

**Exame Final Nacional de Física e Química A**  
**Prova 715 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2024**

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho | Decreto-Lei n.º 62/2023, de 25 de julho

Duração da Prova: 120 minutos. | Tolerância: 30 minutos.

15 Páginas

## VERSÃO 2

A prova inclui 15 itens, devidamente identificados no enunciado, cujas respostas contribuem obrigatoriamente para a classificação final. Dos restantes 8 itens da prova, apenas contribuem para a classificação final os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.

Indique de forma legível a versão da prova.

Para cada resposta, identifique o item.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

Não é permitido o uso de corretor. Risque aquilo que pretende que não seja classificado.

É permitido o uso de régua, esquadro, transferidor e calculadora gráfica.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

As cotações dos itens encontram-se no final do enunciado da prova.

A prova inclui uma tabela de constantes, um formulário e uma tabela periódica.

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, selecione a opção correta. Escreva, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens.

## TABELA DE CONSTANTES

|  |  |
|--|--|
| Capacidade térmica mássica da água líquida                             | $c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$  |
| Constante de Avogadro  | $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$             |
| Constante de gravitação universal                                      | $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ |
| Índice de refração do ar   | $n = 1,000$  |
| Módulo da aceleração gravítica de um corpo junto à superfície da Terra | $g = 9,80 \text{ m s}^{-2}$                              |
| Módulo da velocidade de propagação da luz no vácuo                     | $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$                  |
| Produto iónico da água (a 25 °C)                                       | $K_w = 1,012 \times 10^{-14}$                            |
| Volume molar de um gás (PTN)   | $V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$               |

## FORMULÁRIO

### • Quantidade, massa e volume

$$n = \frac{N}{N_A} \qquad M = \frac{m}{n} \qquad V_m = \frac{V}{n} \qquad \rho = \frac{m}{V}$$

### • Soluções

$$c = \frac{n}{V} \qquad x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}} \qquad \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+],$$

com  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  expresso em  $\text{mol dm}^{-3}$

### • Energia

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \qquad E_{\text{pg}} = m g h \qquad E_m = E_c + E_p \qquad P = \frac{E}{\Delta t}$$

$$W = F d \cos \alpha \qquad \sum_i W_i = \Delta E_c \qquad W_{\vec{F}_g} = -\Delta E_{\text{pg}}$$

$$U = R I \qquad P = R I^2 \qquad U = \varepsilon - r I$$

$$E = m c \Delta T \qquad \Delta U = W + Q \qquad E_r = \frac{P}{A}$$

### • Mecânica

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \qquad v = v_0 + a t$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} \qquad \omega = \frac{2\pi}{T} \qquad v = \omega r$$

$$\vec{F} = m \vec{a} \qquad F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

### • Ondas e eletromagnetismo

$$\lambda = \frac{v}{f} \qquad \Phi_m = B A \cos \alpha \qquad |\varepsilon_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$$

$$n = \frac{c}{v} \qquad n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

# TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

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

1. As medalhas atribuídas nos Jogos Olímpicos de Tóquio, que decorreram em 2021, foram totalmente produzidas a partir de material reciclado de equipamentos eletrónicos.

A Figura 1 apresenta a massa de cada medalha, de ouro, de prata e de bronze, e a percentagem, em massa, dos elementos que as constituem.

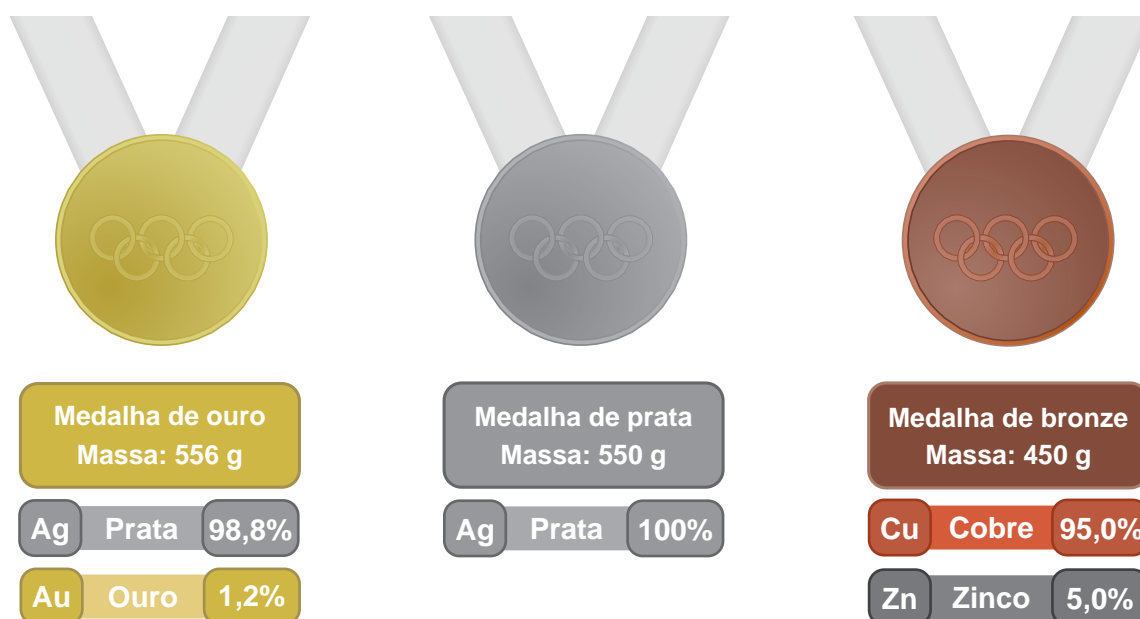


Figura 1

\* 1.1. Complete o texto seguinte, selecionando a opção correta para cada espaço.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras seguida do número que corresponde à opção selecionada.

A interação responsável pela formação de ligações químicas é de natureza  a ) .  
 Genericamente, uma interação deste tipo  b ) .  
 Nas medalhas, a ligação química ocorre  c ) e é designada ligação  d ) .

| a)                 | b)                                | c)                                     | d)           |
|--------------------|-----------------------------------|--|--------------|
| 1. nuclear         | 1. apenas pode ser atrativa       | 1. entre catiões e eletrões livres     | 1. metálica  |
| 2. gravítica       | 2. pode ser atrativa ou repulsiva | 2. entre catiões e aniões              | 2. covalente |
| 3. eletromagnética | 3. apenas pode ser repulsiva      | 3. por partilha localizada de eletrões | 3. iónica    |

1.2. Na medalha de ouro, o número de átomos de prata, quando comparado com o número de átomos de ouro, é, aproximadamente,

- (A) 82 vezes superior.
- (B) 183 vezes superior.
- (C) 150 vezes superior.
- (D) 99 vezes superior.

\* 1.3. O cobre tem dois isótopos naturais, o cobre-63 e o cobre-65.

A massa isotópica relativa do cobre-63 é 62,93, e existem 4,653 mol deste isótopo na medalha de bronze.

Determine a percentagem, em massa, do isótopo cobre-63 no cobre da medalha.

Apresente todos os cálculos efetuados.

2. Na reciclagem de equipamentos eletrônicos, a extração de metais pode ser feita através de diferentes processos.

\* 2.1. Na pirometalurgia, removem-se os metais líquidos à medida que estes se vão fundindo por aumento da temperatura da mistura.

A tabela apresenta, para a prata, a capacidade térmica mássica (no estado sólido), o ponto de fusão (à pressão atmosférica normal) e a variação de entalpia mássica de fusão.

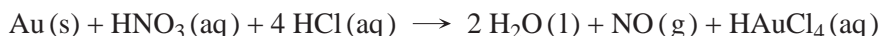
| Capacidade térmica mássica<br>(J kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ) | Ponto de fusão<br>(°C) | Variação de entalpia mássica de fusão<br>(kJ kg <sup>-1</sup> ) |
|---|------------------------|---|
| 235   | 961,8                  | 105   |

Considere que foram extraídos 1,40 kg de prata, no estado sólido, de diversos equipamentos eletrônicos.

Determine, em unidades SI, a potência mínima de um forno necessária para, em 600 segundos, fundir a totalidade da prata, inicialmente a 25,0 °C.

Apresente todos os cálculos efetuados.

2.2. A água régia é uma mistura de ácido nítrico, HNO<sub>3</sub>, e ácido clorídrico, HCl, que permite extrair o ouro presente em equipamentos eletrônicos, de acordo com a reação traduzida por



\* 2.2.1. Nesta reação, o ouro é \_\_\_\_\_, e o HNO<sub>3</sub> é o agente \_\_\_\_\_.

- (A) reduzido ... oxidante
- (B) reduzido ... redutor
- (C) oxidado ... redutor
- (D) oxidado ... oxidante

\* 2.2.2. Determine o volume mínimo da solução de HCl ( $\rho = 1,19 \text{ g cm}^{-3}$ ) com 37%, em massa, de HCl ( $M = 36,46 \text{ g mol}^{-1}$ ) que deve ser utilizado para a extração completa de 60,0 g de ouro.

Considere que o HNO<sub>3</sub> se encontra em excesso.

Apresente todos os cálculos efetuados.

\* 2.2.3. O ouro pode originar um ião positivo, representado simbolicamente por  ${}^{197}_{79}\text{Au}^{3+}$ .

Este ião contém

- (A) 197 neutrões.
- (B) 118 neutrões.
- (C) 79 neutrões.
- (D) 76 neutrões.

3. A Figura 2, que não está à escala, representa uma pista de atletismo onde dois atletas, A e B, realizam uma corrida de treino para uma prova de 400 metros planos.

Considere que os atletas podem ser representados pelo seu centro de massa, segundo o modelo da partícula material.

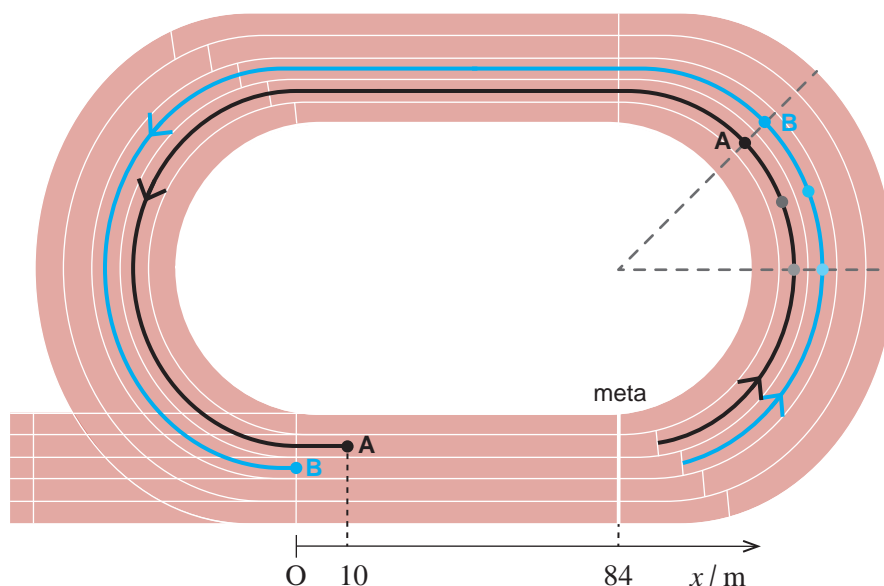


Figura 2

- 3.1. Considere o troço curvilíneo da pista destacado no lado direito da Figura 2, em que os atletas se mantêm lado a lado, descrevendo arcos de circunferência de raios diferentes com movimento circular uniforme.

Nesse troço, a intensidade da resultante das forças que atuam em cada um dos atletas é

- (A) zero, e os módulos das velocidades de ambos são iguais.
- (B) zero, e os módulos das velocidades angulares de ambos são iguais.
- (C) diferente de zero, e os módulos das velocidades angulares de ambos são iguais.
- (D) diferente de zero, e os módulos das velocidades de ambos são iguais.

- \* 3.2. Quando o atleta B entra na reta da meta, a 84 m desta, o atleta A encontra-se 10 m à sua frente, tal como esquematizado na Figura 2.

Considere que, nesse instante, os módulos das velocidades dos dois atletas são  $6,5 \text{ m s}^{-1}$  e que, até chegar à meta, o atleta A mantém um movimento retilíneo e uniforme, enquanto o atleta B se movimenta retilineamente com uma aceleração constante de módulo  $0,10 \text{ m s}^{-2}$ .

Considere o referencial  $Ox$  representado na Figura 2.

Justifique que o atleta A vence a corrida.

Na sua resposta, comece por apresentar as equações do movimento dos dois atletas e apresente todos os cálculos efetuados.

4. A prova de 400 metros planos exige um esforço muscular intenso, o que pode levar à formação de ácido láctico,  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ , que, em excesso, causa dores musculares e cansaço.

\* 4.1. A Figura 3 representa um modelo tridimensional da molécula de ácido láctico, na qual todas as ligações são covalentes, simples ou duplas.

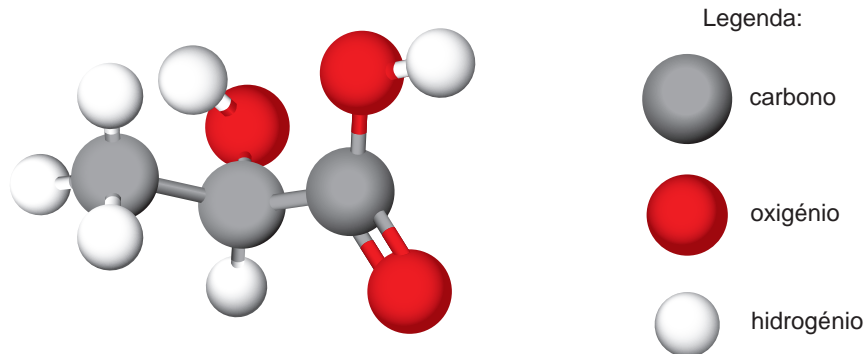


Figura 3

Comparada com a ligação  $\text{C} - \text{O}$ , a ligação  $\text{C} = \text{O}$  apresenta

- (A) maior energia de ligação e menor comprimento de ligação.
- (B) menor energia de ligação e menor comprimento de ligação.
- (C) maior energia de ligação e maior comprimento de ligação.
- (D) menor energia de ligação e maior comprimento de ligação.

4.2. A produção de ácido láctico pode provocar uma descida de pH muscular.

Quando, a uma determinada temperatura, o pH diminui em 0,5, a concentração de  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$

- (A) diminui, aproximadamente, para metade.
- (B) aumenta, aproximadamente, para o dobro.
- (C) diminui, aproximadamente, para um terço.
- (D) aumenta, aproximadamente, para o triplo.



\* 4.3. O ácido láctico é um ácido monoprotico que se ioniza parcialmente em água, de acordo com a equação



À temperatura de 25 °C, a constante de acidez,  $K_a$ , é  $1,38 \times 10^{-4}$ .

Num laboratório, encontra-se um frasco que apresenta um rótulo manuscrito: «ácido láctico (aq), pH 2,65».

Para confirmar esta informação, foi retirada do frasco uma amostra de 50,00 mL da solução de ácido láctico e foi feita uma titulação com uma solução padrão de NaOH, de concentração  $1,00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ , tendo-se gastado 11,20 mL até se atingir o ponto de equivalência.

Determine o pH da solução de ácido láctico, a 25 °C, mostrando que o valor apresentado no rótulo está incorreto.

Apresente todos os cálculos efetuados.

4.4. Associe cada um dos átomos, no estado fundamental, apresentados na Coluna I, à afirmação correspondente, apresentada na Coluna II.

Escreva, na folha de respostas, cada letra da Coluna I seguida do número correspondente da Coluna II.

A cada letra corresponde apenas um número.

| COLUNA I       | COLUNA II   |
|----------------|---|
| (a) Hidrogénio | (1) Tende a formar iões dipositivos estáveis.               |
| (b) Carbono    | (2) Tem quatro eletrões de valência.                        |
| (c) Oxigénio   | (3) Possui três orbitais totalmente preenchidas.            |
|                | (4) Apresenta todos os eletrões de valência emparelhados.   |
|                | (5) Adquire configuração de gás nobre ao ganhar um eletrão. |

- \* 5. As lesões desencadeiam processos inflamatórios que, geralmente, levam a um aumento localizado da temperatura. Em medicina desportiva, obtêm-se imagens com gradientes térmicos corporais, chamadas termografias, para diagnosticar lesões.

A Figura 4 apresenta uma imagem termográfica que revela um aumento da temperatura,  $\theta$ , da região medial do joelho de um atleta.

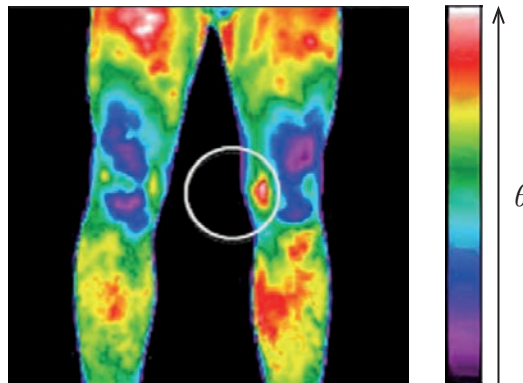


Figura 4

Fonte: [www.intechopen.com/chapters/28453](http://www.intechopen.com/chapters/28453) (consultado em 17/10/2023). (Adaptado)

Na termografia, regista-se a intensidade

- (A) dos raios X emitidos pelo atleta.
- (B) dos raios X absorvidos pelo atleta.
- (C) da radiação infravermelha emitida pelo atleta.
- (D) da radiação infravermelha absorvida pelo atleta.

6. O desfibrilhador automático externo (DAE) é um aparelho que, através da aplicação de uma descarga elétrica no tórax, permite reverter a paragem cardíaca.

Nos recintos desportivos, o DAE é fundamental para socorrer os atletas em caso de paragem cardíaca.

Considere que uma descarga elétrica transfere uma energia  $E$ , quando aplicada a um paciente cujo tórax apresenta uma resistência elétrica  $R$  e é submetido a uma diferença de potencial elétrico  $U$ .

- 6.1. A duração dessa descarga elétrica pode ser calculada por

(A)  $\frac{U^2}{E \times R}$

(B)  $\frac{E \times R}{U^2}$

(C)  $\frac{U^2 \times R}{E}$

(D)  $\frac{E}{U^2 \times R}$

- \* 6.2. A corrente elétrica que circula nos fios de cobre do desfibrilhador consiste no movimento de

- (A) eletrões livres do polo negativo para o polo positivo.  
(B) cargas positivas do polo positivo para o polo negativo.  
(C) eletrões livres do polo positivo para o polo negativo.  
(D) cargas positivas do polo negativo para o polo positivo.

7. Um atleta, com 70 kg, efetua pequenos saltos verticais durante o treino.

A Figura 5, que não está à escala, representa esquematicamente um salto vertical desse atleta. Este inicia o movimento a partir do repouso (instante  $t_0$ ), perde o contacto com o solo (instante  $t_1$ ), atinge a altura máxima (instante  $t_2$ ) e volta ao contacto com o solo (instante  $t_3$ ).

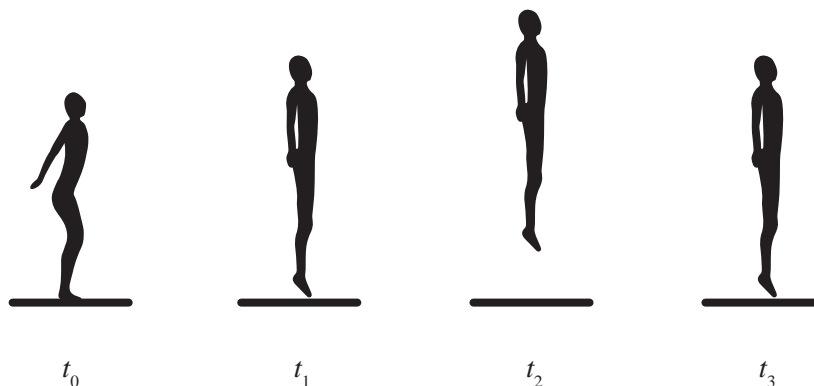


Figura 5

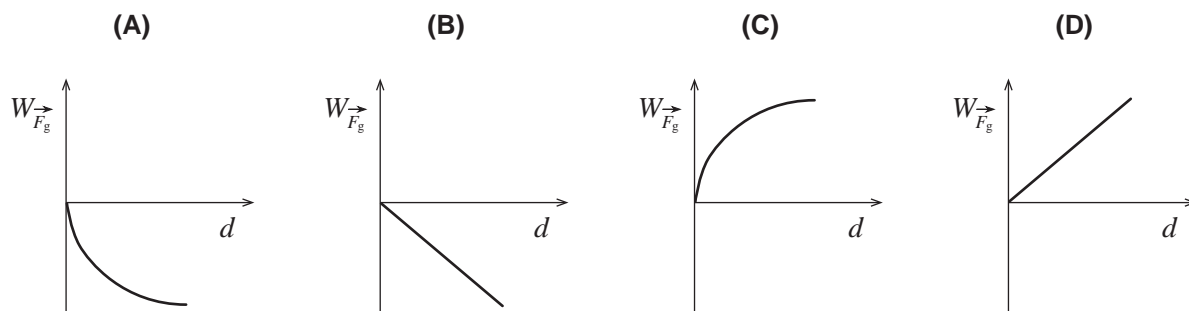
Considere que:

- o atleta pode ser representado pelo seu centro de massa, segundo o modelo da partícula material;
- a resistência do ar é desprezável;
- entre os instantes  $t_0$  e  $t_1$ , decorrem 0,20 s e, entre os instantes  $t_1$  e  $t_2$ , decorrem 0,15 s.

\* 7.1. Determine a intensidade da força de reação que, em média, o solo exerce no atleta entre os instantes  $t_0$  e  $t_1$ .

Apresente todos os cálculos efetuados.

7.2. Qual dos esboços de gráfico seguintes representa o trabalho realizado pela força gravítica,  $W_{\vec{F}_g}$ , que atua no atleta, em função do deslocamento,  $d$ , durante o seu movimento ascendente?



7.3. Considere que um astronauta realiza um salto vertical na Lua, abandonando o solo com a mesma velocidade com que um atleta o faria na Terra.

A aceleração gravítica na Lua é, aproximadamente,  $\frac{1}{6}$  da aceleração gravítica na Terra.

Por comparação com o salto do atleta na Terra, na Lua, o astronauta salta

- (A) três vezes mais alto.
- (B) trinta e seis vezes mais alto.
- (C) doze vezes mais alto.
- (D) seis vezes mais alto.

8. Um professor desafiou os alunos a planearem uma experiência, para determinar um valor aproximado da velocidade de propagação do som no ar, utilizando um apito, uma lanterna, uma fita métrica e um cronómetro.

Dois alunos, A e B, planearam uma experiência em que, para minimizar os erros experimentais, estariam suficientemente afastados um do outro, numa zona plana e livre de obstáculos.

\* 8.1. Descreva um procedimento experimental que permita aos dois alunos obterem o módulo da velocidade de propagação do som no ar, respeitando as condições indicadas.

Considere apenas um ensaio.

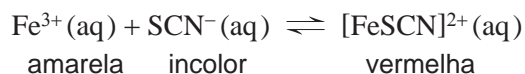
Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

\* 8.2. No ar, o som é uma onda

- (A) eletromagnética e transversal.
- (B) eletromagnética e longitudinal.
- (C) mecânica e transversal.
- (D) mecânica e longitudinal.

9. Um grupo de alunos adicionou, num gobelé, uma solução amarela contendo íões ferro(3+),  $\text{Fe}^{3+}$ , a uma solução incolor contendo íões tiocianato,  $\text{SCN}^-$ , a uma determinada temperatura  $T$ , obtendo uma solução de cor vermelha, devido à presença do ião complexo tiocianato de ferro(III),  $[\text{FeSCN}]^{2+}$ .

O equilíbrio que se estabelece pode ser traduzido por



- \* 9.1. Para testar o efeito da temperatura no equilíbrio em estudo, arrefeceu-se a solução preparada no gobelé, tendo sido observada uma intensificação da cor vermelha.

Conclua, justificando, se a variação de entalpia associada à reação de formação do ião  $[\text{FeSCN}]^{2+}(\text{aq})$  é positiva ou negativa.

Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

- 9.2. Para testar o efeito da concentração no equilíbrio em estudo, os alunos dispunham ainda de soluções aquosas de trinitrato de ferro,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ , e de hidróxido de sódio,  $\text{NaOH}$ , cujos íões hidróxido,  $\text{OH}^-$ , formam com o ião  $\text{Fe}^{3+}$  um sal pouco solúvel de tri-hidróxido de ferro,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

Mantendo a temperatura constante, adicionaram ao gobelé algumas gotas de uma destas soluções e observaram uma diminuição da intensidade da cor vermelha.

Na solução preparada inicialmente no gobelé, encontram-se presentes \_\_\_\_\_. A diminuição da intensidade da cor vermelha deve-se à adição da solução aquosa de \_\_\_\_\_.

- (A) os íões  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{SCN}^-$  e  $[\text{FeSCN}]^{2+}$  ...  $\text{NaOH}$   
(B) apenas os íões  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{SCN}^-$  ...  $\text{NaOH}$   
(C) os íões  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{SCN}^-$  e  $[\text{FeSCN}]^{2+}$  ...  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$   
(D) apenas os íões  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{SCN}^-$  ...  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$

**FIM**

## COTAÇÕES

|   |               |             |             |               |               |               |             |             |                 |           |             |             |             |             |             |                 |
|---|---------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-----------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|
| As pontuações obtidas nas respostas a estes 15 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final. | <b>1.1.</b>   | <b>1.3.</b> | <b>2.1.</b> | <b>2.2.1.</b> | <b>2.2.2.</b> | <b>2.2.3.</b> | <b>3.2.</b> | <b>4.1.</b> | <b>4.3.</b>     | <b>5.</b> | <b>6.2.</b> | <b>7.1.</b> | <b>8.1.</b> | <b>8.2.</b> | <b>9.1.</b> | <b>Subtotal</b> |
| Cotação (em pontos)   | 12            | 10          | 10          | 10            | 10            | 10            | 10          | 10          | 12              | 10        | 10          | 12          | 12          | 10          | 12          | <b>160</b>      |
| Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.  | <b>1.2.</b>   | <b>3.1.</b> | <b>4.2.</b> | <b>4.4.</b>   | <b>6.1.</b>   | <b>7.2.</b>   | <b>7.3.</b> | <b>9.2.</b> | <b>Subtotal</b> |           |             |             |             |             |             |                 |
| Cotação (em pontos)   | 4 x 10 pontos |             |             |               |               |               |             |             |                 |           |             |             |             |             |             | <b>40</b>       |
| <b>TOTAL</b>  |               |             |             |               |               |               |             |             |                 |           |             |             |             |             |             | <b>200</b>      |

**Prova 715**  
1.<sup>a</sup> Fase  
**VERSÃO 2**