

SUMÁRIO

PREFÁCIO xi

PRÓLOGO

A FÍSICA TIRA VOCÊ DO SÉRIO? 1

1

LEI DA AÇÃO E REAÇÃO 13

Lei da Ação e Reação 14

 Como funciona a Lei de Ação e Reação 15

 Equilíbrio 20

 Equilíbrio x Lei da Ação e Reação 23

 Força Gravitacional e da Lei da Ação e Reação 30

As Três Leis do Movimento de Newton 33

Quantidades Escalares x Quantidades Vetoriais 37

 Fundamentos dos Vetores 37

 Vetores Negativos 38

 Diferença Entre Dois Vetores 38

 Multiplicação de Vetoriais por Escalares 39

Equilíbrio e Forças Vetoriais 39

As Três Leis do Movimento de Newton 40

 Como Desenhar um Diagrama de Corpo Livre 41

 Como Expressar Terceira Lei de Newton com uma Equação 42

Gravidade e Gravitação Universal 43

2

FORÇA E MOVIMENTO 45

Velocidade e Aceleração 46

 Movimento simples 46

 Aceleração 50

Laboratório: Como Descobrir a Distância Percorrida Quando a Velocidade Varia. 53

Leis de Newton: Primeira e Segunda 58

 Lei da Inércia 58

 Lei de Aceleração 66

Laboratório: Como Descobrir o Exato Valor de Uma Força. 73

 Movimento de uma bola arremessada 75

As Três Regras do Movimento Acelerado Uniforme 85

Adição de Vetores: O Método Cabeça Para Cauda 86

A Composição e Decomposição de Forças 87

A Primeira Lei do Movimento de Newton 90

A Segunda Lei do Movimento de Newton 90

A Orientação de Velocidade, Aceleração, e Força 90

O Objeto Não Tem Força Própria.....	92
A Unidade de Força	92
Como Medir Massa e Força	93
Como Determinar Peso	94
Como Entender o Movimento Parabólico	96
Como Usar o Cálculo Para Descobrir Aceleração e Velocidade.....	99
Como Usar a Área de Um Gráfico V-T Para Descobrir a Distância Percorrida Por um Objeto ..	100

3

MOMENTO LINEAR..... 103

Momento Linear e Impulso	104
Como Entender o Momento Linear	106
Laboratório: Diferença no Momento Linear Devido a Diferença na Massa	109
Mudança Em Momento Linear e Impulso	111
Laboratório: Como Descobrir o Momento Linear de Um Saque	117
A Conservação do Momento Linear	120
A Terceira Lei de Newton e a Conservação do Momento Linear	120
Laboratório: O Espaço Sideral e a Conservação do Momento Linear	126
Experiências de Impulso do Mundo Real	129
Redução de Impacto	129
Melhorando o Saque de Megumi	133
Momento Linear e Impulso	139
Impulso e Momento Linear em Nossas Vidas	140
Como Derivar a Lei da Conservação do Momento Linear	141
Colisão Elástica e Inelástica	143
Unidades Para Momento Linear.....	144
Lei da Conservação do Momento Linear Para Vetores.....	144
Lei da Ação e Reação x Lei de Conservação do Momento Linear	146
A Propulsão de Um Foguete.....	147

4

ENERGIA..... 151

Trabalho e energia	152
O que é Energia?	153
Laboratório: Qual a Diferença entre Momento Linear e Energia cinética?	162
Energia potencial	164
Trabalho e Energia Potencial	169
Laboratório: O Trabalho e A Conservação da Energia	172
Trabalho e Energia	175
Laboratório: A Relação Entre Trabalho e Energia Cinética	178
Distância de Frenagem e Velocidade	180
A Conservação da Energia Mecânica	184
A Transformação da Energia.....	184
Conservação da Energia Mecânica.....	187

Laboratório: A Lei da Conservação da Energia Mecânica em Ação	191
Como Descobrir a Velocidade e a Altura de Uma Bola Arremessada	194
Laboratório: A Conservação da Energia Mecânica em um Ladeira	195
Unidades de Medição de Energia	200
Energia Potencial	201
As Molas e A Conservação da Energia	202
Velocidade Para Arremessar Para Cima e Altura Atingida	203
A Orientação da Força e do Trabalho	204
Como Descobrir Uma Quantidade de Trabalho Com Força Não Uniforme (Unidimensional) . . .	205
A Força Não Conservadora e a Lei da Conservação da Energia	207
Atrito: Uma Força Não Conservadora	207
O Atrito em Uma Ladeira	208
A Colisão de Moedas e A Conservação da Energia	210
 EPILOGO	 215
 APÊNDICE	
COMO ENTENDER AS UNIDADES	225
 ÍNDICE	 229

VAMOS TENTAR O CAMINHO OPOSTO

SE EU EMPURRAR, NÓS DOIS VAMOS NOS MOVER PARA TRÁS NOVAMENTE.



É MESMO?

QUANDO VOCÊ TENTA USAR A FORÇA EM MIM,

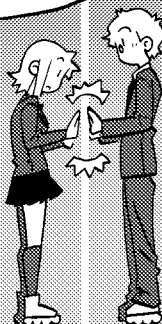
MESMO SE EU NÃO QUISER EMPURRAR VOCÊ PARA TRÁS,



A FORÇA SERÁ APLICADA AO SEU CORPO, NINOMIYA-SAN.

PORÉM E SEMPRE QUE UM DE NÓS APLICA A FORÇA AO OUTRO,

SHAZAM!



O OUTRO VAI RECEBER A MESMA FORÇA NA DIREÇÃO OPOSTA.

RÁ.

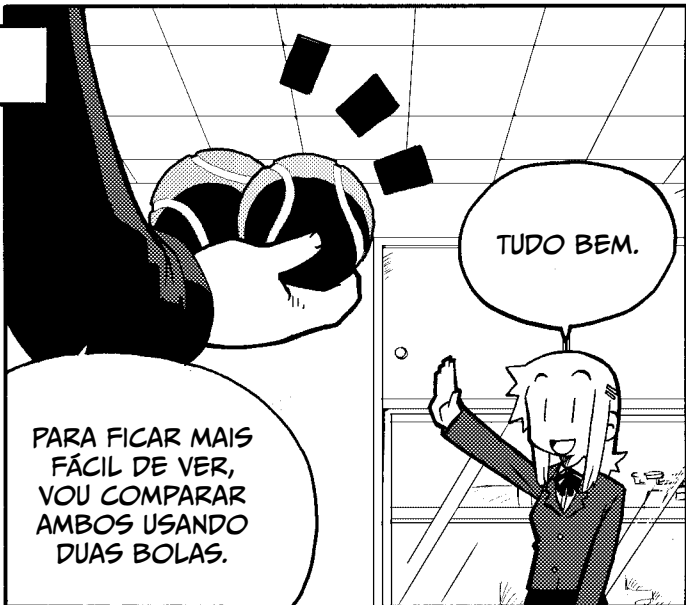


ENTÃO EU NÃO POSSO MOVER VOCÊ SEM MOVER A MIM MESMO.

EQUILÍBRIO X LEI DA AÇÃO E REAÇÃO



AGORA VAMOS PENSAR SOBRE A DIFERENÇA ENTRE O EQUILÍBRIO E A LEI DA AÇÃO E REAÇÃO.



PARA FICAR MAIS FÁCIL DE VER, VOU COMPARAR AMBOS USANDO DUAS BOLAS.



QUANTIDADES ESCALARES X QUANTIDADES VETORIAIS

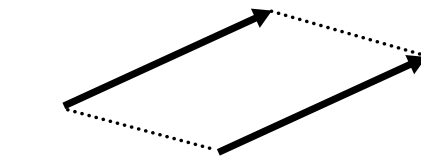
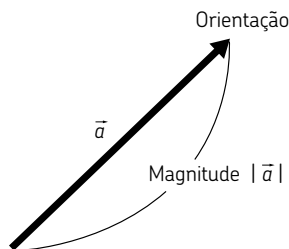


A Física envolve a medição e a previsão de várias quantidades (ou valores físicos) como força, massa, e velocidade. Esses valores podem ser classificados como aqueles que só têm magnitude e os que têm ao mesmo tempo magnitude e direção. Uma quantidade com magnitude mas sem direção é referida como quantidade *escalar*. A massa é uma quantidade escalar. A energia e o trabalho, que vamos aprender no Capítulo 4, também são quantidades escalares.

Por outro lado, a força é um valor com uma direção. Você pode perceber isso pelo fato de que o movimento de um objeto muda se você aplicar a força de uma direção diferente. A quantidade com uma direção é chamada de *vetor*. A velocidade e a aceleração (que são introduzidos no Capítulo 2) e o momento (discutido no Capítulo 3) também são quantidades vetoriais, pois possuem direção. Talvez você esqueça os termos *vetorial* e *escalar*, mas deve ter em mente que existem dois tipos de valores em Física: aqueles só com magnitude e aqueles com magnitude e direção.

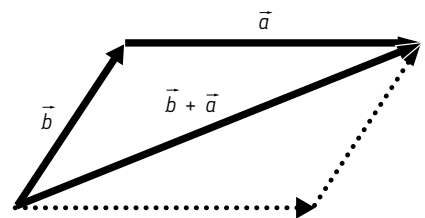
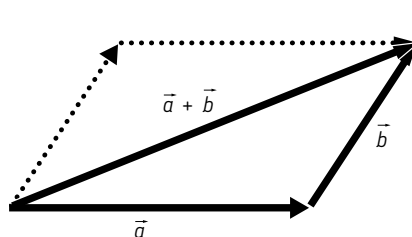
FUNDAMENTOS DOS VETORES

Um vetor é representado por uma seta. O comprimento da seta representa a magnitude do vetor, e a ponta representa sua orientação, ou direção. Dois vetores com a mesma magnitude e direção são equivalentes um ao outro, mesmo que não tenham a mesma origem.



Um vetor é equivalente depois de um movimento paralelo.

Observe também que a magnitude de um vetor (representada pelo comprimento da seta) pode ser anotada com símbolos de valores absolutos, como $|\vec{a}|$, ou simplesmente como a .



A soma de dois vetores ($\vec{a} + \vec{b}$) é mostrada ao se juntar a ponta do vetor \vec{a} com o início do vetor \vec{b} , e depois estendendo a linha do início de \vec{a} até a ponta de \vec{b} , como mostra

LABORATÓRIO

COMO DESCOBRIR A DISTÂNCIA PERCORRIDA QUANDO A VELOCIDADE VARIA



Vamos mudar o ajuste de modo a aumentar gradualmente a velocidade até 0,5 m/s. Aqui existe um teste para você. Considerando que velocidade atingiu 0,5 m/s em quatro segundos, que distância o carro de controle remoto percorreu?



Hum..Começou com 0 m/s, e teve o pico de velocidade de 0,5 m/s. Então vou calcular, assumindo a velocidade média, 0,25 m/s, pela velocidade, temos $0,25 \text{ m/s} \times 4 \text{ s} = 1 \text{ m}$!



Isso mesmo! Você é muito esperta. Mas você pode explicar por que você obteve a resposta certa com esse cálculo?



Hum... Lembre-se, Nonomura-kun, me ensinar é o seu trabalho!



Rá rá, isso é bem verdade. Antes de lhe dar uma resposta direta, vou explicar como podemos descobrir a distância percorrida quando a velocidade varia. Quando velocidade é constante, já aprendemos que a distância percorrida pode ser encontrada pelo cálculo da expressão (velocidade \times tempo). Agora, dado que d m (metros) representa a distância percorrida em t s (segundos) e a velocidade constante é v m/s , então distância = velocidade \times tempo pode ser expressa pela seguinte equação:

$$d = vt$$

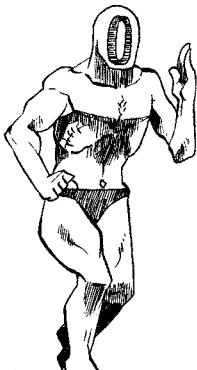


Com certeza!



SE, QUANDO FORÇAS SÃO APLICADAS, O OBJETO PERMANECE ESTACIONÁRIO,

A SOMA DAS FORÇAS É ZERO.



CERTO...

MAS É POSSÍVEL UM OBJETO ESTAR EM MOVIMENTO MESMO QUE AS FORÇAS ESTEJAM ZERADAS.



ESSA NÃO!

PENSE, POR EXEMPLO, NO ESPAÇO SIDERAL.



POU
POU

ESPAÇO SIDERAL?



VOCÊ NUNCA VIU FILMES DO INTERIOR DE UM ÔNIBUS ESPACIAL?



CLARO QUE SIM! TEM SEMPRE VÁRIAS COISAS SUSPENSAS NO AR.

NO ASSIM CHAMADO ESTADO SEM PESO, UM OBJETO QUE COMEÇOU A SE MOVER VIAJA EM LINHA RETA PARA A FRENTE EM VELOCIDADE RELATIVA CONSTANTE.*



ACHO QUE VOCÊ PODE ESTAR CERTO.

* NA ÓRBITA, OS OBJETOS ESTÃO EM UM ESTADO CONSTANTE DE QUEDA LIVRE, TORNANDO ZERO SEU PESO APARENTE.

MEDINDO MASSA E FORÇA

Como podemos determinar a massa de um objeto? A massa pode ser medida com uma balança, que leva em conta o fato de que a força da gravidade que age sobre um objeto (isto é, seu peso) é proporcional à sua massa. A massa que é medida com base na gravidade, é chamada de *massa gravitacional*.

Todavia, a massa que é calculada usando a segunda lei de Newton representa a medição da resistência de um objeto contra a aceleração; esta massa não tem relação direta com a gravidade. A massa calculada pela segunda lei de Newton (massa = força / aceleração) é referida como *massa inercial*.

A massa inercial pode ser medida pela combinação da segunda lei de Newton com a lei da ação e reação. Primeiro, nós precisamos de um objeto com massa conhecida (vamos chamá-lo de *objeto de referência* e anotar como m_1 em nosso diagrama). Em seguida, vamos arranjar um objeto cuja massa nós queremos medir (vamos chamá-lo de *objeto de medição* e anotar como m_2 em nosso diagrama), e o objeto de referência de modo que suas forças ajam umas sobre as outras por meio de uma colisão. Nessa colisão, não existem forças externas agindo sobre os objetos.

Nesse momento, as forças do objeto de referência e do objeto de medição que agem umas sobre as outras estão sujeitas à lei da ação e reação. Isto é, elas devem ser iguais:

Se $F_1 = m_1 a_1$ e $F_2 = m_2 a_2$, sabemos que $F_1 = F_2$, devido à lei da ação e reação. Portanto, podemos expressar que relação assim:

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

Como estamos tentando resolver para m_2 , nosso objeto de medição, vamos rearranjar essa equação assim:

$$m_2 = \frac{m_1 a_1}{a_2}$$

É claro que essas acelerações realmente estão em direções contrárias, então vamos considerar suas magnitudes isoladas.

A aceleração de um objeto pode ser encontrada pela medição da distância que o objeto viaja e pelo tempo que leva para percorrer essa distância. Se tiver essas medidas, você pode descobrir a massa inercial do objeto de medição.

Embora experiências tenham mostrado que a massa gravitacional é a mesma que a massa inercial, as leis de Newton não dizem que esse *deve* ser o caso. Nosso entendimento dessa relação vem de Einstein, que fundamentou a relatividade geral no *princípio da equivalência*, a ideia de que a massa inercial e a massa gravitacional são a mesma. Essa ainda é uma área de pesquisa ativa.

