



Física e Química

Tabelas

Índice

| | |
|----------------------------------------------------------|----|
| Alfabeto grego | 4 |
| Calores de fusão e de vaporização | 5 |
| Capacidades térmicas mássicas (calores específicos)..... | 6 |
| Coeficientes de dilatação linear..... | 7 |
| Comprimentos de ligação e Energias de ligação | 8 |
| Condutividades térmicas | 10 |
| Constantes de acidez | 11 |
| Constantes de basicidade | 13 |
| Constantes físicas | 14 |
| Conversão de unidades | 16 |
| Cores características de iões numa chama..... | 17 |
| Energias de ionização | 18 |
| Entalpias de formação | 19 |
| Indicadores ácido-base | 20 |
| Índices de refração | 23 |
| Índices de refração da água (20 °C)..... | 23 |
| Iões | 24 |
| Massa volúmica da água..... | 25 |
| Massas volúmicas | 26 |
| Pontos de fusão e Pontos de ebulição..... | 27 |
| Potenciais padrão de redução | 29 |
| Prefixos | 31 |
| Produto iónico da água..... | 32 |
| Produtos de solubilidade | 33 |
| Relações matemáticas | 36 |
| Área, perímetro e volume | 36 |
| Relações trigonométricas | 37 |
| Resistividades | 38 |
| Série triboelétrica | 39 |
| Solubilidades..... | 40 |
| Tabela Periódica | 41 |
| Unidades Sistema Internacional (S.I.) | 42 |
| Unidades SI de base | 42 |
| Unidades SI derivadas | 43 |
| Prefixos..... | 44 |
| Velocidades do som..... | 45 |
| Volume molar de gases | 46 |

Todas as tabelas estão disponíveis em www.fq.pt/tabelas

Alfabeto grego

| Maiúscula | Minúscula | Nome |
|-----------|-----------|---------|
| A | α | alfa |
| B | β | beta |
| Γ | γ | gama |
| Δ | δ | delta |
| E | ε | épsilon |
| Z | ζ | zeta |
| H | η | eta |
| Θ | θ | teta |
| I | ι | iota |
| K | κ | capa |
| Λ | λ | lambda |
| M | μ | miú |
| N | ν | niú |
| Ξ | ξ | csi |
| O | ο | omicron |
| Π | π | pi |
| P | ρ | ró |
| Σ | σ | sigma |
| T | τ | tau |
| Υ | υ | upsilon |
| Φ | φ | fi |
| X | χ | qui |
| Ψ | ψ | psi |
| Ω | ω | ómega |

Calores de fusão e de vaporização

| Substância | Calor de fusão / J kg ⁻¹ | Calor de vaporização / J kg ⁻¹ |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|
| Água | $3,33 \times 10^5$ | $2,256 \times 10^6$ |
| Azoto | $2,6 \times 10^4$ | $2,01 \times 10^5$ |
| Chumbo | $2,32 \times 10^4$ | $8,58 \times 10^5$ |
| Cobre | $2,07 \times 10^5$ | $4,730 \times 10^6$ |
| Etanol | $1,05 \times 10^5$ | $8,54 \times 10^5$ |
| Hidrogénio | $5,80 \times 10^4$ | $4,55 \times 10^5$ |
| Mercurio | $1,14 \times 10^4$ | $2,96 \times 10^5$ |
| Oxigénio | $1,39 \times 10^4$ | $4,13 \times 10^5$ |
| Prata | $1,05 \times 10^5$ | $2,336 \times 10^6$ |

Bibliografia:

M. T. F. M. Sá, "Física 10º ano", Texto Editora, 1999.

Capacidades térmicas mássicas (calores específicos)

| Material | $c / \text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$ |
|--------------------------|--------------------------------------|
| Aço | 460 ^[2] |
| Água | 4 185,5 ^[1] |
| Água (15 °C) | 4186 ^[3] |
| Água (vapor de água) | 2100 ^[2] |
| Água do mar | 3890 ^[1] |
| Alumínio | 900 ^[1,3] |
| Ar (a pressão constante) | 1 000 ^[1] |
| Ar (a volume constante) | 720 ^[1] |
| Azoto | 1 040 ^[2] |
| Benzeno | 1 700 ^[2] |
| Berílio | 1 830 ^[2] |
| Bronze | 385 ^[1] |
| Cádmio | 230 ^[2] |
| Chumbo | 128 ^[1] |
| Cobre | 385 ^[2] |
| | 386 ^[1] |
| | 387 ^[3] |
| Estanho | 217 ^[1] |
| Etanol | 2 400 ^[1,3] |
| | 2 419 ^[2] |
| Éter | 2 320 ^[2] |
| Ferro | 448 ^[3] |
| | 450 ^[2] |
| | 473 ^[1] |
| Gelo (-10 °C) | 2 090 ^[2] |
| | 2 220 ^[1] |
| Gelo (-5 °C) | 2 090 ^[3] |
| Glicerina | 2 420 ^[2] |
| Grafite | 720 ^[2] |

| Material | $c / \text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$ |
|------------|--------------------------------------|
| Granito | 800 ^[1] |
| Hélio | 5 180 ^[2] |
| Hidrogénio | 14 300 ^[2] |
| Latão | 393 ^[1] |
| Madeira | 1 700 ^[3] |
| Mármore | 860 ^[3] |
| | 880 ^[1] |
| Mercúrio | 139 ^[2] |
| | 140 ^[1] |
| Níquel | 443 ^[2] |
| Ouro | 126 ^[1] |
| | 129 ^[2] |
| Oxigénio | 920 ^[2] |
| Parafina | 2 100 ^[2] |
| Petróleo | 2 100 ^[2] |
| Prata | 234 ^[3] |
| | 236 ^[1] |
| Tungsténio | 134 ^[1] |
| Vidro | 837 ^[3] |
| | 840 ^[1] |
| Zinco | 387 ^[1] |

Valores a 25 °C

Bibliografia:

- [1] M. T. F. M. Sá, "Física 10º ano", Texto Editora, 1999.
 [2] D. Reger, S. Goode, E. Mercer, "Química: Princípios e Aplicações", Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2010.
 [3] R. A. Serway, "Física 2 para Cientistas e Engenheiros com Física Moderna", LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, Brasil, 1996.

Coeficientes de dilatação linear

| Substância | Coeficiente de dilatação linear / °C |
|-------------|--------------------------------------|
| Aço | $1,2 \times 10^{-5}$ |
| Alumínio | $2,2 \times 10^{-5}$ |
| Cobre | $1,7 \times 10^{-5}$ |
| Porcelana | $3,0 \times 10^{-6}$ |
| Prata | $1,9 \times 10^{-5}$ |
| Vidro comum | $9,0 \times 10^{-6}$ |
| Vidro pirex | $3,2 \times 10^{-6}$ |
| Zinco | $2,6 \times 10^{-5}$ |

Bibliografia:

M. C. Carvalhos, B. M. Pinto, M. F. Guimarães, "Técnicas Laboratoriais de Física – Bloco I", Porto Editora, Porto, 1994.

Comprimentos de ligação e Energias de ligação

| Ligação | Comprimento de ligação* / pm | Energia de ligação* / kJ mol ⁻¹ |
|---------|------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Br-Br | | 192,5 ^[1] |
| | | 193 ^[4] |
| Br-C | | 276 ^[3] |
| | | 288 ^[4] |
| Br-H | | 366 ^[4] |
| | | 366,1 ^[1] |
| C-C | 154 ^[1,2] | 346 ^[2] |
| | | 347 ^[1] |
| | | 348 ^[3,4] |
| C=C | 133 ^[1] 134 ^[2] | 602 ^[2] |
| | | 612 ^[3] |
| | | 614 ^[4] |
| | | 620 ^[1] |
| C≡C | 120 ^[1,2] | 812 ^[1] |
| | | 835 ^[2] |
| | | 837 ^[3] |
| | | 839 ^[4] |
| C-Cl | | 330 ^[4] |
| | | 338 ^[3] |
| C-F | | 484 ^[3] |
| | | 488 ^[4] |
| C-H | 107 ^[1] | 412 ^[3] |
| | | 413 ^[4] |
| | | 414 ^[1] |
| C-I | | 216 ^[4] |
| | | 238 ^[3] |
| C-N | 143 ^[1] | 276 ^[1] |
| | | 308 ^[4] |
| C=N | 138 ^[1] | 615 ^[1] |
| C≡N | 116 ^[1] | 891 ^[1] |
| C-O | 143 ^[1] | 351 ^[1] |
| | | 360 ^[3,4] |
| C=O | 121 ^[1] | 743 ^{[3]**} |
| | | 745 ^{[1]**} |
| C-P | | 263 ^[1] |
| C-S | | 255 ^[1] |
| | | 272 ^[4] |
| C=S | | 477 ^[1] |
| Cl-Cl | | 242,7 ^[1] |
| | | 243 ^[4] |
| Cl-H | | 431,9 ^[1] |
| | | 432 ^[4] |
| Cl-S | | 253 ^[3] |
| F-F | | 156,9 ^[1] |
| | | 158 ^[4] |
| F-H | | 565 ^[3] |
| | | 568 ^[4] |
| | | 568,2 ^[1] |
| F-O | | 190 ^[3] |
| H-H | | 436 ^[4] |
| | | 436,4 ^[1] |

| Ligação | Comprimento de ligação* / pm | Energia de ligação* / kJ mol ⁻¹ |
|---------|------------------------------|--------------------------------------------|
| H-I | | 298 ^[4] |
| | | 298,3 ^[1] |
| H-N | | 388 ^[3] |
| | | 391 ^[4] |
| | | 393 ^[1] |
| H-O | 95,8 ^[2] | 459 ^[2] |
| | 96 ^[1] | 460 ^[1] |
| | | 463 ^[3] |
| H-P | | 326 ^[1] |
| H-S | 133,6 ^[2] | 339 ^[3] |
| | | 363 ^[2] |
| | | 368 ^[1] |
| I-I | | 151,0 ^[1,3,4] |
| N-N | | 170 ^[4] |
| | | 193 ^[1,3] |
| N=N | | 409 ^[3] |
| | | 418 ^[1] |
| N≡N | | 941,4 ^[1] |
| | | 944 ^[3] |
| | | 945 ^[4] |
| N-O | 136 ^[1] | 176 ^[1] |
| N=O | 122 ^[1] | 209 ^[1] |
| N-P | | 142 ^[1] |
| | | 145 ^[4] |
| | | 157 ^[3] |
| O-O | | 496 ^[3] |
| | | 498 ^[4] |
| | | 498,7 ^[1] |
| O=O | | 502 ^[1] |
| O-P | | 469 ^[1,3] |
| O=S | | 197 ^[1] |
| P-P | | 489 ^[1] |
| P=P | | 268 ^[1] |
| S-S | | 352 ^[1] |
| S=S | | 192,5 ^[1] |
| | | 193 ^[4] |

* Valores médios.

** Exceto na molécula CO₂ que é de 799^[1,3] 800^[4] kJ mol⁻¹.

Bibliografia:

[1] R. Chang, "Química", McGraw-Hill, 5ª edição, 1994.

[2] J. Paiva, A. J. Ferreira, C. Fiolhais, "Novo 10Q", Texto Editores, 1ª edição, Lisboa, 2015.

[3] T. S. Simões, M. A. Queirós, M. O. Simões, "Há Química Entre Nós", Porto Editora, 1ª edição, Porto, 2015.

[4] J. Magalhães, "Elementos 11º ano", Santillana, Carnaxide, 2008.

Condutividades térmicas

| Material | Condutividade térmica / $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$ |
|----------------------|---------------------------------------------------------|
| Aço inoxidável | 14 ^[1,2] |
| Água | 0,57 ^[1] |
| Alumínio | 235 ^[1,2] |
| Ar (seco) | 0,026 ^[1,2] |
| Betão | 1,28 ^[1] |
| Chumbo | 35 ^[1] |
| Cobre | 401 ^[1,2] |
| Cortiça | 0,044 ^[1] |
| Feltro | 0,044 ^[1] |
| Ferro | 53 ^[1] |
| Fibra de vidro | 0,048 ^[1] |
| Glicerina | 0,26 ^[1] |
| Hélio | 0,15 ^[1] |
| Hidrogénio | 0,18 ^[1] |
| Lã de rocha | 0,043 ^[1] |
| Lã de vidro | 0,048 ^[2] |
| Madeira (pinho) | 0,11 ^[2] |
| Neve compacta | 0,46 ^[1] |
| Poliuretano (espuma) | 0,024 ^[1,2] |
| Prata | 428 ^[1,2] |
| Tijolo de barro | 0,66 ^[1] |
| Vidro | 0,8 ^[1] |
| | 1,0 ^[2] |

Bibliografia:

[1] M. T. F. M. Sá, "Física 10º ano", Texto Editora, 1999.

[2] D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, "Fundamentos de Física – Volume 1: Mecânica", Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, Brasil, 2009.

Constantes de acidez (K_a)

| Constante de acidez (25 °C) | | |
|------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ácido | Fórmula | K_a |
| Ácido perclórico | HClO ₄ | 100% ionizado em água ^[2,3] $\approx 10^{10}$ ^[4] |
| Ácido iodídrico | HI | 100% ionizado em água ^[2] $\approx 10^{10}$ ^[4] |
| Ácido bromídrico | HBr | 100% ionizado em água ^[2] $\approx 10^9$ ^[4] |
| Ácido clórico | HClO ₃ | 100% ionizado em água ^[3] |
| Ácido clorídrico | HCl | 100% ionizado em água ^[2,3] $\approx 10^7$ ^[4] 2×10^6 ^[1] |
| Ácido nítrico | HNO ₃ | 100% ionizado em água ^[2,3] $\approx 10^3$ ^[4] |
| Ácido sulfúrico | H ₂ SO ₄ | 100% ionizado em água ^[2,3] $\approx 10^3$ ^[4] |
| Ácido oxálico | HOOC-COOH | $5,4 \times 10^{-2}$ ^[4] |
| Ácido sulfuroso | H ₂ SO ₃ | $1,7 \times 10^{-2}$ ^[4] $1,23 \times 10^{-2}$ ^[3] |
| Íon hidrogenossulfato | HSO ₄ ⁻ | $1,3 \times 10^{-2}$ ^[4] $1,2 \times 10^{-2}$ ^[2,3] |
| Ácido cloroso | HClO ₂ | $1,0 \times 10^{-2}$ ^[2] |
| Íon ferro (III) hidratado | Fe(H ₂ O) ₆ ⁺³ | $6,0 \times 10^{-3}$ ^[4] |
| Ácido fosfórico | H ₃ PO ₄ | $7,5 \times 10^{-3}$ ^[2] $7,1 \times 10^{-3}$ ^[4] $7,11 \times 10^{-3}$ ^[3] |
| Ácido nitroso | HNO ₂ | $7,1 \times 10^{-4}$ ^[3] $5,1 \times 10^{-4}$ ^[4] $4,6 \times 10^{-4}$ ^[2] $4,5 \times 10^{-4}$ ^[1] |
| Ácido fluorídrico | HF | $6,8 \times 10^{-4}$ ^[3] $6,7 \times 10^{-4}$ ^[4] $3,5 \times 10^{-4}$ ^[1,2] |
| Ácido acetilsalicílico | C ₉ H ₈ O ₄ | $3,0 \times 10^{-4}$ ^[1] |
| Ácido metanóico (fórmico) | HCOOH | $1,8 \times 10^{-4}$ ^[1,2,3] |
| Ácido ascórbico (vitamina C) | C ₆ H ₈ O ₆ | $8,0 \times 10^{-5}$ ^[1] |
| Ácido benzóico | C ₆ H ₅ COOH | $6,6 \times 10^{-5}$ ^[4] $6,5 \times 10^{-5}$ ^[1] $6,3 \times 10^{-5}$ ^[2] $6,28 \times 10^{-5}$ ^[3] |
| Ácido acético (etanóico) | CH ₃ COOH | $1,8 \times 10^{-5}$ ^[1,2,4] $1,75 \times 10^{-5}$ ^[3] |
| Íon alumínio hidratado | Al(H ₂ O) ₆ ⁺³ | $1,4 \times 10^{-5}$ ^[4] |
| Ácido sulfídrico | H ₂ S | $1,0 \times 10^{-7}$ ^[4] $9,5 \times 10^{-8}$ ^[3] |
| Ácido carbónico | H ₂ CO ₃ | $4,4 \times 10^{-7}$ ^[4] |
| Íon hidrogenosulfito | HSO ₃ ⁻ | $6,2 \times 10^{-8}$ ^[4] $6,6 \times 10^{-8}$ ^[3] |
| Íon di-hidrogenofosfato | H ₂ PO ₄ ⁻ | $6,3 \times 10^{-8}$ ^[4] $6,32 \times 10^{-8}$ ^[3] |

| Constante de acidez (25 °C) | | |
|-----------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Ácido | Fórmula | K_a |
| Ácido hipocloroso | HClO | $3,5 \times 10^{-8}$ [1] |
| | | $3,0 \times 10^{-8}$ [2] |
| Ácido cianídrico | HCN | $7,2 \times 10^{-10}$ [2] |
| | | $6,2 \times 10^{-10}$ [3] |
| | | $4,9 \times 10^{-10}$ [1] |
| Íão amónio | NH_4^+ | $5,70 \times 10^{-10}$ [3,4] |
| Fenol | $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ | $1,3 \times 10^{-10}$ [2] |
| Íão hidrogenocarbonato | HCO_3^- | $4,69 \times 10^{-11}$ [3] |
| | | $4,7 \times 10^{-11}$ [4] |
| Íão hidrogenossulfureto | HS^- | $1,3 \times 10^{-13}$ [4] |
| | | $1,3 \times 10^{-12}$ [3] |
| Íão hidrogenofosfato | HPO_4^{2-} | $4,5 \times 10^{-13}$ [4] |
| | | $7,1 \times 10^{-13}$ [3] |

Bibliografia:

[1] J. Magalhães, "Elementos 11º ano", Santillana, Carnaxide, 2008.

[2] D. Reger, S. Goode, E. Mercer, "Química: Princípios e Aplicações", Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2010.

[3] N. Maciel, M. M. Gradim, M. J. Campante, "Eu e a Química 11º ano", Porto Editora, Porto, 2004.

[4] T. S. Simões, M. A. Queirós, M. O. Simões, "Química em Contexto – Livro de Actividades", Porto Editora, Porto, 2004.

Constantes de basicidade (K_b)

| Constante de basicidade (25 °C) | | |
|---------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------|
| Base | Fórmula | K_b |
| lão sulfureto | S^{2-} | $9,1 \times 10^{-3}$ [1] |
| lão fosfato | PO_4^{3-} | $5,9 \times 10^{-3}$ [1] |
| Metilamina | CH_3NH_2 | $4,3 \times 10^{-4}$ [2] $3,7 \times 10^{-3}$ [1] |
| Dimetilamina | $(CH_3)_2NH$ | $5,4 \times 10^{-4}$ [1] |
| lão carbonato | CO_3^{2-} | $2,1 \times 10^{-4}$ [1,2] |
| lão cianeto | CN^- | $1,6 \times 10^{-5}$ [2] |
| Trimetilamina | $N(CH_3)_3$ | $6,4 \times 10^{-5}$ [1] |
| Amoníaco | NH_3 | $1,75 \times 10^{-5}$ [2] $1,8 \times 10^{-5}$ [1] |
| lão hidrogenosulfureto | HS^- | $1,1 \times 10^{-7}$ [2] |
| lão hidrogenocarbonato | HCO_3^- | $2,2 \times 10^{-8}$ [2] |
| Piridina | C_5H_5N | $1,8 \times 10^{-9}$ [1] |
| Anilina | $C_6H_5NH_2$ | $4,3 \times 10^{-10}$ [1] |
| lão acetato | CH_3COO^- | $5,7 \times 10^{-10}$ [2] |
| lão sulfato | SO_4^{2-} | $9,8 \times 10^{-11}$ [2] |

Bibliografia:

[1] J. Magalhães, "Elementos 11º ano", Santillana, Carnaxide, 2008.

[2] N. Maciel, M. M. Gradim, M. J. Campante, "Eu e a Química 11º ano", Porto Editora, Porto, 2004.

Constantes físicas

| Nome | Símbolo | Valor |
|---------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aceleração gravítica (latitude 45°, nível do mar) | g | 9,806 650 m s ⁻² [2] |
| (latitude 0°) | | 9,780 31 m s ⁻² [2] |
| (Greenwich) | | 9,811 70 m s ⁻² [2] |
| (Lisboa) | | 9,800 54 m s ⁻² [2] |
| (polo norte geográfico) | | 9,832 32 m s ⁻² [2] |
| Aceleração gravítica à superfície da Lua | g_L | 1,6 m s ⁻² |
| Carga elementar | e | 1,602 176 634 × 10 ⁻¹⁹ C [3] |
| Constante de Avogadro | N_A | 6,022 140 76 × 10 ²³ mol ⁻¹ [1] |
| Constante de Boltzmann | k | 1,380 649 × 10 ⁻²³ J K ⁻¹ [1] |
| Constante de Coulomb | K_0 | 8,987 4 × 10 ⁹ N m ² C ⁻² |
| Constante de Faraday | F | 9,648 533 99 × 10 ⁴ C mol ⁻¹ [1] |
| Constante dos gases ideais | R | 8,314 459 8 J K ⁻¹ mol ⁻¹ ou 1,987 17 cal K ⁻¹ mol ⁻¹ ou 0,082 056 atm dm ³ K ⁻¹ mol ⁻¹ |
| Constante de gravitação universal | G | 6,672 59 × 10 ⁻¹¹ m ³ kg ⁻¹ s ⁻² [1] ou N m ² kg ⁻² |
| Constante magnética | K_m | 1,000 0 × 10 ⁻⁷ m kg C ⁻² |
| Constante de Planck | h | 6,626 070 15 × 10 ⁻³⁴ J s [3] |
| Constante de Rydberg | R_H | 1,097 373 153 4 × 10 ⁷ m ⁻¹ [1] |
| Constante de Stefan-Boltzmann | σ | 5,670 51 × 10 ⁻⁸ W m ⁻² K ⁻⁴ [1] |
| Constante de Wien | B | 2,897 772 9 × 10 ⁻³ K m |
| Distância média Terra-Lua | r_{T-L} | 3,84 × 10 ⁸ m |
| Distância média Terra-Sol | r_{T-S} | 1,495 978 7 × 10 ¹¹ m [2] |
| Massa da atmosfera terrestre | $m_{atmosfera}$ | 5,270 × 10 ¹⁸ kg [2] |
| Massa da Lua | m_L | 7,36 × 10 ²² kg |
| Massa da Terra | m_T | 5,976 × 10 ²⁴ kg [2] |
| Massa do eletrão em repouso | m_e | 9,109 389 7 × 10 ⁻³¹ kg [1] |
| Massa do neutrão em repouso | m_n | 1,674 928 6 × 10 ⁻²⁷ kg [1] |
| Massa do próton em repouso | m_p | 1,672 623 1 × 10 ⁻²⁷ kg [1] |
| Massa do Sol | m_S | 1,98 × 10 ³⁰ kg |
| Massa dos oceanos terrestres | $m_{oceanos}$ | 1,45 × 10 ²¹ kg [2] |
| Massa volúmica do ar seco (PTN) | ρ_{ar} | 1,292 8 kg m ⁻³ [2] |
| Massa volúmica da Terra | ρ_{Terra} | 5,518 kg m ⁻³ [2] |
| Período de rotação da Lua | $T_{R\ Lua}$ | 2,36 × 10 ⁶ s |
| Período de rotação da Terra | $T_{R\ Terra}$ | 8,16 × 10 ⁴ s |
| Período de translação da Lua | $T_{T\ Lua}$ | 2,36 × 10 ⁶ s |
| Período de translação da Terra | $T_{T\ Terra}$ | 3,16 × 10 ⁷ s |
| Permeabilidade do vácuo | μ_0 | 43,14 × 10 ⁻⁷ kg m s ⁻² A ⁻² ou 1,256 6 × 10 ⁻⁶ m kg C ⁻² |
| Permitividade do vácuo | ϵ_0 | 8,854 187 817 × 10 ⁻¹² kg ⁻¹ m ⁻³ s ⁻⁴ A ² [1] ou N ⁻¹ m ⁻² C ² |
| Pressão atmosférica normal | P | 1,0 atm ou 760 mmHg ou 1,013 25 × 10 ⁵ Pa [2] |
| Produto iónico da água | K_W | 1,00 × 10 ⁻¹⁴ |
| Raio da Lua | r_L | 1,74 × 10 ⁶ m |
| Raio da Terra (equatorial) | $r_{T\ equador}$ | 6,378 140 × 10 ⁶ m [2] |
| Raio da Terra (polar) | $r_{T\ polar}$ | 6,356 755 × 10 ⁶ m [2] |
| Raio de Bohr | a_0 | 5,291 772 49 × 10 ⁻¹¹ m [1] |

| | | |
|--------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------|
| Superfície terrestre | A_{Terra} | $5,101 \times 10^{-14} \text{ m}^2$ [2] |
| Temperatura à superfície do Sol | T_S | 5 775 K |
| Temperatura na coroa solar | T_C | 5×10^6 K |
| Unidade Astronómica | ua | $1,495\,978\,707\,00 \times 10^{11}$ m |
| Unidade de massa atómica | u | $1,660\,540\,2 \times 10^{-27}$ kg [1] |
| Velocidade da luz no vazio | c | $2,997\,924\,58 \times 10^8$ m s ⁻¹ [3] |
| Velocidade de translação da Terra (média) | v_{Terra} | $2,976\,6 \times 10^4$ m s ⁻¹ [2] |
| Velocidade do som no ar (seco, PTN) | v_{ar} | 331,4 m s ⁻¹ [2] |
| Volume da Terra | V_{Terra} | $1,083\,2$ m ³ [2] |
| Volume molar de um gás ideal (PTN) | V_m | $22,413\,962$ dm ³ mol ⁻¹ |
| Volume molar padrão de um gás ideal | V_m^0 | $24,465\,6$ dm ³ mol ⁻¹ |

Unidades: C = coulomb; J = joule; K = kelvin; kg = quilograma; m = metro; s = segundo; atm = atmosfera; cal = caloria; dm³ = decímetro cúbico

Bibliografia:

[1] <http://goldbook.iupac.org>, 21/03/2021.

[2] "Formulário – Físico-Químicas 9º ano", Porto Editora, 2000.

[3] [Decreto-Lei n.º 76/2020 de 25 de setembro](#).

Conversão de unidades

| | |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Carga elétrica | $1 \text{ C} = 1 \text{ A s}$ |
| Energia | $1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$ |
| | $1 \text{ J} = 1 \text{ N m}$ |
| | $1 \text{ eV} = 1,602 \text{ 176 634} \times 10^{-19} \text{ J}$ |
| Força | $1 \text{ N} = 1 \text{ kg m s}^{-2}$ |
| Frequência | $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$ |
| Potência | $1 \text{ W} = 1 \text{ J s}^{-1}$ |
| Potencial elétrico | $1 \text{ V} = 1 \text{ J C}^{-1}$ |
| Pressão | $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2}$ |
| | $1 \text{ atm} = 101,325 \text{ kPa} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr}$ |
| | $1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa}$ |
| Resistência elétrica | $1 \Omega = 1 \text{ V A}^{-1}$ |

Cores características de iões numa chama

| Nome do ião | Símbolo do ião | Cor observada |
|-------------|------------------|--------------------------------------------------------|
| Lítio | Li^+ | Vermelho carmesim ^[1] |
| Sódio | Na^+ | Amarelo ^[1,2] |
| Potássio | K^+ | Violeta ^[1,2] |
| Rubídio | Rb^+ | Vermelho arroxeado ^[1] |
| Césio | Cs^+ | Azul ^[1] |
| Magnésio | Mg^{2+} | Branco ^[1] |
| Cálcio | Ca^{2+} | Vermelho alaranjado ^[1] |
| Estrôncio | Sr^{2+} | Vermelho sangue ^[2] |
| Bário | Ba^{2+} | Verde claro ^[2] |
| Cobre | Cu^{2+} | Verde ^[1] Azul esverdeado ^[2] |

Bibliografia:

[1] C. Corrêa, A. Nunes, N. Almeida, "Química 11º ano", Porto Editora, Porto, 2000.

[2] A. R. Pereira, A. Pereira, "Exercícios Física e Química A", Texto Editores, 2020.

Energias de ionização (E_i)

| | Energia de ionização, E_i / kJ mol ⁻¹ | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| Ionização | ₁ H | ₂ He | ₃ Li | ₄ Be | ₅ B | ₆ C | ₇ N | ₈ O | ₉ F | ₁₀ Ne | ₁₁ Na |
| 1^a | 1 312 | 2 372 | 520 | 900 | 801 | 1 086 | 1 402 | 1 314 | 1 681 | 2 081 | 496 |
| 2^a | | 5 251 | 7 298 | 1 757 | 2 427 | 2 353 | 2 856 | 3 388 | 3 374 | 3 952 | 4 563 |
| 3^a | | | 11 815 | 14 849 | 3 660 | 4 621 | 4 578 | 5 301 | 6 051 | 6 122 | 6 913 |
| 4^a | | | | 21 007 | 25 026 | 6 223 | 7 475 | 7 469 | 8 404 | 9 370 | 9 544 |
| 5^a | | | | | 32 828 | 37 832 | 9 445 | 10 989 | 11 022 | 12 177 | 13 352 |
| 6^a | | | | | | 47 278 | 53 268 | 13 327 | 15 164 | 15 239 | 16 611 |
| 7^a | | | | | | | 64 362 | 71 337 | 17 868 | 19 999 | 20 115 |
| 8^a | | | | | | | | 84 080 | 92 040 | 23 069 | 25 491 |
| 9^a | | | | | | | | | 10 6437 | 115 382 | 28 934 |
| 10^a | | | | | | | | | | 131 435 | 141 367 |
| 11^a | | | | | | | | | | | 159 079 |

Bibliografia:

C. Corrêa, F. P. Basto, "Química 12^o ano – Guia do professor", Porto Editora, Porto, 2001.

Entalpias de formação (ΔH_f^0)

| Substância | Fórmula química | Estado | Entalpia de formação*, $\Delta H_f^0 / \text{kJ mol}^{-1}$ |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------|
| Ácido sulfúrico | H ₂ SO ₄ | líquido | -814,0 |
| Água | H ₂ O | gasoso | -241,8 |
| | | líquido | -285,8 |
| Amoníaco | NH ₃ | gasoso | -46,1 |
| Benzeno | C ₆ H ₆ | gasoso | +82,9 |
| Butano | CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃ | gasoso | -126,2 |
| Carbonato de sódio | Na ₂ CO ₃ | gasoso | -1 131,0 |
| Cloreto de sódio | NaCl | aquoso | -407,0 |
| | | gasoso | -181,4 |
| | | líquido | -385,9 |
| | | sólido | -411,1 |
| Dióxido de azoto | NO ₂ | gasoso | +33,0 |
| Dióxido de carbono | CO ₂ | gasoso | -393,5 |
| Dióxido de enxofre | SO ₂ | gasoso | -297,0 |
| Dodecano | C ₁₂ H ₂₆ | gasoso | -291,0 |
| Etano | CH ₃ CH ₃ | gasoso | -84,7 |
| Etanol | CH ₃ CH ₂ OH | gasoso | -235,3 |
| | | líquido | -277,7 |
| Etileno (eteno) | CH ₂ CH ₂ | gasoso | +52,3 |
| Etino (acetileno) | CHCH | gasoso | +226,7 |
| Hidróxido de amónio | NH ₄ OH | aquoso | -80,8 |
| Hidróxido de sódio | NaOH | aquoso | -469,6 |
| | | sólido | -426,7 |
| Metano | CH ₄ | gasoso | -74,9 |
| Metanol | CH ₃ OH | gasoso | -200,7 |
| | | líquido | -238,7 |
| Monóxido de azoto | NO | gasoso | +90,0 |
| Monóxido de carbono | CO | gasoso | -110,5 |
| Nitrato de sódio | NaNO ₃ | aquoso | -446,2 |
| | | sólido | -424,8 |
| Octano | C ₈ H ₁₈ | gasoso | -208,5 |
| | | líquido | -250,0 |
| Peróxido de hidrogénio | H ₂ O ₂ | gasoso | -136,3 |
| Propano | CH ₃ CH ₂ CH ₃ | gasoso | -103,9 |
| (Propeno (propileno)) | C ₃ H ₆ | gasoso | +20,4 |
| Sílica | SiO ₂ | sólido | -911,0 |

*a 25 °C.

Bibliografia:

J. Magalhães, "Elementos 11º ano", Santillana, Carnaxide, 2008.

Indicadores ácido-base

| Indicador | Cor em solução ácida | Zona de viragem | Cor em solução básica |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Azul brilhante de cresilo | Vermelha | 0,0 – 1,0 ^[1] | Azul |
| α -naftolbenzeína | Incolor | 0,0 – 0,8 ^[1] | Amarela |
| Violeta de metilo | Amarela | 0,0 – 1,6 ^[2,5] 0,0 – 1,8 ^[1] 0,1 – 2,0 ^[4] | Azul-verde ^[1,2] Azul-púrpura ^[5] Azul ^[4] |
| Violeta de cristal | Amarela | 0,0 – 1,8 ^[5] | Azul-púrpura |
| Violeta de etilo | Amarela | 0,0 – 2,4 ^[1,5] | Azul |
| 2-((p-(dimetilamino)fenil)azo)piridina (1ª transição) | Amarela | 0,2 – 1,8 ^[5] | Azul |
| Verde malaquita | Amarela | 0,2 – 1,8 ^[4,5] | Verde-azulada |
| Vermelho de quinaldina | Incolor | 1,0 – 2,2 ^[2,5] | Vermelha |
| Vermelho de parametila | Incolor | 1,0 – 3,0 ^[5] | Vermelha |
| Azul de tornassol | Vermelho | 1,0 – 6,9 ^[5] | Azul-arroxeadada |
| Pentametoxi vermelho | Vermelha-violeta | 1,2 – 2,3 ^[2] | Incolor |
| Amarelo de metanil | Vermelha | 1,2 – 2,4 ^[5] | Amarela |
| 4-fenilazodifenilamina | Vermelha | 1,2 – 2,6 ^[5] | Amarela |
| Azul de timol (1ª transição) | Vermelha | 1,2 – 2,8 ^[1,2,3,4,5] | Amarela |
| Púrpura de metacresol (1ª transição) | Vermelha | 1,2 – 2,8 ^[1,4,5] | Amarela |
| Vermelho de cresol | Vermelha | 1,2 – 2,8 ^[1] | Amarela |
| Tropeolina OO | Vermelha ^[1] Vermelha-violeta ^[5] | 1,3 – 3,2 ^[1] | Amarela ^[1] Amarela alaranjada ^[5] |
| 4-O-tolilazo-O-toluidina | Laranja | 1,4 – 2,8 ^[5] | Amarela |
| Sal de sódio da eritrosina | Laranja | 2,2 – 3,6 ^[5] | Vermelha |
| Benzopurpurina 4B | Violeta | 2,2 – 4,2 ^[5] | Vermelha |
| 2,4-Dinitrofenol | Incolor | 2,4 – 4,0 ^[2] 2,8 – 4,0 ^[5] | Amarela |
| 2,6-Dinitrofenol | Incolor | 2,6 – 4,0 ^[5] | Amarela |
| N,N ^{'''} -dimetil-p-(m-tolilazo)anilina | Vermelha | 2,6 – 4,8 ^[5] | Amarela |
| Azul de bromofenol | Amarela | 2,8 – 4,6 ^[1] | Azul |
| Amarelo de metilo | Vermelha | 2,9 – 4,0 ^[2,5] | Amarela |
| 4-dimetilaminoazobenzeno | Vermelha | 2,9 – 4,0 ^[1] | Laranja-vermelha |
| Ácido 4,4'-bis(2-amino-1-naftilazo)2,2'-stilbenedissulfônico | Azul-púrpura | 3,0 – 4,0 ^[5] | Vermelha |
| Sal de potássio do éster etílico da tetrabromofenoltaleína | Amarela | 3,0 – 4,2 ^[5] | Vermelha |
| Azul de bromofenol | Amarela | 3,0 – 4,6 ^[2,4,5] | Azul-violeta ^[2] Azul ^[4] Violeta ^[5] |
| Azul de tetrabromofenol | Amarela | 3,0 – 4,6 ^[2] | Azul |
| Vermelho do Congo | Azul ^[2,5] Violeta ^[1] | 3,0 – 5,0 ^[2] 3,0 – 5,2 ^[1,5] | Vermelha |
| Alaranjado de metilo ^[1,2,3,4] /Heliantina ^[4] | Vermelha | 3,1 – 4,4 ^[1,3,5] 3,2 – 4,4 ^[2] | Amarela ^[1,3,4,5] Laranja ^[2] |
| Solução de alaranjado de metila-xileno cianol | Azul-púrpura | 3,2 – 4,2 ^[5] | Verde |
| Alaranjado de etila | Vermelha | 3,4 – 4,8 ^[5] | Amarela |
| p-Etoxicrisoidina | Vermelha | 3,5 – 5,5 ^[2] | Amarela |

| Indicador | Cor em solução ácida | Zona de viragem | Cor em solução básica |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vermelho de α -Naftilo | Vermelha | 3,7 – 5,0 ^[2] | Amarela |
| Sulfato sódico de alizarina | Amarela | 3,7 – 5,0 ^[2] | Violeta |
| Verde de bromocresol | Amarela | 3,8 – 5,4 ^[1,2,3,4,5] | Azul |
| Vermelho de metilo | Vermelha | 4,2 – 6,3 ^[1,2,3] 4,4 – 6,2 ^[4,5] | Amarela |
| 2-((p-(dimetilamino)fenil)azo)piridina (2ª transição) | Vermelha | 4,4 – 5,6 ^[5] | Amarela |
| Monocloridrato de 4-(p-etoxifenilazo)-m-fenilenodiamina | Laranja | 4,4 – 5,8 ^[5] | Amarela |
| Lacmoide | Vermelha | 4,4 – 6,2 ^[5] | Azul |
| Vermelho de clorofenol | Amarela | 4,8 – 6,4 ^[1,4] 5,0 – 6,6 ^[5] | Vermelha ^[1,4] Violeta ^[5] |
| p-Nitrofenol | Incolor | 5,0 – 7,0 ^[2] 5,6 – 7,6 ^[4] | Amarela |
| Azolitmina | Vermelha | 5,0 – 8,0 ^[2] | Azul |
| Tornesol ^[1] /Tornassol (litmus) ^[4] | Vermelha | 5,0 – 8,0 ^[1,4] | Azul |
| Púrpura/Roxo de bromocresol | Amarela | 5,2 – 6,8 ^[1,2,5] | Púrpura/Roxa ^[1,2] Violeta ^[5] |
| Vermelho de bromofenol | Amarela | 5,2 – 6,8 ^[1] 5,2 – 7,0 ^[1] | Alaranjada-púrpura ^[1] Púrpura ^[5] |
| Vermelho de clorofenol | Amarela | 5,4 – 6,8 ^[2] | Vermelha |
| Alizarina | Amarela | 5,6 – 7,2 ^[1] | Vermelha |
| Azul de bromofenol | Amarela | 6,0 – 7,6 ^[2,5] | Azul |
| Azul de bromotimol | Amarela | 6,0 – 7,6 ^[1,3,4] | Azul |
| Vermelho de fenol | Amarela | 6,0 – 8,4 ^[2] 6,4 – 8,1 ^[4] 6,4 – 8,2 ^[1] 6,6 – 8,0 ^[5] | Vermelha |
| Vermelho neutro | Castanha ^[1] Vermelha ^[2,5] | 6,8 – 8,0 ^[1,2,5] | Amarela alaranjada ^[1,2] Amarela ^[5] |
| Ácido rosólico | Amarela | 6,8 – 8,0 ^[2] 6,8 – 8,2 ^[5] | Vermelha ^[2] Vermelha-carmim ^[5] |
| Púrpura de difenol | Amarela | 7,0 – 8,6 ^[1] | Violeta |
| Vermelho de cresol | Amarela | 7,2 – 8,8 ^[1,2] | Vermelha |
| α -Naftoltaleína | Amarela ^[2] Carmim ^[2] | 7,3 – 8,7 ^[1,2] | Azul ^[1] Verde ^[2] |
| Púrpura de metacresol (2ª transição) | Amarela | 7,4 – 9,0 ^[4,5] | Púrpura ^[4] Azul-púrpura ^[5] |
| Tropeolina <i>OOO</i> | Amarela | 7,6 – 8,9 ^[2] | Carmim |
| Azul de timol (2ª transição) | Amarela | 7,7 – 9,6 ^[3] 8,0 – 9,6 ^[1,2,4,5] | Azul |
| Fenoltaleína | Incolor | 8,1 – 10,0 ^[4] 8,2 – 9,8 ^[1] 8,2 – 10,0 ^[3,5] 8,3 – 10,0 ^[2] | Violeta avermelhada ^[1] Carmim ^[2,5] Vermelha ^[3,4] |
| o-Cresoltaleína | Incolor | 8,2 – 10,4 ^[5] | Vermelha-violeta ^[5] |
| α -Naftolbenzeína | Amarela | 8,2 – 10 ^[1] 9,0 – 11,0 ^[2] | Azul-verde ^[1] Azul ^[2] |
| Timoltaleína | Incolor | 9,3 – 10,5 ^[1,2,3,4] 9,4 – 10,6 ^[5] | Azul |
| Amarelo salicilol | Amarela | 10,0 – 12,0 ^[2] | Laranja acastanhada |

| Indicador | Cor em solução ácida | Zona de viragem | Cor em solução básica |
|--------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Amarelo de alizarina GG | Amarela clara | 10,0 – 12,1 ^[1] | Amarela acastanhada |
| Amarelo de alizarina R | Amarela | 10,0 – 12,0 ^[2,4] 10,1 – 12,0 ^[5] | Vermelha |
| Azul do Nilo | Azul | 10,1 – 11,1 ^[2] | Vermelha |
| Diazo violeta | Amarela | 10,1 – 12,0 ^[2] | Violeta |
| Azul-brilhante de cresilo | Azul | 10,8 – 12 ^[1] | Amarela |
| Azul de Poirrier | Azul | 11,0 – 13,0 ^[2] | Violeta rosada |
| Nitramina | Incolor | 11,0 – 13,0 ^[2] | Laranja acastanhada |
| Tropeolina O | Amarela | 11,0 – 13,0 ^[2] 11,1 – 12,7 ^[5] | Laranja acastanhada |
| Carmim azul ^[2] /de Indigo ^[4,5] | Azul | 11,4 – 13,0 ^[2,4,5] | Amarela esverdeada ^[2] Amarela ^[4,5] |
| Azul de épsilon | Alaranjada | 11,6 – 13 ^[1] | Violeta |
| Ácido trinitrobenzóico | Incolor | 12,0 – 13,4 ^[2] | Laranja avermelhada |

Bibliografia:

[1] T. S. Simões, M. A. Queirós, M. O. Simões, "Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco II", Porto Editora, Porto, 2003.

[2] A. Costa, A. M. Ferreira, A. M. Costa, "Química 12º ano", Plátano Editora, Lisboa, 2009.

[3] V. M. S. Gil, "Química 12º ano", Plátano Editora, Lisboa, 1997.

[4] C. Corrêa, F. P. Basto, "Química 12º ano – Guia do professor", Porto Editora, Porto, 2001.

[5] https://pt.wikipedia.org/wiki/Indicador_de_pH, 14/04/2016.

Índices de refração (n)

| Meio material | Índice de refração, n |
|------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Vazio | 1,000 00 ^[5] 1,000 ^[3] |
| Ar (PTN) | 1,00 ^[2] 1,000 29 ^[1,4,5] |
| Dióxido de carbono (0 °C) | 1,000 ^[3] 1,000 45 ^[5] |
| Gelo (0 °C) | 1,309 ^[3,4] 1,31 ^[1] |
| Água (20 °C) | 1,33 ^[2,5] 1,333 ^[1,3] |
| Etanol | 1,36 ^[1,2,5] 1,361 ^[3,4] |
| Silício amorfo | 1,458 4 ^[1] |
| Tetracloro de carbono | 1,46 ^[1] |
| Azeite | 1,470 ^[3] |
| Glicerina | 1,47 ^[2] |
| Terebentina | 1,472 ^[1] |
| Acrílico | 1,49 ^[2] |
| Benzeno | 1,501 ^[1] |
| Vidro | 1,50 ^[2] 1,520 ^[3] |
| Plexiglass | 1,51 ^[1] |
| Vidro <i>crow</i> n | 1,52 ^[1,4,5] |
| Cloreto de sódio | 1,54 ^[5] 1,544 ^[1,3] |
| Poliestireno | 1,55 ^[4,5] 1,59 ^[1] |
| Vidro <i>flint</i> pouco denso | 1,58 ^[1] |
| Bissulfito de carbono | 1,628 ^[1] |
| Vidro <i>flint</i> muito denso | 1,62 ^[5] 1,66 ^[1] |
| Safira | 1,77 ^[5] |
| Vidro <i>flint</i> com lantanídeos | 1,80 ^[1] |
| Zircónio | 1,923 ^[1] |
| Fabulite | 2,409 ^[1] |
| Diamante | 2,418 ^[1] |
| | 2,419 ^[3] |
| | 2,42 ^[2,4,5] |
| Rutilio | 2,907 ^[1] |
| Fosfito de gálio | 3,50 ^[1] |

Valores [1,4] obtidos para um comprimento de onda de 589 nm.

Índices de refração da água (20 °C)

| Comprimento de onda / nm | Índice de refração, n |
|--------------------------|-------------------------|
| 226,5 | 1,393 36 ^[4] |
| 361,05 | 1,347 95 ^[4] |
| 404,41 | 1,343 15 ^[4] |
| 589 | 1,33 ^[2] |
| | 1,333 ^[1,3] |
| 632,8 | 1,332 11 ^[4] |
| 1013,98 | 1,325 24 ^[4] |

Bibliografia:

- [1] E. Hecht, "Óptica", Fundação Calouste Gulbenkian, 3ª edição, Lisboa, 2012.
- [2] N. Maciel, M. C. Marques, C. Azevedo, A. Cação, A. Magalhães, "Eu e a Física 11", Porto Editora, Porto, 2016.
- [3] A. Oliveira, C. Moura, J. C. Leme, L. Cunha, P. C. Silva, "Física 11", Raiz Editora, Lisboa, 2016.
- [4] M. R. Correia, G. Bastos, J. A. Costa, P. Ornelas, P. Sol, "+Física 11", Santillana, Barcarena, 2016.
- [5] A. Costa, A. Moisão, F. Caeiro, "Novo Ver+ - Física A 11º ano", Plátano Editora, Lisboa, 2011.

Iões

| Catiões | |
|------------------|-------------------------------|
| Alumínio | Al ³⁺ |
| Amônio | NH ₄ ⁺ |
| Bário | Ba ²⁺ |
| Berílio | Be ²⁺ |
| Bismuto | Bi ³⁺ |
| Boro | B ³⁺ |
| Cádmio | Cd ²⁺ |
| Cálcio | Ca ²⁺ |
| Césio | Cs ⁺ |
| Chumbo | Pb ²⁺ |
| Cobalto (II) | Co ²⁺ |
| Cobalto (III) | Co ³⁺ |
| Cobre (I) | Cu ⁺ |
| Cobre (II) | Cu ²⁺ |
| Crômio (III) | Cr ³⁺ |
| Estanho (II) | Sn ²⁺ |
| Estanho (IV) | Sn ⁴⁺ |
| Estrôncio | Str ²⁺ |
| Ferro (II) | Fe ²⁺ |
| Ferro (III) | Fe ³⁺ |
| Gálio | Ga ³⁺ |
| Hidrogénio | H ⁺ |
| Lítio | Li ⁺ |
| Magnésio | Mg ²⁺ |
| Manganésio (II) | Mn ²⁺ |
| Manganésio (III) | Mn ³⁺ |
| Mercúrio (I) | Hg ₂ ²⁺ |
| Mercúrio (II) | Hg ²⁺ |
| Níquel (II) | Ni ²⁺ |
| Níquel (III) | Ni ³⁺ |
| Ouro (I) | Au ⁺ |
| Ouro (III) | Au ³⁺ |
| Oxónio | H ₃ O ⁺ |
| Platina (II) | Pt ²⁺ |
| Potássio | K ⁺ |
| Prata (I) | Ag ⁺ |
| Prata (II) | Ag ²⁺ |
| Rádio | Ra ²⁺ |
| Sódio | Na ⁺ |
| Vanádio (V) | V ⁵⁺ |
| Zinco | Zn ²⁺ |

| Aniões | | | |
|------------------------|------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------|
| Acetato | CH ₃ CO ₂ ⁻ | Hipiodito | IO ⁻ |
| Aluminato | AlO ₂ ⁻ | Iodato | IO ₃ ⁻ |
| Antimonato | SbO ₄ ³⁻ | Iodeto | I ⁻ |
| Antimonito | SbO ₃ ³⁻ | Manganato | MnO ₄ ²⁻ |
| Arsenato | AsO ₄ ³⁻ | Metafosfato | PO ₃ ⁻ |
| Arsenito | AsO ₃ ³⁻ | Nitrato | NO ₃ ⁻ |
| Borato | BO ₃ ³⁻ | Nitreto | N ³⁻ |
| Bromato | BrO ₃ ⁻ | Nitrito | NO ₂ ⁻ |
| Brometo | Br ⁻ | Ortosilicato | SiO ₄ ⁴⁻ |
| Bromito | BrO ₂ ⁻ | Oxalato | C ₂ O ₄ ²⁻ |
| Carbonato | CO ₃ ²⁻ | Óxido | O ²⁻ |
| Cianato | CNO ⁻ | Perclorato | ClO ₄ ⁻ |
| Cianeto | CN ⁻ | Periodato | IO ₄ ⁻ |
| Clorato | ClO ₃ ⁻ | Permanganato | MnO ₄ ⁻ |
| Cloreto | Cl ⁻ | Peróxido | O ₂ ²⁻ |
| Clorito | ClO ₂ ⁻ | Persulfato | S ₂ O ₈ ²⁻ |
| Cromato | CrO ₄ ²⁻ | Pirofosfato | P ₂ O ₇ ⁴⁻ |
| Dicromato | Cr ₂ O ₇ ²⁻ | Silicato | SiO ₃ ²⁻ |
| Di-hidrogenofosfato | H ₂ PO ₄ ⁻ | Sulfato | SO ₄ ²⁻ |
| Estanato | SnO ₃ ²⁻ | Sulfito | SO ₃ ²⁻ |
| Estanito | SnO ₂ ²⁻ | Sulfureto | S ²⁻ |
| Fluoreto | F ⁻ | Tetrationato | S ₄ O ₈ ²⁻ |
| Fosfato | PO ₄ ³⁻ | Tiocianato | SCN ⁻ |
| Fosfeto | P ³⁻ | Tiosulfato | S ₂ O ₃ ²⁻ |
| Fosfito | PO ₃ ³⁻ | Tiosulfito | S ₂ O ₂ ²⁻ |
| Ftalato | C ₈ H ₄ O ₄ ²⁻ | Triiodeto | I ₃ ⁻ |
| Hexacianoferrato (II) | Fe(CN) ₆ ⁴⁻ | Zincato | ZnO ₂ ²⁻ |
| Hexacianoferrato (III) | Fe(CN) ₆ ³⁻ | | |
| Hidreto | H ⁻ | | |
| Hidrogenocarbonato | HCO ₃ ⁻ | | |
| Hidrogenodifluoreto | HF ₂ ⁻ | | |
| Hidrogenofosfato | HPO ₄ ²⁻ | | |
| Hidrogenoftalato | HC ₈ H ₄ O ₄ ⁻ | | |
| Hidrogenossulfato | HSO ₄ ⁻ | | |
| Hidrogenossulfito | HSO ₃ ⁻ | | |
| Hidrogenossulfureto | HS ⁻ | | |
| Hidroperóxido | HO ₂ ⁻ | | |
| Hidróxido | HO ⁻ | | |
| Hipobromito | BrO ⁻ | | |
| Hipoclorito | ClO ⁻ | | |
| Hipofosfito | H ₂ PO ₂ ⁻ | | |

Massa volúmica da água

| Temperatura / °C | Massa volúmica / g cm ⁻³ |
|------------------|-------------------------------------|
| 100 | 0,958 4 |
| 80 | 0,971 8 |
| 60 | 0,983 2 |
| 40 | 0,992 2 |
| 30 | 0,995 65 |
| 29 | 0,996 00 ^[1] |
| 28 | 0,996 29 ^[1] |
| 27 | 0,996 57 ^[1] |
| 26 | 0,996 83 ^[1] |
| 25 | 0,997 10 ^[1] |
| 24 | 0,997 35 ^[1] |
| 23 | 0,997 59 ^[1] |
| 22 | 0,997 82 ^[1] |
| 21 | 0,998 04 ^[1] |
| 20 | 0,998 25 ^[1] |
| 19 | 0,998 45 ^[1] |
| 18 | 0,998 64 ^[1] |
| 17 | 0,998 82 ^[1] |
| 16 | 0,998 99 ^[1] |
| 15 | 0,999 14 ^[1] |
| 14 | 0,999 29 ^[1] |
| 13 | 0,999 41 ^[1] |
| 12 | 0,999 54 ^[1] |
| 11 | 0,999 64 ^[1] |
| 10 | 0,999 73 ^[1] |
| 9 | 0,999 81 ^[1] |
| 8 | 0,999 88 ^[1] |
| 7 | 0,999 93 ^[1] |
| 6 | 0,999 97 ^[1] |
| 5 | 0,999 99 ^[1] |
| 4 | 1,000 0 ^[1] |
| 3 | 0,999 99 ^[1] |
| 2 | 0,999 97 ^[1] |
| 1 | 0,999 93 ^[1] |
| 0 | 0,999 87 ^[1] |

Bibliografia:

[1] T. S. Simões, M. A. Queirós, M. O. Simões, "Há Química Entre Nós", Porto Editora, 1ª edição, Porto, 2015.

Massas volúmicas

| | Substância | Massa volúmica (4 °C) / g cm ⁻³ |
|----------|----------------|--------------------------------------------|
| Sólidos | Gelo | 0,9 ^[1] |
| | Alumínio | 2,70 ^[2] |
| | Zinco | 2,14 ^[2] |
| | Ferro | 7,87 ^[2] |
| | Cobre | 8,96 ^[2] |
| | Chumbo | 11,3 ^[2] |
| | Mercúrio | 13,5 ^[2] |
| Líquidos | Etanol | 0,79 ^[1,2] |
| | Parafina | 0,80 ^[1] |
| | Água | 1,0 ^[1,2] |
| | Éter dietílico | 1,04 ^[2] |
| | Glicerina | 1,3 ^[1] |
| Gases | Hidrogénio | 0,000 09 ^[1] |
| | Hélio | 0,000 18 ^[1] |
| | Ar | 0,001 3 ^[1] |
| | Oxigénio | 0,001 4 ^[1] |

Bibliografia:

[1] N. Maciel, A. Miranda, M. C. Marques, "Eu e o Planeta Azul – Viver Melhor na Terra", Porto Editora, Porto, 2008.

[2] M. C. Dantas, M. D. Ramalho, "Jogo de Partículas A – 10º ano – Caderno de Atividades Laboratoriais", Texto Editores, Lisboa, 2007.

Pontos de fusão e Pontos de ebulição

| Substância | p.f. / °C | p.e. / °C |
|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Acetato de sódio | 58 ^[2] | |
| Acetona | -94,6 ^[4] | 56 ^[3,6] |
| | -94 ^[6] | 56,5 ^[4] |
| | | 58,1 ^[8] |
| Ácido acético | 16,6 ^[4] | 117,9 ^[4] |
| Ácido acetilsalicílico | 135,6 ^[4] | |
| Ácido salicílico | 159 ^[8] | |
| Água | 0 | 100 |
| Alumínio | 660 ^[3,6,8] | 2 519 ^[9] |
| | | 2 520 ^[6] |
| Árgon | | -185,7 ^[2] |
| Azoto (N ₂) | -210 ^[6,10] | -196 ^[6,10] |
| Benzeno | 5,5 ^[4] | 80,1 ^[4] |
| Brometo de hidrogénio | | -67 ^[2] |
| Bromo (Br ₂) | | 58,8 ^[2] |
| Butano | | -0,6 ^[2] |
| | | -0,5 ^[1] |
| Cálcio | 850 ^[4] | 1 240 ^[4] |
| Carbonato de sódio | 34 ^[2] | |
| | 106 ^[8] | |
| Cloreto de hidrogénio | | -85 ^[2] |
| Cloreto de sódio | 801 ^[3,5,7,8] | 1 413 ^[7] |
| | | 1 470 ^[5] |
| Cloro (Cl ₂) | | -34,6 ^[2] |
| Clorofórmio | -63,6 ^[4] | 61,3 ^[4] |
| Chumbo | 327 ^[3,4,6,8] | 880 ^[4] |
| | | 1 744 ^[10] |
| | | 1 749 ^[6] |
| Cobalto | 44,1 ^[4] | 280 ^[4] |
| Cobre | 1 083 ^[3,4,6,10] | 2 336 ^[4] |
| | | 2 595 ^[6,10] |
| | | 2 927 ^[9] |
| 1 085 ^[8,9] | | |
| Crípton | | -152,9 ^[2] |
| Dióxido de carbono | -79 ^[7] | -78,3 ^[2] |
| | | -57 ^[7] |
| Dissulfureto de carbono | | 46,3 ^[2] |
| Enxofre | 112,8 ^[4] | |
| | 115 ^[9] | 444,6 ^[4] |
| | 115,82 ^[8] | 445 ^[9] |
| | 119 ^[3] | |
| Estanho | 232 ^[3] | |
| | 231,8 ^[4] | 2 270 ^[4] |
| Etano | | -89 ^[1] |
| Etanol | -117 ^[5,6,7] | 78 ^[2,3,5,7,10] |
| | -115 ^[10] | 78,3 ^[4,8] |
| | -112 ^[4] | 78,5 ^[6] |
| | | |
| Éter dietílico | -116 ^[6] | 35 ^[6] |
| Éter etílico | | 34,6 ^[8] |
| Ferro | 1 535 ^[4,5,7] | 2 750 ^[7] |
| | 1 536 ^[6] | 2 861 ^[9] |

| Substância | p.f. / °C | p.e. / °C |
|-----------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| | 1 538 ^[9] 1 540 ^[3] | 3 000 ^[5,6] |
| Flúor (F₂) | | -188 ^[2] |
| Fósforo (branco) | 327 ^[4] | 1 620 ^[4] |
| Grafite (carbono) | 3 652 ^[4] | |
| Hidrogénio (H₂) | -259 ^[6,10] | -253 ^[6] -252 ^[10] |
| Hidróxido de sódio | 64 ^[2] | |
| Hélio | -272 ^[9] | -269 ^[9] -268,9 ^[2] |
| Iodeto de hidrogénio | | -36 ^[2] |
| Iodo (I₂) | 114 ^[6,9] | 184 ^[6,9] 184,4 ^[2] |
| Magnésio | 650 ^[9] 657 ^[4] | 1 090 ^[9] 1 107 ^[4] |
| Mercúrio | -39 ^[6,10] | 357 ^[2,6,10] |
| Metano | | -184 ^[2] -162 ^[1] |
| Metanol | | 65 ^[2] |
| Naftaleno | 80,2 ^[4,8] | 128 ^[8] 217,9 ^[4] |
| Néon | | -245,9 ^[2] |
| Oxigénio (O₂) | -219 ^[6] -214 ^[10] | -183 ^[6,10] |
| Pentano | | 36 ^[1] |
| Platina | 1 773 ^[4] | 4 300 ^[4] |
| Potássio | 63 ^[7] 220 ^[4] | 759 ^[7] 760 ^[4] |
| Prata | 960 ^[4] 962 ^[10] | 1 950 ^[4] 2 050 ^[10] |
| Propano | | -42 ^[1] |
| Sódio | 97,7 ^[4] 98 ^[7] | 880 ^[4] 883 ^[7] |
| Sulfato de sódio | 32 ^[2] | |
| Sulfureto de carbono | | 76,1 ^[8] |
| Tetracloro de carbono | -22,6 ^[4] | 76,7 ^[4] 76,8 ^[8] |
| Tiosulfato de sódio | 48 ^[2] | |
| Tungsténio | 3 410 ^[3] | |
| Xénon | | -107,1 ^[2] |
| Zinco | 419 ^[6] 419,4 ^[4] | 906 ^[6] 907 ^[4] |

Valores a 1 atm.

Bibliografia:

- [1] V. M. S. Gil, "Química 12º ano", Plátano Editora, Lisboa, 1997.
 [2] D. Reger, S. Goode, E. Mercer, "Química: Princípios e Aplicações", Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2010.
 [3] C. Fiolhais, M. Fiolhais, V. Gil, J. Paiva, C. Morais, S. Costa, "7 CFQ", Texto Editores, Lisboa, 2006.
 [4] M. N. G. C. Cavaleiro, M. D. Beleza, "FQ – Dossiê Prof", Edições Asa, Porto, 2008.
 [5] A. C. Cruz, N. Nunes, "Acção(Re)Acção 7", Areal Editores, Perafita, 2006.
 [6] A. A. Rebelo, F. Rebelo, "Terra.lab – Parte 2", Lisboa Editora, Lisboa, 2006.
 [7] A. M. Morais, M. M. M. Costa, "Ciências Físico-Químicas", A Folha Cultural, Lisboa, 2006.
 [8] M. C. Dantas, M. D. Ramalho, "Jogo de Partículas A – Caderno de Atividades Laboratoriais", Texto Editores, Lisboa, 2013.
 [9] C. Fiolhais, M. Fiolhais, V. Gil, J. Paiva, C. Morais, S. Costa, "9 CFQ", Texto Editores, Lisboa, 2008.
 [10] M. T. M. de Sá, "Física 10º ano", Texto Editora, Lisboa, 1999.

Potenciais padrão de redução

| | Agente oxidante | Agente redutor | E^0 (25 °C) / V |
|-------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------|
| ↑ Poder oxidante crescente | F_2 (g) | $+ 2 e^- \rightarrow 2 F^-$ (aq) | +2,87 ^[1] |
| | O_3 (g) + 2 H^+ (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow O_2$ (g) + H_2O (l) | +2,07 |
| | $S_2O_8^{2-}$ (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow 2 SO_4^{2-}$ (aq) | +2,01 |
| | Co^{3+} (aq) | $+ e^- \rightarrow Co^{2+}$ (aq) | +1,82 |
| | H_2O_2 (aq) + 2 H^+ (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow 2 H_2O$ (l) | +1,77 |
| | $PbSO_2$ (s) + 4 H^+ (aq) + SO_4^{2-} (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow PbSO_4$ (s) + 2 H_2O (l) | +1,70 |
| | Ce^{4+} (aq) | $+ e^- \rightarrow Ce^{3+}$ (aq) | +1,61 ^[1] |
| | MnO_4^- (aq) + 8 H^+ (aq) | $+ 5 e^- \rightarrow Mn^{2+}$ (aq) + 4 H_2O (l) | +1,51 ^[1] |
| | Au^{3+} (aq) | $+ 3 e^- \rightarrow Au$ (s) | +1,50 |
| | Cl_2 (g) | $+ 2 e^- \rightarrow 2 Cl^-$ (aq) | +1,36 ^[1] |
| | $Cr_2O_7^{2-}$ (aq) + 14 H^+ (aq) | $+ 6 e^- \rightarrow 2 Cr^{3+}$ (aq) + 7 H_2O (l) | +1,33 |
| | MnO_2 (s) + 4 H^+ (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow Mn^{2+}$ (aq) + 2 H_2O (l) | +1,229 |
| | O_2 (g) + 4 H^+ (aq) | $+ 4 e^- \rightarrow 2 H_2O$ (l) | +1,23 ^[1] |
| | Br_2 (l) | $+ 2 e^- \rightarrow 2 Br^-$ (aq) | +1,06 ^[1] |
| | NO_3^- (aq) + 4 H^+ (aq) | $+ 3 e^- \rightarrow NO$ (g) + 2 H_2O (l) | +0,96 ^[1] |
| | H_2O_2 (l) | $+ 2 e^- \rightarrow 2 OH^-$ (aq) | +0,95 |
| | Hg_2^{2+} (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow 2 Hg$ (l) | +0,85 |
| | Ag^+ (aq) | $+ e^- \rightarrow Ag$ (s) | +0,80 ^[1] |
| | Fe^{3+} (aq) | $+ e^- \rightarrow Fe^{2+}$ (aq) | +0,77 ^[1] |
| | O_2 (g) + 2 H^+ (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow H_2O_2$ (aq) | +0,68 |
| | MnO_4^- (aq) + 2 H_2O (l) | $+ 3 e^- \rightarrow MnO_2$ (s) + 4 OH^- (aq) | +0,59 |
| | I_2 (s) | $+ 2 e^- \rightarrow 2 I^-$ (aq) | +0,54 ^[1] |
| | Cu^+ (aq) | $+ e^- \rightarrow Cu$ (s) | +0,521 |
| | O_2 (g) + 2 H_2O (l) | $+ 4 e^- \rightarrow 4 OH^-$ (aq) | +0,40 ^[1] |
| | Cu^{2+} (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow Cu$ (s) | +0,34 ^[1] |
| | $AgCl$ (s) | $+ 2 e^- \rightarrow Ag$ (s) + Cl^- (aq) | +0,222 ^[1] |
| | SO_4^{2-} (aq) + 4 H^+ (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow SO_2$ (g) + 2 H_2O (l) | +0,20 |
| | Cu^{2+} (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow Cu^+$ (s) | +0,15 |
| | Sn^{4+} (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow Sn^{2+}$ (aq) | +0,15 ^[1] |
| | 2 H^+ (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow H_2$ (g) | +0,000 ^[1] |
| | CrO_4^{2-} (aq) + 4 H_2O (l) | $+ 3 e^- \rightarrow Cr(OH)_3$ (s) + 5 OH^- (aq) | -0,12 |
| | Pb^{2+} (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow Pb$ (s) | -0,126 ^[1] |
| | Sn^{2+} (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow Sn$ (s) | -0,136 |
| | Ni^{2+} (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow Ni$ (s) | -0,25 ^[1] |
| | Co^{2+} (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow Co$ (s) | -0,28 |
| | $PbSO_4$ (s) | $+ 2 e^- \rightarrow Pb$ (s) + SO_4^{2-} (aq) | -0,31 |
| | Cd^{2+} (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow Cd$ (s) | -0,40 |
| | Cr^{3+} (aq) | $+ e^- \rightarrow Cr^{2+}$ (s) | -0,41 ^[1] |
| | Fe^{2+} (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow Fe$ (s) | -0,44 ^[1] |
| | $Ni(OH)_2$ (s) | $+ 2 e^- \rightarrow Ni$ (s) + 2 OH^- (aq) | -0,72 |
| Cr^{3+} (aq) | $+ 3 e^- \rightarrow Cr$ (s) | -0,74 | |
| Zn^{2+} (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow Zn$ (s) | -0,76 ^[1] | |
| 2 H_2O (l) | $+ 2 e^- \rightarrow H_2$ (g) + 2 OH^- (aq) | -0,83 ^[1] | |
| Mn^{2+} (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow Mn$ (s) | -1,18 | |
| Al^{3+} (aq) | $+ 3 e^- \rightarrow Al$ (s) | -1,66 ^[1] | |
| Be^{2+} (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow Be$ (s) | -1,85 | |
| H_2 (g) | $+ 2 e^- \rightarrow 2 H^-$ (g) | -2,25 | |
| Mg^{2+} (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow Mg$ (s) | -2,37 ^[1] | |
| Na^+ (aq) | $+ e^- \rightarrow Na$ (s) | -2,714 ^[1] | |
| Ca^{2+} (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow Ca$ (s) | -2,87 | |
| Sr^{2+} (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow Sr$ (s) | -2,89 | |
| Ba^{2+} (aq) | $+ 2 e^- \rightarrow Ba$ (s) | -2,90 ^[1] | |
| K^+ (aq) | $+ e^- \rightarrow K$ (s) | -2,93 | |
| Li^+ (aq) | $+ e^- \rightarrow Li$ (s) | -3,045 ^[1] | |

Bibliografia:

[1] D. Reger, S. Goode, E. Mercer, "Química: Princípios e Aplicações", Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2010.

Prefixos

| Fator | Prefixo | Símbolo |
|------------------------------------------------|---------|---------|
| 10^{-24} = 0,000 000 000 000 000 000 000 001 | yocto | y |
| 10^{-21} = 0,000 000 000 000 000 000 000 001 | zepto | z |
| 10^{-18} = 0,000 000 000 000 000 000 001 | atto | a |
| 10^{-15} = 0,000 000 000 000 001 | femto | f |
| 10^{-12} = 0,000 000 000 001 | pico | p |
| 10^{-9} = 0,000 000 001 | nano | n |
| 10^{-6} = 0,000 001 | micro | μ |
| 10^{-3} = 0,00 1 | mili | m |
| 10^{-2} = 0,01 | centi | c |
| 10^{-1} = 0,1 | deci | d |
| 10^0 = 1 | | |
| 10^1 = 10 | deca | da |
| 10^2 = 100 | hecto | h |
| 10^3 = 1 000 | quilo | k |
| 10^6 = 1 000 000 | mega | M |
| 10^9 = 1 000 000 000 | giga | G |
| 10^{12} = 1 000 000 000 000 | tera | T |
| 10^{15} = 1 000 000 000 000 000 | peta | P |
| 10^{18} = 1 000 000 000 000 000 000 | exa | E |
| 10^{21} = 1 000 000 000 000 000 000 000 | zetta | Z |
| 10^{24} = 1 000 000 000 000 000 000 000 000 | yotta | Y |

Produto iónico da água (K_w)

| Temperatura / °C | K_w ($\times 10^{-14}$) |
|------------------|-----------------------------|
| 100 | 48 ^[1] |
| | 51,3 ^[2,3] |
| | 63,1 ^[4] |
| 75 | 19 ^[1] |
| 60 | 9,55 ^[2] |
| | 9,6 ^[3] |
| | 9,95 ^[4] |
| | 10 ^[1] |
| 50 | 5,30 ^[1,4] |
| | 5,47 ^[2] |
| | 5,5 ^[3] |
| 40 | 2,71 ^[2] |
| | 2,72 ^[1,4] |
| | 2,9 ^[3] |
| 30 | 1,46 ^[1,4] |
| | 1,47 ^[2] |
| 25 | 1,0 ^[1,2,3,4] |
| 20 | 0,67 ^[2] |
| | 0,68 ^[1,4] |
| 18 | 0,58 ^[1] |
| 10 | 0,29 ^[1,2,3,4] |
| 0 | 0,11 ^[1,2,3,4] |

Bibliografia:

[1] M. G. Lourenço, V. Tadeu, "Química 10º", Porto Editora, Porto, 2000.

[2] J. Magalhães, "Elementos 11º ano", Santillana, Carnaxide, 2008.

[3] R. P. Pinto, M. M. Amado, F. N. Appelt, "Física e Química A 11º ano", ASA Editores, Porto, 2007.

[4] C. Corrêa, F. P. Basto, "Química 12º ano – Guia do professor", Porto Editora, Porto, 2001.

Produtos de solubilidade (K_s)

| Produtos de solubilidade (solução aquosa, 25 °C) | | |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Substância | Fórmula | K_s |
| Azoteto de cobre (II) | $\text{Cu}(\text{N}_3)_2$ | $6,3 \times 10^{-10}$ [1] |
| Brometo de chumbo (II) | PbBr_2 | $6,3 \times 10^{-6}$ [2] |
| Brometo de platina (IV) | PtBr_4 | $3,2 \times 10^{-41}$ [1] |
| Brometo de prata (I) | AgBr | $3,3 \times 10^{-13}$ [2] $5,0 \times 10^{-13}$ [1] |
| Carbonato de bário | BaCO_3 | $5,0 \times 10^{-9}$ [1] $8,1 \times 10^{-9}$ [2] |
| Carbonato de cálcio | CaCO_3 | $3,8 \times 10^{-9}$ [2] $4,5 \times 10^{-9}$ [1] |
| Carbonato de cádmio | CdCO_3 | $1,0 \times 10^{-8}$ [2] |
| Carbonato de chumbo (II) | PbCO_3 | $7,4 \times 10^{-14}$ [1] $1,5 \times 10^{-13}$ [1] |
| Carbonato de cobalto | CoCO_3 | $8,0 \times 10^{-13}$ [2] |
| Carbonato de cobre | CuCO_3 | $2,5 \times 10^{-10}$ [2] |
| Carbonato de ferro (II) | FeCO_3 | $3,5 \times 10^{-11}$ [1,2] |
| Carbonato de lítio | Li_2CO_3 | $2,5 \times 10^{-2}$ [1] |
| Carbonato de magnésio | MgCO_3 | $3,5 \times 10^{-8}$ [1] $4,0 \times 10^{-8}$ [2] |
| Carbonato de níquel | NiCO_3 | $6,6 \times 10^{-9}$ [2] |
| Carbonato de prata (I) | AgCO_3 | $8,1 \times 10^{-12}$ [2] |
| Carbonato de zinco | ZnCO_3 | $1,5 \times 10^{-11}$ [2] |
| Cianeto de mercúrio (I) | $\text{Hg}_2(\text{CN})_2$ | $5,0 \times 10^{-40}$ [1] |
| Cloreto de chumbo (II) | PbCl_2 | $1,5 \times 10^{-5}$ [1] $1,7 \times 10^{-5}$ [2] |
| Cloreto de cobre (I) | CuCl | $1,9 \times 10^{-7}$ [1,2] |
| Cloreto de mercúrio (I) | Hg_2Cl_2 | $1,1 \times 10^{-18}$ [1] |
| Cloreto de ouro (I) | AuCl | $2,0 \times 10^{-13}$ [1] |
| Cloreto de ouro (III) | AuCl_3 | $3,2 \times 10^{-25}$ [1] |
| Cloreto de prata (I) | AgCl | $1,7 \times 10^{-10}$ [1] $1,8 \times 10^{-10}$ [2] |
| Cromato de bário | BaCrO_4 | $1,2 \times 10^{-10}$ [1] $2,0 \times 10^{-10}$ [2] |
| Cromato de cálcio | CaCrO_4 | $7,1 \times 10^{-4}$ [2] |
| Cromato de chumbo | PbCrO_4 | $1,8 \times 10^{-14}$ [1,2] |
| Cromato de prata (I) | Ag_2CrO_4 | $1,2 \times 10^{-12}$ [1] $9,0 \times 10^{-12}$ [2] |
| Cromato de prata (II) | AgCrO_4 | $2,4 \times 10^{-12}$ [1] |
| Dicloreto de chumbo | PbCl_2 | $1,5 \times 10^{-5}$ [1] |
| Difosfato de ferro (III) | $\text{Fe}_4(\text{P}_2\text{O}_7)_3$ | $2,5 \times 10^{-23}$ [1] |
| Diiodeto de chumbo | PbI_2 | $8,0 \times 10^{-9}$ [1] |
| Fluoreto de bário | BaF_2 | $1,7 \times 10^{-6}$ [1,2] |
| Fluoreto de cálcio | CaF_2 | $3,9 \times 10^{-11}$ [2] |
| Fluoreto de chumbo | PbF_2 | $3,7 \times 10^{-8}$ [2] |
| Fluoreto de lítio | LiF | $1,7 \times 10^{-3}$ [1] |
| Fosfato de alumínio | AlPO_4 | $1,3 \times 10^{-20}$ [1] $5,8 \times 10^{-19}$ [1] |
| Fosfato de bário | $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ | $1,3 \times 10^{-29}$ [2] |
| Fosfato de cálcio | $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ | $1,0 \times 10^{-25}$ [2] |

| Produtos de solubilidade (solução aquosa, 25 °C) | | |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Substância | Fórmula | K_s |
| Fosfato de prata (I) | Ag ₃ PO ₄ | 1,3 × 10 ⁻²⁰ [2] |
| Fosfato de zircônio (IV) | Zr ₃ (PO ₄) ₄ | 1,0 × 10 ⁻¹³² [1] |
| Hidrogenofosfato de bário | BaHPO ₄ | 4,0 × 10 ⁻⁸ [1] |
| Hidróxido de alumínio | Al(OH) ₃ | 1,9 × 10 ⁻³³ [2] 2,7 × 10 ⁻³² [1] |
| Hidróxido de cálcio | Ca(OH) ₂ | 7,9 × 10 ⁻⁶ [1,2] |
| Hidróxido de cádmio | Cd(OH) ₂ | 1,2 × 10 ⁻¹⁴ [2] |
| Hidróxido de chumbo | Pb(OH) ₂ | 2,8 × 10 ⁻¹⁶ [2] |
| Hidróxido de cobalto | Co(OH) ₂ | 2,5 × 10 ⁻¹⁶ [2] |
| Hidróxido de cobre | Cu(OH) ₂ | 1,6 × 10 ⁻¹⁹ [2] |
| Hidróxido de estanho (II) | Sn(OH) ₂ | 2,0 × 10 ⁻²⁶ [2] |
| Hidróxido de estanho (IV) | Sn(OH) ₄ | 1,0 × 10 ⁻⁵⁷ [2] |
| Hidróxido de ferro (II) | Fe(OH) ₂ | 7,9 × 10 ⁻¹⁵ [1,2] |
| Hidróxido de ferro (III) | Fe(OH) ₃ | 1,5 × 10 ⁻³⁹ [1,2] |
| Hidróxido de magnésio | Mg(OH) ₂ | 9,0 × 10 ⁻¹² [1] 1,5 × 10 ⁻¹¹ [2] |
| Hidróxido de mercúrio (II) | Hg(OH) ₂ | 2,5 × 10 ⁻²⁶ [2] |
| Hidróxido de níquel | Ni(OH) ₂ | 2,8 × 10 ⁻¹⁶ [2] |
| Hidróxido de paládio (IV) | Pd(OH) ₄ | 6,3 × 10 ⁻⁷¹ [1] |
| Hidróxido de platina (II) | Pt(OH) ₂ | 1,0 × 10 ⁻³⁵ [1] |
| Hidróxido de zinco | Zn(OH) ₂ | 1,9 × 10 ⁻¹⁷ [1] 4,5 × 10 ⁻¹⁷ [2] |
| Iodato de crômio (III) | Cr(IO ₃) ₃ | 5,0 × 10 ⁻⁶ [1] |
| Iodeto de bismuto | BiI ₃ | 8,1 × 10 ⁻¹⁹ [1] |
| Iodeto de chumbo | PbI ₂ | 8,0 × 10 ⁻⁹ [1] 8,7 × 10 ⁻⁹ [2] |
| Iodeto de cobre (I) | CuI | 1,0 × 10 ⁻¹² [1] 5,1 × 10 ⁻¹² [2] |
| Iodeto de mercúrio (II) | HgI ₂ | 4,0 × 10 ⁻²⁹ [2] |
| Iodeto de prata (I) | AgI | 8,3 × 10 ⁻¹⁷ [1] 1,5 × 10 ⁻¹⁶ [2] |
| Oxalato de magnésio | MgC ₂ O ₄ | 8,6 × 10 ⁻⁵ [2] |
| Oxalato de níquel | NiC ₂ O ₄ | 4,0 × 10 ⁻¹⁰ [1,2] |
| Periodato de potássio | KIO ₄ | 3,7 × 10 ⁻⁴ [1] |
| Permanganato de cério | CsMnO ₄ | 8,3 × 10 ⁻⁵ [1] |
| Sesquissulfureto de antimônio | Sb ₂ S ₃ | 1,0 × 10 ⁻⁹³ [1] |
| Sesquissulfureto de bismuto | Bi ₂ S ₃ | 1,0 × 10 ⁻⁹⁷ [1] |
| Sulfato de bário | BaSO ₄ | 1,0 × 10 ⁻¹⁰ [1] 1,1 × 10 ⁻¹⁰ [2] |
| Sulfato de cálcio | CaSO ₄ | 2,4 × 10 ⁻⁵ [1] 2,5 × 10 ⁻⁵ [2] |
| Sulfato de chumbo | PbSO ₄ | 1,5 × 10 ⁻⁸ [2] 1,6 × 10 ⁻⁸ [1] |
| Sulfato de dimercúrio (I) | Hg ₂ SO ₄ | 7,4 × 10 ⁻⁷ [1] |
| Sulfato de estrôncio | SrSO ₄ | 3,2 × 10 ⁻⁷ [1] |
| Sulfato de prata (I) | Ag ₂ SO ₄ | 1,5 × 10 ⁻⁵ [1] 1,7 × 10 ⁻⁵ [2] |
| Sulfito de bário | BaSO ₃ | 8,0 × 10 ⁻⁷ [1,2] |
| Sulfito de cálcio | CaSO ₃ | 1,3 × 10 ⁻⁸ [2] |
| Sulfureto de cádmio | CdS | 3,6 × 10 ⁻²⁹ [2] 7,0 × 10 ⁻²⁷ [1] |

| Produtos de solubilidade (solução aquosa, 25 °C) | | |
|--------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Substância | Fórmula | K_s |
| Sulfureto de chumbo | PbS | $3,2 \times 10^{-28}$ [1] |
| | | $8,4 \times 10^{-28}$ [2] |
| Sulfureto de cobre (II) | CuS | $8,0 \times 10^{-37}$ [1] |
| | | $8,7 \times 10^{-36}$ [2] |
| Sulfureto de ferro (II) | FeS | $1,0 \times 10^{-19}$ [1] |
| | | $4,9 \times 10^{-18}$ [2] |
| Sulfureto de mercúrio (II) | HgS | $2,0 \times 10^{-53}$ [1,2] |
| Sulfureto de níquel (II) | NiS | $3,0 \times 10^{-21}$ [1] |
| Sulfureto de prata (I) | Ag ₂ S | $7,9 \times 10^{-51}$ [1] |
| | | $1,0 \times 10^{-49}$ [2] |
| Sulfureto de zinco | ZnS | $2,0 \times 10^{-25}$ [1] |
| | | $1,1 \times 10^{-21}$ [2] |
| Tiocianato de mercúrio (II) | Hg(SCN) ₂ | $2,8 \times 10^{-20}$ [1] |
| Tiocianato de prata | AgSCN | $1,16 \times 10^{-12}$ [1] |
| Tiosulfato de bário | BaS ₂ O ₃ | $1,6 \times 10^{-5}$ [1,2] |
| Tricloreto de ouro | AuCl ₃ | $3,2 \times 10^{-25}$ [1] |

Bibliografia:

[1] J. Magalhães, "Elementos 11º ano", Santilana, Carnaxide, 2008.

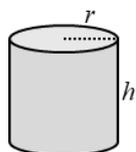
[2] T. S. Simões, M. A. Queirós, M. O. Simões, "Química em Contexto – Livro de Actividades", Porto Editora, Porto, 2004.

Relações matemáticas

Esta lista apenas contém expressões matemáticas normalmente úteis em Física e em Química.

Área, perímetro e volume

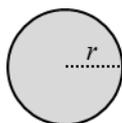
Cilindro



$$A = 2 \pi r h + 2 \pi r^2$$

$$V = \pi r^2 h$$

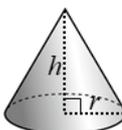
Circunferência



$$A = \pi r^2$$

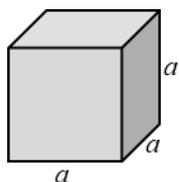
$$P = 2 \pi r$$

Cone



$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$$

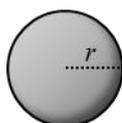
Cubo



$$A = 6a^2$$

$$V = a^3$$

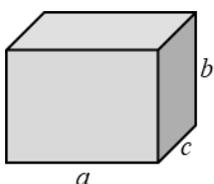
Esfera



$$A = 4 \pi r^2$$

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

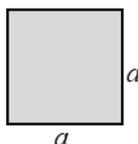
Paralelepípedo



$$A = 2 (ab + ac + bc)$$

$$V = a b c$$

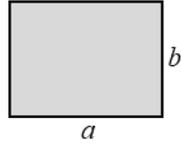
Quadrado



$$A = a^2$$

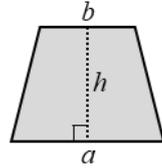
$$P = 4a$$

Retângulo



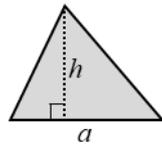
$$A = a b$$
$$P = 2a + 2b$$

Trapézio



$$A = \frac{a + b}{2} h$$

Triângulo



$$A = \frac{a h}{2}$$

Relações trigonométricas

Seno

$$\sin \alpha = \frac{op}{hip}$$

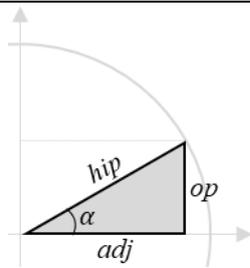
Cosseno

$$\cos \alpha = \frac{adj}{hip}$$

Tangente

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{op}{adj}$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$



Legenda:

A – área; P – perímetro; V – volume;

a , b e c – comprimento do lado ou aresta; h – altura; r – raio;

op – lado oposto ao ângulo α ; adj – lado adjacente ao ângulo α ; hip – hipotenusa do triângulo.

Resistividades (ρ)

| Material | $\rho / \Omega \text{ m (a } 20 \text{ }^\circ\text{C)}$ | Observações |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Alumínio | $2,8 \times 10^{-8} [1,2,3]$ | Condutor |
| Borracha | $10^{13} \text{ a } 10^{16} [1,3]$ | Isolador |
| Carbono | $3,5 \times 10^{-5} [1,3]$ $4 \times 10^{-5} [2]$ | Semicondutor |
| Constantan (Cu, Ni) | $4,9 \times 10^{-7} [1,3]$ | Condutor |
| Cobre | $1,7 \times 10^{-8} [1,3]$ $1,72 \times 10^{-8} [2]$ | Condutor |
| Ebonite | $1,5 \times 10^{14} [1,3]$ | Isolador |
| Enxofre | $10^{15} [1]$ | Isolador |
| Ferro | $1,0 \times 10^{-7} [1,3]$ | Condutor |
| Germânio | $4,5 \times 10^{-1} [1]$ $4,6 \times 10^{-1} [3]$ $4,7 \times 10^{-1} [2]$ | Semicondutor |
| Madeira (seca) | $10^8 \text{ a } 10^{14} [1,3]$ | Isolador |
| Manganina (Mn, Cu, Ni) | $4,4 \times 10^{-7} [1]$ $4,8 \times 10^{-7} [3]$ $4,82 \times 10^{-7} [2]$ | Condutor |
| Mica | $5 \times 10^{11} [2]$ | Isolador |
| Nicromo (Ni, Cr, Fe) | $1,0 \times 10^{-6} [1]$ $1,1 \times 10^{-6} [3]$ | Condutor |
| Níquel | $6,8 \times 10^{-8} [1]$ | Condutor |
| Ouro | $2,45 \times 10^{-8} [2]$ | Condutor |
| Papel | $10^{10} [2]$ | Isolador |
| Platina | $10,6 \times 10^{-8} [2]$ | Condutor |
| Prata | $1,6 \times 10^{-8} [1]$ $1,64 \times 10^{-8} [2]$ | Condutor |
| Silício | $6,4 \times 10^2 [1,2,3]$ | Semicondutor |
| Teflon | $3 \times 10^{12} [2]$ | Isolador |
| Tungsténio | $5,6 \times 10^{-8} [1]$ $5,65 \times 10^{-8} [2]$ | Condutor |
| Vidro | $10^{10} \text{ a } 10^{14} [1,3]$ $10^{12} [2]$ | Isolador |

Bibliografia:

[1] M. T. F. M. Sá, "Física 10º ano", Texto Editora, 1999.

[2] C. Rodrigues, C. Santos, L. Miguelote, P. Santos, "Rumo à Física 10", Areal Editores, Porto, 2021.

[3] N. Maciel, M. C. Marques, A. Cação, A. Magalhães, C. Azevedo, "Física em Ação 10", Porto Editora, Porto, 2021.

Série triboelétrica

| |
|-----------------------------------|
| Pele humana seca ^[1,2] |
| Couro ^[1,2] |
| Pele de coelho ^[1,2] |
| Vidro ^[1,2] |
| Cabelo humano ^[1,2] |
| Nylon ^[1] |
| Lã ^[1,2] |
| Chumbo ^[1,2] |
| Pele de gato ^[1,2] |
| Seda ^[1,2] |
| Alumínio ^[1,2] |
| Papel ^[1,2] |
| Algodão ^[1,2] |
| Aço ^[1,2] |
| Madeira ^[1,2] |
| Âmbar ^[1,2] |
| Borracha dura ^[1,2] |
| Níquel e Cobre ^[1,2] |
| Prata e Latão ^[1,2] |
| Outro e Platina ^[1,2] |
| Poliéster ^[2] |
| Poliuretano ^[1,2] |
| Polietileno ^[1,2] |
| Polipropileno ^[2] |
| PVC ^[1,2] |
| Silicone ^[2] |
| Teflon ^[1,2] |

Bibliografia:

[1] www.infoescola.com/eletrostatica/serie-triboeletrica, 11/03/2017.

[2] alunosonline.uol.com.br/quimica/serie-triboeletrica.html, 11/03/2017.

Solubilidades (s)

| Solubilidade (solução aquosa, 25 °C) | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Substância | Fórmula | s / mol dm ⁻³ |
| Brometo de chumbo | PbBr ₂ | 1,2 × 10 ⁻² |
| Brometo de magnésio | MgBr ₂ | 2,7 |
| Brometo de potássio | KBr | 5,5 |
| Brometo de prata | AgBr | 7,1 × 10 ⁻⁷ |
| Brometo de sódio | NaBr | 8,8 |
| Carbonato de bário | BaCO ₃ | 1,0 × 10 ⁻⁴ |
| Carbonato de cálcio | CaCO ₃ | 1,1 × 10 ⁻⁴ |
| Cloreto de chumbo | PbCl ₂ | 1,6 × 10 ⁻² |
| Cloreto de magnésio | MgCl ₂ | 5,7 |
| Cloreto de potássio | KCl | 4,7 |
| Cloreto de prata | AgCl | 1,3 × 10 ⁻⁵ |
| Cloreto de sódio | NaCl | 6,1 |
| Iodeto de potássio | KI | 8,7 |
| Iodeto de prata | AgI | 8,9 × 10 ⁻⁹ |
| Iodeto de sódio | AgI | 12,0 |
| Nitrato de bário | Ba(NO ₃) ₂ | 0,33 |
| Nitrato de cálcio | Ca(NO ₃) ₂ | 21,0 |
| Nitrato de potássio | KNO ₃ | 3,1 |
| Sulfato de bário | BaSO ₄ | 1,1 × 10 ⁻⁵ |
| Sulfato de cálcio | CaSO ₄ | 5,0 × 10 ⁻³ |
| Sulfato de sódio | Na ₂ SO ₄ | 1,1 |
| Sulfureto de chumbo | PbS | 1,0 × 10 ⁻¹⁴ |
| Sulfureto de prata | Ag ₂ S | 1,1 × 10 ⁻¹⁷ |

Bibliografia:

R. P. Pinto, M. M. Amado & F. N. Appelt, "Física e Química A", ASA Editores, Porto, 2007.

Tabela Periódica

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

| | | Número atômico | | | | | | | | | | | | | 18 | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | Elemento | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Massa atômica relativa | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 H 1,01 | | | | | | | | | | | | 5 B 10,81 | 6 C 12,01 | 7 N 14,01 | 8 O 16,00 | 9 F 19,00 | 2 He 4,00 |
| 3 Li 6,94 | 4 Be 9,01 | | | | | | | | | | | 13 Al 26,98 | 14 Si 28,09 | 15 P 30,97 | 16 S 32,06 | 17 Cl 35,45 | 10 Ne 20,18 |
| 11 Na 22,99 | 12 Mg 24,31 | 3 Sc 44,96 | 4 Ti 47,87 | 5 V 50,94 | 6 Cr 52,00 | 7 Mn 54,94 | 8 Fe 55,85 | 9 Co 58,93 | 10 Ni 58,69 | 11 Cu 63,55 | 12 Zn 65,38 | 31 Ga 69,72 | 32 Ge 72,63 | 33 As 74,92 | 34 Se 78,97 | 35 Br 79,90 | 18 Ar 39,95 |
| 19 K 39,10 | 20 Ca 40,08 | 21 Sc 44,96 | 22 Ti 47,87 | 23 V 50,94 | 24 Cr 52,00 | 25 Mn 54,94 | 26 Fe 55,85 | 27 Co 58,93 | 28 Ni 58,69 | 29 Cu 63,55 | 30 Zn 65,38 | 31 Ga 69,72 | 32 Ge 72,63 | 33 As 74,92 | 34 Se 78,97 | 35 Br 79,90 | 36 Kr 83,80 |
| 37 Rb 85,47 | 38 Sr 87,62 | 39 Y 88,91 | 40 Zr 91,22 | 41 Nb 92,91 | 42 Mo 95,95 | 43 Tc | 44 Ru 101,07 | 45 Rh 102,91 | 46 Pd 106,42 | 47 Ag 107,87 | 48 Cd 112,41 | 49 In 114,82 | 50 Sn 118,71 | 51 Sb 121,76 | 52 Te 127,60 | 53 I 126,90 | 54 Xe 131,29 |
| 55 Cs 132,91 | 56 Ba 137,33 | 57-71 Lantanídeos | 72 Hf 178,49 | 73 Ta 180,95 | 74 W 183,84 | 75 Re 186,21 | 76 Os 190,23 | 77 Ir 192,22 | 78 Pt 195,08 | 79 Au 196,97 | 80 Hg 200,59 | 81 Tl 204,38 | 82 Pb 207,2 | 83 Bi 208,98 | 84 Po | 85 At | 86 Rn |
| 87 Fr | 88 Ra | 89-103 Actinídeos | 104 Rf | 105 Db | 106 Sg | 107 Bh | 108 Hs | 109 Mt | 110 Ds | 111 Rg | 112 Cn | 113 Nh | 114 Fl | 115 Mc | 116 Lv | 117 Ts | 118 Og |
| | | 57 La 138,91 | 58 Ce 140,12 | 59 Pr 140,91 | 60 Nd 144,24 | 61 Pm | 62 Sm 150,36 | 63 Eu 151,96 | 64 Gd 157,25 | 65 Tb 158,93 | 66 Dy 162,50 | 67 Ho 164,93 | 68 Er 167,26 | 69 Tm 168,93 | 70 Yb 173,05 | 71 Lu 174,97 | |
| | | 89 Ac | 90 Th 232,04 | 91 Pa 231,04 | 92 U 238,03 | 93 Np | 94 Pu | 95 Am | 96 Cm | 97 Bk | 98 Cf | 99 Es | 100 Fm | 101 Md | 102 No | 103 Lr | |

Unidades Sistema Internacional (S.I.)

O *Bureau International des Poids et Mesures* (BIPM) foi criado a 20 de maio de 1875 com o propósito de criar um sistema único de medidas, o Tratado do Metro, do qual Portugal foi um dos signatários iniciais.

O Sistema Internacional de Unidades (SI), estabelecido em 1960, pode ser considerado a versão atual do Sistema Métrico Decimal criado em 1789, com a revolução francesa (1789-1799).

Em Portugal o SI apenas foi legalmente reconhecido em 1983. Atualmente é o Decreto-Lei n.º 76/2020, de 25 de setembro, que em Portugal atualiza o sistema de unidades de medida legais.

O Sistema Internacional de Unidades (SI) é constituído por:

- Unidades base;
- Unidades derivadas;
- Prefixos.

Ao longo do tempo as definições do sistema foram sendo atualizadas de acordo com os avanços científicos.

Na recente revisão de 2018, que entrou em vigor a 20 de maio de 2019, foi decidido basear o sistema S.I. a partir de sete valores constantes:

- Frequência de transição hiperfina do estado fundamental do átomo de césio 133 não perturbado: $\Delta\nu_{Cs} = 9\,192\,631\,770$ Hz
- Velocidade da luz no vácuo: $c = 299\,792\,458$ m s⁻¹
- Constante de Planck: $h = 6,626\,070\,15 \times 10^{-34}$ J s
- Carga elementar: $e = 1,602\,176\,634 \times 10^{-19}$ C
- Constante de Boltzmann: $k = 1,380\,649 \times 10^{-23}$ J K⁻¹
- Constante de Avogadro: $N_A = 6,022\,140\,76 \times 10^{23}$ mol⁻¹
- Eficácia luminosa da radiação monocromática de frequência 540×10^{12} Hz: $K_{cd} = 683$ lm W⁻¹

Unidades SI de base

| Nome da grandeza | Símbolo da grandeza | Nome da unidade | Símbolo da unidade |
|---------------------------|---------------------|-----------------|--------------------|
| Tempo | t | segundo | s |
| Comprimento | $L, x, r \dots$ | metro | m |
| Massa | m | kilograma | kg |
| Corrente elétrica | I, i | ampere | A |
| Temperatura termodinâmica | T | kelvin | K |
| Quantidade de matéria | n | mole | mol |
| Intensidade luminosa | I_v | candela | cd |

segundo (s) – É a unidade de tempo. Define -se tomando o valor numérico fixado da frequência do césio, $\Delta\nu_{Cs}$, a frequência da transição hiperfina do estado fundamental do átomo de césio 133 não perturbado, igual a 9 192 631 770, quando expressa em Hz, unidade igual a s⁻¹.

metro (m) – É a unidade de comprimento. Define -se tomando o valor numérico fixado da velocidade da luz no vácuo, c , igual a 299 792 458 quando expressa em m s⁻¹, sendo o segundo definido em função de $\Delta\nu_{Cs}$.

kilograma (kg) – É a unidade de massa. Define -se tomando o valor numérico fixado da constante de Planck,

h , igual a $6,626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$ quando expressa em J s, unidade igual a $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$, sendo o metro e o segundo definidos em função de c e $\Delta\nu_{Cs}$.

ampere (A) – É a unidade de corrente elétrica. Define -se tomando o valor numérico fixado da carga elementar, e , igual a $1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19}$, quando expressa em C, unidade igual a A s, sendo o segundo definido em função de $\Delta\nu_{Cs}$.

kelvin (K) – É a unidade de temperatura termodinâmica. Define -se tomando o valor numérico fixado da constante de Boltzmann, k , igual a $1,380\ 649 \times 10^{-23}$, quando expressa em J K^{-1} , unidade igual a $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$, sendo o quilograma, o metro e o segundo definidos em função de h , c e $\Delta\nu_{Cs}$.

mole (mol) – É a unidade da quantidade de matéria. Uma mole contém exatamente $6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}$ entidades elementares. Este número é o valor numérico fixado da constante de Avogadro, N_A , quando expressa em mol^{-1} e é designado por “número de Avogadro”. A quantidade de matéria, símbolo n , de um sistema é uma representação do número de entidades elementares especificadas. Uma entidade elementar pode ser um átomo, uma molécula, um íon, um elétron, ou qualquer outra partícula ou agrupamento especificado de partículas.

candela (cd) – É a unidade de intensidade luminosa numa dada direção. Define-se tomando o valor numérico fixado da eficácia luminosa de uma radiação monocromática de frequência 540×10^{12} Hz, K_{cd} , igual a 683 quando expressa em lm W^{-1} , unidade igual a cd sr W^{-1} , ou $\text{cd sr kg}^{-1} \text{m}^2 \text{s}^3$, sendo o quilograma, o metro e o segundo definidos em função de h , c e $\Delta\nu_{Cs}$.

Unidades SI derivadas

| Grandeza derivada | Nome | Expressão em unidades de base do SI | Expressão em outras unidades do SI |
|----------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Ângulo plano | radiano | $\text{rad} = \text{m m}^{-1}$ | |
| Ângulo sólido | esterradiano | $\text{sr} = \text{m}^2 \text{m}^{-2}$ | |
| Frequência | hertz | $\text{Hz} = \text{s}^{-1}$ | |
| Força | newton | $\text{N} = \text{kg m s}^{-2}$ | |
| Pressão, tensão | pascal | $\text{Pa} = \text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$ | |
| Energia, trabalho, quantidade de calor | joule | $\text{J} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$ | N m |
| Potência, fluxo energético | watt | $\text{W} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-3}$ | J s^{-1} |
| Carga elétrica | coulomb | $\text{C} = \text{s A}$ | |
| Diferença de potencial elétrico | volt | $\text{V} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-3} \text{A}^{-1}$ | W A^{-1} |
| Capacidade elétrica | farad | $\text{F} = \text{kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^4 \text{A}^2$ | C V^{-1} |
| Resistência elétrica | ohm | $\Omega = \text{kg m}^2 \text{s}^{-3} \text{A}^{-2}$ | V A^{-1} |
| Condutância elétrica | siemens | $\text{S} = \text{kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^3 \text{A}^2$ | A V^{-1} |
| Fluxo magnético | weber | $\text{Wb} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{A}^{-1}$ | V s |
| Densidade de fluxo magnético | tesla | $\text{T} = \text{kg s}^{-2} \text{A}^{-1}$ | Wb m^{-2} |
| Indutância | henry | $\text{H} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{A}^{-2}$ | Wb A^{-1} |
| Temperatura Celsius | grau Celsius | $^{\circ}\text{C} = \text{K}$ | |
| Fluxo luminoso | lúmen | $\text{lm} = \text{cd sr}$ | |
| Iluminância | lux | $\text{lx} = \text{cd sr m}^{-2}$ | lm m^{-2} |
| Atividade de radionuclídeo | becquerel | $\text{Bq} = \text{s}^{-1}$ | |
| Dose absorvida, kerma | gray | $\text{Gy} = \text{m}^2 \text{s}^{-2}$ | J kg^{-1} |
| Equivalente de dose | sievert | $\text{Sv} = \text{m}^2 \text{s}^{-2}$ | J kg^{-1} |
| Atividade catalítica | katal | $\text{kat} = \text{mol s}^{-1}$ | |

Prefixos

| Fator | Prefixo | Símbolo |
|------------------------------------------------|---------|---------|
| 10^{-24} = 0,000 000 000 000 000 000 000 001 | yocto | y |
| 10^{-21} = 0,000 000 000 000 000 000 000 001 | zepto | z |
| 10^{-18} = 0,000 000 000 000 000 000 001 | atto | a |
| 10^{-15} = 0,000 000 000 000 001 | femto | f |
| 10^{-12} = 0,000 000 000 001 | pico | p |
| 10^{-9} = 0,000 000 001 | nano | n |
| 10^{-6} = 0,000 001 | micro | μ |
| 10^{-3} = 0,00 1 | mili | m |
| 10^{-2} = 0,01 | centi | c |
| 10^{-1} = 0,1 | deci | d |
| 10^0 = 1 | | |
| 10^1 = 10 | deca | da |
| 10^2 = 100 | hecto | h |
| 10^3 = 1 000 | kilo | k |
| 10^6 = 1 000 000 | mega | M |
| 10^9 = 1 000 000 000 | giga | G |
| 10^{12} = 1 000 000 000 000 | tera | T |
| 10^{15} = 1 000 000 000 000 000 | peta | P |
| 10^{18} = 1 000 000 000 000 000 000 | exa | E |
| 10^{21} = 1 000 000 000 000 000 000 000 | zetta | Z |
| 10^{24} = 1 000 000 000 000 000 000 000 000 | yotta | Y |

Bibliografia:

[Decreto-Lei n.º 76/2020 de 25 de setembro.](#)

Velocidades do som

| Meio de propagação | $v / \text{m s}^{-1}$ |
|-----------------------------------------|------------------------|
| Dióxido de carbono (0 °C) | 258 ^[1] |
| Oxigénio (0 °C, 1 atm) | 317,2 ^[1] |
| Ar (0 °C, 1 atm) | 331,45 ^[1] |
| Ar (10 °C) | 337,5 ^[1] |
| Azoto (0 °C, 1 atm) | 339,3 ^[1] |
| Ar (20 °C) | 343,4 ^[1] |
| Ar (30 °C) | 349,2 ^[1] |
| Ar (0 °C, 100 atm) | 350,6 ^[1] |
| Água, vapor (100°C) | 404,8 ^[1] |
| Hélio (20 °C) | 927 ^[1] |
| Álcool etílico (25 °C) | 1 210 ^[1] |
| Chumbo (20 °C) | 1 230 ^[1] |
| Chumbo (15 °C) (ondas transversais) | 1 250 ^[2] |
| Hidrogénio (0 °C, 1 atm) | 1 269,5 ^[1] |
| Hidrogénio (15 °C) | 1 300 ^[1] |
| Querosene (25 °C) | 1 315 ^[1] |
| Petróleo (15 °C) | 1 330 ^[2] |
| Mercúrio (25 °C) | 1 450 ^[1] |
| Água doce (25 °C) | 1 493,2 ^[1] |
| Água (15 °C) | 1 500 ^[2] |
| Borracha | 1 500 ^[1] |
| Água do mar (25 °C, 3,6% de salinidade) | 1 532,8 ^[1] |
| Glicerina (15 °C) | 1 950 ^[2] |
| Chumbo (15 °C) (ondas longitudinais) | 2 400 ^[2] |
| Latão | 3 500 ^[1] |
| Cobre (20 °C) | 3 750 ^[1] |
| Betão | 5 000 ^[1] |
| Alumínio (20 °C) | 5 100 ^[1] |
| Ferro (20 °C) | 5 130 ^[1] |
| Ferro (15 °C) (ondas transversais) | 5 170 ^[2] |
| Alumínio (15 °C) (ondas transversais) | 5 240 ^[2] |
| Ferro (15 °C) (ondas longitudinais) | 5 850 ^[2] |
| Granito (20 °C) | 6 000 ^[1] |
| Aço | 6 000 ^[1] |
| Alumínio (15 °C) (ondas longitudinais) | 6 400 ^[2] |

Nota: Nos fluidos apenas se propagam ondas longitudinais. ^[2]

Bibliografia:

[1] M. Alonso, E. J. Finn, "Física", Escolar Editora, 2012.

[2] M. C. Carvalhosa, B. M. Pinto, M. F. Guimarães, "Técnicas Laboratoriais de Física – Bloco I", Porto Editora, Porto, 1994.

Volume molar de gases (V_m)

| | | Temperatura / °C | | | | | |
|---------------|------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| Pressão / atm | 0,25 | 26,35 | 26,83 | 27,32 | 27,80 | 28,28 | 28,76 |
| | 0,90 | 24,89 | 25,34 | 25,80 | 26,25 | 26,71 | 27,16 |
| | 0,95 | 23,58 | 24,00 | 24,44 | 24,87 | 25,30 | 25,74 |
| | 1,00 | 22,40 | 22,81 | 23,22 | 23,63 | 25,30 | 24,45 |
| | 1,05 | 21,33 | 21,72 | 22,11 | 22,50 | 22,89 | 23,28 |
| | 1,10 | 20,36 | 20,73 | 21,11 | 21,48 | 21,85 | 22,23 |

Bibliografia:

L. S. Mendonça, M. D. Ramalho, "Jogo de Partículas – 10º Ano", Texto Editora, Lisboa, 1999.