

Lista Completa de Conteúdos

Almanaque da Física

VOLUME 1 - CINEMÁTICA

- Velocidade e MU
- Aceleração e MUV
- Gráficos do MU e MUV
- Lançamentos Verticais
- Lançamento Horizontal e Oblíquo
- Movimento Circular
- Frequência e Período
- Transmissão de Movimentos

VOLUME 2 - DINÂMICA

- Leis de Newton
- Forças da Dinâmica (Peso, Normal, Atrito, Força Elástica e Tração)
- Plano Inclinado (com e sem atrito)
- Polias e Elevadores
- Força Centrípeta
- Energia Mecânica
- Trabalho e Potência Mecânica
- Momento Linear e Impulso
- Colisões

VOLUME 3 - ESTÁTICA

- Decomposição de Vetores
- Equilíbrio de Ponto
- Torque e Alavancas
- Equilíbrio de Corpo Extenso

VOLUME 4 - HIDROSTÁTICA

- Densidade
- Pressão Atmosférica
- Pressão Hidrostática
- Empuxo
- Prensa Hidráulica
- Vasos Comunicantes

VOLUME 5 - GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

- Campo Gravitacional
- Força Gravitacional
- Leis de Kepler
- Orbitas
- Período Orbital e Velocidade Orbital
- Ano-luz
- Eclipses

VOLUME 6 - ONDULATÓRIA

- Classificação e Elementos das Ondas
- Movimento Harmônico Simples
- Pêndulo e Sistema Massa-mola
- Reflexão
- Refração
- Difração
- Polarização
- Interferência
- Ressonância
- Acústica e Qualidades do Som
- Potência e Nível Sonoro
- Efeito Doppler
- Ondas Estacionárias
- Tubos Sonoros Abertos e Fechados

VOLUME 7 - ÓPTICA

- Luz
- Cores
- Câmara Escura
- Espelhos Esféricos
- Lentes Esféricas
- Miopia e Hipermetropia

VOLUME 8 - TERMOLOGIA

- Termometria (Celsius, Fahrenheit, Kelvin)
- Transmissão de Calor
- Calor Sensível e Calor Latente
- Equilíbrio Térmico
- Gases e Transformações Gasosas
- Energia Interna e Trabalho
- Leis da Termodinâmica
- Máquinas Térmicas e Refrigeradores
- Dilatação Térmica

VOLUME 9 - ELETROMAGNETISMO

- Átomo e Cargas Elétricas
- Eletrização (Contato, Indução e Atrito)
- Força Elétrica e Campo Elétrico
- Potencial Elétrico e Tensão Elétrica
- Corrente Elétrica
- Resistores, Geradores e Capacitores
- Potência Elétrica e Consumo
- Leis de Kirchhoff
- Ímãs e Campo Magnético
- Força Magnética

VOLUME 10 - RELATIVIDADE

- Relatividade Galileana
- Relatividade de Einstein
- O Fator Lorentz
- Contração do Comprimento
- Dilatação do Tempo
- $E = mc^2$ - Massa e Energia

**Veja uma amostra
do material na
página seguinte**

VOLUME 2 - DINÂMICA
PARTE C - PLANO INCLINADO



#2c

ALMANAQUE DA FÍSICA

MARCIO
AZULAY



SUMÁRIO

04 PLANO INCLINADO

08 COMPONENTES

14 MOVIMENTO SEM ATRITO

20 MOVIMENTO COM ATRITO

**Almanaque da Física
Volume 2 - Dinâmica
Parte C - Plano Inclinado
Edição 7 • 2026**

Escrito e Ilustrado por Márcio Azulay

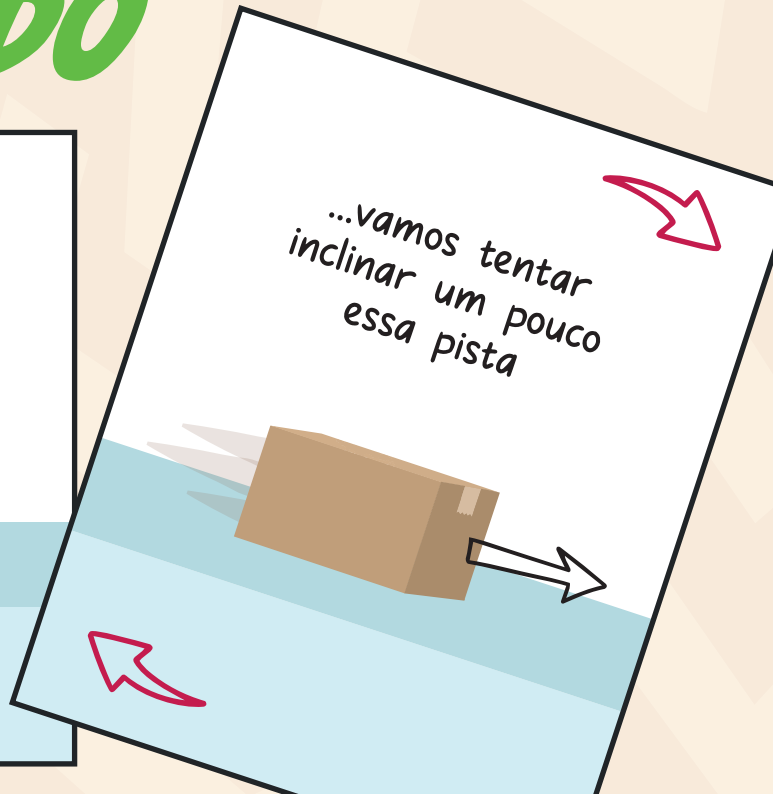
Este material não pode ser
compartilhado, vendido ou editado
sem a autorização do autor.

PLANO INCLINADO

Depois de trabalhar com os movimentos mais simples na horizontal...



...vamos tentar inclinar um pouco essa pista



E em casos como esse, não é obrigatório acrescentar uma força para empurrar o bloco

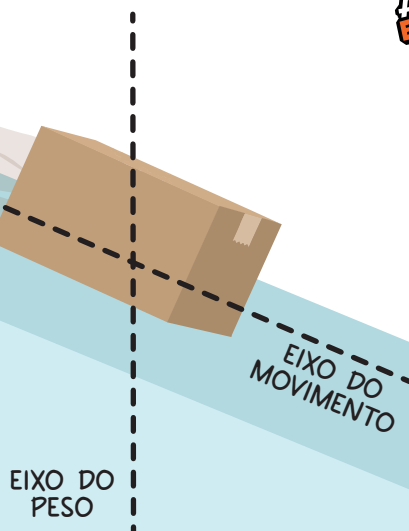
O seu próprio peso consegue movimentá-lo



MARCIO
AZULAY
EXATAS

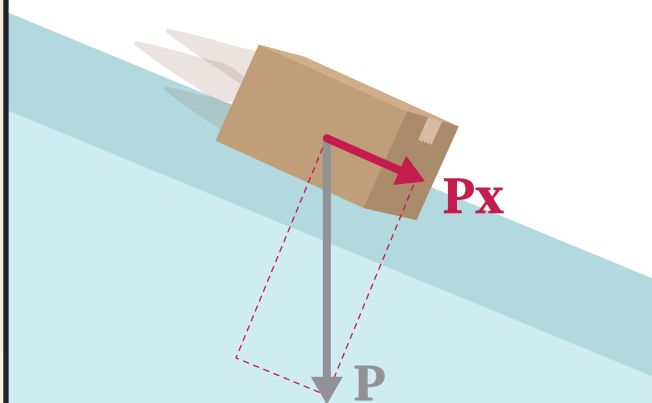
Mas percebemos um
pequeno problema
que pode atrapalhar
os nossos cálculos

A direção do movimento
não coincide com a
direção do vetor peso



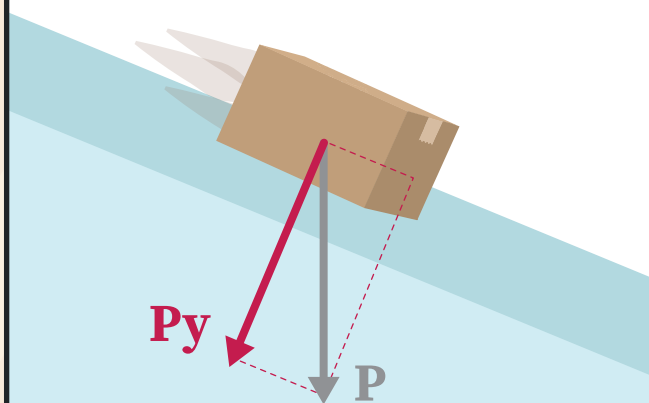
É por isso que, em casos de plano inclinado, vamos
precisar usar a DECOMPOSIÇÃO DE VETORES, isso
vai facilitar muito a aplicação das Leis de Newton

Criaremos uma componente
do peso **PARALELA** ao plano
que chamaremos de P_x



Ela tende a produzir
o **MOVIMENTO DE**
DESCIDA do bloco

E a outra componente
será P_y , **PERPENDICULAR**
ao plano inclinado



Ela comprime o corpo
contra a superfície

EXERCÍCIOS

PLANO INCLINADO

- 01.** Explique brevemente por que é conveniente decompor a força peso ao analisar o movimento de um corpo em um plano inclinado.
- 02.** Explique o papel das componentes P_x e P_y da força peso na análise de um corpo sobre um plano inclinado.

01.

A força peso é vertical, enquanto os eixos mais convenientes para analisar um plano inclinado são um eixo paralelo e outro perpendicular ao plano.

Ao decompor o peso nessas duas direções, podemos analisar separadamente os efeitos da força peso e aplicar mais facilmente a Segunda Lei de Newton.

02.

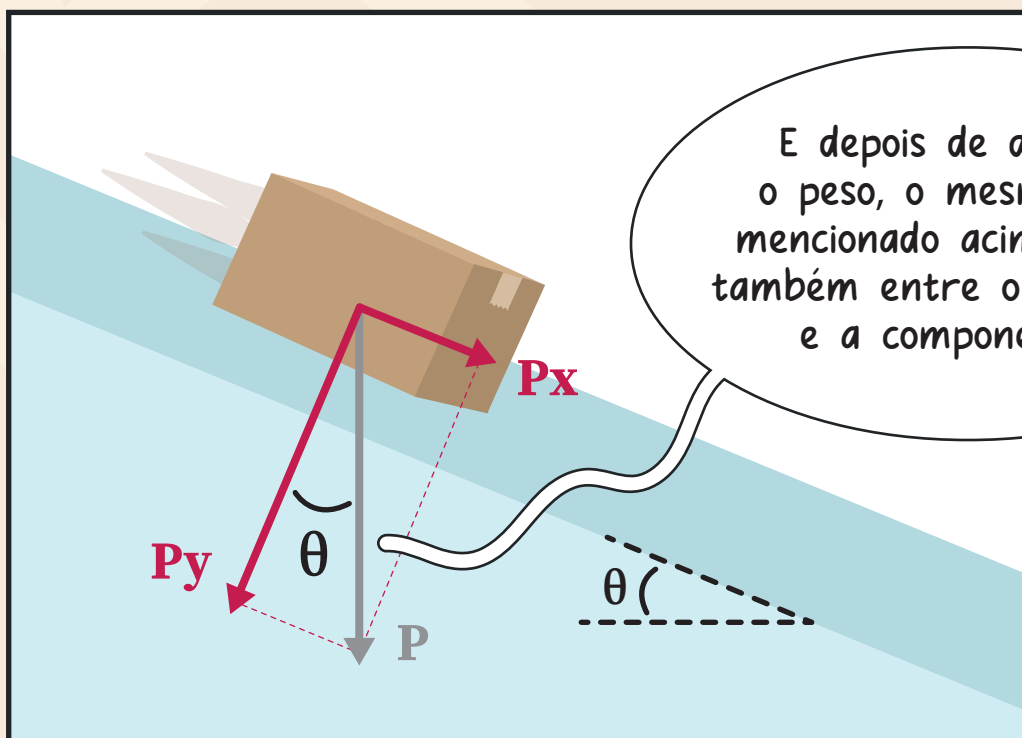
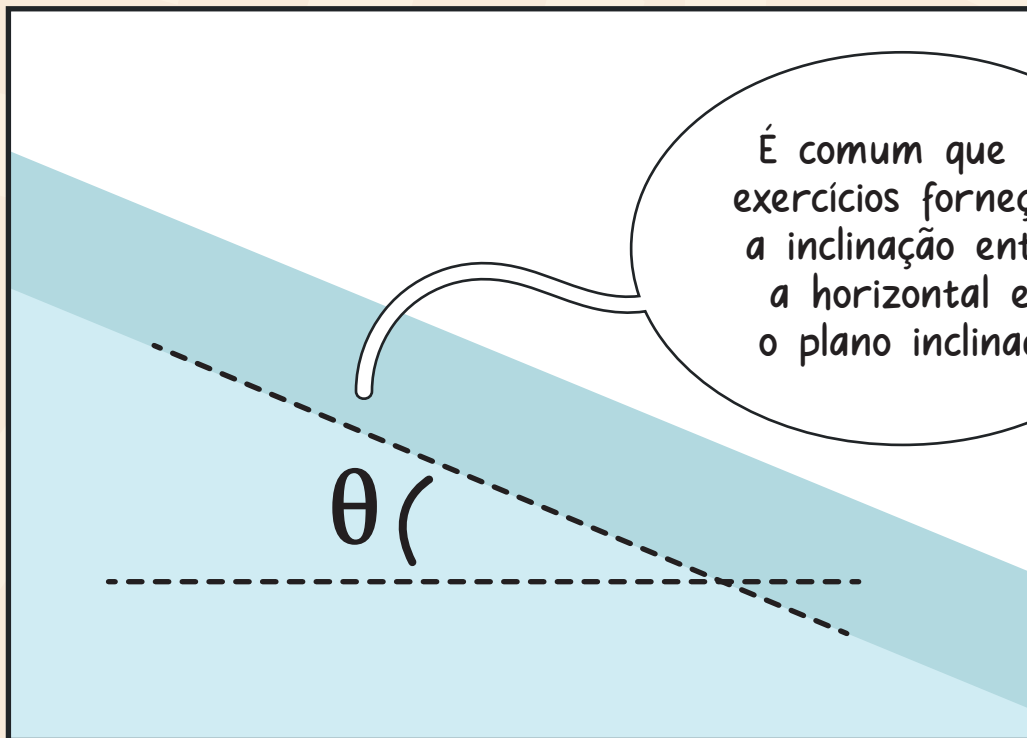
P_x : componente do peso paralela ao plano, responsável por favorecer o movimento de descida do corpo ao longo da rampa.

P_y : componente do peso perpendicular ao plano, responsável por pressionar o corpo contra a superfície.

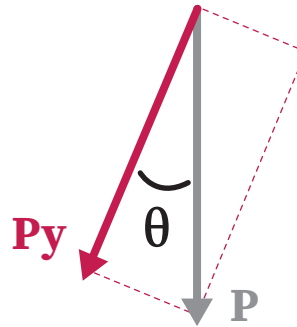
COMPONENTES

Nesse capítulo, vamos aprender a calcular as componentes do peso P_x e P_y

www.marcioazulayexatas.com



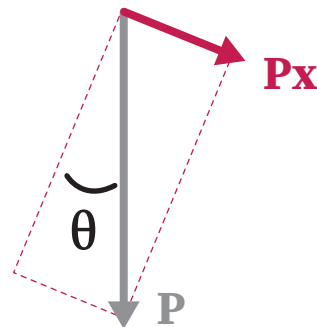
Perceba que a
componente P_y
está ADJACENTE
ao ângulo θ



Isso significa que ela recebe
a função COSSENO

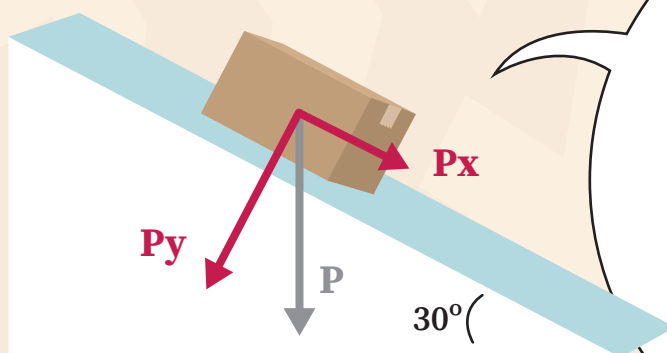
$$P_y = P \cdot \cos(\theta)$$

O contrário acontece
com a componente
paralela P_x que
se encontra OPOSTA
ao ângulo θ



Por ser oposta ao ângulo, recebe
a função trigonométrica SENO

$$P_x = P \cdot \sin(\theta)$$

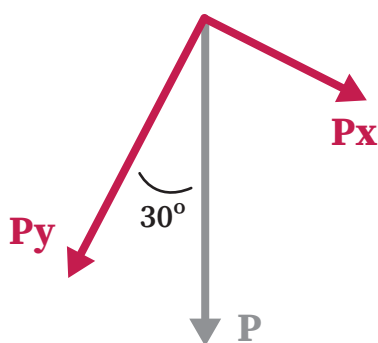


Vamos ver um exemplo...

Imagine que temos um bloco de peso 50N sobre um plano com inclinação de 30° em relação à horizontal

Quais seriam os valores das suas componentes P_x e P_y ?

Ao analisar o ângulo, podemos deslocá-lo para a posição entre o vetor peso e sua componente P_y



A componente P_y está ADJACENTE ao ângulo, por isso multiplicamos o peso pela função cosseno de $30^\circ = 0,87$

$$P_y = P \cdot \cos(\theta)$$

$$P_y = 50 \cdot 0,87$$

$$P_y = 43,5 \text{ N}$$

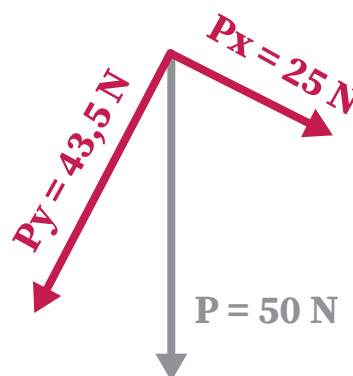
E a componente P_x está OPOSTA ao ângulo, por isso multiplicamos o peso pela função seno de $30^\circ = 0,50$

$$P_x = P \cdot \sin(\theta)$$

$$P_x = 50 \cdot 0,50$$

$$P_x = 25 \text{ N}$$

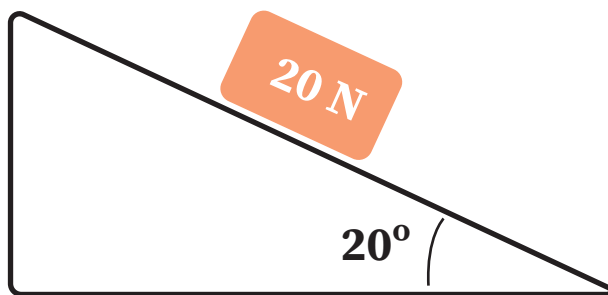
E assim achamos os valores numéricos de cada componente



EXERCÍCIOS COMPONENTES

01. Um bloco de peso 20 N está sobre um plano inclinado, o ângulo entre o plano e a horizontal é 20° .

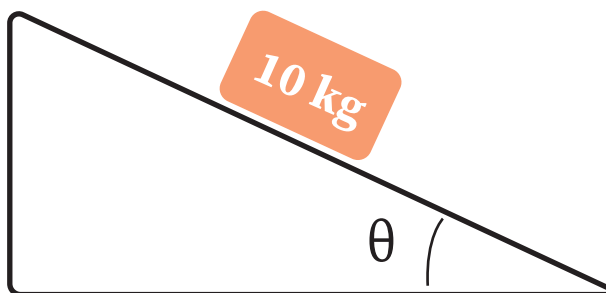
Determine as componentes P_x e P_y do peso do bloco.



$$\begin{aligned}\sin 20^\circ &= 0,34 \\ \cos 20^\circ &= 0,94\end{aligned}$$

02. Um bloco de massa 10 kg está sobre um plano inclinado, o ângulo entre o plano e a horizontal é θ .

Determine as componentes P_x e P_y do peso do bloco.



$$\begin{aligned}\sin \theta &= 0,65 \\ \cos \theta &= 0,76 \\ g &= 10 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

01.

$$P_x = P \cdot \sin(20)$$

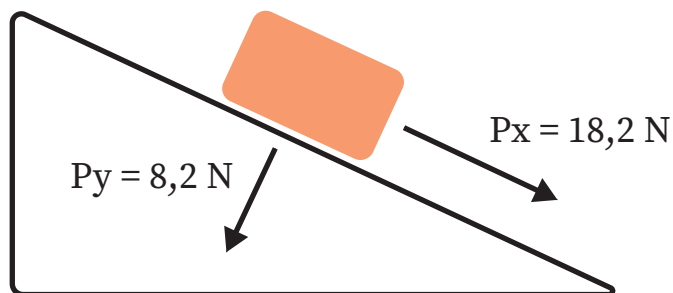
$$P_x = (20) \cdot (0,34)$$

$$P_x = 6,8 \text{ N}$$

$$P_y = P \cdot \cos(20)$$

$$P_y = (20) \cdot (0,94)$$

$$P_y = 18,8 \text{ N}$$

**02.**

Encontre o peso:

$$P = m \cdot g$$

$$P = (10) \cdot (10)$$

$$P = 100 \text{ N}$$

$$P_x = P \cdot \sin(\theta)$$

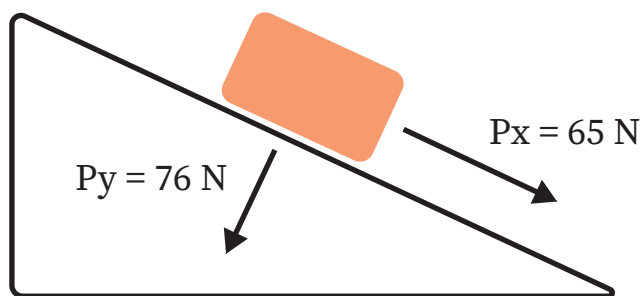
$$P_x = (100) \cdot (0,65)$$

$$P_x = 65 \text{ N}$$

$$P_y = P \cdot \cos(\theta)$$

$$P_y = (100) \cdot (0,76)$$

$$P_y = 76 \text{ N}$$



ANOTAÇÕES

MOVIMENTO SEM ATRITO

Lembra que somente a componente P_x será responsável pelo movimento de descida?

É ela que iremos usar na equação fundamental da dinâmica (Segunda Lei de Newton)

1000 N

P_x

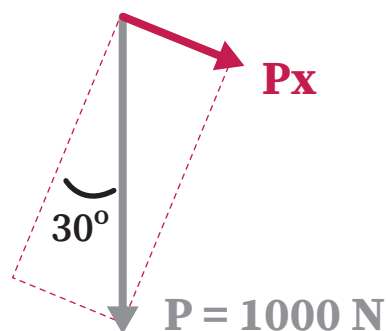
MARCIO AZULAY EXATAS

Imagine que temos um bloco com 1000 N de peso descendo um plano inclinado em 30°

30° (

Qual será a sua ACELERAÇÃO na descida?

Nesse exemplo,
o primeiro passo
é encontrar
a componente
 P_x do peso



Usamos
a função
SENO

$$P_x = P \cdot \text{sen}(30^\circ)$$

$$P_x = 1000 \cdot 0,5$$

$$P_x = 500 \text{ N}$$

Depois disso, aplicamos
a Segunda Lei de Newton

$$F = m \cdot a$$



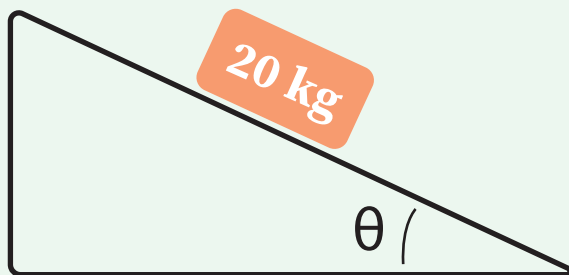
Simple assim...
a aceleração do
bloco pela rampa
é de 5 m/s^2

$$\begin{aligned} F &= m \cdot a \\ P_x &= m \cdot a \\ 500 &= 100 \cdot a \\ a &= 5 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

EXERCÍCIOS

MOVIMENTO SEM ATRITO

Resolvido Um bloco de 20 kg está sobre um plano inclinado, o ângulo entre o plano e a horizontal é θ .



$$\sin \theta = 0,6$$

$$\cos \theta = 0,8$$

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

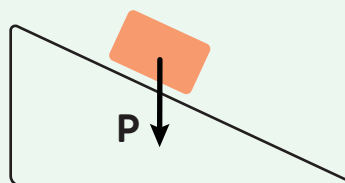
Desconsidere qualquer atrito e determine:

- a) O peso do bloco
- b) A componente P_x do peso
- c) A aceleração do bloco

RESOLUÇÃO

a) Use a fórmula do peso:

$$\begin{aligned} P &= m \cdot g \\ P &= (20) \cdot (10) \\ P &= 200 \text{ N} \end{aligned}$$



b) Use o seno para encontrar P_x :

$$\begin{aligned} P_x &= P \cdot \sin(\theta) \\ P_x &= (200) \cdot (0,6) \\ P_x &= 120 \text{ N} \end{aligned}$$

EXERCÍCIOS

MOVIMENTO SEM ATRITO

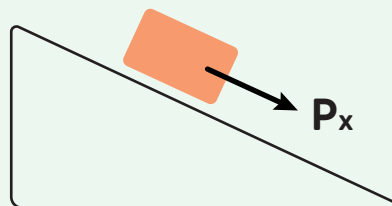
c) Para a descida do bloco, iremos considerar somente as forças paralelas ao plano, nesse caso, só temos a componente P_x .

$$F = m \cdot a$$

$$P_x = m \cdot a$$

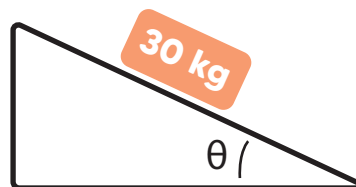
$$(120) = (20) \cdot a$$

$$a = 6 \text{ m/s}^2$$



01. Um bloco de 30 kg está sobre um plano inclinado, o ângulo entre o plano e a horizontal é θ . Desconsidere qualquer atrito e determine:

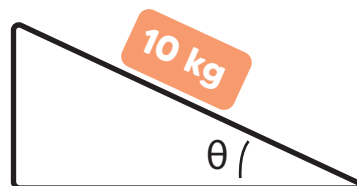
- a) O peso do bloco
- b) A componente P_x do peso
- c) A aceleração do bloco



$$\begin{aligned}\text{sen } \theta &= 0,34 \\ \cos \theta &= 0,94 \\ g &= 10 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

02. Um bloco de 10 kg está sobre um plano inclinado, o ângulo entre o plano e a horizontal é θ . Desconsidere qualquer atrito e determine:

- a) O peso do bloco
- b) A componente P_x do peso
- c) A aceleração do bloco



$$\begin{aligned}\text{sen } \theta &= 0,42 \\ \cos \theta &= 0,90 \\ g &= 10 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$



01 a) $P = m \cdot g$
 $P = (30) \cdot (10)$
 $P = 300 \text{ N}$

b) $P_x = P \cdot \sin(\theta)$
 $P_x = (300) \cdot (0,34)$
 $P_x = 102 \text{ N}$

c) $F = m \cdot a$
 $P_x = m \cdot a$
 $(102) = (30) \cdot a$
 $a = 3,4 \text{ m/s}^2$

02 a) $P = m \cdot g$
 $P = (10) \cdot (10)$
 $P = 100 \text{ N}$

b) $P_x = P \cdot \sin(\theta)$
 $P_x = (100) \cdot (0,42)$
 $P_x = 42 \text{ N}$

c) $F = m \cdot a$
 $P_x = m \cdot a$
 $(42) = (10) \cdot a$
 $a = 4,2 \text{ m/s}^2$

ANOTAÇÕES

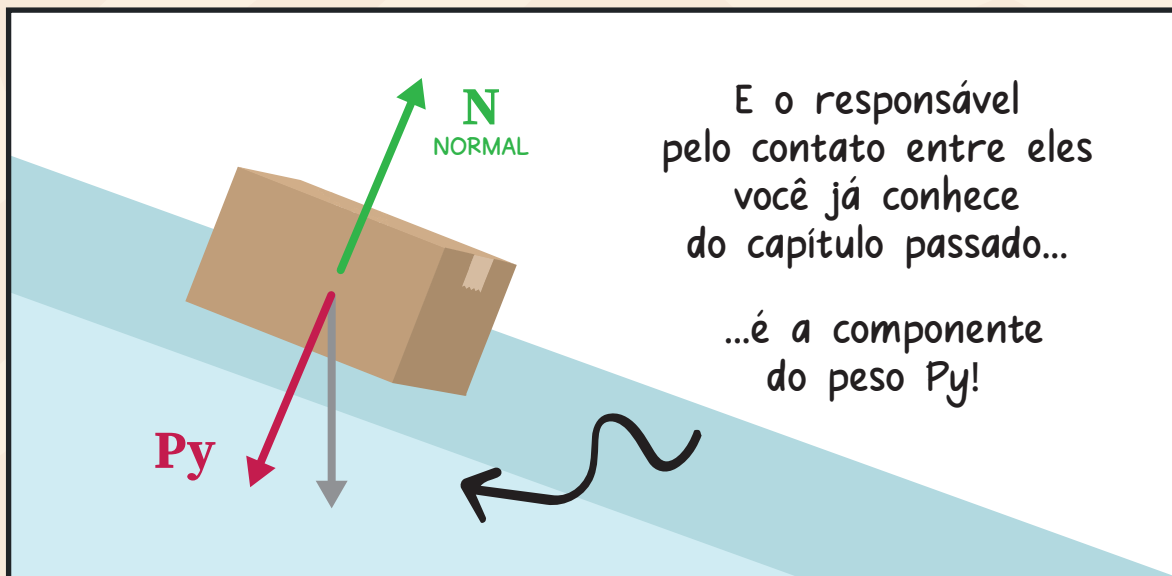
MOVIMENTO COM ATRITO

Se o plano possui atrito, imediatamente devemos resgatar a sua fórmula

$$F_{AT} = N \cdot \mu$$

Perceba que ela depende da **FORÇA NORMAL**, a força que aparece devido ao contato entre o plano e o bloco

www.marcioazulayexatas.com

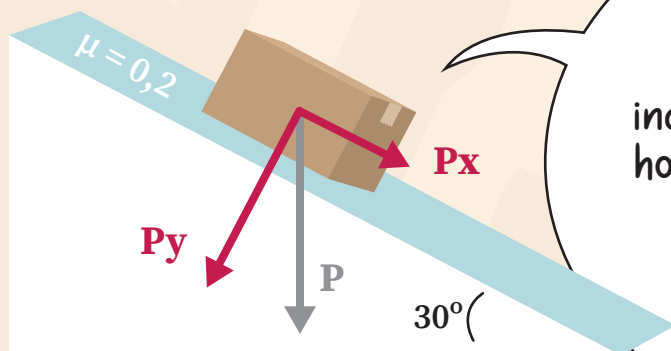


E o responsável pelo contato entre eles você já conhece do capítulo passado...

...é a componente do peso P_y !

A normal e o P_y são numericamente iguais
(Quando não há outra força extra)

$$N = P_y$$



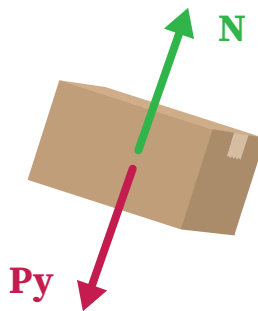
Imagine que temos um bloco de massa 5 kg sobre um plano com inclinação de 30° em relação à horizontal. Qual é a aceleração do bloco considerando um atrito com coeficiente de 0,2 entre o plano e o bloco?

Primeiro encontramos as duas componentes P_x e P_y

$$\begin{aligned} P_x &= P \cdot \sin(30^\circ) \\ P_x &= 50 \cdot 0,50 \\ P_x &= 25,0 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_y &= P \cdot \cos(30^\circ) \\ P_y &= 50 \cdot 0,87 \\ P_y &= 43,5 \text{ N} \end{aligned}$$

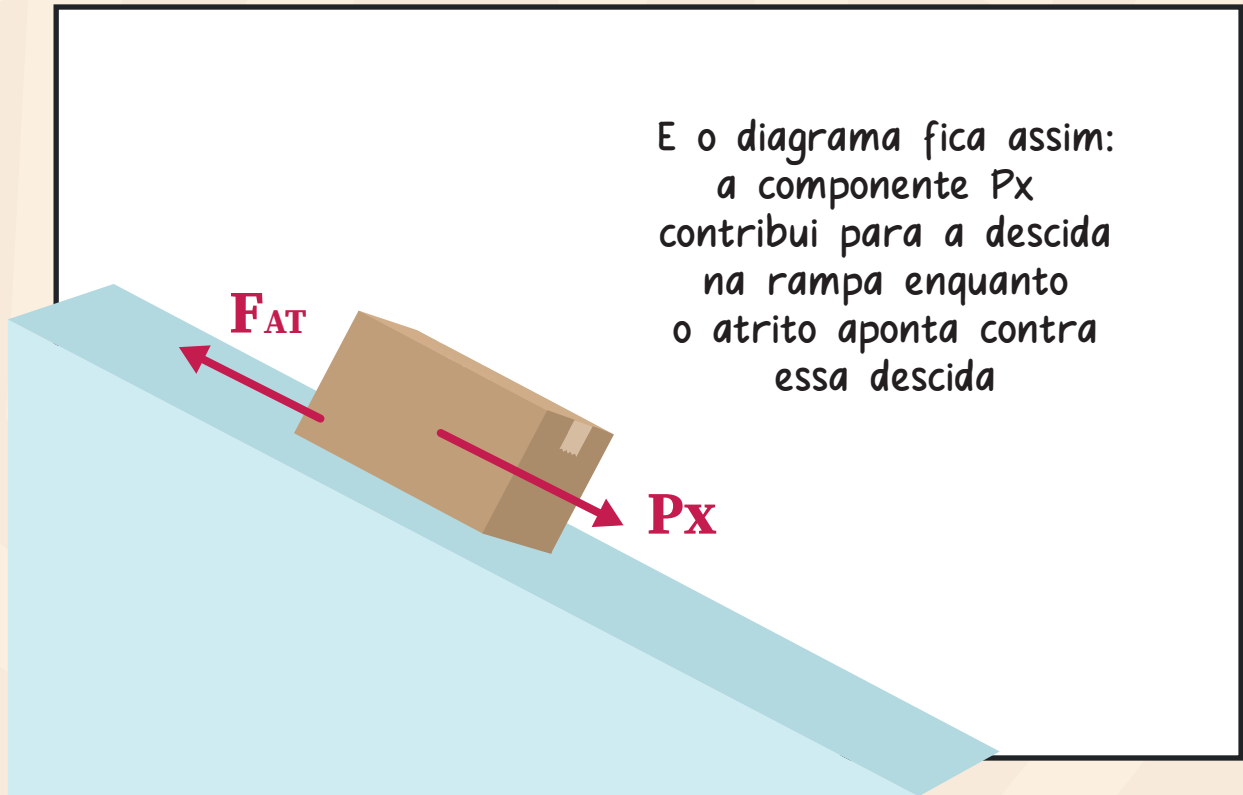
A força normal é numericamente igual à componente P_y pois são as únicas forças perpendiculares ao plano



$$\begin{aligned} N &= P_y \\ N &= 43,5 \text{ N} \end{aligned}$$

Usamos esse valor e o coeficiente 0,2 para calcular a FORÇA DE ATRITO

$$\begin{aligned} F_{AT} &= N \cdot \mu \\ F_{AT} &= (43,5) \cdot (0,2) \\ F_{AT} &= 8,7 \text{ N} \end{aligned}$$



Usamos a
Segunda Lei
de Newton.

E assim
descobrimos
a aceleração
do bloco.

$$F = m \cdot a$$

$$P_x - F_{AT} = m \cdot a$$

$$(25,0) - (8,7) = (5) \cdot a$$

$$16,3 = 5 \cdot a$$

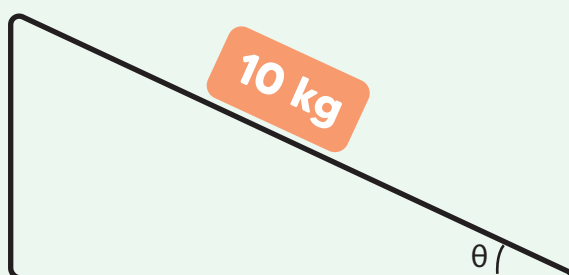
$$a = 3,26 \text{ m/s}^2$$

EXERCÍCIOS

MOVIMENTO COM ATRITO

Resolvido

Um bloco de 10 kg está sobre um plano inclinado, o ângulo entre o plano e a horizontal é θ . Considere que o coeficiente de atrito entre o bloco e o plano é de 0,4. Determine:



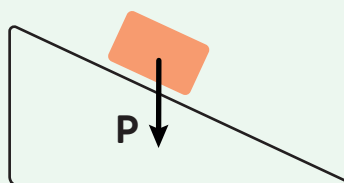
$$\begin{aligned}\sin \theta &= 0,6 \\ \cos \theta &= 0,8 \\ g &= 10 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

- a) O peso do bloco
- b) As componentes do vetor peso
- c) A força Normal (N) entre o bloco e o plano
- d) A força de atrito
- e) A aceleração do bloco

RESOLUÇÃO

- a) Use a fórmula do peso:

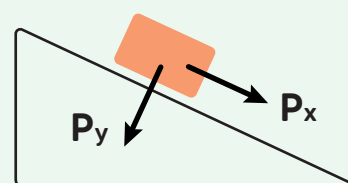
$$\begin{aligned}P &= m \cdot g \\ P &= (10) \cdot (10) \\ P &= 100 \text{ N}\end{aligned}$$



- b) Use as fórmulas das componentes:

$$\begin{aligned}P_x &= P \cdot \sin(\theta) \\ P_x &= (100) \cdot (0,6) \\ P_x &= 60 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_y &= P \cdot \cos(\theta) \\ P_y &= (100) \cdot (0,8) \\ P_y &= 80 \text{ N}\end{aligned}$$

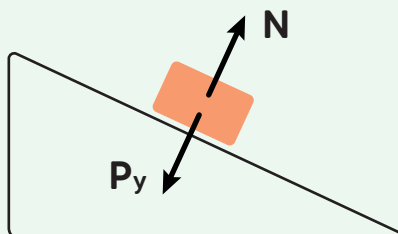


EXERCÍCIOS

MOVIMENTO COM ATRITO

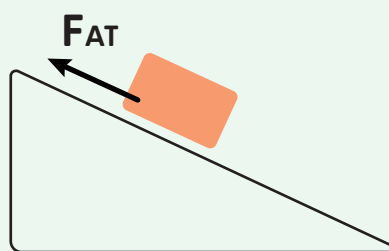
c) As forças perpendiculares ao plano são a Normal e a componente P_y :

$$N = P_y$$
$$N = 80 \text{ N}$$



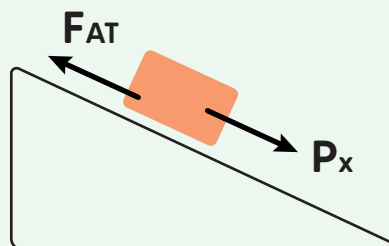
d) Use a fórmula da força de atrito, use o coeficiente 0,4:

$$F_{AT} = N \cdot \mu$$
$$F_{AT} = (80) \cdot (0,4)$$
$$F_{AT} = 32 \text{ N}$$



e) Para a descida do bloco, iremos considerar somente as forças paralelas ao plano, nesse caso, temos a componente P_x e a força de atrito:

$$F = m \cdot a$$
$$P_x - F_{AT} = m \cdot a$$
$$60 - 32 = (10) \cdot a$$
$$28 = 10a$$
$$a = 2,8 \text{ m/s}^2$$



EXERCÍCIOS

MOVIMENTO COM ATRITO

01. Um bloco de 5 kg está sobre um plano inclinado, o ângulo entre o plano e a horizontal é θ . Considere que o coeficiente de atrito entre o bloco e o plano é de 0,3. Determine:

- a) O peso do bloco
- b) As componentes do vetor peso
- c) A força Normal (N) entre o bloco e o plano
- d) A força de atrito
- e) A aceleração do bloco

$$\text{sen } \theta = 0,77$$

$$\text{cos } \theta = 0,64$$

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

02. Um bloco de 80 kg está sobre um plano inclinado, o ângulo entre o plano e a horizontal é θ . Considere que o coeficiente de atrito entre o bloco e o plano é de 0,25. Determine:

- a) O peso do bloco
- b) As componentes do vetor peso
- c) A força Normal (N) entre o bloco e o plano
- d) A força de atrito
- e) A aceleração do bloco

$$\text{sen } \theta = 0,7$$

$$\text{cos } \theta = 0,7$$

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

01

a) $P = m \cdot g$

$$P = (5) \cdot (10)$$

$$P = 50 \text{ N}$$

b) $P_x = P \cdot \sin(\theta)$

$$P_x = (50) \cdot (0,77)$$

$$P_x = 38,5 \text{ N}$$

$$P_y = P \cdot \cos(\theta)$$

$$P_y = (50) \cdot (0,64)$$

$$P_y = 32 \text{ N}$$

c) $N = P_y$

$$N = 32 \text{ N}$$

d) $F_{at} = N \cdot \mu$

$$F_{at} = (32) \cdot (0,3)$$

$$F_{at} = 9,6 \text{ N}$$

e) $F = m \cdot a$

$$P_x - F_{at} = m \cdot a$$

$$38,5 - 9,6 = (5) \cdot a$$

$$5a = 28,9$$

$$a = 5,78 \text{ m/s}^2$$

02

a) $P = m \cdot g$

$$P = (80) \cdot (10)$$

$$P = 800 \text{ N}$$

b) $P_x = P \cdot \sin(\theta)$

$$P_x = (800) \cdot (0,7)$$

$$P_x = 560 \text{ N}$$

$$P_y = P \cdot \cos(\theta)$$

$$P_y = (800) \cdot (0,7)$$

$$P_y = 560 \text{ N}$$

c) $N = P_y$

$$N = 560 \text{ N}$$

d) $F_{at} = N \cdot \mu$

$$F_{at} = (560) \cdot (0,25)$$

$$F_{at} = 140 \text{ N}$$

e) $F = m \cdot a$

$$P_x - F_{at} = m \cdot a$$

$$560 - 140 = (80) \cdot a$$

$$80a = 420$$

$$a = 5,25 \text{ m/s}^2$$

**MARCIO
AZULAY
EXATAS**

**ALMANAQUE
DA
FÍSICA**