

# UC- Modelagem e Simulação do Mundo Físico-químico

Teórica (quintas-feiras)

PROFESSORA: PRISCILA KARACHINSKI DOS REIS

# MODELAGEM E SIMULAÇÃO DO MUNDO FÍSICO-QUÍMICO

## ► Ementa:

Tipos de Reações. Estequiometria química. Cinética Química. Estado fluido da matéria. Líquidos: características gerais, pressão de vapor, viscosidade, coeficiente de expansão térmica e compressibilidade. Gases: gás ideal, equação de estado (efeito da temperatura e da pressão sobre as propriedades dos gases), gases reais, gás de Van der Waals, fator de compressibilidade. Princípios da termodinâmica: Lei Zero, primeira lei da termodinâmica, calor e trabalho. Energia interna. Entalpia. Efeito Joule-Thomson. Segunda lei da termodinâmica: processos reversíveis e irreversíveis. Entropia.

# MODELAGEM E SIMULAÇÃO DO MUNDO FÍSICO-QUÍMICO

## Apresentação

Profa. Priscila Karachinski dos Reis

- ▶ Química (UTFPR)
  - ▶ Engenheira Química (UniCurtiba)
  - ▶ Especialização em Educação (BrasCubas)
  - ▶ Mestre em Química Analítica (UTFPR)
  - ▶ Doutoranda em Química (UFPR)
  - ▶ Docente à 8 anos
- 
- ▶ [priscila.karachinski@unicuritiba.com.br](mailto:priscila.karachinski@unicuritiba.com.br)



# MODELAGEM E SIMULAÇÃO DO MUNDO FÍSICO-QUÍMICO

- ▶ Avaliação
- ▶ A1 = 30 pontos → prova discursiva no portal Ulife
- ▶ A2 = 30 pontos → prova objetiva no portal Ulife
- ▶ A3 = 40 pontos → prova realizada pelos professores das aulas de sexta-feira. (Práticas)
- ▶ Para a aprovação o aluno deverá alcançar o mínimo de 70 pontos e ter 75% de presença nas aulas.

# CRONOGRAMA

## (SUJEITO A ALTERAÇÕES ACOMPANHAR E-MAIL CADASTRADO NO ULIFE)

Semana	data	Virtual
1	11/08/2022	Aula inicial. Apresentação da disciplina, plano de ensino e datas das avaliações. Dinâmica. Início do conteúdo. Discussão sobre matéria e energia e fenômenos físicos e químicos. Reações químicas
2	18/08/2022	Mol, constante de Avogadro, massa atômica, massa molar, etc
3	25/08/2022	Conceito de reações Químicas. Representação e Classificação das reações químicas Introdução à estequiometria (noções de balanceamento)
4	01/09/2022	Estequiometria (previsões quantitativas, reagente limitante, rendimento percentual)
5	08/09/2022	Cinética Química. Velocidade média de uma reação e Leis de Velocidade (cálculo da velocidade média e determinação da ordem de reação com dados experimentais)
6	15/09/2022	Fatores que afetam a velocidade das reações
7	22/09/2022	Propriedades coligativas da matéria

8	29/09/2022	Diferenciar os diferentes estados de agregação dos fluidos correlacionando suas propriedades energéticas
9	06/10/2022	Exercícios e revisão
10	13/10/2022	PERÍODO DE AVALIAÇÃO A1 (10/10 A 14/10)
11	20/10/2022	Aplicar as Leis de Lavoisier, Proust, Boyle, Charles e Gay-Lussac e Avogadro no estudo dos gases ideais (Equação dos gás ideal CNTP, estequiometria dos gases, coeficiente de compressibilidade, equação de WW.
12	27/10/2022	Teoria Cinética dos Gases: equação dos gases ideais, transformações isotérmicas, isobáricas, isocóricas e adiabáticas (Simulação) . Equação de Van der Waals. Resolução de exemplos e exercícios.
13	03/11/2022	Calor e Trabalho Lei zero Primeira Lei da Termodinâmica Resolução de exemplos e exercícios.
14	10/11/2022	Calor e Trabalho Primeira Lei da Termodinâmica Resolução de exemplos e exercícios.
15	17/11/2022	Segunda Lei da Termodinâmica Máquinas térmicas e refrigeradores. Resolução de exemplos e exercícios.
16	24/11/2022	Revisão para a prova A2
17	01/12/2022	PERÍODO DE AVALIAÇÃO A2 (29/11 a 01/12 A2)
18	08/12/2022	Sala Virtual PROVA DE 2ª OPORTUNIDADE A1
19	15/12/2022	encerramento do semestre

# FONTES PARA CONSULTA

- ▶ ATKINS, Peter. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Grupo A, 2018. 9788582604625. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582604625>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ BASSANEZI, Rodney Carlos. **Introdução ao cálculo e aplicações**. São Paulo: Contexto, 2015. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/31203>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ BROWN, Lawrence Stephen; HOLME, Thomas. **Química geral aplicada à engenharia**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2021. 9788522128679. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522128679>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ BROWN, Theodore *et al.* **Química**: a ciência central. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2016. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/182726>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ DIAS, Sarah Vitorino Estevam; COSTA, Gabriela da. **Físico-química e termodinâmica**. Curitiba: Intersaberes, 2020. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/184997/pdf/0>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ FERNANDES, Daniela Barude. **Cálculo diferencial**. São Paulo: Pearson, 2014. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/22092/pdf/0>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ MAIA, Daltamir Justino. **Química geral**. São Paulo: Pearson, 2007. Ebook. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/4>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ SGUAZZARDI, Monica Midori Marcon. **Física geral**. São Paulo: Pearson, 2014. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/22151>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ TELLES, Dirceu D'Alkmin. **Física com aplicação tecnológica oscilações, ondas, fluidos e termodinâmica**. São Paulo: Blucher, 2018. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/158845>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ THOMAS, George Brinton *et al.* **Cálculo**. São Paulo: Addison Wesley, 2002. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/359>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ YAMASHIRO, Seizen *et al.* **Matemática com aplicações tecnológicas**. São Paulo: Blucher, 2015. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/177911>. Acesso em: 22 abr. 2022.

# Materiais usados em aula

- ▶ Serão disponibilizados no Ulife em → MaterialComplementar

# DINÂMICA





# Fenômenos Físicos x Fenômenos Químicos

- ▶ Fenômenos físicos: não alteram a identidade da substância e são mais fáceis de reverter. Ex: solidificação.



- ▶ Fenômenos Químicos: alteram a identidade da substância e são difíceis ou impossíveis de reverter. Ex: combustão da madeira.



# Conceitos fundamentais

- ▶ Matéria: é qualquer coisa que tem massa e ocupa espaço. Assim, o ouro, a água e o ar são formas da matéria, mas a radiação eletromagnética (que inclui a luz) e a justiça não o são.



# Conceitos fundamentais

- ▶ Substância é uma forma simples e pura de matéria. Ouro puro é uma substância, já o ar que contém gases como  $N_2$ ,  $O_2$  e  $H_2$  é uma mistura de substâncias ou um composto.



Substância

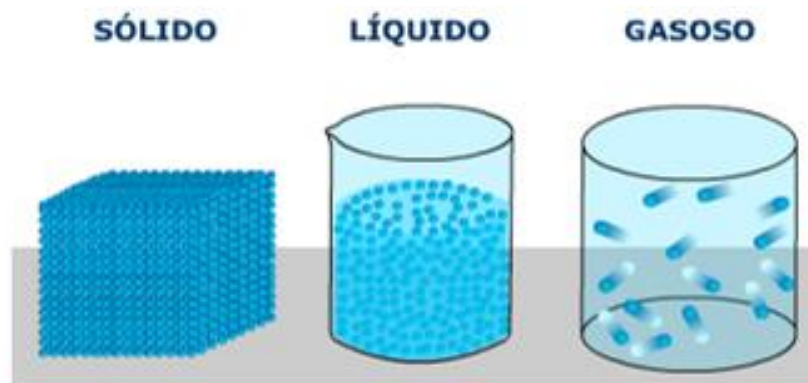


Composto

# Conceitos fundamentais

## ► Estados físicos da matéria

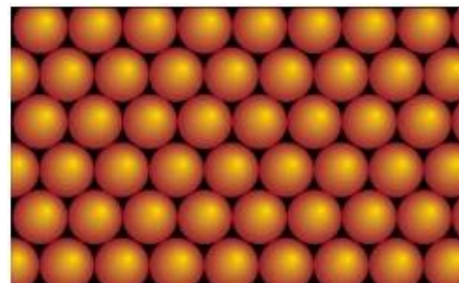
As substâncias e a matéria podem adquirir diferentes formas, ou variações na organização das moléculas. Estas formas são chamadas de estados físicos da matéria.



# Conceitos fundamentais

## ► Estado sólido

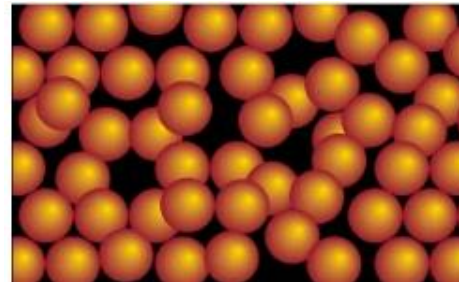
Estado da matéria que retêm sua forma e não flui



# Conceitos fundamentais

## ► Estado líquido

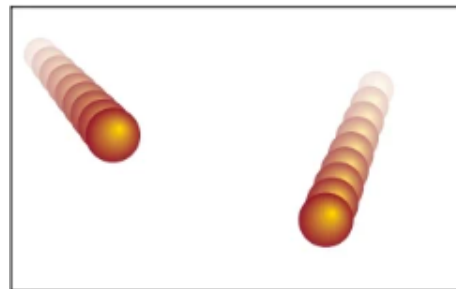
Estado da matéria na forma de fluido que tem superfície bem definida e que toma a forma do recipiente que o contém.



# Conceitos fundamentais

## ► Estado gás

Estado da matéria na forma de fluido que ocupa todo o recipiente que o contém.





# Conceitos fundamentais

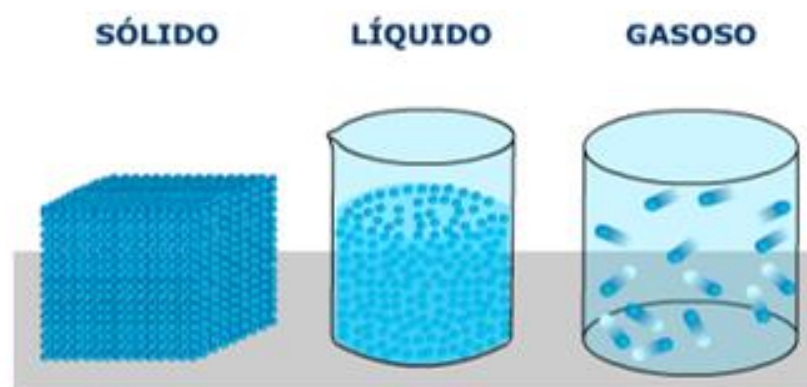
## ► Estados físicos da matéria





# CONCEITOS FUNDAMENTAIS

## ► Estados físicos da matéria



	Forma	Volume	Agitação
Sólido	Fixa	Fixo	Baixa
Líquido	Variável	Fixo	Intermediária
Sólido	Variável	Variável	Alta

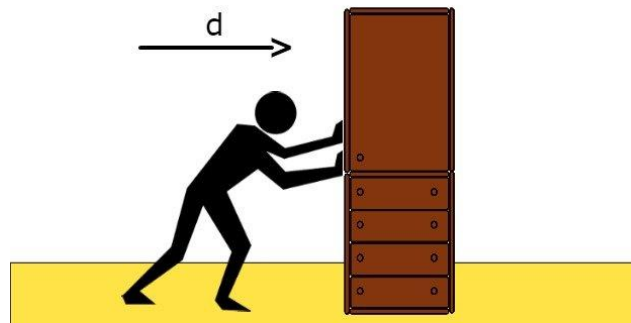
# Conceitos fundamentais

- ▶ Força
- ▶ Uma força,  $F$ , é uma influência que modifica o estado de movimento de um objeto.
- ▶ Para determinada força, um corpo mais pesado tem aceleração menor do que um corpo mais leve. Esta relação, denominada segunda lei de Newton, normalmente é expressa como:
- ▶ Força = massa x aceleração
- ▶ ou  $F = m \cdot a$



# CONCETOS FUNDAMENTAIS

- ▶ Trabalho
  - O trabalho é o processo de movimentação de um corpo contra uma força oposta. Sua magnitude é o produto da intensidade da força oposta pela distância percorrida pelo objeto:
  - Trabalho realizado = força x distância



**Energia** é a capacidade de realizar trabalho.

# Definições Iniciais

Energia = “Capacidade de realizar trabalho”

Formas de Energia

- ▶ Cinética ( movimento macroscópico, térmica, etc.)
- ▶ Potencial (elétrica, gravitacional, elástica, etc)
- ▶ Calor (energia em trânsito)
- ▶ Trabalho (realizado por uma máquina, eixo, etc)
- ▶ Entalpia (energia contida em um a substância que sofre reação)

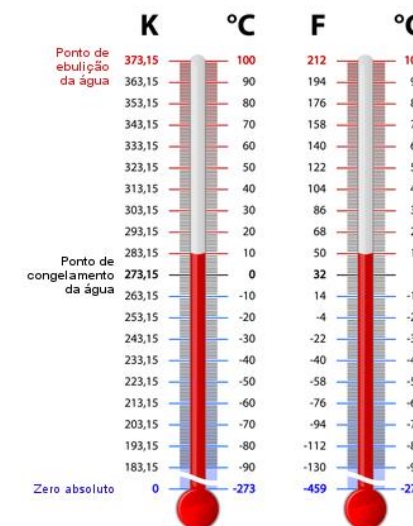
# Grupo do whatsapp da UC

► [chat.whatsapp.com/D6lnNkRObgSKVJ1BScpNwU](https://chat.whatsapp.com/D6lnNkRObgSKVJ1BScpNwU)

<https://chat.whatsapp.com/D6lnNkRObgSKVJ1BScpNwU>

# Unidades de Medida

- ▶ Para o estudo de qualquer disciplina técnica, é importante entender alguns conceitos básicos e fundamentais.
- ▶ Entre os conceitos as unidades e a importância do Sistema Internacional de Unidades (SI).
- ▶ No nosso dia-a-dia expressamos quantidades ou grandezas em termos de outras unidades que nos servem de padrão.
- ▶ Na Física é de extrema importância a utilização correta das unidades de medida.
- ▶ Existe mais de uma unidade para a mesma grandeza, por exemplo, 1 metro é o mesmo que 100 centímetros ou 0,001 quilômetro.
- ▶ Em alguns países é mais comum a utilização de graus Fahrenheit (°F) ao invés de graus Celsius (°C) como no Brasil.
- ▶ Isso porque, como não existia um padrão para as unidades, cada pesquisador ou profissional utilizava o padrão que considerava melhor.



# Sistema Internacional de Unidades

- ▶ Como diferentes pesquisadores utilizavam unidades de medida diferentes, existia um grande problema nas comunicações internacionais.
- ▶ Como poderia haver um acordo quando não se falava a mesma língua? Para resolver este problema, a Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM) criou o Sistema Internacional de Unidades (SI).
- ▶ O Sistema Internacional de Unidades (SI) é um conjunto de definições, ou sistema de unidades, que tem como objetivo uniformizar as medições.
- ▶ No Sistema Internacional de Unidades (SI) existem sete unidades básicas que podem ser utilizadas para derivar todas as outras.

Grandeza	Nome	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Intensidade de corrente elétrica	ampère	A
Temperatura termodinâmica	kelvin	K
Quantidade de substância	mole	mol
Intensidade luminosa	candela	cd

# Unidades derivadas das unidades do SI

Grandeza	Nome	Símbolo	Expressão em outras unidades SI	Expressão em unidades básicas SI
Frequência	hertz	Hz		$s^{-1}$
Força	newton	N		$m\ kg\ s^{-2}$
Pressão	pascal	Pa	$N\ m^{-2}$	$m^{-1}\ kg\ s^{-2}$
Energia, trabalho, Quantidade de calor	joule	J	$N\ m$	$m^2\ kg\ s^{-2}$
Potência	watt	W	$J\ s^{-1}$	$m^2\ kg\ s^{-3}$
Quantidade de eletricidade carga elétrica	coulomb	C		$s\ A$
Potencial elétrico força eletromotriz	volt	V	$W\ A^{-1}$	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-1}$
Resistência elétrica	ohm	$\Omega$	$V\ A^{-1}$	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-2}$
Capacitância elétrica	farad	F	$C\ V^{-1}$	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^4\ A^2$
Fluxo magnético	weber	Wb	$V\ s$	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
Indução magnética	tesla	T	$Wb\ m^{-2}$	$kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
Indutância	henry	H	$Wb\ A^{-1}$	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-2}$

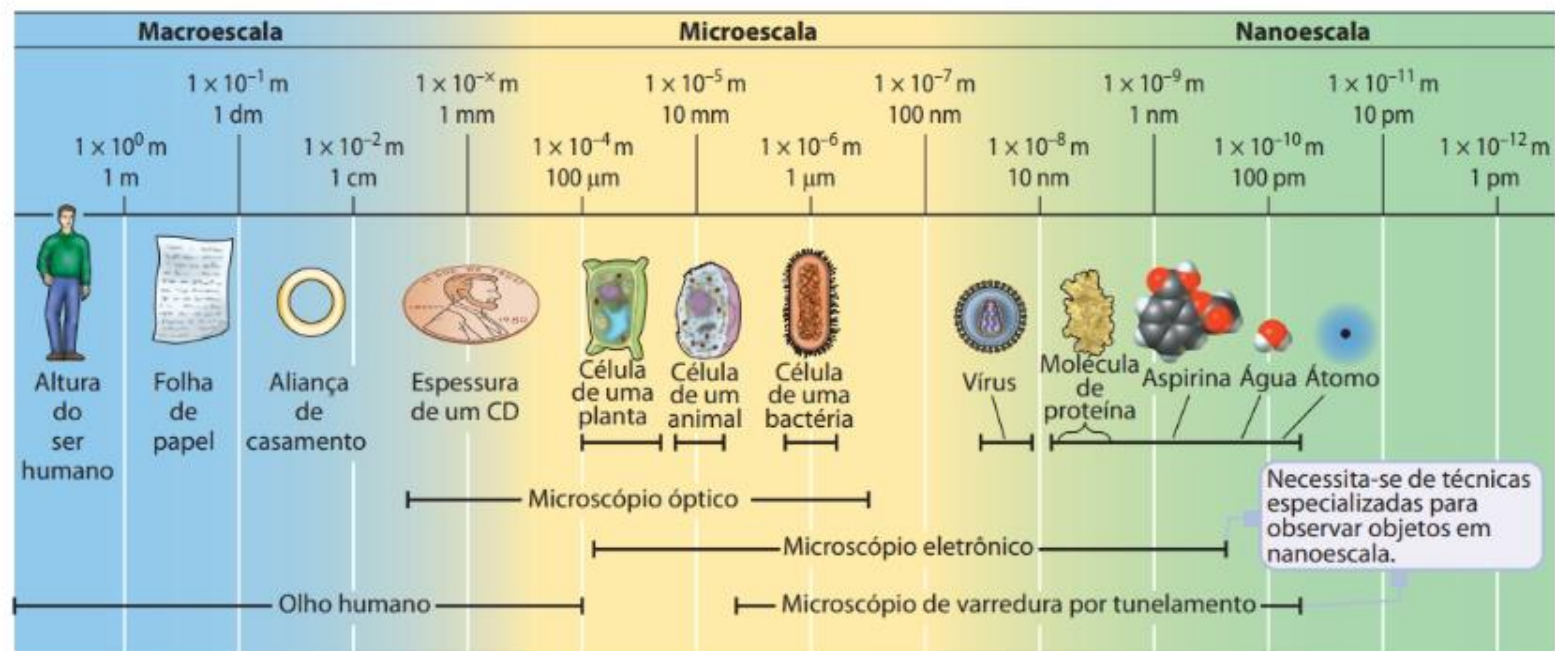


# Prefixos no SI

Fator	Nome	Símbolo
$10^{24}$	Yotta	Y
$10^{21}$	Zetta	Z
$10^{18}$	Exa	E
$10^{15}$	Peta	P
$10^{12}$	Tera	T
$10^9$	Giga	G
$10^6$	Mega	M
$10^3$	Quilo	k
$10^2$	Hecto	h
$10^1$	Deka	da

Fator	Nome	Símbolo
$10^{-1}$	Deci	d
$10^{-2}$	Centi	c
$10^{-3}$	Mili	m
$10^{-6}$	Micro	$\mu$
$10^{-9}$	Nano	n
$10^{-12}$	Pico	p
$10^{-15}$	Fento	f
$10^{-18}$	Atto	a
$10^{-21}$	Zepto	z
$10^{-24}$	Deka yocto	y

# Prefixos no SI



# Tabela de conversão de unidades de comprimento

Tabela de conversão de unidades de comprimento

	cm	m	km	in	ft	mi
1 centímetro(cm)	1	0,01	0,00001	0,3937	0,0328	0,000006214
1 metro (m)	100	1	0,001	39,3	3,281	0,0006214
1 quilômetro	100000	1000	1	39370	3281	0,6214
1 polegada (in)	2,54	0,0254	0,00000254	1	0,08333	0,00001578
1 pé (ft)	30,48	0,3048	3,048	12	1	0,0001894
1 milha terrestre (mi)	160900	1609	1,609	63360	5280	1

# Exercício 1

1) Converta os seguintes valores de comprimento:

a) 100 mm para m

b) 25 km para cm

c) 3 in para m

d) 5 ft para m

a)

1m ---- 1000mm

x m --- 100 mm

0,1 m

c)

1 in ----- 0,0254 m

3 in ----- x m

0,0762 m

Respostas:

- a) 0,1m
- b) 2,510<sup>6</sup> cm
- c) 0,0762 m
- d) 1,524 m

# Tabela de conversão de unidades de massa

Tabela de conversão de unidades de comprimento							
	g	Kg	slug	u.m.a.	onça	lb	ton
1 grama(g)	1	0,001	0,00006852	$6,024 \cdot 10^{23}$	0,03527	0,002205	0,000001102
1 quilograma (Kg)	1000	1	0,06852	$6,024 \cdot 10^{26}$	35,27	2,205	0,001102
1 slug	14590	14,59	1	$8,789 \cdot 10^{27}$	514,8	32,17	0,01609
1 u.m.a.	$1,66 \cdot 10^{-24}$	$1,66 \cdot 10^{-27}$	$1,37 \cdot 10^{-29}$	1	$5,855 \cdot 10^{-26}$	$3,66 \cdot 10^{-27}$	$1,829 \cdot 10^{-20}$
1 onça	28,35	0,02835	0,001943	$1,708 \cdot 10^{25}$	1	0,0625	0,00003125
1 libra(lb)	453,6	0,4536	0,3108	$2,732 \cdot 10^{25}$	16	1	0,0005
1 ton	100000	1000	62,16	$5,465 \cdot 10^{29}$	32000	2000	1

## Exercício 2

2) Converta os seguintes valores de massa

a) 260 kg para lb

b) 3 t para g

c) 80 slug para kg

d) 110 t para onça

a)

1 kg ---- 2,205 lb

260 kg --- X lb

573,30 lb

c)

1 slug ----- 14,59 kg

80 slug ----- x kg

1167,2 kg

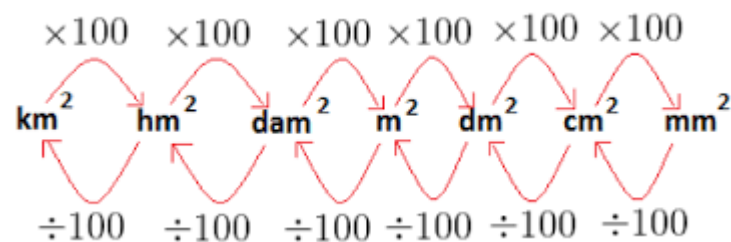
Respostas:

- a) 573,39 lb
- b) 300000 g
- c) 1167,2 kg
- d)  $3,52 \cdot 10^6$  onças

# Tabela de conversão de unidades de área

Tabela de conversão de unidades

	m <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>	in <sup>2</sup>
1 metro quadrado (m <sup>2</sup> )	1	10000	10,76	1550
1 centímetro quadrado (cm <sup>2</sup> )	0,0001	1	0,001076	0,1550
1 pé quadrado (ft <sup>2</sup> )	0,0929	929	1	144
1 polegada quadrada (in <sup>2</sup> )	0,0006452	6,452	0,006944	1



## Exercício 3

3) Converta os seguintes valores de área

a)  $33\text{m}^2$  para  $\text{in}^2$

a)  
 $1\text{ m}^2 \text{----} 1550\text{ in}^2$   
 $33\text{ m}^2 \text{----} x\text{ in}^2$

$$X = 51150\text{ in}^2$$

b)  $65\text{ cm}^2$  para  $\text{in}^2$

c)  $8\text{ ft}^2$  para  $\text{m}^2$

d)  $90\text{ m}^2$  para  $\text{cm}^2$

c)  
 $1\text{ ft}^2 \text{----} 0,0929\text{ m}^2$   
 $8\text{ ft}^2 \text{----} X$

$$X = 0,7432\text{ m}^2$$

d)  $1\text{ m} \text{----} 100\text{ cm}$   
 $(1\text{m})^2 \text{---} (100\text{ cm})^2$   
 $1\text{m}^2 \text{-----} 10000\text{ cm}^2$   
 $90\text{ m}^2 \text{----} x\text{ cm}^2$

$$X = 900000\text{ cm}^2$$

Respostas:

- a)  $51150\text{ in}^2$
- b)  $10,075\text{ in}^2$
- c)  $0,7432\text{ m}^2$
- d)  $900000\text{ cm}^2$



# Tabela de conversão de unidades de volume

**Tabela de conversão de unidades de volume**

	m <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	l	ft <sup>3</sup>	in <sup>3</sup>
1 metro cúbico (m <sup>3</sup> )	1	1000000	1000	35,31	61020
1 centímetro cúbico (cm <sup>3</sup> )	0,000001	1	0,001	0,00003531	0,06102
1 litro (l)	0,001	1000	1	0,03531	61,02
1 pé cúbico (ft <sup>3</sup> )	0,02832	28320	28,32	1	1728
1 polegada cúbica (in <sup>3</sup> )	0,00001639	16,39	0,01639	0,0005787	1

## Exercício 4

4) Converta os seguintes valores de volume

a) 72 m<sup>3</sup> para L

b) 14 cm<sup>3</sup> para m<sup>3</sup>

c) 32 cm<sup>3</sup> para mL

d) 18 m<sup>3</sup> para ft<sup>3</sup>

a)

1 m<sup>3</sup> --- 1000 L

72 m<sup>3</sup> --- X L

X = 72000 L

c)

1 cm<sup>3</sup> --- 1 mL

32 cm<sup>3</sup> --- x mL

X = 32 mL

Respostas:

- a) 72000 L
- b)  $1,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$
- c) 32 mL
- d) 635,58 ft<sup>3</sup>

# Tabela de conversão de unidades várias

TABELA DE CONVERSÃO DE UNIDADES: VÁRIOS	
Comprimento	1m=3,281pés=39,37pol
Área	1m <sup>2</sup> =10,76pés <sup>2</sup> =1.550pol <sup>2</sup>
Volume	1m <sup>3</sup> =35,3pés <sup>3</sup> =1.000litros
Volume	1galão(USA)=3,8litros 1galão(GB)=4,5 litros
Massa	1kg=2,2 lb 1lb=0,45kg 1 onça=28,35g
Pressão	1atm=1,033kgf/cm <sup>2</sup> =14,7lbf/pol <sup>2</sup> (PSI)
Pressão	1bar=100kPa=1,02atm=29,5polHg
Energia	1kWh=860kcal 1kcal=3,97Btu
Energia	1kgm=9,8J 1Btu=0,252kcal
Potência	1kW=102kgm/s=1,36HP=1,34BHP=3.413Btu/h
Potência	1TR=3.024kcal/h=200Btu/min=12.000Btu/h
Temperatura	°F=32+1,8.°C      K=273+°C      R=460+°F

## Exercício 5

5) Um fazendeiro necessita de 4 cm de chuva por semana na em sua fazenda, que tem 10 hectares de área plantada. Se há uma seca, quantos galões por minuto (L/ min) deverão ser bombeados para irrigar a colheita?

Dados:

4 cm por semana

10 hectares

Quantos L/min

Informações:

1 hectare = 10000 m<sup>2</sup>

## Exercício 5 solução

5) Um fazendeiro necessita de 4 cm de chuva por semana em sua fazenda, que tem 10 hectares de área plantada. Em uma seca, quantos galões por minuto (**L/ min**) deverão ser bombeados para irrigar a colheita?

Informações:

1 hectare = 10000 m<sup>2</sup> = Área

10 hectares = 100000 m<sup>2</sup>

Volume: 0,04m.100000 m<sup>2</sup> = 4000 m<sup>3</sup>

4000 m<sup>3</sup> ---- 1 semana ----- 7 dias ---- 168 horas ---- 10080 minutos

Para um minuto o volume será:

$4000\text{m}^3 / 10080 \text{ minutos} = 0,397 \text{ m}^3/\text{minuto}$

O volume em L por minuto:

1m<sup>3</sup> ----- 1000L

0,397 m<sup>3</sup> --- 397 L

Logo a vazão a ser alimentada por minuto será de 397 L/min

► OBRIGADA PELA ATENÇÃO!!



# Referencias

- ▶ ATKINS, Peter. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Grupo A, 2018. 9788582604625. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582604625>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ BASSANEZI, Rodney Carlos. **Introdução ao cálculo e aplicações**. São Paulo: Contexto, 2015. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/31203>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ BROWN, Lawrence Stephen; HOLME, Thomas. **Química geral aplicada à engenharia**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2021. 9788522128679. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522128679>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ BROWN, Theodore *et al.* **Química**: a ciência central. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2016. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/182726>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ DIAS, Sarah Vitorino Estevam; COSTA, Gabriela da. **Físico-química e termodinâmica**. Curitiba: Intersaberes, 2020. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/184997/pdf/0>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ FERNANDES, Daniela Barude. **Cálculo diferencial**. São Paulo: Pearson, 2014. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/22092/pdf/0>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ MAIA, Daltamir Justino. **Química geral**. São Paulo: Pearson, 2007. Ebook. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/4>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ SGUAZZARDI, Monica Midori Marcon. **Física geral**. São Paulo: Pearson, 2014. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/22151>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ TELLES, Dirceu D'Alkmin. **Física com aplicação tecnológica oscilações, ondas, fluidos e termodinâmica**. São Paulo: Blucher, 2018. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/158845>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ THOMAS, George Brinton *et al.* **Cálculo**. São Paulo: Addison Wesley, 2002. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/359>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ▶ YAMASHIRO, Seizen *et al.* **Matemática com aplicações tecnológicas**. São Paulo: Blucher, 2015. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/177911>. Acesso em: 22 abr. 2022.