



PROFISSÃO
POLICIAL

Física

Professor Alexandre Monteiro

Física

Professor Alexandre Monteiro

Sumário

1	CONCEITO INICIAIS SOBRE A DINÂMICA	2
2	AS TRÊS LEIS DE NEWTON	3
2.1	A PRIMEIRA LEI DE NEWTON – LEI DA INÉRCIA	3
2.2	A SEGUNDA LEI DE NEWTON – PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA (PFD)	5
2.3	A TERCEIRA LEI DE NEWTON – O PRINCÍPIO DA AÇÃO E REAÇÃO	7
3	FORÇA ATRITO	12
3.1	FORÇA ATRITO ESTÁTICO	15
3.2	FORÇA ATRITO CINÉTICO OU DINÂMICO.....	16
3.3	ESQUEMATIZANDO.....	17
4	FORÇA ELÁSTICA	18
5	APLICAÇÕES DAS LEIS DE NEWTON.....	21
5.1	NO PLANO HORIZONTAL	21
5.2	NA VERTICAL	29
5.2.1	<i>Cordas</i>	<i>29</i>
5.2.2	<i>Polias.....</i>	<i>29</i>
5.2.3	<i>Elevadores.....</i>	<i>30</i>
5.3	NO PLANO INCLINADO.....	31
5.4	NA CURVA	37
5.4.1	<i>Aceleração centrípeta máxima para realizar uma curva sem derrapar.....</i>	<i>42</i>
5.4.2	<i>Aceleração centrípeta máxima para realizar uma curva sem derrapar.....</i>	<i>42</i>
6	QUESTÕES DE RENDIMENTO	44

LEIS DE NEWTON

1 CONCEITO INICIAIS SOBRE A DINÂMICA

Nesta aula, vamos dar início a uma nova vertente da Física que se chama “Dinâmica”. Essa parte é diferente da Cinemática, pois a Dinâmica quer saber as causas do movimento. A Cinemática preocupa-se somente com a descrição do movimento.

Quando começamos a analisar as causas do movimento, estamos querendo saber que força movimentou aquele objeto ou que forças estão atuando para deixar certo corpo em repouso.

Essa análise precisa de certos cuidados ou considerações:

- (1) De onde você está observando o corpo?
 - ✓ Você é um observador que está parado ou está em movimento?
 - ✓ Se você está em movimento, você está em MRU ou MRUV?
- (2) O quão difícil é movimentar o corpo?
 - ✓ Se esse corpo está parado, você consegue movimentar ele fácil?
 - ✓ Se ele está em movimento, você consegue fazer com que ele pare facilmente?
 - ✓ Essa força que você precisa aplicar provoca que reação no corpo?
 - ✓ Se fosse em outro corpo, seria mais fácil ou mais difícil?
- (3) Quais são as forças aplicadas naquele corpo especificamente?
 - ✓ Considere apenas as forças que atuam no corpo!
 - ✓ Despreze todas as outras que não estão sendo aplicadas no corpo!
 - ✓ Força aplicada em um corpo é diferente da força que esse corpo aplica!
 - ✓ Queremos saber apenas as forças que estão sendo aplicadas no corpo, não interessa o que esse corpo faz com outro.

Esses três tópicos com perguntas sem respostas até então fazem parte da análise feita pelas Três Leis de Newton. É isso que vamos começar a estudar agora!

2 AS TRÊS LEIS DE NEWTON

As Leis de Newton são importantíssimas para o estudo da dinâmica. Essas três leis juntas permitem a análise das forças em um sistema de interação entre corpos (perceba que constantemente eu vou citar a palavra “corpo”, pois isso induz que estamos considerando a massa nessa análise).

2.1 A Primeira Lei de Newton – Lei da Inércia

Quando falamos de força, temos que saber a massa. A massa é uma propriedade intrínseca do corpo. Sabemos o que é 1 kg, mas como isso foi definido. Você já parou para refletir sobre isso? Já viajou nessa pergunta rsrs?

Como é que foi definido 1 kg?

Não vou responder essa pergunta, pois seria preciso a gente falar da história da Física, e isso é um tema que não nos interessa aqui. O que importa você saber é que a consideração sobre massa vem da consideração sobre a inércia.

Inércia: É a capacidade que o corpo tem de resistir a variação da velocidade.

Para entender esse conceito, imagine um caminhão a 200 km/h em uma rodovia e então o motorista avista um obstáculo e aciona os freios. Você acha que ele consegue frear facilmente? Será que dá tempo de parar? Dificilmente ele conseguirá ter êxito, pois essa velocidade é alta demais para “o tamanho dele”. O caminhão tem uma inércia enorme, então ele tem uma capacidade enorme de resistir a variação da velocidade.

Se a gente comparar esse caminhão com um carro pequeno, nas mesmas condições, chegamos à conclusão que o carro poderá parar e evitar o acidente. É mais fácil alterar a velocidade do carro. O carro não tem uma inércia tão alta como a do caminhão.

Perceba que a análise da inércia induz um raciocínio para massa. A massa do caminhão é muito maior do que a do carro. A inércia do caminhão é muito maior que a do carro. Praticamente temos uma mesma informação sendo dita.

Inércia e massa são conceitos diferentes, mas a semelhança apontada aqui tem o objetivo de facilitar o seu raciocínio diante de uma questão teórica. Para o que estamos estudando, você pode tranquilamente utilizar essa analogia. Mas, se formos falar da Física puramente, eles terão as suas diferenças.

Agora que você já entendeu o significado da palavra Inércia, vamos falar sobre a Primeira Lei de Newton:

Lei da Inércia: Um corpo isolado estará em repouso ou em MRU.

Vamos pontuar aqui as considerações e construir o nosso conhecimento.

Corpo isolado significa dizer que estamos considerando um corpo livre de forças externas, ou seja, que não há influência alguma de forças agindo nele. O corpo está totalmente isolado. Podemos também aproximar essa análise a uma situação em que há forças agindo sobre o corpo, mas que todas elas se anulam, o que provoca uma mesma situação como se esse corpo estivesse fora do alcance da aplicação das forças externas.

Se esse corpo estiver isolado, ele estará somente em duas situações: ou ele está completamente parado ou ele está em movimento com velocidade constante. É por isso que a gente diz que o corpo estará, respectivamente, em repouso ou em MRU (movimento retilíneo e uniforme).

De forma resumida, estar em repouso ou em MRU implica dizer que não haverá aceleração. O corpo não será submetido a variação da velocidade. Isso não quer dizer sobre o tamanho ou intensidade da inércia de um corpo, mas sim sobre a sua situação de estar completamente livre de forças ao ponto de poder causar qualquer tipo de variação de velocidade. Um corpo isolado apenas terá essas duas condições: ou está em repouso ou em MRU.

Tanto em **repouso** como em **MRU** o corpo possui aceleração nula. Portanto, também podemos dizer que se um corpo está isolado, ele certamente terá **aceleração nula**.

Questão de Entendimento:**01 (SELECON|2021)**

Se a soma de todas as forças atuando sobre o corpo for zero, pode-se afirmar, de acordo com a primeira Lei de Newton, que esse corpo será:

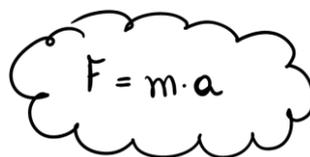
- a) desacelerado
- b) velocidade constante
- c) um movimento circular uniforme
- d) um MUV

**Resolução**

De acordo com a Primeira Lei de Newton (Lei da Inércia) um corpo isolado estará em repouso ou em MRU. A soma de todas as forças sendo igual a zero é o mesmo que dizer que o corpo está isolado. Portanto, dentre as alternativas apresentadas, a resposta é que o corpo estará em velocidade constante (em MRU). Outra resposta possível seria em repouso ou velocidade igual a zero (velocidade nula), porém não é apresentada dentre as alternativas. Gabarito: Letra B.

2.2 A Segunda Lei de Newton – Princípio Fundamental da Dinâmica (PFD)

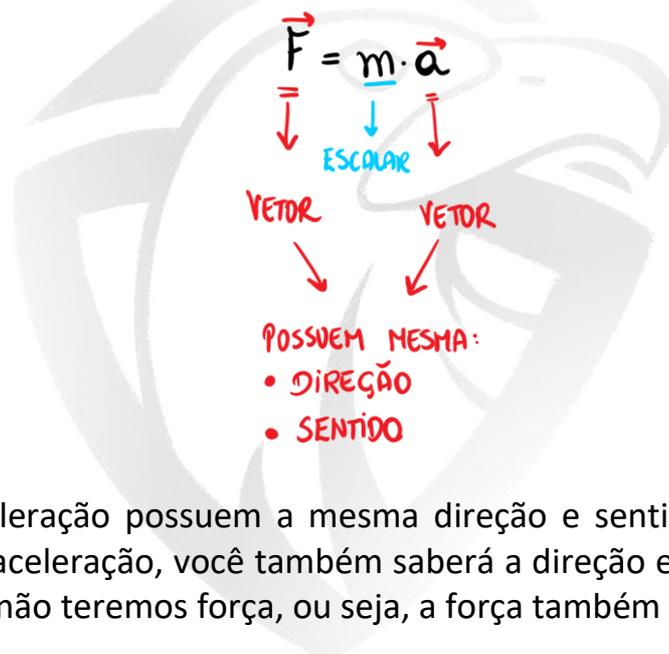
O Princípio Fundamental da Dinâmica relaciona a intensidade da força aplicada como um resultado do produto entre a massa do corpo e a aceleração adquirida do corpo devido a aplicação dessa força.


$$F = m \cdot a$$

Essa é a fórmula que será aplicada constantemente nas análises de forças em questões. Podemos antever algumas observações matemáticas:

- (1) Considerando uma massa constante, a força é diretamente proporcional a aceleração: Quanto maior for a força, maior será a aceleração produzida.
- (2) Considerando uma mesma força aplicada, a massa é inversamente proporcional a aceleração: Quanto maior for a massa, menos será a aceleração produzida.
- (3) Considerando uma mesma a aceleração produzida, a força é diretamente proporcional a massa: Para produzir uma mesma aceleração, quanto maior for a massa, maior será a força necessária para produzir essa variação da velocidade.

Além disso, podemos fazer observações quanto aos vetores força e aceleração (a massa não é um vetor, é um escalar).



A força e a aceleração possuem a mesma direção e sentido, ou seja, se você identificar o vetor da aceleração, você também saberá a direção e sentido da força. Se a aceleração for nula, não teremos força, ou seja, a força também será nula.

Então, diante de uma questão em que o corpo está em repouso ou em MRU, teremos a força atuante nesse corpo com resultado nulo. Podemos, inclusive, formular melhor essa frase: Quando o corpo estiver em MRU ou em repouso, a força resultante sobre ele será nula (esse enunciado corrobora com a observação da Primeira Lei de Newton – O Princípio da Inércia).

Quando a força resultante é nula, dizemos que o corpo está em equilíbrio. A situação de equilíbrio é intuitivamente associada com um corpo parado, em repouso,

sem movimento algum, totalmente estático. No entanto, podemos ter a situação de equilíbrio de um corpo em movimento.

Isso acontece porque a denominação de “equilíbrio” está associada com aceleração nula, ou seja, pode ser tanto em repouso como em MRU. No primeiro caso, dizemos que o corpo está em **Equilíbrio Estático** e no segundo, **Equilíbrio Dinâmico**.

Equilíbrio Estático	Equilíbrio Dinâmico
Somatório das forças igual a zero	Somatório das forças igual a zero
Aceleração nula	Aceleração nula
Corpo com velocidade nula	Corpo em movimento uniforme
Em repouso	Em MRU

Questão de Entendimento:

02 (IFC|2019|ADAPTADA)

A força resultante que atua sobre o carro é igual ao produto da massa do carro pela aceleração que ele adquire.



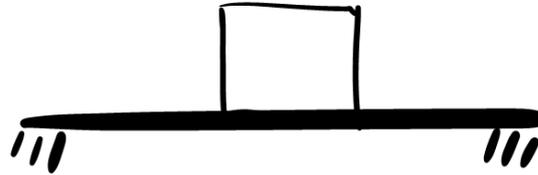
Resolução

Exatamente! A força resultante é igual a massa vezes a aceleração. Isso é a Segunda Lei de Newton, o Princípio Fundamental da Dinâmica. Gabarito: Certo.

2.3 A Terceira Lei de Newton – O Princípio da Ação e Reação

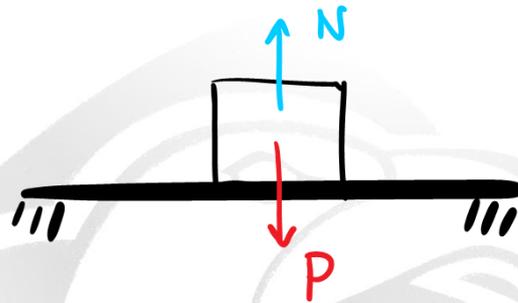
O Princípio da Ação e Reação serve para identificarmos com precisão quais são as forças que estão atuando em um corpo. Durante a observação do balanço de forças existentes, podemos ter a confusão de considerar várias forças atuantes no sistema com um todo, mas, a Terceira Lei de Newton tem o intuito de distinguir essas forças e colocar cada um no seu quadrado, ou seja, cada força para o seu devido corpo na qual está sendo aplicada.

Exemplo: Considere um bloco em cima da mesa, conforme a figura a seguir:



Quais são as forças atuantes nesse corpo?

Resposta: Força gravitacional (Força peso) e a Força Normal (Força de contato entre o bloco e a superfície horizontal).

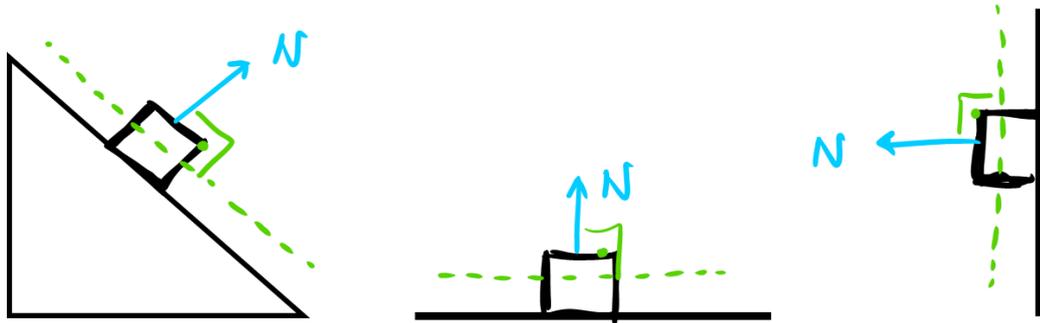


O que é força gravitacional?

Resposta: É a força que o planeta Terra exerce sobre todos os corpos existentes no mundo, ou seja, em todos os objetivos, coisas, pessoas, animais, insetos, etc que possuem massa. Se possui massa, a força gravitacional atua sobre ele. Essa gravidade sempre atua em direção ao centro da Terra, por isso que sua representação é sempre volta verticalmente para baixo.

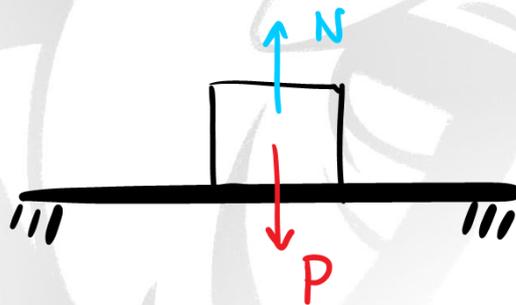
O que é força normal?

Resposta: A força normal é uma força que surge do contato de qualquer corpo com a superfície a qual ela se apoia. Essa superfície não necessariamente precisa ser horizontal. A superfície de contato pode ter várias situações de direções ou inclinações. A força Normal sempre será perpendicular a superfície de contato, ou seja, a força Normal sempre vai formar 90° com a superfície de contato. A seguir você pode conferir os esquemas das três situações possíveis de prova envolvendo força Normal.



Perceba que a apenas destacamos a aplicação da força Normal, para você visualizar com mais clareza sobre o que estamos comentando agora. Existem outras forças que podem ser atuantes, com por exemplo, a força peso.

Bom... continuando na análise das forças de ação e reação, ou seja, das forças que estão sendo aplicadas ou não no corpo em análise, perceba que pelo esquema a seguir temos a Normal e o Peso atuantes nesse corpo:



A força Normal e a força Peso são contrárias entre si (são opostas). Considerando que não há nenhum deslocamento na vertical, podemos afirmar que a Normal se anula com o Peso, pois isso garante que não há nenhuma força resultante atuante na vertical e, conseqüentemente, nenhuma aceleração vertical produzida. Entenda que, se tivesse alguma força resultante na vertical, essa força necessariamente iria causar uma aceleração (pois $F = ma$). Como estamos garantindo que não há movimentação alguma na vertical, então não temos força resultante na vertical. Por isso que estamos dizendo que a força Normal possui mesma intensidade da força Peso, porém com sentido contrário, o que faz elas se anularem.

Natureza de uma força:

A força pode ter duas naturezas: ou é de campo ou é de contato. A maioria das forças que conhecemos são de contato. Quando você aplica uma força na caneta para escrever, você está aplicando uma força de contato.

A força Normal é uma força de contato, pois ela aparece quando há o contato do bloco com a superfície. No entanto, o peso é uma força de campo.

Força de campo são forças que não necessitam do contato para ter que aplicar. Elas existem simplesmente pelo fato de o objeto existir. A força peso é uma força gravitacional que o planeta Terra aplica em todos os objetos, coisas, pessoas e animais que estão próximos dele. O bloco que está em cima da superfície possui peso porque a Terra aplica essa força nele e que mantém ele grudado com a superfície, pois essa força sempre aponta para baixo (a força gravitacional aponta para o centro da Terra).

Mas, professor Alexandre, o que é Ação e Reação?

Guerreiro e guerreira, eu fiz toda essa explicação sobre **força Normal e força Peso** e a relação que há entre eles para você ter um exemplo perfeito sobre o que **não é um par de Ação e Reação**. Exatamente isso, eles não formam um par de forças de Ação e Reação.

Ação e Reação são forças que, necessariamente, não aplicam no mesmo corpo. Mas, essas forças possuem mesma intensidade (mesmo módulo) e mesma direção. Atenção para o sentido dessas forças, pois o sentido é contrário/oposto.

Por mais que a força Normal e a força Peso tenham a mesma intensidade, mesma direção (vertical) e sentidos opostos (Normal para cima e Peso para baixo), eles não formam um par de Ação e Reação porque estão sendo aplicados no mesmo corpo. Para ser um par de ação e reação, as forças devem ser aplicadas em corpos distintos.

Veja que temos critérios para que duas forças sejam Ação e Reação. Além desses que já conversamos, existe um outro que é um detalhe: Ação e Reação são forças que

possuem uma mesma natureza. A força normal é uma força de contato e a força peso é uma força de campo.

Mas onde estão as reações dessas forças Normal e Peso?

A Reação da força normal está na superfície e a reação da força peso está no centro da Terra.

A força Normal (N) está sendo aplicada no bloco e está na direção vertical e com sentido para cima. A reação da Normal ($-N$) está sendo aplicada na superfície em que o bloco faz contato e está na direção vertical e com sentido para baixo. Esse par de ação e reação estão sendo aplicados em corpos distintos e possuem o mesmo módulo, mesma direção e mesma natureza, porém o sentido é oposto.

A força gravitacional ou força peso (P) é uma força de campo que está sendo aplicada no bloco na direção vertical e com sentido para baixo. A reação do peso ($-P$) está sendo aplicada no centro da Terra e possui direção vertical e com sentido para cima. Da mesma forma que falamos para a Normal podemos falar aqui sobre a força peso e a sua reação: esse par de ação e reação estão sendo aplicados em corpos distintos e possuem o mesmo módulo, mesma direção e mesma natureza, porém o sentido é oposto.

Sobre as forças que formam um par de Ação e Reação	
O que tem de igual entre eles	O que tem de diferente entre eles
Módulo (intensidade) das forças	Essas forças aplicam-se em corpos distintos
Direção das forças	Sentido da força é contrário
Natureza das forças	

Questão de Entendimento:**03 (UFG | 2010 | ADAPTADA e MODIFICADA)**

Considere um bloco de massa m apoiado sobre uma superfície horizontal. De acordo a terceira lei de Newton e as forças que atuam sobre o bloco, julgue o item a seguir. Em nenhuma situação, o peso e a força normal formam um par de ação e reação.

 **Resolução**

Exatamente! Não tem como elas formarem um par de ação e reação. Lembre-se dos detalhes que possibilitam que as forças possam ser ação e reação: devem ter mesma direção, mesma natureza, mesma intensidade, mesmo módulo, porém os sentidos são opostos e são aplicados em corpos distintos. Gabarito: Certo.

3 FORÇA ATRITO

A força atrito é uma das forças especiais que merecem o nosso destaque assim como já destacamos sobre a força normal e a força peso quando conversamos sobre a Terceira Lei de Newton.

Nas questões, o examinador tem que considerar a inexistência do atrito para a gente fazer os cálculos ou interpretar a dinâmica da questão da maneira adequada. Se a questão não fala nada sobre o atrito, consideramos que ela existe. Se a questão desconsiderar quaisquer formas de atrito, então o atrito é inexistente.

Na realidade, o atrito existe em qualquer interação entre dois corpos, por mais que ela seja muito pequena, ela sempre vai existir.

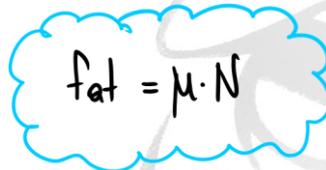
A força atrito pode surgir em duas situações. Para explicar sobre isso, considere dois corpos que estão em contato. A força atrito pode surgir (1) quando os corpos estão em repouso entre si ou (2) quando os corpos estão em movimento um em relação ao outro. No primeiro caso, dizemos que a força atrito é uma força que se opõe a tendência do deslizamento. Na segunda situação, a força atrito é uma força que se opõe ao movimento.

Diante disso, a força atrito é uma força que é contrária ao movimento ou se opõe a tendência do deslizamento.

O atrito que aparece na situação de repouso é o atrito que se opõe a tendência do deslizamento e é chamado de Força de Atrito Estático. Já o atrito que aparece na situação de movimento é o atrito que se opõe ao movimento e é chamado de Força de Atrito Dinâmico ou Cinético.

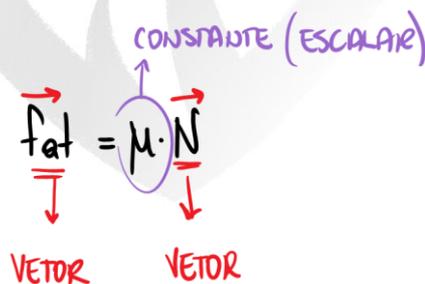
Força de Atrito Estático (f_{at_E})	Força de Atrito Dinâmico ou Cinético (f_{at_D} ou f_{at_C})
Aparece quando o corpo está em repouso	Aparece quando o corpo está em movimento
Contrária a tendência do deslizamento	Contrária ao movimento

O cálculo da força atrito é feita pela seguinte fórmula:



$$f_{at} = \mu \cdot N$$

A **força atrito** (f_{at}) é igual ao produto do **coeficiente de atrito** (μ) com a **força Normal** (N).



CONSTANTE (ESCALAR)

$$\vec{f}_{at} = \mu \cdot \vec{N}$$

VETOR VETOR

A força atrito e a normal são grandezas vetoriais, mas o coeficiente de atrito é uma constante (ou também chamada de um escalar).

$$f_{at} = \mu \cdot N$$

CONSTANTE (ESCALAR)

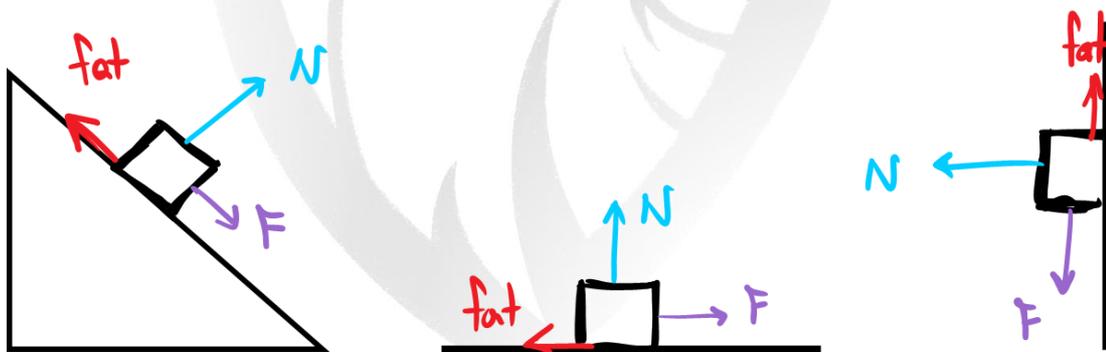
GERALMENTE: $0 \leq \mu \leq 1$ ||
 NUNCA: $\mu < 0$ ~~A~~
 RARAMENTE: $\mu > 1$

QUANDO $N = 0$
 ↓
 ATRITO DESPREZADO

VETOR VETOR

Geralmente, o coeficiente de atrito está entre zero e um. Se for igual a zero, quer dizer que o atrito foi desprezado. Em provas, o examinador vai dizer para você se o atrito é ou não desprezível. Quando não for desprezível, devemos considerar a existência dele. A questão pode ou não fornecer o valor do coeficiente (isso vai depender do estilo da questão). Raramente o valor do coeficiente de atrito será maior do que um (mas é possível sim). Nunca o coeficiente de atrito será menor do que um (isso não faz sentido para a Física).

A força atrito depende da Normal, mas a direção é perpendicular a esta.



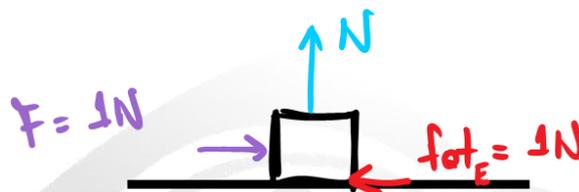
Veja que em todas as três situações ilustradas nos esquemas acima, a força atrito possui seu vetor perpendicular com a direção da Normal (forma 90° um com relação ao outro).

Sobre a fórmula do atrito, essa é a informação geral. No entanto, se a gente analisar os atritos especificamente (estático e dinâmico), devemos saber algumas informações importantíssimas.

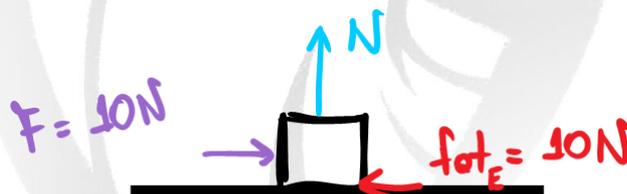
3.1 Força Atrito Estático

A força atrito estático só existe quando o corpo está parado. No entanto, ela precisa da presença de alguma força para se opor a ela. Se não tiver nenhuma força favorecendo a tendência do deslizamento, a força atrito estática não existirá.

Diante disso, podemos dizer que se a força for de 1N, então a força atrito estático será igual a 1N (dessa forma mantém-se o corpo em equilíbrio estático pela anulação das forças existentes):



Mas, se a força for de 10 N, então a força atrito estático será igual a 10 N para manter anulação das forças:



Perceba que isso pode acontecer infinitamente. No entanto, vai existir um limite em que a força de atrito estático vai agir. Esse limite é calculado justamente pela fórmula que apresentamos, a qual será, por definição, a força de atrito estática máxima:

$$f_{at_{E\text{MÁX}}} = \mu_E \cdot N$$

Nessa fórmula, estamos sendo super específicos quanto aos termos mencionados. Dessa vez não temos simplesmente a força atrito e o coeficiente de atrito, mas sim a força atrito estática (f_{at_E}) e o coeficiente de atrito estático (μ_E).

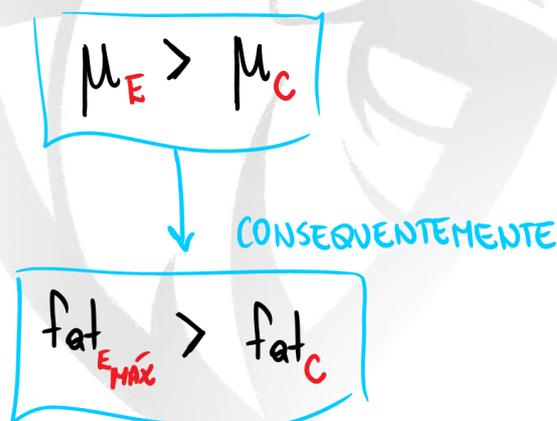
Para o atrito estático, nós iremos utilizar a fórmula somente no caso em que queremos saber a força de atrito estática máxima.

Diante disso, percebemos que o atrito estático tem força variável até um certo limite, mas o que acontece quando a força aplicada ultrapassa esse limite do atrito estático? O corpo começa o movimento e, então, passamos a ter o atrito cinético.

3.2 Força Atrito Cinético ou Dinâmico

O atrito cinético entra em ação logo após em que o atrito estático é vencido pela força aplicada.

Por experiências feitas em laboratório, observou-se que o atrito cinético é sempre inferior ao atrito estático. Isso acontece devido ao valor do coeficiente de atrito. O coeficiente de atrito estático é maior que o coeficiente de atrito cinético.



The diagram consists of two blue-outlined boxes connected by a downward-pointing arrow. The top box contains the equation $\mu_E > \mu_C$. To the right of the arrow is the word "CONSEQUENTEMENTE" in blue capital letters. The bottom box contains the equation $f_{at_{E_{MAX}}} > f_{at_C}$.

Outro detalhe importante é que a força de atrito cinético não varia, ou seja, o seu valor é constante, é um valor fixo e pode ser diretamente calculado pela fórmula que já vimos:

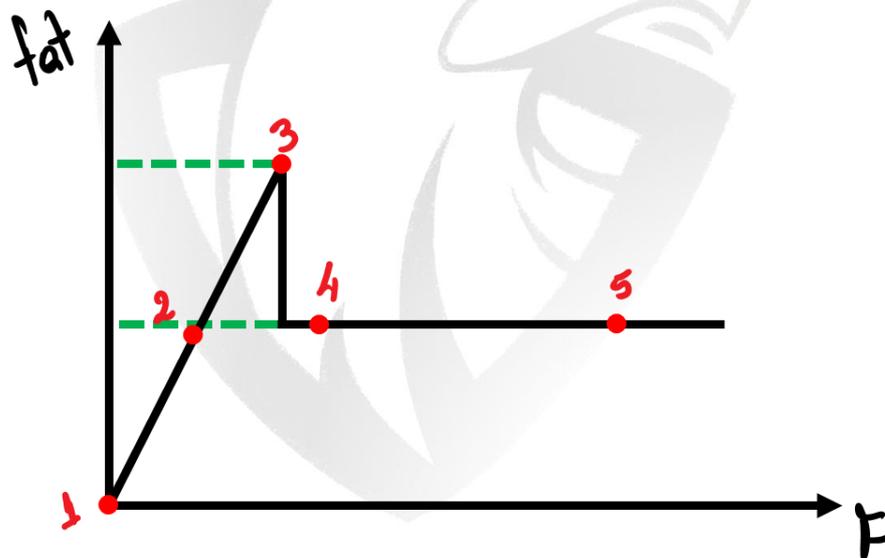
$$f_{at_C} = \mu_C \cdot N$$

3.3 Esquematizando

Em resumo, podemos fazer um esquema comparando as informações sobre os dois tipos de atritos que temos:

Força de Atrito Estático (f_{at_E})	Força de Atrito Dinâmico ou Cinético (f_{at_D} ou f_{at_C})
Tem valor variável e tem valor máximo	Tem valor constante
$f_{at_{E_{MAX}}} = \mu_E \cdot N$	$f_{at_C} = \mu_C \cdot N$

Além disso, é importante conhecer como é o gráfico dessas forças de atrito.



O gráfico acima possui uma análise sobre a força atrito em função da força aplicada. Nesse gráfico, estão indicados alguns pontos em que faremos uma análise minuciosa na tabela a seguir:

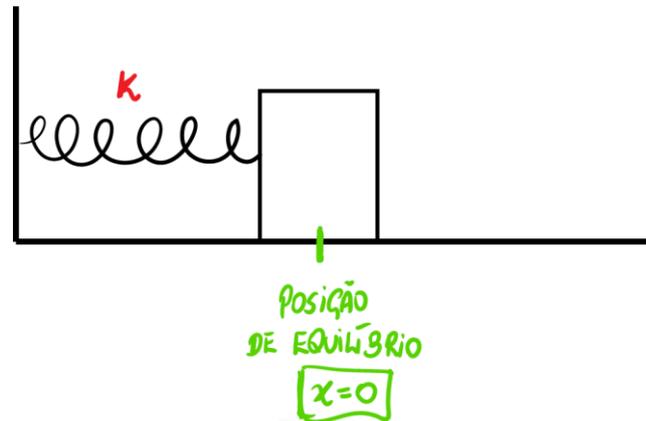
Ponto 1	A força começa a ser aplicada e a força de atrito estática começa a dar sua resposta. Eles têm a mesma intensidade e corpo ainda está em repouso.
Ponto 2	A força aplicada fica cada vez maior e a força atrito estática continua acompanhando a intensidade dessa força aplicada. Eles continuam com a mesma intensidade e o corpo ainda permanece em repouso.
Ponto 3	A força aplicada chega no limite em que a força de atrito estática é capaz de suportar. Nesse ponto, estamos na iminência do movimento, pois qualquer intensidade de força aplicada a mais vencerá o valor máximo da força de atrito estática. Nesse momento, podemos calcular o valor da força de atrito estática máxima pela fórmula $f_{at_{E_{máx}}} = \mu_E N$.
Ponto 4	A força aplicada continua aumentando, mas agora a força de atrito estática foi vencida dando lugar para a atuação da força de atrito cinético ou dinâmico. Perceba que o valor é inferior ao estático.
Ponto 5	A força aplicada continua aumentando mais ainda, mas a força de atrito cinético permanece constante. O cálculo do atrito pode ser feito por $f_{at_c} = \mu_c N$.

Esse gráfico é super importante para você entender todos os detalhes do comportamento da força atrito com o aumento de força aplicada no corpo e a comparação entre o atrito estático e o dinâmico.

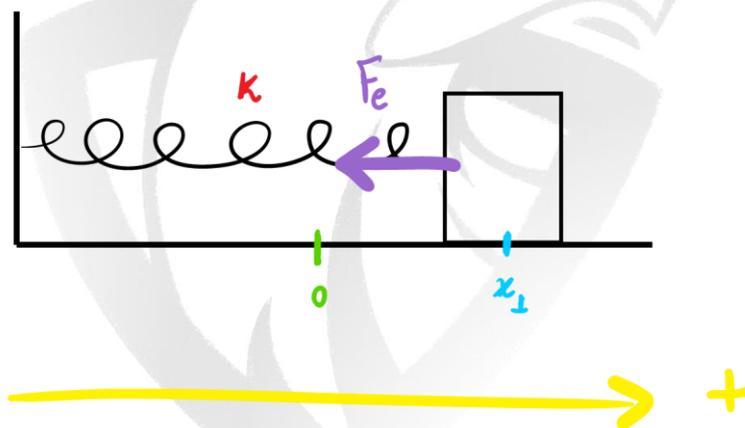
4 FORÇA ELÁSTICA

Aqui vamos fazer observações iniciais sobre a Força Elástica (F_e). Outras informações estarão no assunto sobre Energia Potencial Elástica.

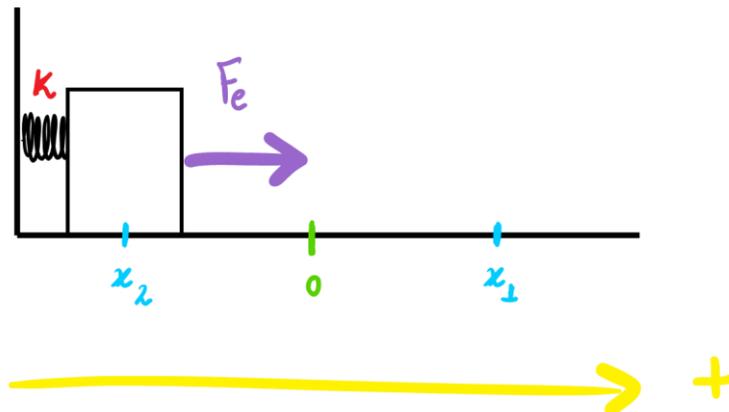
A Força Elástica (F_e) é uma força que é aplicada em molas. A mola possui um valor de constante elástica (k) que é característica de cada mola.



A Força Elástica (F_e) é uma força que depende do quanto a mola é deformada: seja alongando ou comprimindo a mola. Esse grau de distorção da mola é medido pelo valor x que é o deslocamento da mola em relação a sua posição inicial.



Na figura acima, perceba que a força elástica surge diante da distorção da mola. Nesse caso, a mola está sendo distendida, obtendo valores positivos para a deformação (x). Diante disso, a força elástica se opõe ao sentido da deformação. A Força Elástica (F_e) será negativa nesse caso.



No caso da compressão da mola, a deformação (x) obtém valores negativos. Na figura acima, você pode perceber que a força elástica agora está apontada para o sentido positivo do referencial adotado. A Força Elástica (F_e) agora terá valor positivo.

Situação de deformação da mola	Valores da deformação x	Valores da Força Elástica (F_e)
Distensão da mola	$x > 0$ (positivo)	$F_e < 0$ (negativo)
Compressão da mola	$x < 0$ (negativo)	$F_e > 0$ (positivo)

A Força Elástica (F_e) é obtida pela multiplicação da deformação (x) com a constante elástica (k).

$$F_e = -kx$$

Note que a Força Elástica (F_e) sempre está apontando para o sentido contrário obtida pelo valor da deformação (x). Esse é o motivo para o sinal negativo na fórmula.

Além disso, a Força Elástica (F_e) está sempre apontada para a situação de equilíbrio, o que corrobora com o sinal negativo na fórmula. Isso tudo justifica a denominação da Força Elástica (F_e) como sendo uma **Força Restauradora**.

Força Restauradora: É um tipo de força que favorece ao sistema voltar a situação de equilíbrio. Um grande exemplo desse tipo de força é a Força Elástica (F_e). No entanto, há situações em que outras forças também podem exercer esse papel (a força gravitacional exerce essa função na situação de uma oscilação do pêndulo).

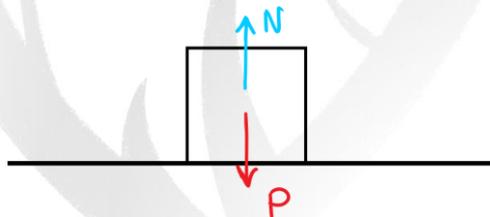
5 APLICAÇÕES DAS LEIS DE NEWTON

Agora, vamos começar a estudar situações para a aplicação dos cálculos. Podemos ter em provas quatro situações: Plano Horizontal, Plano Vertical, Plano Inclinado e Curva.

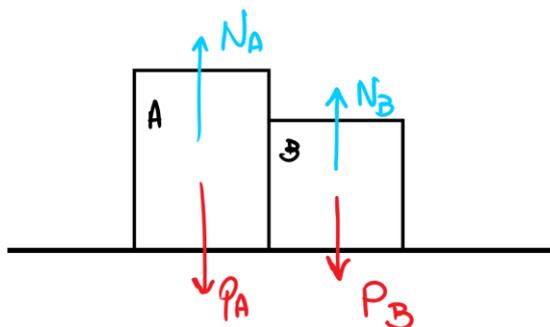
5.1 No Plano Horizontal

A questão deve deixar muito clara que a situação se trata de um plano horizontal. Para isso, ele pode citar no enunciado um trecho como: “...no plano horizontal...”. Quando isso é considerado pela questão temos algumas implicações física.

Primeiramente, se não há movimentação na vertical, então a resultante das forças na vertical deve ser nula. Geralmente temos que a Normal é igual ao Peso.

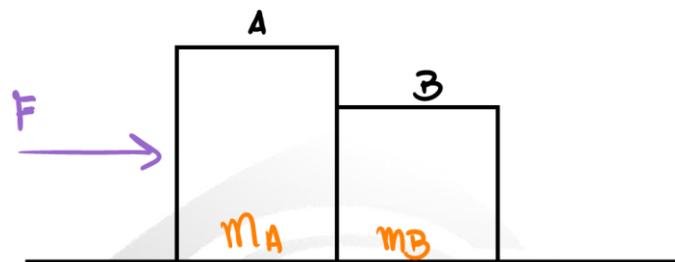


Mas as questões abordam ao a mais do que isso. Nós podemos encontrar em provas situações em que esse bloco está sendo empurrado por outro bloco.



Veja que as forças normal e peso se equilibram para os blocos A e B considerados na figura acima. Então, vamos apenas analisar o movimento na horizontal.

Se aplicarmos uma força (F) no bloco A, estamos provocando o movimento devido a essa força de forma que podemos encontrar o valor de fórmula através da Segunda Lei de Newton (Princípio Fundamental da Dinâmica).

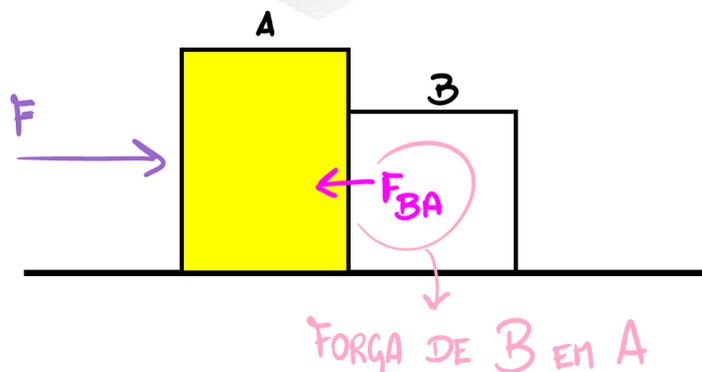


$$F = m \cdot a$$

$$F = (m_A + m_B) \cdot a$$

Essa força F está sendo aplicada em A, mas ela se transmite para todo o sistema de forma que podemos considerar A e B como sendo um único corpo (soma das massas) e a força provocando uma aceleração nesse sistema.

No entanto, também é possível fazer análises dos corpos distintamente. Se analisarmos o corpo A, observamos o seguinte:



Perceba que aparece uma força de contato de B com o corpo A. Essa é a força que B exerce em A. Denominamos isso de F_{BA} . Nesse caso, a resultante das forças que são aplicadas em A (força resultante em A ou F_{RA}) é igual a subtração entre as forças F e F_{BA} .

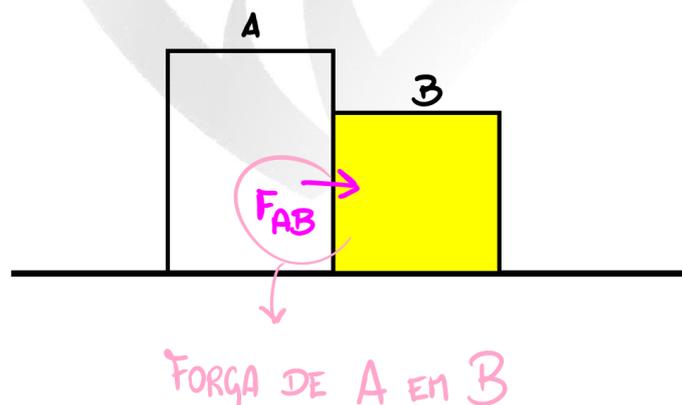
$$F_{RA} = m_A \cdot a$$

$$F - F_{BA} = m_A \cdot a$$

A ACELERAÇÃO É A MESMA PARA O SISTEMA TODO!

CONSIDERA SOMENTE A MASSA DE A.

Podemos fazer essa mesma análise para o corpo B. Mas, dessa vez, teremos apenas a força que A está aplicando em B, pois a força F que empurra todo o sistema está sendo aplicada apenas em A. Essa força se transmite para o corpo B através dessa força de A em B (F_{AB})



Desse modo, a resultante das forças que são aplicadas em B (força resultante em B ou F_{RB}) é simplesmente a força de A em B ($F_{RB} = F_{AB}$)



ANALISANDO O CORPO B, ESSA É A ÚNICA FORÇA QUE ESTÁ SENDO APLICADA.

$$F_{RB} = m_B \cdot a$$

$F_{AB} = m_B \cdot a$

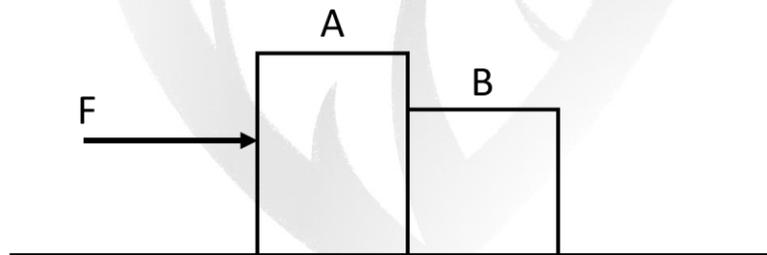
A ACELERAÇÃO É A MESMA PARA O SISTEMA TODO!

CONSIDERA SOMENTE A MASSA DE B.

Questão de Entendimento:

04 (QUESTÃO CRIADA)

Considere dois blocos A e B conforme a figura abaixo, tal que as massas são respectivamente 10kg e 5kg.



Considerando a força $F = 30\text{N}$, marque a alternativa correta

- a) A aceleração é igual a 3 m/s^2 .
- b) A força resultante em A é igual a 10N.
- c) A força resultante em B é igual a 10N.
- d) A força que A aplica em B é igual a 30N.
- e) A força que B aplica em A é igual a 5N.

 **Resolução**

Vamos comentar item por item.

a) A aceleração é igual a 3 m/s^2 .

Para calcular a aceleração, devemos considerar todo o sistema como uma coisa só. Então, vamos somar as massas e aplicar na fórmula do Princípio Fundamental da Dinâmica (PFD).

$$F_R = m \cdot a$$

↓
↓
→

F

$m_A + m_B$

A ACELERAÇÃO
É A MESMA
PARA O SISTEMA
TODO!

$$F = (m_A + m_B) \cdot a$$

$$30 = (10 + 5) \cdot a$$

$$30 = 15 \cdot a$$

$$a = \frac{30}{15}$$

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

Essa alternativa está errada.

b) A força resultante em A é igual a 10N.



Para saber a força resultante em A, basta aplicar o PFD exclusivamente para o corpo A. Já sabemos o valor da aceleração pela resolução da alternativa anterior. Então:

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

$$F_{RA} = 10 \cdot 2$$

$$F_{RA} = 20 \text{ N}$$

Essa alternativa também está errada.

c) A força resultante em B é igual a 10N.

Da mesma forma como fizemos na alternativa anterior, vamos aplicar aqui para o corpo B.

$$F_{RB} = m_B \cdot a$$

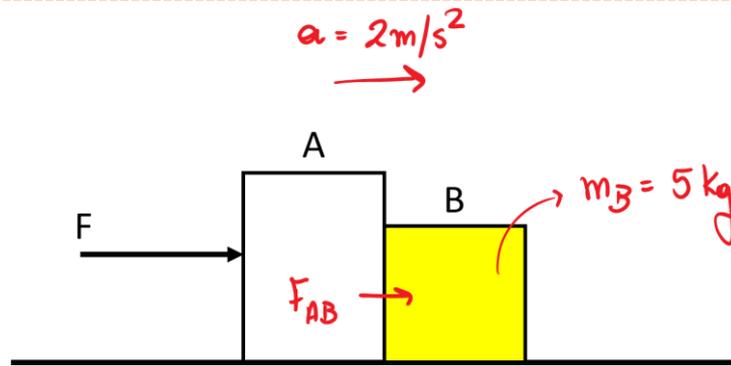
$$F_{RB} = 5 \cdot 2$$

$$F_{RB} = 10 \text{ N}$$

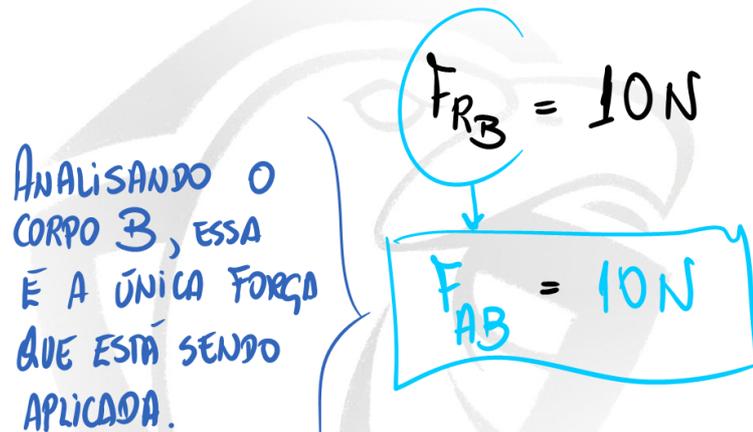
Essa alternativa está correta!!!

d) A força que A aplica em B é igual a 30N.

Para analisar a força que A aplica em B devemos analisar apenas o corpo B, pois é ele quem está recebendo essa força. Logo, aplicando PFD para B teremos.



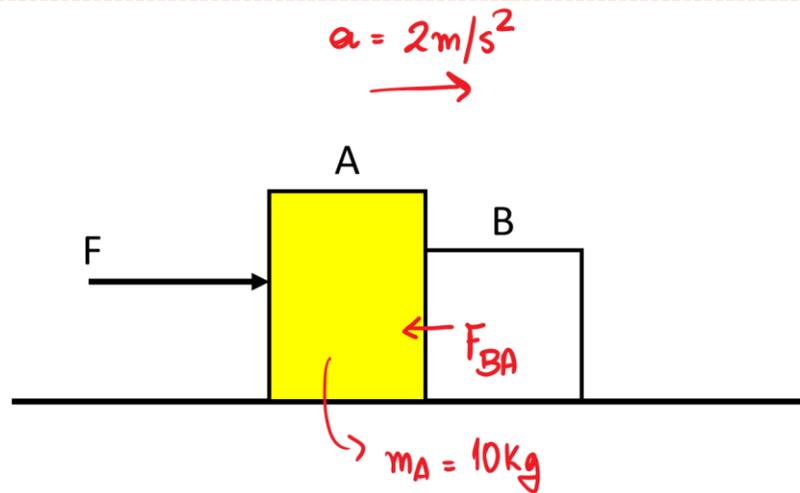
Sabendo que a força resultante em B é igual a 10N, então podemos obter o seguinte:



Essa alternativa está errada.

e) A força que B aplica em A é igual a 5N.

Para analisar a força que B aplica em A devemos analisar apenas o corpo A, pois é ele quem está recebendo essa força. Logo, aplicando PFD para A teremos.



Sabendo que a força resultante em A é igual a 20N, então podemos obter o seguinte:

$$F_{RA} = 20\text{N}$$

$$F - F_{BA} = 20\text{N}$$

$$30 - F_{BA} = 20\text{N}$$

$$F_{BA} = 30 - 20$$

$$F_{BA} = 10\text{N}$$

Essa alternativa também está errada!

Gabarito: **Letra C.**

5.2 Na Vertical

As aplicações das Leis de Newton envolvendo a análise das forças na vertical geralmente pode envolver situações com cordas, polias e elevadores.

5.2.1 Cordas

O bloco que está preso a uma corda pode ou não ter movimentação na vertical (leia-se: pode ou não ter velocidade). Sabemos que um corpo em repouso tem velocidade e aceleração iguais a zero. Sabemos também que um corpo em movimento pode estar em MRU ou MRUV, isto é, pode ter aceleração nula ou aceleração constante, muito embora tenha velocidade diferente de zero.

Nessas análises, o que mais interessa é a aceleração. Esse parâmetro é quem vai indicar a intensidade da força aplicada. De início, podemos tomar algumas conclusões bem diretas quando analisamos se a aceleração é nula ou não. Se for nula, a resultante das forças é igual a zero. Se não for nula, teremos uma força resultante diferente de zero e essa força vai respeitar a Segunda Lei de Newton (PFD – Princípio Fundamental da Dinâmica em que $F_R = ma$).

5.2.2 Polias

Podemos ter dois tipos de polias: polias móveis ou fixas. Vamos discutir as diferenças entre esses dois tipos de sistemas:

Polias Fixas: Em uma polia fixa, a polia está presa a uma superfície fixa, como uma parede ou uma estrutura. A força de tração aplicada a uma extremidade da corda é transmitida através da polia e direcionada para baixo, na direção vertical. A função de uma polia fixa é alterar a direção da força. Isso pode ser útil para mover um objeto em uma direção que não seja diretamente acessível pela aplicação de força. No entanto, uma polia fixa não multiplica a força. A força de tração aplicada é igual à força exercida pelo objeto suspenso.

Polias Móveis: Em uma polia móvel (também conhecida como polia móvel composta), a polia é livre para se mover ao longo da corda ou corrente. Quando uma força de tração é aplicada na extremidade da corda, a polia móvel distribui as forças de tal maneira que aumenta a aplicação dessa força no corpo em que se deseja realizar o movimento. Explicando isso com um exemplo prático, é como se você quisesse levantar um carro com a aplicação da sua própria força das mãos, mas utilizando um sistema de polias móveis que vão multiplicar a sua força até chega na força que será aplicada no carro que para levantá-lo. Sim, isso é possível sim! Existe uma fórmula que relaciona essa força originalmente aplicada e a força que é preciso para levantar um corpo qualquer.

5.2.3 Elevadores

É importante mencionar que a aceleração desempenha um papel muito interessante nas situações envolvendo elevadores, afetando diretamente a sensação dos passageiros.

Para a análise que vamos fazer aqui, devemos lembrar que a aceleração é a taxa de variação da velocidade ao longo do tempo.

Além disso, é importante acrescentar aos seus conhecimentos que uma balança que mede o peso das pessoas na verdade mede a aplicação da força normal dessa pessoa na balança. Nos elevadores, ela é particularmente notável durante três fases principais: aceleração inicial, desaceleração e movimento constante.

Aceleração Inicial: Quando um elevador é chamado para um determinado andar, ele começa a se mover a partir do repouso. A aceleração inicial nesse momento pode ser sentida pelos passageiros como um impulso para cima ou para baixo, dependendo da direção do movimento. Essa aceleração inicial é necessária para superar a inércia do elevador e dos passageiros, ou seja, superar a situação de velocidade nula (repouso). Temos, portanto, um movimento acelerado.

Nesse caso, supondo a existência de uma balança medindo o peso de um usuário dentro do elevador, ele perceberá que o valor de seu peso marcado na tela do diminuirá ou aumentará durante essa fase do movimento. Caso o elevador esteja iniciando um movimento de subida, o peso apresentado na tela aumentará. Mas, caso o elevador esteja iniciando o movimento de descida, o peso apresentado na tela diminuirá. Isso se

deve pelo balanço de forças que compõe a força resultante da aceleração produzida pelo movimento.

Desaceleração: À medida que o elevador se aproxima do andar de destino, ele precisa desacelerar para parar com segurança no andar correto. A desaceleração causa a redução da velocidade do elevador até que ele pare completamente descrevendo, portanto, um movimento retardado.

Agora, supondo a existência de uma balança medindo o peso de um usuário dentro do elevador, ele perceberá que o valor de seu peso marcado na tela do diminuirá ou aumentará durante essa fase do movimento. Caso o elevador esteja parando durante uma descida, o peso apresentado na tela aumentará. Mas, o elevador esteja parando durante uma subida, o peso apresentado na tela diminuirá.

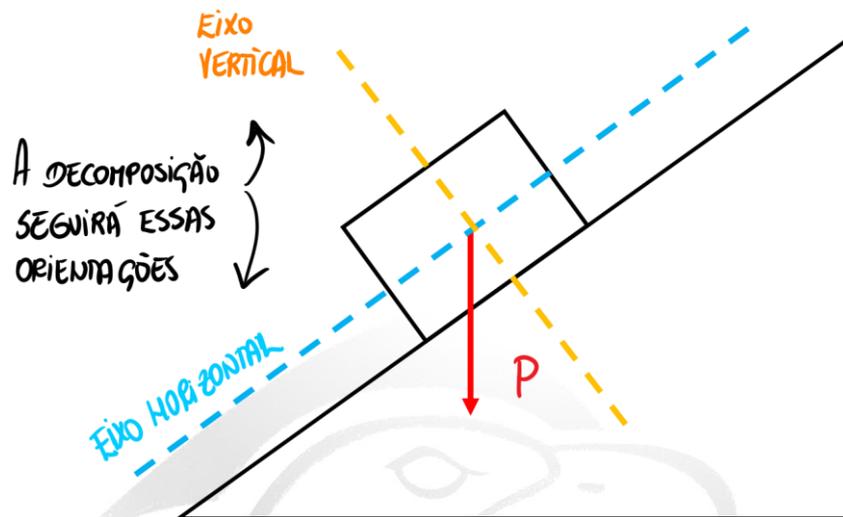
Movimento Constante: Quando o elevador está se movendo entre andares sem alterar a velocidade, está em movimento constante. Nesse estado, a aceleração é zero, e os passageiros geralmente não sentem nenhuma sensação de movimento. Nessa fase, temos um movimento uniforme.

Nesse último caso, o peso apresentado na tela de uma balança não terá seu valor alterado, pois a situação é de equilíbrio, ou seja, a força resultante é nula (aceleração igual a zero).

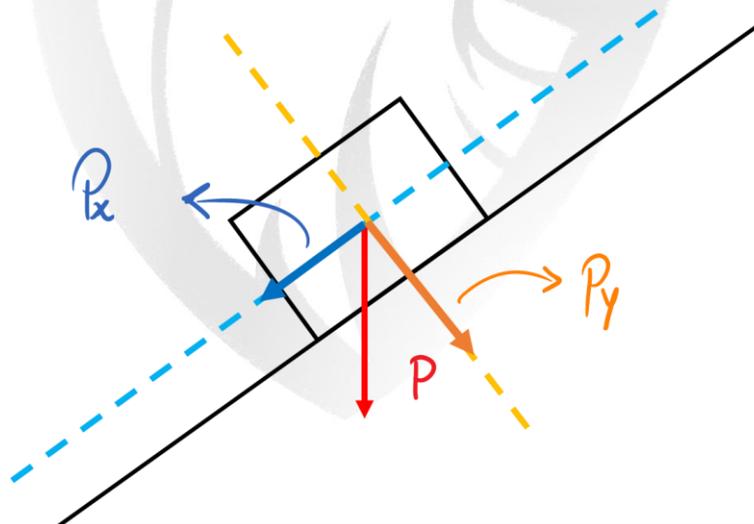
5.3 No Plano Inclinado

Neste tópico, nós encontraremos as questões mais complicadas, pois precisaremos fazer uma abordagem que envolve muita matemática, mais especificamente sobre Triângulos Retângulos e um pouco de Trigonometria, abordando sobre senos e cossenos de ângulos.

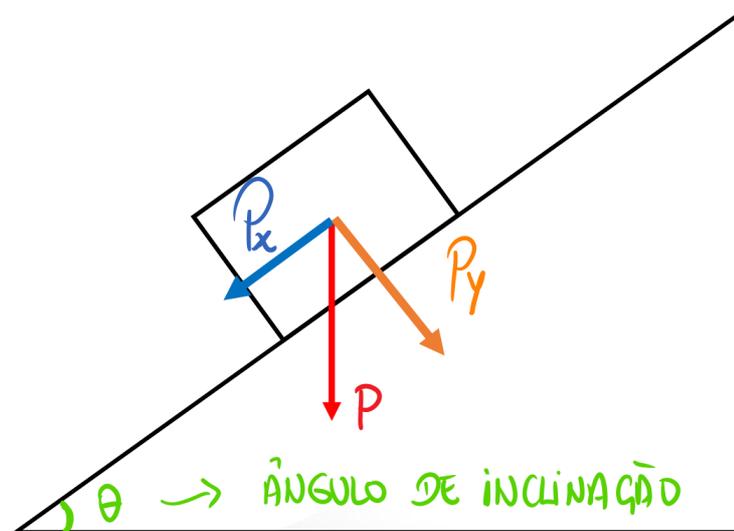
O plano inclinado é uma superfície inclinada em relação à horizontal. Nesse contexto, precisamos decompor a força peso aplicada no objetivo que está sempre voltada para baixo. Para o plano inclinado, a força peso estará inclinada e, por causa disso, nós iremos decompor em componentes direcionadas na horizontal e na vertical do movimento no plano inclinado.



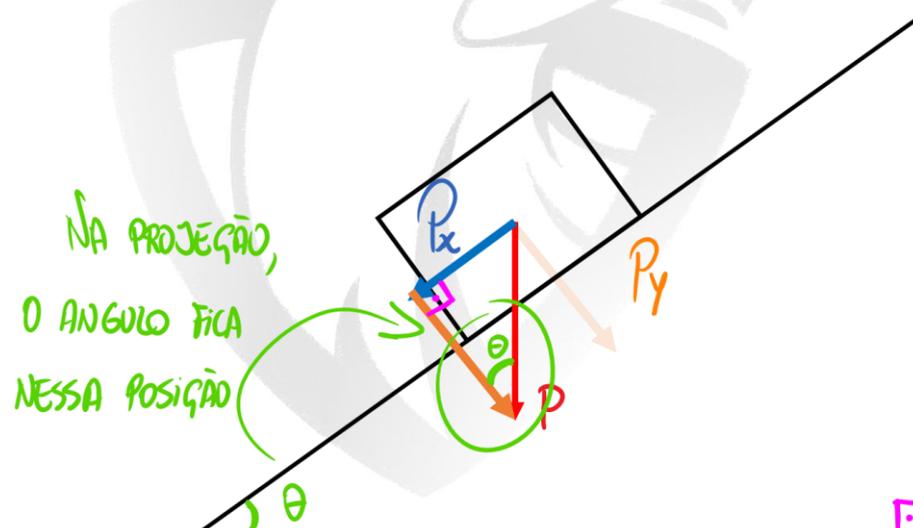
Decompondo o peso:



Precisamos destacar o ângulo de inclinação:



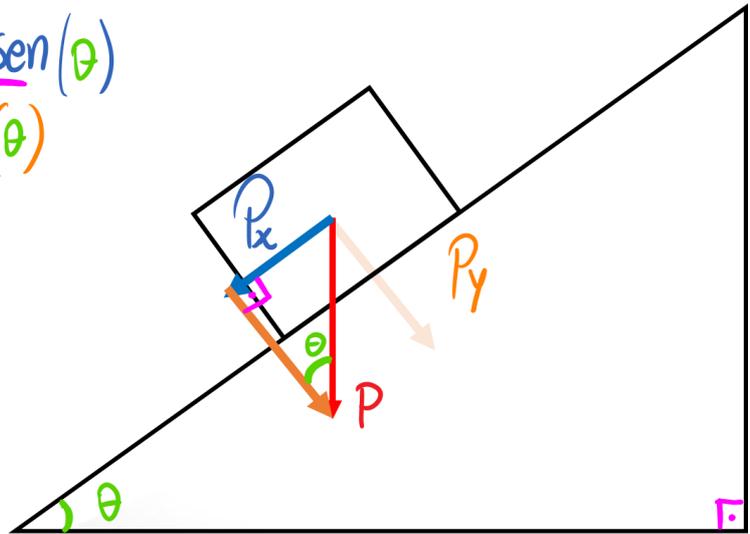
Projetando a componente vertical do peso para fechar o triângulo retângulo junto com o peso na horizontal e o peso propriamente dito, encontraremos a posição do ângulo de inclinação projetada nesse novo triângulo de análise.



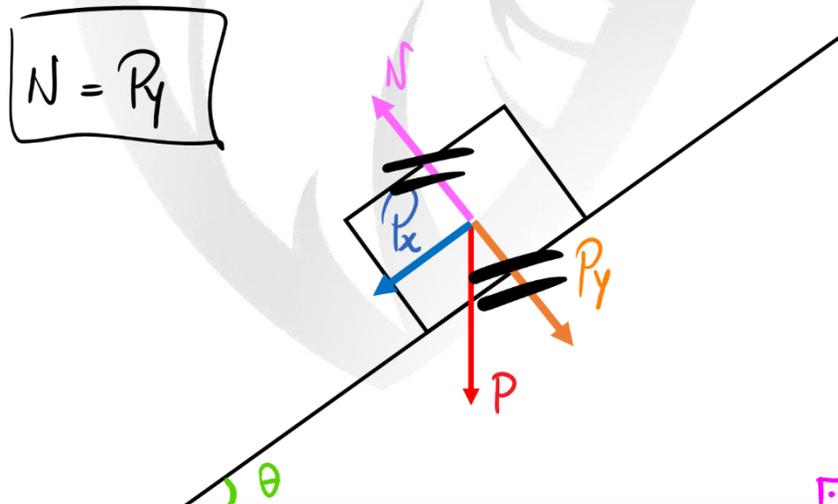
Quem está **colado** com o ângulo é o peso em y . Quem está **separado** do ângulo é o peso em x . Esse bizu já um lembrete para as fórmulas que devemos conhecer.

Perceba as fórmulas que teremos com base no ângulo de inclinação:

* SEPARADO : $P_x = P \cdot \underline{\text{sen}}(\theta)$
 * COLADO : $P_y = P \cdot \underline{\text{cos}}(\theta)$



Teremos a Força Gravitacional paralela à inclinação que é a força peso na horizontal do movimento $P_x = m \cdot g \cdot \text{sen}(\theta)$, onde m é a massa do objeto, g é a aceleração devido à gravidade e θ é o ângulo de inclinação. Da mesma forma, teremos a força peso na vertical que será $P_y = m \cdot g \cdot \text{cos}(\theta)$. Essa última força se equilibra com a força normal e, por isso, consideramos que $P_y = N$, ou seja, $N = m \cdot g \cdot \text{cos}(\theta)$.

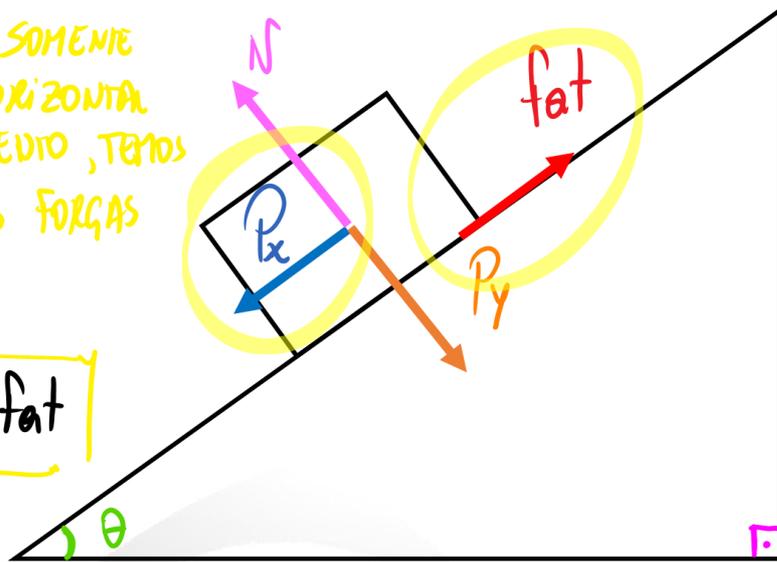


A Força Resultante em x (F_{R_x}), que está na direção do plano inclinado, é a diferença entre a componente horizontal do peso (P_x) e quaisquer outras forças envolvidas, como forças de atrito ($f_{at} = \mu N$).



OLHANDO SOMENTE
PARA A HORIZONTAL
DO MOVIMENTO, TEMOS
ESTAS DUAS FORÇAS

$$F_R = P_x - f_{at}$$



Se um objeto está em repouso no plano inclinado, isso significa dizer que existe uma força atrito equilibrando as forças na horizontal.

$$F_R = P_x - f_{at}$$

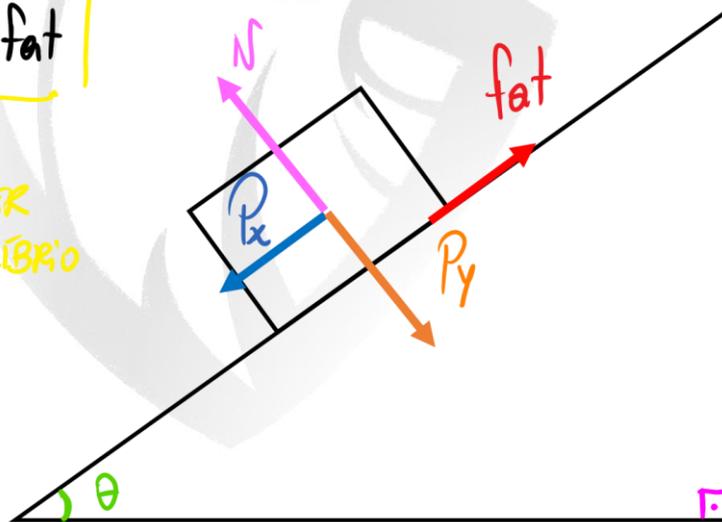
SE ESTIVER
EM EQUILÍBRIO

$$F_R = 0$$

ENTÃO

$$0 = P_x - f_{at}$$

$$P_x = f_{at}$$



Se temos a situação de equilíbrio, isso pode ser um equilíbrio estático ou dinâmico. Veja o esquema:

$F_R = P_x - f_{at}$
 ↓
 SE ESTIVER EM EQUILÍBRIO
 $F_R = 0$
 ↓
 ENTÃO
 $0 = P_x - f_{at}$
 $P_x = f_{at}$

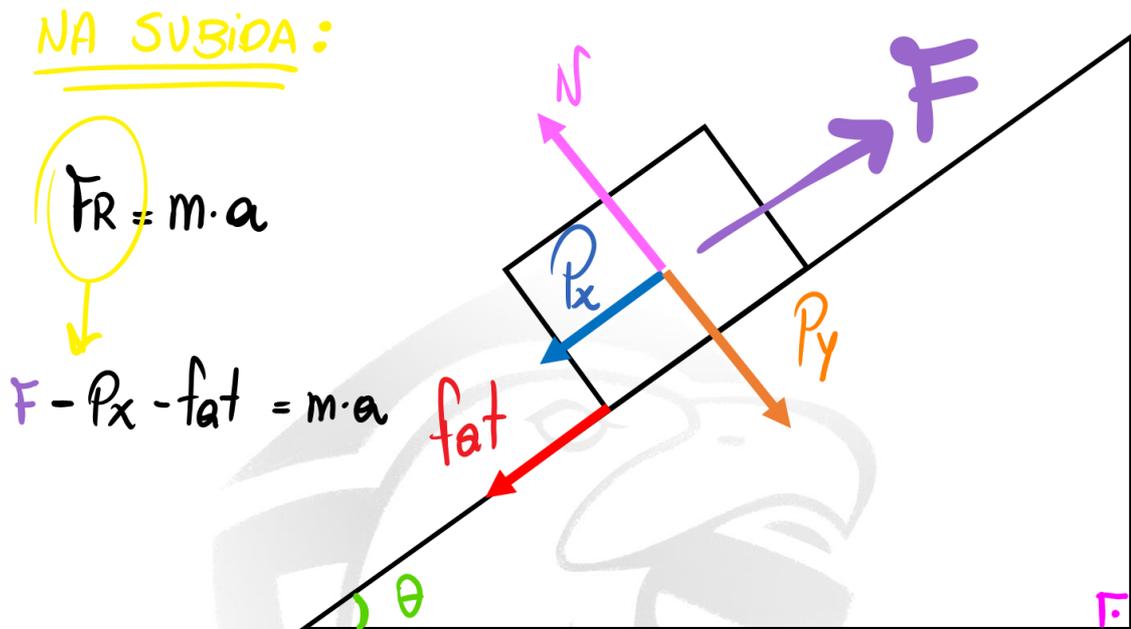
SE FOR UMA SITUAÇÃO DE EQUILÍBRIO:

- ESTÁTICO = O CORPO ESTÁ EM REPOUSO, POIS O ATRITO IMPEDE A DESCIDA.
- DINÂMICO = O CORPO ESTÁ EM MRU, POIS O ATRITO ESTÁ ANULANDO O PESO EM X. PORTANTO, A RESULTANTE DAS FORÇAS SE TORNA NULA.

↳ ISSO LEMBRA A 1ª LEI DE NEWTON (PRINCÍPIO DA INÉRCIA)

Se não existisse essa força atrito, o corpo iria descer ao longo do plano.

Para subir, devemos ter aplicação de alguma força vencendo a componente horizontal da força gravitacional. Se o atrito for considerado, essa força deverá ser maior ainda, pois deverá ser compatível com a soma da componente horizontal do peso e a força atrito.



Como vimos, a normal é igual ao atrito e, diante disso, poderíamos manipular matematicamente para observar possíveis consequências. No entanto, prefiro que você observe isso durante as questões. Faz mais sentido aprender resolvendo questões que ver uma simples manipulação matematicamente com várias suposições consideradas. O aprendizado na matéria acontece muito por meio de resolução de questões.

5.4 Na Curva

Nós estudamos na Cinemática Curvilínea que temos diferentes tipos de aceleração. Aqui, nas Aplicações das Leis de Newton, é importante que você lembre da aceleração centrípeta (a_{cp}).

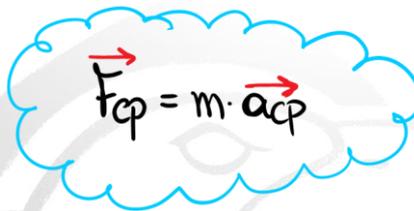
Resumindo:

“A Aceleração Centrípeta é sempre voltada para o centro da trajetória curvilínea. Essa componente obrigatoriamente existe durante o movimento curvilíneo, ou seja, se tem curva sempre teremos a aceleração centrípeta agindo.

A Aceleração Centrípeta é responsável por alterar a direção e o sentido do vetor velocidade linear.”

Agora vamos investigar a causa do movimento curvilíneo. O corpo de massa m realiza uma trajetória curvilínea devido a ação de uma força que faz com que ela permaneça nessa curva. Essa força é chamada de **Força Centrípeta**.

A Força Centrípeta (F_{cp}), de acordo com a Segunda Lei de Newton, o Princípio Fundamental da Dinâmica (PFD), será definida pelo resultado da multiplicação da massa com a aceleração centrípeta.

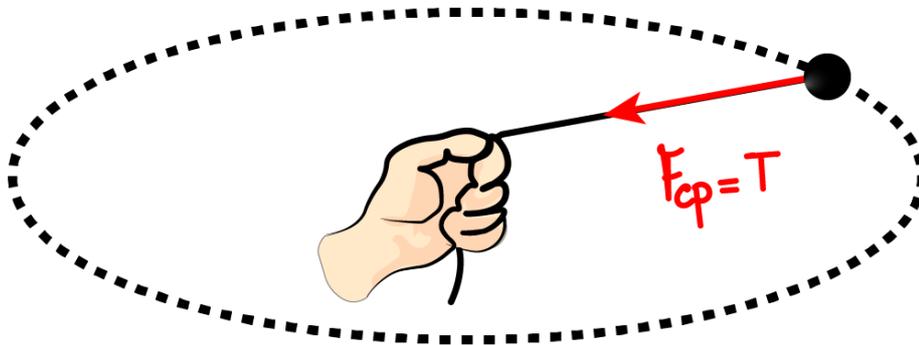

$$\vec{F}_{cp} = m \cdot \vec{a}_{cp}$$

Essa Força Centrípeta F_{cp} possui mesma direção e sentido da aceleração centrípeta a_{cp} . Portanto, A Força Centrípeta está sempre apontada para o centro da trajetória.

Temos que compreender que, a depender do contexto, podemos interpretar quem é que está fazendo o papel de Força Centrípeta. Como assim? Eu posso te mostrar dois exemplos clássicos sobre isso.

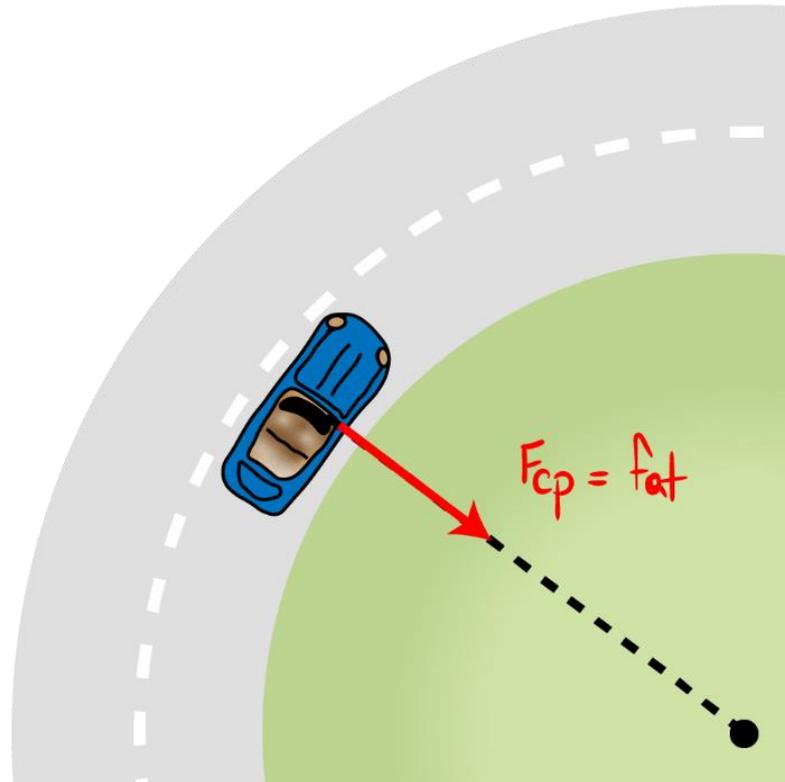
Caso 1:

Primeiramente, um menino que gira uma bola amarrada no cordão criando uma trajetória circular. A corda é quem faz com que a bola permaneça girando. Diante disso, a força de tração na corda é quem faz o papel de Força Centrípeta:

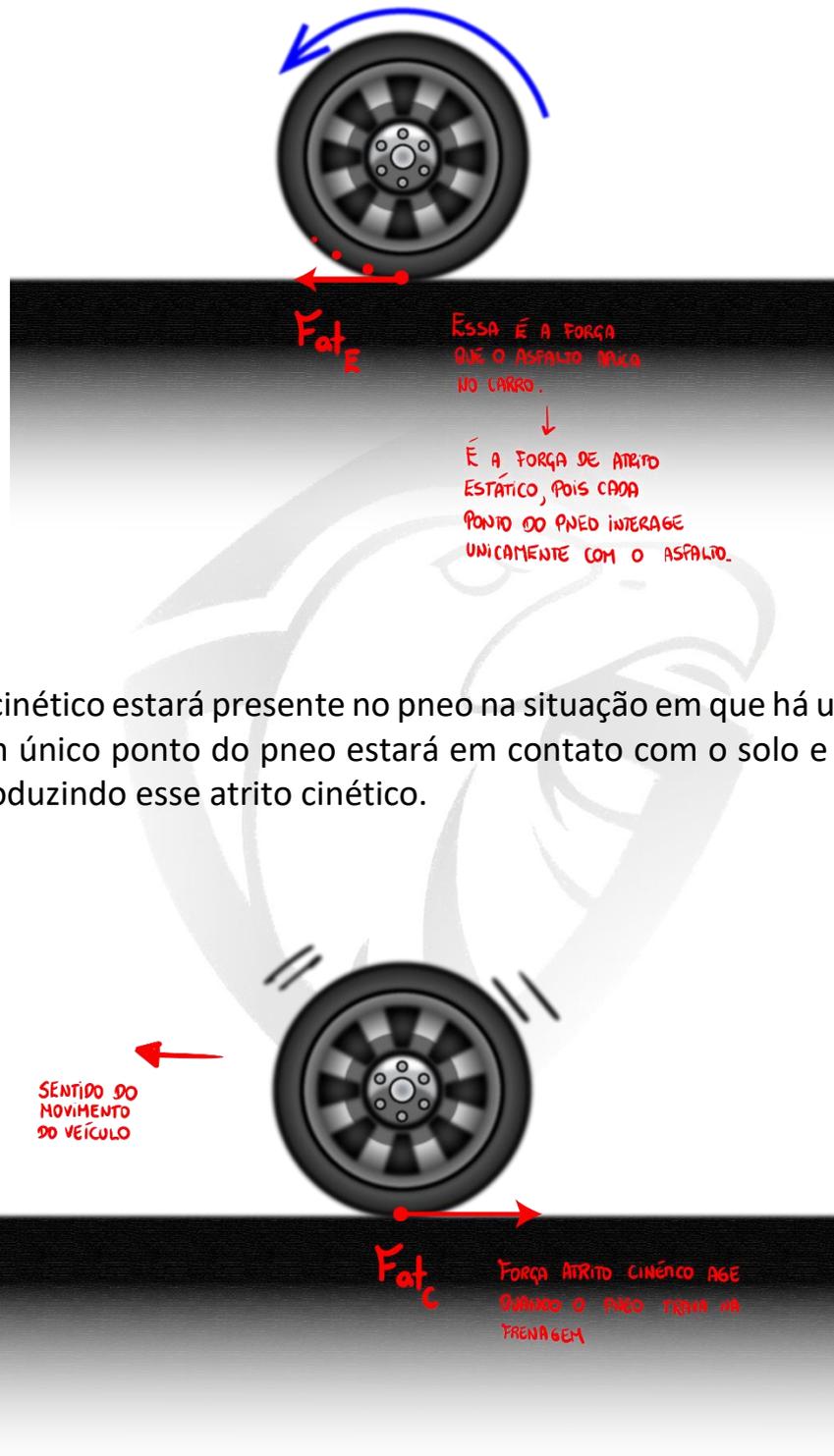


Caso 2:

Outro exemplo, mais comum em provas de concurso, é sobre um veículo que realiza uma curva no asfalto. A força centrípeta é desempenhada pela força atrito dos pneus com o asfalto. O atrito considerado nesse caso é o atrito estático (não é o atrito cinético).



Sobre o atrito dos pneus com o asfalto, temos que analisar os pontos que estão em contato com o solo. Durante o giro normal do pneu, vários pontos do pneu mantêm contato fixo com o asfalto. Então, o que acontece é uma sucessiva aplicação de força atrito estático de cada ponto do pneu durante o giro sobre o asfalto.



O atrito cinético estará presente no pneu na situação em que há uma derrapagem. Nesse caso, um único ponto do pneu estará em contato com o solo e permanecerá se arrastando, produzindo esse atrito cinético.

5.4.1 Aceleração centrípeta máxima para realizar uma curva sem derrapar

Existe uma situação bem específica da Física em que podemos chegar com uma ideia pronta para responder questões. Essa situação é a que envolve um carro realizando uma curva. Para realizar a curva, necessariamente temos que considerar o atrito do pneu com o asfalto. O questionamento gira em torno do tema: **Qual a velocidade máxima para realizar a curva sem derrapar?**

Essa pergunta é respondida com base no valor da **aceleração centrípeta máxima** que o carro pode produzir durante a curva. Esse valor depende diretamente do valor do **coeficiente de atrito estático** que há entre os pneus e o asfalto. Quanto maior esse coeficiente, maior será o valor da aceleração centrípeta máxima e, conseqüentemente, maior será a velocidade máxima para realizar a curva sem derrapar. A fórmula é a seguinte:

5.4.2 Aceleração centrípeta máxima para realizar uma curva sem derrapar

Existe uma situação bem específica da Física em que podemos chegar com uma ideia pronta para responder questões. Essa situação é a que envolve um carro realizando uma curva. Para realizar a curva, necessariamente temos que considerar o atrito do pneu com o asfalto. O questionamento gira em torno do tema: **Qual a velocidade máxima para realizar a curva sem derrapar?**

Essa pergunta é respondida com base no valor da **aceleração centrípeta máxima** que o carro pode produzir durante a curva. Esse valor depende diretamente do valor do **coeficiente de atrito estático** que há entre os pneus e o asfalto. Quanto maior esse coeficiente, maior será o valor da aceleração centrípeta máxima e, conseqüentemente, maior será a velocidade máxima para realizar a curva sem derrapar. A fórmula é a seguinte:

$$F_{cp} = m \cdot a_{cp}$$

↓

fat

↓

$$\mu \cdot N$$

↓

$$\mu \cdot m \cdot g = m \cdot a_{cp}$$

$$\mu \cdot \cancel{m} \cdot g = \cancel{m} \cdot a_{cp}$$

$$a_{cp} = \mu \cdot g$$

↓

$$a_{cp \text{ MÁX}} = \mu_E \cdot g$$

Essa expressão final é o que você precisa saber para responder as questões. O valor da aceleração centrípeta pode ser no máximo igual ao valor da multiplicação do coeficiente de atrito estático entre os pneus e o asfalto com a aceleração da gravidade.

6 QUESTÕES DE RENDIMENTO

01 (CEBRASPE|2018)

A mecânica newtoniana é válida em referenciais acelerados.

Resolução

Não. De acordo a mecânica newtoniana leva em consideração que o observador (o referencial de análise do sistema) deve estar ou em repouso ou em MRU. Portanto, esse referencial não pode ser acelerado. Gabarito: Errado.

02 (METROCAPITAL|2019|ADAPTADA)

O princípio da inércia é enunciado para corpos que estejam em repouso ou em velocidade constante.

Resolução

A Primeira Lei de Newton (Lei da Inércia) diz que um corpo isolado estará em repouso ou em MRU (velocidade constante ou velocidade uniforme). Portanto, o item está correto. Gabarito: Certo.

03 (METROCAPITAL|2019|ADAPTADA)

A tendência de um corpo em movimento uniforme e com aceleração constante é manter-se em movimento perpetuamente.

Resolução

Movimento uniforme quer dizer que a velocidade é constante. Se a velocidade é constante, então a aceleração é nula. Dizer que a aceleração é constante não garante que seja nula. O erro da questão está aí. Gabarito: Errado.

04 (AOCF|2018)

O cinto de segurança dos veículos é utilizado para evitar que, em caso de uma freada ou impacto, ocorra lesões graves no passageiro. A criação desse item de segurança leva em consideração a física do movimento, principalmente a lei de Newton relacionada

- a) à força peso.
- b) à gravidade.
- c) ao princípio da dinâmica.
- d) à ação e reação.
- e) à inércia.



Resolução

O corpo tende a permanecer em movimento e o cinto de segurança impede que o condutor e os passageiros continuem esse movimento no processo de frenagem. Isso é com base no Princípio da Inércia. Gabarito: Letra E.

05 (IFC|2019|ADAPTADA)

Quando o carro inicia o movimento, a força resultante sobre ele é zero.



Resolução

Para iniciar o movimento, o carro está saindo da situação original de repouso (velocidade nula) e aumenta a sua velocidade. Para isso, precisa-se da aceleração. Aceleração aplicada no corpo implica dizer que a força resultante é diferente de zero. Gabarito: Errado.

06 (METROCAPITAL|2019)

Dos dispositivos abaixo elencados, assinale aquele que pode ser utilizado para medir a intensidade de uma força:

- a) manômetro.
- b) dinamômetro.
- c) termômetro.
- d) decibelímetro.
- e) cartômetro.

**Resolução**

O dispositivo que pode ser utilizado para medir a intensidade de uma força é o "b) dinamômetro." O dinamômetro é projetado especificamente para medir forças, enquanto os outros dispositivos listados têm finalidades diferentes:

- a) Manômetro: Mede a pressão de fluidos (como gases ou líquidos).
- c) Termômetro: Mede a temperatura.
- d) Decibelímetro: Mede o nível de pressão sonora, ou seja, o nível de ruído ou som.
- e) Cartômetro: Mede distâncias sobre mapas.

07 (METROCAPITAL|2019|ADAPTADA)

A massa é a medida quantitativa da inércia.

**Resolução**

A massa é a medida quantitativa da inércia de um objeto, ou seja, é a quantidade de matéria que um objeto contém e sua tendência em resistir a mudanças em seu estado de movimento. Quanto maior a massa de um objeto, maior será sua inércia, o que significa que ele exigirá mais força para acelerar, desacelerar ou alterar sua trajetória. A unidade padrão para a massa no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o quilograma (kg). Gabarito: Certo.

08 (CESGRANRIO | 2014)

Se uma força resultante constante diferente de zero for aplicada a uma partícula de massa m , seu movimento será tal, que a

- a) velocidade será nula após algum tempo do início do movimento
- b) velocidade será constante desde o início do movimento
- c) aceleração será nula durante todo o seu movimento.
- d) aceleração será constante enquanto a força estiver atuando.
- e) aceleração será crescente com o tempo

 **Resolução**

Podemos dizer de forma técnica que a Segunda Lei de Newton, que afirma que a aceleração de um objeto é diretamente proporcional à força resultante aplicada a ele e inversamente proporcional à sua massa. Quando uma força constante é aplicada em um corpo, a aceleração será constante, desde que a força esteja atuando. A velocidade pode aumentar ou diminuir (acelerado ou retardado), dependendo da direção da força (que é a mesma da aceleração) em relação à velocidade inicial, mas temos a garantia de que a aceleração será constante enquanto a força estiver presente. Gabarito: Letra D.

09 (CEBRASPE | ANAC | 2012)

Se um automóvel de 900 kg de massa que se desloca a uma velocidade de 20 m/s é parado em 3 s, é correto afirmar que ele foi submetido a uma força de frenagem de 6 kN.

 **Resolução**

Primeiramente, temos que prestar atenção para os dados da questão: massa de 900 kg, velocidade inicial de 20 m/s, velocidade final igual a zero (pois o veículo para após a frenagem), intervalo de tempo de 3 segundos e queremos saber a Força aplicada nesse processo de frenagem. Para isso, valor utilizar o PFD. Sabendo que 1 kN (kilo Newton) é igual a 1000 N, teremos:

$$m = 900 \text{ kg}$$
$$v_0 = 20 \text{ m/s}$$
$$v = 0 \text{ m/s}$$
$$\Delta t = 3 \text{ seg.}$$
$$F = ?$$

$$F = m \cdot a$$

$$F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$F = m \cdot \frac{v - v_0}{\Delta t}$$

$$F = 900 \cdot \frac{(0 - 20)}{3}$$

$$F = 300 (-20)$$

$$F = -6000 \text{ N}$$

$$F = -6 \text{ kN}$$

$$1000 \text{ N} = 1 \text{ kN}$$

Diante disso, temos que o item está correto. Gabarito: Certo.

010 (CEBRASPE|PETROBRAS|2007)

A massa de um corpo é a característica que relaciona a força a ele aplicada com a aceleração resultante.

Resolução

A massa é propriedade fundamental da matéria. Ela expressa a quantidade de inércia que um corpo tem. Essa quantidade de inércia é quantificada pela relação da aceleração produzida diante de uma força aplicada, ou seja, o quanto a velocidade varia com a aplicação de uma força. Diante disso, o item está correto. Gabarito: Certo.

011 (IFC|2019|ADAPTADA)

Ao empurrar o carro, a força que fazemos sobre o carro é maior que a força que o carro faz sobre nós.

Resolução

A força aplicada no carro é a mesma força de reação que é aplicada na pessoa que empurra. Isso acontece conforme o Princípio da Ação e Reação (Terceira Lei de Newton). Gabarito: Errado.

012 (CEBRASPE|SEDU-ES|2010)

A força gravitacional que a Terra exerce sobre a Lua, em módulo, é maior que a força gravitacional que a Lua exerce sobre a Terra.

 **Resolução**

Essas forças possuem o mesmo módulo, pois formam um par de ação e reação. A força gravitacional que a Terra exerce na Lua é uma força de campo com a mesma intensidade e direção que a força gravitacional que a Lua exerce na Terra, porém com sentidos opostos. Gabarito: Errado.

(CEBRASPE|INMETRO|2010|ADAPTADA)

Suponha que determinado bloco de madeira de massa M seja colocado sobre uma superfície horizontal plana. Acerca das forças que atuam sobre esse bloco, julgue os itens a seguir.

013 Nessa situação, a força peso atua sobre o bloco na direção vertical e tem como reação a força normal.

014 Se não houver atrito, uma força F aplicada na horizontal causará uma aceleração que pode ser expressa como $a = F/M$

015 A força de atrito é essencial para que o bloco permaneça em repouso sobre a superfície, pois consiste em uma reação ao peso do bloco.

 **Resolução**

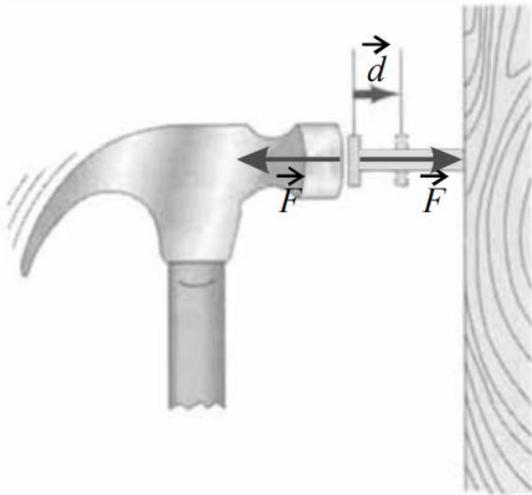
13. Normal e Peso não formam um par de ação e reação. Gabarito: Errado.

14. De acordo com o PFD em que $F = Ma$, a aceleração produzida será sim expressa por $a = \frac{F}{M}$. Gabarito: Certo.

15. Força atrito e força peso não formam um par de ação e reação. Longe disso. A força atrito é sempre paralela a superfície de contato e a força Normal é sempre perpendicular a superfície de contato (forma 90°). Gabarito: Errado.

(CEBRASPE | SEDUC-CE | 2009 | ADAPTADA)

Na figura, \vec{d} é um vetor cujo módulo expressa a distância que o prego penetrou na madeira e \vec{F} é o vetor força aplicada no prego pela ação do martelo. Com base nessas informações e nas leis de Newton, julgue os itens a seguir



016 A força que o martelo exerce sobre o prego é de mesma intensidade e direção, mas de sentido oposto à força que o prego exerce sobre o martelo.

017 As forças de ação e reação anulam-se, pois atuam em um mesmo ponto do prego.

 **Resolução**

16. Exatamente. Essas forças formam um par de ação e reação. Gabarito: Certo.

17. Não há que se falar sobre anulação das forças de ação e reação. As forças só podem ser anuladas quando estão sendo aplicadas em um mesmo corpo. Ação e Reação são aplicadas em corpos distintos. Gabarito: Errado.

(CEBRASPE | 2019 | Policial Rodoviário Federal)

Um veículo de 1.000 kg de massa, que se desloca sobre uma pista plana, faz uma curva circular de 50 m de raio, com velocidade de 54 km/h. O coeficiente de atrito estático entre os pneus do veículo e a pista é igual a 0,60.

A partir dessa situação, julgue o item que se segue, considerando a aceleração da gravidade local igual a $9,8\text{m/s}^2$.

018 Se o veículo estivesse sujeito a uma aceleração centrípeta de $4,8\text{ m/s}^2$, então ele faria a curva em segurança, sem derrapar.

 **Resolução**

Para realizar a curva sem derrapar, o veículo deverá ter uma aceleração centrípeta que esteja dentro de um certo limite. Esse limite é a aceleração centrípeta máxima que é calculada com base no valor do coeficiente de atrito estático multiplicado pelo valor da força Normal.

$$a_{cp\text{MÁX}} = \mu_E \cdot g$$

$$a_{cp\text{MÁX}} = 0,60 \cdot 9,8\text{ m/s}^2$$

$$a_{cp\text{MÁX}} = 5,88\text{ m/s}^2$$

Diante disso, temos que a aceleração centrípeta de $4,8\text{m/s}^2$ é inferior ao limite máximo e, portanto, o veículo fará a curva sem derrapar. Gabarito: Certo.

019 O veículo está sujeito a uma aceleração centrípeta superior à aceleração gravitacional.

 **Resolução**

Para calcular a aceleração centrípeta exata da situação hipotética devemos utilizar os valores fornecidos de velocidade e raio da trajetória.

A velocidade linear de 54 km/h precisa ser convertida para m/s:

$$v = 54 \text{ km/h}$$

km/h	m/s
36	10
54	x

$$x = \frac{54 \cdot 10}{36}$$

$$x = 5 \cdot 3$$

$$x = 15 \text{ m/s}$$

Utilizando esse valor de 15 m/s, vamos calcular a aceleração centrípeta:

$$v = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$$

$$R = 50 \text{ m}$$

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

$$a_{cp} = \frac{(15)^2}{50}$$

$$a_{cp} = \frac{225}{50}$$

$$a_{cp} = 4,5 \text{ m/s}^2$$

Diante disso, percebe-se a aceleração centrípeta é inferior a gravidade de 9,8 m/s².

Gabarito: Errado.

Obs: Poderíamos resolver esta questão simplesmente analisando a questão anteriormente resolvida, pois a aceleração centrípeta máxima é de $5,88 \text{ m/s}^2$. Então, não tem como a aceleração centrípeta ser superior a $9,8 \text{ m/s}^2$. Com esse raciocínio, concluímos tranquilamente que o gabarito dessa questão é errado.

020 (CEBRASPE | 2021 | Policial Rodoviário Federal)

Um projétil foi lançado obliquamente em relação ao solo em um local onde a aceleração da gravidade é constante e a resistência do ar é desprezível.

Considerando essa situação hipotética bem como a mecânica clássica e áreas a ela relacionadas, julgue o item que se seguem.

Na posição de altura máxima, a força resultante sobre o projétil será nula.

Resolução

No lançamento oblíquo, a aceleração da gravidade age em todo o movimento. Se tem aceleração, então temos força. Essa força é o peso. Portanto, a força resultante não será nula em nenhum instante do movimento desse lançamento oblíquo. Gabarito: Errado.

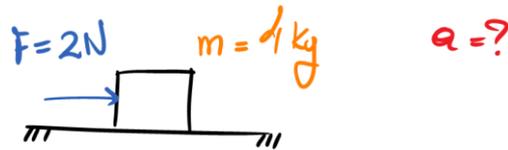
021 (FUNCAB | 2014)

Uma força de 2 N atua empurrando um corpo de 4 kg. A aceleração com que esse corpo se movimentará será, portanto, em unidades do SI, de:

- a) 1,0.
- b) 0,6.
- c) 0,5.
- d) 2,0.
- e) 0,0.

 **Resolução**

Esquemmatizando a questão e aplique a segunda Lei de Newton:



$$F = m \cdot a$$

$$2 = 4 \cdot a$$

$$a = \frac{2}{4}$$

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

UNIDADE DO
SISTEMA INTERNACIONAL (SI)

Gabarito: Letra C.

022 (UFMA|2018)

Determine a intensidade da força que deve ser aplicada para que um bola de massa igual a 500 g suba verticalmente com uma aceleração de $2,0 \text{ m/s}^2$.

Obs.: Despreze a resistência do ar e considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 .

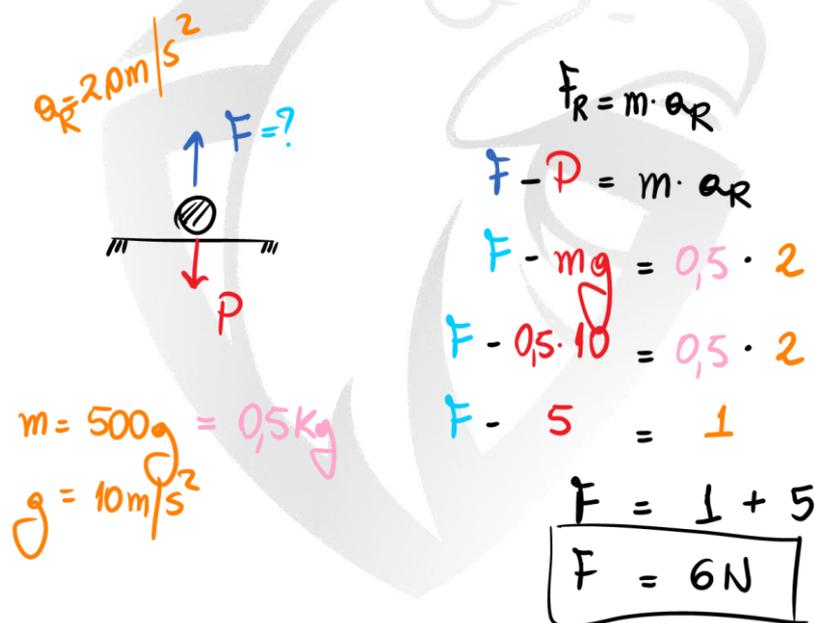
- a) 6,0 N
- b) 10 N
- c) 5,0 N
- d) 4,0 N
- e) 1,0 N


Resolução

Para resolver essa questão devemos ter atenção para o valor da massa que foi dada em gramas e convertê-la para quilogramas que é o sistema internacional. Queremos a resposta força em Newtons, então precisamos ter a massa em quilogramas, uma vez que Newton é $N = \frac{kg \cdot m}{s^2}$.

Sabendo que a força resultante é igual a massa vezes a aceleração, iremos fazer o cálculo. Considerando a análise fornecida pela questão, perceberemos que a força resultante é resultado da diferença da força que é favorável para o movimento vertical para cima (F) e o peso do objeto (P).

Diante dessas observações, encontraremos a resposta após o cálculo matemático:



$a_R = 20 \text{ m/s}^2$
 $F = ?$
 P
 $m = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg}$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$
 $F_R = m \cdot a_R$
 $F - P = m \cdot a_R$
 $F - mg = 0,5 \cdot 2$
 $F - 0,5 \cdot 10 = 0,5 \cdot 2$
 $F - 5 = 1$
 $F = 1 + 5$
 $F = 6 \text{ N}$

Gabarito: Letra A.

023 (UFMA|2018)

Um astronauta determinou o peso de uma rocha em um certo planeta, onde a aceleração da gravidade é de 20 m/s^2 , encontrando o valor de 40 N . Qual seria, respectivamente, a massa e o peso dessa rocha na Terra?

Obs.: Considere a aceleração da gravidade da Terra igual 10 m/s^2 .

- a) 1,0 kg e 20 N
- b) 2,0 kg e 10 N
- c) 2,0 kg e 20 N
- d) 1,0 kg e 10 N
- e) 4,0 kg e 20 N

 **Resolução**

Precisamos saber o valor da massa, a qual é uma propriedade intrínseca do material. Vamos utilizar os dados fornecidos sobre um planeta denominado 1 aqui nesta resolução:

$$P_{\perp} = m \cdot g_{\perp}$$
$$40 = m \cdot 20$$
$$m = \frac{40}{20}$$
$$m = 2 \text{ kg}$$

ESSE VALOR SERVE PARA QUALQUER PLANETA.

O QUE MUDA É O PESO E A GRAVIDADE

Agora, vamos aplicar os cálculos na Terra:



$$m = 2 \text{ kg}$$



SENDO A MASSA
COM ESSE VALOR

NA TERRA: //

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

ENTÃO O PESO SERÁ: //

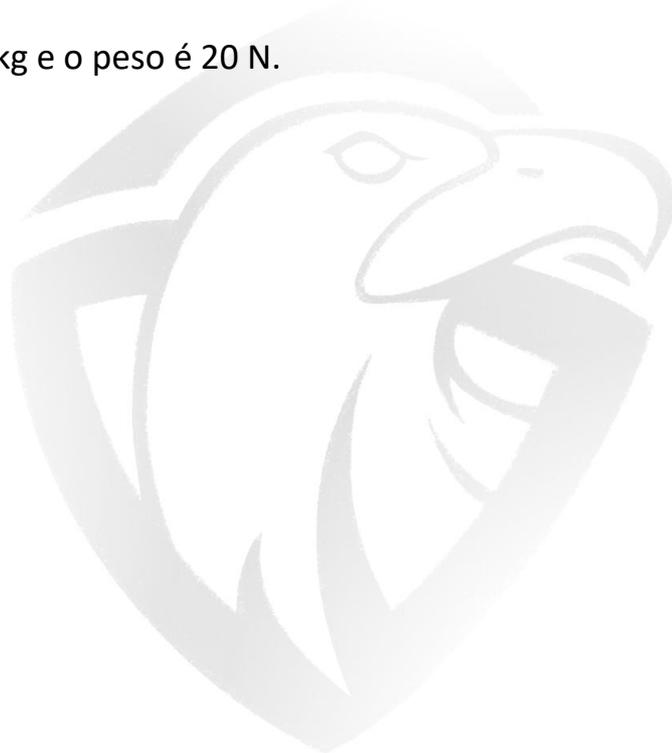
$$P = m \cdot g$$

$$P = 2 \cdot 10$$

$$P = 20 \text{ N}$$

Portanto, a massa é 2 kg e o peso é 20 N.

Gabarito: Letra C.





CONCURSEIRO QUE PRETENDE SER POLICIAL NÃO FAZ RATEIO

Todo o material desta apostila (textos e imagens) está protegido por direitos autorais do Profissão Policial Concursos de acordo com a Lei 9.610/1998. Será proibida toda forma de cópia, plágio, reprodução ou qualquer outra forma de uso, não autorizada expressamente, seja ela onerosa ou não, sujeitando-se o transgressor às penalidades previstas civil e criminalmente.