

**Exame Final Nacional de Física e Química A**  
**Prova 715 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2020**

11.º Ano de Escolaridade

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

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

15 Páginas

---

## VERSÃO 1

A prova inclui 8 itens, devidamente identificados no enunciado, cujas respostas contribuem obrigatoriamente para a classificação final (itens **I – 2.1.**, **I – 3.1.**, **I – 3.2.1.**, **II – 1.3.1.**, **II – 2.**, **III – 3.**, **IV – 2.** e **IV – 5.2.**). Dos restantes 18 itens da prova, apenas contribuem para a classificação final os 12 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.

---

Indique de forma legível a versão da prova.

Para cada resposta, identifique o grupo e 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 em modo de exame.

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 grupo, 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)	$K_w = 1,00 \times 10^{-14}$
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

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

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

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

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


---

### • 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**

**18**

<b>1</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	Número atômico <b>Elemento</b> Massa atômica relativa										<b>9</b> <b>F</b> 19,00					
	<b>11</b> <b>Na</b> 22,99	<b>4</b> <b>Be</b> 9,01	<b>12</b> <b>Mg</b> 24,31											<b>17</b> <b>Cl</b> 35,45			
	<b>19</b> <b>K</b> 39,10	<b>20</b> <b>Ca</b> 40,08	<b>21</b> <b>Sc</b> 44,96	<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>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>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>

## GRUPO I

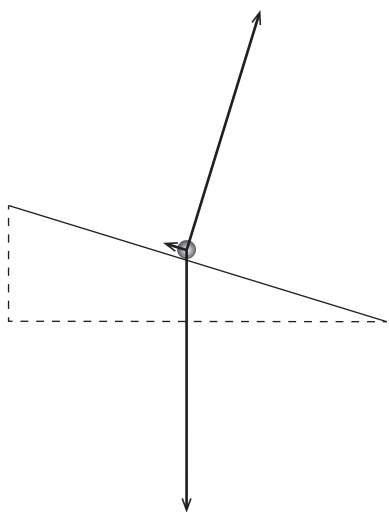
Recriando uma das famosas experiências realizadas por Galileu, estudou-se o movimento de translação de uma esfera largada sobre um plano inclinado.

Considere que a esfera pode ser representada pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

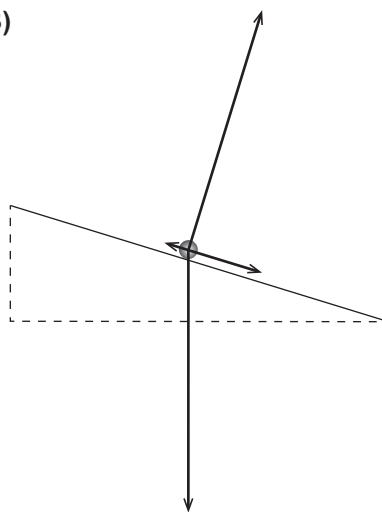
Admita que, em cada ensaio realizado, o módulo da velocidade da esfera aumentou proporcionalmente com o tempo decorrido e que a resultante das forças de atrito que atuaram na esfera não foi desprezável.

1. Qual dos diagramas pode representar, na mesma escala, as forças que atuam na esfera durante a descida no plano inclinado?

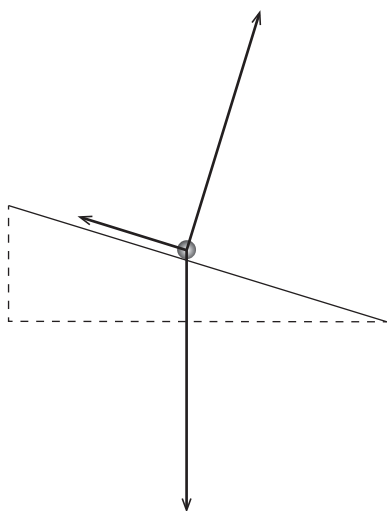
(A)



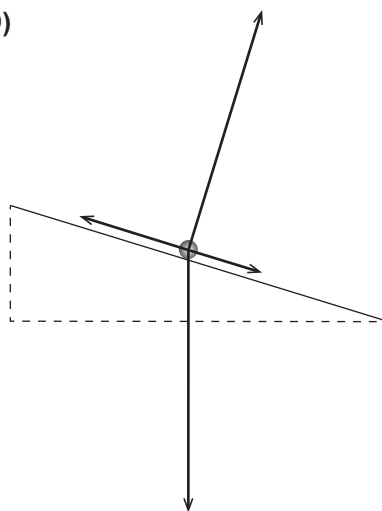
(B)



(C)



(D)



2. Na recriação da experiência de Galileu, foi utilizado um plano inclinado, de comprimento  $L$ , que está esquematizado na Figura 1.

Em dois dos ensaios realizados, a esfera foi largada de duas posições diferentes, A e B, tendo-se medido o tempo que a esfera demorou a atingir a posição C.

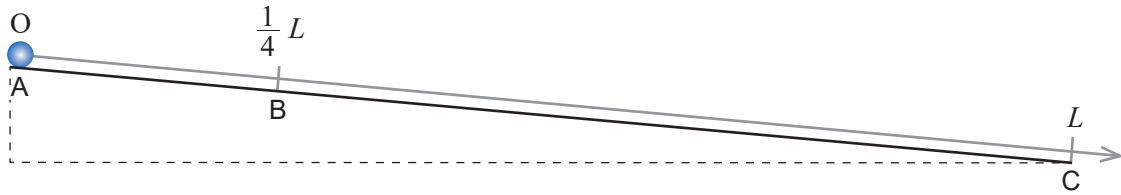


Figura 1

- 2.1. O trabalho realizado pela força gravítica que atua na esfera, desde a posição de onde é largada até à posição C, \_\_\_\_\_ da posição inicial \_\_\_\_\_ da intensidade da resultante das forças de atrito que atuam na esfera.

- (A) depende ... e depende
- (B) depende ... e não depende
- (C) não depende ... e depende
- (D) não depende ... e não depende

- 2.2. Considere que  $t_A$  e  $t_B$  são os tempos que a esfera demora a atingir a posição C quando é largada das posições A e B, respetivamente.

Determine o quociente desses tempos.

Mostre como chegou ao valor solicitado.

3. Os tempos de descida da esfera sobre o plano inclinado foram medidos indiretamente a partir dos volumes de água vertidos por uma bureta. Assim, em cada ensaio realizado, abriu-se a torneira da bureta no instante em que a esfera foi largada sobre o plano inclinado e fechou-se a torneira da bureta no instante em que a esfera atingiu a base do plano.

3.1. Na Figura 2, reproduzem-se duas fotografias (I e II) de parte da bureta, graduada em  $\text{cm}^3$ , nas quais se observa o nível da água no início (I) e no final (II) de um dos ensaios.

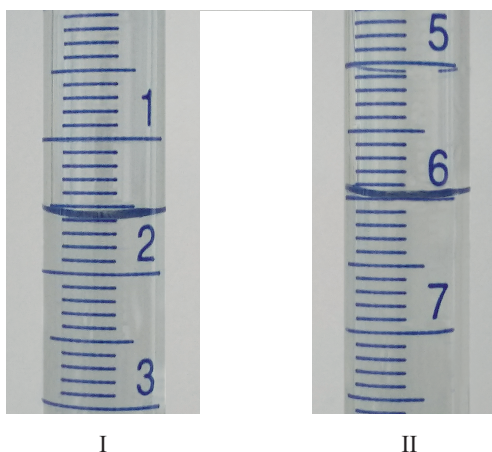


Figura 2

Qual foi o volume de água escoado nesse ensaio?

Apresente o valor solicitado com o número correto de algarismos significativos.

- 3.2. Considere que, nos ensaios realizados, a bureta vertia, aproximadamente,  $1,6 \text{ cm}^3$  de água em cada segundo.

A massa volúmica da água, nas condições em que foram realizados esses ensaios, é  $1,0 \text{ g cm}^{-3}$ .

3.2.1. Quantas moléculas de água foram, aproximadamente, vertidas pela bureta em cada segundo?

- (A)  $6,8 \times 10^{24}$
- (B)  $9,6 \times 10^{23}$
- (C)  $3,8 \times 10^{23}$
- (D)  $5,3 \times 10^{22}$

**3.2.2.** Na tabela seguinte, estão registadas as distâncias,  $d$ , percorridas pela esfera, largada de diferentes posições sobre o plano inclinado, e os volumes,  $V$ , de água vertidos até a esfera atingir a base do plano.

$d / \text{m}$	$V / \text{cm}^3$
3,00	5,60
2,50	5,00
2,00	4,55
1,50	3,90
1,00	3,20

Determine o módulo da aceleração da esfera, em  $\text{m s}^{-2}$ , a partir da equação da reta de ajuste a um gráfico adequado.

Na resposta:

- apresente uma tabela com os valores a utilizar na construção do gráfico, identificando as variáveis consideradas;
- apresente a equação da reta de ajuste a esse gráfico;
- calcule o valor solicitado.

Explícite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

## GRUPO II

1. Na Figura 3, apresentam-se os gráficos do módulo da velocidade,  $v$ , de duas gotas de água, A e B, de diferentes diâmetros, em queda vertical, em função da distância,  $d$ , percorrida pelas gotas.

Considere que as gotas de água podem ser representadas pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

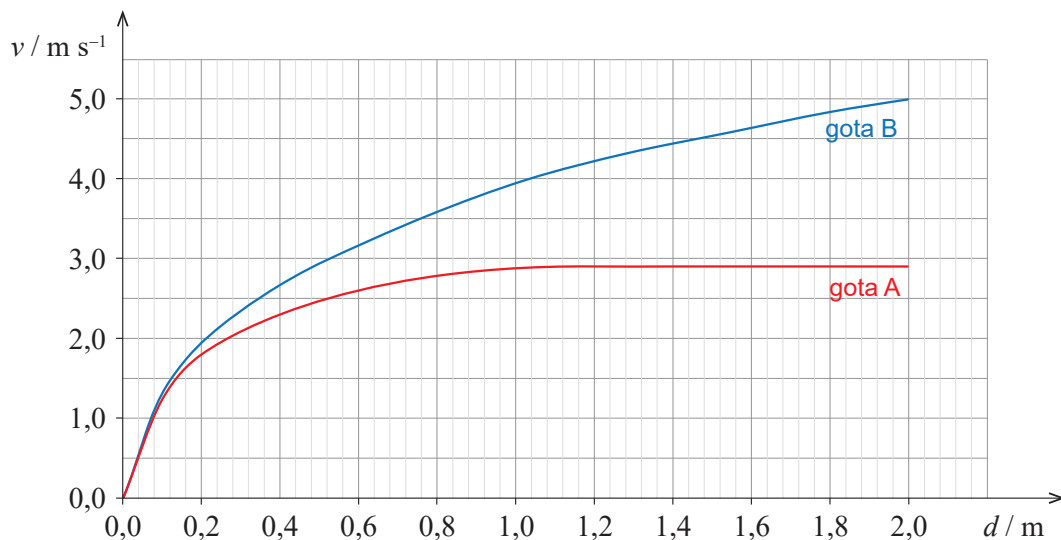


Figura 3

- 1.1. Considere o deslocamento total de  $2,0 \text{ m}$  da gota A.

Sejam  $\vec{F}_g$  e  $\vec{F}_{ar}$  as forças gravítica e de resistência do ar, respetivamente, que atuam na gota A.

O trabalho realizado por  $\vec{F}_g$  é \_\_\_\_\_ variação da energia potencial gravítica do sistema *gota A + Terra* e é, em módulo, \_\_\_\_\_ do que o trabalho realizado por  $\vec{F}_{ar}$ .

- (A) simétrico da ... menor
- (B) igual à ... menor
- (C) simétrico da ... maior
- (D) igual à ... maior

- 1.2. Conclua se a intensidade da resultante das forças que atuam na gota A é maior nos primeiros  $0,1 \text{ m}$  ou nos últimos  $0,1 \text{ m}$  da queda a que se refere o gráfico da Figura 3.

Mostre como chegou à conclusão solicitada.



1.3. A massa da gota B é  $4,2 \times 10^{-3}$  g.

1.3.1. Determine a energia dissipada na queda de 2,0 m da gota B.

Explícite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

1.3.2. Considere que, em determinadas condições, a variação de entalpia (mássica) de vaporização da água é  $2,4 \text{ kJ g}^{-1}$ .

A energia necessária para a vaporização da gota B, nessas condições, é

(A) 0,57 J

(B) 10 J

(C) 0,57 kJ

(D) 10 kJ

2. Considere que foi fornecida, à pressão de 1 atm, a mesma energia a uma gota de água e a uma amostra de ar com o dobro da massa dessa gota.

A essa pressão, a capacidade térmica mássica da água líquida é cerca de quatro vezes superior à capacidade térmica mássica do ar.

A variação de temperatura da gota, comparada com a variação de temperatura da amostra de ar, será, aproximadamente,

(A) oito vezes maior.

(B) oito vezes menor.

(C) duas vezes maior.

(D) duas vezes menor.

### GRUPO III

1. Uma espira circular na proximidade de um ímã fixo roda num mesmo plano horizontal, em torno de um eixo vertical,  $z$ , que passa pelo centro da espira,  $C$ , como se esquematiza na Figura 4.

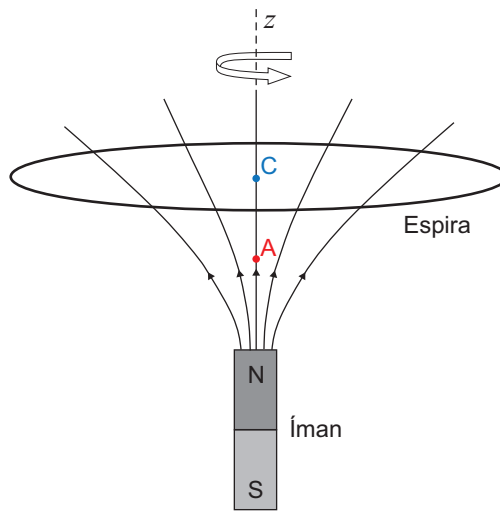


Figura 4

- 1.1. Na situação descrita, o fluxo magnético através da superfície plana delimitada pela espira \_\_\_\_\_, e a força eletromotriz induzida na espira \_\_\_\_\_ nula.

- (A) varia ... é
- (B) varia ... não é
- (C) não varia ... é
- (D) não varia ... não é

- 1.2. Os pontos A e C pertencem à mesma linha de campo magnético.

Nas figuras seguintes, está representado o campo magnético criado pelo ímã no ponto A,  $\vec{B}_A$ .

Em qual das figuras pode estar representado o campo magnético criado pelo ímã no ponto C,  $\vec{B}_C$ ?

(A)	(B)	(C)	(D)

2. Uma corrente elétrica é induzida numa bobina quando uma antena recebe um sinal eletromagnético de 800 kHz, emitido por uma estação de rádio.

Qual é o comprimento de onda, no ar, da onda associada à propagação daquele sinal?

- (A)  $3,75 \times 10^5$  km      (B)  $3,75 \times 10^2$  m      (C)  $2,67 \times 10^{-6}$  km      (D)  $2,67 \times 10^{-9}$  m

3. Na Figura 5, está representado um circuito elétrico com:

- um gerador de força eletromotriz 9,20 V e resistência interna  $2,0 \Omega$ ;
- um voltímetro ligado nos terminais do gerador;
- dois condutores, A e B, de resistências elétricas  $R_A$  e  $R_B$ , sendo  $R_A = 3 R_B$ .

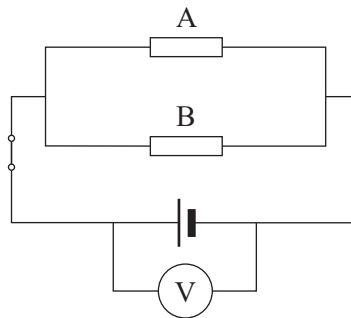


Figura 5

Determine a potência dissipada no condutor A quando o voltímetro marca 8,74 V.

Explícite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

## GRUPO IV

A concentração de dióxido de carbono,  $\text{CO}_2$ , na atmosfera terrestre tem aumentado de forma muito significativa desde meados do século XIX. Para esse aumento têm contribuído, entre outros fatores, a crescente utilização de combustíveis fósseis e a desflorestação.

1. Na natureza, existem três isótopos de carbono:  $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$  e  $^{14}\text{C}$ .

Átomos destes isótopos têm o mesmo número de

- (A) prótons e massas diferentes.
- (B) prótons e massas iguais.
- (C) nêutrons e massas iguais.
- (D) nêutrons e massas diferentes.

2. Compare o átomo de oxigênio com o átomo de carbono, ambos no estado fundamental.

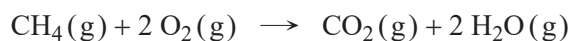
Os elétrons de valência do átomo de oxigênio são, em média, \_\_\_\_\_ atraídos pelo núcleo, tendo este átomo \_\_\_\_\_ raio atômico.

- (A) mais ... maior
- (B) menos ... maior
- (C) mais ... menor
- (D) menos ... menor

3. A molécula de  $\text{CO}_2$  apresenta \_\_\_\_\_ elétrons de valência ligantes e \_\_\_\_\_ elétrons de valência não ligantes.

- (A) quatro ... quatro
- (B) quatro ... oito
- (C) oito ... quatro
- (D) oito ... oito

4. A combustão do metano,  $\text{CH}_4(\text{g})$ , pode ser traduzida por



- 4.1. Qual é a variação do número de oxidação do carbono na reação considerada?

- (A) +8
- (B) -8
- (C) +4
- (D) -4

4.2. Em muitas reações de combustão, que ocorrem em sistemas reais, o combustível não reage completamente, mesmo existindo  $O_2(g)$  em excesso.

Considere que, numa reação de combustão de metano, por cada mole de  $CH_4(g)$ , 0,016 mol não reagiram, apesar de existir um excesso de 5,0% de  $O_2(g)$ .

Admita que, além da reação considerada, não ocorrem outras reações.

Determine, por cada mole de  $CH_4(g)$ , a quantidade de  $O_2(g)$  que não reagiu.

Explícite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

5. A curva de Keeling, obtida a partir de medidas rigorosas efetuadas no observatório de Mauna Loa, no Havai, evidencia o aumento da concentração de  $CO_2$  na troposfera, nas últimas décadas.

A curva de Keeling representada na Figura 6 traduz a fração molar média de  $CO_2$ ,  $x_{CO_2}$ , em amostras de ar seco, em função do tempo,  $t$ , em anos,  $a$ , entre 1958 e 2018.

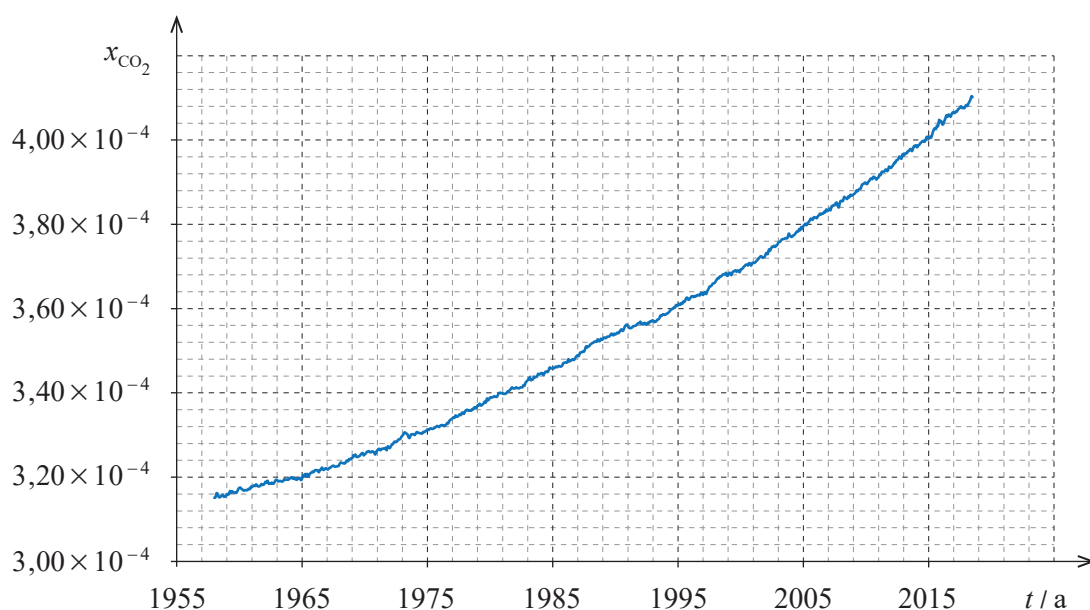


Figura 6

5.1. Qual foi o teor médio de  $CO_2$  nas amostras recolhidas em 1965, em partes por milhão em volume?

(A)  $3,20 \times 10^{-4}$  ppm

(B)  $3,20 \times 10^2$  ppm

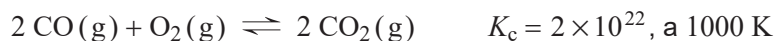
(C)  $3,20 \times 10^{-2}$  ppm

(D)  $3,20 \times 10^6$  ppm

5.2. Determine, a partir da curva de Keeling representada na Figura 6, a taxa temporal média, entre 1999 e 2015, de variação da massa de  $CO_2$  por  $dm^3$  de ar seco (medido em condições PTN), em  $g\ dm^{-3}\ a^{-1}$ .

Explícite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

6. Considere a reação traduzida por



A ordem de grandeza da constante de equilíbrio,  $K_c$ , à temperatura considerada, indica que

- (A) a formação dos produtos da reação é favorecida.
- (B) o produto da reação se forma muito rapidamente.
- (C) a reação tem rendimento muito elevado.
- (D) ambos os reagentes se esgotam.

### GRUPO V

O dióxido de carbono reage com a água, dando origem ao ácido carbónico,  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ .

O ácido carbónico é um ácido diprótico que se ioniza em água em duas etapas sucessivas, traduzidas por



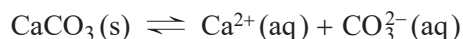
1. Apresente a expressão que traduz a constante de acidez,  $K_a$ , do ácido carbónico, definida para a reação (1).

2. A espécie  $\text{HCO}_3^-$  (aq) é a base conjugada de \_\_\_\_\_ e o ácido conjugado de \_\_\_\_\_ .

- (A)  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \dots \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- (B)  $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \dots \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$
- (C)  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \dots \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$
- (D)  $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \dots \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$

3. A preservação de estruturas vitais de alguns organismos marinhos, como as conchas, cujo principal componente é o carbonato de cálcio,  $\text{CaCO}_3$ , depende do equilíbrio que se estabelece entre este sal sólido e os iões resultantes da sua dissolução em água.

Esta reacção pode ser traduzida por



Preveja, fundamentando, se a diminuição do pH das águas dos oceanos contribui para a preservação das conchas ou, pelo contrário, para a sua dissolução.

Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

## FIM

## COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 8 itens contribuem obrigatoriamente para a classificação final da prova.	Grupo								Subtotal
	I	I	I	II	II	III	IV	IV	
	2.1.	3.1.	3.2.1.	1.3.1.	2.	3.	2.	5.2.	
Cotação (em pontos)	8 x 10 pontos								80
Destes 18 itens, contribuem para a classificação final da prova os 12 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	Grupo I								Subtotal
	1.	2.2.	3.2.2.						
	Grupo II								
	1.1.	1.2.	1.3.2.						
	Grupo III								
	1.1.	1.2.	2.						
	Grupo IV								
1.	3.	4.1.	4.2.	5.1.	6.				
Grupo V									
1.	2.	3.							
Cotação (em pontos)	12 x 10 pontos								120
<b>TOTAL</b>									<b>200</b>

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