MÓDULO 2

FÍSICA

MECÂNICA – ESTÁTICA E DINÂMICA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA
INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO - INDE

Conteúdos

Acerca deste Módulo

FÍSICA

Como está estruturado este Módulo

A visão geral do curso

Este curso está dividido por módulos autoinstrucionais, ou seja, que vão ser o seu professor em casa, no trabalho, na machamba, enfim, onde quer que você deseja estudar.

Este curso é apropriado para você que já concluiu a 7ª classe mas vive longe de uma escola onde possa frequentar a 8ª, 9ª e 10ª classes, ou está a trabalhar e à noite não tem uma escola próxima onde possa continuar os seus estudos, ou simplesmente gosta de ser auto didacta e é bom estudar a distância.

Neste curso a distância não fazemos a distinção entre a 8ª, 9ª e 10ª classes. Por isso, logo que terminar os módulos da disciplina estará preparado para realizar o exame nacional da 10ª classe.

O tempo para concluir os módulos vai depender do seu empenho no auto estudo, por isso esperamos que consiga concluir com todos os módulos o mais rápido possível, pois temos a certeza de que não vai necessitar de um ano inteiro para conclui-los.

Ao longo do seu estudo vai encontrar as actividades que resolvemos em conjunto consigo e seguidamente encontrará a avaliação que serve para ver se percebeu bem a matéria que acaba de aprender. Porém, para saber se resolveu ou respondeu correctamente às questões colocadas, temos as resposta no final do seu módulo para que possa avaliar o seu despenho. Mas se após comparar as suas respostas com as que encontrar no final do módulo, tem sempre a possibilidade de consultar o seu tutor no Centro de Apoio e Aprendizagem – CAA e discutir com ele as suas dúvidas.

No Centro de Apoio e Aprendizagem, também poderá contar com a discussão das suas dúvidas com outros colegas de estudo que possam ter as mesmas dúvidas que as suas ou mesmo dúvidas bem diferentes que não tenha achado durante o seu estudo mas que também ainda tem.

Conteúdo do Módulo

Cada Módulo está subdividido em Lições. Cada Lição inclui:

- Título da lição.
- Uma introdução aos conteúdos da lição.
- Objectivos da lição.
- Conteúdo principal da lição com uma variedade de actividades de aprendizagem.
- Resumo da unidade.
- Actividades cujo objectivo é a resolução conjuta consigo estimado aluno, para que veja como deve aplicar os conhecimentos que acaba de adquerir.
- Avaliações cujo objectivo é de avaliar o seu progresso durante o estudo.
- Teste de preparação de Final de Módulo. Esta avaliação serve para você se preparar para realizar o Teste de Final de Módulo no CAA.

Habilidades de aprendizagem

Estudar à distância é muito diferente de ir a escola pois quando vamos a escola temos uma hora certa para assistir as aulas ou seja para estudar. Mas no ensino a distância, nós é que devemos planear o nosso tempo de estudo porque o nosso professor é este módulo e ele está sempre muito bem disposto para nos ensinar a qualquer momento. Lembre-se sempre que " ***o livro é o melhor amigo do homem***". Por isso, sempre que achar que a matéria esta a ser difícil de perceber, não desanime, tente parar um pouco, reflectir melhor ou mesmo procurar a ajuda de um tutor ou colega de estudo, que vai ver que irá superar toas as suas dificuldades.

Para estudar a distância é muito importante que planeie o seu tempo de estudo de acordo com a sua ocupação diária e o meio ambiente em que vive.

Necessita de ajuda?

Ajuda

Sempre que tiver dificuldades que mesmo após discutir com colegas ou amigos achar que não está muito claro, não tenha receio de procurar o seu tutor no CAA, que ele vai lhe ajudar a supera-las. No CAA também vai dispor de outros meios como livros, gramáticas, mapas, etc., que lhe vão auxiliar no seu estudo.

Lição 1

Composição Forças

Introdução

Jä sabemos que a estática ocupa-se das forças e suas condições de equilíbrio. Vamos em seguida ver como fazer a composição e decomposição de forças.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

Objectivos

- *Aplicar* o processo de composição de forças na resolução de exercícios concretos.

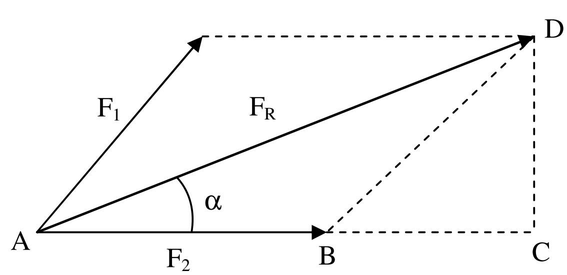
Composição Forças

Já sabe que a resultante de um sistema de forças, é força única capaz de produzir o mesmo efeito que o das suas componentes. Por isso,

A composição de forças, é o processo de substituição de duas ou mais forças por uma única, capaz de obter o mesmo efeito, ou seja, é o processo de determnação da resultante de um sistema de forças.

O processo inverso ao da composição de forças, cham-se decomposição de forças.

Vejamos o exemplo do sistema de duas forças concorrentes apresntado na



Veja que na figura, aplicou-se a regra de paralelograma para determinar a resultante do sistema de forças e ainda prolongou-se a força F_2 e baixou-se a altura em relação a esta foça (segmento de recta CD).

Assim, a figura ACD, é um trângulo rectângulo. Aplicando o Teorema de Pitágoras, teremos,

$$\overline{AD}^2 = \overline{AC}^2 + \overline{CD}^2$$

No entanto, $\cos\alpha = \dfrac{\overline{BC}}{\overline{BD}}$, $sen\alpha = \dfrac{\overline{CD}}{\overline{BD}}$ e $\overline{BD} = F_1$

Por isso, $\overline{BC} = F_1.\cos\alpha$ e $\overline{CD} = F_1.sen\alpha$

Da figura tembém temos $\overline{AD} = F_R$. Assim,

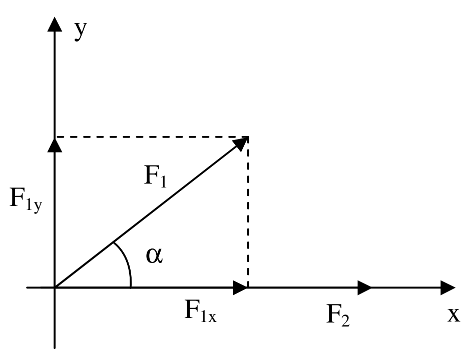
$$F_R^2 = \left(F_2 + F_1.\cos\alpha\right)^2 + \left(F_1.sen\alpha\right)^2$$
$$\Rightarrow F_R^2 = F_2^2 + F_1^2.\cos^2\alpha + 2F_1F_2\cos\alpha + F_1^2 sen^2\alpha$$
$$\Rightarrow F_R^2 = F_2^2 + F_1^2\left(sen^2\alpha + \cos^2\alpha\right) + 2F_1F_2\cos\alpha$$

Mas como, $sen^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$, logo,

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$$

Esta última equação permite então calcular o módulo da resultante de duas forças, e é chamada regra dos co-senos. Se as forças forem perpendiculares, $\alpha = 90^o$. Mas se forem forças com a mesma linha de acção, o ângulo será igual a 0^o ($\alpha = 0^o$) se as forças tiverem o mesmo sentido, e o ângulo será igual a 180^o ($\alpha = 180^o$) se as forças tiverem sentidos contrários.

Esta não é a única forma de obter a resultante do sistema de forças apresentado. Também podemos determinar a resultante, decompondo estas forças num referêncial cartesiano, como mostra a figura seguinte.



Repare que o origem do nosso referêncial, coincide com a origem das duas forças e que o eixo "X" coincide com a força F_2.

Nestas condições, podemos decompôr a força F_1 em duas componentes F_{1X} (componente horizontal) e F_{1Y} (componente vertical).

Assim, podemos calcular a resultante das forças na direcção do eixo X (F_{RX}) e a resultante das forças na direcção do eixo Y (F_{RY}). Logo,

$$\begin{cases} F_{RX} = F_2 + F_{1X} \\ F_{RY} = F_{1Y} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_{RX} = F_2 + F_1 \cos\alpha \\ F_{RY} = F_1 sen\alpha \end{cases}$$

Repare que:

- A componente F_{1X} é o cateto adjacente ao ângulo α, por isso é que $F_{1X} = F_1\cos\alpha$.
- A componente F_{1Y} é o cateto oposto ao ângulo α, por isso é que $F_{1Y} = F_1 sen\alpha$.

Finalmente podemos determinar a resultante do sitema de forças. Como F_{RX} e F_{RY} são forças perpendiculares, porque os eixos X e Y são perpendiculares entre si, logo,

$$F_R = \sqrt{F_{RX}^2 + F_{RY}^2} \Rightarrow F_R = \sqrt{(F_2 + F_1\cos\alpha)^2 + (F_1 sen\alpha)^2}$$

$$\Rightarrow F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$$

Como vê, o resultado é o mesmo que o obtido anteriormente.

Resumo da lição

Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- A composição de forças, é o processo de substituição de duas ou mais forças por uma única, capaz de obter o mesmo efeito, ou seja, é o processo de determinação da resultante de um sistema de forças.

Agora vamos realizar conjuntamente as actividades que se seguem para que possa aprender como usar o conhecimento que acaba de adquirir.

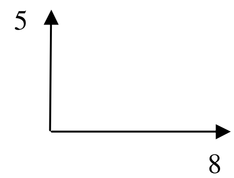
Actividades

Actividades

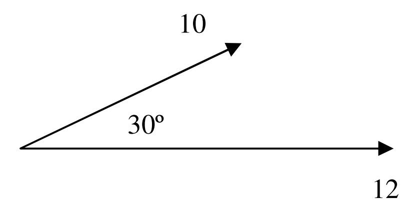
Calcule a resultante de cada um dos seguintes sistemas de forças.

O valor das forças é expresso em “N”.

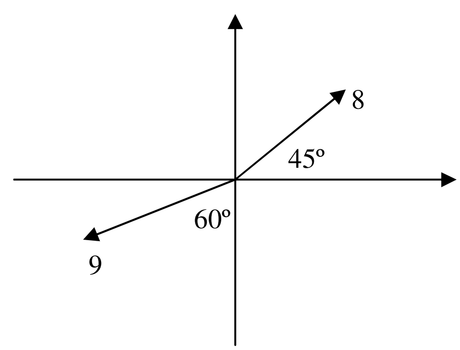
a)



b)



c)



Resolução:

a) Neste caso as forças são perpendiculars. Por isso aplicamos o Teorema de Pitágoras. Assim,

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

Mas como:

- $F_1 = 5$ N e $F_2 = 8$ N, Logo:

$$F_R = \sqrt{5^2 + 8^2} \Rightarrow F_R = \sqrt{25 + 64} \Rightarrow F_R = \sqrt{89}$$
$$\Rightarrow F_R = 9{,}4 \text{ N}$$

Resposta: A força resultante do sistema vale 9,4 N.

b) O sistema apresentado nesta alínea é contituído por força concorrentes, a expressão para o seu cálculo é:

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$$

Também é dado que

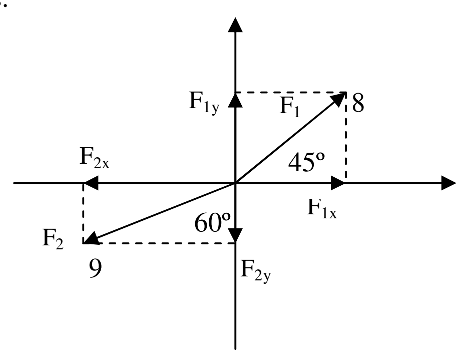
- $F_1 = 10$ N e $F_2 = 12$ N
- $\alpha = 30^o$

Então:

$$F_R = \sqrt{10^2 + 12^2 + 2.10.12.\cos 30^o} \Rightarrow F_R = \sqrt{100 + 144 + 240.0{,}87}$$
$$\Rightarrow F_R = \sqrt{100 + 144 + 208{,}8} \Rightarrow F_R = \sqrt{452{,}8}$$
$$F_R = 21{,}3 \text{ N}$$

Resposta: A força resultante do sistema é de 21,3 N.

c) Neste caso devemos começar por decomper as forças do sisttema em componentes sobre os referências "x" e "y". Deste modo teremos:



Assim,

$$\begin{cases} F_{Rx} = F_{1x} - F_{2x} \\ F_{Ry} = F_{1y} - F_{2y} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_{Rx} = F_1\cos 45^o - F_2\cos 30^o \\ F_{Ry} = F_1\text{sen}45^o - F_2\text{sen}30^o \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} F_{Rx} = 8.\cos 45^o - 9\cos 30^o \\ F_{Ry} = 8.\text{sen}45^o - 9.\text{sen}30^o \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_{Rx} = 8.0{,}7 - 9.0{,}87 \\ F_{Ry} = 8.0{,}7 - 9.0{,}5 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} F_{Rx} = 5{,}6 - 7{,}83 \\ F_{Ry} = 5{,}6 - 4{,}5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_{Rx} = - 2{,}23 \\ F_{Ry} = 1{,}1 \end{cases}$$

Agora podemos calcular a resultante do sistema aplicando o Teorema de Pitágoras. Por isso,

$$F_R = \sqrt{F_{Rx}^2 + F_{Ry}^2}$$

Como $F_{Rx} = -2{,}23$ N e $F_{Ry} = 1{,}1$ N, então,

$$F_R = \sqrt{(-2{,}23)^2 + (1{,}1)^2} \Rightarrow F_R = \sqrt{4{,}9729 + 1{,}21}$$

$$\Rightarrow F_R = \sqrt{6{,}1829}$$

$$\Rightarrow F_R = 2{,}5 \text{ N}$$

Resposta: A força resultante é de 2,5 N.

Avaliação

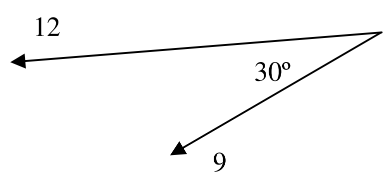
Avaliação

Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

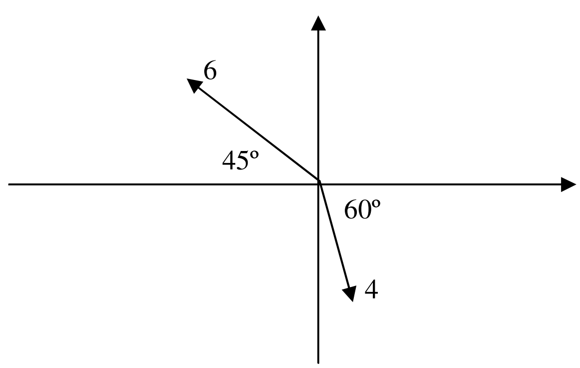
Calcule a resultante de cada um dos seguintes sistemas de forças.

a)

b)



c)



Agora compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Sucessos!

Lição 2

Forças na Natureza

Introdução

Já sabe que força é toda a causa capaz de alterar o estado de repouso ou de movimento de um corpo, ou ainda causar-lhe deformação.

Iremos em seguida definir e representar diversas forças da natureza que são essenciais para o nosso estudo mais adiante.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

Objectivos

- *Identificar* as principais forças da natureza.
- *Representar* as principais forças da natureza.
- *Calcular* as principais forças da natureza.

Forças na Natureza

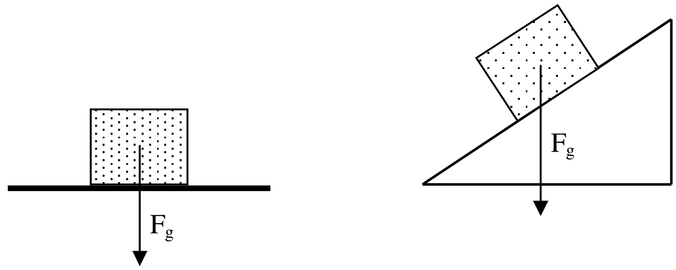
Força de gravidade

Da prática sabe que quando largamos qualquer corpo sobre a superfície de qual quer planeta, o corpo dirige-se em direcção a esta devido a atracção gravitacional. Este movimento, como vimos anteriormente, tem a sua origem na atracção entre o corpo e o planeta devido as suas massas. Por isso,

A força de gravidade"F_g", é a força de atracção entre dois corpos devido a sua massa.

- Esta força é sempre vertical e de cima para baixo, veja nas figuras (a) e (b).
- Tem o seu ponto de aplicação no centro dos corpos.
- O seu módulo pode ser determinado pela expressão:

$$\boxed{F_g = m.g}$$



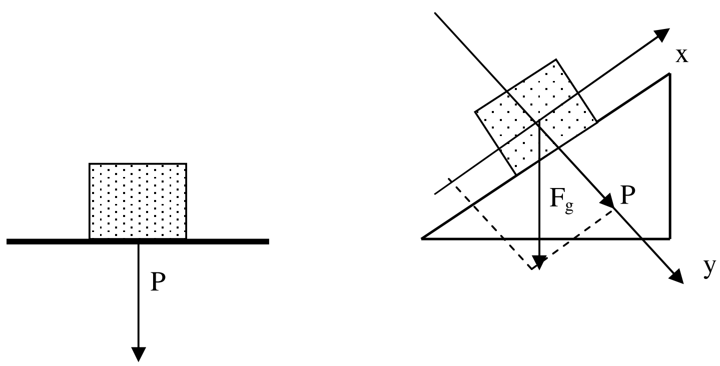
(a) (b)

Peso

Quando nos sentamos, por exemplo, sobre uma cadeira, exercemos uma força sobre a cadeira. Por isso é que se a cadeira for frágil ela pode se quebrar. É o que acontece muitas vezes quando nos sentamos sobre uma cadeira de plástico, quando as suas pernas se vergam. Isto deve-se à força que exercemos sobre a cadeira quando nos sentamos. Esta força, é o nosso peso. Assim,

Peso de um corpo "P", é a força que um corpo exerce sobre a superfície de apoio.

- Esta força é sempre perpendicular à superfície de apoio, veja nas figuras (a) e (b).
- Tem o seu ponto de aplicação na superfície de apoio do corpo.



(a) (b)

Em (a) o módulo do peso do corpo é igual ao móulo da força de gravidade (P = m.g), mas em (b) o módulo do peso é igual ao módulo da componente da força de gravidade sobre o eixo Y (F_{gY}).

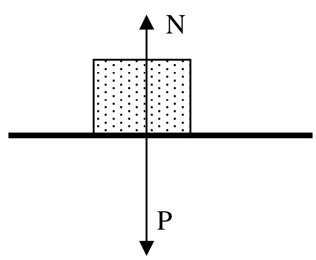
De referir que um corpo suspenso não possui peso, porque não está apoiado sobre nehuma superfície.

Força ou Reacção normal

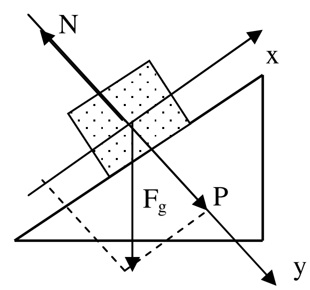
Da 3ª Lei de Newton sabe que para cada acção há sempre uma reacção igual e directamente oposta. Comoo sabe, quando um corpoe stá apoiado sober uma superfície, ele exerce sobre esta, uma força que é chamada peso do corpo. Por isso, de acordo com a 3ª Lei de Newton, a superfície de apoio deve exercer sobre o corpo, uma força com o mesmo valor mas de sentido contrário. Esta força é chamada força normal ou reacção normal. Resumindo,

Força Normal "N ", é a força de reacção que uma determinada superfície exerce sobre o corpo que nela se encontra apoiado.

- Esta força é sempre perpendicular à superfície de apoio, e tem sempre sentido contrário ao peso do corpo, veja nas figuras (a) e (b).
- Tem o seu ponto de aplicação na superfície de apoio do corpo.



(a)



(b)

Em (a) o módulo da Força Normal é igual ao móulo da força de gravidade ou ao módulo do peso ($N = m.g$ ou $N = P$), mas em (b) o módulo da Normal é igual ao módulo da componente da força de gravidade sobre o eixo Y (F_{gy}).

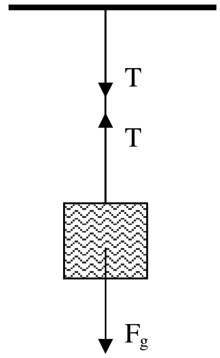
De referir que um corpo suspenso não possui Normal, porque não está apoiado sobre nehuma superfície.

Força de Tensão

Quando supendemos um corpo num fio, este estica-se, Isto deve-se à força que o corpo exerce sobr o fio. E mais uma vez, o fio deve reagir com uma forç igual à exercida pelo corpo mais de sentido contrário. A força exercida pelo fio é chamada força normal. Assim,

Força de Tensão ou apenas Tensão "T", é a força de reacção de um fio quando está sujeito à acção de uma força externa.

- Tem o seu ponto de aplicação nas extremidades do fio, veja na figura que se segue.

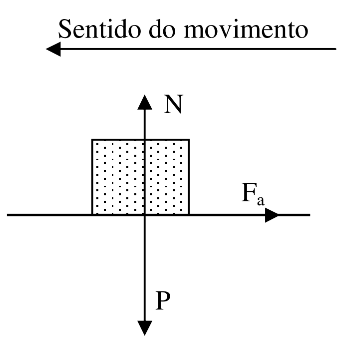


Força de Atrito

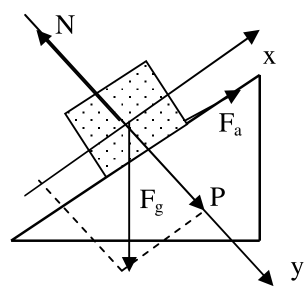
Da prática sabe que é fácil escorregar numa superfície lisa do que numa rugosa. Isto deve-se à força de atrito. Por isso,

A força de atrito "F_a", é a força que se opõe ao movimento dos corpo.

- Esta força é sempre paralela à superfície onde o corpo se move, e tem sempre sentido contrário ao sentido do movimento do corpo, veja nas figuras (a) e (b).
- Tem o seu ponto de aplicação na superfície de apoio do corpo.



(a)



(b)

A expressão para o seu cálculo é:

$$\boxed{F_a = \mu \, . \, N}$$

Onde “F_a” é a força de atrito; “N” é a força normal; “µ” é o coeficiente de atrito. Que é uma grandeza adimensional (não tem unidade) e dá-nos a dificuldade que o corpo tem de se movimentar numa detreminada superfície. Por exemplo, o coeficinte de atrito duma superfície de vidro é menor do que o de uma superfície de cimento.

Distingue-se ainda:

- O coeficiente de atrito estático “μ_e”, que é no caso de um corpo que está na eminência de entrar em movimento (quase a entrar em movimento).
- O coeficiente de atrito cinético “μ_c”, que é no caso de um corpo que está em movimento.

Resumo da lição

Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- A força de gravidade”F_g”, é a força de atracção entre dois corpos devido a sua massa.

- Peso de um corpo “P”, é a força que um corpo exerce sobre a superfície de apoio.

- Força Normal “N “, é a força de reacção que uma determinada superfície exerce sobre o corpo que nela se encontra apoiado.

- Força de Tensão ou apenas Tensão “T”, é a força de reacção de um fio quando está sujeito à acção de uma força externa.

- *A força de atrito ”F_a”, é a força que se opõe ao movimento dos corpo.*

- O coeficiente de atrito estático “μ_e”, que é no caso de um corpo que está na eminência de entrar em movimento (quase a entrar em movimento).
- O coeficiente de atrito cinético “μ_c”, que é no caso de um corpo que está em movimento.

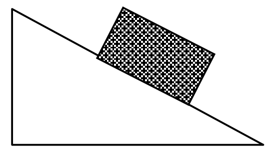
Agora vamos realizar conjuntamente as actividades que se seguem para que possa aprender como usar o conhecimento que acaba de adquirir.

Actividades

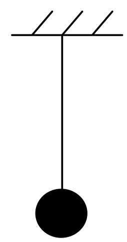
Actividades

Represente todas as forças de cada um dos seguintes sistemas.

a)

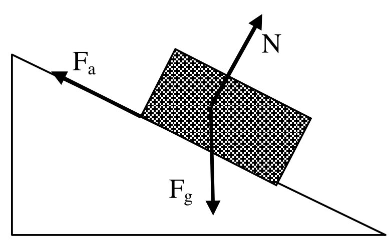


b)

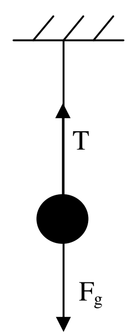


Resolução:

a) Para representar as forças neste caso devemos ter em conta que sobre o bloco actua a força de gravidade. Mas porque está apoiado numa superfície, também existe a força normal. E como o corpo pode deslizar, também existe a força de atrito.



b) A primeira força a ser representada é a da gravidade e como o corpo está suspenso por um fio, actua também a força de tensão no fio.



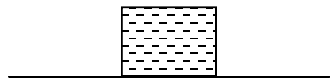
Avaliação

Avaliação

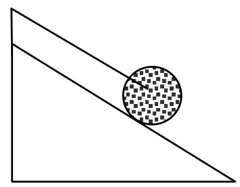
Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

Represente todas as forças que actuam sobre os corpos em cada um dos seguintes casos.

a)



b)



Agora compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Sucessos!

Lição 3

CONDIÇÃO DE EQUILÍBRO DE TRANSLAÇÃO

Introdução

Diz-se que um corpo executa um movimento de translação, quando ele se desloca de um ponto para outro do espaço, aumentando ou diminuindo a sua distância em relação à um corpo considerado fixo (corpo de referência).

Nesta lição vamos conhecer em que condições um corpo se encontra em equilíbrio de translação.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

Objectivos

- *Aplicar* a condição de equilíbrio de um ponto material "PM" na resolução de exercícios concretos.

Condição de Equilibro de Translação

De acordo com a 1ª Lei de Newton, quando a resultante das forças que actuam sobre umcorpo é nula, um corpo em repouso permenece em repouso e um corpo em movimento permanece em movimento com velocidade constante. Como o repouso é uma forma de equilíbrio, podemos afirmar que um corpo observa o equilíbrio de translação, quando a resultante das forças que actuam sobre ele é nula. Assim,

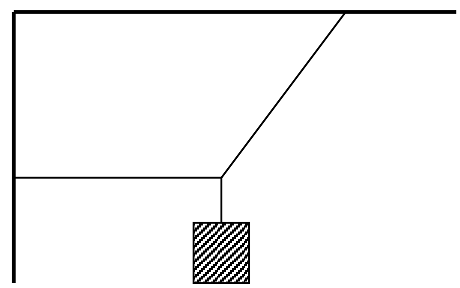
A condição de equilíbrio de translação, é que a resultante das forças que actuam sobre o corpo é deve ser nula.

$$\begin{cases} F_{RX} = 0 \\ F_{RY} = 0 \end{cases} \text{ ou } \begin{cases} \Sigma F_X = 0 \\ \Sigma F_Y = 0 \end{cases}$$

Como vê, também se pode considerar que um corpo está em equilíbrio quando o somatório das forças que actuam sobre ele é nula. Porém devemos dar o mesmo sinal às forças com o mesmo sentido, e sinal negativo às forças de sentidos contrários.

Aplicação da condição de equilíbrio de translação

Observe a figura (a) do exercício. Pretende-se calcular a tensão à que está sujeito cada fio devido a acção da massa de 80 kg.



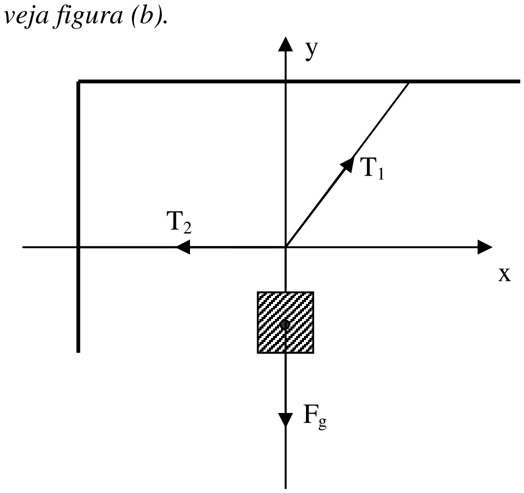
(a)

FIGURA "B"

Na resolução deste tipo de exercícios convém obdecer aos seguintes passos:

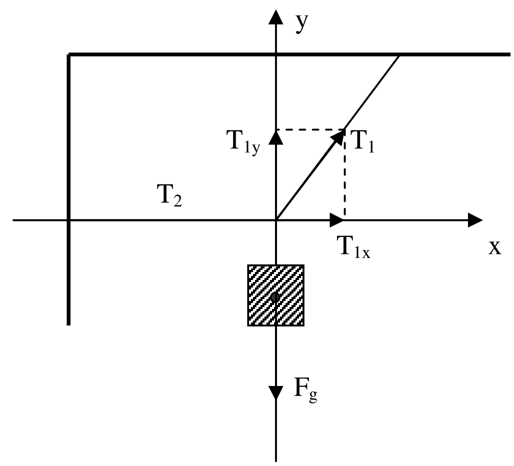
<u>1º Passo</u>

- *Representar todas as forças que actuam apenas sobre o corpo, veja figura (b).*



<u>2º Passo</u>

- *Decompôr (a)s força(s), que não coincide(m) com os eixos X e Y.*



<u>3º Passo</u>

- *Aplicar a condiçaão de equilíbrio de translação.*

Assim,

$$\begin{cases} F_{RX} = 0 \\ F_{RY} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_{1X} - T_2 = 0 \\ T_{1Y} - F_g = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_1.\cos 60° - T_2 = 0 \\ T_1.sen60° - m.g = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} T_2 = T_1.\cos 60° = \\ T_1 = \dfrac{m.g}{sen60°} = \dfrac{90.10}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = 1200\sqrt{3} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_2 = 1200\sqrt{3}.\dfrac{1}{2} \\ T_1 = 1200\sqrt{3} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} T_1 = 600\sqrt{3}N \\ T_2 = 1200\sqrt{3}N \end{cases}$$

Resumo da lição

Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- A condição de equilíbrio de translação, é que a resultante das forças que actuam sobre o corpo é deve ser nula.

$$\begin{cases} F_{RX} = 0 \\ F_{RY} = 0 \end{cases} \text{ou} \begin{cases} \Sigma F_X = 0 \\ \Sigma F_Y = 0 \end{cases}$$

Agora vamos realizar conjuntamente as actividades que se seguem para que possa aprender como usar o conhecimento que acaba de adequirir.

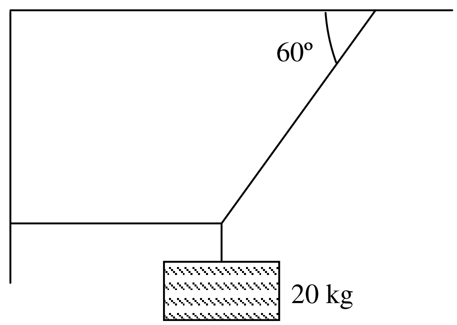
Avaliação

Avaliação

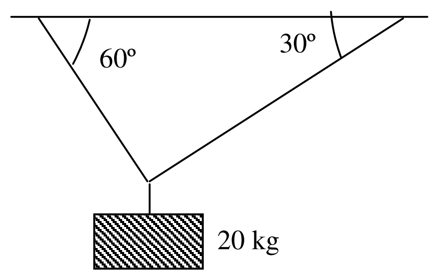
Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

1. Observe as figuras dadas e determine a tensão nos fios.

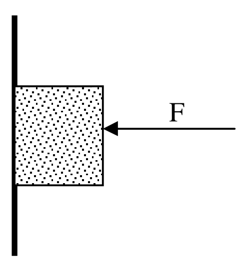
a)



b)



2. Observe a figura dada. Determine o valor de todas as forças do sistema sabendo que a massa do bloco é de 5 kg e que o coeficiente de atrito entre o loco e aparede é de 0,25.



Agora compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Sucessos!

Lição 4

Momento de uma Força

Introdução

Diz-se que um corpo executa um movimento de rotação quando ele move-se em torno de um eixo fixo. Porém, antes de vermos a condição de equilíbri de rotação, necessitamos de abordar uma gandeza física chamada momento de uma força.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

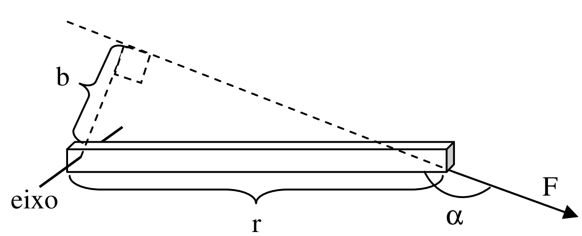
Objectivos

- *Aplicar* a equação do momento de uma força na resolução de exercícios concretos mais complexos.

Momento de uma Força

Momento de uma força, é uma grandeza física que é definida pelo produto entre a força e o braço da força.

O braço de uma força,é a distância entre a linha de acção da força e o eixo de rotação do corpo, veja a figura que se segue.



Assim, a expressão para o cálculo do momento é:

$$M = F \cdot b$$

Da figura temos,

$sen(180° - \alpha) = \frac{b}{r} \Rightarrow b = r.sen(180° - \alpha) \Rightarrow b = r.sen\alpha$, porque $sen(180^o - \alpha) = sen\alpha$. Assim, podemos escrever,

$$\boxed{M = F \cdot r \cdot sen\alpha}$$

Resumo da lição

Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

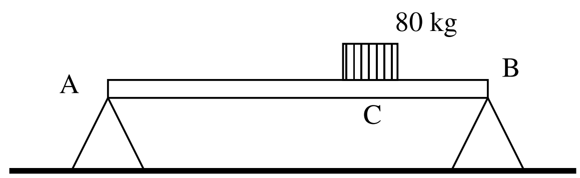
- Momento de uma força, é uma grandeza física que é definida pelo produto entre a força e o braço da força.
- A expressão para o seu cálculo é: $M = F \cdot r \cdot sen\alpha$

Agora vamos realizar conjuntamente as actividades que se seguem para que possa aprender como usar o conhecimento que acaba de adequirir.

Actividades

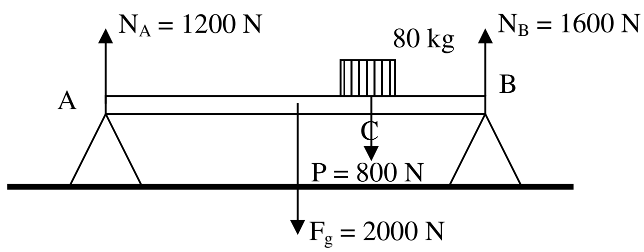
Actividades

A barra do exercício que se segue é homogénea e tem uma massa de 200 kg. A força que a barra exerce sobre o ponto “**A”** é de 1200 N e sobre o ponto “**B”** é de 1600 N, Determine o momento de todas as forças em relação ao ponto “**A”** sabendo que AC = 8 m e BC = 2 m.



Resolução:

Vamos começar por representar as forças que actuam sobre a barra. Não nos devemos esquecer, que a força de gravidade actua no centro da barra e que a força que a barra exerce sobre os pontos “A” e “B”, são as reacçãoes normais nesses pontos. Também devemos ter em conta que a força que a massa de 80 kg exerce sobre a barra é o seu peso. Assim obtemos as seguintes forças:



Antes de calcularmos o momento de todas as forças do sistema é necessário saber que:

- $N_B = 1600$ N; $r = 10$ m (distância BA) e $\alpha = 90^o$
- $P = 800$ N; $r = 8$ m (distância CA) e $\alpha = 90^o$
- $F_g = 2000$ N; $r = 5$ m (metade do comprimento da barra) e $\alpha = 90^o$
- $N_A = 1200$ N; $r = 0$ m (distância AA) e $\alpha = 90^o$

Como o momento de uma força é dado pela expressão $M = F.\,r.\text{sen}\alpha$, então podemos agora calcular.

$$M_{N_B} = 1600.10.\text{sen}90^o \Rightarrow M_{N_B} = 16000.1$$
$$\Rightarrow M_{N_B} = 16000 \text{ N.m}$$

$$M_P = 800.8.\text{sen}90^o \Rightarrow M_P = 6400.1$$
$$\Rightarrow M_P = 6400 \text{ N.m}$$

$$M_{F_g} = 2000.5.\text{sen}90^o \Rightarrow M_{F_g} = 10000.1$$
$$\Rightarrow M_{F_g} = 10.000 \text{ N.m}$$

$$M_{N_A} = 1200.0.\text{sen}90^o \Rightarrow M_{N_A} = 0.1$$
$$\Rightarrow M_{N_A} = 0 \text{ N.m}$$

Resposta:

- O momento da força no ponto “B” é de 16.000 N.m.

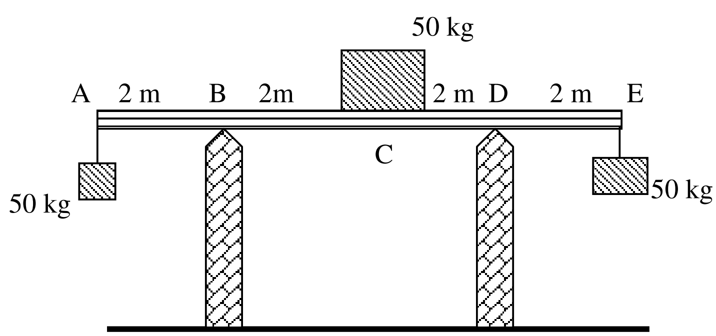
- O monto do peso do corpo é de 6.400 N.m.
- O momento da força de gravidade é de 10.000 N.m.
- O momento da força no ponto “A” é nulo.

Avaliação

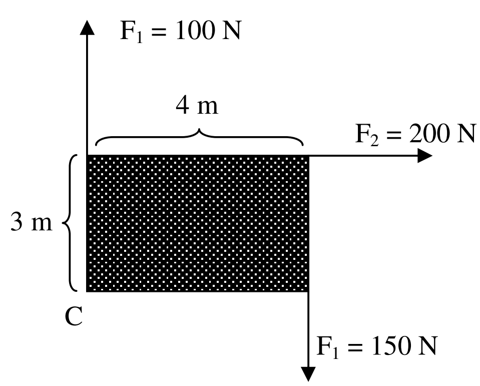
Avaliação

Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

1. A barra do exercício que se segue é homogénea e tem uma massa de 200 kg. Determine o momento das forças exercidas por cada bloco e da barra em relação ao ponto A.



2. Calcule o momento de todas as forças em relação ao ponto C.



Agora compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Sucessos!

Lição 5

CONDIÇÃO DE EQUILÍBRIO DE ROTAÇÃO

Introdução

Já sabemos que o momento de uma força, é uma grandeza física que é definida pelo produto entre a força e o braço da força.

Agora vamos aplicar este conhecimento na condição do equilíbrio de rotação.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

Objectivos

- *Aplicar* a condição de equilíbrio de um corpo rígido na resolução de exercícios concretos.

CONDIÇÃO DE EQUILÍBRIO DE ROTAÇÃO

O momento de uma força permite-nos formular a condição de equilíbrio de rotação, ou seja, a condição para que um corpo não possa girar em volta de um determinado ponto.

Para que um corpo observe equilíbrio de rotação, o somatório dos momentos das forças que actuam sobre ele deve ser nulo.

$$\boxed{\Sigma M = 0}$$

Aplicação da Condição de Equilíbrio de Rotação

A figura deste exercício, apresenta uma barra rígida de 100 kg, fixa numa das extremidades num fio e apoiada num ponto B. Na extremidade C da barra encontra-se um bloco de 50 kg. A distância AB é de 3 metros e a BC é de 2 metros. Nesta condições quer-se saber qual é a força à que está sujeito o fio e força que a barra exerce sobre o apoio em B.

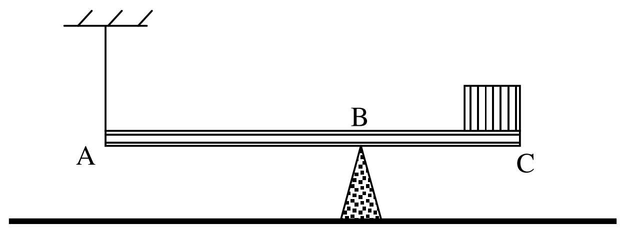


Figura (a)

Na resolução deste tipo de exercícios, convém obdecer aos seguintes passos:

<u>1º Passo</u>

- *Representar todas as forças que actuam apenas sobre a barra.*

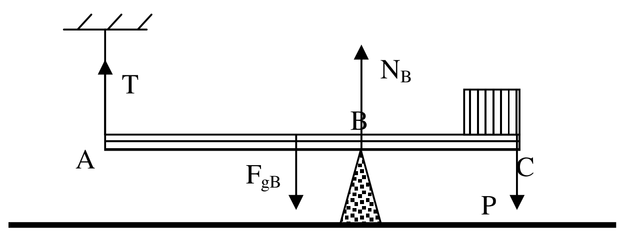


Figura (b)

Onde:

T ... é a tensão no fio

F_{gB}... é a força de gravidade da barra

N_B ... é a força que a barra exerce sobre o apoio em B (que corresponde à força normal)

P ... é o peso do bloco.

<u>2º Passo</u>

- *Escolher um ponto qualquer da barra, que passa a ser considerado o seu centro de rotação.*

Convém escolher um ponto em que se encontra uma das grandezas a ser ccalculada. Por isso, neste caso, convém escolher o ponto A ou B.

Vamos então considerar que o eixo da barra se encontra no ponto B.

<u>3º Passo</u>

- *Calcular o momento de todas as forças que actuam sobre a barra em relação ao eixo escolhido.*

Neste caso vamos calcular o momento de todas as forças que actuam sobre a barra em relação ao ponto B (que é o eixo escolhido).

Assim,

$$M_T = T.\ \overline{AB}\ .\ \text{sen}90° = T.\ 3.1 = 3T$$

$$M_{F_{gB}} = F_{gB}.\frac{\overline{AC}}{2}\ .\ \text{sen}(90°) = m_B.g.\frac{5}{2} = 100.10.2{,}5.1 = 2500\ \text{N.m}$$

$$M_{N_B} = N_B.\overline{BB}.\text{sen}(90°) = N_B.0.1 = 0$$

$$M_P = P.\overline{BC}.\text{sen}(90°) = m.g.2.1 = 50.10.2.1 = 1000\ \text{N.m}$$

onde:

M_T é o momento da tensão e $\overline{AB}$ é a distância do ponto de aplicação da tensão ao eixo A.

M_{FgB} é o momento da força de gravidade e $\frac{\overline{AC}}{2}$ é a distância do ponto de aplicação da força de gravidade da barra ao eixo B (metade do comprimento da barra).

M_{NB} é o momento da normal em B e $\overline{BB}$ é a distância do ponto de aplicação da normal em B até ao eixo B (que é nula).

M_P é o momento do peso e $\overline{BC}$ é a distância do ponto de aplicação do peso ao eixo A.

Repare que em todos casos temos seno de 90º , porque todas as forças formam um ângulo de 90º com a barra.

<u>4º Passo</u>

- *Escolher o sentido de rotação positivo da barra sobre o eixo escolhido.*

O sentido de rotação pode ser o horário ou ati-horário. Na Figura (b) foi escolhido o sentido horário como o sentido de rotação positivo.

Regra dos sinais dos momento

- As forças cuja acção (sózinha) sobre a barra iriam provocar uma rotação da barra no sentido horário,em torno do ponto B, têm um momento positivo.

- As forças cuja acção (sózinha) sobre a barra iriam provocar uma rotação da barra no sentido anti-horário,em torno do ponto B, têm um momento negativo.

Se tivessemos escolhido o sentido anti-horário como o sentido de rotação positivo, a regra dos sinais iria se inverter.

<u>5º Passo</u>

- *Aplicar a condição de equilíbrio de rotação, tendo em conta a regra dos sinais dos momentos de cada força, explicada no 4º passo.*

Assim,

$$\Sigma M = 0$$
$$\Rightarrow M_T - M_{N_B} + N_B + M_P = 0$$
$$\Rightarrow 3T - 2500 + 0 + 1000 = 0$$
$$\Rightarrow 3T = 1500$$
$$\Rightarrow T = \frac{1500}{3}$$
$$\Rightarrow T = 500\ N$$

<u>6º Passo</u>

- *Aplicar a condição de equilíbrio de translação.*

Regra dos sinais das forças

- Se considerarmos positivas as forças que actuam para cima, então as forças que actuam para baixo são negativas, ou vice versa.

Assim,

$$\begin{cases} F_{RX} = 0 \\ F_{RY} = 0 \end{cases}$$
$$\Rightarrow T - F_{gB} + N_B - P = 0$$
$$\Rightarrow T - m_B.g + N_B - m.g = 0$$
$$\Rightarrow 500 - 100.10 + N_B - 50.10 = 0$$
$$\Rightarrow N_B = 1000\ N$$

Resumo da lição

Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- Para que um corpo observe equilíbrio de rotação, o somatório dos momentos das forças que actuam sobre ele deve ser nulo.

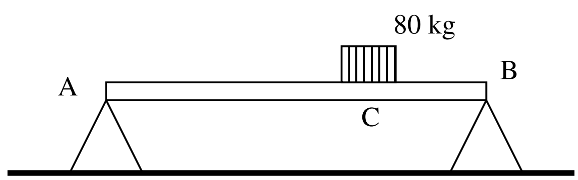
$$\Sigma M = 0$$

Avaliação

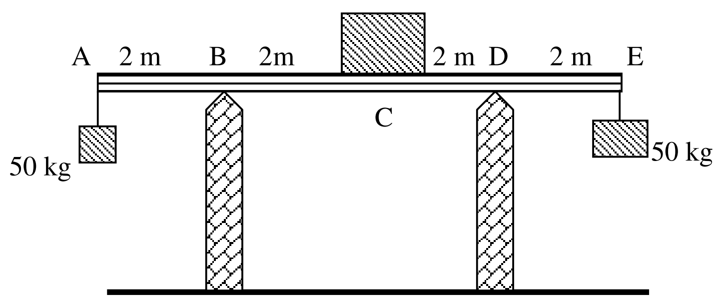
Avaliação

Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

1. A barra do exercício que se segue é homogénea e tem uma massa de 200 kg. Determine as forças exercidas sobre os apoios A e B sabendo que $\overline{AC} = 8$ m e $\overline{BC} = 2$ m.



2. A barra do exercício que se segue é homogénea e tem uma massa de 200 kg. Determine o valor de todas as forças que actuam sobre os apoios B e D.



Agora compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Sucessos!

Lição 6

Dinâmica - Leis de Newton

Introdução

Na dinâmica estuda-se a realação entre força e movimento, porque as forças são a causa do movimento dos corpos.

O estudo da Dnâmica resume-se às três Leis de Newton.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

- *Aplicar* as Leis de Newton na resolução de exercícios concretos.

Objectivos

DINÂMICA

1ª Lei de Newton ou Princípio da Inércia

Da prática, sabe que se não aplicar uma força à um corpo ele não entrará, por si só, em movimento. Porém, se o mesmo corpo estiver em movimento, ele não cesará o seu movimento enquqnto não se aplicar uma força sobre ele. Por isso,

A 1ª Lei de Newton estabelece que, na ausência de forças, ou quando a resulatnte das forças que actuam sobre um corpo é nula, um corpo em repouso permanece em repouso e um corpo em movimento permanece em movimento numa trajectória rectilínea e com velocidade constante.

Cetamente que já deve ter reparado que quando se encontra dentro de um autocarro, por exemplo, se este arrancar bruscamente, as pessoas dentro do autocarro movem-se para trás. Porém, se o autocarro estiver em movimento e travar bruscamente, as pessoas no seu interior vão para frente. Este fenómeno é consequência da inércia.

2ª Lei de Newton ou A Princípio Fundamental da Dinâmica.

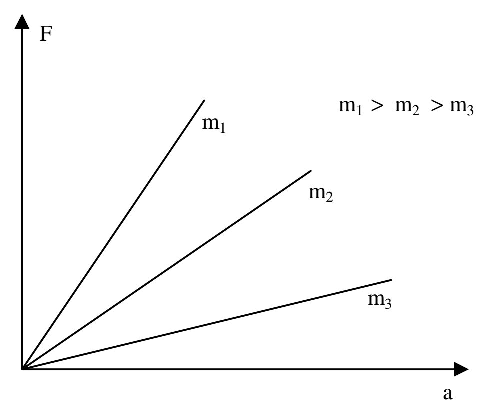
Do seu dia a dia sabe que quanto maior é a força que aplica ao chutar uma bola, esta sai com maior velocidade e consequente mente com uma maior aceleração. Isto significa que a aceleração imprimida a um corpo é tanto maior quanto maior for o valor da força aplicada sobre ele. Por isso,

A 2ª Lei de Newton estabelece que, a resultante das forças que actuam sobre um corpo é directamente proporcional à aceleração que o mesmo corpo adquire. ($F_R \sim a$)

Como consequência da 2ª Lei de Newton podemos escrever a equação:

$$\boxed{F_R = m.a}$$

Os gráficos da figura que se segue, estão de acordo com a 2ª Lei de Newton, porque quando duas grandezas são directamente proporcinais, o gráfico deve ser uma linha recta. Como vê, quanto maior é a inclinação da recta, maior é a massa do corpo envolvido.



3ª Lei de Newton ou Princípio de Acção e Reacção

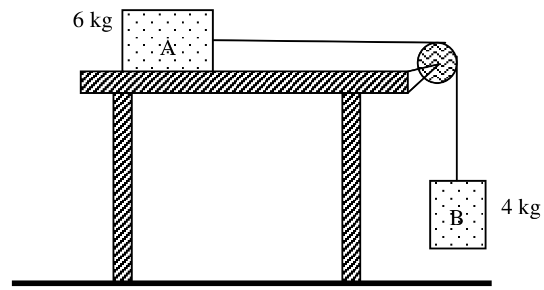
Certamente que já chutou uma bola contra uma parede e verificou que a bola após chocar com a parede volta. Isto acontece porque quando a bola choca com a parede, exerce uma força contra esta. Mas por sua vez, a parede também aplica sobre a bola uma força com o mesmo valor mas de sentido contrário. Este é o conhecido Princípio d eacção e reacção. Assim,

A 3ª Lei de Newton estabelece que para cada acção há sempre uma reacção igual mas directamente oposta.

O voo dos aviões baseia-se nesta lei, porque quando as hélices ou as turbinas do avião expelem o ar para trás, o avião vai para frente devido como a reacção igual e directamente oposta. O mesmo acontece com a hélice dum helicópetero, que expele o ar para baixo e com reacção o aparelho sobe.

Aplicação das Leis de Newton

As leis de Newton podem ser alicadas na resolução de exercícios concretos como o da figura que se segue.

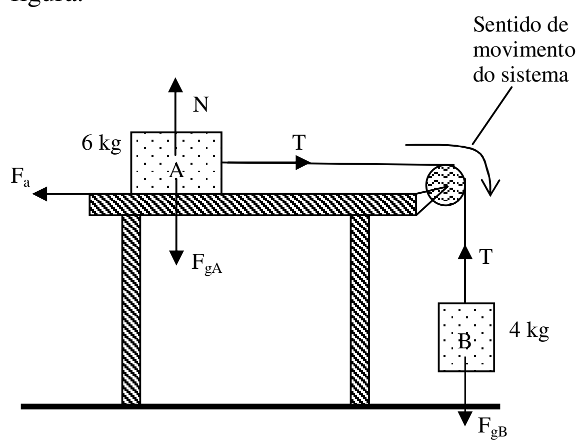


Neste caso quer-se saber qual é a aceleração do sistema sabendo que entre o corpo “A” e a mesa o coeficiente de atrito vale 0,25.

Na resolução deste tipo de exercícios é aconselhável aplicar os seguintes passos:

<u>1º Passo</u>

- Representar todas as forças que actuam sobre os dois corpos,veja figura.



<u>2º Passo</u>

- Indicar o sentido de movimento do sistema e aplicar a 2ª Lei de Newton para os dois corpos.

Assim,

$$\begin{cases} T - F_a = m_A.a \\ F_{gB} - T = m_B.a \end{cases} \Rightarrow T - F_a + F_{gB} - T = m_A.a + m_B.a$$

$$\Rightarrow F_{gB} - F_a = a(m_A + m_B) \Rightarrow m_B.g - \mu.N_A = a(m_A + m_B)$$

$$\Rightarrow a = \frac{m_B.g - \mu.m_A.g}{m_A + m_B} \Rightarrow a = \frac{4.10 - 0{,}25.6.10}{6+4}$$

$$\Rightarrow a = 2{,}5\ m.s^{-2}$$

$$\Rightarrow T - F_a = m_A.a$$

$$\Rightarrow T = m_A.a + \mu.N_A \Rightarrow T = m_A.a + \mu.m_A.g$$

$$\Rightarrow T = 6.2{,}5 + 0{,}25.6.10$$

$$\Rightarrow T = 30\ N$$

Nota: Para o cálculo da tensão, pode-se usar qualquer das equações.

Resumo da lição

Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- A 1ª Lei de Newton estabelece que, na ausência de forças, ou quando a resultante das forças que actuam sobre um corpo é nula, um corpo em repouso permanece em repouso e um corpo em movimento permanece em movimento numa trajectória rectilínea e com velocidade constante.

- A 2ª Lei de Newton estabelece que, a resultante das forças que actuam sobre um corpo é directamente proporcional à aceleração que o mesmo corpo adquire. ($F_R \sim a$)

- A 3ª Lei de Newton estabelece que para cada acção há sempre uma reacção igual mas directamente oposta.

- Na resolução deste tipo de exercícios é aconselhável aplicar os seguintes passos:

<u>**1º Passo**</u>

- Representar todas as forças que actuam sobre os dois corpos, veja figura.

<u>**2º Passo**</u>

- Indicar o sentido de movimento do sistema e aplicar a 2ª Lei de Newton para os dois corpos.

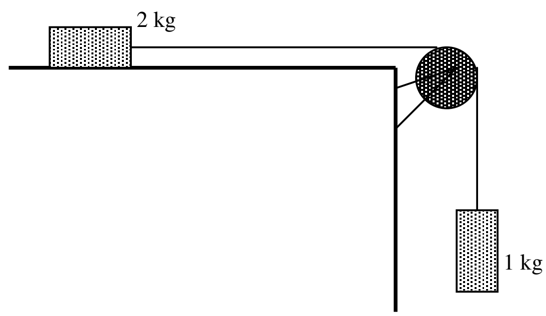
Avaliação

Avaliação

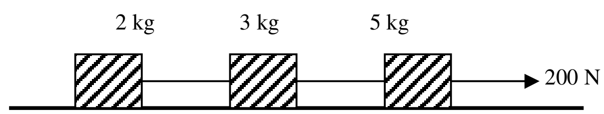
Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

1. Dados os seguintes sistemas, calcule a aceleração do sistema e a tensão nos fios.

a)

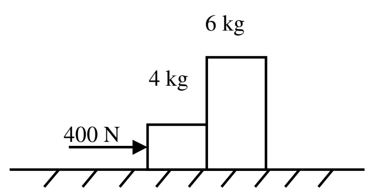


b)

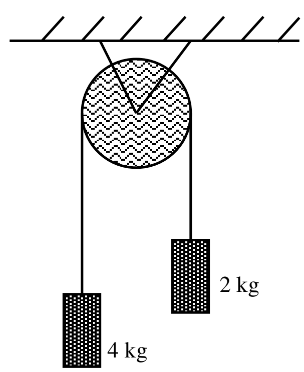


2. Dados os seguintes sistemas, calcule a aceleração do sistema e a tensão nos fios.

a)



b)



Agora compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Sucessos!

Lição 7

Dinâmica - Leis de Newton

Introdução

Nas duas lições anteriores aplicamos as leis de Newton na resolução de exercícios sobre corpos ligados por fios ou simplesmente em contacto entre si. Porém a complexidade dos exercícios em que se podem aplicar estas leis é bastante destinta.

Nesta lição iremos aplicar as leis de Newton para a resolução de exercícios mais complexos em relação aos das lições anteriores.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

- *Aplicar* as leis de Newton na resolução de exercícios concretos.

Objectivos

APLICAÇÃO DAS LEIS DE NEWTON

Já sabe que para aplicar as leis de Newton na resolução de exercícios concretos deve sempre em primeiro lugar representar todas as forças que actuam sobre os corpos que constituem o sistema e só depois aplicar a 2ª Lei de Newton para cada corpo do sistema em separado e finalmente resolver o sistema de equações que normalmente possui duas incógnitas.

Nesta lição vai ainda necessitar de aplicar o conhecimento que já possui sobre a decomposição de forças e aplicar as relações trigonométricas para expressar o valor das componentes de um sistema de forças. Por isso não se esqueça que:

- Quando a componente é oposta ao ângulo dado, significa que a expressão para o cálculo do seu valor é igual da hipotenusa multiplicada pelo seno do ângulo.

- Quando a componente é adjacente ao ângulo dado, significa que a expressão para o cálculo do seu valor é igual da hipotenusa multiplicada pelo co-seno do ângulo.

Exemplos:

$$F_{1y} = F_1 \cdot \text{sen}\alpha$$

- Porque "F_{1y}" é oposto ao ângulo dado "α"

$$F_{2x} = F_2 \cdot \text{sen}\beta$$

- Porque "F_{2x}" é oposto ao ângulo dado "β"

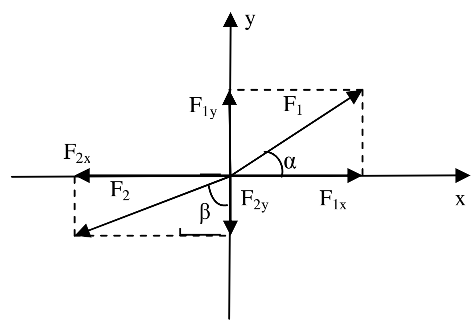
Porém,

$$F_{1x} = F_1 \cdot \cos\alpha$$

- Porque "F_{1x}" é adjacente ao ângulo dado "α"

$$F_{2y} = F_2 \cdot \cos\beta$$

- Porque "F_{2y}" é adjacente ao ângulo dado "β"



Resumo da lição

Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- Ppara aplicar as leis de Newton na resolução de exercícios concretos deve sempre em primeiro lugar representar todas as forças que actuam sobre os corpos que constituem o sistema e só depois aplicar a 2ª Lei de Newton para cada corpo do sistema em separado e finalmente resolver o sistema de equações que normalmente possui duas incógnitas.

- Quando a componente é oposta ao ângulo dado, significa que a expressão para o cálculo do seu valor é igual da hipotenusa multiplicada pelo seno do ângulo.

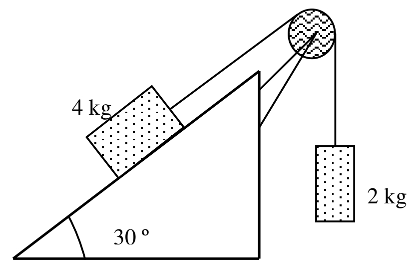
- Quando a componente é adjacente ao ângulo dado, significa que a expressão para o cálculo do seu valor é igual da hipotenusa multiplicada pelo co-seno do ângulo.

Agora vamos realizar conjuntamente as actividades que se seguem para que possa aprender como usar o conhecimento que acaba de adquirir.

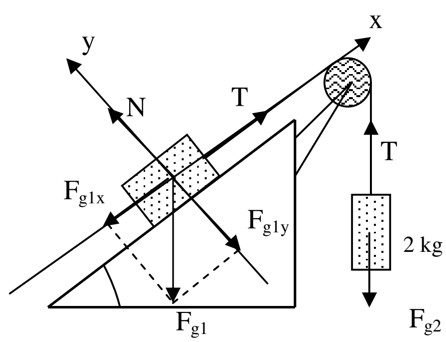
Actividades

Actividades

Dados o seguinte sistema, calcule a aceleração do sistema e a tensão nos fios.



O primeiro passo na resolução deste exercício é repersentar as forças que actuam sobre o sistema e decompor as forças cuja direcção não coincida com os referenciais "x" e "y" que escolhemos.



Assim podemos formar o sistema de equações de acordo com as leis de Newton:

$$\begin{cases} T - F_{g1x} = m_1.a \\ F_{g2} - T = m_2.a \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T - m_1.g.\text{sen}30^o = m_1.a \\ m_2.g - T = m_2.a \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} T - 4.10.0{,}5 = 4a \\ 2.10 - T = 2a \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T - 20 = 4a \\ 20 - T = 2a \end{cases}$$

Somando as duas últimas equações obtemos:

$$\Rightarrow T - 20 + 20 - T = 4a + 2a \Rightarrow 0 = 6a$$

$$\Rightarrow a = \frac{0}{6} \Rightarrow a = 0 \text{ m/s}$$

Substituindo o valor da aceleração na equação , $T - 20 = 4a$ obtemos:

$$T - 20 = 4.0 \Rightarrow T = 20 \text{ N}$$

Resposta: A aceleração do sistema é de 0 m/s^2 e a tensão nos fios é de 20 N.

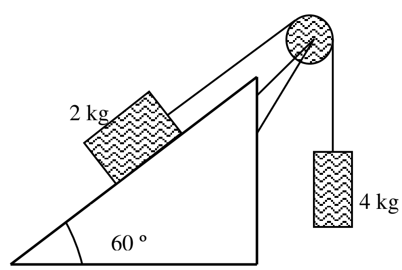
Avaliação

Avaliação

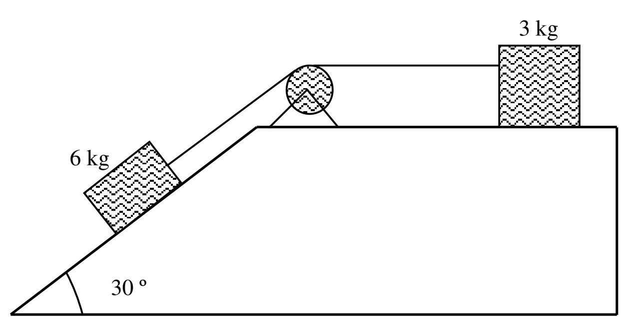
Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

Dados os seguintes sistemas, calcule a aceleração do sistema e a tensão nos fios.

a)



b)



Agora compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Sucessos!

Lição 8

Trabalho Mecânico

Introdução

O conceito de trabalho que as pesoas em geral têm está sempre associado a uma determinata profissão ou a execussão de uma tarefa.

Na Física, esta grandeza está inteiramente associada a força e ao deslocamento causada pela aplicação da mesma sobre um corpo.

Nesta lição vamos aprender como calcular o trabalho realizado por uma força e analisar os casos em que uma foça realida trabalho.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

Objectivos

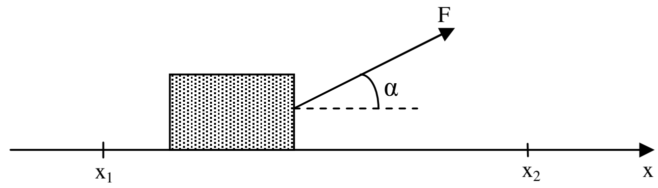
- *Aplicar* a equação do trabalho da força de gravidade na resolução de exercícios concretos.

Trabalho Mecânico

O trabalho mecânico é a grandeza física que é definida pela relação:

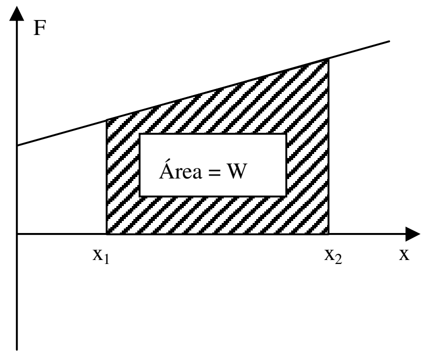
$$\boxed{W = F \cdot \Delta x \cos\alpha}$$

onde "F" é a força constante alicada ao corpo, "Δx" é o deslocamento sofrido pelo corpo e "α" é o ângulo entre a força e o sentido de deslocamento do corpo, veja a figura.



O trabalho mecânico pode ser calculado com base na área subentendida pelo gráfico da força em função da posição “F(x)”, veja figura. Assim,

A área subentendida pelo gráfico da força em função da posição é igual ao trabalho realizado pela força.



Resumo da lição

Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- O trabalho mecânico é a grandeza física que é definida pela relação:

$$W = F \cdot \Delta x \cos\alpha$$

onde “F” é a força constante alicada ao corpo, “Δx“ é o deslocamento sofrido pelo corpo e “α” é o ângulo entre a força e o sentido de deslocamento do corpo.

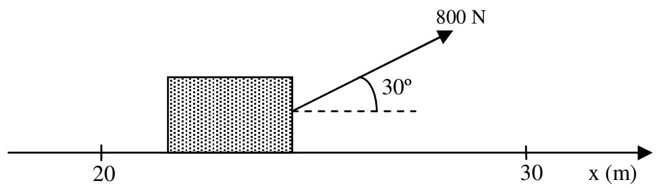
- A área subentendida pelo gráfico da força em função da posição é igual ao trabalho realizado pela força.

Agora vamos realizar conjuntamente as actividades que se seguem para que possa aprender como usar o conhecimento que acaba de adequirir.

Actividades

Actividades

1. A figura representa um corpo de 40 kg a ser arrastado por uma força de 800 N nuam superfície cujo coeficiente de atrito é de 0,1.

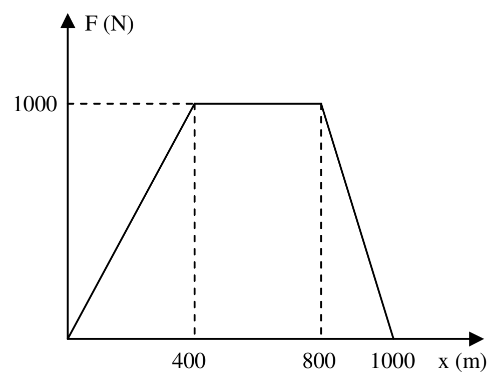


   a) Represente todas as forças que actuam sobre o corpo.

   b) Calcule o trabalho realisado por todas as forças que actuam sobre o corpo.

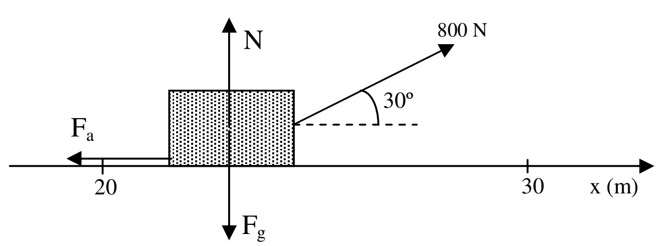
   c) Calcule o trabalho total realizado por todas as forças que actuam sobre o corpo.

2. O gráfico representa a força do motor de um automóvel em função da posição. Calcule o trabalho realizado pelo motor durante todo o trajecto



Resolução:

1.a) Para representar todas asforças que actuam sobre o corpo devemos ter em conta que são a de grávida, a normal e de atrito. Assim,



b) Para responder a esta alínea devemos ter em conta que o trabalho é dado pela expressão: $W = F.\Delta x.\cos\alpha$ e que o ângulo “α” é o ângulo entre a força e o sentido de deslocamento.

Trabalho da força “F”

- Note que: $F = 800$ N; $\alpha = 30^o$; $\Delta x = 10$ m ($\Delta x = 30 - 20$);

$$W = 200.10.\cos 30^o \Rightarrow W = 2000.0,87$$
$$\Rightarrow W = 1740 \text{ J}$$

Resposta: O trabalho da força “F” é de 1740 J.

Trabalho da força de gravidade

- Note que: $F_g = 400$ N; $\Delta x = 10$ m ; $\alpha = 90^o$ ($\alpha = 90^o$ porque a força de gravidade aponta para baixo e o corpo desloca-se para a direita)

$$W_{F_g} = 400.10.\cos 90^o \Rightarrow W_{F_g} = 4000.0$$
$$\Rightarrow W_{F_g} = 0 \text{ J}$$

Resposta: O trabalho da força de gravidade é nulo.

Trabalho da força normal

- Note que: $N = 400$ N (porque é igual ao valor da força de gravidade; $\Delta x = 10$ m ; $\alpha = 90^o$ ($\alpha = 90^o$ porque a força normal aponta para cima e o corpo desloca-se para a direita)

$$W_N = 400.10.\cos 90^o \Rightarrow W_N = 4000.0$$
$$\Rightarrow W_N = 0 \text{ J}$$

Resposta: O trabalho da força normal é nulo.

Trabalho da força de atrito

- Note que: $F_a = 40$ N ($Fa = \mu.\ m.g$; $\Delta x = 10$ m ; $\alpha = 180^o$ ($\alpha = 180^o$ porque a força de atrito aponta para a esquerda e o corpo desloca-se para a direita)

$$W_{F_a} = 40.10.\cos 180^o \Rightarrow W_{F_a} = 400.(-1)$$
$$\Rightarrow W_{F_a} = -\ 400 \text{ J}$$

Resposta: O trabalho da força de atrito é de -400 J.

d) O trabalho total realizado por todas as forças que actuam sobre o corpo é igual a soma do trabalho realizado por cad força em separado. Assim,

$$W_t = W_F + W_{F_g} + W_N + W_{F_a} \Rightarrow W_t = 1740 + 0 + 0 - 400$$

$$W_t = 1340 \text{ J}$$

Resposta: O trabalho total é de 1340 J.

2. Para calcular o trabalho realizado durante todo o trajecto temos que calcular a área subentendida pelo gráfico. Como a área é um trapézio, a expressão para o seu cálculo é:

$A = \dfrac{(b + B).\,h}{2}$, onde “b” é a base menor, “B” é a base maior e “h” é a altura.

- Neste caso: b = 400 m; b = 1000 m; h = 1000 m. Então:

$$A = \frac{(400 + 1000).\,1000}{2} \Rightarrow A = \frac{1400.\,1000}{2}$$

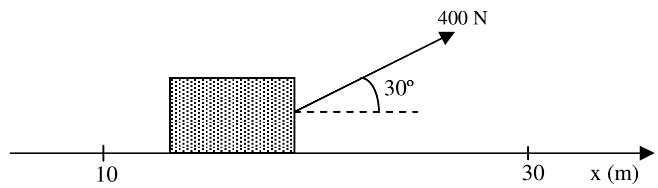
$$\Rightarrow A = 700.000 \text{ J}$$

Resposta: O trabalho realizado pelo motor do carro durante todo o percurso é de 700.000 J.

Avaliação

Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

1. A figura representa um corpo de 40 kg a ser arrastado por uma força de 400 N nuam superfície cujo coeficiente de atrito é de 0,2.

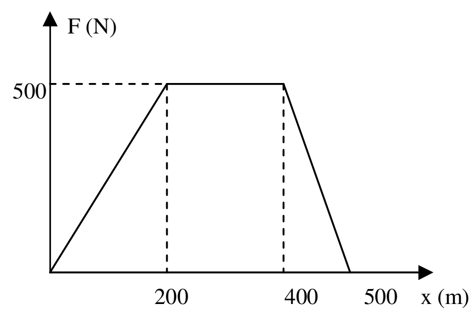


   a) Represente todas as forças que actuam sobre o corpo.

   b) Calcule o trabalho realisado por todas as forças que actuam sobre o corpo.

   c) Calcule o trabalho total realizado por todas as forças que actuam sobre o corpo.

2. O gráfico representa a força do motor de um automóvel em função da posição. Calcule o trabalho realizado pelo motor durante todo o trajecto



Agora compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Sucessos!

Lição 9

Trabalho de uma Força Constante

Introdução

Na lição anterior aprendemos a calcular o trabalho mecânico realizado por uma força.

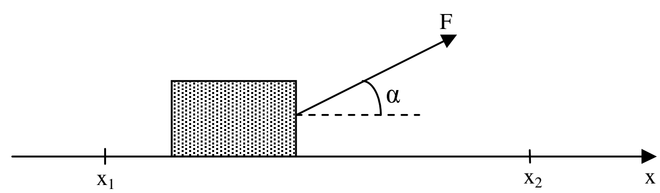
Nesta lição vamos aplicar a fórmula do trabalho mecânico para deduzir a expressão para o cálculo do trabalho realizado por uma força cujo valor é constante e aplica-ka na resolução de exercícios concretos do noso quotidiano.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

- *Aplicar* a equação do trabalho de uma força constante na resolução de exercícios concretos.

Objectivos

Trabalho de uma Força Constante



A figura representa um corpo que é deslocado de uma posição x_1 para outra x_2, sob a acção de uma força constante (a resultante) no sentido do movimento do corpo. Então,

$W = F_R \cdot \Delta x \cdot \cos\alpha \Rightarrow W = m \cdot a \cdot \Delta X \cdot \cos 0° \Rightarrow W = m \cdot a \cdot \Delta X$ (porque $F_R = m \cdot a$ e $\alpha = 0^o$).

Da equação:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow \Delta x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

e da Equação: $v = v_0 + at \Rightarrow t = \dfrac{v - v_0}{a}$.

Substituindo na expressão anterior, podemos escrever:

$\Delta x = \frac{v_0 \cdot (v - v_0)}{a} + \frac{a \cdot (v - v_0)^2}{2 \cdot a^2}$. Desenvolvendo a expressão, acabamos obtendo a expressão, conhecida como equação de Torrichelli:

$$\boxed{v^2 = v_0^2 - 2a\Delta a}$$

Com base na última equação podemos escrever: $a = \frac{v^2 - v_0^2}{2\Delta\Delta}$. Assim,

$$W = m\frac{(v^2 - v_0^2)}{2 \cdot \Delta x}\Delta x \Rightarrow W = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

Assim se define a energia cinética pela expressão:

$$\boxed{E_C = \frac{1}{2}mv^2}$$

Então podemos escrever: $W = E_C - E_{C0}$

$$\boxed{W = \Delta E_C}$$

Isto significa que:

O trabalho realizado pela resultante dum sistema de forças aplicadas sober um corpo é igual à variação da energia cinética dessse mesmo corpo.

A energia cinética, é a energia mecânica que um corpo possui devido ao seu movimento. Por isso a energia cinética é também designada energia de movimento pois ela depende da velocidade para além da massa do corpo.

Resumo da lição

Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- O trabalho realizado pela resultante dum sistema de forças aplicadas sobre um corpo é igual à variação da energia cinética dessse mesmo corpo.

- A expressão para o seu cálculo é: $W = \Delta E_C$

  onde $E_C = \frac{1}{2}mv^2$

- A energia cinética, é a energia mecânica que um corpo possui devido ao seu movimento. Por isso a energia cinética é também designada energia de movimento pois ela depende da velocidade para além da massa do corpo.

Agora vamos realizar conjuntamente as actividades que se seguem para que possa aprender como usar o conhecimento que acaba de adequirir.

Actividades

Actividades

Um carro de 1400 kg parte do repouso e acelera até atingir uma velocidade de 20 m/s. Calcule o trabalho realizado pelo motor o carro.

Resolução:

Para resolver este exrcício devemos ter em conta que o trabalho realizado pela resultante dum sistema de forças aplicadas sobre um corpo é igual à variação da energia cinética dessse mesmo. Assim:

$$W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

- Neste caso: $m = 1400$ kg; $v = 20$ m/s; $v_0 = 0$ m/s ($v_0 = 0$ porque o carro parte do repouso). Então,

$$W = \frac{1}{2}.1400.20^2 - \frac{1}{2}.1400.0^2 \Rightarrow W = 700.400 - 700.0$$
$$W = 280.000\ \text{J}$$

Resposta: O trabalho realizado pelo motor do carro é de 280.000 J.

Avaliação

Avaliação

Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

1. Um carro de 1000 kg parte do repouso e acelera até atingir uma velocidade de 30 m/s. Calcule o trabalho realizado pelo motor o carro.

2. Um carro de 4000 kg que se move a uma velocidade de 30 m/s reduz até atingir uma velocidade de 20 m/s. Calcule o trabalho realizado pelos travões do mesmo.

Agora compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Sucessos!

Lição 10

Trabalho da Força de Gravidade

Introdução

Na lição anteriorvimos que o trabalho de uma força constante é igual a variação ca energia cinética causada pela acção da força onde a energia cinética é a energia que um corpo possui devido a sua velocidade.

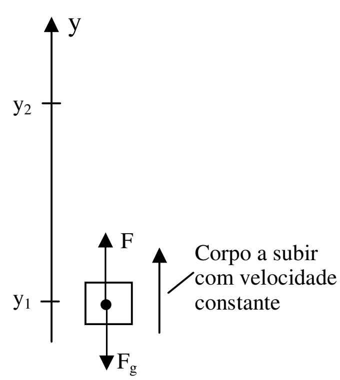
Nesta lição vamos aprender a calcular o trabalho realizado pela força de gravidade.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

Objectivos

- *Aplicar* a equação do trabalho da força de gravidade na resolução de exercícios concretos.

Trabalho realizado pela força de gravidade



A figura representa um corpo que é elevado da posição "y_1" para a posição "y_2", com velocidade constante.

De acordo com a 1ª Lei de Newton, se o corpo move-se com velocidade constante, significa que a resultante das forças que actuam sobre o corpo é nula. Assim,

$$F - F_g = 0 \Rightarrow F = F_g$$

Mas como "F" e "F_g" têm sentidos contrários, significa que a força de gravidade é negativa. Logo,

$$\Rightarrow W = -F_g \cdot \Delta y \cdot \cos\alpha \Rightarrow W = -m \cdot g \cdot (y_2 - y_1) \Rightarrow W = -(m \cdot g \cdot y_2 - m \cdot g \cdot y_1)$$

Assim define-se a energia potencial gravitacional pela expressão:

$$\boxed{E_P = m \cdot g \cdot y} \quad \text{ou} \quad \boxed{E_P = m \cdot g \cdot h}$$

Então,

$$\boxed{W = -\Delta E_P}$$

Como vê, o trabalho da força de gravidade é igual à variação da energia potencial mas de sinal contrário.

A energia potência gravitacional é a energia mecânica que um corpo possui devido a sua posição em relação ao solo.

A energia potencial gravitacional é também chamada energia de posição.

Resumo da lição

Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- Como vê, o trabalho da força de gravidade é igual à variação da energia potencial mas de sinal contrário.

  Por isso é válida a relação: $W = -\Delta E_P$

- A energia potência gravitacional é a energia mecânica que um corpo possui devido a sua posição em relação ao solo.

- A energia potencial gravitacional é também chamada energia de posição.

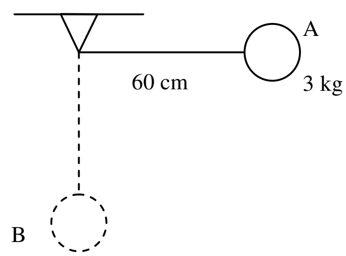
  A expressão para o seu cálculo é: $E_P = m \cdot g \cdot h$

Agora vamos realizar conjuntamente as actividades que se seguem para que possa aprender como usar o conhecimento que acaba de adequirir.

Actividades

Actividades

Calcule o trabalho realizado pela força de gravidade no deslocamento da esfera de A para B.



Resolução:

Para resolver este exercício deve ter em conta que o trabalho da força de gravidade é igual à variação da energia potencial mas de sinal contrário. Por isso,

$$W = -\left(mgh_B - mgh_A\right)$$

- Neste caso: $m = 3$ kg; $g = 10$ m/s^2; $h_A = 0{,}6$ m; $h_B = 0$ m; Então:

$$W = -\left(3.10.0{,}6 - 3.10.0\right) \Rightarrow W = -\left(18 - 0\right)$$
$$\Rightarrow W = -\ 18\ \text{J}$$

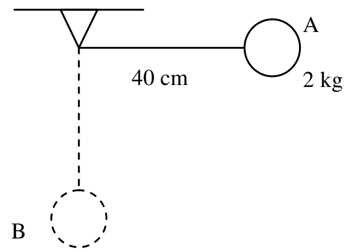
Resposta: O trabalho realizado pela força de gravidade é de -18 J.

Avaliação

Avaliação

Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

Calcule o trabalho realizado pela força de gravidade no deslocamento da esfera de A para B.



Agora compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Sucessos!

Lição 11

Trabalho da Força Elástica

Introdução

Nas lições anteriores aprendemos a calcular a o trabalho realizado por uma força constante e pela força de gravidade.

Nesta lição vamos aprender a calcular o trabalho realizado por uma força elástica.

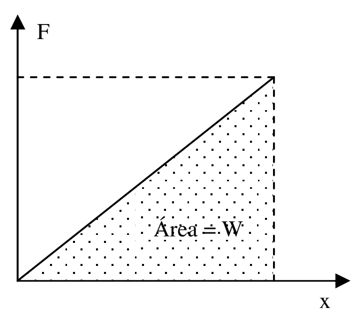
Ao concluir esta unidade você será capaz de:

Objectivos

- *Aplicar* a equação do trabalho da força elástica na resolução de exercícios concretos.

Trabalho da força elástica

A Lei de Hooke estabelece que a fotça elástica é directamente proporcional à deformação sofrida pelo corpo. Por isso o gráfico da força elástica em função da elongação ou deformação sofrida pela mola deve ser uma linha recta.



Mas já sabemos que a área subentendida pelo gráfico "F(x)" é igual ao trabalho realizado pela força. Então com base no gráfico da figura podemos escrever:

$W = \frac{F \cdot X}{2}$, porque a área é um triângulo.

Mas de acordo com a Lei de Hooke, $F = K \cdot x$

$\Rightarrow W = \frac{1}{2} K \cdot x^2$. Esta é a expressão da energia potência elástica. Assim,

$$\boxed{E_P = \frac{1}{2} K \cdot x^2}$$

O trabalho da força elastica é igual a energia potencial elástica.

A energia potencial elástica é energia que um corpo elástico possui devido à sua deformação.

Resumo da lição

Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- O trabalho da força elastica é igual a energia potencial elástica.
- A energia potencial elástica é energia que um corpo elástico possui devido à sua deformação.

  A expressão para o seu cálculo é: $E_P = \frac{1}{2} K \cdot x^2$

Agora vamos realizar conjuntamente as actividades que se seguem para que possa aprender como usar o conhecimento que acaba de adquirir.

Actividades

Actividades

Uma mola cuja constante elástica é de 100 N/m sofre uma deformação de 20 cm.

a) Calcule a energia potencial da mesma.

b) Se a deformação aumentar duas vezes o que acontece com a energia potencial elástica da mola?

Resolução:

a) Para calcular a energia potencial elástica aplica-se a expressão:

$E_P = \frac{1}{2} K \cdot x^2$.

- Neste caso, k = 100 N/m; x = 0,2 m. Assim,

$$E_P = \frac{1}{2} .100.(0,2)^2 \Rightarrow E_P = 50.0,04$$

$$E_P = 2\ J$$

Resposta: A energia potencial elástica da mola vale 2 J.

b) Se a deformação da mola aumentar duas vezes a energia potencial elástica da mola aumenta 4 vezes.

Avaliação

Avaliação

Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

1. Uma mola cuja constante elástica é de 200 N/m sofre uma deformação de 20 cm.

   a) Calcule a energia potencial da mesma.

   b) Se a deformação aumentar duas vezes o que acontece com a energia potencial elástica da mola?

2. A energia potencial elástica conservada numa mola cuja constante elástica é de 50 N/m deformada é de 12,5 J.

   a) Qual é a deformação sofrida pela mola?

   b) Qual deve ser a deformação da mola para que a energia nela conservada seja de 200 J?

Agora compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Sucessos!

Lição 12

Energia Mecânica

Introdução

Já vimos que a energia cinética é a energia de mivimento e a potencial é a energia de posição. Porém um corpo pode possuir estas duas formas de energia ao mesmo tempo. Por exemplo um avião durante o seu voo possui energia cinética porque está em movimento mas também possui energia potencial porque está a uma determinada altura.

Como forma de unir estas duas formas de energia intriduziu-se o termo energia mecânica.

Nest alição vamos aprender como definir esta grandeza e aplca-la na explicação de quetões do nosso dia a dia.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

- *Aplicar* a a equação da energia mecânica na resolução de exercícios concretos.

Objectivos

Energia Mecânica

A energia mecânica é a soma das energias cinetica e potencial de um corpo.

Por isso, a expressão para o seu cálculo é:

$$\boxed{E_M = E_C + E_P}$$

Resumo da lição

Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- A energia mecânica é a soma das energias cinética e potencial de um corpo.
- A expressão para o seu cálculo é: $E_M = E_C + E_P$

Agora vamos realizar conjuntamente as actividades que se seguem para que possa aprender como usar o conhecimento que acaba de adquirir.

Actividades

Actividades

Calcule a energia mecânica de um avião de 400 t voa a uma altitude de 10 km a uma velocidade de 900 km/h (3,6 km/h = 1 m/s).

Resolução:

Para calcular a energia mecânica do avião é necessário calcular as suas energias potencial e cinética através das expressões: $E_P = m.g.h$ e $E_C = \frac{1}{2}m.v^2$. Finalmente calcula-se a energia mecânica através da expressão $E_M = E_C + E_P$.

- Neste caso: m = 400000 kg; h = 10000 m; v = 250 m/s. Assim,

Energia potencial

$$E_P = 400000.10.10000$$
$$E_P = 4.10^{10}\ J$$

Energia cinética

$$E_C = \frac{1}{2}.400000.250^2 \Rightarrow E_C = 200000.62500 \Rightarrow E_C = 12500000000$$
$$\Rightarrow E_C = 1{,}25.10^{10}\ J$$

Energia Mecânica

$$E_M = 4.10^{10} + 1{,}25.10^{10} \Rightarrow E_M = 5{,}25.10^{10}\ J$$

Resposta: A energia mecânica do avião é de $5{,}25.10^{10}$ J.

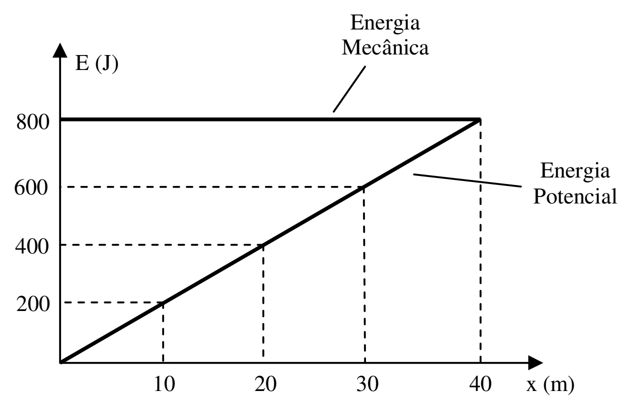
Avaliação

Avaliação

Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

1. Calcule a energia mecânica de um avião de 400 kg voa a uma altitude de 4 km com uma velocidade de 360 km/h.

2. O gráfico dado corresponde a energia potencial e mecânica de um corpo de 40 kg em função da posição.



a) Qual é a energia mecânica a 20 metros do ponto de partida?

b) Qual é a energia potencial a 20 metros do ponto de partida?

c) Calcule a energia cinética a 20 metros da posição de partida.

d) Calcule a energia cinética a 30 metros da posição de partida.

e) Calcule a velocidade do corpo a 10 metros da posição de partida.

Agora compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Sucessos!

Lição 13

Lei de Conservação da Energia Mecânica

Introdução

Já sabemos que a energia mecânica é a soma das energias cin´rtica e potencial. Porém a energia potecial pode-se transformar em cinética e vice versa. Durante esta transformação a energia mecânica mantém-se constante.

Nesta lição vamos aplicar este conhecimento na resolução de exercícios concretos.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

Objectivos

- *Aplicar* a transformação de energia na resolução de exercícios concretos.

Lei de Conservação da Energia Mecânica

"Na natureza a energia não se cria nem se destrói, mas tranforma-se". Esta é a formulação mais geral da Lei de Conservação de Energia. Na mecânica esta formulação toma um forma ligeiramente diferente. Porém, é importante reter que a energia mecânica de um corpo não se pode criar ou distruir, mas, transformá-la em outra forma de energia.

Assim, a energia cinética pode-se transformar em energia potencial e vice versa. Porém, se não existirem forças dissipativas, como a forrça de atrito, a energia mecânica de um corpo permanece constante. Logo,

A Lei de Conservação de Energia Mecânica, estabelece que na ausência de forças dissipativas, a energia mecânica de um corpo permanece constante.

Assim,

$$E_M = \text{constante} \Rightarrow E_{MA} = E_{MB}$$

$$\boxed{E_{CA} + E_{PA} = E_{CB} + E_{PB}}$$

Resumo da lição

Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- A Lei de Conservação de Energia Mecânica, estabelece que na ausência de forças dissipativas, a energia mecânica de um corpo permanece constante.

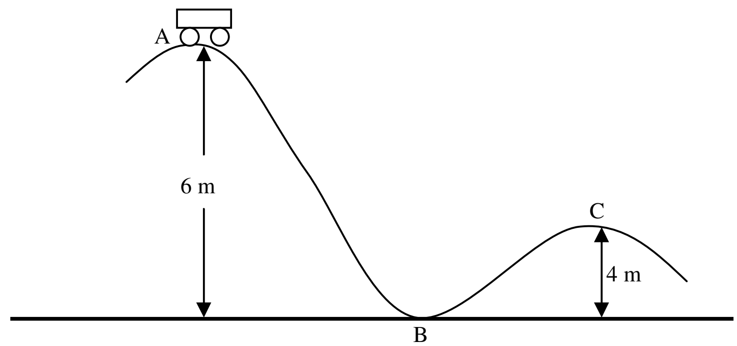
- A expressão que traduz esta lei é: $E_{CA} + E_{PA} = E_{CB} + E_{PB}$

Agora vamos realizar conjuntamente as actividades que se seguem para que possa aprender como usar o conhecimento que acaba de adquirir.

Actividades

Actividades

Abandona-se um carrinho de 2 kg, numa montanha russa como ilustra a figura. Calcule a sua velocidade em C.



Resolução:

1. Para calcular a velocidade do carrinho deve-se aplicar a expressão que traduz a Lei de Conservação de Energia.

$$E_{CA} + E_{PA} = E_{CB} + E_{PB}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B$$

- Neste caso: $m = 2$ kg; $v_A = 0$ m/s; $h_A = 6$ m; $g = 10$ m/s^2; $v_C = ?$; $h_C = 4$ m;

$$\frac{1}{2}.2.0^2 + 2.10.6 = \frac{1}{2}.2.v_B^2 + 2.10.4 \Rightarrow 0 + 120 = v_B^2 + 80$$

$$\Rightarrow 120 - 80 = v_B^2 \Rightarrow 40 = v_B^2 \Rightarrow v_B = \sqrt{40}$$

$$\Rightarrow v_B = 6{,}3 \text{ m/s}$$

Resposta: A velocidade do carrinho no ponto “C” é de 6,3 m/s.

Avaliação

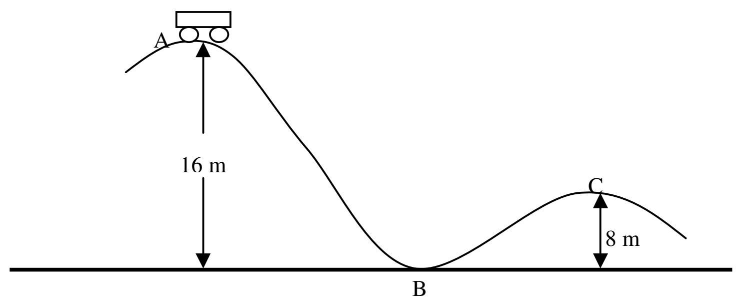
Avaliação

Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

1. Abandona-se um carrinho de 4 kg, numa montanha russa como ilustra a figura.

   a) Determine a sua velocidade em B.

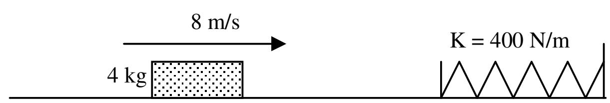
   b) Calcule a sua velocidade em C.



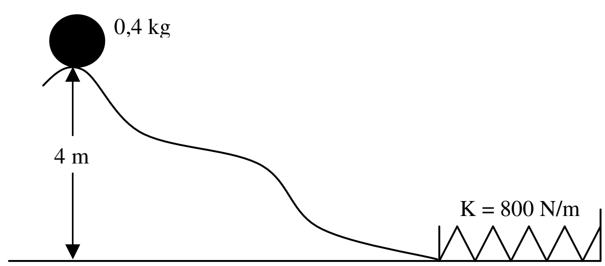
2. Um bloco de 2 kg colide com uma mola nas condições ilustradas na figura.

a) Qual é a deformação sofrida pela mola?

b) Qual será a velocidade do bloco para que a deformação da mola duplique?



3. Qual deve ser a velocidade inicial da esfera de 0,4 kg, para que a mola sofra uma deformação de 0,2



Agora compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Sucessos

Lição 14

Impulso e Quantidade de Movimento

Introdução

Nas lições anteriores estudamos as grandezas físicas que estão nuito relacionadas entre si - o trabalho e a energia. Também aprendemos que a energia pode-se manter constante se desprezarmos a presença de forças dissipativas.

Nesta lição vanos aprender mais uma grandeza física que também está relacionada com a energia – o impldo e a quantidade de movimento.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

Objectivos

- *Aplicar* as equações do impulso e da quantidade de movimento na resolução de exercícios concretos.

IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO

Da 2ª Lei de Newton temos,

$$F = m \cdot a$$

Nas como, $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$

$$\Rightarrow F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow F \cdot \Delta t = m \cdot (t - t_0)$$

Assim define-se a grandeza impulso “I”como,

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

Então podemos escrever,

$$I = m \cdot v - m \cdot v_0$$

Assim, podemos definir a quatidade de movimento “p” ou momento linear pela expressão,

$$\boxed{p = m \cdot v}$$

Logo, da equação $I = m \cdot v - m \cdot v_0$, podemos escrever,

$$\boxed{I = \Delta p}$$

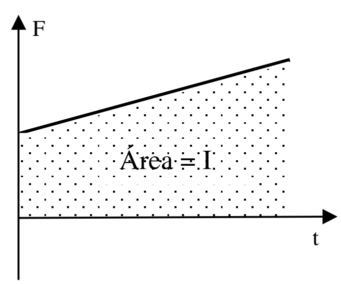
Isto significa que:

O impulso é igual à variação quantidade de movimento do corpo.

A unidade do impulso no S.I. é o “N.s” e da quantidade de movimento é o “kgm.s”.

Da equação I = FΔt, significa que o impulso tem a mesma direcção e o mesmo sentido que a força “F”.

A área subentendida pelo gráfico da força em função do tempo “F(t)”é igual ao impulso, veja a figura.



Da equação $p = m \cdot \Delta v$, significa que a quantidade de movimento tem a mesma direcção e o mesmo sentido que a velocidade “v”.

Resumo da lição

Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- O impulso é determinado pela expressão: $I = F \cdot \Delta t$
- A quatidade de movimento é determinada pela expressão:

$$p = m \cdot v$$

- O impulso é igual à variação quantidade de movimento do corpo. Por isso: $I = \Delta p$.
- A unidade do impulso no S.I. é o "N.s" e da quantidade de movimento é o "kg.m.s".
- O impulso tem a mesma direcção e o mesmo sentido que a força "F".
- A área subentendida pelo gráfico da força em função do tempo "F(t)"é igual ao impulso.

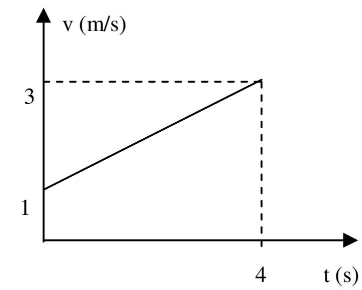
Agora vamos realizar conjuntamente as actividades que se seguem para que possa aprender como usar o conhecimento que acaba de adquirir.

Actividades

Actividades

1. Um corpo de 4 kg, em repouso, é colocado sob a acção de uma força constante de 8 N, durante 10 segundos. Calcule a velocidade do corpo após os 10 segundos.

2. A figura representa o gráfico vxt de um corpo de 4 kg, que se move com uma trajectória rectilínea. Calcule o impulso recebido pelo corpo entre 0 e 4 segundos.



Resolução:

1. Para resolver este exercício devemos usar a relação entre o impulso e a quantidade de movimento. Por isso:

$$I = \Delta p \Rightarrow F.\Delta t = p - p_0 \Rightarrow F.\Delta t = m.v - m.v_0$$

- Neste caso: F = 8 N; Δt = 10 s; m = 4 kg; v_0 = 0 m/s; v=?

  Assim,

$$8.10 = 4.v - 4.0 \Rightarrow 80 = 4v \Rightarrow v = \frac{80}{4}$$

$$\Rightarrow v = 20 \text{ m/s}$$

2. Neste caso devemos também usar a relação entre o impulso e a quantidade de movimento. Assim,

$$I = \Delta p \Rightarrow I = p - p_0 \Rightarrow I = m.v - m.v_0$$

- Neste caso: I = ?; m = 4 kg; v_0 = 1 m/s; v = 3 m/s;

  Assim,

$$I = 4.3 - 4.1 \Rightarrow I = 12 - 4 \Rightarrow I = 8 \text{ kg.m/s}$$

Resposta: O impuso recebido pelo corpo é de 8 kg.m/s

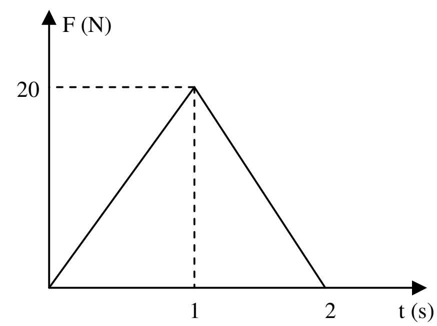
Avaliação

Avaliação

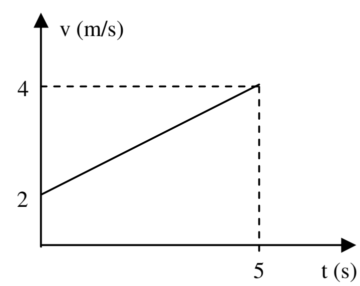
Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

1. Um corpo de 5 kg, em repouso, é colocado sob a acção de uma força constante de 10 N, durante 4 segundos. Calcule a velocidade do corpo após os 4 segundos.

2. A um corpo de massa 4 kg, aplica-se a força resultante F, paralela a sua trajectória. O módulo da força varia com o tempo segundo o gráfico apresentado. Nessas condições, calcule a variação da velocidade do corpo entre 0 e 4 segundos.



3. A figura representa o gráfico vxt de um corpo de 2 kg, que se move com uma trajectória rectilínea. Calcule o impulso recebido pelo corpo entre 0 e 5 segundos.



Agora compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Sucessos!

Lição 15

Lei de Conservação da Quantidade de Movimento

Error! Reference source not found.

Introdução

Na lição anterior aprendemos que o impulso é igual à variação quantidade de movimento do corpo.

Nesta lição vamos aprender em que condições o impulso se conserva e aplicar este conhecimento na resolução de exercícios concretos.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

- *Aplicar* a lei de Conservação da Quantidade de Movimento na resolução de exercícios concretos.

Objectivos

Lei da Conservação do Momento Linear

A Quantidade de Movimento é também chamada Momento Linear. A condição fundamental para que o momento linear de um corpo seja constante, é a ausência de forças externas. Por isso,

Lei da Conservação do Momento Linear estabelece que, na ausência de forças externas, ou seja, quando a resultante das forças externas é nula, o momentolinear de um sistema de partículas é constante.

Assim, P = constante $\Rightarrow P_{antes} = P_{depois}$

$$\boxed{P_{1a} + P_{2a} + \ldots + P_{na} = P_{1d} + P_{2d} + \ldots + P_{nd}}$$

Resumo da lição

Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- Lei da Conservação do Momento Linear estabelece que, na ausência de forças externas, ou seja, quando a resultante das forças externas é nula, o momentolinear de um sistema de partículas é constante. Por isso:

$$P_{1a} + P_{2a} + \ldots + P_{na} = P_{1d} + P_{2d} + \ldots + P_{nd}$$

Agora vamos realizar conjuntamente as actividades que se seguem para que possa aprender como usar o conhecimento que acaba de adequirir.

Actividades

Actividades

Um carrinho de 80 kg, move-se horizontalmente com uma velocidade de 5 m/s. Um bloco de 20 kg, cai sobre o carrinho aderindo-se a ele. Calcule a velocidade final do conjunto.

Resolução:

Para resolver este exercício devemos aplicar a expressão que traduz a Lei da Conservação do Momento Linear:

$$P_{1a} + P_{2a} + \ldots + P_{na} = P_{1d} + P_{2d} + \ldots + P_{nd}$$

$$\Rightarrow P_{1a} + P_{2a} = P_{1d} + P_{2d}$$

$$\Rightarrow m_1.v_{1a} + m_2.v_{2a} = m_1.v + m_2.v$$

- Neste caso: $m_1 = 80$ kg; $v_{1a} = 5$ m/s; $m_2 = 20$ kg; $v_{1a} = 0$ m/s; $v = ?$

Assim:

$$80.5 + 20.0 = 80v + 20v \Rightarrow 400 = 100v$$

$$\Rightarrow v = \frac{400}{100} \Rightarrow v = 4 \text{ m/s}$$

Resposta: A velocidade final do conjunto é de 4 m/s.

Avaliação

Avaliação

Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

1. Um carrinho de 50 kg, move-se horizontalmente com uma velocidade de 6 m/s. Um bloco de 10 kg, cai sobre o carrinho aderindo-se a ele. Calcule a velocidade final do conjunto.

2. Um canhão de 600 kg dispara uma bala de 4 kg com uma velocidade de 100 m/s. Calcule a velocidade de recuo do canhão.

Agora compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Sucessos!

Lição 16

Choque Inelástico

Introdução

Considera-se choque ou colisão, a interacção bastante curta (na ordem de alguns décimos ou cetésimos de segundo) que resulta da aproximação entre dois ou mais corpos.

Nesta lição vamos estudar um dos tipos de choque o colisão entre corpos e aplicar as suas propriedades na resolução de problemas do dia a dia.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

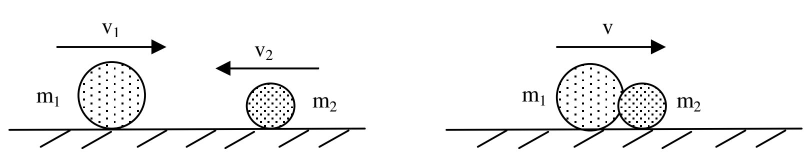
Objectivos

- *Aplicar* as equações do choque inelástico na resolução de exercícios concretos.

CHOQUES OU COLISÕES

Choque Inelástico

Choque inelástico, é aquele que após o choque, os corpos movem-se conjuntamente e com a mesma velocidade,veja a figura.



Antes do choque

Depois do choque

Note que durante uma colisão inelástica:

Há dissipação de energia cinética na forma de calor devido à deformação sofrida pelos corpos.

Não é válida a Lei de Conservação de energia (devido a existência de forças dissipativas).

É válida a Lei de Conservação do Momento linear. Assim,

$$\boxed{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) \cdot v}$$

Resumo da lição

Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- Choque inelástico, é aquele que após o choque, os corpos movem-se conjuntamente e com a mesma velocidade.
- Durante uma colisão inelástica há dissipação de energia cinética na forma de calor devido à deformação sofrida pelos corpos.
- Durante uma colisão inelástica não é válida a Lei de Conservação de energia (devido a existência de forças dissipativas).
- Durante uma colisão inelástica é válida a Lei de Conservação do Momento linear. Por isso:

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) \cdot v$$

Agora vamos realizar conjuntamente as actividades que se seguem para que possa aprender como usar o conhecimento que acaba de adequirir.

Actividades

Actividades

Um carrinho de 40 kg, move-se horizontalmente com uma velocidade de 4 m/s, colide frontalmente com outro de 10 kg inicialmente em repouso. Após a colisão os dois corpos mevem-se juntos. Calcule a velocidade dos dois carrinhos após a colisão.

Resolução:

Como vê, que se trata de ums colisõ inelástica. Por isso, vamos aplicar a Lei de Conservação do Momento linear. Por isso:

- Neste caso:

$$40\cdot 4+10.0=(40+10)\cdot v \Rightarrow 160=50v$$

$$\Rightarrow v=\frac{160}{50}\Rightarrow v=3{,}2\ \text{m/s}$$

Resposta: A velocidade dos dois carrinhos após a colisão é de 3,2 m/s.

Avaliação

Avaliação

Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

1. Um carrinho de 3 kg, move-se horizontalmente com uma velocidade de 5 m/s. Um bloco de 2 kg, cai sobre o carrinho aderindo-se a ele. Calcule a velocidade final do conjunto.

2. Um canhão de 800 kg dispara uma bala de 8 kg com uma velocidade de 100 m/s. Calcule a velocidade de recuo do canhão.

3. Um camião de 40 toneladas movendo-se a uma velocidade de 3 m/s, colide frontalmente com outro de 20 toneladas inicialmente em repouso. Os dois camiões movem-se juntos após a colisão. Calcule a velocidade dos dois camiões após a colisão.

Agora compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Sucessos!

Lição 17

Choque Elástico

Introdução

Já sabemos que após um choque inelástico após os corpos movem-se conjuntamente e com a mesma velocidade. Porém nem sempre isto acontece, Por isso, nesta aula vamos estudar um caso diferente do da aula passada e aplicar as suas características na resolução de exercícios do nosso dia a dia.

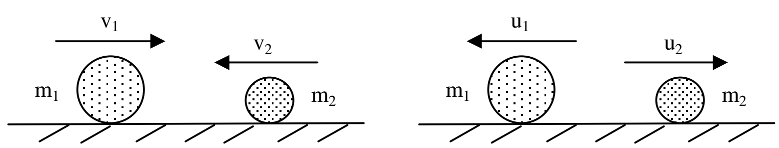
Ao concluir esta unidade você será capaz de:

Objectivos

- *Aplicar* as equações duma colisão elástica na resolução de exercícios concretos.

Choque Elástico

Choque elástico, é aquele em que após a colisão, os corpos movem-se separadamente (normalmente com velocidades diferentes), veja a figura.



Antes do choque Depois do choque

Note-se que, durante uma colisão elástica:

Não há dissipação de energia cinética na forma de calor.

É válida a Lei de Conservação de energia (porque não existem forças dissipativas).

É válida a Lei de Conservação do Momento linear. Por isso,

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot u_1 + m_2 \cdot u_2$$

Onde "v_1" e "v_2" são a velocidades antes da colisão e "u_1" e "u_2" são a velocidades depois da colisão.

A velocidade relativa de aproximação, antes da colisão, é igual à velocidade relativa de recessão (afastamento) após a colisão, mas de sinal contrário. Por isso,

$$v_1 - v_2 = -(u_1 - u_2)$$

Onde "v_1" e "v_2" são a velocidades antes da colisão ou de aproximação e "u_1" e "u_2" são a velocidades depois da colisão ou de recessão.

Assim, na resolução de exercícios concretos sobre colisões elásticas é mais cómodo usar o sistema de equações:

$$\boxed{\begin{cases} m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot u_1 + m_2 \cdot u_2 \\ v_2 - v_1 = -(u_2 - u_1) \end{cases}}$$

A energia dissipada durante uma colisão, é a diferença etre a energia cinética total antes da colisão e a energia cinética total depois da colisão.

Já sabemos que a velocidade relativa de aproximação, antes da colisão, é igual à velocidade relativa de recessão (afastamento) após a colisão, mas de sinal contrário, daí a equação, $v_1 - v_2 = -(u_1 - u_2)$.

Esta expressão pode ser deduzida com base nas Leis de Conservação de energia e da quantidade de Movimento. Então,

$$\begin{cases} \frac{1}{2}m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 \cdot v_2^2 = \frac{1}{2}m_1 \cdot u_1^2 + \frac{1}{2}m_2 \cdot u_2^2 \\ m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot u_1 + m_2 \cdot u_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{2}m_1(v_1^2 - u_1^2) = \frac{1}{2}m_2(u_2^2 - v_2^2) \\ m_1(v_1 - u_1) = m_2(u_2 - v_2) \end{cases}$$

Simplificando $\frac{1}{2}$ em ambos membros e em seguida dividimos a equação de cima pela debaixo. Assim,

$$\frac{m_1(y_1 - u_1)(v_1 + u_1)}{m_1(v_1 - u_1)} = \frac{m_2(u_2 - v_2)(u_2 + v_2)}{m_2(u_2 - v_2)}$$

$$\Rightarrow v_1 + u_1 = u_2 + v_2$$

$$\Rightarrow v_1 - v_2 = -u_1 + u_2$$

$\Rightarrow v_1 - v_2 = -(u_1 - u_2)$ c.q.d.(como queriamos demonstrar)

Resumo da lição

Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- Choque elástico, é aquele que após o choque, os corpos movem-se separadamente.
- Durante uma colisão elástica é válida a Lei de Conservação de energia (porque não existem forças dissipativas).
- Durante uma colisão elástica é válida a Lei de Conservação do Momento linear. Por isso,

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot u_1 + m_2 \cdot u_2$$

- A velocidade relativa de aproximação, antes da colisão, é igual à velocidade relativa de recessão (afastamento) após a colisão, mas de sinal contrário. Por isso,

$$v_1 - v_2 = -(u_1 - u_2)$$

Agora vamos realizar conjuntamente as actividades que se seguem para que possa aprender como usar o conhecimento que acaba de adquirir.

Actividades

Actividades

Uma esfera de 8 kg movendo-se com uma velocidade de 4 m/s, colide frontalmente com outra de 4 kg inicialmente em repouso. Calcule a velocidade das duas esferas após a colisão sabendo que elas se movem separadamente.

Resolução:

Para resolver exercícios desta natureza devemos aplicar as duas leis estudadas. Assim,

$$\begin{cases} m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot u_1 + m_2 \cdot u_2 \\ v_1 - v_2 = -(u_1 - u_2) \end{cases}$$

- Neste caso: $m_1 = 8$ kg; $v_1 = 4$ m/s; $m_2 = 4$ kg; $v_2 = 0$ m/s; Então,

$$\begin{cases} 8 \cdot 4 + 4 \cdot 0 = 8 \cdot u_1 + 4 \cdot u_2 \\ 4 - 0 = -u_1 + u_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 32 = 8 \cdot u_1 + 4 \cdot u_2 \\ 4 + u_1 = u_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 32 = 8 \cdot u_1 + 4 \cdot (4 + u_1) \\ - \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 32 = 8 \cdot u_1 + 16 + 4u_1 \\ - \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 32\text{-}16 = 8 \cdot u_1 + 4u_1 \\ - \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 16 = 12 \cdot u_1 \\ - \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_1 = \dfrac{16}{12} \\ - \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} u_1 = \dfrac{4}{3}\,m/s \\ 4 + u_1 = u_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_1 = \dfrac{4}{3}\,m/s \\ 4 + \dfrac{4}{3} = u_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_1 = \dfrac{4}{3}\,m/s \\ u_2 = \dfrac{16}{3}\,m/s \end{cases}$$

Resposta: As velocidade após a colisão são de $\frac{4}{3}$ m/s e $\frac{16}{3}$ m/s para as esferas "1" e "2", respectivamente.

Avaliação

Avaliação

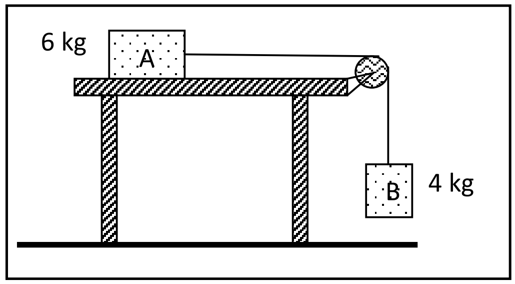
Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

Uma esfera de 4 kg movendo-se com uma velocidade de 4 m/s, colide frontalmente com outra de 2 kg inicialmente em repouso. Calcule a velocidade das duas esferas após a colisão.

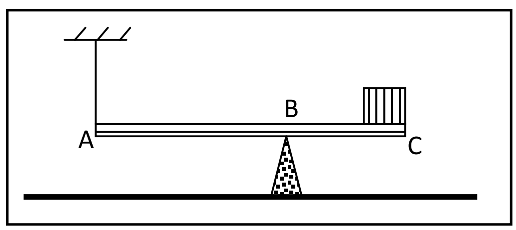
Agora compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Sucessos!

Teste de preparação de final de módulo 2

1. Os blocos da figura estão ligados por um fio inextensível. O coeficiente de atrito entre o corpo “A” é a mesa vale 0,25. Nestas condições calcule a aceleração do sistema e a tensão a que está sujeito o fio que liga os dois corpos.



2. A figura representa uma barra rígida de 100 kg, suspensa numa das extremidades num fio e apoiada num ponto B. Na extremidade C da barra encontra-se um bloco de 50 kg. A distância AB é de 3 metros e a BC é de 2 metros. Calcule a força à que está sujeito o fio e força que a barra exerce sobre o apoio em B.



Soluções

Lição 1

a) $F_1 = 6$ N e $F_2 = 8$ N, Logo: $F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$

$F_R = \sqrt{6^2 + 8^2}$ F_R=10N

Resposta: A força resultante do sistema vale 10 N.

b) $F_1 = 9$ N; $F_2 = 12$ N e $\alpha = 30^o$

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$$

$$F_R = \sqrt{9^2 + 12^2 + 2 \times 9 \times 12 \cos 30^0} = 17{,}55\text{N}$$

Resposta: A força resultante do sistema é de 17,55 N.

c)

$$\begin{cases} F_{RX} = F_{1x} - F_{2x} \\ F_{RY} = F_{!y} - F_{2Y} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_{RX} = 6\cos 45^o - 4\cos 30^o \\ F_{yX} = 6sen45^o - 4sen30^o \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_{RX} = 22{,}26 \\ F_{RY} = 22.26 \end{cases}$$

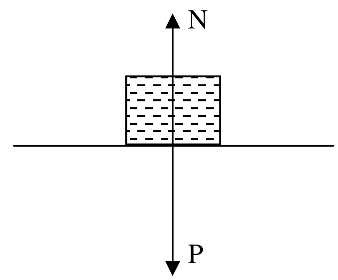
$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

$F_R = \sqrt{(22{,}26)^2 + (22{,}26)^2}$ F_R= 31,4N

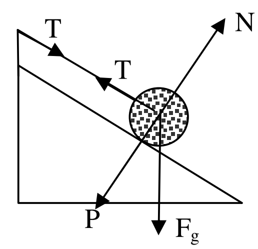
Resposta: A força resultante é de 31,4N.

Lição 2

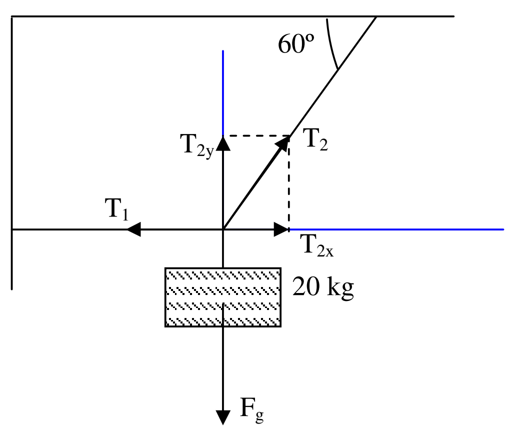
a)



b)



Lição 3



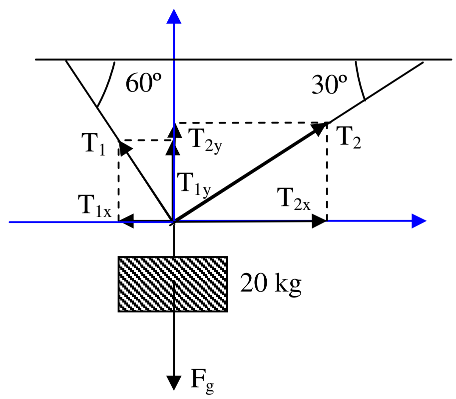
1.

a)

$$\begin{cases} T_1 = T_{2x} \\ T_{2y} = m.g \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_1 = T_2.\cos 60^o \\ T_2..sen60^o = 20.10 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_1 = 115{,}47N \\ T_2 = 230{,}94N \end{cases}$$

Resposta: A força de tensão 1 é de 115,47N e a de tensão 2 é de 230,94N.

b)



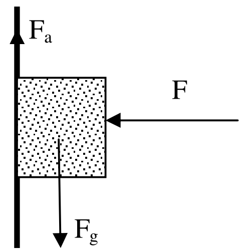
$$\begin{cases} T_{1x} = T_{2x} \\ T_{1y} + T_{2y} = m.g \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_1 \cos 60^o = T_2 \cos 30^o \\ T_1..sen60^o + T_2 sen30^o = 20.10 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{2} T_1 = 0{,}86 T_2 \\ T_1.sen60^o + T_2 \cos 30^o = 200 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_1 = 1{,}73 T_2 \\ \frac{\sqrt{3}}{2} T_1 + \frac{1}{2} T_2 = 200 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} T_1 = 1{,}73 T_2 \\ \frac{3}{2} T_2 + \frac{1}{2} T_2 = 200 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_1 = 1{,}73 T_2 \\ 2T_2 = 200 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_1 = 173N \\ T_2 = 100N \end{cases}$$

Resposta: A força de tensão 1 é de 173N e a de tensão 2 é de 110N.

2.



$$\begin{cases} F_a = F_g \\ F = N \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \mu.N = m.g \\ F = N \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 0{,}25.N = 5.10 \\ F = N \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N = 200N \\ F = 200N \end{cases}$$

$F_g = m.g$ $F_a = \mu.N$

$F_g = 5.10$ $F_a = 0{,}25.200$

$F_g = 50N$ $F_a = 50N$

Resposta: A força de gravidade é de 50N, a de atrito 50N, a normal é de 200N e a exercida sobre o bloco é de 200N.

Lição 4

1.

$F_{gA} = m_A.g$ $F_{gbarra} = m.g$ $F_{gE} = F_{gA} = F_{gC} = 500N$

$F_{gA} = 50.10$ $F_{gbarra} = 200.10$

$F_{gA} = 500N$ $F_{gbarra} = 2000N$

$M_A = F_{gA} . r . \text{sen}\,\alpha$ $\alpha = 90^o$

$M_A = 500 . 0 . \text{sen}90^o$

$M_A = 0Nm$

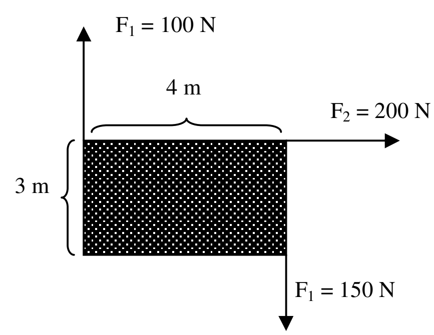
$M_{barra}= F_{gbarra} . r . sen\alpha$ $M_C= F_{gC} . r . sen\alpha$ $M_E= F_{gE} . r . sen\alpha$

$M_{barra}= 2000 . 4 . sen90^o$ $M_C= 500 . 4 . sen90^o$ $M_E= 500 . 8 . sen90^o$

$M_{barra}= 8000Nm$ $M_C = 2000Nm$ $M_E = 4000Nm$

Resposta: O momento da massa no ponto A é de 0Nm, da barra é de 8000Nm, da massa no ponto C]e de 2000Nm e da massa no ponto E é de 4000Nm.

2.



$$h^2 = c_1^2 + c_2^2 \Rightarrow h = \sqrt{3^2 + 4^2} \Rightarrow h = 5\text{ m}$$

$M_{F1}= F_1 . r . sen\alpha$ $\alpha =90^o$

$M_{F1}= 100. 3 . sen90^o$

$M_{F1}= 300Nm$

$M_{F2}= F_2 . r . sen\alpha$ $\alpha =0^o$

$M_{F2}= 200 . 5 . sen0^o$
$M_{F2} = 0Nm$

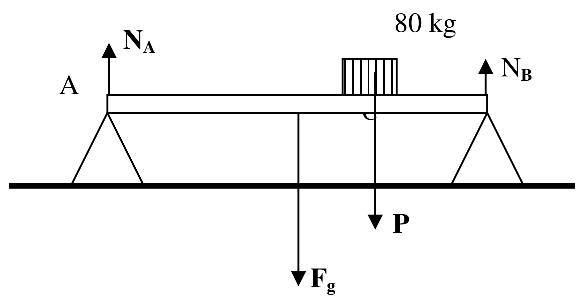
$M_{F3}= F_3 . r . sen\alpha$ $\alpha =90^o$

$M_{F3}= 150. 4 . sen90^o$

$M_{F3}= 600Nm$

Resposta: O momento de força 1 é de 300Nm, o de força 2 é 0Nm e o de força 3 é de 600Nm.

Lição 5



$F_g = m.g$

$F_{gA} = 200.10$

$F_{gA} = 2000N$

$P = m_C.g$

$P = 80.10$

$P = 800N$

$M_{NA} = N_A \,.\, r \,.\, \text{sen}\,\alpha$

$M_{NA} = N \,.0\,.\, \text{sen}90^o$

$M_{NA} = 0$

$M_{Fg} = F_g \,.\, r \,.\, \text{sen}\,\alpha$

$M_{Fg} = 2000 \,.\, 5 \,.\, \text{sen}90^o$

$M_{Fg} = 10000Nm$

$M_P = P \,.\, r \,.\, \text{sen}\,\alpha$

$M_p = 800N \,.\, 8.\, \text{sen}90^o$

$M_p = 6400Nm$

$M_{NB} = N_B\,.10\,.\text{sen}\,\alpha$

$M_{NB} = 10N_B$

$M_{NA} - M_{NB} + M_{Fg} + M_P = 0$

$0 - M_{NB} = - 400 - 6400$

$M_{NB} = 16400Nm$

$10N_B = 16400$

$N_B = 1640N$

$N_A - F_g - P + N_B = 0$

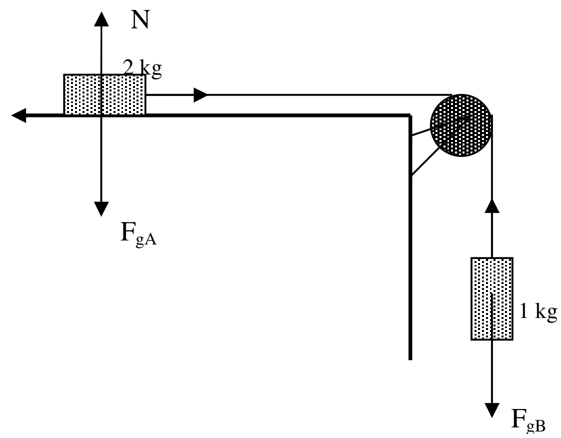
$N_A = m_B.g + m_C.g - 1640$

$N_A = 1160N$

Resposta: As forças exercidas sobre os pontos A e B são, respectivamente, 1160N e 1640N.

Lição 6

1. a)



b)

$$\begin{cases} T - F_a = m_A.a \\ F_{gB} - T = m_B.a \end{cases} \Rightarrow F_{gB} - F_a = m_A.a + m_B.a$$

$$\Rightarrow F_{gB} - F_a = a(m_A + m_B)$$

$$\Rightarrow m_B.g - \mu.N_A = a(m_A + m_B)$$

$$\Rightarrow a = \frac{g(m_B - \mu.m_A)}{m_A + m_B} \Rightarrow a = \frac{10(1 - 0{,}25.2)}{2 + 1}$$

$$\Rightarrow a = 1{,}6 \text{ m.s}^{-2}$$

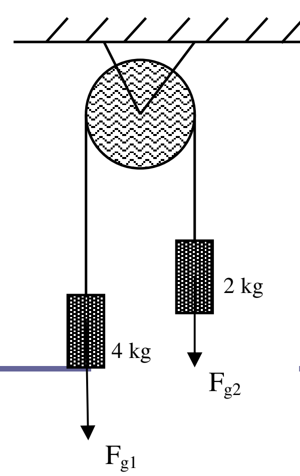
$$T = F_a + m_A.a \Rightarrow T = \mu.m_A.g + m_A.a$$

$$\Rightarrow T = 0{,}25.2.10 + 2.1{,}6$$

$$\Rightarrow T = 8{,}2N$$

2.

a)



b)

$$\begin{cases} F_g - T = m_1.a \\ T - F_g = m_2.a \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_1.g - T = m_1.a \\ T - m_2.g = m_2.a \end{cases} \Rightarrow g\ (m - m_2) = a\ (m + m_2)$$

$\Rightarrow 10(4 - 2) = a(4 + 2)$

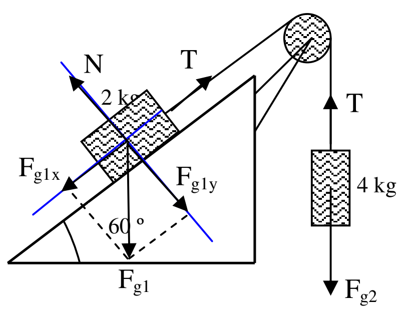
$a = 3,3 m.s^{-2}$

$T - m_2.g = m_2.a \quad \Rightarrow \quad T = 2.\ 3,3 + 2\ .\ g \quad \Rightarrow \quad T = 26,66N$

Resposta: A aceleração é de $3,3m.s^{-2}$ e a tensão é de 26,66N.

Lição 7

a)



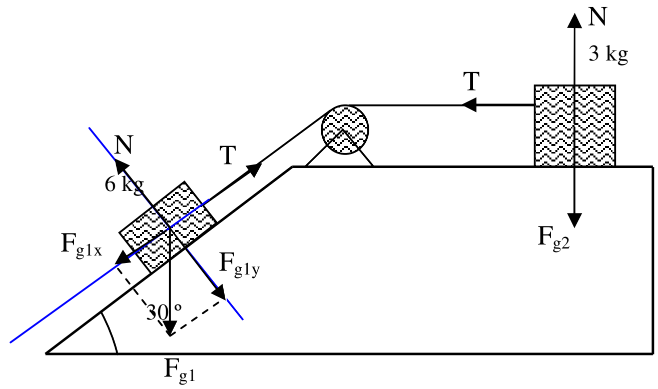
$$\begin{cases} T - F_{g1x} = m_1.a \\ F_{g2} - T = m_2.a \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T - m_1.g.sen\alpha = m_1.a \\ m_2 - T = m_2.a \end{cases} \Rightarrow a = \frac{g(m_2 - m_1 sen\alpha)}{m_1 + m_2} \Rightarrow$$

$$a = \frac{10(4 - 2sen60^o)}{4+2} \Rightarrow a = 3,77 m/s^2$$

$$T = m_2.g - m_2.a \Rightarrow T = 4.10 - 4.3,77 \Rightarrow T = 24,92N$$

Resposta: A aceleração é de $3,77m.s^{-2}$ e a tensão é de 24,92N.

b)



$$\begin{cases} F_{g1x} - T = m_1.a \\ T = m_2.a \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_1.g.\text{sen}\alpha - T = 6.a \\ T = 3.a \end{cases}$$

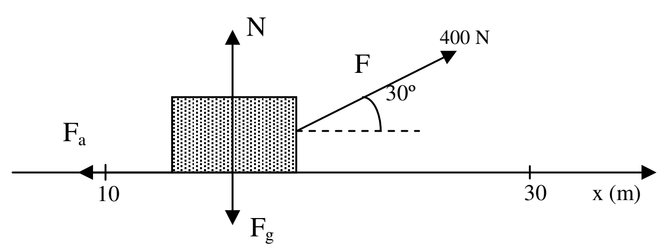
$$\Rightarrow \begin{cases} 6.10\text{sen}30^0 - T = 6.a \\ T = 3a \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 30 - 3a = 6.a \\ T = 3.a \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 9a = 30 \\ T = 3.a \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 3,3m/s^2 \\ T = 9,9N \end{cases}$$

Resposta: A aceleração é de $3{,}3m.s^{-2}$ e a tensão é de 9,9N.

Lição 8

1. a)



b)

$$W_F = F.\Delta x.\cos\alpha \Rightarrow W_F = 400.20.\cos 30^o$$
$$\Rightarrow W_F = 6928,2J$$

$$F_a = \mu.m.g \Rightarrow F_a = 0,2.40.10$$
$$\Rightarrow F_a = 80N$$
$$W_{Fa} = F_a.\Delta x.\cos\alpha \Rightarrow W_{Fa} = 80.20.\cos 180^o$$
$$\Rightarrow W_{Fa} = -1600J$$

$$W_N = N.\Delta x.\cos\alpha \Rightarrow W_N = 400.20.\cos 90^o$$
$$\Rightarrow W_N = 0J$$

$$W_{Fg} = F_g.\Delta x.\cos\alpha \Rightarrow W_{Fg} = 400.20.\cos 90^o$$
$$\Rightarrow W_{Fg} = 0J$$

Resposta: O trabalho realizado pela força F é de 6928,2J, da força de atrito é de –1600J, da força de gravidade e normal são nulas porque o ângulo formado pelo força e o sentido de deslocamento do corpo é de 90^o e o co-seno é 0.

c)

$$W_t = W_F + W_{Fa} + W_N + W_{Fg} \Rightarrow W_t = 6928,2 - 1600 + 0 + 0$$
$$\Rightarrow W_t = 5328,2J$$

Resposta: O trabalho total realizado por todas as forças é de 5328,2J.

2. O trabalho realizado pelo motor do automóvel será a área subentendida pelo gráfico (área do trapézio).

   Assim:

$$A = \frac{(B+b)}{2}.h \Rightarrow A = \frac{(500+200)}{2}.500 \Rightarrow A = 175000J$$

   O trabalho realizado pelo motor do automóvel é de 175000J.

Lição 9

1.

Dados	Fórmula	Resolução
$m = 1000Kg$ $v_0 = 0m/s$ $v = 30m/s$ W ___?	$W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^{\,2}$ ou $W = \frac{1}{2}m(v^2 - v_0^{\,2})$	$W = \frac{1}{2}1000(30^2 - 0^2)$ $W = 450000J$

Resposta: O trabalho realizado pelo motor do carro é de 450000J.

2.

Dados	Fórmula	Resolução
$m = 4000Kg$ $v_0 = 30m/s$ $v = 20m/s$ W ___?	$W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^{\,2}$ ou $W = \frac{1}{2}m(v^2 - v_0^{\,2})$	$W = \frac{1}{2}.4000(20^2 - 30^2)$ $W = 1000000J$

Resposta: O trabalho realizado pelos travões do carro é de -1000000J.

Lição 10

Dados	Fórmula	Resolução

$m = 2Kg$ $h_A = 0{,}4m$ $h_B = 0m$ W ___?	$W = -(mgh_A - mh_B)$ ou $W = -mg(h_A - h_B)$	$W = -2.10(0{,}4 - 0)$ $W = -8J$

Resposta: O trabalho realizado pelos travões do carro é de -8J.

Lição 11

1. a)

Dados	Fórmula	Resolução
$k = 200N/m$ $x = 0{,}2m$ E_P ___?	$E_P = \frac{1}{2}kx^2$	$E_P = \frac{1}{2}.200.(0{,}2)^2$ $E_P = 4J$

Resposta: A energia potencial da mola é de 4J.

b) Se a deformação aumentar duas vezes, a energia potencial elástica da mola aumenta 4 vezes.

2. a)

Dados	Fórmula	Resolução
$k = 50N/m$ $E_P = 12{,}5J$ x _____?	$E_P = \frac{1}{2}kx^2$ $x = \sqrt{\frac{2E_P}{k}}$	$x = \sqrt{\frac{2.12{,}5}{50}}$ $x = 0{,}1m$

Resposta: A deformação da mola é de 0,1m.

b)

Dados	Fórmula	Resolução

$k = 50N/m$ $E_P = 200J$ x ______?	$E_P = \frac{1}{2}kx^2$ $x = \sqrt{\frac{2E_P}{k}}$	$x = \sqrt{\frac{2.200}{50}}$ $x = 0{,}4m$

Resposta: A deformação da mola será de 0,4m.

Lição 12

1.

Dados	Fórmula	Resolução
$m = 400000Kg$ $h = 4000m$ $v = 100m/s$ E_M ___?	$E_M = E_C + E_P$ $E_C = \frac{1}{2}mv^2$ $E_P = mgh$	$E_C = \frac{1}{2}.400000.(100)^2$ $E_C = 2.10^9$ $E_P = 400000.10.4000$ $E_P = 1{,}6.10^9$ $E_M = 2.10^9 + 1{,}6.10^9$ $E_M = 3{,}6.10^9$

Resposta: A energia mecânica do avião é de $3{,}6.10^9$J.

2.

a) A energia mecânica a 20 metros do ponto de partida é de 800J.

b) A energia potencial a 20 metros do ponto de partida é de 400J.

c)

Dados	Fórmula	Resolução
$E_M = 800J$ $E_P = 400J$ E_C ______?	$E_M = E_C + E_P$ $E_C = E_M - E_P$	$E_C = 800 - 400$ $E_C = 400J$

Resposta: A energia cinética é de 400J.

d)

Dados	Fórmula	Resolução
$E_M = 800J$ $E_P = 600J$ E_C _____?	$E_M = E_C + E_P$ $E_C = E_M - E_P$	$E_C = 800 - 600$ $E_C = 200J$

Resposta: A energia cinética é de 200J.

e)

Dados	Fórmula	Resolução
$E_M = 800J$ $E_P = 200J$ $m = 40Kg$ E_C _____? v ______?	$E_M = E_C + E_P$ $E_C = E_M - E_P$ $E_C = \frac{1}{2}mv^2$ $v = \sqrt{\frac{2E_C}{m}}$	$E_C = 800 - 200$ $E_C = 600J$ $v = \sqrt{\frac{2.600}{40}}$ $v = 0{,}87m/s$

Resposta: A velocidade na posição 10 é de 0,87m/s.

Lição 13

1. a) e b)

Dados	Fórmula	Resolução
$m = 4Kg$ $h_A = 16m$ $h_B = 0m$ $h_C = 8m$ v_B ____? v_C ____?	$\frac{1}{2}mv_A{}^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_B{}^2 + mgh_B$ $v_B = \sqrt{v_A{}^2 + 2gh_A - 2gh_B} \quad v_A = 0$ $v_B = \sqrt{2g(h_A - h_B)}$ $v_C = \sqrt{2g(h_A - h_C)}$	$v_B = \sqrt{2.10(16-0)}$ $v_B = 17{,}88m/s$ $v_C = \sqrt{2.10(16-8)}$ $v_C = 12{,}64m/s$

Resposta: A velocidade no ponto B é de 17,88m/s e no ponto C é de 12,64m/s.

2.

Dados	Fórmula	Resolução
$m = 4Kg$ $v = 8m/s$ $k = 400N/m$ x _______?	$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2$ $x = \sqrt{\frac{mv^2}{k}}$	$x = \sqrt{\frac{4.8}{400}}$ $x = 0{,}04m$

Resposta: A deformação da mola é de 0,04m.

3.

Dados	Fórmula	Resolução
$m = 0{,}4Kg$ $h = 4m$ $k = 800N/m$ $g = 10m/s^2$ v _______?	$\frac{1}{2}mv^2 + mgh = \frac{1}{2}kx^2$ $v = \sqrt{\frac{kx^2 - 2mgh}{m}}$	$v = \sqrt{\frac{800.(0{,}2)^2 - 2.0{,}4.10.4}{0{,}4}}$ $v = 0m/s$

Resposta: A velocidade inicial da esfera deve ser nula (0m/s).

Lição 14

1.

Dados	Fórmula	Resolução
$m = 5Kg$ $F = 10N$ $\Delta t = 4s$ v _______?	$I = \Delta p \Rightarrow F\Delta t = p - p_0$ $F\Delta t = mv - mv_0$ $v = \sqrt{\frac{F\Delta t + mv_0}{m}}$	$I = \Delta p \Rightarrow F\Delta t = p - p_0$ $F\Delta t = mv - mv_0$ $v = \sqrt{\frac{F\Delta t + mv_0}{m}}$

Resposta: A velocidade após 4s é de 8m/s.

2.

Dados	Fórmula	Resolução
$m = 4Kg$ $F = 20N$ $\Delta t = 4s$ Δv ______?	$I = \Delta p \Rightarrow F\Delta t = p - p_0$ $F\Delta t = mv - mv_0 \Rightarrow F\Delta t = m\Delta v$ $\Delta v = \sqrt{\frac{F\Delta t}{m}}$	$\Delta v = \sqrt{\frac{20.4}{4}}$ $\Delta v = 20m/s$

Resposta: A velocidade após 4s é de 20m/s.

3.

Dados	Fórmula	Resolução
$m = 2Kg$ $v_0 = 2m/s$ $v = 4m/s$ $\Delta t = 5s$ I ______?	$I = \Delta p$ $I = mv - mv_0$ $I = m(v - v_0)$	$I = 2.(4-2)$ $I = 4N.s$

Resposta: O impulso recebido pelo corpo entre 0 e 5s é de 4S.s

Lição 15

1.

Dados	Fórmula	Resolução
$m_1 = 50Kg$ $v_1 = 6m/s$ $m_2 = 10Kg$ $v_2 = 0m/s$ v ______?	$P_{1a} + P_{2a} = P_{1d} + P_{2d}$ $m_1v_{1a} + m_2v_{2a} = m_1v + m_2v$ $v = \frac{m_1v_{1a} + m_2v_{2a}}{m_1 + m_2}$	$v = \frac{50.6 + 10.0}{50 + 10}$ $v = 5m/s$

Resposta: A velocidade final do conjunto é de 5m/s.

2.

Dados	Fórmula	Resolução
$m_1 = 600Kg$ $v_1 = 100m/s$ $m_2 = 4Kg$ $v_2 = 0m/s$ v ______?	$P_{1a} + P_{2a} = P_{1d} + P_{2d}$ $m_1 v_{1a} + m_2 v_{2a} = m_1 v + m_2 v$ $v = \dfrac{m_1 v_{1a} + m_2 v_{2a}}{m_1 + m_2}$	$v = \dfrac{600.100 + 4.0}{600 + 4}$ $v = 99{,}3m/s$

Resposta: A velocidade de recuo do canhão é de 99,3m/s.

Lição 16

1.

Dados	Fórmula	Resolução
$m_1 = 3Kg$ $v_1 = 5m/s$ $m_2 = 2Kg$ $v_2 = 0m/s$ v ______?	$P_{1a} + P_{2a} = P_{1d} + P_{2d}$ $m_1 v_{1a} + m_2 v_{2a} = m_1 v + m_2 v$ $v = \dfrac{m_1 v_{1a} + m_2 v_{2a}}{m_1 + m_2}$	$v = \dfrac{3.5 + 2.0}{3 + 2}$ $v = 3m/s$

Resposta: A velocidade final do conjunto é de 3m/s.

2.

Dados	Fórmula	Resolução
$m_1 = 800Kg$ $v_1 = 100m/s$ $m_2 = 8Kg$ $v_2 = 0m/s$ v ______?	$P_{1a} + P_{2a} = P_{1d} + P_{2d}$ $m_1 v_{1a} + m_2 v_{2a} = m_1 v + m_2 v$ $v = \dfrac{m_1 v_{1a} + m_2 v_{2a}}{m_1 + m_2}$	$v = \dfrac{800.100 + 8.0}{800 + 8}$ $v = 99{,}01m/s$

Resposta: A velocidade de recuo do canhão é de 99,01m/s.

3.

Dados	Fórmula	Resolução
$m_1 = 40000Kg$ $v_1 = 3m/s$ $m_2 = 20000Kg$ $v_2 = 0m/s$ v ______?	$P_{1a} + P_{2a} = P_{1d} + P_{2d}$ $m_1 v_{1a} + m_2 v_{2a} = m_1 v + m_2 v$ $v = \frac{m_1 v_{1a} + m_2 v_{2a}}{m_1 + m_2}$	$v = \frac{40000.3 + 20000.0}{40000 + 20000}$ $v = 2m/s$

Resposta: A velocidade de recuo do canhão é de 2m/s.

Lição 17

1.

Dados:

$m_1 = 4Kg$

$v_1 = 4m/s$

$m_2 = 2Kg$

$v_2 = 0m/s$

v ______?

Fórrmula:

$$P_{1a} + P_{2a} = P_{1d} + P_{2d}$$

$$\begin{cases} m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2 \\ v_1 - v_2 = -(u_2 - u_1) \end{cases}$$

Resolução:

$$\begin{cases} 4.4 + 2.0 = 4u_1 + 2u_2 \\ .4 - 0 = 4u_1 - 2u_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 4u_1 + 2u_2 = 16 \\ 4u_1 - 2u_2 = 4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2u_1 + u_2 = 8 \\ 2u_1 - u_2 = 2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} - \\ 4u_1 = 10 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} - \\ u_1 = 2,5\,m/s \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2 \cdot 2,5 + u_2 = 8 \\ u_1 = 2,5\,m/s \end{cases}$$

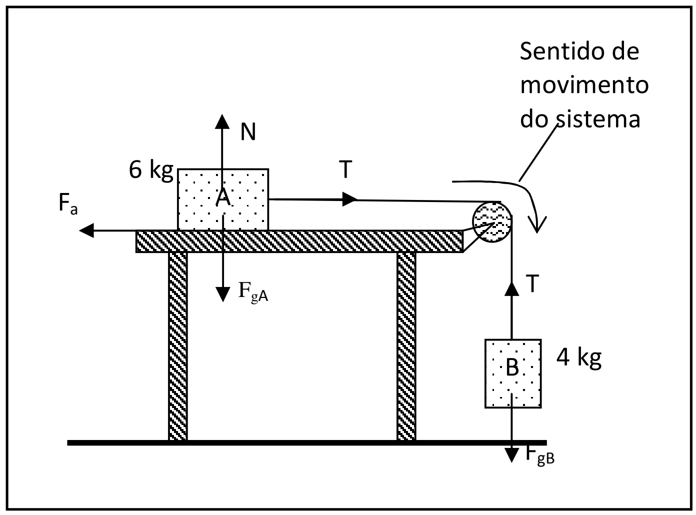
$$\Rightarrow \begin{cases} 5 + u_2 = 8 \\ u_1 = 2,5\,m/s \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_2 = 8 - 5 \\ u_1 = 2,5\,m/s \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_2 = 3\,m/s \\ u_1 = 2,5\,m/s \end{cases}$$

Resposta: As velocidades das esferas de 4 e 2 kg após a colisão são de 2,5 e 3 m/s, respectivamente.

Soluções teste de preparação de final de módulo

1. Na resolução deste tipo de exercícios é aconselhável aplicar os seguintes passos:

- Representar todas as forças que actuam sobre os dois corpos.
- Indicar o sentido de movimento do sistema e aplicar a 2a Lei de Newton para os dois corpos.



$$\begin{cases} T - F_a = m_A.a \\ F_{gB} - T = m_B.a \end{cases} \Rightarrow T - F_a + F_{gB} - T = m_A.a + m_B.a \Rightarrow F_{gB} - F_a = a(m_A + m_B)$$

$$\Rightarrow m_B.g - \mu.N_A = a(m_A + m_B)$$

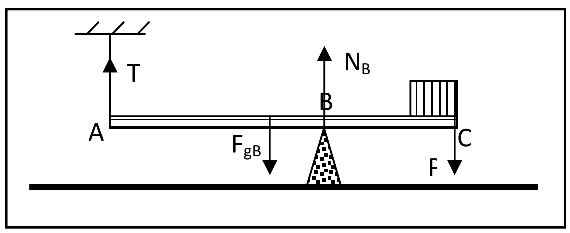
$$\Rightarrow a = \frac{m_B.g - \mu.m_A.g}{m_A + m_B} \Rightarrow a = \frac{4.10 - 0{,}25.6.10}{6+4} \Rightarrow a = 2{,}5\ m.s^{-2}$$

$$\Rightarrow T - F_a = m_A.a \Rightarrow T = m_A.a + \mu.N_A \Rightarrow T = m_A.a + \mu.m_A.g$$

$$\Rightarrow T = 6.2{,}5 + 0{,}25.6.10 \Rightarrow T = 30\ N$$

2. Na resolução deste tipo de exercícios, convém obedecer aos seguintes passos:

- Representar todas as forças que actuam apenas sobre a barra.
- Escolher um ponto qualquer da barra, que passa a ser considerado o seu centro de rotação.
- Calcular o momento de todas as forças que actuam sobre a barra em relação ao eixo escolhido.
- Escolher o sentido de rotação positivo da barra sobre o eixo escolhido.
- Aplicar a condição de equilíbrio de rotação, tendo em conta a regra dos sinais dos momentos de cada força.
- Aplicar a condição de equilíbrio de translação.



Nota: O eixo escolhido é o ponto "B".

$$M_T = T.\ \overline{AB}\ .\ \text{sen}90° = T.\ 3.1 = 3T$$

$$M_{F_{gB}} = F_{gB}.\frac{\overline{AC}}{2}\ .\ \text{sen}(90°)\ = m_B.g.\frac{5}{2} = 100.10.2,5.1 = 2500\ \text{N.m}$$

$$M_{N_B} = N_B.\overline{BB}.\text{sen}(90°) = N_B.0.1 = 0$$

$$M_P = P.\overline{BC}.\text{sen}(90°) = m.g.2.1 = 50.10.2.1 = 1000\ \text{N.m}$$

Nota: O sentido de rotação positivo escolhido foi o horário.

$$\Sigma M = 0 \Rightarrow M_T - M_{N_B} + N_B + M_P = 0 \Rightarrow 3T - 2500 + 0 + 1000 = 0$$

$$\Rightarrow 3T = 1500 \Rightarrow T = \frac{1500}{3} \Rightarrow T = 500\ \text{N}$$

$$\begin{cases} F_{RX} = 0 \\ F_{RY} = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow T - F_{gB} + N_B - P = 0 \Rightarrow T - m_B.g + N_B - m.g = 0$$

$$\Rightarrow 500 - 100.10 + N_B - 50.10 = 0 \Rightarrow N_B = 1000\ N$$