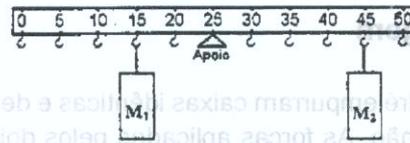
Assinale a alternativa que apresenta as situações na ordem crescente de probabilidade de rompimento das cordas. (O sinal de igualdade abaixo indica situações com a mesma probabilidade de rompimento.)

- A) (3), (2), (1).
- B) (3), (2) = (1).
- C) (1), (2), (3).
- D) (1) = (2), (3).
- E) (1) = (2) = (3)

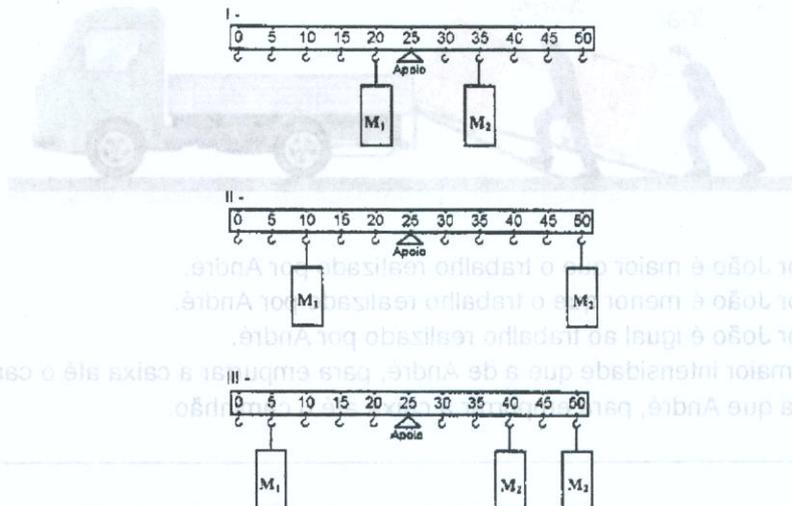
$$W = p \cdot \Delta t$$



L1 Q328. UFRGS. A figura abaixo representa uma régua uniforme, apoiada diretamente abaixo do seu centro, na qual podem ser penduradas massa de valores M_1 e M_2 . Para tanto, a cada 5cm há um pequeno gancho de massa desprezível.



No caso indicado na figura acima, a régua encontra-se em equilíbrio. Observe os três casos abaixo.



Quais deles também representam a régua em equilíbrio?

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

Resposta: C



Parte 2

Trabalho e Potência

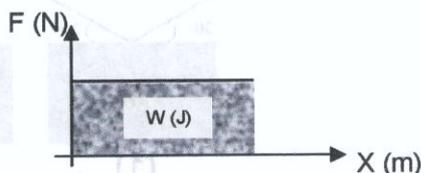
Trabalho mecânico (W ou τ ou T) - Uma força realiza trabalho mecânico quando desloca na sua direção.

$W = F \cdot \Delta X \cdot \cos \theta$ → para força constante

TRABALHO MOTOR - $W > 0$: $0^\circ \leq \theta < 90^\circ$

TRABALHO RESISTENTE - $W < 0$: $90^\circ < \theta \leq 180^\circ$

TRABALHO NULO - $W = 0$: $\theta = 90^\circ$



Potência mecânica (P) - Informa a rapidez com que se realiza um trabalho.

UNIDADE : [S.I.] J / s = watt (W)

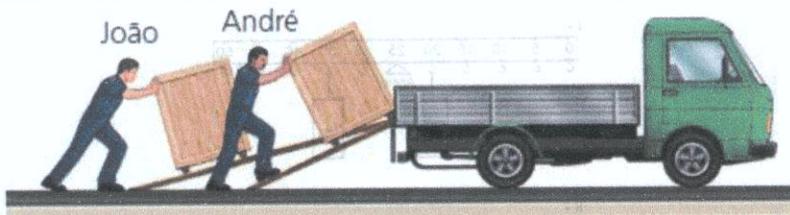
$P = \frac{W}{\Delta t}$

$P = F \cdot v$



Modelagem

2. João e André empurram caixas idênticas e de mesma massa, com velocidade constante, do chão até a carroceria de um caminhão. As forças aplicadas pelos dois são paralelas às rampas. Desconsidere possíveis atritos, analise as afirmações abaixo e assinale a opção **correta**.



- A) O trabalho realizado por João é maior que o trabalho realizado por André.
- B) O trabalho realizado por João é menor que o trabalho realizado por André.
- C) O trabalho realizado por João é igual ao trabalho realizado por André.
- D) João faz uma força de maior intensidade que a de André, para empurrar a caixa até o caminhão.
- E) João faz a mesma força que André, para empurrar a caixa até o caminhão.

Como as velocidades são constantes o trabalho total (soma dos trabalhos) é nulo. São realizados os trabalhos dos homens (positivos) e do peso (negativo). Como o trabalho do peso independe da trajetória mas sim da altura e a altura e o peso são os mesmos, concluímos que o valor dos trabalhos de João e André são iguais.

Resposta: C

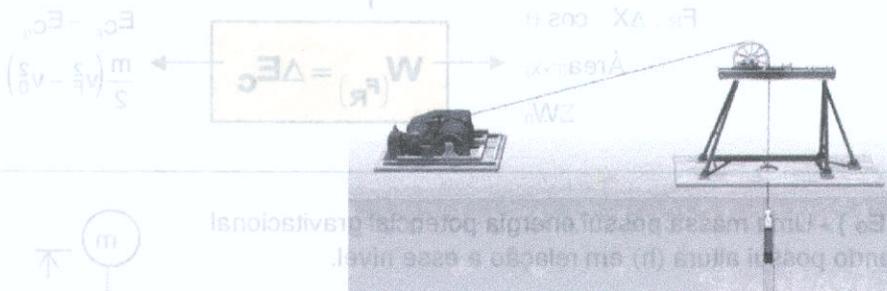


• **Questões**

Energia mecânica

Parte 3

L1 Q362. UFRGS. O resgate de trabalhadores presos em uma mina subterrânea no norte do Chile foi realizado através de uma cápsula introduzida numa perfuração do solo até o local em que se encontravam os mineiros, a uma profundidade da ordem de 600 m. Um motor com potência total aproximadamente igual a 200,0 kW puxava a cápsula de 250 kg contendo um mineiro de cada vez.



Considere que para o resgate de um mineiro de 70 kg de massa a cápsula gastou 10 minutos para completar o percurso e suponha que a aceleração da gravidade local é $9,8 \text{ m/s}^2$. Não se computando a potência necessária para compensar as perdas por atrito, a potência efetivamente fornecida pelo motor para içar a cápsula foi de

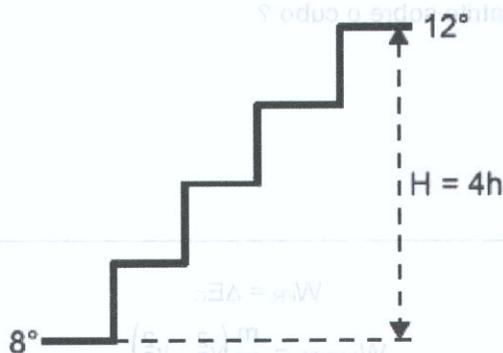
- A) 686 W.
- B) 2.450 W.
- C) 3.136 W.
- D) 18.816 W.
- E) 41.160 W.

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

$$F_e = k \cdot x$$



L1 Q392. O teste Margaria de corrida em escada e um meio rápido de medida da potência anaeróbica de uma pessoa. Consiste em fazê-la subir uma escada de dois em dois degraus, cada um com 18 cm de altura, partindo com velocidade escalar constante de uma distância de alguns metros da escada. Quando pisa no 8.º degrau, a pessoa aciona um cronômetro, que se desliga quando pisa no 12.º degrau. Se o intervalo de tempo registrado para uma pessoa de 70 kg foi de 2,8 s e considerando-se a aceleração da gravidade com módulo igual a 10 m/s^2 , a potência média avaliada por este método foi de



- A) 180 W
- B) 220 W
- C) 432 W
- D) 500 W
- E) 644 W



Parte 3

Energia mecânica

Questões

Energia cinética (E_c) -

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

TEOREMA DO TRABALHO E VARIAÇÃO DA ENERGIA CINÉTICA

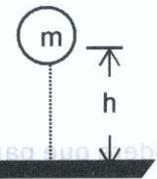
$$F_R \cdot \Delta X \cdot \cos \theta$$

$$\text{Área}_{(F \times X)} \\ \Sigma W_n$$

$$W_{(F_R)} = \Delta E_c$$

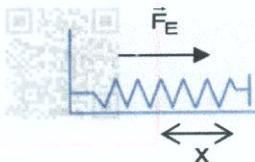
$$E_{c_f} - E_{c_0} \\ \frac{m}{2} (v_f^2 - v_0^2)$$

Energia potencial gravitacional (E_G) - Uma massa possui energia potencial gravitacional em relação a um nível qualquer quando possui altura (h) em relação a esse nível.



$$E_G = m \cdot g \cdot h$$

Energia potencial elástica (E_E) - Energia armazenada em um sistema elástico qualquer que se encontre deformado.



$$F_E = k \cdot X$$

$$E_E = \frac{k \cdot X^2}{2}$$

- X - deformação (m)
- k - constante elástica (N/m)
- F_E - força elástica (N)
- E_E - energia potencia elástica

• Modelagem

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

- (A) - 0,1J.
- (B) - 0,2 J.
- (C) - 0,3 J.
- (D) - 0,4 J.
- (E) - 0,5 J.



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

$$W_{ATRITO} = \frac{m}{2} (v_f^2 - v_0^2)$$

$$W_{ATRITO} = \frac{0,2}{2} (1^2 - 2^2) = -0,3J$$

Resposta: C

• **Questões**

L1 Q422. UFRGS. Um corpo possui uma energia cinética de 30J. É exercida, então, sobre ele, uma força centrípeta de 5 N e, em consequência, ele se desloca ao longo de um arco de círculo de 2 m de extensão. Ao fim do trecho cessa a força centrípeta e passa a ser exercida sobre ele uma força resultante constante de 1,5 N ao longo de um percurso de 10 m. Essa força coincide em direção e sentido, com a velocidade do corpo no instante em que deixou de ser exercida a força centrípeta. Qual é a energia cinética do corpo no final do percurso de 10 m?

- A) 5 J
- B) 25 J
- C) 30 J
- D) 45 J
- E) 55 J



L1 Q430. PUCRS. O sistema KERS (Kinetic Energy Recovery System), que pode ser traduzido como Sistema de Recuperação de Energia Cinética, foi sugerido pela primeira vez pelo físico Richard Feynman na década de 50. O sistema, que tem sido utilizado nos últimos anos nos carros de Fórmula 1 e agora também em carros de passeio, permite converter parte da energia cinética que seria dissipada devido ao atrito no momento da frenagem em alguma outra forma de energia que possa ser armazenada para uso posterior. Supondo que o sistema KERS de um carro forneça 50kW de potência e libere 400kJ de energia e assumindo que 80,0% dessa energia liberada seja convertida novamente em energia cinética, o intervalo de tempo máximo que o sistema pode ser acionado e a energia cinética adicional que fornece são, respectivamente,

- A) 8,0s – 320kJ
- B) 8,0s – 50kW
- C) 0,12s – 400kJ
- D) 0,12s – 40kW
- E) 0,12s – 320kJ



Parte 4	Conservação da Energia mecânica
----------------	--

Princípio da conservação da energia mecânica total (E) de um sistema

SISTEMA CONSERVATIVO → Energia mecânica total constante → $E = E_C + E_P = \text{constante}$

SISTEMA DISSIPATIVO → Energia mecânica total reduz → $E = E_C + E_P = \text{reduz}$

FORÇAS CONSERVATIVAS	FORÇAS DISSIPATIVAS
Ao realizarem trabalho não dissipam energia mecânica.	Ao realizarem trabalho dissipam energia mecânica.
Ex. : peso, força elétrica, ...	Ex. : força de atrito cinética, ...
trabalho independente da trajetória.	trabalho depende da trajetória.
$W_{\text{CONSERVATIVAS}} = \Delta E_{\text{POTENCIAL}}$	$W_{\text{DISSIPATIVAS}} = \Delta E_{\text{MECÂNICA TOTAL}}$

Exemplos:

• Questões

SISTEMA CONSERVATIVO (exemplo)

se não existir atrito (vácuo):
 $E_c + E_p = E_m$ (constante)

se não existir atrito:
 $E_c + E_p = E_m$ (constante)

(sem atrito)

SISTEMA DISSIPATIVO (exemplo)

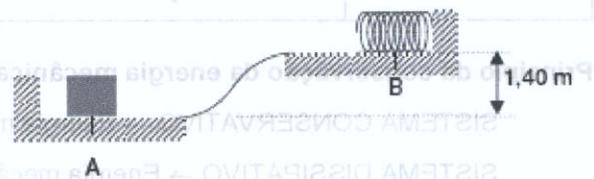
sentido da força de resistência

sentido do deslocamento

Avião retido na área de escape com EMAS –
Engineered Material Arresting System

• **Modelagem**

4. Um bloco de massa 2,0 kg sobe a rampa ilustrada na figura abaixo, comprimindo uma mola de constante elástica $k = 200$ N/m, até parar em B. Sabe-se que a velocidade do bloco em A era 8,0 m/s e que não houve quaisquer efeitos dissipativos no trecho entre os pontos A e B. Considerando-se a aceleração da gravidade local igual a 10 m/s², pode-se afirmar que a compressão máxima da mola terá sido:

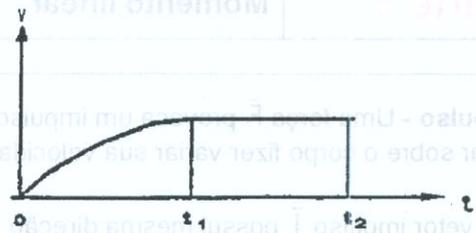


- (A) 0,60 m
- (B) 0,65 m
- (C) 0,50 m
- (D) 0,80 m
- (E) 0,85 m

$$E_A = E_B \rightarrow E_C = E_G + E_E \rightarrow \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{k \cdot x^2}{2} + m \cdot g \cdot h \rightarrow \frac{2 \cdot 8^2}{2} = \frac{200 \cdot x^2}{2} + 2 \cdot 10 \cdot 1,4 \rightarrow x = 0,6 \text{ m}$$

Resposta: A

5. Uma gota de chuva parte, com velocidade nula, de uma grande altura e cai verticalmente. Sabe-se que sobre a gota atua uma força de resistência do ar, cuja intensidade aumenta com o aumento da velocidade da gota. O gráfico a seguir mostra o valor da velocidade da gota em função do tempo. Analise as seguintes afirmativas



I - No intervalo de 0 a t_1 , o aumento da energia cinética da gota é igual ao decréscimo de sua energia potencial gravitacional.

II - no intervalo de t_1 a t_2 , onde a energia cinética da gota não varia, sua energia potencial gravitacional não varia.

III - No intervalo de 0 a t_2 a energia mecânica da gota varia.

Estão corretas

- (A) apenas a I
- (B) apenas a II
- (C) apenas a III
- (D) apenas a I e II
- (E) todas

$$\vec{\Delta Q} = \int \vec{F}_R dt$$

$$\vec{v} \cdot m = \vec{Q}$$

QUEDA no AR → $E = E_C + E_G$ reduz

0 – t_1 : energia gravitacional se converte em energia cinética, porém não integralmente, uma vez que parte dela é dissipada em função da resistência do ar.

t_1 – t_2 : energia potencial é toda dissipada, uma vez que a energia cinética se mantém constante.

Resposta: C

• **Questões**

L1 Q407. UFRGS. Um objeto, com massa de 1,0 kg, é lançado, a partir do solo, com energia mecânica de 20 J. Quando o objeto atinge a altura máxima, sua energia potencial gravitacional relativa ao solo é de 7,5J. Desprezando-se a resistência do ar, e considerando-se a aceleração da gravidade com módulo de 10 m/s^2 , a velocidade desse objeto no ponto mais alto de sua trajetória é

- A) zero.
- B) 2,5 m/s.
- C) 5,0 m/s.
- D) 12,5 m/s.
- E) 25,0 m/s.



L1 Q435. UFRGS. Um menino desce a rampa de acesso a um terraço dirigindo um carrinho de lomba. A massa do sistema menino-carrinho é igual a 80 kg. Utilizando o freio, o menino mantém, enquanto desce, a energia cinética do sistema constante e igual a 160 J. O desnível entre o início e o fim da rampa é de 8 m. Qual é o trabalho que as forças de atrito exercidas sobre o sistema realizam durante a descida da rampa? (Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2).

- A) -6.560 J.
- B) -6.400 J.
- C) -5.840 J.
- D) -800 J.
- E) -640 J.



Parte 5 | **Momento linear**

Impulso - Uma força \vec{F} provoca um impulso \vec{I} sobre um corpo quando durante o intervalo de tempo Δt em que atuar sobre o corpo fizer variar sua velocidade.

- O vetor impulso \vec{I} possui mesma direção e sentido do vetor força \vec{F} .
- A área do gráfico $F \times t$ fornece o impulso.

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

Quantidade de movimento linear (\vec{Q}) | **Relação IMPULSO - QUANTIDADE de MOVIMENTO**

$$\vec{Q} = m \cdot \vec{v}$$

$m = \text{constante} \Rightarrow Q \propto v$
 \vec{Q} e \vec{v} possuem mesma direção e sentido.

$$\vec{I}_{\vec{F}_R} = \Delta \vec{Q}$$

PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO LINEAR DE UM SISTEMA

$$\vec{Q}_{(\text{SISTEMA})} = \text{constante} \Rightarrow \text{Não atuam forças externas} \quad \text{ou} \quad \vec{F}_{R(\text{EXTERNAS})} = 0$$

(SISTEMA ISOLADO)

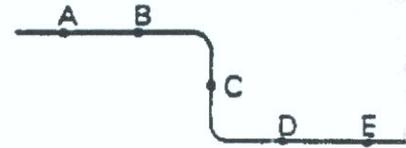
• **Colisões**

TIPO	QUANTIDADE MOVIMENTO DO SISTEMA	ENERGIA CINÉTICA DO SISTEMA	OBSERVAÇÃO
CHOQUE ELÁSTICO	$\vec{Q}_{(\text{antes})} = \vec{Q}_{(\text{depois})}$	conservação de energia $E_{C(\text{antes})} = E_{C(\text{depois})}$	não ocorrem deformações permanentes durante a colisão.
CHOQUE INELÁSTICO		dissipação parcial $E_{C(\text{antes})} > E_{C(\text{depois})}$	ocorrem deformações permanentes durante a colisão.
CHOQUE COMPLETAMENTE INELÁSTICO		dissipação máxima $E_{C(\text{antes})} > E_{C(\text{depois})}$	ocorre máxima dissipação de energia durante a colisão. <u>Os corpos permanecem unidos após a colisão.</u>



• **Modelagem**

6. O desenho representa o trecho de uma estrada ABDCE que é percorrida por um móvel com o módulo da velocidade linear constante.



Nesta situação é correto afirmar que

- A) nos segmentos BC e CD a resultante das forças externas sobre o móvel é diferente de zero.
- B) no segmento AB o móvel sofre a ação de uma força resultante constante e negativa
- C) no segmento DE o móvel se desloca com aceleração constante e não nula
- D) ao longo de todo o trajeto a quantidade de movimento linear é constante.
- E) no segmento CD o trabalho mecânico total sobre o móvel é constante e não nulo.

Como o movimento se dá com velocidade de módulo constante, nos trechos AB e DE o móvel descreve MRU. Já nos trechos BCD a trajetória curvilínea indica a ação de uma força resultante e conseqüentemente uma variação na quantidade de movimento.

Resposta: A

7. Dois corpos com massas de 2 kg e 4 kg se movimentam, livres de forças externas, na mesma direção e em sentidos contrários, respectivamente com velocidades que valem 10 m/s e 8 m/s, colidem frontalmente. Qual pode ser a máxima perda de energia cinética do sistema constituído pelos dois corpos durante a colisão?

- A) 228 J
- B) 216 J
- C) 114J
- D) 54 J
- E) 12 J

$$Q_{\text{ANTES}} = Q_{\text{DEPOIS}}$$

$$4 \cdot 8 - 2 \cdot 10 = (2 + 4) \cdot v'$$

$$v' = 2 \text{ m/s}$$

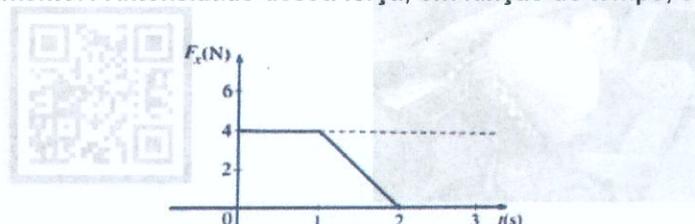
(choque completamente inelástico – corpos unidos após a colisão)

$$\text{PERDA} = (E_{C \text{ DEPOIS}} = \frac{(2+4) \cdot 2^2}{2} = 12\text{J}) - (E_{C \text{ ANTES}} = \frac{2 \cdot 10^2}{2} + \frac{4 \cdot 8^2}{2} = 228\text{J}) = 12 - 228 = - 216 \text{ J}$$

Resposta: B

• **Questões**

L1 Q451. UFRGS. Um bloco de massa 1 kg move-se retilineamente com velocidade de módulo 3 m/s, sobre uma superfície horizontal sem atrito. A partir de dado instante, o bloco recebe o impulso de uma força externa aplicada na direção e sentido do movimento. A intensidade dessa força, em função do tempo, é dada pelo gráfico abaixo.



A partir desse gráfico, pode-se afirmar que o módulo da velocidade do bloco após o impulso recebido é, em m/s, de

- A) -6.
- B) 1.
- C) 5.
- D) 7.
- E) 9.



L1 Q456. UFRGS. Um bloco, deslizando com velocidade v sobre uma superfície plana sem atrito, colide com outro bloco idêntico, que está em repouso. As faces dos blocos que se tocam na colisão são aderentes, e eles passam a se mover como um único objeto. Sobre esta situação, são feitas as seguintes afirmações.

- I - Antes da colisão, a energia cinética total dos blocos é o dobro da energia cinética total após a colisão
- II - Ao colidir, os blocos sofreram uma colisão elástica.
- III - Após a colisão, a velocidade dos blocos é $v/2$.

Quais estão corretas?

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



L1 Q460. PUCRS. A partir de 1º de janeiro, todo veículo novo abaixo de 3500kg, fabricado no Brasil ou importado, deve vir equipado com *airbag* na parte frontal.

O *airbag* é uma bolsa que, instalada no volante, no painel ou em outras partes do carro, infla no momento de uma colisão, ajudando a proteger motorista e passageiros. Se o automóvel estiver sem *airbag*, a cabeça dos ocupantes dos bancos da frente pode colidir com o para-brisa. Comparando o efeito da colisão da cabeça de uma pessoa com o *airbag* inflado e, caso não haja *airbag*, com o efeito da colisão direta no para-brisa do automóvel, constata-se que o para-brisa detém o movimento da cabeça num intervalo de tempo menor.

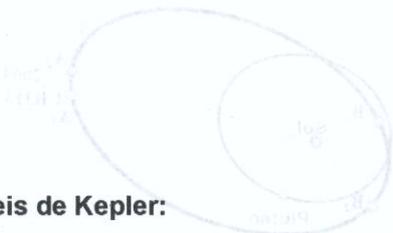
Portanto, o *airbag* inflado reduz _____ da pessoa.

- A) a variação de velocidade da cabeça
- B) a variação de momento linear da cabeça
- C) a variação na energia cinética da cabeça
- D) o impulso sobre a cabeça
- E) a força sobre a cabeça



Parte 6 **Gravitação universal** Modelagem

- **Lei da Gravitação Universal:** "A força gravitacional entre dois pontos materiais tem intensidade diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separa."



$$F = G \frac{Mm}{d^2}$$

$G = 6,67 \times 10^{-11}$ unidades do S.I.

- **Leis de Kepler:**

1ª Lei de Kepler

"Qualquer planeta gira em torno do Sol, descrevendo uma órbita elíptica, da qual o Sol ocupa um dos focos".

2ª Lei de Kepler

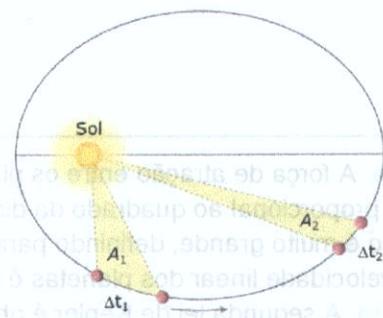
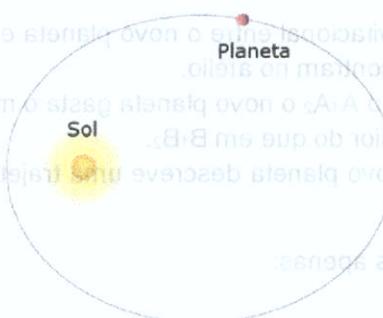
"A reta que une um planeta ao Sol 'varre' áreas iguais em tempos iguais".

A velocidade areolar varia de um planeta para o outro, aumentando com a distância média do planeta ao Sol, isto é, mínima para Mercúrio e máxima para Plutão.

3ª Lei de Kepler

"O quadrado dos períodos das órbitas dos planetas (T^2) são diretamente proporcionais ao cubo dos raios médios (R^3)".

$$T^2 \propto R^3 \rightarrow T \propto R\sqrt{R}$$



- **Movimento de Satélites:**

$$F_{\text{Centrípeta}} = F.A.G = G \frac{M.m}{r^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{G.M}{r}}$$

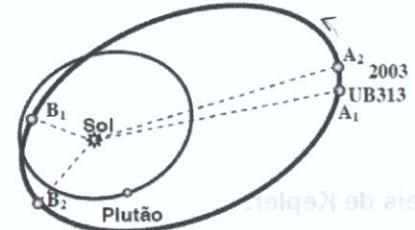
SATÉLITE ESTACIONÁRIO: Observe que este período é igual ao período de rotação da Terra; e isto torna este satélite muito importante. Como ele está **situado no plano do equador terrestre** e gira junto com a Terra, gastando ambos o mesmo tempo para dar uma volta, o **satélite parecerá estar parado para um observador na Terra**. É isto o que ocorre com os satélites tão usados modernamente em telecomunicações.



• **Modelagem**

8. Em julho de 2005 três astrônomos anunciaram à União Internacional de Astronomia a descoberta de um novo planeta, reconhecido como o mais distante do sistema solar, localizado na constelação de Cetus, chamado tecnicamente de 2003 UB313.

A maior distância deste planeta ao Sol é 97 UA (1 UA \approx $1,5 \times 10^8$ km, que representa a distância média Terra-Sol), enquanto Plutão tem como maior distância 49 UA. A massa do novo planeta é aproximadamente $1,7 \times 10^{22}$ kg e a de Plutão é aproximadamente $1,3 \times 10^{22}$ kg. O tempo para o novo planeta completar sua órbita em torno do Sol é de 560 anos enquanto o de Plutão é de 250 anos.



Considerando as informações do texto e a figura acima, que representa as órbitas dos planetas, julgue as afirmações:

- I. A força gravitacional entre o novo planeta e o Sol é menor que a força gravitacional entre Plutão e o Sol quando ambos se encontram no afélio.
- II. Se no trecho A_1A_2 o novo planeta gasta o mesmo tempo que no trecho B_1B_2 , então sua velocidade de translação em A_1A_2 é maior do que em B_1B_2 .
- III. Como o novo planeta descreve uma trajetória elíptica em torno do Sol, pode-se concluir que ele obedece à 1ª Lei de Kepler.

Estão corretas apenas:

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

- I – **Verdadeira**. A força de atração entre os planetas e o sol é diretamente proporcional a massa dos planetas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre o planeta e o sol. A diferença de distância dos planetas ao sol no afélio é muito grande, definindo para UB313 menos força gravitacional.
- II – **Falsa**. A velocidade linear dos planetas é sempre menos no afélio.
- III – **Verdadeira**. A segunda lei de Kepler é obedecida pois são varridas áreas iguais em tempos iguais.

Resposta: B

• **Questões**

L1 Q500. UFRGS. Um satélite geoestacionário está em órbita circular com raio de aproximadamente 42.000 km em relação ao centro da Terra. (Considere o período de rotação da Terra em torno de seu próprio eixo igual a 24h.)

Sobre esta situação, são feitas as seguintes afirmações.

- I - O período de revolução do satélite é de 24h.
- II - O módulo da velocidade do satélite é constante e vale 3.500π km/h.
- III - O trabalho realizado pela Terra sobre o satélite é nulo.

Quais estão corretas?

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



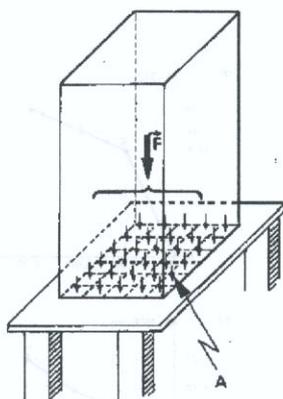
L1 Q540. UFRGS. Em 23 de julho de 2015, a NASA, agência espacial americana, divulgou informações sobre a existência de um exoplaneta (planeta que orbita uma estrela que não seja o Sol) com características semelhantes às da Terra. O planeta foi denominado Kepler 452-b. Sua massa foi estimada em cerca de 5 vezes a massa da Terra e seu raio em torno de 1,6 vezes o raio da Terra. Considerando g o módulo do campo gravitacional na superfície da Terra, o módulo do campo gravitacional na superfície do planeta Kepler 452-b deve ser aproximadamente igual a

- A) $g/2$.
- B) g .
- C) $2g$.
- D) $3g$.
- E) $5g$.



Parte 7	Stevin / Pascal
----------------	------------------------

- **Pressão (P)** - É a força aplicada **perpendicularmente**, por unidade de área sobre uma superfície.



$$P = \frac{F}{S}$$

perpendicular à superfície, ou seja, valor da reação normal.

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg} \cong 1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

- **Teorema de Stevin - Pressão no interior de um fluido em equilíbrio**

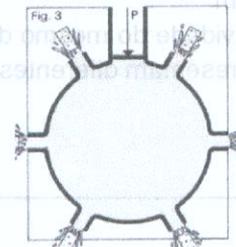
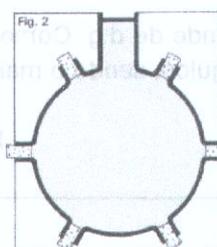
Se a superfície de um líquido, cuja **densidade é d** , está submetida a uma **pressão atmosférica P_A** , a **pressão P** , no interior do líquido, a uma **profundidade h** , em um lugar onde a **aceleração gravitacional vale g** , é dada por

$$P = P_A + P_{\text{HIDROSTÁTICA}}$$

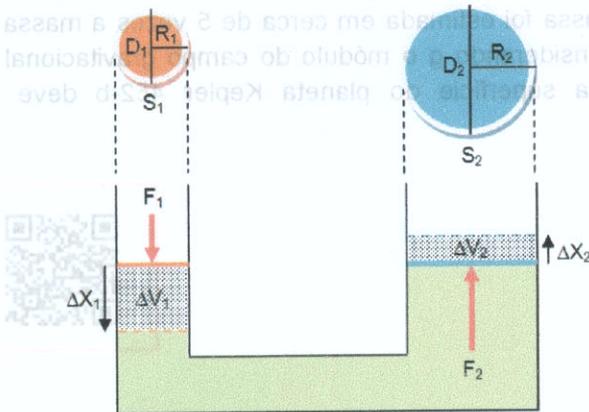
$$P = P_A + d \cdot g \cdot h$$

- **Teorema de Pascal**

“A pressão aplicada em um ponto qualquer de um fluido transmite-se integralmente a todas os pontos deste fluido e das paredes do recipiente que o contém”.



Máquina hidráulica



$P_1 = P_2$

$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$

$S_1 < S_2 \rightarrow F_1 < F_2$

VANTAGEM: ganho de força

$F \propto S$

$\Delta V_1 = \Delta V_2$

$\Delta X_1 \cdot S_1 = \Delta X_2 \cdot S_2$

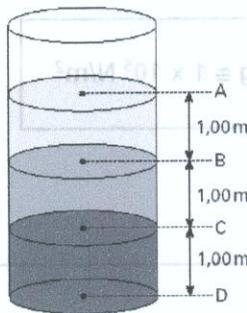
$\Delta X \propto 1/S$

$S_1 < S_2 \rightarrow \Delta X_1 > \Delta X_2$

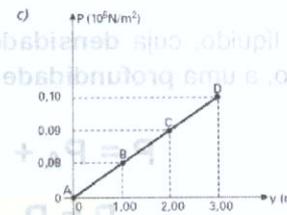
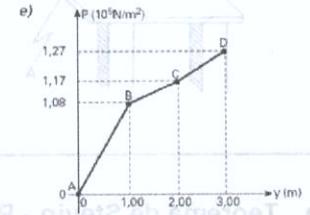
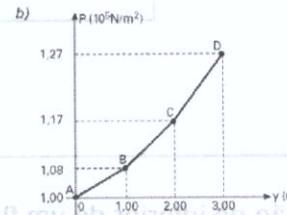
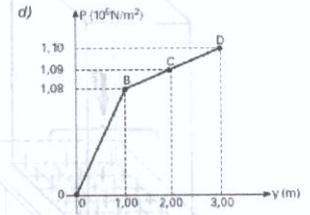
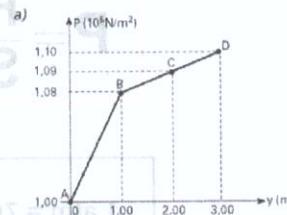
DESvantagem: perda de deslocamento

Modelagem

9. Dispõe-se de um recipiente cilíndrico, aberto na extremidade superior, sujeito à pressão atmosférica normal ($p_{atm} = 1,00 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$).



Em seu interior, existem três líquidos ideais não miscíveis, de massas específicas $\rho_1 = 0,80 \text{g/cm}^3$, $\rho_2 = 0,90 \text{g/cm}^3$ e $\rho_3 = 1,00 \text{g/cm}^3$. O gráfico que melhor representa a pressão (P), nos diversos pontos dos líquidos, em função da profundidade (y), é: (adote $g = 10 \text{m/s}^2$)



Como o gráfico $P \times h$ é definido pela função linear $P = P_A + d \cdot g \cdot h$, a curva é uma reta que passa por $P_A = 1 \text{atm}$ em $h = 0 \text{m}$.

Já a declividade do mesmo depende de $d \cdot g$. Como os 3 líquidos são de diferentes densidades, as curvas de cada trecho apresentam diferentes ângulos, sendo o maior para o líquido mais denso (CD).

Resposta: B