

**Exame Final Nacional de Física e Química A**  
**Prova 715 | Época Especial | Ensino Secundário | 2021**

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho

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

14 Páginas

---

## VERSÃO 2

A prova inclui 16 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	$c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
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	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
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)	$K_w = 1,0 \times 10^{-14}$
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

$$c = \frac{n}{V} \qquad x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}} \qquad \text{pH} = -\log \{[\text{H}_3\text{O}^+]/\text{mol dm}^{-3}\}$$


---

### • Energia

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

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

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

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


---

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

1. Os ácidos orgânicos apresentam um grupo funcional característico.

O ácido cítrico,  $C_6H_8O_7$  ( $M = 192,14 \text{ g mol}^{-1}$ ), cuja fórmula de estrutura da molécula se representa na Figura 1, é uma substância presente nos citrinos.

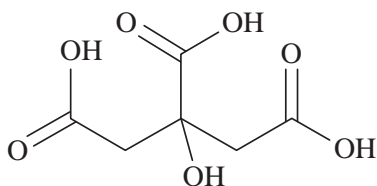


Figura 1

\* 1.1. A molécula de ácido tartárico,  $C_4H_6O_6$ , presente no vinho, tem a fórmula de estrutura representada na Figura 2.

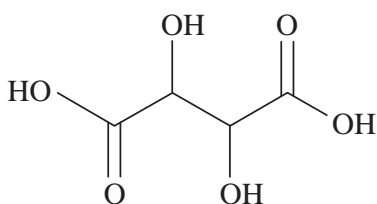


Figura 2

Nas moléculas de ácido cítrico e de ácido tartárico existem, respectivamente,

- (A) três e dois grupos funcionais carboxilo.
- (B) quatro e dois grupos funcionais hidroxilo.
- (C) um e quatro grupos funcionais hidroxilo.
- (D) dois e três grupos funcionais carboxilo.

\* 1.2. Um sumo de limão, de massa volúmica  $1,03 \text{ g cm}^{-3}$ , contém 4,71%, em massa, de ácido cítrico.

Determine a quantidade de ácido cítrico que existe em  $75,0 \text{ cm}^3$  desse sumo.

Apresente todos os cálculos efetuados.

\* 1.3. A reação entre o ácido cítrico e o hidrogenocarbonato de sódio,  $\text{NaHCO}_3(\text{aq})$ , pode ser traduzida por



Considere que se adicionam 80 mL de  $\text{NaHCO}_3(\text{aq})$ , de concentração  $0,50 \text{ mol dm}^{-3}$ , a 30 mL de  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7(\text{aq})$ , com a mesma concentração, e se recolhem  $3,6 \times 10^{-2} \text{ mol}$  de  $\text{CO}_2(\text{g})$ .

O rendimento da reação é

- (A) 65%
- (B) 80%
- (C) 90%
- (D) 30%

1.4. O ácido fosfórico,  $\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq})$ , é um ácido que, tal como o ácido cítrico, sofre em água ionizações sucessivas.

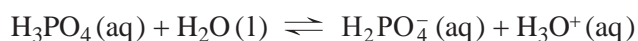
\* 1.4.1. Considere uma solução aquosa de ácido fosfórico e uma solução aquosa de ácido cítrico com a mesma concentração, a uma dada temperatura,  $T$ .

A constante de acidez definida para a primeira ionização de  $\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq})$  é cerca de dez vezes maior do que a constante de acidez definida para a primeira ionização de  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7(\text{aq})$ , à temperatura  $T$ .

Conclua, fundamentando, em qual das soluções será maior a concentração de  $\text{OH}^-(\text{aq})$ , considerando apenas a contribuição da primeira ionização daqueles ácidos em água.

Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

\* 1.4.2. A primeira ionização do ácido fosfórico em água pode ser traduzida por



Escreva as fórmulas químicas das duas espécies que resultam da segunda ionização do ácido fosfórico em água.

2. Na Figura 3, apresenta-se o gráfico da componente escalar da velocidade,  $v$ , de um paraquedista (sistema *paraquedista + paraquedas*), em função do tempo,  $t$ , nos primeiros 60 s do seu movimento de descida, na vertical.

Considere um referencial  $Oy$  vertical e admita que o paraquedista pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

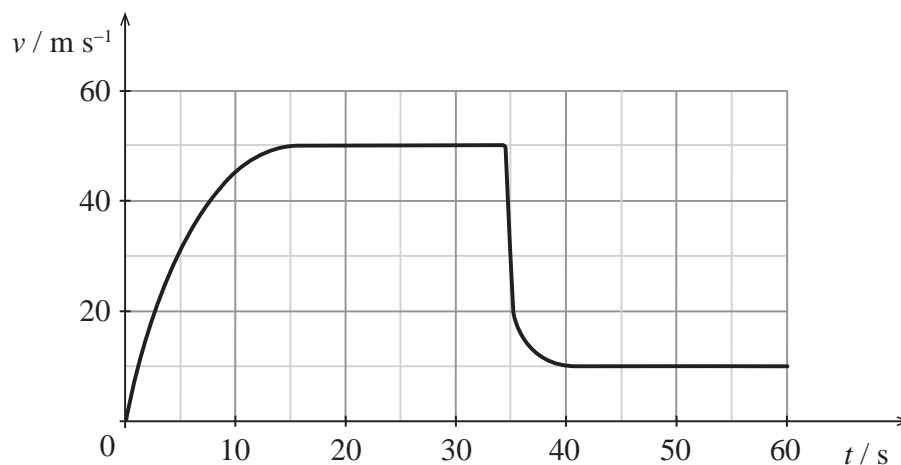
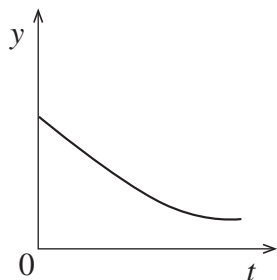


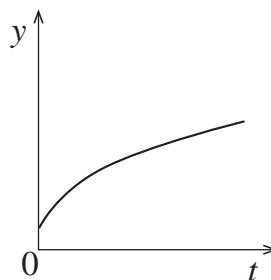
Figura 3

- 2.1. Qual dos esboços de gráfico seguintes pode representar a componente escalar da posição,  $y$ , do paraquedista, em relação ao referencial  $Oy$ , em função do tempo,  $t$ , no intervalo de tempo  $[0; 30]$  s?

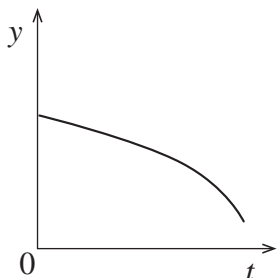
(A)



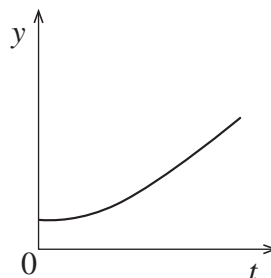
(B)



(C)

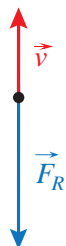


(D)



- \* 2.2. Qual das opções pode representar a velocidade,  $\vec{v}$ , do paraquedista e a resultante das forças,  $\vec{F}_R$ , que nele atuam no instante  $t = 35$  s ?

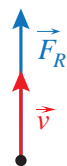
(A)



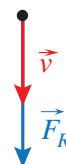
(B)



(C)



(D)



- \* 2.3. O módulo do trabalho,  $|W_{\vec{R}_{ar,1}}|$ , realizado pela resistência do ar no intervalo de tempo  $[20; 30]$  s, é cinco vezes superior ao módulo do trabalho,  $|W_{\vec{R}_{ar,2}}|$ , realizado pela resistência do ar no intervalo de tempo  $[50; 60]$  s.

Comprove a veracidade desta afirmação.

Explícite o seu raciocínio.

3. Um corpo foi abandonado sobre um plano com uma dada inclinação,  $\alpha$ , de acordo com a Figura 4 (que não está à escala).

Admita que o corpo pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

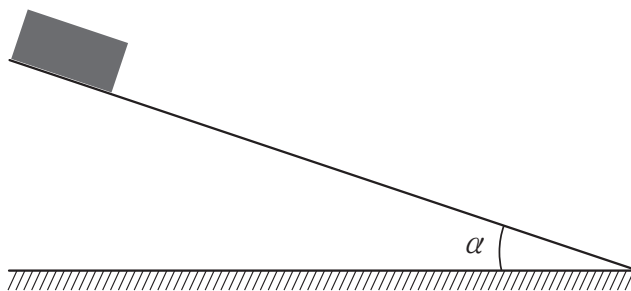


Figura 4

- \* 3.1. Numa série de ensaios, o corpo, de massa 189,2 g, foi abandonado de cinco posições diferentes. Admita que a resultante das forças que nele atuam é constante.

Na tabela, estão registadas as distâncias,  $d$ , percorridas pelo corpo sobre o plano inclinado e as energias cinéticas,  $E_c$ , do corpo, ao percorrer aquelas distâncias.

$d / \text{mm}$	$E_c / \text{mJ}$
200	33,0
300	51,3
400	67,7
500	84,0
600	102

Determine o módulo da aceleração do corpo.

Na resposta:

- deduza uma expressão que mostre uma relação linear de  $E_c$  em função de  $d$ ;
- apresente a equação da reta de ajuste ao gráfico de  $E_c$  em função de  $d$ ;
- calcule o valor solicitado com três algarismos significativos, a partir da equação da reta de ajuste.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- \* 3.2. Na ausência de forças dissipativas, a expressão que permite calcular a inclinação do plano é

- (A)  $\sin \alpha = \frac{a}{g}$
- (B)  $\cos \alpha = \frac{a}{g}$
- (C)  $\sin \alpha = \frac{g}{a}$
- (D)  $\cos \alpha = \frac{g}{a}$



4. Considere uma onda transversal e sinusoidal que se propaga num lago onde se encontra uma boia de sinalização, B.

Na Figura 5 (que não está à escala), representa-se uma porção da superfície da água do lago, num dado instante,  $t_i$ , e um referencial  $xOy$ . Admita que a onda se propaga no sentido positivo do eixo  $Ox$  com velocidade constante.

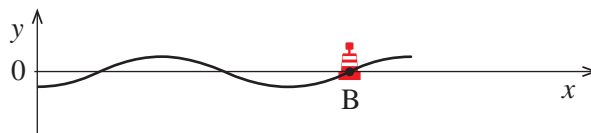


Figura 5

Qual dos esboços de gráfico seguintes pode representar a componente escalar da posição da boia de sinalização,  $y_B$ , segundo o eixo  $Oy$ , em função do tempo,  $t$ , considerando  $t_i$  o instante inicial?

(A)



(B)



(C)



(D)



5. Muitos satélites movimentam-se em órbitas aproximadamente circulares e estão equipados com painéis fotovoltaicos que produzem a energia necessária ao seu funcionamento.

5.1. Um satélite geoestacionário possui painéis fotovoltaicos cuja área total é  $6,0 \text{ m}^2$ .

Considere que a irradiância solar média é  $1,25 \text{ kW m}^{-2}$  e que, ao fim de uma órbita, a energia elétrica produzida pelos painéis é  $22 \text{ kW h}$ .

O rendimento médio dos painéis fotovoltaicos será

- (A) 49%      (B) 34%      (C) 12%      (D) 24%

\* 5.2. Considere dois satélites, A e B, que se movem em torno da Terra.

Se o raio da órbita de A for quatro vezes maior do que o raio da órbita de B, a velocidade de A será

- (A) duas vezes menor do que a velocidade de B.  
 (B) quatro vezes menor do que a velocidade de B.  
 (C) quatro vezes maior do que a velocidade de B.  
 (D) duas vezes maior do que a velocidade de B.

6. Na Figura 6 (que não está à escala), representa-se a secção transversal de um prisma de vidro e parte do trajeto de um feixe fino de luz laser, de frequência  $4,74 \times 10^{14}$  Hz, que, ao propagar-se no ar, incide numa das faces desse prisma.

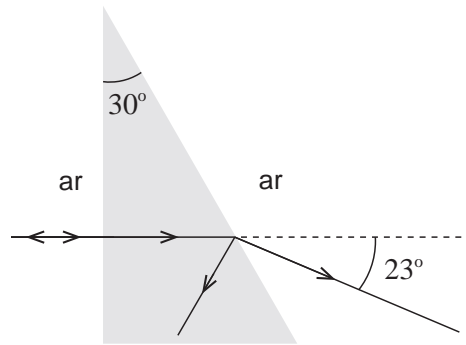


Figura 6

- 6.1. A potência do feixe de luz incidente na superfície de separação ar-vidro é \_\_\_\_\_ à potência do feixe de luz refletida nessa superfície, e as velocidades desses feixes de luz são \_\_\_\_\_ .

- (A) igual ... iguais                      (B) igual ... diferentes  
(C) superior ... diferentes              (D) superior ... iguais

- \* 6.2. Determine o comprimento de onda da luz laser no vidro.

Apresente todos os cálculos efetuados.

7. Na Figura 7, está esquematizado um circuito elétrico com os seguintes componentes:

- uma pilha, de força eletromotriz 9,0 V e resistência interna  $1,5 \Omega$ ;
- três componentes puramente resistivos ( $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ ), com a mesma resistência elétrica;
- um amperímetro ideal;
- um interruptor.

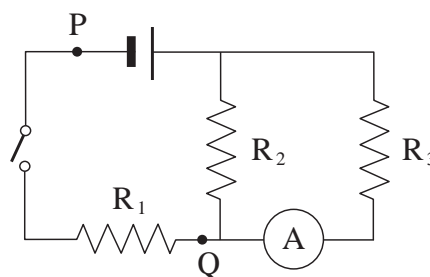


Figura 7

- \* 7.1. Qual a diferença de potencial elétrico entre os pontos P e Q quando o interruptor está aberto?

- \* 7.2. Com o interruptor fechado, o amperímetro regista 0,25 A.

Determine a potência total dissipada nos três componentes puramente resistivos.

Apresente todos os cálculos efetuados.

\* 8. Considere o átomo de carbono e o átomo de oxigénio no estado fundamental.

Compare a energia dos eletrões de valência mais energéticos do átomo de carbono com a energia dos eletrões de valência mais energéticos do átomo de oxigénio.

Explícite o seu raciocínio.

9. O metano é um composto constituído por átomos de hidrogénio e de carbono.

9.1. No espectro de emissão do átomo de hidrogénio, as energias dos fótons correspondentes às transições de menor energia para os níveis  $n = 2$  e  $n = 3$  são  $3,0 \times 10^{-19}$  J e  $1,1 \times 10^{-19}$  J, respetivamente.

Assim, pode concluir-se que a diferença de energia entre os níveis

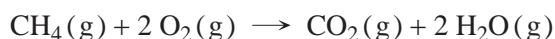
(A)  $n = 3$  e  $n = 2$  é  $1,9 \times 10^{-19}$  J

(B)  $n = 4$  e  $n = 3$  é  $1,9 \times 10^{-19}$  J

(C)  $n = 3$  e  $n = 1$  é  $4,1 \times 10^{-19}$  J

(D)  $n = 4$  e  $n = 2$  é  $4,1 \times 10^{-19}$  J

\* 9.2. A combustão do metano pode ser traduzida por



A energia libertada na combustão de 50,0 g de  $\text{CH}_4$  é 2500 kJ.

Considere as energias de ligação médias apresentadas na tabela.

Ligação	$E / \text{kJ mol}^{-1}$
$E(\text{C} - \text{H})$	414
$E(\text{C} = \text{O})$	799
$E(\text{O} - \text{H})$	460

Determine, em  $\text{kJ mol}^{-1}$ , a energia média de dissociação da molécula de  $\text{O}_2$ .

Apresente todos os cálculos efetuados.

10. Em 1811, Amedeo Avogadro publicou um artigo em que admitia que volumes iguais de gases diferentes, nas mesmas condições de pressão e de temperatura, continham o mesmo número de moléculas.

Na Figura 8, representam-se quatro recipientes iguais (com o mesmo volume e a mesma massa). Posteriormente, encheram-se estes recipientes com gases, identificados pelas respectivas fórmulas químicas, nas mesmas condições de pressão e de temperatura.

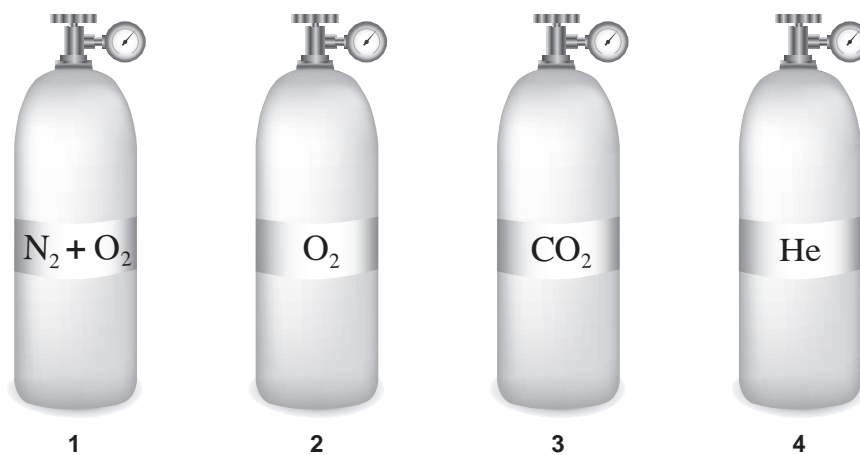


Figura 8

- 10.1. O número total de átomos contidos nos recipientes é igual em

- (A) 2 e 4.
- (B) 1 e 2.
- (C) 2 e 3.
- (D) 3 e 4.

- 10.2. Selecione a opção que ordena os recipientes 1, 2 e 3, tendo em conta os respetivos gases, por ordem crescente das suas massas.

- (A)  $2 < 3 < 1$
- (B)  $1 < 3 < 2$
- (C)  $1 < 2 < 3$
- (D)  $2 < 1 < 3$

11. Os metais podem sofrer corrosão.

- \* 11.1. Em canalizações que contenham chumbo pode, a partir de  $\text{PbCl}_2$ , formar-se um óxido de chumbo de fórmula química  $\text{PbO}_2$ .

Nesta transformação, a variação do número de oxidação do chumbo é

- (A) +2
- (B) -1
- (C) +1
- (D) -2

- 11.2. Uma placa de cobre,  $\text{Cu (s)}$ , e uma placa de zinco,  $\text{Zn (s)}$ , foram mergulhadas numa solução contendo íons  $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$ , tendo-se verificado que, passado algum tempo, apenas a placa de zinco tinha sofrido corrosão.

Pode concluir-se que

- (A) o poder redutor do  $\text{Pb (s)}$  é inferior ao do  $\text{Cu (s)}$ .
- (B) o poder redutor do  $\text{Zn (s)}$  é inferior ao do  $\text{Pb (s)}$ .
- (C) o poder oxidante do  $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$  é inferior ao do  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ .
- (D) o poder oxidante do  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  é inferior ao do  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ .

**FIM**

## COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 16 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.1.	1.4.2.	2.2.	2.3.	3.1.	3.2.	5.2.	6.2.	7.1.	7.2.	8.	9.2.	11.1.	<b>Subtotal</b>
Cotação (em pontos)	16 x 10 pontos																<b>160</b>
Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	2.1.	4.	5.1.	6.1.	9.1.	10.1.	10.2.	11.2.	<b>Subtotal</b>								
Cotação (em pontos)	4 x 10 pontos									<b>40</b>							
<b>TOTAL</b>																	<b>200</b>

ESTA PÁGINA NÃO ESTÁ IMPRESSA PROPOSITADAMENTE

**Prova 715**  
Época Especial  
**VERSÃO 2**