

AULA 1 - RACIOCÍNIO PROPORCIONAL

Veja os exemplos e resolva os exercícios **com a mesma organização** das respostas.

✎ Exemplos (entendendo como aplicar).

1. Comprando um cartão telefônico de 75 unidades paga-se R\$8,00. Já um cartão de 50 unidades custa R\$5,00. Em qual dos cartões a unidade telefônica é mais barata? **Vamos calcular quantas unidades compra-se com 1 real em cada cartão:**

Cartão de 75 unidades: $75 \div 8 \approx 9,375$ unidades por cada 1 real.

Cartão de 50 unidades: $50 \div 6 \approx 8,3$ unidades por cada 1 real.

Então a unidade é mais barata no cartão de 75 unidades.

2. Numa fábrica de perfumos, um trabalhador percebe que produz 1080 perfumos por hora durante a manhã, das 8:00h às 12:00h. À tarde, das 13:00h às 18:00h, mais cansado, o mesmo trabalhador produz 1000 perfumos por hora. Considerando o dia todo, quantos perfumos por hora o trabalhador produz em média?

DURANTE A MANHÃ:

1080 perfumos por hora.

12:00h - 8:00h = 4h de trabalho.

$1080 \times 4 = 4320$ perfumos produzidos.

DURANTE A TARDE:

1000 perfumos por hora.

18:00h - 13:00h = 5h de trabalho.

$1000 \times 5 = 5000$ perfumos produzidos.

DURANTE O DIA TODO:

$4 + 5 = 9$ h de trabalho.

$4320 + 5000 = 9320$ perfumos produzidos.

$9320 \div 9 \approx 1036$ perfumos por minuto, em média.

☆ Exercícios (agora é com você!)

- Um livro possui 200 folhas, que totalizam uma espessura de 2cm. A massa de cada folha é 1,2g e a massa de cada capa do livro é 10g. a) Qual a massa total do livro? b) Qual a espessura de uma folha?
- Um carro de passeio consome 1 tanque de gasolina (40L) para fazer uma viagem de 600km. Sabendo que 1L de gasolina custa R\$2,40, quanto o motorista vai gastar para fazer uma viagem de 1500km?
- No estádio do Morumbi 120.000 torcedores assistem a um jogo. Através de cada uma das 6 saídas disponíveis podem passar 1000 pessoas por minuto. Qual o tempo mínimo necessário para esvaziar o estádio?
- Um analgésico deve ser ingerido na quantidade de 3mg por kg de massa corporal do paciente, mas a dose máxima é de 200mg. Cada gota contém 5mg do remédio. Quantas gotas devem ser prescritas a um paciente de 80kg?

AULA 2 - EQUAÇÕES SIMPLES

Outra ferramenta muitíssimo usada na Física são as fórmulas e equações, onde, geralmente, deseja-se encontrar o valor de uma incógnita qualquer. Para isso você deve conhecer as operações inversas das operações básicas:

O contrário de DIVIDIR (\div) é MULTIPLICAR (\times)
O contrário de MULTIPLICAR (\times) é DIVIDIR (\div)

O contrário de SOMAR (+) é SUBTRAIR (-)
O contrário de SUBTRAIR (-) é SOMAR (+)

✎ Exemplos (entendendo como aplicar).

1. Temos a seguinte fórmula: $L - K \times Q = \frac{A}{B} + J$.

a) **Isole L, ou seja, deixe-o sozinho do lado esquerda da fórmula.**

Vemos que $K \times Q$ está sendo SUBTRAÍDO de L; então passamos $K \times Q$ SOMANDO para o lado direito:

$$L = \frac{A}{B} + J + K \times Q$$

b) **Agora isole K.**

Primeiro, vendo que L está SOMANDO (o sinal "+" está "escondido" à esquerda de L), passamo-lo SUBTRAINDO para o lado esquerdo:

$$K \times Q = \frac{A}{B} + J - L$$

Agora vemos que Q está MULTIPLICANDO K e por isso vamos passá-lo DIVIDINDO para o lado esquerdo:

$$K = \frac{\left(\frac{A}{B} + J - L\right)}{Q}$$

c) **Isole A.**

Primeiro passamos J, que está SOMANDO, para o lado direito SUBTRAINDO:

$$L - J - K \times Q = \frac{A}{B}$$

AULA 2 - EQUAÇÕES SIMPLES

Outra ferramenta muitíssimo usada na Física são as fórmulas e equações, onde, geralmente, deseja-se encontrar o valor de uma incógnita qualquer. Para isso você deve conhecer as operações inversas das operações básicas:

O contrário de DIVIDIR (\div) é MULTIPLICAR (\times)
O contrário de MULTIPLICAR (\times) é DIVIDIR (\div)

O contrário de SOMAR (+) é SUBTRAIR (-)
O contrário de SUBTRAIR (-) é SOMAR (+)

✎ Exemplos (entendendo como aplicar).

1. Temos a seguinte fórmula: $L - K \times Q = \frac{A}{B} + J$.

a) **Isole L, ou seja, deixe-o sozinho do lado esquerda da fórmula.**

Vemos que $K \times Q$ está sendo SUBTRAÍDO de L; então passamos $K \times Q$ SOMANDO para o lado direito:

$$L = \frac{A}{B} + J + K \times Q$$

b) **Agora isole K.**

Primeiro, vendo que L está SOMANDO (o sinal "+" está "escondido" à esquerda de L), passamo-lo SUBTRAINDO para o lado esquerdo:

$$K \times Q = \frac{A}{B} + J - L$$

Agora vemos que Q está MULTIPLICANDO K e por isso vamos passá-lo DIVIDINDO para o lado esquerdo:

$$K = \frac{\left(\frac{A}{B} + J - L\right)}{Q}$$

c) **Isole A.**

Primeiro passamos J, que está SOMANDO, para o lado direito SUBTRAINDO:

$$L - J - K \times Q = \frac{A}{B}$$

AULA 2 - EQUAÇÕES SIMPLES

Outra ferramenta muitíssimo usada na Física são as fórmulas e equações, onde, geralmente, deseja-se encontrar o valor de uma incógnita qualquer. Para isso você deve conhecer as operações inversas das operações básicas:

O contrário de DIVIDIR (\div) é MULTIPLICAR (\times)
O contrário de MULTIPLICAR (\times) é DIVIDIR (\div)

O contrário de SOMAR (+) é SUBTRAIR (-)
O contrário de SUBTRAIR (-) é SOMAR (+)

✎ Exemplos (entendendo como aplicar).

1. Temos a seguinte fórmula: $L - K \times Q = \frac{A}{B} + J$.

a) **Isole L, ou seja, deixe-o sozinho do lado esquerda da fórmula.**

Vemos que $K \times Q$ está sendo SUBTRAÍDO de L; então passamos $K \times Q$ SOMANDO para o lado direito:

$$L = \frac{A}{B} + J + K \times Q$$

b) **Agora isole K.**

Primeiro, vendo que L está SOMANDO (o sinal "+" está "escondido" à esquerda de L), passamo-lo SUBTRAINDO para o lado esquerdo:

$$K \times Q = \frac{A}{B} + J - L$$

Agora vemos que Q está MULTIPLICANDO K e por isso vamos passá-lo DIVIDINDO para o lado esquerdo:

$$K = \frac{\left(\frac{A}{B} + J - L\right)}{Q}$$

c) **Isole A.**

Primeiro passamos J, que está SOMANDO, para o lado direito SUBTRAINDO:

$$L - J - K \times Q = \frac{A}{B}$$

AULA 2 - EQUAÇÕES SIMPLES

Outra ferramenta muitíssimo usada na Física são as fórmulas e equações, onde, geralmente, deseja-se encontrar o valor de uma incógnita qualquer. Para isso você deve conhecer as operações inversas das operações básicas:

O contrário de DIVIDIR (\div) é MULTIPLICAR (\times)
O contrário de MULTIPLICAR (\times) é DIVIDIR (\div)

O contrário de SOMAR (+) é SUBTRAIR (-)
O contrário de SUBTRAIR (-) é SOMAR (+)

✎ Exemplos (entendendo como aplicar).

1. Temos a seguinte fórmula: $L - K \times Q = \frac{A}{B} + J$.

a) **Isole L, ou seja, deixe-o sozinho do lado esquerda da fórmula.**

Vemos que $K \times Q$ está sendo SUBTRAÍDO de L; então passamos $K \times Q$ SOMANDO para o lado direito:

$$L = \frac{A}{B} + J + K \times Q$$

b) **Agora isole K.**

Primeiro, vendo que L está SOMANDO (o sinal "+" está "escondido" à esquerda de L), passamo-lo SUBTRAINDO para o lado esquerdo:

$$K \times Q = \frac{A}{B} + J - L$$

Agora vemos que Q está MULTIPLICANDO K e por isso vamos passá-lo DIVIDINDO para o lado esquerdo:

$$K = \frac{\left(\frac{A}{B} + J - L\right)}{Q}$$

c) **Isole A.**

Primeiro passamos J, que está SOMANDO, para o lado direito SUBTRAINDO:

$$L - J - K \times Q = \frac{A}{B}$$

AULA 2 - EQUAÇÕES SIMPLES

Outra ferramenta muitíssimo usada na Física são as fórmulas e equações, onde, geralmente, deseja-se encontrar o valor de uma incógnita qualquer. Para isso você deve conhecer as operações inversas das operações básicas:

O contrário de DIVIDIR (\div) é MULTIPLICAR (\times)
O contrário de MULTIPLICAR (\times) é DIVIDIR (\div)

O contrário de SOMAR (+) é SUBTRAIR (-)
O contrário de SUBTRAIR (-) é SOMAR (+)

✎ Exemplos (entendendo como aplicar).

1. Temos a seguinte fórmula: $L - K \times Q = \frac{A}{B} + J$.

a) **Isole L, ou seja, deixe-o sozinho do lado esquerda da fórmula.**

Vemos que $K \times Q$ está sendo SUBTRAÍDO de L; então passamos $K \times Q$ SOMANDO para o lado direito:

$$L = \frac{A}{B} + J + K \times Q$$

b) **Agora isole K.**

Primeiro, vendo que L está SOMANDO (o sinal "+" está "escondido" à esquerda de L), passamo-lo SUBTRAINDO para o lado esquerdo:

$$K \times Q = \frac{A}{B} + J - L$$

Agora vemos que Q está MULTIPLICANDO K e por isso vamos passá-lo DIVIDINDO para o lado esquerdo:

$$K = \frac{\left(\frac{A}{B} + J - L\right)}{Q}$$

c) **Isole A.**

Primeiro passamos J, que está SOMANDO, para o lado direito SUBTRAINDO:

$$L - J - K \times Q = \frac{A}{B}$$

AULA 2 - EQUAÇÕES SIMPLES

Outra ferramenta muitíssimo usada na Física são as fórmulas e equações, onde, geralmente, deseja-se encontrar o valor de uma incógnita qualquer. Para isso você deve conhecer as operações inversas das operações básicas:

O contrário de DIVIDIR (\div) é MULTIPLICAR (\times)
O contrário de MULTIPLICAR (\times) é DIVIDIR (\div)

O contrário de SOMAR (+) é SUBTRAIR (-)
O contrário de SUBTRAIR (-) é SOMAR (+)

✎ Exemplos (entendendo como aplicar).

1. Temos a seguinte fórmula: $L - K \times Q = \frac{A}{B} + J$.

a) **Isole L, ou seja, deixe-o sozinho do lado esquerda da fórmula.**

Vemos que $K \times Q$ está sendo SUBTRAÍDO de L; então passamos $K \times Q$ SOMANDO para o lado direito:

$$L = \frac{A}{B} + J + K \times Q$$

b) **Agora isole K.**

Primeiro, vendo que L está SOMANDO (o sinal "+" está "escondido" à esquerda de L), passamo-lo SUBTRAINDO para o lado esquerdo:

$$K \times Q = \frac{A}{B} + J - L$$

Agora vemos que Q está MULTIPLICANDO K e por isso vamos passá-lo DIVIDINDO para o lado esquerdo:

$$K = \frac{\left(\frac{A}{B} + J - L\right)}{Q}$$

c) **Isole A.**

Primeiro passamos J, que está SOMANDO, para o lado direito SUBTRAINDO:

$$L - J - K \times Q = \frac{A}{B}$$

AULA 2 - EQUAÇÕES SIMPLES

Outra ferramenta muitíssimo usada na Física são as fórmulas e equações, onde, geralmente, deseja-se encontrar o valor de uma incógnita qualquer. Para isso você deve conhecer as operações inversas das operações básicas:

O contrário de DIVIDIR (\div) é MULTIPLICAR (\times)
O contrário de MULTIPLICAR (\times) é DIVIDIR (\div)

O contrário de SOMAR (+) é SUBTRAIR (-)
O contrário de SUBTRAIR (-) é SOMAR (+)

✎ Exemplos (entendendo como aplicar).

1. Temos a seguinte fórmula: $L - K \times Q = \frac{A}{B} + J$.

a) **Isole L, ou seja, deixe-o sozinho do lado esquerda da fórmula.**

Vemos que $K \times Q$ está sendo SUBTRAÍDO de L; então passamos $K \times Q$ SOMANDO para o lado direito:

$$L = \frac{A}{B} + J + K \times Q$$

b) **Agora isole K.**

Primeiro, vendo que L está SOMANDO (o sinal "+" está "escondido" à esquerda de L), passamo-lo SUBTRAINDO para o lado esquerdo:

$$K \times Q = \frac{A}{B} + J - L$$

Agora vemos que Q está MULTIPLICANDO K e por isso vamos passá-lo DIVIDINDO para o lado esquerdo:

$$K = \frac{\left(\frac{A}{B} + J - L\right)}{Q}$$

c) **Isole A.**

Primeiro passamos J, que está SOMANDO, para o lado direito SUBTRAINDO:

$$L - J - K \times Q = \frac{A}{B}$$

AULA 2 - EQUAÇÕES SIMPLES

Outra ferramenta muitíssimo usada na Física são as fórmulas e equações, onde, geralmente, deseja-se encontrar o valor de uma incógnita qualquer. Para isso você deve conhecer as operações inversas das operações básicas:

O contrário de DIVIDIR (\div) é MULTIPLICAR (\times)
O contrário de MULTIPLICAR (\times) é DIVIDIR (\div)

O contrário de SOMAR (+) é SUBTRAIR (-)
O contrário de SUBTRAIR (-) é SOMAR (+)

✎ Exemplos (entendendo como aplicar).

1. Temos a seguinte fórmula: $L - K \times Q = \frac{A}{B} + J$.

a) **Isole L, ou seja, deixe-o sozinho do lado esquerda da fórmula.**

Vemos que $K \times Q$ está sendo SUBTRAÍDO de L; então passamos $K \times Q$ SOMANDO para o lado direito:

$$L = \frac{A}{B} + J + K \times Q$$

b) **Agora isole K.**

Primeiro, vendo que L está SOMANDO (o sinal "+" está "escondido" à esquerda de L), passamo-lo SUBTRAINDO para o lado esquerdo:

$$K \times Q = \frac{A}{B} + J - L$$

Agora vemos que Q está MULTIPLICANDO K e por isso vamos passá-lo DIVIDINDO para o lado esquerdo:

$$K = \frac{\left(\frac{A}{B} + J - L\right)}{Q}$$

c) **Isole A.**

Primeiro passamos J, que está SOMANDO, para o lado direito SUBTRAINDO:

$$L - J - K \times Q = \frac{A}{B}$$

AULA 2 - EQUAÇÕES SIMPLES

Outra ferramenta muitíssimo usada na Física são as fórmulas e equações, onde, geralmente, deseja-se encontrar o valor de uma incógnita qualquer. Para isso você deve conhecer as operações inversas das operações básicas:

O contrário de DIVIDIR (\div) é MULTIPLICAR (\times)
O contrário de MULTIPLICAR (\times) é DIVIDIR (\div)

O contrário de SOMAR (+) é SUBTRAIR (-)
O contrário de SUBTRAIR (-) é SOMAR (+)

✎ Exemplos (entendendo como aplicar).

1. Temos a seguinte fórmula: $L - K \times Q = \frac{A}{B} + J$.

a) **Isole L, ou seja, deixe-o sozinho do lado esquerda da fórmula.**

Vemos que $K \times Q$ está sendo SUBTRAÍDO de L; então passamos $K \times Q$ SOMANDO para o lado direito:

$$L = \frac{A}{B} + J + K \times Q$$

b) **Agora isole K.**

Primeiro, vendo que L está SOMANDO (o sinal "+" está "escondido" à esquerda de L), passamo-lo SUBTRAINDO para o lado esquerdo:

$$K \times Q = \frac{A}{B} + J - L$$

Agora vemos que Q está MULTIPLICANDO K e por isso vamos passá-lo DIVIDINDO para o lado esquerdo:

$$K = \frac{\left(\frac{A}{B} + J - L\right)}{Q}$$

c) **Isole A.**

Primeiro passamos J, que está SOMANDO, para o lado direito SUBTRAINDO:

$$L - J - K \times Q = \frac{A}{B}$$

AULA 2 - EQUAÇÕES SIMPLES

Outra ferramenta muitíssimo usada na Física são as fórmulas e equações, onde, geralmente, deseja-se encontrar o valor de uma incógnita qualquer. Para isso você deve conhecer as operações inversas das operações básicas:

O contrário de DIVIDIR (\div) é MULTIPLICAR (\times)
O contrário de MULTIPLICAR (\times) é DIVIDIR (\div)

O contrário de SOMAR (+) é SUBTRAIR (-)
O contrário de SUBTRAIR (-) é SOMAR (+)

✎ Exemplos (entendendo como aplicar).

1. Temos a seguinte fórmula: $L - K \times Q = \frac{A}{B} + J$.

a) **Isole L, ou seja, deixe-o sozinho do lado esquerda da fórmula.**

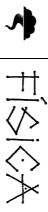
Vemos que $K \times Q$ está sendo SUBTRAÍDO de L; então passamos $K \times Q$ SOMANDO para o lado direito:

$$L = \frac{A}{B} + J + K \times Q$$

b) **Agora isole K.**

Primeiro, vendo que L está SOMANDO (o sinal "+" está "escondido" à esquerda de L), passamo-lo SUBTRAINDO para o lado esquerdo:

$$K \times Q = \frac{A}{B} + J - L$$



Produzido pelo Prof. Flávio Cunha.

1º Bimestre – 1º Ano do E.M.
NOTURNO

☆ *Exercícios (agora é com você!)*

1. Temos a seguinte fórmula: $F = m \times a$. a) Isole a . b) Isole m .
2. Calcule o valor de M em:
 - a. $M + 20 = 20 + 3$
 - b. $30 - M = 5$
 - c. $30 - M = -5$
 - d. $4 + 2 \times M = 6 + 2 \times 2$
 - e. $\frac{10 \times M}{4} = 5$
 - f. $55 - \frac{M \times 3}{6} = \frac{50}{2} - 5$
 - g. $\frac{72}{M} + 2 = 26$
3. Isole cada uma das variáveis, como no exemplo, em:

$$\frac{X + A \times Y}{K} = W - \frac{H}{T}$$

AULA 3 - NOTAÇÃO CIENTÍFICA

Em Física, muitas vezes, temos que trabalhar com números muito grandes ou muito pequenos, cheios de ZEROS em qualquer caso. Por exemplo: a distância da Terra ao Sol é de 150.000.000.000 de metros; um átomo pesa 0,0000000000000000000000000000001kg; e por aí vai.

Para evitar usar esse monte de zeros, que atrapalham na hora de fazer contas, usamos a NOTAÇÃO CIENTÍFICA, que nada mais é do que potências de 10:

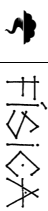
- quando o número é muito grande o expoente é positivo e vale o número de casas que ficaram atrás da vírgula. Exemplo: $6,340,000 = 6,34 \times 10^4$ ou também $6,34 \times 10^6$;
 - quando o número é muito pequeno, o expoente é negativo e vale o número de casas que ficaram na frente da vírgula: $0,0000035 = 0,35 \times 10^{-5}$ ou 35×10^{-7} .
- Para fazer contas com notação científica é muito mais fácil:
- na **multiplicação**, os expoentes se somam;
 - na **divisão**, os expoentes se subtraem;
 - na **soma e na subtração**, os expoentes devem ser iguais e se conservam, fazendo-se a conta apenas com os números que estão multiplicando as potências de 10.

✖ *Exemplos (entendendo como aplicar)*

1. Um objeto tem massa 80.000g. Cada átomo deste objeto tem massa 0,0000000000000000000000000000002g.
 - a) Transforme os números dados para notação científica.

Massa do objeto: $80.000g = 8 \times 10^4g$.

Massa de 1 átomo: $0,0000000000000000000000000000000000002g = 2 \times 10^{-29}g$.
 - b) De quantos átomos este objeto é feito?
- Basta dividir o 1º número acima pelo 2º; os expoentes são subtraídos um do outro:



Produzido pelo Prof. Flávio Cunha.

1º Bimestre – 1º Ano do E.M.
NOTURNO

$$\frac{8 \times 10^4}{2 \times 10^{-29}} = 4 \times 10^{4+(-29)} = 4 \times 10^{33} \text{ átomos. É claro que este número é muito grande.}$$

2. Faça as contas:
 - a) $3,5 \times 10^3 \times 2 \times 10^5$
Os números que acompanham as potências são multiplicados normalmente: $3,5 \times 2 = 7$. Os expoentes somam-se: $10^3 \times 10^5 = 10^8$. Portanto:
 $3,5 \times 10^3 \times 2 \times 10^5 = 7 \times 10^8$.
 - b) $3,5 \times 10^3 + 2 \times 10^5$
Primeiro deixamos as potências iguais; escolhemos o 2º termo: $2 \times 10^5 = 200 \times 10^3$. Agora somamos:
 $3,5 \times 10^3 + 200 \times 10^3 = 203,5 \times 10^3$ que é a mesma coisa que $2,035 \times 10^5$

🗨 *Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).*

1. Para que serve a notação científica?
2. O que é notação científica?
3. Como é a notação científica de um número muito grande? Dê um exemplo.
4. Como é a notação científica de um número muito pequeno? Dê um exemplo.
5. Qual é a regra de multiplicação de números escritos em notação científica?
6. Qual é a regra de divisão de números escritos em notação científica?
7. Qual é a regra de soma e subtração de números escritos em notação científica?

☆ *Exercícios (agora é com você!)*

1. Transforme para notação científica ou tire dela, conforme for o caso.
 - a. 0,000000654
 - b. $2,37 \times 10^5$
 - c. $-1,2 \times 10^{13}$
 - d. 1.012.000
 - e. $7,1 \times 10^{-2}$
 - f. -2×10^{-10}
2. Faça as contas:
 - a. $1,1 \times 10^3 - 1 \times 10^2$
 - b. $5,5 \times 10^{10} + 5 \times 10^{12}$
 - c. $6,65 \times 10^5 \times 1,2 \times 10^2$
 - d. $8,4 \times 10^{10} \div 2 \times 10^{15}$
3. Um grão de areia tem massa de $5 \times 10^{-3}g$. a) Quantos grãos de areia há em 1.000g de areia? (ATENÇÃO! Transforme esse 1000g em notação científica para fazer as contas) b) Qual será a massa de $6,2 \times 10^{23}$ grãos de areia?
4. A distância da Terra ao Sol é de 150 milhões de km e a da Terra à Lua é de 380 mil km.
 - a) Transforme os números dados em notação científica.
 - b) Quantas vezes o Sol está mais longe da Terra do que a Lua? c) Qual é a menor distância entre o Sol e a Lua? d) Qual é a maior distância entre o Sol e a Lua?

AULA 4 – UNIDADES DE MEDIDA

Quando medimos coisas, usamos unidades. Por exemplo: “Minha altura é 1,70 metro”, “Já passou 1,5hora”, “A aula dura 40 minutos”, “Esse alimento tem 3000 calorias”, “A temperatura da sala é de 25 graus Celsius”. Metro, hora, minuto, calorias, graus Celsius são exemplos de **unidades de medida**.

As unidades possuem derivadas, quando se referem a medidas grandes ou pequenas. Essas unidades derivadas usam, em geral, os mesmos **prefixos**:

- Milli = 0,001 = 1×10^{-3}
- Kilo = 1.000 = 1×10^3
- Centi = 0,01 = 1×10^{-2}
- Mega = 1.000.000 = 1×10^6
- Giga = 1.000.000.000 = 1×10^9

Então com esses prefixos podemos usar **kilograma** (kg), **mililitro** (mL), **centímetro** (cm), **megawatt** (MW), etc.. Esses prefixos facilitam muito as coisas quando se trata de converter as unidades umas nas outras, pois nos poupam de muitas contas:

- $1\text{kg} = 1000\text{g} = 10^3\text{g}$ → $1\text{g} = 0,001\text{kg} = 10^{-3}\text{kg}$
- $1\text{km} = 1000\text{m} = 10^3\text{m}$ → $1\text{m} = 0,001\text{km} = 10^{-3}\text{km}$
- $1\text{cm} = 0,01\text{m} = 10^{-2}\text{m}$ → $1\text{m} = 100\text{cm}$

Além das unidades derivadas usamos também outras relações tal como:

- Unidade de Volume: 1m^3 (metro cúbico) = 1000L
- Unidade de tempo: $1\text{h} = 60\text{min}$; $1\text{min} = 60\text{s}$.

Exemplos (entendendo como aplicar):

1. Transforme as seguintes unidades nas

indicadas:

a) 2500mL em Litros.

O prefixo m vale 10^{-3} . Logo, basta trocá-lo por este valor:

$$2500\text{mL} = 2500 \times 10^{-3}\text{L}$$

Mudando a vírgula de lugar três casas para a esquerda para tirar a notação científica:

$$2500 \times 10^{-3}\text{L} = \mathbf{2,5L}$$

b) 120g em kg.

O prefixo k vale 10^3 , ou seja, 1000. Logo, 1kg tem 1000g. Logo, basta dividir o valor em g por 1000 para convertê-lo em kg:

$$120\text{g} = \frac{120}{1000}\text{kg} = \mathbf{0,120\text{kg}}$$

1. Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).

1. Construa três frases cotidianas que usem unidades de medida.
2. Quais os prefixos que se usam nas unidades, e quais seus significados?
3. Dê 5 exemplos de unidades derivadas utilizando os prefixos.
4. Transforme os exemplos dados acima para os valores sem prefixos (como no texto).
5. Quais outros 2 exemplos de relações entre as unidades?

Exercícios (agora é com você!)

1. Transforme as seguintes unidades nas indicadas:

- a. 1,5kg em g.
 - b. 23.500mL em L.
 - c. 7cm em m.
 - d. 300W em kW.
 - e. 1,2GW em W.
 - f. $5,4\text{m}^3$ em L.
 - g. 200cm^2 em m^2 .
 - h. $34,7\text{m}^3$ em cm^3 .
2. Numa campanha de vacinação nacional, 10.000.000 crianças foram atendidas e receberam 2 gotas de vacina cada uma. Supondo serem necessárias 20 gotas para preencher 1cm³, qual é, em L, o volume de vacina usado nessa campanha?
3. Uma dona de casa curiosa teve a idéia de descobrir a massa de um grão de feijão. Utilizando uma balança descobriu que a massa de 1000 grãos era de 0,57kg. Qual a massa de 1 grão de feijão em g e em mg?

AULA 5 – VELOCIDADE

“Velocidade Máxima Permitida: 80km/h”

As pessoas que aprendem a ler placas de trânsito estão acostumadas com a frase acima. Mas o que significa dizer que a velocidade de um carro é de 80km/h? Significa que se o carro mantivesse esta RAPIDEZ durante 1 hora, poderia percorrer 80km. Ou seja, dizer 80km/h (80km POR hora), significa uma rapidez em que percorre-se 80km a cada 1 hora.

Por exemplo, se um carro demora 2h para fazer uma viagem de 100km, então sua velocidade foi, EM MÉDIA, de $\frac{100\text{km}}{2\text{h}} = 50\text{km/h}$. Ou seja, esse carro percorreu 50km a cada 1h;

dizemos EM MÉDIA, por que pode ser que ele tenha desenvolvido uma velocidade às vezes maior, às vezes menor durante a viagem.

Com a conta acima vemos que a fórmula para calcular a velocidade é

$$\text{velocidade} = \frac{\text{distância}}{\text{tempo}} \quad \text{ou, com letras:} \quad \boxed{v = \frac{d}{t}}$$

✘ *Exemplos (entendendo como aplicar)*

1. Uma pessoa demora 10 minutos para ir de sua casa até a sua escola. A distância que ela percorre nesse trecho é de 900m.

a) Qual é a velocidade dessa pessoa em m/s?

Vamos refazer a pergunta: " quantos metros essa pessoa anda a cada 1s? "

Então temos: *distância:* $d = 900m$

tempo: $t = 10min = 10 \times 60s = 600s$

Portanto, essa pessoa andou, a cada 1s, $900m \div 600s = 1,5m$.

Ou seja, a velocidade dessa pessoa é de 1,5m/s. Viu? Não precisamos da fórmula.

b) Quanto tempo essa pessoa demoraria para caminhar 1,5km nessa velocidade?

Temos: *distância:* $d = 1,5km = 1,5 \times 1000m = 1500m$.

Velocidade: $v = 1,5m/s$ que significa 1,5m a cada 1s.

Pense: se essa pessoa caminha 1,5m a cada 1s, então para caminhar 1500m vai levar $\frac{1500}{1,5} = 1000s$. Ou então, se preferir, você pode usar a fórmula ao invés desse raciocínio,

da seguinte forma:

$$v = \frac{d}{t} \rightarrow 1,5 = \frac{1500}{t} \text{ . Isolando o } t \text{ nesta equação, temos: } 1,5 \times t = 1500 \rightarrow t = \frac{1500}{1,5} = 1000s$$

Mas o que é 1000 segundos? Para percebemos esse tempo melhor, vamos transformar para minutos: $1000 \div 60 = 16min$ e mais 40s (este é o resto da divisão). Portanto, essa pessoa demoraria 16min e 40s para percorrer 1,5km.

ATENÇÃO!! Perceba, neste exemplo, que não podemos misturar unidades, tal como metro com quilômetro ou segundo com minuto. Devemos transformar as unidades convenientemente para que fiquem as mesmas.

☞ *Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).*

- O que significa dizer que a velocidade de um carro é de 60km/h? Explique de duas formas.
- Qual a fórmula da velocidade média?
- O que significa dizer que a velocidade de certo móvel é MÉDIA?
- Qual o principal cuidado devemos ter ao fazer contas de que envolvam distância e tempo?

☆ *Exercícios (agora é com você!).*

- De Hortolândia a Santos, a distância é de aproximadamente 160km.
 - Se um motorista demora 2h para fazer essa viagem, qual é sua velocidade média, em km/h?

- Nessa velocidade, quanto tempo esse motorista demoraria para ir de Hortolândia a Presidente Prudente, cuja distância é de 1000km?
- Um motociclista percorre 50km a uma velocidade de 100km/h e depois percorre 30km a uma velocidade de 150km/h.
 - Qual é a distância total que este motociclista percorreu?
 - Quanto tempo esse motociclista levou em cada trecho da viagem?
 - Qual o tempo total da viagem?
 - Qual a velocidade média do motociclista?
- Uma certa pessoa, andando rápido, desenvolve uma velocidade de 1,5m/s.
 - Quantos metros essa pessoa percorreria em 1h nessa velocidade? Dica: veja primeiro quantos segundos há em 1h.
 - Transforme a distância acima em km.
 - Apenas olhe as respostas anteriores e responda: qual é a velocidade dessa pessoa em km/h?

AULA 6 - UNIDADES DE VELOCIDADE

Veja o último exercício da aula anterior. Nele concluímos que:

$$1,5m/s = 5,4km/h.$$

Ou seja, se um objeto percorre 1,5m a cada 1s, tem a mesma rapidez que percorrer 5,4km a cada 1h. E a quantos km/h corresponde 1m/s? Basta fazer a divisão $\frac{5,4}{1,5}$ para concluirmos que:

$$1m/s = 3,6km/h$$

Portanto, cada 1m/s corresponde a 3,6km/h, em velocidade. Portanto, para transformar de m/s para km/h, **multiplica-se** por 3,6; para transformar de km/h para m/s, **divide-se** por 3,6.

✘ *Exemplos (entendendo como aplicar).*

1. A velocidade de um ciclista é de 36km/h. Quantos segundos esse ciclista demora percorrer 20m?

Note que a velocidade está em km/h, mas a pergunta se refere a metros e segundos. Portanto, primeiro temos que transformar a velocidade de km/h para m/s:

$$36km/h = \frac{36}{3,6} m/s = 10m/s.$$



Produzido pelo Prof. Flávio Cunha.

1º Bimestre – 1º Ano do E.M.
NOTURNO

Agora sim, podemos responder a pergunta facilmente: se a velocidade do ciclista é de 10m/s, então percorre 10m a cada 1s. Para percorrer 20m, é claro que vai levar o tempo:

$$t = \frac{20}{10} \text{ s} = 2\text{s}.$$

Ⓛ Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).

1. Qual é a relação entre m/s e km/h?
2. Qual é a regra para transformar m/s em km/h e vice-versa?

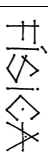
☆ Exercícios (agora é com você!).

1. Transforme as seguintes velocidades para m/s ou para km/h, conforme for o caso:
a) 72km/h b) 25m/s c) 100km/h d) 2,5m/s
2. Uma formiga percorre 30cm em 5s.
a) Transforme a distância para m e responda: qual a velocidade da formiga em m/s?
b) E em km/h?
c) Quantas horas essa formiga demoraria para ir de Hortolândia a Campinas, cuja distância é de 20km?
3. Um trem de 100m de comprimento leva 30s para atravessar um túnel de 0,5km. Qual a velocidade média do trem?
4. Um ônibus faz o trajeto entre duas cidades em duas etapas: na primeira efetua um deslocamento de 120km a 60km/h; na segunda, um deslocamento de 250km em 3h. Qual a velocidade média deste trem neste trajeto? Dica: lembre-se do exercício 2 da aula anterior!
5. Um trem tem uma velocidade de 72km/h e leva 1min para atravessar totalmente um túnel de 800m de comprimento. Qual o comprimento do trem?
6. Sabendo que a velocidade da luz no vácuo é de $3,0 \times 10^8$ km/s, aproximadamente, e que a distância Terra-Sol é de cerca de $1,5 \times 10^8$ km, determine o tempo, em minutos, que a luz do Sol demora para chegar à Terra.

AULA 7 - PROBLEMAS DE VELOCIDADE

☆ Exercícios (agora é com você!).

1. Um ônibus faz o trajeto entre duas cidades em duas etapas. Na primeira, percorre uma distância de 150km em 90min. Na segunda, percorre 220km em 150 min. Qual é a velocidade média deste ônibus em km/h?



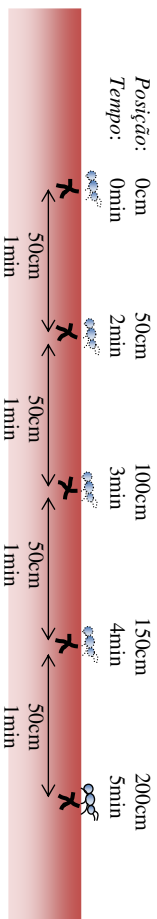
Produzido pelo Prof. Flávio Cunha.

2º Bimestre – 1º Ano do E.M.
NOTURNO

2. Um veículo percorre 100m de uma trajetória retilínea com velocidade constante de 25m/s e os 300m seguintes com velocidade constante igual a 50m/s. A velocidade média durante o trajeto todo é de...
3. Um móvel A percorre 20m com velocidade média de 4m/s. Qual deve ser a velocidade média de um móvel B que percorre os mesmos 20m, gastando um tempo 2 vezes maior do que o móvel A?
4. Após chover na cidade de São Paulo, as águas da chuva descerão o rio Tietê até o rio Paraná, percorrendo cerca de 1000km. Sendo de 4km/h a velocidade média das águas, o percurso mencionado será cumprido pelas águas da chuva em aproximadamente...
5. Um menino sai de sua casa e caminha para sua escola dando, em média, um passo por segundo. Se o tamanho médio de seu passo é de 0,5m e se ele gasta 5min no trajeto, qual é a distância entre sua casa e a escola?
6. Um avião vai de São Paulo a Recife em 1h40min. A distância entre essas cidades é aproximadamente de 3000km. Qual é a velocidade média do avião?

AULA 1 - MOVIMENTO UNIFORME

Se uma formiguinha de açúcar anda a 50cm/min, significa que percorre 50cm se permanecer nesta velocidade durante 1 minuto. Se ela permanece nesta velocidade durante vários minutos (ou seja, se sua **velocidade é constante**), vai percorrendo a mesma distância a cada 1 minuto: este movimento é chamado de **movimento uniforme**, pois **percorre distância iguais em tempos iguais**. Se formos marcando as posições que essa formiguinha vai ocupando a cada 1 minuto obteremos uma figura como abaixo:



Note que a posição é a distância de um ponto de referência inicial e o tempo é o tempo total decorrido desde o início da marcação do movimento.

✎ *Exemplos (entendendo como aplicar).*

1. **Sabia que os números das casas representam a distância daquele lote ao início da rua? Pois imagine que em certa rua, uma pessoa esteja andando com velocidade constante de 2m/s na direção decrescente dos números, e às 13:30h esteja em frente à casa nº800.**
 - a) **Em frente a qual casa essa pessoa estará às 13:32h?**
Velocidade = 2m/s na direção decrescente, ou seja: -2m/s.
Tempo = 13:32h-13:30h = 2min = 2x60s = 120s.
Distância = -2 x 120 = -240m.
Ou seja, vai diminuir 240m na posição da pessoa; como ela estava em frente à
 - b) **Que hora ela chegará à casa nº200?**
Velocidade = -2m/s
Distância = 200 - 800 = -600m (como essa distância é negativa, temos que a pessoa vai diminuir 600m na sua posição).
Se percorre 2m a cada 1s, para percorrer 600m, vai decorrer o tempo = 600/-2 = 300s = 5min.
Como a pessoa começou o movimento às 13:30h, vai chegar à casa nº200 às 13:35h.

④ *Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).*

6. O que significa que uma formiguinha está andando com velocidade de 2cm/s?
7. O que acontece com a velocidade no movimento uniforme?
8. Qual é a principal característica do movimento uniforme?
9. A que se refere a posição e o tempo no movimento uniforme?
10. Em geral, o que representam os números das casas nas ruas?
11. No exemplo dado, o que significa velocidade negativa?

☆ *Exercícios (agora é com você!)*

4. As cidades de Campinas e São Paulo são ligadas pela pista Bandeirantes; nesta pista, Campinas está aproximadamente no km100 e São Paulo no km0 (ZERO). Suponha que um carro sai de São Paulo às 14:40h à 90km/h em direção à Campinas, e mantenha essa velocidade constante em todo o trajeto.
 - a. Onde (em qual km), este carro estará às 15:30h?
 - b. A que hora esse carro vai chegar à Campinas (km0)?
5. Com relação ao exercício anterior, imagine um Ônibus que saiu de Campinas em direção à São Paulo no mesmo horário (14:40h), e mantenha a velocidade de 80km/h em todo o curso.
 - a. Que hora esse ônibus vai chegar em São Paulo (km100)?
 - b. Que hora esse ônibus vai encontrar o carro do exercício anterior?
 - c. Onde (em qual km) se dará o encontro acima?

AULA 2 - ACELERAÇÃO

Quando o motorista dá partida em seu carro e pisa no acelerador, o carro vai aumentando a velocidade gradativamente, ou seja, "aos poucos". Começa parado (velocidade ZERO), até chegar à velocidade de trânsito desejada (40km/h, 50km/h ou 60km/h, por exemplo). A essa variação de velocidade damos o nome de **ACELERAÇÃO**, que também pode se dar no caso da frenagem, onde o carro vai diminuindo sua velocidade (aceleração negativa).

Se um carro aumenta sua velocidade de 30km/h a 100km/h em 5s, aumentou a velocidade em 100-30 = 70km/h, e portanto a cada 1s aumentou 70÷5 = 14km/h; portanto dizemos que sua aceleração é de 14km/h/s (lemos, 14km por hora por segundo).

Lembrando que para transformar km/h em m/s basta dividir por 3,6, podemos ainda dizer que a aceleração acima equivale a 14km/h ÷ 3,6 ≈ 4m/s a cada 1s. Ou seja, o carro acelera 4m/s a cada 1s, que é o mesmo que escrever 4m/s/s, que é o mesmo que 4m/s².

Exemplos (tentando como aplicar)

1. Um carro breacando ao máximo consegue diminuir sua velocidade de 80km/h para 60km/h em 2s.

a) Calcule a aceleração deste carro em km/h/s e em m/s².

Varição de velocidade = 60 - 80 = -20km/h (diminui 20km/h na velocidade).

Tempo = 2s.

Aceleração = $-20 \div 2 = -10 \text{ km/h/s}$ (ou seja, o carro diminui 10km/h a cada 1s).

= $-10 \div 3,6 \approx 2,8 \text{ m/s}^2$ ou $2,8 \text{ m/s}^2$ (ou seja, a velocidade do carro diminui 2m/s a cada 1s).

b) Quanto tempo esse carro demora a parar, estando inicialmente a 20m/s?

Se o carro diminui 2,8m/s a cada 1s, para diminuir os 20m/s iniciais:

Tempo = $20 \div 2,8 \approx 7\text{s}$.

OBSERVAÇÃO: Note que não precisamos de fórmula, basta usarmos o raciocínio proporcional: no entanto, é bom reparar que

$$\text{aceleração} = \frac{\text{variação da velocidade}}{\text{tempo}}$$

ou

$$a = \frac{(v-v_0)}{t}$$

onde v é a velocidade final e v₀ é a velocidade inicial.

Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).

1. O que é aceleração?
2. Em que situação se dá a aceleração negativa?
3. O que significa dizer que a aceleração de um carro é de 10km/h/s?
4. O que significa dizer que a aceleração de um carro é de -10m/s²?
5. Transforme a aceleração acima para km/h/s.
6. Escreva a fórmula da aceleração e descreva cada variável.

Exercícios (agora é com você!)

1. Um trem está a 36km/h e desacelera a 2m/s². Quanto tempo vai demorar a parar?
2. Um carro acelera de 60km/h para 80km/h em 2s.
 - a. Qual a aceleração deste carro em m/s²?
 - b. Quanto tempo ele vai demorar para acelerar até 85km/h?
3. A gravidade faz um objeto acelerar a 10m/s² ao cair, ou diminuir 10m/s² se for jogado para cima.
 - a. Se um objeto cair durante 1,5s, com que velocidade chegará ao solo?
 - b. Se para que um objeto suba durante 2s, qual deve ser a velocidade com que deve ser lançado para cima?

AULA 3

MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO 1

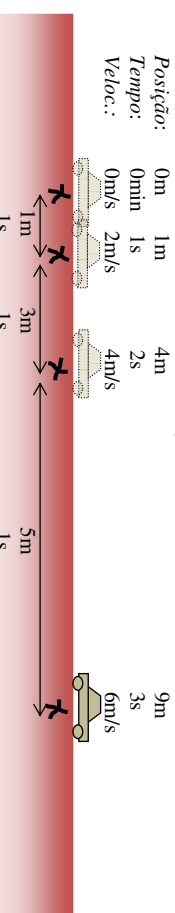
Dois carros, A e B, estão variando suas velocidades conforme a tabela a seguir; note que o tempo aumenta de 1 em 1s:

Velocidade de A	0	10km/h	20 km/h	30km/h	40km/h	50 km/h	60 km/h	70 km/h
Velocidade de B	0	10 km/h	15 km/h	22 km/h	40 km/h	42 km/h	43 km/h	80 km/h
Tempo	0	1s	2s	3s	4s	5s	6s	7s

Qual é a diferença entre os dois movimentos? Simples: no caso A o carro aumenta sua velocidade UNIFORMEMENTE, ou seja, em tempos iguais, as variações de velocidade são iguais: já no caso do carro B, ele aumenta sua velocidade de maneira irregular: em um momento aumenta 10km/h, em outro aumenta 5km/h, em outro já aumenta 20km/h, etc..

Portanto dizemos que no **MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO**, o objeto apresenta **VARIAÇÕES DE VELOCIDADE IGUAIS EM TEMPOS IGUAIS**.

Isso faz com que as distâncias percorridas em tempos iguais sejam cada vez maiores, se a velocidade estiver aumentando; ou, se a velocidade estiver diminuindo, faz com que as distâncias percorridas em tempos iguais sejam cada vez menores, como na figura abaixo.



Esta figura representa um carro aumentando sua velocidade em 2m/s a cada 1s, ou seja, sua aceleração é de 2m/s². Observe como as distâncias percorridas a cada 1s vão aumentando com o tempo.

Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).

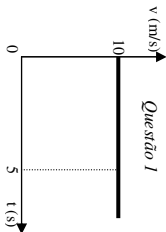
1. No exemplo do texto, como o carro A aumenta sua velocidade? Explique.
2. E o carro B?
3. O que é o movimento uniformemente variado?
4. O que acontece com as distâncias percorridas em tempos iguais neste tipo de movimento?
5. Encontre 2 diferenças deste tipo de movimento para com o movimento uniforme (dica: pense no que ocorre com as distâncias percorridas em tempos iguais e com a velocidade em cada caso).

6. Diga em qual desses movimentos não há aceleração: movimento uniforme; movimento uniformemente variado.
7. Refaga o desenho desta aula, mas para o caso em o carro está a $6m/s$ e começa a breacar numa desaceleração de $2m/s^2$ (basta fazer o desenho ao contrário!).

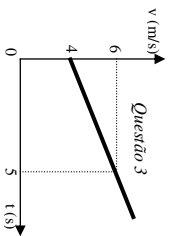
☆ Atividades Indutivas (para fazer com o auxílio do professor)

As atividades a seguir deverão ser feitas por você mesmo em aula, e o professor irá auxiliando (mas não dando respostas). Conforme a turma for terminando, o professor poderá ir corrigindo à louso.

1. O gráfico a direita é de VELOCIDADE por TEMPO de um certo objeto. Note que a velocidade é constante no tempo. Calcule a distância que esse objeto percorre em 5s.
2. Observe a conta que você fez acima, e compare com a figura formada pelo gráfico. O que a conta tem a ver com gráfico, geometricamente falando?



3. Agora observe o gráfico a esquerda. Note que a velocidade não é constante. Use a propriedade que você descobriu na questão 2 e calcule a distância percorrida pelo objeto ao acelerar. Dica: divida em duas figuras, um retângulo e um triângulo.



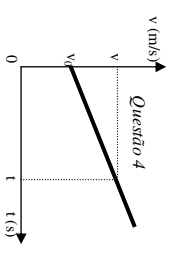
AULA 4

MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

Reveja as últimas atividades e continue!

☆ Atividades Indutivas (para fazer com o auxílio do professor)

4. Faça a mesma coisa que nas contas da atividade anterior (3), mas desta vez a conta é **literal**, isto é, envolva apenas as letras que simbolizam as quantidades. O gráfico está à direita.
5. Lembre (aula 2) que $a=(v-v_0)/t$. Isole $(v-v_0)$ nesta fórmula e substitua o resultado na equação que você encontrou na questão 4. A equação obtida será a distância percorrida quando um objeto está acelerando.
6. Como calcular a distância quando a velocidade é constante? Compare com a equação acima.
7. Vamos comparar o movimento uniforme (velocidade constante), com o movimento acelerado: A) Um elevador desce com velocidade constante de $10m/s$. Calcule a distância que estará do ponto inicial nos tempos 1s, 2s e 3s. B) Use 1cm como se fosse 1m, e desenhe 4 bolinhas nas posições que você calculou acima (em uma linha reta vertical). C) Um objeto



- cai com aceleração de $10m/s^2$, começando parado ($v_0=0$). Calcule a distância que estará do ponto inicial nos tempos 1s, 2s e 3s. D) Use 1cm como se fosse 1m, e desenhe 4 bolinhas nas posições que você calculou acima (em uma linha reta vertical). E) Compare os itens B e D, concluindo esta atividade.

AULA 5

MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

Agora vamos aplicar tudo o que aprendemos com as 7 últimas atividades para resolver estes exercícios.

☆ Exercícios (agora é com você!)

1. Um objeto acelera de 0 a $30m/s$ em 4s. A) Calcule a aceleração desse objeto. B) Calcule a distância que esse objeto percorre durante esse tempo de aceleração.
2. Um carro está a $90km/h$ e então freia, chegando a $72km/h$, com uma desaceleração de $5m/s^2$. Calcule o tempo e a distância percorrida pelo carro durante a aceleração. Dica: não misture unidades! Antes, transforme tudo para m/s.
3. Quando jogamos um objeto para cima, ele começa a desacelerar a $10m/s^2$ sob efeito da gravidade. Imagine um pedreiro no chão joga telhas para outro em uma laje, a 3m de altura. A) Calcule o tempo que a telha demora a cair desta altura, que é o mesmo tempo que leva para subir quando arremessada. B) Qual é a velocidade que pedreiro do chão deve jogar a telha para chegar a esta altura? Transforme essa velocidade para km/h.
4. Um carro está a $72km/h$ e a 10m de distância de um semáforo com fiscalização eletrônica que acaba de ficar vermelho. A) Qual deve ser a desaceleração do carro para que pare que não leve uma multa? B) Em quanto tempo o carro vai parar com a aceleração calculada acima? Dica: use as 2 equações vistas, pois em ambas sobrarão 2 incógnitas: isole em uma e substitua na outra.

AULA 6

MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

O movimento uniformemente variado pode ser encontrado na natureza, principalmente por causa da gravidade: ela acelera os objetos em queda a $10m/s^2$ (ou seja, a cada 1s os objetos caindo livremente aumentam a velocidade em $10m/s$), ou os desacelera nessa mesma taxa (ou seja, a cada 1s os objetos lançados para cima, subindo livremente, diminuem sua velocidade em $10m/s$ a cada 1s).

Agora, usando uma régua e duas moedas, faça a experiência representada na figura 1. Nessa experiência a moeda A é lançada horizontalmente e a moeda B simplesmente cai em queda-livre. Qual das duas você imagina que chegará primeiro ao chão?

Se você pensou que A chega 1º pois tem mais velocidade, ou que B é que chega 1º pois o caminho até o chão é menor, você errou! Na verdade, ambos as moedas chegam **juntas** ao chão. Faça a experiência e veja você mesmo! Vamos entender por quê:

A moeda B tem apenas um movimento, que é vertical (para baixo); observe na figura 2 que esse movimento é uniformemente variado, pois a moeda, ao cair, percorre distâncias cada vez maiores em tempos iguais e sua velocidade vai aumentando valores iguais em tempos iguais (10m/s a cada 1s). Já a moeda A tem **dois** movimentos: um vertical (para baixo) e outro horizontal (para esquerda); o movimento vertical da moeda A é igual ao movimento da moeda B, pois é a gravidade que as "puxa" para o chão, a 10m/s², e o movimento horizontal da moeda A é uniforme, pois percorre distâncias iguais em tempos iguais - ou seja, sua velocidade é constante (veja figura 2).

As moedas caem juntas, pois os dois movimentos da moeda A são independentes: o horizontal foi dado pela régua e o vertical pela gravidade, e um não depende do outro!

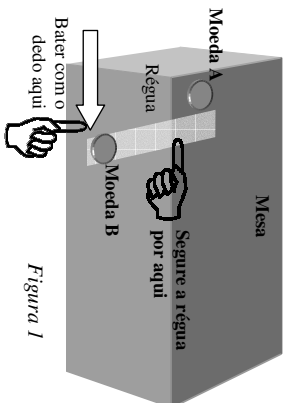


Figura 1

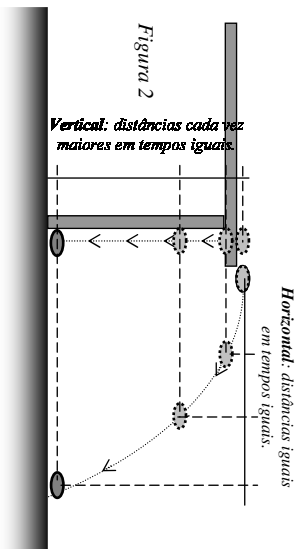


Figura 2

Vertical: distâncias cada vez maiores em tempos iguais.

Horizontal: distâncias iguais em tempos iguais.

Assista os vídeos: [HTTP://www.fisicareal.com/langHor.html](http://www.fisicareal.com/langHor.html)
[HTTP://www.fisicareal.com/langOb.html](http://www.fisicareal.com/langOb.html)

Exemplos (entendendo como aplicar)

Suponha que na figura 2 a altura da mesa seja de 1m e que a moeda tenha caído a 2m de distância horizontal do ponto de lançamento (ou seja, 2m de distância do pé da mesa). A aceleração da gravidade é 10m/s².

a) Calcule o tempo de queda da moeda B (que não foi lançada, apenas caiu).

O movimento desta moeda é uniformemente variado e portanto devemos usar a fórmula que descobrimos na questão 5 da aula 4 para calcular o tempo de queda: $d = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$.

Os dados que sempre serão conhecidos neste movimento são: v_0 que é a velocidade inicial NA VERTICAL e g que é a aceleração da gravidade; como inicialmente a moeda B estava parada, $v_0 = 0$; já a aceleração na superfície da Terra é 10m/s².

Então, devemos substituir na fórmula:

$$v_0 = 0$$

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

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

que fica:

$$2 = 0 \cdot t + \frac{10 \cdot t^2}{2} \rightarrow 2 = 5t^2$$

$$\rightarrow t^2 = 2 \div 5 = 0,4$$

$$\rightarrow t = \sqrt{0,4} \approx 0,63\text{s}.$$

A moeda B demorará 0,63s para chegar ao chão.

b) Calcule o tempo de queda da moeda A, que foi lançada horizontalmente.

O tempo de queda de um objeto lançado horizontalmente é o mesmo tempo de um objeto que caiu da mesma altura, pois o movimento horizontal é independente do vertical. Logo, o tempo é o encontrado no item anterior, 0,63s.

c) Calcule a velocidade horizontal da moeda A.

A moeda A percorreu a distância horizontal de 2m em s. Como essa velocidade é constante, basta lembrar que **velocidade = distância + tempo**. Logo, sua velocidade horizontal é

$$v_h = 2\text{m} \div 0,63\text{s} \approx 3,2\text{m/s}.$$

Ou seja, a moeda A percorre 3,2m na horizontal a cada 1s.

Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).

1. Qual fenômeno natural produz o movimento uniformemente variado?
2. Como a gravidade afeta o movimento de corpos em queda?
3. E dos corpos lançados para cima?
4. Descreva brevemente, com suas palavras, a experiência realizada.
5. Qual das moedas chega primeiro ao chão nessa experiência?
6. Explique o porquê da resposta anterior.
7. Quais os tipos de cada movimento mencionado?
8. Quais os tipos de cada movimento mencionado acima?
9. A que se deve cada movimento acima, no caso da experiência realizada?
10. Qual fórmula devemos utilizar para o movimento vertical no lançamento horizontal?
11. Quais os dados são conhecidos nesta fórmula acima, sempre que o lançamento for horizontal e estiver na superfície da Terra?
12. Qual fórmula devemos utilizar para o movimento horizontal no lançamento horizontal?

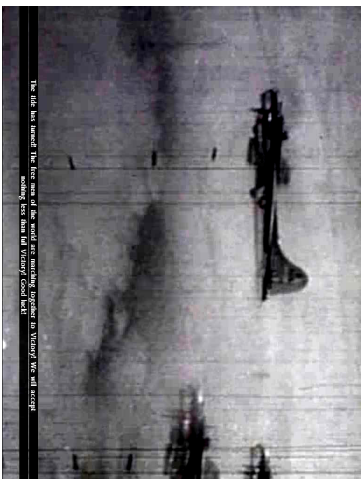
Exercícios (agora é com você!)

Nesses exercícios não leve em consideração o fato de que o ar impede um pouco que o objeto caia livremente.

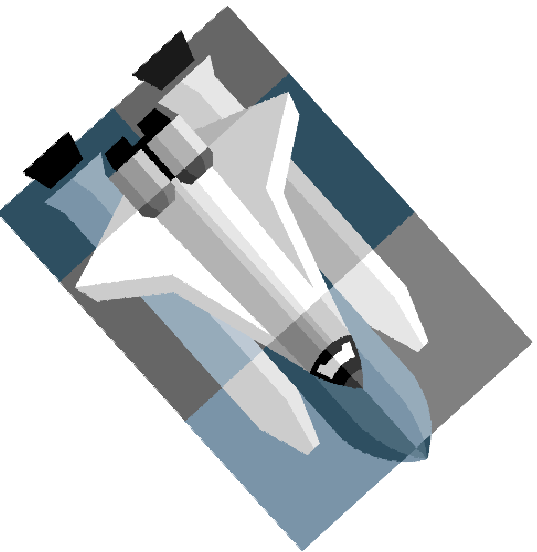
1. Do 2º andar de um prédio, um menino arremessa um objeto na horizontal, para fora da janela. Se a altura em que se encontra é de 5m e o objeto cai a uma distância de 4m do prédio, A) qual foi o tempo de queda (lembre que é o mesmo que se o objeto tivesse sido solto), e B) qual foi a velocidade com que o menino lançou o objeto? C) Faça um desenho esquemático da situação, indicando os valores e a trajetória do objeto.



2. Um avião de guerra está a 100m/s e 50m de altura quando solta uma bomba. A) Quanto tempo a bomba vai demorar a cair e B) qual distância horizontal percorrerá do ponto de lançamento até atingir o chão? C) Faça um desenho esquemático indicando a posição do avião quando soltou a bomba, a trajetória da bomba e a trajetória do avião até o momento em que a bomba chegou ao chão.



3. Observe a foto a seguir. Ela mostra um avião dos aliados bombardeando o campo inimigo (o Eixo). Observe como as bombas estão bem abaixo do avião, dando a impressão de que ele está parado soltando-as. Explique por que temos essa impressão de acordo com o que estudamos do lançamento horizontal.



A ciência existe desde que existe homem, isso é um fato. Várias pessoas foram gradualmente contribuindo para o acúmulo do conhecimento em diversas áreas e, embora muitos tenham ficado anônimos, alguns ficaram famosos por suas contribuições ao avanço que permitiu estarmos aqui, hoje. Um destes é, sem sombra de dúvida, Sir Isaac Newton, que lançou os fundamentos da ciência moderna procurando reduzir tudo a explicações simples.

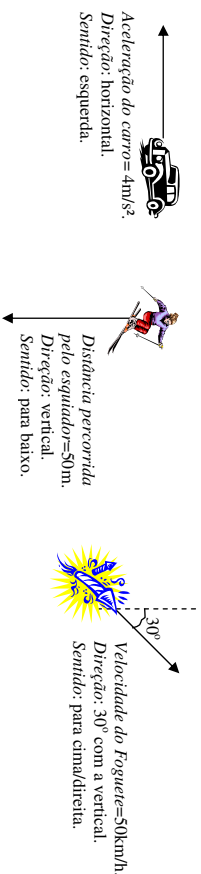
Por isso é indispensável compreender a ciência newtoniana para tentar compreender as complexas relações do mundo moderno. Vamos começar fazendo isso compreendendo um pouco de **matemática vetorial**, que vamos usar muito, e depois quantificando o **movimento circular**, que está em todo lugar. Finalmente e vamos estudar as **3 leis formuladas por Newton** para tentar explicar tudo no Universo, desde o simples átomo até o mais longínquo sistema estelar.

AULA 1 – VETORES.

As medidas físicas podem ser de dois tipos: **escalares** e **vetoriais**.

As **grandezas escalares** são aquelas que basta um número e uma unidade para completar a medida. Exemplos: massa é medida em kg; basta dizer "quero 300g de mussarela" e pronto, não precisa outra informação física sobre a massa. Volume é medido em litros ou m^3 , e também é escalar.

As **grandezas vetoriais** são aquelas que são especificadas por um número, uma unidade e também uma direção e um sentido. Exemplos:



Note que **cada direção possui dois sentidos**.

Observe ainda que o terceiro vetor exemplificado acima vai para cima e também para a esquerda, ao mesmo tempo; então dizemos que ele tem duas componentes: uma na vertical (direção Y) e outra na horizontal (direção X). Podemos então **decompor este vetor** nessas duas componentes; saber o quanto ele vai para a esquerda e o quanto ele vai para cima, usando **trigonometria**.

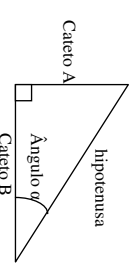
LEMBRETE!

Trigonometria é o estudo de triângulos.

O triângulo a seguir é chamado **triângulo-retângulo**, pois tem um ângulo interno de 90°.

Hipotenusa é o lado maior do triângulo-retângulo.

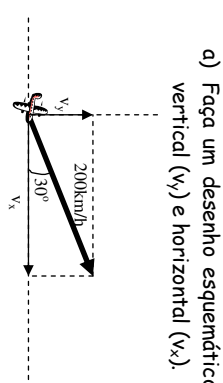
- Cateto A é o **Cateto Oposto** ao ângulo α .
 Cateto B é o **Cateto Adjacente** ao ângulo α .
- Cateto Oposto = Hipotenusa x Seno do ângulo α .**
 - Cateto Adjacente = Hipotenusa x Co-seno do ângulo α .**
 - Teorema de Pitágoras: Hipotenusa² = Cateto A² + Cateto B².**



30°	45°	60°	
Senos	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
Co-senos	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$

✂ **Exemplos (entendendo como aplicar)**

Um avião está decolando com um ângulo de 30° com a horizontal, na velocidade de 200km/h.



- a) Faça um desenho esquemático do vetor-velocidade do avião e das suas componentes vertical (v_y) e horizontal (v_x).

b) Calcule a velocidade horizontal (v_x) e a velocidade vertical (v_y) deste avião.
 Pela figura vemos que v_x é o cateto adjacente ao ângulo de 30°. Então, pela fórmula 2 do lembrete acima:

$$v_x = 200 \cdot \cos(30^\circ) = 200 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 200 \cdot 0,71 = 142 \text{ km/h}$$

Semelhantemente, v_y é o cateto oposto ao ângulo, então usamos a fórmula 1 do lembrete:

$$v_y = 200 \cdot \sin(30^\circ) = 200 \cdot \frac{1}{2} = 200 \cdot 0,5 = 100 \text{ km/h}$$

- c) O que significam essas duas componentes?

Significam que esse avião vai para a direita a 142km/h, e sobe ao mesmo tempo a 100km/h. No total, decola a 200km/h.

🔗 **Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).**

- O que são grandezas escalares?
- Dê dois exemplos de grandezas escalares.
- O que são grandezas vetoriais?
- Dê um exemplo de grandeza vetorial, como no texto (com grandeza, direção e sentido).
- O que significa "decompor um vetor"?
- Quais são os lados de um triângulo retângulo?
- Quais são as três fórmulas básicas da trigonometria?

- ☆ **Exercícios (agora é com você!)**
- Desenhe os vetores em escala (por exemplo: 1cm do caderno=10km/h).
 - 50km/h na horizontal para a esquerda.
 - 30km/h na vertical para cima.
 - 70km/h na diagonal (45°), para baixo/esquerda.
 - Qual é a grandeza (mega com a régua), a direção e o sentido do vetor ao lado?
 - Uma estaca de 2m de comprimento está fixada no chão, inclinada 60° com a vertical.
 - Desenhe o vetor-comprimento que representa a estaca e suas componentes vertical (x) e horizontal (y).
 - Calcule as duas componentes x e y deste comprimento.
 - O que significam essas componentes?

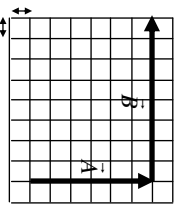


AULA 2 – OPERANDO COM VETORES.

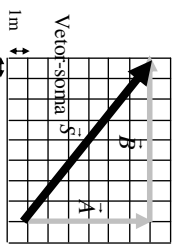
A soma de vetores é diferente de somar dois números comuns. Vamos ver alguns exemplos de operações com vetores:

✂ **Exemplos (entendendo como aplicar)**

- A figura ao lado representa uma sala de aula. Uma pessoa nesta sala seguiu o caminho representado pelo vetor \vec{A} e depois seguiu o vetor \vec{B} (note que para representar um vetor coloca-se uma flechinha em cima da letra). Qual é o deslocamento total dessa pessoa nessa sala?



Basta desenhar um vetor-total que vai do começo do primeiro do vetor \vec{A} até o fim do vetor \vec{B} , como na figura a seguir.



Nesta nova figura, vemos que se formou um triângulo-retângulo, onde o deslocamento total que queremos calcular nada mais é do que a sua hipotenusa (veja o lembrete da aula anterior). Usamos então o teorema de Pitágoras para calculá-la

$$\text{Hipotenusa}^2 = \text{CatetoA}^2 + \text{CatetoB}^2$$

$$S^2 = 6^2 + 8^2 = 36 + 64 = 100$$

$$S = \sqrt{100} = 10m$$

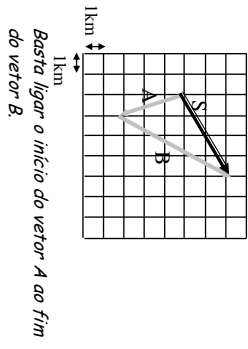
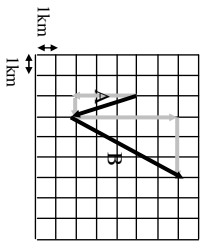
Logo o deslocamento total dessa pessoa é de 10m.

Importante!

Veja que o deslocamento total da pessoa NÃO é 6+8=14ml Para somar vetores é diferente!

2. Uma pessoa encontrou um mapa que se resume nas informações: "vetor A: 3km para o Sul, 1km para o Leste; vetor B: 5km para o Norte, 3km para o Leste".

- a. Desenhe o mapa com os vetores A e B.
- b. Desenhe o vetor-soma que representa o deslocamento total.



c. Calcule a deslocamento total (vetor-soma).

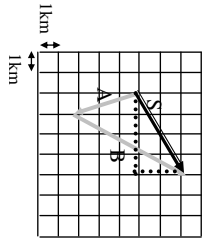
Observe o triângulo-retângulo formado pelo vetor-soma (retas pontilhadas). Seus catetos medem 4km na horizontal e 2km na vertical.

Então aplicando o teorema de Pitágoras:

$$S^2 = 4^2 + 2^2 = 16 + 4 = 20$$

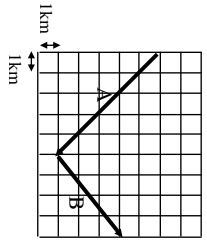
$$S = \sqrt{20} \approx 4,5\text{km}$$

Então o deslocamento total é aproximadamente 4,5km.



☆ **Exercícios (agora é com você!).**

1. Um barquinho tem uma velocidade própria igual a 20km/h para o leste, mas a correnteza do rio o empurra a 15km/h para o sul.
 - a. Desenhe os dois vetores-velocidade do barquinho em escala (por exemplo: 1cm do caderno=5km/h).
 - b. Desenhe também o vetor-soma das velocidades. Para que direção o barquinho vai andar? (lembre das coordenadas geográficas: nordeste, sudeste, etc.).
 - c. Qual a velocidade total adquirida pelo barquinho?
2. Uma pessoa andou conforme o desenho ao lado. **Desenhe** e calcule o deslocamento total dessa pessoa.



AULA 3 – MOVIMENTO CIRCULAR.

O movimento circular é importante porque está presente em diversos aspectos de nossas vidas: os pneus dos carros, motos, bicicletas e outras rodas, ventiladores, as curvas nas pistas e ruas, a rotação da Terra em torno do Sol, etc..

Para entendê-lo você precisa saber os seguintes itens:

- A) o **comprimento de um círculo completo** é dado por:

$$\text{Comprimento} = 2 \cdot \pi \cdot \text{Raio}$$

onde o número π é igual a aproximadamente 3,14. O Raio é a distância do centro do círculo à sua borda.

- B) **Frequência f**: é o número de voltas que o objeto gira por segundo. Por exemplo: um ventilador gira 50 vezes em 10s; portanto sua frequência é de 50÷10= 5 voltas por segundo, ou podemos dizer também que a frequência do ventilador é 5 Hertz (lê-se "vértz").

C) **Período T**: é o tempo de uma volta, e se soubermos a frequência pode ser calculado por uma simples regra-de-três:

$$f \text{ voltas} \quad \text{---} \quad 1 \text{ segundo}$$

$$1 \text{ volta} \quad \text{---} \quad T \text{ segundos}$$

Multiplicando em "cruz":

$$f \cdot T = 1 \rightarrow T = \frac{1}{f} \quad \text{ou} \quad f = \frac{1}{T}$$

Essa fórmula nos diz que dividir por f é o mesmo que multiplicar por T.

- D) A **velocidade** com que o objeto gira pode ser calculada do mesmo modo de sempre:

$$v = \frac{\text{distância}}{\text{tempo}}; \text{ nesta fórmula, consideramos que a distância percorrida por um objeto que gira é o comprimento do círculo (2}\pi\text{R) e o tempo de uma volta completa é o período (T);}$$

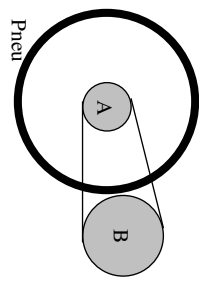
então:

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{T} \quad \text{ou} \quad v = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot f$$

pois dividir por T é o mesmo que multiplicar por f.

☆ **Exemplos (entendendo como aplicar).**

1. A figura ao lado representa um sistema de engrenagens de uma bicicleta, sendo a engrenagem A a "catraca" e a engrenagem B a "coroa" (nesta última vai o pedal). A coroa possui 30cm de diâmetro, enquanto a catraca possui 10cm de diâmetro. O pneu mede 60cm de diâmetro.
 - a. Se a pessoa executa 20 pedaladas a cada 10s, qual é a frequência de rotação da coroa (engrenagem B)?





Resposta:

$$f = \frac{20 \text{ pedaladas}}{10 \text{ s}} = 2 \text{ pedaladas / s} = 2 \text{ Hz}$$

Logo a frequência de rotação da coroa é de 2Hz.

b. Qual é a velocidade de rotação da coroa?

Resposta:

O raio da coroa é a metade do diâmetro: portanto $R=30:2=15\text{cm}$.

$$v = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot f = 2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 2 = 188,4 \text{ cm / s}$$

Portanto a velocidade de rotação é de 188,4cm/s ou, transformando para m/s, aproximadamente 1,88m/s.

c. Qual será então a frequência da catraca?

Resposta:

Primeiro veja que o raio da catraca é $10:2=5\text{cm}$ (metade de seu diâmetro).

Note que a frequência da catraca será um pouco maior pois enquanto a coroa dá apenas uma volta, a catraca dá várias para compensar seu tamanho menor. Mas a velocidade de coroa será a mesma: então:

$$v = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot f$$

$$188,4 = 2 \cdot 3,14 \cdot 5 \cdot f$$

$$f = \frac{188,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} = 6 \text{ Hz.}$$

Portanto enquanto a coroa realiza 2 voltas/s, a catraca realiza 6voltas/s! Essa é a vantagem da bicicleta.

d) Qual será a frequência do pneu?

Resposta:

A frequência do pneu é a mesma frequência da catraca pois esta está ligada ao eixo da roda sem deslizar; portanto a frequência do pneu será 6Hz também.

e) Calcule a velocidade da bicicleta.

Resposta:

O raio do pneu é $60:2=30\text{cm}$.

A velocidade da bicicleta é a velocidade de rotação do pneu. Portanto:

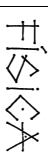
$$v = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot f = 2 \cdot 3,14 \cdot 30 \cdot 6 = 1130,4 \text{ cm / s}$$

Logo a velocidade da bicicleta será aproximadamente 11,304m/s ou cerca de 11m/s.

Transformando a velocidade para km/h, multiplica-se por 3,6 e obtemos aproximadamente 40km/h.

🔍 Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).

1. Dê 4 exemplos de movimentos circulares.
2. Como se calcula o comprimento de um círculo?
3. O que significa Hz?



4. Se um ventilador executa 500 voltas em 60s, qual é sua frequência em Hz?

5. O que é período?

6. Deduza a fórmula entre a frequência e o período.

7. O que a fórmula anterior nos diz sobre T e f?

8. Deduza a fórmula entre a velocidade e a frequência.

9. Qual é a vantagem da bicicleta? Justifique.

☆ Exercícios (agora é com você!)

1. Um menino amarrou uma pedra a um barbante de 1,5m de comprimento e está girando-o a 40 voltas a cada 8s.
 - a. Calcule a frequência f do movimento.
 - b. Calcule o período T do movimento.
 - c. Calcule a velocidade v da pedra.
2. Um pneu de carro tem diâmetro igual a 0,5m. O carro está a 72km/h.
 - a. Transforme a velocidade para m/s.
 - b. Calcule a frequência do pneu.

AULA 4 – 1ª LEI DE NEWTON.

Isaac Newton viveu na Inglaterra, por volta do ano 1700 e se interessou desde muito jovem em entender as leis que regem o Universo, ou seja, o "por quê" das coisas. Para ele o mundo era muito complexo para ter surgido do nada e acreditava que deveria ter sido criado pela "mente sábia" de uma "Inteligência Superior", ou seja, Deus. Altds, ele era muito religioso e além de ciência escreveu muitas coisas sobre a Bíblia. Foi para tentar entender a mente desse Criador que pesquisou a natureza e conseguiu descobrir, entre muitas outras coisas, as 3 leis que modelou a Física moderna e possibilitou o avanço tecnológico sem o qual hoje não podemos mais viver. A 1ª lei que descobriu é:

LEI DA INÉRCIA – PARA QUE UM OBJETO MUDE SUA VELOCIDADE OU FAÇA UMA CURVA, DEVE HAVER UMA FORÇA EXTERNA SOBRE ELE.

Força é uma ação de um objeto sobre outro e portanto jamais pode existir força com um objeto sozinho; força pode ser representada por um vetor. Inércia é a dificuldade que um objeto apresenta para mudar seu movimento: se estiver parado vai continuar parado até que uma força aumente sua velocidade; se estiver com uma certa velocidade, ele vai ficar com a mesma velocidade até que uma força a diminua ou aumente (uma força a favor do movimento vai aumentar a velocidade e uma força contra o movimento vai diminuir a velocidade). Se não houver nenhuma força sobre um objeto que já está numa certa velocidade, além de permane-



Produzido pelo Prof. Flávio Cunha.

3º Bimestre – 1º Ano do E.M.
NOTURNO

cer na mesma velocidade, ele vai continuar em linha reta: só fará uma curva se uma força o empurrar para o lado que se deseja.

⑦ *Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).*

1. Quem foi Isaac Newton?
2. O que suas pesquisas tinham a ver com sua crença em Deus?
3. O que descobriu e o que isso tem a ver com você?
4. Expresse a 1ª Lei de Newton em suas palavras.
5. O que é força?
6. O que é inércia?
7. Quais as três coisas que uma força pode fazer um corpo e em que situações?

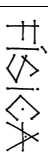
☆ *Exercícios (agora é com você!)*

1. Um carro está com velocidade constante a 80km/h numa pista reta e plana.
 - a. Quais as forças que estão atuando sobre este carro? Indique-as em um desenho utilizando vetores.
 - b. O que deve acontecer com alguma das forças do item anterior acima para que este carro aumente a velocidade?
 - c. O que deve acontecer com alguma das forças do item a para que este carro diminua a velocidade?
 - d. Faça um desenho que represente a vista de cima de uma curva na qual este carro está entrando. **Faça, neste desenho, um vetor no carro que indique a força que o faz virar.**
 - e. O que aconteceria se não existisse a força que você desenhou no item anterior?

AULA 5 – 2ª LEI DE NEWTON.

Newton também percebeu que a força necessária para que um objeto aumentasse (aceleração) ou diminuísse de velocidade (desaceleração) dependia de duas coisas:

- Se o objeto for muito "pesado" (o correto é dizer: se tiver muita massa), muita força será necessária para alterar seu movimento.
 - Se quisermos alterar o movimento muito rapidamente (alta aceleração), muita força será necessária também.
- Portanto, a força **F** é **DIRETAMENTE PROPORCIONAL** à massa **m** e à aceleração **a**. Ou seja, quanto maior a massa, maior a força necessária para dar uma aceleração; e quanto maior essa aceleração, maior deverá ser a força também. Traduzindo essa frase para "matemáticos":

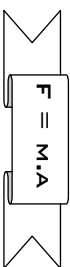


Produzido pelo Prof. Flávio Cunha.

3º Bimestre – 1º Ano do E.M.
NOTURNO

Essa é a 2ª lei de Newton.

Na fórmula, a massa é dada em kg, a aceleração em m/s^2 e a força em Newtons (N); 10N é aproximadamente a força do peso da massa de 1kg.



⑦ *Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).*

1. Para quê é necessária uma força?
2. Quais as duas coisas das quais depende a quantidade de força necessária?
3. Um objeto A tem massa de 5kg; o objeto B tem massa de 4kg. Qual dos dois precisará de mais força para ter a mesma aceleração? Por que?
4. Um carro A acelera a 10km/h a cada s. Outro carro de mesma massa, B, acelera 8km/h a cada s. Qual motor tem mais força? Por que?
5. Expresse a 2ª lei de Newton em suas palavras.
6. Expresse a 2ª lei de Newton matematicamente.
7. Quais são as unidades que devem ser usadas na fórmula da 2ª lei de Newton?
8. Quanto vale 20N? Responda como no texto.

☆ *Exercícios (agora é com você!)*

1. Um objeto A tem massa de 10kg e queremos acelerá-lo a $8m/s^2$; outro objeto, B, tem massa de 20kg, e queremos acelerá-lo a $3m/s^2$.
 - a. Primeiro responda sem fazer contas: qual precisa de mais força? Justifique.
 - b. Agora calcule para saber se respondeu corretamente o item anterior.
2. Suponha que exercemos a **mesma força** para empurrar uma bola de boliche e uma bola de bilhar.
 - a. Qual dessas bolas vai acelerar mais com a força? Por que?
 - b. Para que tivessem a mesma aceleração, o que deveríamos fazer?
3. A força da gravidade faz com que os objetos que estão em queda livre acelerem a $10m/s^2$. Qual é a força com que a gravidade atrai um objeto de 5kg?

AULA 6 – 3ª LEI DE NEWTON.

Finalmente Isaac Newton descobriu também que toda vez que um objeto aplica uma força em outro, recebe de volta a mesma força na **mesma direção**, mas em **sentido oposto** (lembre o que é sentido e direção de um vetor na aula 1!).

Esta é a lei da Ação e Reação:

**LEI DA AÇÃO E REAÇÃO: TODA FORÇA DE AÇÃO TEM UMA FORÇA DE REAÇÃO DE MESMA INTENSIDADE E MESMA DIREÇÃO, MAS EM SENTIDO OPPOSTO.**

Portanto uma força nunca está só: se existe uma força em um corpo, certamente vai existir uma outra força igual e oposta em outro corpo, quer esteja em contato ou não. Um exemplo de pares de força ação/reação que não exigem o contato dos corpos é a força magnética, ou a força da gravidade.

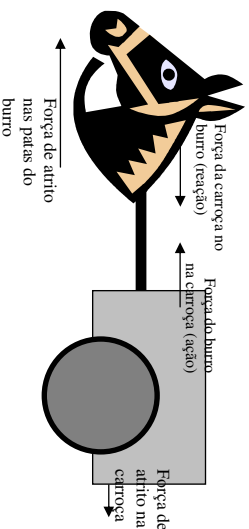
Exemplo (entendendo como aplicar)

O Sr. Burro disse o seguinte: "Se ao tentar puxar uma carroça, a carroça me puxa com a mesma força em sentido oposto, então não adianta nem tentar porque não vou sair do lugar, nem eu nem a carroça". Explique onde o Sr. Burro está certo e onde está errado.

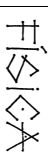
Resposta:

O Sr. Burro está certo ao dizer que ao puxar a carroça para frente com uma certa força (ação), a carroça vai puxá-lo para trás com a mesma força (reação). Esta é a 3ª lei de Newton.

Está errado ao dizer que por isso não vai sair do lugar, pois a carroça não possui tanto atrito para se resistir à força do burro (para isso servem suas rodas). Mas o atrito das patas do burro é grande o suficiente para não permitir que a força da carroça o arraste para trás. Por isso a carroça vai para frente, mas o burro não vai para trás.

**Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).**

1. O que acontece quando um corpo A exerce uma força em outro. B?
2. Expresse a 3ª lei de Newton em suas palavras.
3. Faça um desenho com vetores para exemplificar a 3ª lei de Newton.
4. A força de reação existe no mesmo corpo onde acontece a força de ação?
5. É necessário contato para haver um par de forças ação/reação? Dê exemplos.
6. O que acontece quando tentamos puxar ou empurrar alguma coisa para frente?
7. Por que o burro do exemplo consegue ir para frente mas a carroça não?
8. Para que servem as rodas da carroça?

**Exercícios (agora é com você!)**

1. Um objeto está apoiado sobre uma mesa, portanto seu peso está sendo aplicado sobre a superfície da mesa.
 - a. Qual é a direção e o sentido da força de reação da mesa?
 - b. Faça um desenho representativo das duas forças: a de ação (aplicada pelo objeto na mesa), e a de reação (aplicada pela mesa no objeto).
2. Se você tentar empurrar um caminhão, certamente seus pés vão deslizar para trás mas o caminhão não vai sair do lugar.
 - a. Por que isso acontece? Explique pela 3ª lei de Newton.
 - b. Ordene de maneira decrescente de força: sua força no caminhão, força do caminhão em você, força de atrito do caminhão, força de atrito de seus pés.
 - c. Desenhe a situação com os 4 vetores representativos das forças acima, tomando o cuidado de desenhá-los seus tamanhos na ordem que você mencionou no item anterior.
3. Vamos analisar, pelas leis de Newton, como é possível andarmos:
 - a. 1ª Lei: o que é necessário para iniciarmos o movimento? Justifique.
 - b. 3ª Lei: como conseguimos a força mencionada na resposta do item anterior?
 - c. 2ª Lei: porque nos movemos e não o chão?

AULA 7 – MASSA E PESO.

Massa é uma medida escalar (ou seja, não é vetorial), que indica a quantidade de matéria presente em um corpo; está relacionada com o número de átomos deste corpo. Peso é a força com que a gravidade de um planeta atrai uma certa massa. Está aí a diferença entre massa e peso!

Massa é medida em kg. Mas peso, sendo uma força, é medido em Newtons (N) ou kgf (quilogramas-força); observe a relação:

$$1\text{kgf} \approx 10\text{N}$$

Então quando falamos "meu peso é 70kg", estamos cometendo um erro do ponto de vista científico. O certo em ciência (não precisa ser assim no dia-a-dia), é dizermos 70kgf ou 700N.

A massa é um valor constante em qualquer lugar: 1kg de feijão será 1kg na Lua, em Marte ou no espaço interestelar. Mas o peso muda de lugar para lugar, pois a força com que um objeto é atraído calcular-se com $F = ma$ onde a aceleração é a aceleração da gravidade da-quele local.

**✘ Exemplo (entendendo como aplicar)**

Na Terra a aceleração da gravidade é 10m/s^2 ; na Lua, é $1,6\text{m/s}^2$; em Júpiter é 30m/s^2 . Calcule o peso, em N e kgf, de um saco de arroz de 5kg em cada um desses lugares.

Resposta:

Usando a 2ª lei de Newton, calculamos:

Na Terra:

$$F=m \cdot a=5 \cdot 10=50\text{N}=5\text{kgf}$$

Na Lua:

$$F=m \cdot a=5 \cdot 1,6=8\text{N}=0,8\text{kgf}$$

ou 800gf

Em Júpiter:

$$F=m \cdot a=5 \cdot 30=150\text{N}=15\text{kgf}$$

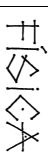
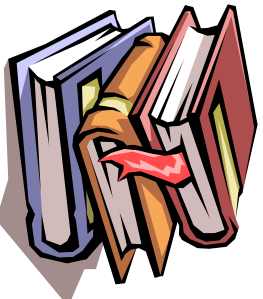
Note que usamos o fato de que $10\text{N}=1\text{kgf}$, aproximadamente. Observe como o peso fica grande em Júpiter! De fato, lá a gravidade é muito forte porque o planeta é muito grande.

🔍 Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).

- O que é massa e com o que está relacionada?
- O que é peso?
- Qual dos dois é vetorial e qual é escalar? Justifique (relembre o que é um vetor, se necessário, na aula 1).
- Com quais unidades se mede massa e com quais se mede peso? Dê um exemplo cotidiano de valores com essas medidas.
- Transforme de kgf para N ou de N para kgf, conforme for o caso:
 - 50N
 - 4kgf
 - 2N
 - 0,6kg
- É certo dizermos "meu peso é 50kgf"? Se não, como é o certo então?
- Massa varia? E peso?
- Como podemos calcular o peso?

☆ Exercício (agora é com você!).

- O peso de um objeto na Terra é de 100N.
 - Calcule a massa desse objeto.
 - Calcule o peso que esse objeto teria na Lua.



Desde muito cedo o homem percebeu que a matemática era necessária para explicar muitas coisas na natureza, senão todas. E usou isso para inventar muitas ferramentas que o auxiliou.

Portanto, neste bimestre, vamos aprofundar as aplicações das Leis de Newton para explicar os fenômenos simples do cotidiano, inclusive matematicamente, e assim ter um novo vislumbre de como tudo funciona.

Vamos começar entendendo as relações proporcionais das molas, depois vamos aplicar as leis de Newton para entender as interações entre dois corpos e também para objetos subindo ou descendo aceleradamente. Também vamos quantificar as forças de atrito e finalmente entender como as forças estão envolvidas no movimento circular uniforme.

AULA 1 – MOLAS E ELÁSTICOS.

Uma mola ou elástico tem a característica de deformar-se, guardando uma quantidade de energia, e depois voltar ao seu tamanho original. Para que ocorra essa deformação é necessário aplicar sobre a mola uma força, esticando-a ou comprimindo-a. A mola, em reação (3ª lei de Newton), exerce sobre nós a mesma força que aplicamos nela, mas em sentido oposto. Quanto maior a força, mais a mola vai se deformar.

Algumas molas são mais "duras" do que outras: para quantificar a elasticidade da mola estabelecemos a constante elástica k , que representa quanta força é necessária para deformar (esticar ou comprimir) cada unidade de comprimento da mola. Portanto, quanto maior a constante elástica de uma mola, mais dura ela é, e vice-versa.

Matematicamente pode-se escrever:

$$k = \frac{F}{\Delta x}$$

onde F é a força sobre a mola, em Newtons (N) e Δx é a variação do comprimento da mola, isto é, a deformação; essa deformação pode ser medida em qualquer unidade de comprimento: cm e m são as mais utilizadas.

✘ Exemplos (entendendo como aplicar).

- Uma mola tem um comprimento inicial (sem força nenhuma) igual a 10cm. Então penduramos nela uma massa de 800g, e observamos que ela passa a medir 14cm. Depois, tirando o peso anterior, penduramos um peso desconhecido que estica a mola para um comprimento de 16cm.
 - Calcule o peso da massa de 800g.

Temos os dados: $m = 800\text{g} = 0,8\text{kg}$; $g=10\text{m/s}^2$ (aceleração da gravidade).

$$P = m \cdot g = 0,8 \cdot 10 = 8\text{N}$$

b. Calcule a constante elástica da mola e diga o que significa este valor.

Temos os dados:

$$F = 8N; \quad \Delta x = 14 - 10 = 4\text{cm}$$

Portanto:

$$k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{8N}{4\text{cm}} = 2N/\text{cm}$$

o que significa que esta mola precisa de 2N para esticar cada 1cm (lembre que 2N é o peso de 2·10=0,2kg=200g de massa).

c. Calcule o peso desconhecido.

A deformação com o peso desconhecido é $\Delta x = 16 - 10 = 6\text{cm}$.

A constante elástica da mola é 2N/cm (2N para cada 1cm de deformação).

Portanto, se a mola deformou-se em 6cm, então uma força igual a $2 \times 6 = 12N$ a esticou.

Ou seja, o peso desconhecido é 12N.

d. Qual a massa desse peso?

A massa é $m = 12:10 = 1,2\text{kg} = 1200g$.

Observe que basta uma mola ou um elástico, um peso conhecido e uma régua para se construir uma balança caseira.

e. Calcule a constante elástica em N/m.

A constante elástica da mola é 2N/cm, ou seja, 2N para cada 1cm.

Para esticar 1m = 100cm, a força deve ser $2 \times 100 = 200N$.

Portanto a constante elástica da mola é 200N/m, que significa que precisa receber 200N para esticar 1m.

🔗 Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).

8. Qual é a principal característica de molas e elásticos?
9. O que molas têm a ver com forças e as leis de Newton?
10. O que é constante elástica?
11. O que constante elástica tem a ver com a flexibilidade de molas ou elásticos?
12. Como se calcula a constante elástica? Escreva a fórmula, o que significa cada variável e suas respectivas unidades.
13. Com quais os materiais podemos construir uma balança caseira?

☆ Exercícios (agora é com você!)

8. Descreva passo a passo como uma pessoa, em casa, pode fazer para medir a massa de um objeto desconhecido qualquer usando uma mola ou elástico (sem usar qualquer balança, claro).
9. A mola do amortecedor de um carro deforma-se 1,5cm quando uma pessoa de 80kg entra nele.
 - a. Calcule o peso da pessoa em N.

b. Calcule a constante elástica da mola em N/cm.

c. Calcule a constante elástica da mola em N/m.

d. Compare essa mola de amortecedor com a mola do exemplo da página anterior. O que se pode afirmar quanto à flexibilidade de cada uma?

10. Querendo fazer uma balança dinamômetro, um aluno utiliza uma mola de 8cm de comprimento. Pendurando nela um objeto de 50g verifica que o comprimento da mola passa a ser de 12cm.

a. Qual é a constante elástica da mola, em N/m?

b. Se pendurar um objeto e a mola esticar para 14cm, qual é o peso e a massa deste objeto?

AULA 2 – INTERAÇÕES ENTRE CORPOS.

Uma interação entre dois corpos se dá quando um aplica uma força em outro. Veja:

🔗 Exemplos (entendendo como aplicar).

1. Dois objetos, A e B, de 3kg e 7kg respectivamente, estão apoiados sobre uma superfície sem atrito (imagine que têm rodinhas bem lubrificadas). Então uma pessoa empurra o primeiro com uma força de 50N.
 - a. Qual será a aceleração do conjunto?

Quando uma força F é aplicada em um corpo de massa m este acelera de acordo com a 2ª Lei de Newton: $F = m \cdot a$. No nosso caso, $m = 3+7 = 10\text{kg}$, pois a força é aplicada sobre o conjunto: $F = 50N$. Então:

$$50 = 10 \cdot a \rightarrow a = \frac{50}{10} = 5\text{m/s}^2.$$

Longo, os objetos A e B, juntos, vão acelerar a 5m/s^2 .

b. Quando a pessoa empurra o objeto A, este, por sua vez, empurra o objeto B. Essa força com que A empurra B será maior, igual ou menor que 50N?

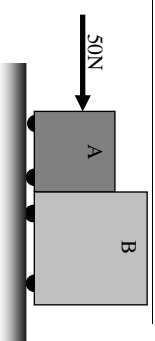
A pessoa exerce 50N para empurrar os dois objetos, um total de 10kg, os acelerando em 5m/s^2 . Mas o bloco A vai empurrar apenas o objeto B, com 7kg, para dar a mesma aceleração de 5m/s^2 . Portanto, se vai empurrar menos massa que a pessoa e dar a mesma aceleração, a força que A exerce em B é menor que 50N.

c. Calcule a força com que A empurra B.

O objeto A empurra apenas o objeto B, de 7kg, e este acelera a 5m/s^2 (junto com A). Logo a força é dada pela 2ª Lei de Newton novamente:

$$F = m \cdot a = 7 \cdot 5 = 35N.$$

Esta força é menor que 50N, como respondemos no item anterior.

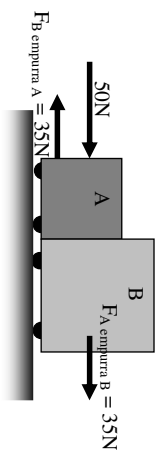




d. Como se aplica a terceira lei de Newton (ação e reação), à interação entre esses dois corpos?

Quando o objeto A empurra B com uma força de 35N para frente, o objeto empurra A com a mesma força, isto é, 35N, mas para trás.

Mesmo assim o objeto A se move para frente porque a pessoa o está empurrando com 50N para frente. Veja a figura acima.



e. Calcule a força com que B empurra A.

Como já dissemos no item anterior, a força com que B empurra A é a mesma força com que A empurra B, mas oposta, ou seja, 35N para trás. Mas há outra maneira de calcular essa força: faça de conta que não sabemos a força com que B empurra A, e seja ela F_{AB} .

Pensemos apenas no corpo A: as forças que há nele são 50N para frente e F_{AB} para trás. Portanto a força total no corpo A é $50 - F_{AB}$, sua aceleração já calculamos acima, é 5m/s^2 , e sua massa é 3kg. Portanto, aplicando a 2ª lei de Newton:

$$F = ma \rightarrow 50 - F_{AB} = 3 \cdot 5 \rightarrow 50 - F_{AB} = 15 \rightarrow -F_{AB} = 15 - 50 = -35 \rightarrow F_{AB} = 35\text{N}$$

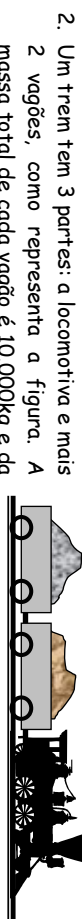
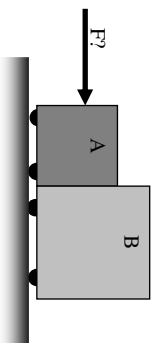
como já havíamos descoberto antes: as contas apenas serviram para confirmar que as leis de Newton formam um todo inseparável.

🔗 **Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).**

- O que é uma interação entre corpos?
- Como se calcula a aceleração do conjunto de corpos?
- Quando há uma força total sobre dois corpos e um está exercendo uma força em outro, qual a relação entre esta força e a força total?
- O que a 3ª Lei de Newton, Ação e Reação, tem a ver com interação entre corpos?

☆ **Exercícios (agora é com você!)**

- Dois objetos A e B, de massas 2kg e 6kg respectivamente, estão sendo empurrados por uma força F desconhecida, e aceleram a 4m/s^2 (ver figura ao lado).
 - Calcule a força total F que empurra o conjunto dos objetos.
 - Calcule a força que A exerce em B.
 - Pela 3ª lei de Newton e baseado na sua resposta anterior, qual é a força que B exerce em A?
 - Calcule a força que B exerce em A sem usar a 3ª lei de Newton, como no item e do exemplo.



2. Um trem tem 3 partes: a locomotiva e mais 2 vagões, como representa a figura. A massa total de cada vagão é 10.000kg e da locomotiva é 20.000kg. A força da locomotiva para acelerar a composição a 1m/s^2 .

- Calcule a força total do motor da locomotiva.
- A força que a locomotiva faz sobre o conjunto dos dois vagões será maior, menor ou igual à força total do item a? Justifique.
- Calcule a força que a locomotiva faz sobre o conjunto dos dois vagões.
- Qual é a força que os dois vagões fazem sobre a locomotiva?
- Calcule a força que o vagão do meio faz sobre o último vagão.

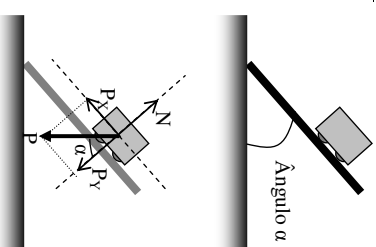
AULA 3 – PLANO INCLINADO.

Quando um objeto é colocado sobre um plano inclinado sem atrito (novamente imagine que o objeto tem rodinhas bem lubrificadas), seu peso faz com que desça plano abaixo, com uma certa aceleração (veja a primeira figura ao lado). Essa aceleração não é a aceleração da gravidade, 10m/s^2 , mas é menor que ela pois o objeto não está caindo livremente. Para entender porque você precisa lembrar que um **vetor** tem duas componentes, x e y: neste caso apenas a componente do peso que está na direção do plano, P_x , é que vai puxar o objeto. A outra componente, P_y , é contra o plano e por isso o objeto recebe uma reação igual e oposta (para cima); essa reação é chamada de força NORMAL N. É possível encontrar um ângulo dentro do triângulo formado por P, P_x e P_y que é igual ao ângulo de inclinação do plano (veja a 2ª figura ao lado).

Pela última figura, podemos usar a trigonometria que vimos quando estudamos **vetores**, no bimestre anterior, e ver que:

$$\cos \alpha = \frac{P_y}{P} \rightarrow P_y = P \cdot \cos \alpha \quad \text{e} \quad \sin \alpha = \frac{P_x}{P} \rightarrow P_x = P \cdot \sin \alpha$$

A aceleração do objeto, portanto, depende da inclinação do plano: quanto mais inclinado estiver o plano, maior será P_x e assim, maior será a aceleração com que o objeto vai descer.



🔗 **Exemplos (entendendo como aplicar).**

- Um objeto de 2kg é colocado num plano inclinado a 30° .
 - Calcule o peso P do objeto.

Como vimos no bimestre anterior, $P = m \cdot g$, onde g é a aceleração da gravidade, que na Terra é 10m/s^2 , aproximadamente. Logo, o peso deste objeto é $P = 2 \cdot 10 = 20\text{N}$.



b. Calcule as componentes P_x e P_y do peso na direção do plano.

O ângulo α é 30° . Olhando na tabela de ângulos notáveis (bimestre anterior), temos que $\text{sen}30^\circ=0,5$ e $\text{cos}30^\circ\approx 0,87$.

Como vimos no texto,

$$P_x = P_{\text{peso}} = 20 \approx 0,5 = 10\text{N}$$

$$P_y = P_{\text{peso}} \approx 20 \approx 0,87 = 17,4\text{N}$$

c. Quanto é a força que o plano exerce no objeto?

A força que o objeto exerce no plano é $P_x=17,4\text{N}$. Portanto, a força de reação do plano no objeto, isto é, a força NORMAL, é igual mas oposta, ou seja, $\alpha N=17,4\text{N}$.

d. Calcule a aceleração do objeto.

A força responsável por "puxar" o objeto de 2kg para baixo é $P_x=10\text{N}$. Tendo portanto, essa massa m e essa força F , usamos a 2ª Lei de Newton para calcular a aceleração do objeto:

$$F = m \cdot a \rightarrow 10 = 2 \cdot a \rightarrow a = \frac{10}{2} = 5\text{m/s}^2$$

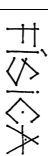
Portanto, neste caso, o objeto vai acelerar com a metade da aceleração da gravidade.

🕒 Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).

1. O que acontece quando um objeto é colocado sobre um plano inclinado?
2. A aceleração deste objeto da questão anterior é a mesma da gravidade?
3. Explique por a aceleração do objeto em um plano inclinado é menor que a da gravidade.
4. O que é a força normal N ?
5. Escreva as fórmulas para calcular P_x e P_y .
6. Como se calcula o peso de um objeto de massa m ?
7. Escreva a tabela dos senos e co-senos dos ângulos notáveis (30° , 45° e 60°), aproximando os valores das raízes (ver apostila do bimestre anterior).

☆ Exercícios (agora é com você!).

1. Um objeto de massa 5kg é colocado sobre um plano inclinado de ângulo 60° .
 - a. Calcule o peso do objeto.
 - b. Calcule as componentes do peso, P_x e P_y .
 - c. Calcule a força normal sobre o objeto.
 - d. Calcule a aceleração do objeto.
2. Faça as mesmas contas anteriores se a massa for 10kg . Qual conclusão você pode tirar a respeito do valor da aceleração do objeto (item d)?
3. Qual deve ser a inclinação de um plano para que um objeto de 1kg descendo sobre ele tenha aceleração de aproximadamente $7,1\text{m/s}^2$? Dica: usando procedimento inverso das questões anteriores, calcule o seno ou o co-seno do ângulo e com este valor olhe na tabela construída na pergunta de constatação 7 para saber o ângulo.

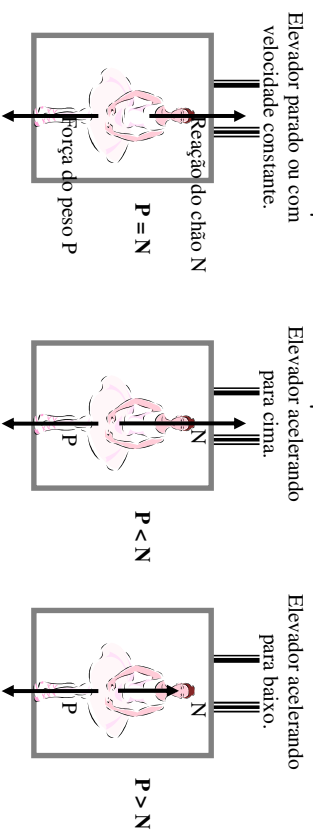


AULA 4 – ELEVADORES.

Quando estamos dentro de um elevador sentimos uma "falta de peso" momentâneo quando este começa a descer, e um "excesso de peso" quando este começa a subir. Isso acontece porque o elevador e nosso corpo são dois objetos diferentes que interagem entre si, como veremos a seguir.

Quando estamos dentro do elevador parado ou se ele está com velocidade constante, acontece a mesma coisa que em qualquer solo: exercemos um peso no chão e, pela 3ª Lei de Newton (ação e reação), o chão nos devolve a mesma força para cima; assim ficamos em equilíbrio, sem acelerar nem para cima nem para baixo, uma vez que o peso nos puxa para baixo mas o chão nos empurra para cima com a mesma força, e a 1ª Lei de Newton (inércia) diz que se a força total é ZERO então não mudamos a velocidade. Esta força de reação do chão, para cima, se chama FORÇA NORMAL N .

Durante um pequeno intervalo de tempo, o elevador é acelerado pelos cabos (sua velocidade aumenta ou diminui). Ao ser acelerado para cima, o elevador aumenta a força normal sobre nosso corpo para que acelere junto, e este reage com a mesma força para baixo, que é um pouco maior que o peso ($N > P$); daí vem o "excesso de peso" que sentimos. Ao contrário, quando o elevador começa a descer, acelerando para baixo durante um breve instante, a força normal diminui um pouco (apenas durante um breve instante), e nosso corpo acelera para baixo junto com o elevador, dando-nos a impressão que estamos mais leves ($N < P$). As três figuras abaixo ilustram o que acabamos de explicar.



O mesmo acontece quando o elevador está descendo ou subindo e então freia: se estava subindo, pela 1ª Lei (inércia), nos sentimos mais leve ao frear pois nosso corpo tende a continuar subindo, mas o peso o impede; se estava descendo, nos sentimos mais pesados, pois a tendência é continuar descendo, sendo impedido pelo chão do elevador.

- ZERO se o elevador está parado ou com velocidade constante, pois nestes casos $N=P$.



- N - P se o elevador está subindo acelerado ou freando ao descer, pois nestes casos N>P;
- P - N se o elevador está descendo acelerado ou freando ao subir, pois nestes casos P>N;

✂ Exemplos (entendendo como aplicar)

1. Uma menina de 50kg está dentro de um elevador, sobre uma balança. Então o elevador começa a subir, acelerando a $2m/s^2$.
 - a. Qual é a marcação, em N, da balança, antes do elevador começar a subir?
 - A balança mede o **PESO** da menina, que pode ser calculado com $P = m \cdot g$, onde $g \approx 10m/s^2$ na Terra. Assim,

$$P = 50 \cdot 10 = 500N.$$
 - b. A menina vai sentir excesso ou falta de peso?

Para que a menina acelere para cima, juntamente com o elevador, sua força normal deve ser maior que o peso. O corpo da menina reage a essa força normal do chão com a mesma força para baixo, e portanto ela vai sentir um "excesso de peso".

c. Qual o peso que a menina vai sentir durante o breve momento de aceleração?

Enquanto está acelerando as forças que atuam sobre a menina é N para cima e P=500N para baixo, sendo N>P. Logo a força total sobre a menina é $N - 500$. Sua massa é 50kg, e sua aceleração é $2m/s^2$, portanto podemos aplicar a 2ª lei de Newton, $F = m \cdot a$:

$$N - 500 = 50 \cdot 2 \rightarrow N - 500 = 100 \rightarrow N = 100 + 500 = 600N$$

d. Qual será a marcação da balança durante a aceleração para cima?

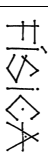
O peso que a menina vai sentir será 600N, como $P = m \cdot g$, temos:

$$600 = m \cdot 10 \rightarrow m = \frac{600}{10} = 60kg$$

Logo a menina vai sentir 10kg a mais que seu peso normal. Mas na verdade os elevadores reais têm menor aceleração.

🔍 Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).

1. Quais são as sensações com relação ao nosso peso quando usamos em um elevador e por quê?
2. Qual a relação entre a força normal e o peso quando estamos parados?
3. O que a 1ª Lei de Newton tem a ver com as forças em questão quando estamos subindo ou descendo com velocidade constante, ou ainda quando estamos parados?
4. Explique por quê sentimos um "excesso de peso" quando o elevador sobe acelerado.
5. Explique por quê sentimos uma "falta de peso" quando o elevador desce acelerado.
6. Qual a relação entre P e N em cada caso: elevador subindo acelerado, parado, freando ao subir, descendo acelerado, com velocidade constante, e freando ao descer.
7. Sentimos excesso ou falta de peso se o elevador estava descendo e então freia? Por quê?



☆ Exercícios (agora é com você!)

1. Uma pessoa de 60kg está em um elevador que vai descer acelerado a $1m/s^2$.
 - a. Essa pessoa vai sentir excesso ou falta de peso? Justifique.
 - b. Calcule o peso real, em N, dessa pessoa.
 - c. Calcule a força normal dessa pessoa quando o elevador descer acelerado.
 - d. Calcule quantos kg ela vai ter impressão que tem quando o elevador descer acelerado.
2. Uma criança de 40kg está em um elevador que está descendo com velocidade constante. De repente o elevador começa a frear a $1,5m/s^2$.
 - a. Essa criança vai sentir excesso ou falta de peso? Justifique.
 - b. Calcule o peso real, em N, dessa criança.
 - c. Calcule a força normal sobre a criança durante a frenagem.
 - d. Calcule quantos kg a criança vai ter impressão que tem durante a frenagem.
3. Um homem de 70kg está sobre uma balança dentro de um elevador, que começa a acelerar. Então este homem vê que a balança, durante a aceleração, passa a marcar 85kg.
 - a. Calcule o peso real, em N, desse homem.
 - b. O elevador está subindo ou descendo?
 - c. Calcule a força normal sobre o homem.
 - d. Calcule a aceleração do elevador.

AULA 5 – FORÇA DE ATRITO.

Quando um objeto está apoiado sobre uma superfície, as irregularidades dessa superfície em contato com as irregularidades do objeto encaixam-se umas com as outras de tal maneira que o corpo é impedido de deslizar livremente (ver figura). Essa resistência ao movimento é chamada de **força de atrito**.



Ao empurrar um objeto com uma certa força, ele pode não se mover. Neste caso, significa que a força de atrito está reagindo com a mesma força que estamos aplicando: ela é então chamada de **força de atrito estática**. No entanto, se aumentarmos a nossa força gradualmente, vai chegar um ponto em que as irregularidades vão começar a se quebrar e assim o corpo poderá começar a se mover. Neste ponto chegamos à **força máxima do atrito estático**.

Com o movimento do objeto, passa a ser mais fácil que as próximas irregularidades se quebrem, quando o corpo "bater" nelas, já com certa velocidade (1ª lei de Newton, inércia).



Assim, a força de atrito com o objeto em movimento é chamada **força de atrito cinético** e é um pouco menor do que a força máxima de atrito estático.

A força de atrito depende da "asperidade" do contato entre o objeto e a superfície, que é medida pelo **coeficiente de atrito estático (μ_e)** ou **cinético (μ_c)**. μ é uma letra grega que se lê "mi". Depende ainda da força Normal N da superfície no objeto (não depende do peso, pois pode ser que nem todo ele esteja sendo aplicado na superfície, como é o caso dos planos inclinados). Para calcular a força de atrito usamos as expressões:

Força máxima de atrito estático:

$$F_{\text{AT.E}}^{\text{MAX}} = \mu_e \cdot N$$

Força de atrito cinético:

$$F_{\text{AT.C}} = \mu_c \cdot N$$

Logo vemos que a força de atrito é uma fração μ da força normal N .

Temos que como a força de atrito estático é maior ou igual à força de atrito cinético, $\mu_e > \mu_c$.

Exemplos (entendendo como aplicar):

- Um objeto de 2kg está apoiado sobre uma superfície horizontal com a qual tem coeficientes de atrito $\mu_e=0,9$ e $\mu_c=0,8$. Então o empurramos horizontalmente com uma força de 15N.
 - Esse objeto vai se mover?

Para saber isso, precisa-se saber primeiro a força máxima do atrito estático; como neste caso a força normal é igual ao peso (plano horizontal), esta vale

$$N = P = m \cdot g = 2 \cdot 10 = 20N$$

E como $\mu_e=0,9$, temos

$$F_{\text{AT.E}}^{\text{MAX}} = \mu_e \cdot N = 0,9 \cdot 20 = 18N$$

Então precisamos de, no mínimo, 18N para que esse objeto se mova. Como estamos aplicando apenas 15N, o atrito estático vai reagir com a mesma força e o objeto não vai se mover. Note que, neste caso, a força de atrito vale 15N, pois 18N é a força máxima que o atrito pode desenvolver em reação.

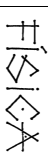
- Se aplicarmos uma força de 22N, o objeto vai se mover? Se sim, calcule a sua aceleração.

Como a força máxima do atrito é apenas 18N, se aplicarmos 22N o objeto vai se mover, passando a valer a força de atrito cinético, que pode ser calculada da seguinte forma:

$$F_{\text{AT.C}} = \mu_c \cdot N = 0,8 \cdot 20 = 16N$$

Então, se o empurrarmos com 22N, a aceleração pode ser calculado pela 2ª Lei de Newton, sendo as forças sobre o objeto de 22N para frente, 16N para trás (atrito cinético), e sua massa 2kg:

$$F = m \cdot a \rightarrow 22 - 16 = 2 \cdot a \rightarrow 6 = 2 \cdot a \rightarrow a = \frac{6}{2} = 3m/s^2$$



Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).

- Qual é a origem da força de atrito?
- O que é força de atrito estático?
- O que é força máxima de atrito estático?
- O que é força de atrito cinético?
- Qual é maior: força de atrito estático ou o cinético? Justifique.
- Escreva as fórmulas para se calcular cada tipo de força de atrito, dizendo o que significa cada variável.
- O que é necessário que ocorra para que um objeto apoiado numa superfície com atrito se mova ao receber uma força horizontal?

Exercícios (agora é com você!)

- Um objeto de 10kg está apoiado numa superfície horizontal com a qual tem coeficientes de atrito $\mu_e=0,5$ e $\mu_c=0,45$. Então recebe uma força horizontal de 60N. Esse objeto vai se mover? Se sim, calcule a sua aceleração.
- Ao empurrar um objeto de 2kg com uma força de 5N, nota-se que ele acelera a $2m/s^2$.
 - Calcule a força de atrito.
 - É então possível calcular a força de atrito estático ou cinético? Calcule-o, seja qual for.
- Uma certa estrada tem $\mu_e=1$ e $\mu_c=0,9$. Um carro popular tem massa de 1000kg. Ao frear, o pneu usa o atrito estático se não desliza, e o atrito cinético se desliza.
 - O que estes valores nos dizem sobre o cuidado ao frear um carro?
 - Calcule a força máxima de atrito estático e a força de atrito cinético.
 - Calcule a aceleração que o carro terá em cada caso: se deslizar os pneus ou se não deslizar.
 - Transforme essas acelerações para km/h/s (basta multiplicar por 3,6).
 - Calcule quanto tempo o carro vai demorar para parar em cada caso. Lembre do 1º bimestre, que 1km/h/s (1 km por hora por segundo) significa que o carro acelera (ou desacelera) 1km/h na velocidade a cada 1s.

AULA 6 – DINÂMICA DO MOVIMENTO CIRCULAR.

Vimos que, pela 1ª Lei de Newton, um objeto, para fazer uma curva, precisa receber uma força: se não receber essa força, o objeto continua com velocidade constante em linha reta. Pela experiência podemos notar que:

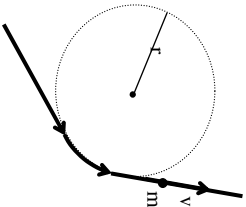
- quanto mais "fechado" for a curva, quanto menor for o raio r do círculo em que a curva pode ser traçada (ver figura a seguir), mais força será necessária;

- quanto maior for a velocidade v do objeto que está fazendo a curva, mais força será necessária;
- quanto maior for a massa m do objeto, mais força será necessária.

Como a força que o objeto deve receber para fazer a curva aponta para o centro do círculo, essa força é chamada de **força resultante centrípeta** R_c , e pode ser calculada por:

$$R_c = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

onde m é dada em kg, r em m, v em m/s e R_c em N.



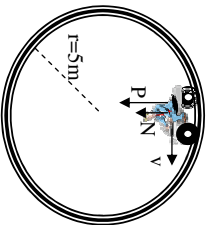
✂ *Exemplos (entendendo como aplicar).*

1. Um motociclista está em um "globo da morte," cujo raio é 2,5m.

A massa do conjunto motociclista+moto é 200kg.

- a. Quais forças são responsáveis pela força resultante centrípeta quando o motociclista está no topo do globo?

Observando o desenho vemos que existem duas forças sobre o motociclista: o seu peso P , para baixo, e a reação N (força normal) da superfície interna do globo que, quando o motociclista está no topo, também é para baixo. Portanto, a resultante centrípeta será dada por:



$$R_c = P + N$$

- b. Se o motociclista passar pelo topo a 6m/s qual será o valor da força normal N ?
 Como o peso do motociclista é dado por $P = m \cdot g = 200 \cdot 10 = 2000\text{N}$, aplicamos a fórmula da resultante centrípeta usando o resultado do item anterior:

$$R_c = \frac{m \cdot v^2}{r} \rightarrow P + N = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

$$2000 + N = \frac{200 \cdot 6^2}{2,5}$$

$$2000 + N = 2880 \rightarrow N = 2880 - 2000 = 880\text{N}$$

Logo, o globo reage com 880N para baixo quando o motociclista passa pelo topo a 6m/s = 21,6km/h (para transformar de m/s para km/h basta multiplicar por 3,6).

- c. Qual deve ser a velocidade mínima para que o motociclista não caia quando passar pelo topo do globo?

Se ele está na velocidade mínima, "quase" não toca na superfície do globo, passando de "raspão". Neste caso a força normal N será ZERO. Então, repetindo as contas do item anterior para encontrar o valor de v temos:

$$R_c = \frac{m \cdot v^2}{r} \rightarrow P + N = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

$$2000 + 0 = \frac{200 \cdot v^2}{2,5}$$

$$2000 = \frac{200 \cdot v^2}{2,5} \rightarrow v^2 = \frac{2,5 \cdot 2000}{200} = 25 \rightarrow v = \sqrt{25} = 5\text{m/s}$$

Logo a velocidade mínima do motociclista deve ser 5m/s = 5·3,6 = 18km/h para não cair.

🔍 *Perguntas de Constatação (para verificar sua leitura).*

1. O que a 1ª Lei de Newton tem a ver com o movimento circular?
2. Qual a relação da força necessária para fazer uma curva tem com velocidade, massa e raio da curva?
3. Por que a força necessária para que um objeto faça uma curva é chamada de força centrípeta?
4. Qual é a fórmula da força resultante centrípeta? Descreva suas variáveis e as suas unidades.
5. Se o motociclista em um globo da morte tem velocidade mínima, suficiente para não cair, quando passa pelo topo do globo, o que acontece com a força normal? Justifique.

☆ *Exercícios (agora é com você!).*

1. Um motociclista está em um "globo da morte" cujo raio é 2,5m. A massa do conjunto motociclista+moto é 200kg.
 - a. Quais são as forças que atuam no motociclista quando ele está passando pelo ponto mais baixo do globo? Ache a expressão da força total, como no exemplo.
 - b. Se o motociclista passar pelo ponto mais baixo do globo a 4m/s, qual será o valor da força normal N ?
2. Um menino amarrrou uma pedra de massa 0,1kg a um barbante de 1,5m, e começou a girá-la horizontalmente, acima de sua cabeça. O barbante só aguenta uma força de 20N. Qual é a velocidade máxima que o menino pode girar a pedra para que o barbante não arrebente?
3. Um carro de 1000kg está passando pelo topo de um morro, cuja curvatura segue um círculo de 20m de raio, a uma velocidade de 72km/h.
 - a. Faça um desenho da situação, indicando as forças Peso e Normal.
 - b. Ache a expressão da força centrípeta total, com as forças P e N (como no exemplo).
 - c. Calcule o valor da força Normal neste caso.
 - d. Qual será a sensação dos passageiros: de falta de peso ou excesso de peso no momento em que o carro passar pelo topo do morro? Justifique.