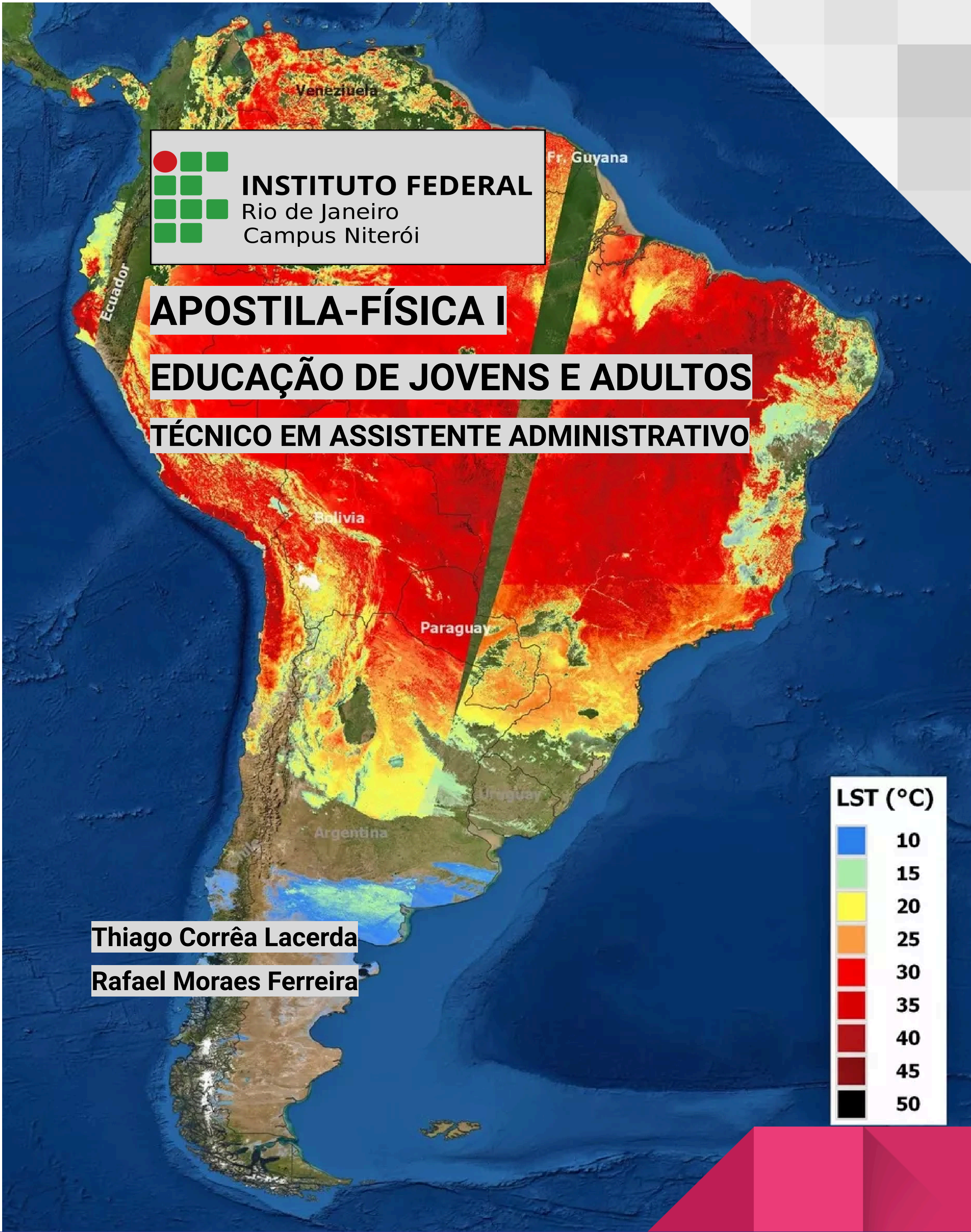
INSTITUTO FEDERAL
Rio de Janeiro
Campus Niterói

APOSTILA-FÍSICA I

EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

TÉCNICO EM ASSISTENTE ADMINISTRATIVO



Thiago Corrêa Lacerda
Rafael Moraes Ferreira

APRESENTAÇÃO

Essa apostila aborda o conteúdo da disciplina de Física I que faz parte do Projeto Político Pedagógico do curso Técnico em Assistente Administrativo, na modalidade Educação de Jovens e Adultos e em Ensino Médio Integrado ao Ensino Técnico, que se iniciou no ano de 2023 no *Campus* Niterói do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ). O texto foi desenvolvido no ano de 2023 através do trabalho docente do Professor Doutor Thiago Correa Lacerda e do estagiário remunerado Rafael Moraes Ferreira, que está terminando a Licenciatura em Física na Universidade Federal Fluminense (UFF). O trabalho tem como objetivo auxiliar o aprendizado do aluno noturno que é trabalhador e precisa de um material rápido e claro para favorecer o processo de ensino-aprendizagem. Os conteúdos abordados são: Grandezas e Medidas e Termofísica.

Imagem capa adaptada, disponível em: https://metsul.com/imagem-mostra-o-calor-que-castiga-o-brasil/. Acesso em 25 de Agosto de 2023.

PREFÁCIO

1. GRANDEZAS E MEDIDAS FÍSICAS

Grandezas físicas é tudo aquilo que se pode medir, associando a um valor numérico e uma unidade definida anteriormente.

Grandezas fundamentais são grandezas primitivas, ou seja, aquelas que temos uma percepção direta do que elas representam. Ex: comprimento, massa, tempo.

"[...] toda a gente, nas mais variadas circunstâncias, qualquer que seja a sua profissão, tem necessidade de medir" (Bento de Jesus Caraça)

Mas afinal, o que é medir? Medir é comparar duas grandezas de mesma espécie, verificando quantas vezes uma contém a outra (unidade de medida), e, para tal medição, foi necessário convencionar, ao longo da história da humanidade, algumas medidas padrão, o que nas ciências chamamos de Sistema Internacional (SI), abaixo é possível ver uma tabela com alguns exemplos de grandezas fundamentais e suas respectivas medidas no SI.

GRANDEZA	UNIDADE	SÍMBOLO
Comprimento	Metro	m
Massa	Quilograma	Kg
Tempo	Segundo	s
Corrente Elétrica	Ampére	A
Temperatura	Kelvin	K
Quantidade de Matéria	Mol	Mol
Intensidade Luminosa	Candela	Cd

1.1. MEDIDAS DE COMPRIMENTO

Pode-se medir o comprimento de diversas formas, usando a palma da mão ou usando algum objeto ao qual já conhecemos, como na figura[1] ao lado. Mas isso não seria muito bom, pois imagina, cada ser humano tem um tamanho de mão diferente, poderia causar várias dificuldades, por exemplo para calcular determinado

[1] Disponível em: https://pt.slideshare.net/AntonioFerreira24/grandeza-comprimento-e-grandeza-superfcie. Acesso em 5 de Agosto de 2023.

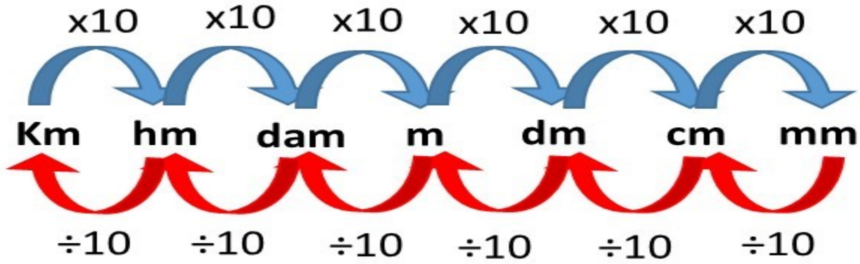
comprimento, uma pessoa mediria 15 palmos de sua própria mão, outra mediria o mesmo comprimento por 14 palmos, e, qual delas estaria certa? As duas, pois elas têm mãos diferentes.

Por isso foi convencionado usar o chamado sistema métrico ao qual estabeleceu um padrão, que chamamos de metro, e tal sistema, divide, ou aumenta, a cada múltiplo de 10, conforme mostra a tabela a seguir:

Múltiplo do metro			Unidade-padrão (ou unidade fundamental)	Submúltiplos do metro		
quilômetro	hectômetro	decâmetro	Metro	decímetro	centímetro	milímetro
km	hm	dam	m	dm	cm	mm
1000 m	100 m	10 m	1m	0,1 m	0,01m	0,001m

Ou seja, o metro é a medida padrão, mas através dela criou-se outras formas de medir, sendo sempre em escala decimal. Por exemplo 1m=100cm, 1cm=0,01m, 1Km = 1000m, 1m=0,001Km, e assim por diante. O uso de cada unidade dependerá da nossa necessidade diária, por exemplo, distância entre cidades, bairros, usamos a unidade de distância em quilômetro (Km), já distâncias curtas usamos a unidade de centímetros (cm) ou milímetros (mm), vale lembrar que, a unidade no SI é o metro (m).

Note que quando estamos em uma determinada unidade, vamos dizer, por exemplo, o Hectômetro (hm), quando vamos para a direita, multiplicamos por 10, ou seja, 1hm=10dam=100m=1000dm=10000cm=100000mm, agora, quando andamos para a esquerda, dividimos por 10, então 1hm=0,1km. Podemos generalizar, como é mostrado na imagem[2] a seguir



[2] Disponível em: https://infoenem.com.br/conversao-de-unidades-de-medida/. Acesso em 7 de Agosto de 2023

Exemplo da conversão de 6,34 m em cm e em km:

Como o cm está duas casas à direita, então basta multiplicar por 10 duas vezes ou seja, 6,34m=6,34.10.10cm, 6,34m=634cm.

Para o quilômetro (km), ele está três casas à esquerda do metro, então basta dividir o valor por 10 três vezes, ou seja 6,34m=6,34:10:10:10km, 6,34m=6,34:1000km, 6,34m=0,00634km

Exemplo da conversão de 8,45 dam em mm e em km:

Como o mm está quatro casas à direita, então basta multiplicar por 10 quatro vezes, ou seja, 8,45dam=8,45.10.10.10.10mm, 8,45dam=84500mm

Para o quilômetro (km), ele está duas casas à esquerda do metro, então basta dividir o valor por 10 duas vezes, ou seja 8,45dam=8,45:10:10km, 8,45dam=8,45:100km, 8,45dam=0,0845km

Exercícios

1)Converta as unidades de medida de comprimento abaixo para a unidade no SI.

a) 13km;

b) 29,2dam;

c) 59,32cm;

d) 149,17mm;

e) 485 dm;

2)Converta as unidades de medida de comprimento abaixo:

a) 347,76m para km;

b) 725,45cm para mm;

c) 36,2dam para cm;

d) 5768,45 cm para km;

e) 38m para cm;

1.2. FRAÇÃO E NOTAÇÃO CIENTÍFICA

Uma das coisas importantes da matemática é o conceito de fração, podemos pensar que qualquer número pode ser escrito em uma forma fracionária.

<u>Exemplo da escrita de 3 na forma fracionária:</u> Podemos escrever o 3 na forma fracionária mais símples, que seria $\frac{3}{1}$, ou ainda em outras formas como: $\frac{6}{2}$, $\frac{9}{3}$, $\frac{12}{4}$, $\frac{15}{5}$, $\frac{18}{6}$, $\frac{30}{10}$, e assim sucessivamente.

<u>Exemplo da escrita de 56 na forma fracionária:</u> Podemos escrever o 56 na forma fracionária mais símples, que seria $\frac{56}{1}$, ou ainda em outras formas como: $\frac{112}{2}$, $\frac{168}{3}$, $\frac{224}{4}$, $\frac{280}{5}$, $\frac{336}{6}$, $\frac{560}{10}$, e assim sucessivamente.

O exemplo acima nos mostra que um número qualquer possui infinitas formas de ser escrita em uma forma fracionária, agora, vocês devem estar se perguntando, se existem infinitas formas, qual a melhor forma de escrever esse número em forma fracionária? A resposta é simples: vai depender do tipo de exercício ou o tipo de problema ao qual você vai resolver, e, nesse caso só conseguimos “pegar de jeito” ao praticarmos isso, e assim podemos aplicar aos tipos de exercícios diverso que virão por aí nos próximos capítulos, além é claro a ideia de notação científica.

Existem também as formas fracionárias dos números ao qual chamamos “com vírgula”, ou seja, um número tipo 0,2, 0,01 e assim por diante, onde, vão ser números cuja forma fracionária mais utilizada é a divisão por 10, vamos exemplificar adiante para vocês compreenderem melhor.

<u>Exemplo da escrita de 0,2 na forma fracionária:</u> Podemos escrever o 0,2 da seguinte forma (mais simples): $\frac{2}{10}$, e podemos ainda simplificar dividindo o numerador e denominador por 2, que ficaria $\frac{1}{5}$.

<u>Exemplo da escrita de 0,01 na forma fracionária:</u> Podemos escrever o 0,01 da seguinte forma (mais simples): $\frac{1}{100}$**.**

<u>Exemplo da escrita de 0,006 na forma fracionária:</u> Podemos escrever o 0,006 da seguinte forma (mais simples): $\frac{6}{1000}$**.**

<u>Exemplo da escrita de 1,09 na forma fracionária:</u> Podemos escrever o 0,00009 da seguinte forma (mais simples): $\frac{109}{100}$**.**

Esse tipo de fração irá nos auxiliarmos no entendimento de notação científica que vamos definir a seguir.

A notação científica é usada para facilitar a leitura de números muito grandes que usa múltiplos de 10, por exemplo, quando temos um número tipo 246000000, é muito mais fácil usar uma notação tipo $2,4.10^{8}$**. E como sabemos como transformar algum número em notação científica? É bem simples, basta contar o número de casas e ir adicionando potências de 10, como no caso abaixo:**

<u>Exemplo de conversão de 56700000 em notação científica:</u> Começamos pela quantidade de zeros à direita, notamos que possui 5 zeros, logo, $56700000=567.10^{5}$**, agora, deixamos somente uma casa, de modo que fique apenas 5,67, em outras palavras, andamos mais duas casas para à esquerda, logo, ao andar, somamos 2 ao fator 5 do expoente, de modo que fica,** $56700000=5,67.10^{7}$**.**

A regra geral é, deixamos apenas uma unidade à esquerda da vírgula, e, ao andar com a vírgula para a esquerda, somamos a quantidade andada com a potência de 10.

Note que no exemplo acima, andamos 7 vezes com a vírgula, logo apareceu 10 elevado a 7, se tivéssemos andado 9 casas, ficaria 10 elevado à 9, e assim por diante.

A notação científica também facilita casos de números muito pequenos, algo tipo 0,00000345 pode ser um pouco complicado ou até mesmo chato para se resolver em contas. Nesse caso, na notação científica, andamos com a vírgula para a direita, de modo que fique apenas um número à direita da vírgula, ou seja, de 0,00000345 vamos converter em 3,45 mas note que são diferentes os valores, então aparecerá o fator. Quando andamos para a direita, subtraímos a quantidade andada do expoente de 10, ou seja, de 0,00000345 para 3,45 andamos 6 casas logo a potência de 10 fica, 10 elevado à menos 6, ou então 10^{-6}, logo $0{,}00000345=3{,}45.10^{-6}$.

Exemplo de conversão de 0,0000000754 em notação científica: Como foi dito, vamos contar as casas até o primeiro número ser diferente de zero, notamos que possui 8 casas, logo o fator que irá aparecer é 10 elevado à menos 8, $0{,}0000000754=7.10^{-8}$.

A notação científica possui uma aplicabilidade enorme, ainda mais nos subcapítulos posteriores em que iremos converter fatores de medida, e irá aparecer algo tipo 100000000mm³, agora podemos usar que esse valor vale 10^8mm³.

Existe também operação com as notações científicas, e, como veremos, é bem tranquilo: quando um número com notação científica for multiplicado por outro, basta multiplicarmos os valores que multiplicam o 10 entre si, e somamos ou subtraímos as potências como veremos nos próximos exemplos.

Exemplo da multiplicação de 2.10^6 por 7.10^3: Como foi dito, vamos efetuar 2.7=14, agora basta somar o 6 com o 3, resultando em 9, logo obtemos, $(2.10^6).(7.10^3)=14.10^9$. Poderíamos ter feito da seguinte maneira também $(2.10^6).(7.10^3)=(2.7.10^{(6+3)})$, $(2.10^6).(7.10^3)=14.10^9$.

Exemplo da multiplicação de 4.10^3 por 6.10^5: Como foi dito, vamos efetuar 4.6=24, agora basta somar o 3 com o 5, resultando em 8, logo obtemos, $(4.10^3).(6.10^5)=24.10^8$. Poderíamos ter feito da seguinte maneira também $(4.10^3).(6.10^5)=(4.6.10^{(3+5)})$, $(4.10^3).(6.10^5)=24.10^8$.

Exemplo da multiplicação de 3.10^8 por 2.10^{-3}: Como foi dito, vamos efetuar 3.2=6, agora basta subtrair o 8 com o 3, resultando em 5, logo obtemos, $(3.10^8).(2.10^{-3})=6.10^5$. Poderíamos ter feito da seguinte maneira também $(3.10^8).(2.10^{-3})=(3.2.10^{(8-3)})$, $(3.10^8).(2.10^{-3})=6.10^5$.

Exercícios

1)Coloque os valores abaixo em forma fracionária:

a) 15;

b) 3,45;

c)4,12;

2)Coloque os valores abaixo em forma fracionária:

a) 0,52;

c) 0,0047;

d)0,00094;

3)Coloque em notação científica os valores abaixo:

a) 238900;

b) 528000000;

c) 37349000000;

4)Coloque em notação científica os valores abaixo:

a) 0,000267;

b) 0,0000076634;

c) 0,00000002835;

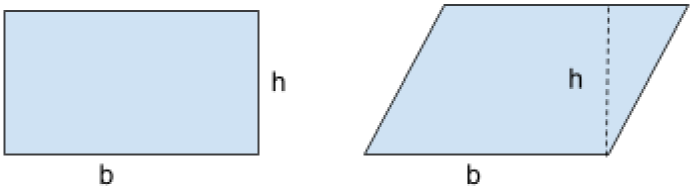
1.3. MEDIDAS DE ÁREA

É muito comum as pessoas medirem áreas de determinados locais, seja para projetar, construir casas, prédios, edifícios, ou até mesmo para fazer uma pequena reforma, afinal, para colocar piso em uma sala, por exemplo, precisamos saber a área dessa sala, para assim poder comprar a quantidade certa de piso. Na obra, os engenheiros sempre se preocupam em saber com exatidão a área do terreno, pois assim podem construir os edifícios, saberem o quanto irão gastar de materiais, concreto, o tempo para construir.

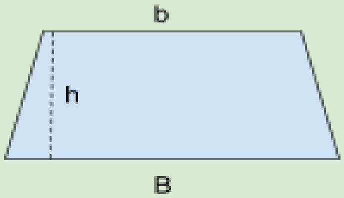
A área é uma relação entre as dimensões de uma determinada forma geométrica, e, em geral, pode ser calculada da seguinte forma:

$$A=b.h$$

Sendo A o valor da área, b o valor da base, e h o valor da altura. Essa fórmula é válida para quadriláteros regulares, como nos casos a seguir:



<u>Cuidado:</u> Alguns casos particulares de quadriláteros não seguem essa fórmula, por exemplo o caso do trapézio, cuja área é dada por:



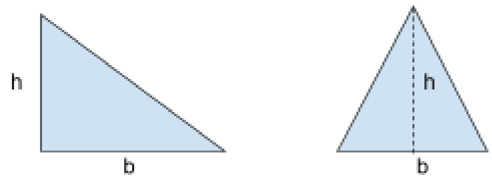
$$A=\frac{(B+b).h}{2}$$

Sendo A a área, B e b os valores das bases maior e menor, respectivamente, e h o valor da altura

Para calcular a área do triângulo, usamos:

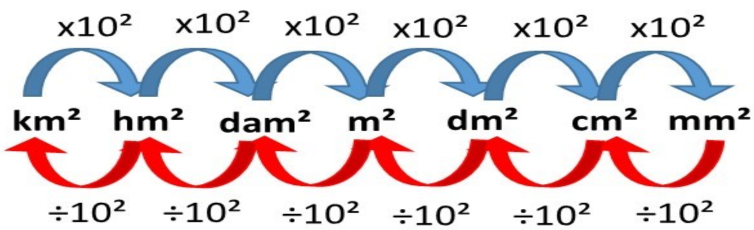
$$A=\frac{b.h}{2}$$

Sendo A o valor da área, b o valor da base, e h o valor da altura. Essa fórmula é válida para triângulos, como nos casos da figura ao lado.



Como a área é uma relação entre os comprimentos da base e da altura, então também vai possuir um sistema padrão de medida, ou seja, uma grandeza associada a ela no SI, chamamos essa grandeza de metro ao quadrado, e, denotamos por m².

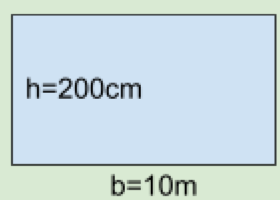
Assim como a medida de comprimento, existem também as conversões entre outras medidas fora do SI, sendo elas o km² (quilômetro ao quadrado), cm² (centímetro ao quadrado) e etc. Tais medidas se relacionam por múltiplos, ou divisores de 100, como mostrado na figura[3] a seguir:



Note que é parecido com a conversão de medidas de comprimento, com o detalhe que antes o fator para a esquerda ou direita era de 10, agora o fator é de 100!!!

<u>**Exemplo do cálculo de área de um retângulo de base b=10m e altura h=200cm;**</u>

Note que não podemos calcular diretamente a área pois a altura e a base estão em unidades diferentes, logo, para poder calcular, precisamos converter as unidades para SI, para assim calcular o valor da área. Como sabemos, 200cm=2m, logo h=2m, agora podemos calcular a área:



$A=b.h \Rightarrow A=10.2 \Rightarrow A=20m^2$

Poderíamos também ter calculado convertendo a base de m para cm:

$10m=1000cm=10^3cm$

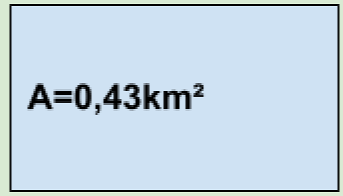
$A=b.h \Rightarrow A=1000.200 \Rightarrow A=200000cm^2=2.10^5cm^2$

[3] Disponível em: https://infoenem.com.br/conversao-de-unidades-de-medida/. Acesso em 7 de Agosto de 2023.

Note que a área é a mesma, mas como pode possuir 2 valores tão diferentes? A resposta é que estão em unidades diferentes, uma está em m^2 e outra cm^2.

<u>Exemplo de conversão de 0,43km^2 de área de uma terreno para o SI</u>

Como o m^2 está três casas à direita de km^2, então para converter de km^2 para m^2 basta multiplicar o valor por 10^2 e repetir três vezes:



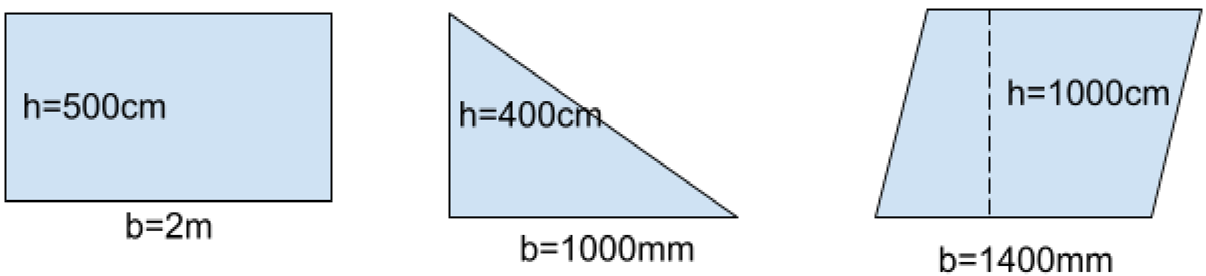
$0{,}43km^2=0{,}43.10^2.10^2.10^2m^2$

$0{,}43km^2=0{,}43.10^6m^2$

$0{,}43km^2=4{,}3.10^5m^2$

Exercícios

1)Calcule as áreas abaixo, em m^2, cm^2 e mm^2.



2)Converta as unidades de medida de área abaixo para a unidade no SI.

a) 3km^2;

b)0,65dam^2;

c)3789cm^2;

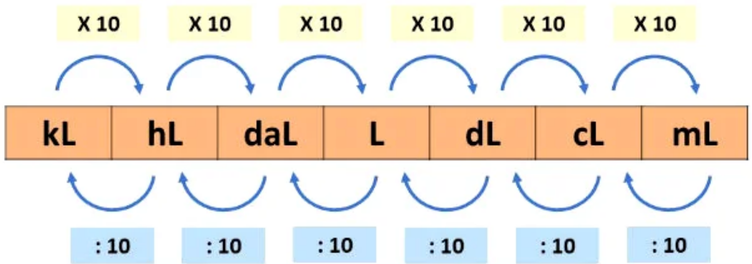
d)4729mm^2;

1.4. MEDIDAS DE VOLUME

A medida de volume é muito utilizada em nosso cotidiano, de modo que, na maioria das vezes utilizamos e nem nos demos conta. Utilizamos bastante quando vamos fazer alguma receita complexa, ou no simples ato de fazer uma café: lemos na receita duas colheres de chá de café para tantos mL de água, ou então quando fazemos um suco desses de pó, ao qual nas instruções diz, misturar todo esse pacote com 2L de

água, note que em ambos os casos tanto mL quanto L são medidas de volume de água ao qual vai utilizar.

É muito comum a medida de volume ser utilizada na escala Litro, tanto que quando vamos ao supermercado comprar alguma bebida podemos ver garrafas de 1 litro, 1,5 litro, 2 litros, ou até mesmo quantidades menores, tais como latas de 350mL. A escala litro segue a mesma regra da escala métrica, como mostrado na imagem[4] abaixo:



Note que somente usamos duas dessas unidades no nosso cotidiano, que é o litro (L) e o mililitro (mL), igual comentado anteriormente, no exemplo de ir ao supermercado. Como a escala de conversão é parecida com a escala métrica, então tem as mesmas regras, se queremos converter de uma unidade para outra que estiver à sua direita, multiplicamos por 10, se quisermos converter para uma que estiver à sua esquerda, dividimos por 10.

<u>Exemplo de conversão de 20L para mL e kL</u>

Para converter de 20L para mL, notamos que mL está três casas à direita, logo multiplicamos o valor por 10 três vezes:

$20L=20.10.10.10mL \Rightarrow 20L=20.10^3mL \Rightarrow 20L=2.10^4mL$

Para converter de 20L para kL, notamos que kL está três casas à esquerda, logo dividimos o valor por 10 três vezes:

$20L=20:10:10:10kL \Rightarrow 20L=20:1000kL \Rightarrow 20L=0,02kL$

Um detalhe muito importante, por mais que a medida de litro seja muito usada no cotidiano, ela não é uma medida do Sistema Internacional (SI), para definirmos a medida de volume no SI, vamos definir volume.

[4] Disponível em: https://www.todamateria.com.br/medidas-de-capacidade/. Acesso em 12 de Agosto de 2023.

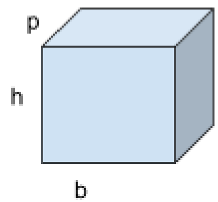
Volume é uma relação entre as três dimensões de um corpo, a base, altura e profundidade, onde podemos escrever:

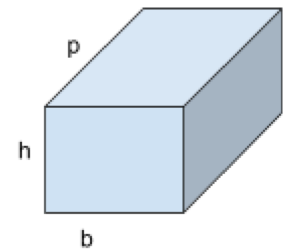
$$V=b.h.p$$

Também podemos escrever em outro formato, argumentando que volume é uma relação entre a área de um objeto e sua profundidade:

$$V=A.p$$

Note que as fórmulas acima só serão válidas para formas geométricas regulares, ou seja, se quisermos saber o volume de um objeto que tenha uma forma não regular, teríamos que determinar de outra forma. Basicamente as fórmulas acima são válidas para cubos e paralelepípedos, igual aos exemplos ao lado.

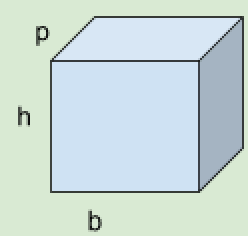




Então podemos dizer que o volume é sempre tridimensional, em outras palavras, envolve três dimensões. Como envolve essas três dimensões, cada dimensão tem a medida de comprimento, podendo ser dada em metros, centímetros, milímetros e assim por diante, e, como vai envolver a multiplicação dessas dimensões, então a medida de volume será dada sempre ao cubo, ou seja, se as dimensões são metro, então o volume será metro ao cubo (m^3), se as dimensões forem centímetro, então o volume será centímetro ao cubo (cm^3), lembrando sempre que a medida no Sistema Internacional é sempre metro ao cubo (m^3).

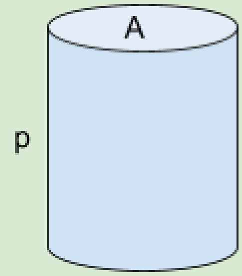
Exemplo de volume de um cubo

Seja um cubo de lado igual à 200 cm, seu volume será dado por:V=b.h.p , mas o cubo tem a propriedade de todos os lados serem iguais, logo, b=h=p=200cm, e, precisamos converter para o SI, sabemos que 200cm=2m, agora então b=h=p=2m, e seu volume será dado por V=2.2.2, V=8m³

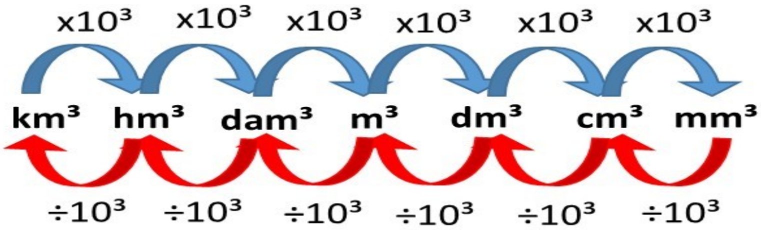


<u>Exemplo de volume de um cilíndro</u>

Seja um cilindro com área da base igual a $10m^2$, e profundidade igual à $p=4m$, note que não temos o valor da base ou altura, mas temos o valor da área da base, e podemos calcular o seu volume usando a fórmula $V=A.p$, como estão no SI, podemos calcular direto, sem necessitar de converter, $V=10.4$, $V=40m^3$



Assim como as medidas de comprimento e área, as medidas de volume também possuem fatores de conversão entre si, caso precise converter metro cúbico (m^3) para quilômetro cúbico (km^3) ou para milímetro cúbico (mm^2) por exemplo. Os fatores de conversão de volume seguirão a mesma lógica que os fatores anteriores, só que agora, os fatores serão multiplicados ou divididos por mil igual mostrado na imagem[5] abaixo:



Ou seja se estamos em uma unidade de medida, vamos dizer dam^3 por exemplo, se quisermos converter para uma unidade que esteja a sua direita, terá que multiplicar por mil de acordo com o número de casas, se quisermos converter para uma unidade a sua esquerda, terá que dividir por mil de acordo com o número de casas andado.

<u>Exemplo de conversão de unidades de volume de $50m^3$ para cm^3, mm^3 e km^3</u>

Para converter para cm^3, notamos que o cm^3 está a duas casas à direita de m^3, logo multiplicamos por 10^3 duas vezes, $50m^3=50.10^3.10^3cm^3$, $50m^3=50.10^6cm^3$, $50m^3=5.10^7cm^3$.

[5] Disponível em: https://infoenem.com.br/conversao-de-unidades-de-medida/. Acesso em 10 de Agosto de 2023.

Seguindo a mesma lógica, para converter para mm³, notamos que o mm³ está a três casas à direita de m³, logo multiplicamos por 10^3 três vezes, $50m^3=50.10^3.10^3.10^3mm^3$, $50m^3=50.10^9mm^3$, $50m^3=5.10^{10}mm^3$

Agora, para converter para km³ é diferente pois notamos que o km³ está a três casas à esquerda de m³, logo dividimos por 10^3 três vezes, $50m^3=50:10^3:10^3:10^3mm^3$, $50m^3=50:10^9km^3$, $50m^3=50.10^{-9}km^3$, $50m^3=5.10^{-8}km^3$

Vale ressaltar novamente que a medida de volume correspondente ao Sistema Internacional de Medidas (SI) é o metro cúbico (m³).

Uma particularidade das medidas de volume, que não se encontram nas medidas de área ou comprimento, é que existem outras conversões para outras unidades que são bastante utilizadas no cotidiano. Foi dito anteriormente que o volume pode ser dado em litros (L), mililitros (mL), ou então metro cúbico (m³), centímetro cúbico (cm³), esses fatores terão uma conversão de litros para metros, de acordo com a tabela abaixo:

Fatores de conversão	
$1dm^3$	1L
$1cm^3$	1mL
$1m^3=10^3dm^3$	10^3L

Quaisquer que sejam outras unidades que não se encontram na tabela, será possível converter desde que se use ou regra de três, ou uma conversão para algumas das unidades da tabela.

<u>Exemplo de conversão de unidades de volume de 23L para m³, cm³ e km³</u>

Para converter de L para m³, usamos da relação $1m^3=10^3L$, logo, então, $\frac{1}{10^3}m^3=1L$, então para 23L, teremos $23L=\frac{23}{10^3}m^3$, logo $23L=23.10^{-3}m^3$.

Agora para converter de L para cm³ podemos fazer a seguinte conversão, $1m^3=10^6cm^3$, e como $1m^3=10^3L$, então $10^6cm^3=10^3L$, segue que, $1L=\frac{10^6}{10^3}cm^3$, logo $1L=10^3cm^3$, como queremos 23L, então $23L=23.10^3cm^3$.

Para converter de L para km³, podemos usar da seguinte relação que obtivemos anteriormente, $1L=\frac{1}{10^3}m^3$, ou seja, $1L=10^{-3}m^3$, agora podemos usar que $10^{-3}m^3=10^{-3}:10^3:10^3:10^3km^3$, logo, $10^{-3}m^3=10^{-3}.10^{-9}km^3$, em outras palavras, $1L=10^{-12}km^3$, então $23L=23.10^{-12}km^3$

Nota: existem diversas formas de se chegar a esses valores, você consegue fazer de outra maneira? Tente e compare os resultados obtidos.

Exercícios

1)Converta as unidades de volume abaixo para o SI.

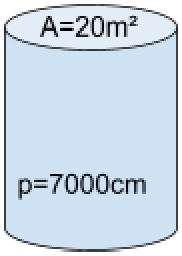
a) $2,4.10^3dm^3$;

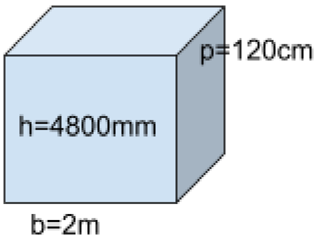
b)$1,8.10^4cm^3$;

c)54290mL;

d)476L;

2)Calcule o volume dos sólidos abaixo em m³ e em L.





3)Sabendo que um poço possui um volume de 20000L, e uma área da base de 2m², calcule a profundidade desse poço, em m e em cm.

4)Em uma festa, compraram 10 garrafas de refrigerante, 6 possuem 2L e o resto possuem 3L. Sabendo que na festa possuem copos de 250mL, qual a quantidade

mínima de copos que serão utilizados para poder colocar todo esse refrigerante, sabendo que não repetem os copos.

5)Quais as dimensões deve ter uma caixa de água no formato cúbico para que caiba 27000L de água dentro dele? Lembrando que o cubo possui lados iguais.

1.5. MEDIDAS DE TEMPO

O conceito de tempo é uma das coisas mais complexas de se definir na física. Einstein apresentou, na primeira metade do século 20, que o tempo pode ser dilatado ou contraído, em outras palavras, o tempo pode passar diferente de acordo com a velocidade desse objeto, mas esse tratamento ficará para uma próxima oportunidade, por enquanto vamos apresentar aqui um tratamento das unidades/medidas de tempo.

Convencionou-se a dizer que uma translação completa do planeta Terra ao redor do Sol, tem a duração de 1 ano, assim como também convencionou-se que um ano tem 12 meses. Convencionou-se também que a rotação completa do planeta Terra no seu próprio eixo têm uma duração de 1 dia, sendo o dia dividido em 24 horas. A hora, também tem suas divisões, dizemos que 1 hora tem 60 minutos e 1 minuto tem 60 segundos. Essas medidas, são chamadas medidas de tempo, ou medidas temporais e, pode parecer meio confuso no começo, mas a tabela abaixo procura resumir um pouco:

Fatores de conversão de medidas de tempo	
1 século (séc)	10 décadas ou 100 anos
1 década (déc)	10 anos
1 ano (a)	12 meses ou 365 dias
1 dia (d)	24 horas
1 hora (h)	60 minutos
1 minuto (min)	60 segundos (s)

Essas são as medidas temporais mais utilizadas ao longo do nosso cotidiano, note que não se possui um fator de conversão fixa de mês para dia, pois dependendo do mês, ele tem dias diferentes, como na tabela abaixo:

Meses do ano e seu dias			
Janeiro	31	Julho	31
Fevereiro	28 ou 29	Agosto	31
Março	31	Setembro	30
Abril	30	Outubro	31
Maio	31	Novembro	30
Junho	30	Dezembro	31

Dizemos que a medida temporal, ou medida de tempo no Sistema Internacional é o segundo, e para isso, as conversões serão diferentes das apresentadas anteriormente, serão em multiplicações ou divisões de 60, onde para explicar melhor, vamos da medida mais básica (segundo) para as outras:

Fatores de conversão de medidas de tempo			
1 minuto	60 (s)		
1 hora	60 (m)	60.60 (s)=3600 (s)	
1 dia	24 (h)	24.60 (min)=1440 (min)	24.60.60 (s)=86400 (s)

Exemplo de conversão de 4 horas e 36 min para segundos

Para converter 4 horas e 36 min podemos separar por partes, ou seja, primeiro convertemos as unidades de horas para segundos e, depois convertemos as unidades de minutos para segundos, e somamos as duas:

Convertendo 4(h) para segundos, 4(h)=4.60.60(s) ⇒ 4(h)=14400(s)

Convertendo 36(min) para segundos, 36(min)=36.60(s) ⇒ 36(min)=2160(s).

Agora basta efetuar a soma: 14400(s)+2160(s)= 16560(s).

Note que ao converter hora para segundo e minuto para segundo, poderemos somar os resultados, pois os resultados estão na mesma unidade (s). Nunca deve-se somar valores com unidades diferentes!!!!

Exemplo de conversão de 12 horas e 22 min para segundos

Para converter 12 horas e 22 min também vamos separar por partes:

Convertendo 12(h) para segundos, 12(h)=12.60.60(s) ⇒ 12(h)=43200(s)

Convertendo 22(min) para segundos, 22(min)=22.60(s) ⇒ 22(min)=1320(s)

Agora basta efetuar a soma: 43200(s)+1320(s)= 44520(s).

É possível também converter de segundos para horas, dias, basta fazer o inverso, ou seja, se antes estávamos multiplicando, agora passamos a dividir os valores, de tal forma:

Fatores de conversão de medidas de tempo		
1 segundo	1:60(min)	1:60:60(h)
1 min	1:60 (h)	

Exemplo de conversão de 7200 segundos para minutos e horas

Para converter 7200 (s) para minutos, basta dividir o valor por 60, logo, 7200(s)=7200:60(min) ⇒ 7200(s)=120(min).

Agora, para converter 7200 (s) para horas, basta dividir o valor por 60 duas vezes, logo, 7200(s)=7200:60:60(h) ⇒ 7200(s)=2(h).

Ou seja, 7200 segundos equivale a 120 minutos e a 2 horas.

Exemplo de conversão de 43200 segundos para minutos e horas

Assim como feito no exemplo anterior, para converter 43200 (s) para minutos, basta dividir o valor por 60, logo, 43200(s)=43200:60(min) ⇒ 43200(s)=720(min).

Para horas, basta dividir o valor por 60 duas vezes, logo, 43200(s)=43200:60:60(h) ⇒ 43200(s)=12(h).

Exercícios

1)Converta as unidades de tempo abaixo para a unidade do SI

a)6 horas e 18 min;

b)5 horas e 26 min;

c)3 horas e 41 min;

2)Quantas horas têm em:

a)900 min;

b)180 min;

c)162000 s;

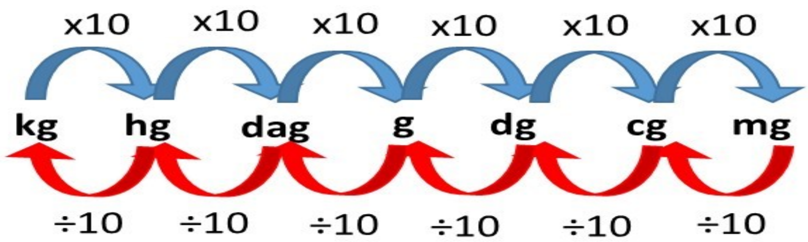
1.6. MEDIDAS DE MASSA

Popularmente, confunde-se muito massa com peso, ou seja, no nosso cotidiano, falamos "vou ali na balança me pesar", "eu peso 70kg", mas na realidade não estamos falando de peso, e sim de nossa massa. A massa pode ser definida como a quantidade de matéria que compõe um corpo, logicamente quando falamos de corpo na física, não estamos falando necessariamente do corpo humano, mas qualquer objeto, por exemplo um carro, um caderno, um lápis, um planeta e assim por diante. Chegamos então em uma conclusão: massa é uma propriedade física que caracteriza um corpo, ou seja, um corpo sempre possui massa.

A massa também possuirá suas próprias unidades de medida, assim como também possui equipamentos para medir tal quantidade, e usamos esse equipamento no

nosso cotidiano: a balança, como mostrado na imagem ao lado. Sempre que vamos ao mercado, existem certos produtos que somente são vendidos por quantidade de massa, afinal, ninguém vai ao mercado e fala "me vê um pedaço de presunto", o jeito que falamos é "me vê meio quilo de presunto".

A unidade de medida da massa no Sistema Internacional (SI) é o quilograma (kg), mas existem divisões do quilograma, sendo os mais usados, grama e o miligrama, conforme os fatores na imagem[6] abaixo:



Note que o fator de conversão é bem parecido com os fatores de comprimento, ou seja, se estamos em uma unidade, para converter para qualquer unidade à sua direita, basta multiplicar por 10 de acordo com o número de casas ao qual essa unidade se encontra, e, para converter para qualquer unidade à sua esquerda, basta dividir por 10, de acordo com o número de casas ao qual essa unidade se encontra.

> **<u>Exemplo de conversão de 450 gramas para quilogramas (kg) e miligramas (mg)</u>**
> **Como o kg está três casas à esquerda do g, para converter basta dividir por 10 três vezes, ou seja, 450(g)=450:10:10:10(kg) ⇒ 0,45kg.**
> **Como o mg está três casas à direita do g, para converter basta multiplicar por 10 três vezes, ou seja, 450(g)=450.10.10.10(kg) ⇒ 450000mg.**

> **<u>Exemplo de conversão de 238 gramas para quilogramas (kg) e miligramas (mg)</u>**
> **Como o kg está três casas à esquerda do g, para converter basta dividir por 10 três vezes, ou seja, 238g=238:10:10:10kg ⇒ 238g=0,238kg.**
> **Como o mg está três casas à direita do g, para converter basta multiplicar por 10 três vezes, ou seja, 238g=238.10.10.10kg ⇒ 238g=238.10^3mg.**

[6] Disponível em: https://infoenem.com.br/conversao-de-unidades-de-medida/. Acesso em 14 de Agosto de 2023.

Vale lembrar novamente que a medida de massa no Sistema Internacional é o quilograma (kg). No nosso cotidiano usamos bastante (mesmo sem percebermos), as medidas de massa, seja para comprar um saco de cimento de 2kg, ou no mercado para comprar 300 gramas de presunto, ou ao ler uma bula de remédio, que diz a massa do remédio em miligramas, como na imagem[7] ao lado.

Exercícios

1)Converta as unidades abaixo para o SI.

a)357,8g;

b)563,82dag;

c)9163cg;

d)8429mg;

2)Converta as unidades abaixo.

a)160,8cg para g;

b)635cg para dag;

c)3,46kg para mg;

3)Rafael realiza a venda de espetinhos durante a noite, mas começa a trabalhar logo cedo na preparação dos produtos que ele vende. Um dos espetinhos que mais têm saída é o de contrafilé. Para realizar a sua produção, ele comprou 9 kg de contrafilé. Sabendo que cada espetinho possui 12 dag de carne, calcule o total de espetos que ele vai conseguir produzir com essa carne.

[7] Disponível em: https://www.bulario.com/. Acesso em 15 de Agosto de 2023.

2. TERMOFÍSICA

2.1. TEMPERATURA E ESCALAS TERMOMÉTRICAS

Para que seja possível medir a temperatura foi desenvolvido o termômetro. O termômetro mais comum é o de mercúrio, que aumenta de altura quando a temperatura do termômetro aumenta, pois as moléculas de mercúrio aumentam sua agitação. Para cada altura atingida pelo mercúrio está associada uma temperatura.

As moléculas e átomos vibram e essa vibração está relacionada com a temperatura. Assim, em nível microscópico podemos dizer que a temperatura é o grau de agitação das moléculas. Existem três principais tipos de escalas termométrica, sendo eles:

2.1.1. ESCALA CELSIUS

É a escala usada no Brasil e na maior parte dos países, oficializada em 1742 pelo astrônomo e físico sueco Anders Celsius (1701-1744). Pontos de referência a temperatura de congelamento da água (0°C) e a temperatura de ebulição da água (100°C).

2.1.2. ESCALA FAHRENHEIT

Utilizada, principalmente nos países de língua inglesa, foi criada em 1708 pelo físico alemão Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736), tendo como referência a temperatura de uma mistura de gelo e cloreto de amônia (0°F) e a temperatura do corpo humano (100°F).

2.1.3. ESCALA KELVIN

Também conhecida como escala absoluta, foi verificada pelo físico inglês William Thompson (1824-1907), Lorde Kelvin. Esta escala tem como referência a temperatura do menor estado de agitação de qualquer molécula (0K) e é calculada a partir da escala Celsius. É a escala adotada pelo Sistema Internacional de Unidades.

Por convenção, não se usa "grau" para esta escala, ou seja 0K, lê-se zero Kelvin.

2.1.4. CONVERSÃO DAS ESCALAS

As escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin podem se relacionar e se converterem, analisando os pontos de fusão e vaporização da água, em cada escala: sabemos que a água evapora em 100°C (escala Celsius), 212°F(escala Fahrenheit) e em 373K (escala Kelvin), logo as três são equivalentes:

100°C = 212°F = 373K

De modo análogo, sabemos o ponto de fusão da água nas diferentes escalas: 0°C (escala Celsius), 32°F(escala Fahrenheit) e em 273K (escala Kelvin), logo as três são equivalentes:

0°C = 32°F = 273K

Mas e se quisermos converter outros valores? por exemplo, e se quisermos 10°C em °F ou K?

Usamos a seguinte fórmula: Pegamos o valor que queremos descobrir da escala e subtraímos da temperatura de fusão, e dividimos pela temperatura de vaporização subtraída da temperatura de fusão, e esse valor vai ser igual para qualquer escala.

Exemplo da escala Celsius para escala Kelvin:

A temperatura de fusão é 0°C e vaporização é 100°C, logo a conta fica:

$$\frac{Tc-0}{100-0} \quad \textbf{(A)}$$

Já na escala kelvin a temperatura de fusão é 273K e de vaporização é 373K, logo a conta fica:

$$\frac{Tk-273}{373-273} \quad \textbf{(B)}$$

Mas (A) e (B) são iguais!!! Logo

$$\frac{Tc-0}{100-0} = \frac{Tk-273}{373-273} \Rightarrow \frac{Tc}{100} = \frac{Tk-273}{100} \Rightarrow Tc = Tk - 273$$

A fórmula acima é a fórmula de conversão de qualquer temperatura em Celsius para Kelvin

De modo geral as escalas se convertem da seguinte forma:

$$\frac{Tc-0}{100-0}=\frac{Tf-32}{212-32}=\frac{Tk-273}{373-273}$$

Sendo Tc, Tf e Tk as temperaturas nas escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin respectivamente. De modo mais resumido, podemos ainda simplificar a equação de conversão:

$$\frac{Tc}{100}=\frac{Tf-32}{180}=\frac{Tk-273}{100} \Rightarrow \frac{Tc}{5}=\frac{Tf-32}{9}=\frac{Tk-273}{5}$$

A equação acima é a forma simplificada, que origina as três fórmulas de conversão:

a)De Celsius para Kelvin (ou vice-versa):

$\frac{Tc}{5}=\frac{Tk-273}{5}$ **ou** **Tc=Tk-273**

b)De Celsius para Fahrenheit (ou vice-versa):

$$\frac{Tc}{5}=\frac{Tf-32}{9}$$

c)De Fahrenheit para Kelvin (ou vice-versa):

$$\frac{Tf-32}{9}=\frac{Tk-273}{5}$$

<u>Exemplo de conversão de 20°C para K e para °F</u>

Para converter 20°C para K, usamos a fórmula Tc=Tk-273, sendo Tc a temperatura em graus celsius, logo, Tc=20°C, 20=Tk-273, Tk=20+273, Tk=293K

Para converter 20°C para °F, usamos a fórmula $\frac{Tc}{5}=\frac{Tf-32}{9}$**, sendo Tc a temperatura em graus celsius, logo, Tc=20°C,** $\frac{20}{5}=\frac{Tf-32}{9}$**,** $4=\frac{Tf-32}{9}$

Tf-32=4.9 , Tf=36-32, Tf=4°F

<u>Exemplo de conversão de 400K para °C e para °F</u>

Para converter 400K para °C, usamos a fórmula Tc=Tk-273, sendo Tk a temperatura em Kelvin, logo, Tk=400K, Tc=400-273, Tc=127°C

Para converter 400k para °F, usamos a fórmula $\frac{Tf-32}{9}=\frac{Tk-273}{5}$**, sendo Tk a temperatura em Kelvin, logo, Tk=400k,** $\frac{Tf-32}{9}=\frac{400-273}{5}$,

$\frac{Tf-32}{9}=\frac{127}{5}$, $\frac{Tf-32}{9}=25{,}4$**, Tf-32=25,4.9 , Tf=228,6+32, Tf=260,6°F**

Exercícios

1)Faça a conversão das unidades de temperatura abaixo:

a) **De 35°C para K;**
b) **De 300K para °F;**
c) **De 100°C para °F;**

2)Faça a conversão de 56°C para:

a) **Escala Fahrenheit;**
b) **Escala Celsius;**

3)Faça a conversão de 150K para:

a) **Escala Celsius;**
b) **Escala Fahrenheit;**

4)Faça a conversão de 32°F para:

a) **Escala Celsius;**
b) **Escala Kelvin;**

2.2. DILATAÇÃO TÉRMICA

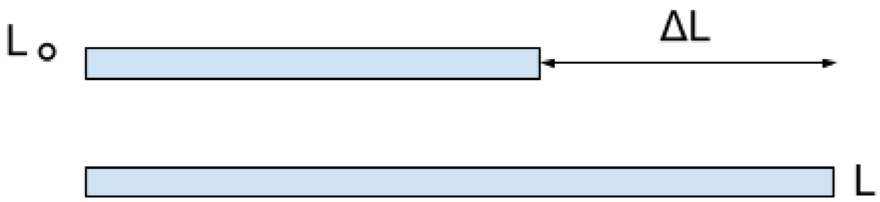
Todos os corpos existentes na natureza, sólidos, líquidos ou gasosos, quando em processo de aquecimento ou resfriamento, ficam sujeitos à dilatação ou contração térmica. O processo de contração e dilatação dos corpos ocorre em virtude do aumento ou diminuição do grau de agitação das moléculas que constituem os corpos. Ao aquecer um corpo, por exemplo, ocorre um aumento na distância entre suas moléculas em consequência da elevação do grau de agitação das mesmas.

2.2.1. DILATAÇÃO DOS SÓLIDOS

A dilatação ocorre em três dimensões (comprimento, largura e profundidade) mas dependendo do formato do objeto não precisaremos considerar as três, por isso, podemos classificar as dilatações em:

a)Dilatação Linear

Por aproximação, consideramos somente a dilatação no comprimento do objeto, sendo muito utilizado em barras finas e fios. Como no esquema abaixo:



Sendo Lo e L os comprimentos inicial final, respectivamente, medidos em [m] da barra, ΔL a dilatação (aumento) que a barra sofreu. Para calcular esse aumento usamos:

$$\Delta L = Lo.\alpha\Delta T$$

Sendo ΔT a variação de temperatura sofrida pela barra medido em [ºC] ou [K] e α, medido em [°C^{-1}] ou [K^{-1}], o coeficiente de dilatação linear do material, ou seja, cada material possui um coeficiente diferente, sendo esses coeficientes tabelados e obtidos em laboratório, pelos cientistas, como mostrado na tabela[8] abaixo:

[8] Valores da Tabela retirados do site: https://comocalcular.com.br/fisica/dilatacao-linear/. Acesso 22 de Agosto de 2023.

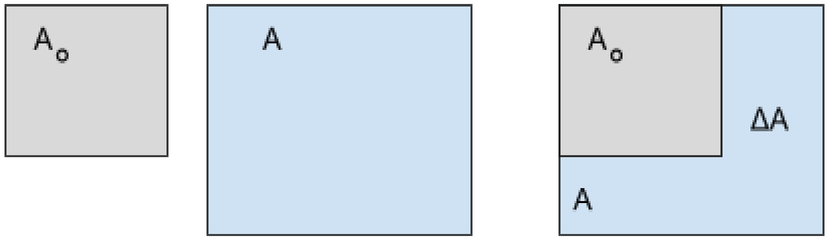
Coeficientes de Dilatação Linear	
Material	**α(°C^{-1})**
Alumínio	**22.10^{-6}**
Cobre	**17.10^{-6}**
Ferro	**12.10^{-6}**
Vidro	**8.10^{-6}**
Chumbo	**29.10^{-6}**
Aço	**12.10^{-6}**
Ouro	**15.10^{-6}**
Zinco	**25.10^{-6}**
Platina	**9.10^{-6}**
Latão	**20.10^{-6}**

Exemplo de Dilatação de um fio de alumínio com 10 metros de comprimento que teve um aumento de temperatura de 20°C. Sabendo que o coeficiente de dilatação do alumínio é $\alpha Al = 22.10^{-6}$ °C^{-1}

Para calcular a dilatação, usamos que ΔL=Lo.$\alpha\Delta T$, sendo Lo=10m, α=22.10^{-6}°C^{-1}, ΔT=20°C, logo ΔL=$10.22.10^{-6}.20$, ΔL=$4{,}4.10^{-3}$m, ou seja a barra dilata em ΔL=$4{,}4.10^{-3}$m

b)Dilatação Superficial

Por aproximação, consideramos somente a dilatação na superfície do objeto, sendo muito utilizado em chapas metálicas. Como no esquema abaixo:



Sendo Ao e A as áreas inicial final, respectivamente, medidos em [m²] da chapa, ΔA a dilatação (aumento) que a chapa sofreu. Para calcular esse aumento usamos:

$$\Delta A = A_o . \beta \Delta T$$

Sendo ΔT a variação de temperatura sofrida pela chapa medido em [°C] ou [K] e β, medido em [$°C^{-1}$] ou [K^{-1}], o coeficiente de dilatação superficial do material, ou seja, cada material possui um coeficiente diferente, sendo esses coeficientes tabelados e obtidos em laboratório, pelos cientistas. Também existe a aproximação:

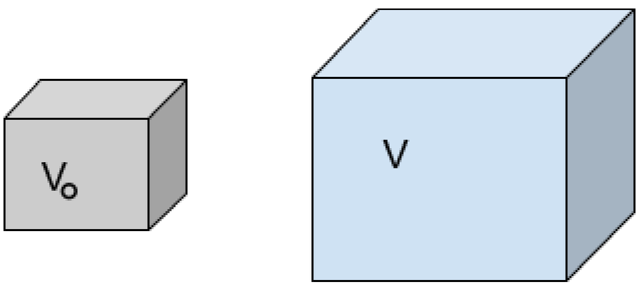
$$\beta = 2\alpha$$

<u>Exemplo de dilatação superficial de um quadrado de lado 2m que é feito de um material cujo coeficiente de dilatação superficial é igual a $1{,}6.10^{-4}°C^{-1}$, ao qual foi aquecido em 80°C.</u>

Para calcular a dilatação, usamos que $\Delta A = A_o.\beta\Delta T$, sendo $A_o = 4m^2$, $\beta = 1{,}6.10^{-4}°C^{-1}$, $\Delta T = 80°C$, logo $\Delta A = 4.1{,}6.10^{-4}.80$, $\Delta A = 512.10^{-4}m^2$, ou seja a chapa dilata em $\Delta A = 0{,}512m^2$

c)Dilatação Volumétrica

Agora consideramos a dilatação no volume do objeto. Como no esquema abaixo:



Sendo Vo e V os volumes inicial final, respectivamente, medidos em [m³] do objeto, ΔV a dilatação (aumento) que o objeto sofreu. Para calcular esse aumento usamos:

$$\Delta V = V_o . \gamma \Delta T$$

Sendo ΔT a variação de temperatura sofrida pela chapa medido em [°C] ou [K] e γ, medido em [$°C^{-1}$] ou [K^{-1}], o coeficiente de dilatação volumétrica do material, ou seja, cada material possui um coeficiente diferente, sendo esses coeficientes tabelados e obtidos em laboratório, pelos cientistas. Também existe a aproximação:

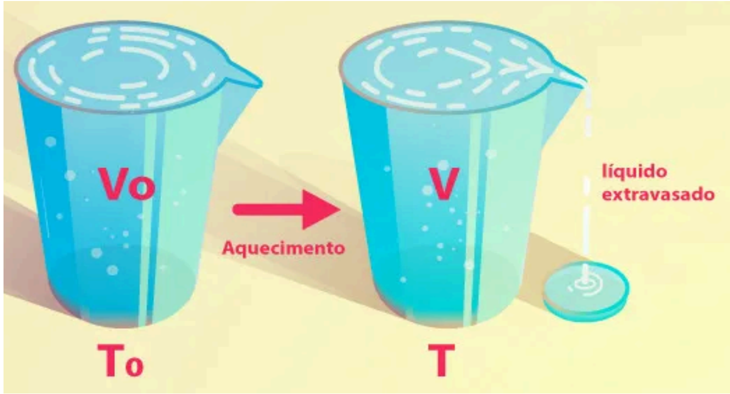
$$\gamma = 3\alpha$$

Exemplo de dilatação volumétrica de um cubo de lado 3m que é feito de um material cujo coeficiente de dilatação superficial é igual a $0{,}4.10^{-4}°C^{-1}$, ao qual foi aquecido em 50°C.

Para calcular a dilatação, usamos que $\Delta V = V_o.\gamma\Delta T$, sendo $V_o = 27m^3$, $\gamma = 0{,}4.10^{-4}°C^{-1}$, $\Delta T = 50°C$, logo $\Delta V = 27.0{,}4.10^{-4}.50$, $\Delta V = 540.10^{-4}m^3$, ou seja o cubo dilata em $\Delta V = 0{,}54m^3$

2.2.2. DILATAÇÃO DOS LÍQUIDOS

Os líquidos não possuem forma definida, assim sua dilatação deve considerar a dilatação do recipiente. O líquido dilata mais que o recipiente e então se colocado como a figura[9] abaixo, o líquido vai transbordar.



[9] Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/fisica/dilatacao-volumetrica.htm. Acesso em 18 de Agosto de 2023.

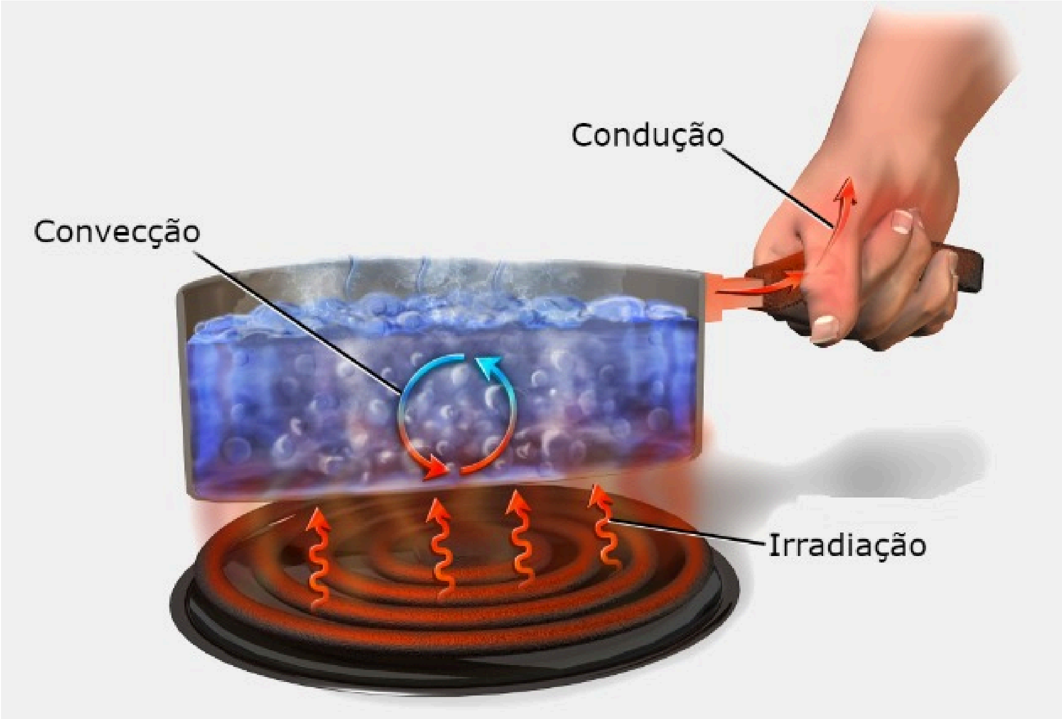
2.3. CALORIMETRIA

2.3.1. CALOR

Calor é a energia térmica em trânsito, que se transfere do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura. Nessa transferência pode ocorrer apenas uma mudança de temperatura (calor sensível) ou uma mudança de estado físico (calor latente).O calor pode ser medido em calorias (cal) ou em Joules(J). A unidade no SI é Joule.

2.3.2. FORMAS DE PROPAGAÇÃO DE CALOR

Como o calor é a energia térmica em trânsito, então existem três possíveis formas dele se propagar, condução, convecção e irradiação, como mostrado na figura[10] abaixo.



a) **Condução:** **A condução é a capacidade de o calor se propagar em meios sólidos onde ele se propaga da parte mais quente para a mais fria. Esse tipo de propagação explica o porquê de panelas possuírem cabos de plástico pois ao colocar a panela no fogão ligado, a panela esquenta e o calor se propaga ao**

[10] Disponível em: https://www.todamateria.com.br/calorimetria/. Acesso em 20 de Agosto de 2023.

longo do cabo também, mas o plástico não deixa o cabo esquentar, prevenindo das pessoas se queimarem ao pegar na panela.

b) **Convecção:** **É a forma de propagação de calor em fluidos, tal como o ar por exemplo, o ar quente sobe e o ar frio desce, um trocando calor com o outro, chamamos esse movimento de correntes de convecção ascendente (quando o ar quente sobe) e descendente (quando o ar frio desce). Esse tipo de propagação de calor é muito estudado em meteorologia e ele explica alguns fatores climáticos em certas regiões.**

c) **Irradiação:** **É a forma de propagação de calor através das ondas eletromagnéticas. Sabemos que o Sol aquece o planeta Terra, pois o Sol bombardeia o planeta com raios eletromagnéticos, que viaja pelo vácuo e chega ao planeta, aquecendo-o. Diferente dos outros dois tipos citados anteriormente, esse tipo de propagação de calor não depende de meio material para se propagar, pois ele viaja pelo vácuo, aquecendo não somente o planeta Terra, mas todos os planetas do sistema solar, alguns mais, outros menos.**

2.3.3. CALOR ESPECÍFICO

O calor específico é a quantidade de calor que um determinado corpo necessita receber para aumentar sua temperatura, sendo dado por:

$Q=MC\Delta T$ **sendo** $\Delta T=Tf-Ti$

Sendo M a massa do corpo dado em grama, C a constante chamada de calor específico dado em caloria por grama grau celsius (cal/g°C), e ΔT a variação de temperatura dada em grau celsius. Cada corpo possui uma constante de calor sensível (C) diferente, isso significa dizer que cada corpo varia a temperatura com quantidades de energias diferentes, ou seja, imaginemos que temos 4g de Aço e 4g de Ouro, em recipientes diferentes, se quisermos variar a temperatura de ambas em 10°C, cada uma vai necessitar de uma quantidade de calor diferente, pois possuem a constante de calor sensível diferente, como mostrado na tabela[11] abaixo.

[11] Informações retiradas do site: https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/calor-especifico.htm. Acesso 22 de Agosto de 2023.

MATERIAL	CALOR ESPECÍFICO (cal/g°C)
Acetona	0,52
Areia	0,2
Água	1
Cobre	0,09
Etanol	0,59
Ferro	0,11
Ouro	0,03
Prata	0,05
Alumínio	0,22

Exemplo do cálculo de calor específico de 50 gramas de etanol para aquecer de 20° para 40°:
Para calcular a quantidade de calor, usamos que C=0,59cal/g°C, m=50g, ΔT=40-20, ΔT=20°C, Q=50.0,59.20, Q=59cal.

Exemplo do cálculo de calor específico de 50 gramas de água para aquecer de 20° para 40°:
Para calcular a quantidade de calor, usamos que C=1cal/g°C, m=50g, ΔT=40-20, ΔT=20°C, Q=50.1.20, Q=1000cal.

O exemplo acima mostra que as amostras possuíam a mesma massa e mesma variação de temperatura, e mesmo assim possuíam uma quantidade de calor diferente, pelo fato de possuírem um calor específico diferente.

Exercícios

1)Calcule a quantidade de calor específico de 100 gramas de água para aquecer de 20° para 60°, sendo C=1cal/g°C.

2)Determine a quantidade de calor específico de 200 gramas de etanol para aquecer de 10° para 200°, sendo C=0,59cal/g°C.

3)Calcule a quantidade de calor específico de 500 gramas de prata para aquecer de 30° para 50°, sendo C=0,05cal/g°C.

4)Calcule a quantidade de calor específico de 1000 gramas de ouro para aquecer de 60° para 70°, sendo C=0,03cal/g°C.

2.3.4. CALOR LATENTE

O calor latente é a quantidade de calor que um determinado corpo necessita receber para mudar seu estado físico, seja para sólido-líquido, ou líquido-gasoso por exemplo, sendo dado por:

Q=ML

Sendo M a massa do corpo, dado em grama, e L a constante chamada de calor latente dado em caloria por grama (cal/g), note que nesse tipo de calor o corpo não varia de temperatura.

Substância	Calor específico (cal/g°C)	Calor Latente de Fusão (cal/g)	Calor Latente de vaporização (cal/g)
Água	1,000	80	540
Álcool	0,580	25	204
Cobre	0,094	49	1288
Ferro	0,115	64	1508
Alumínio	0,220	95	2569
Chumbo	0,031	6	209

Substância	Calor específico (cal/g°C)	Calor Latente de Fusão (cal/g)	Calor Latente de vaporização (cal/g)
Hidrogênio	3,400	14	108
Prata	0,056	21	559
Zinco	0,094	24	475
Ouro	0,031	15	376
Mercúrio	0,035	2,7	65

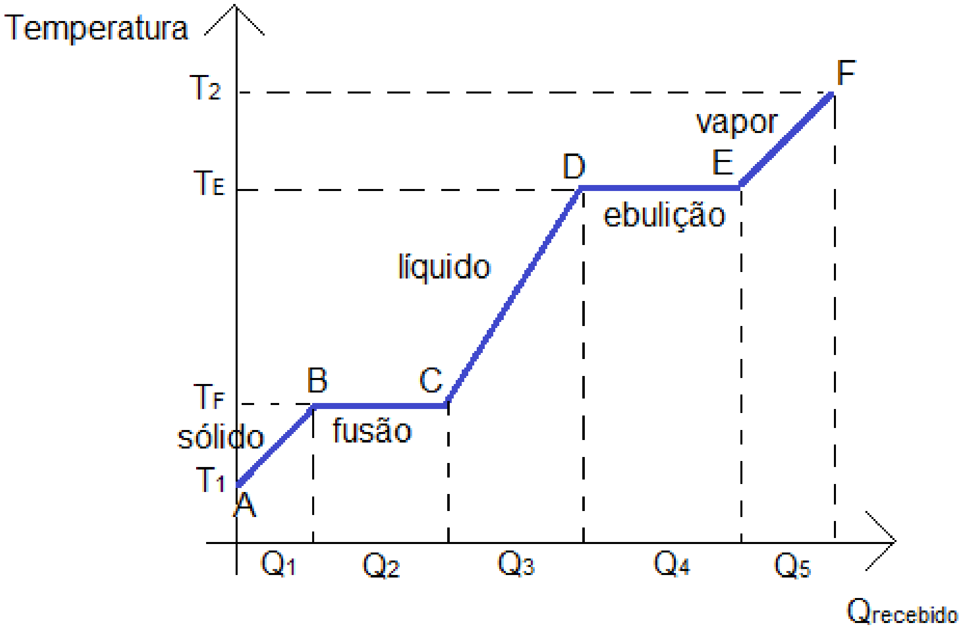
Cada corpo possui uma constante de calor latente (L) diferente, e também o corpo possui uma constante de calor latente de fusão e de vaporização diferentes, como mostrado na tabela acima, pois a mudança de estado do tipo fusão é diferente do tipo vaporização.

<u>Exemplo do cálculo da quantidade de calor latente de 100 gramas de água para mudar de estado líquido para gasoso , sendo L=540cal/g.</u>
Como Q=mL, Q=100.540, Q=54000cal.

<u>Exemplo do cálculo da quantidade de calor latente de 80 gramas de chumbo para mudar de estado líquido para gasoso , sendo L=6cal/g.</u>
Como Q=mL, Q=80.6, Q=480cal.

Podemos também fazer gráfico referente à temperatura e calor, como no caso abaixo[12]:

[12] Disponível em: https://www.infoescola.com/fisica/calor-latente/. Acesso em 25 de Agosto de 2023.



O gráfico acima mostra o comportamento da temperatura de acordo com o calor recebido e notamos a seguinte propriedade: de A até B o calor é específico (Q_1), pois varia a temperatura (T_1 para T_F), de B para C está ocorrendo a fusão do corpo, ou seja, está recebendo calor latente (Q_2) e a temperatura não varia, de C até D está ocorrendo variação de temperatura (T_F para T_E) então recebe calor específico (Q_3), de D para E está ocorrendo evaporação do corpo, então o calor é latente (Q_4), não variando a temperatura, e por último, de E para F está ocorrendo variação de temperatura (T_E para T_2), então recebe calor específico (Q_5).

Exercícios

1)**Calcule a quantidade de calor latente de 200 gramas de água para mudar de estado sólido para líquido , sendo L=80cal/g.**

2)**Determine a quantidade de calor latente de vaporização de 500 gramas de chumbo, sendo L=209cal/g.**

3)**Determine a quantidade de calor latente de fusão de 60 gramas de cobre, sendo L=49cal/g.**

4)Determine a quantidade de calor latente de vaporização de 90 gramas de alumínio, sendo L=2569cal/g.

BIBLIOGRAFIA

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**, 12º edição. Porto Alegre: Bookman, 2015;

DOCA, R. H. BISCUOLA, G. J. VILLAS BÔAS, N. **Tópicos de Física: Volume 1**. São Paulo: Saraiva, 2012;

DOCA, R. H. BISCUOLA, G. J. VILLAS BÔAS, N. **Tópicos de Física: Volume 2**. São Paulo: Saraiva, 2012;

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** Tradução: Raul Fiker. – 1. ed. – São Paulo: Editora Brasiliense, 1993;

EINSTEIN, A. INFELD, L. **A evolução da física**, Tradução: Giasone Rebuá . - Rio de Janeiro: Zahar. 2008;