

**Exame Final Nacional de Física e Química A**  
**Prova 715 | 2.ª Fase | Ensino Secundário | 2022**

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho | Decreto-Lei n.º 27-B/2022, de 23 de março

**Entrelinha 1,5, sem figuras**

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

14 Páginas

## VERSÃO 1

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

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

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

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

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

### • 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>1</b> <b>H</b> 1,01											<b>18</b>
	<b>2</b> <b>He</b> 4,00											<b>17</b> <b>F</b> 19,00
	<b>3</b> <b>Li</b> 6,94											<b>16</b> <b>O</b> 16,00
	<b>4</b> <b>Be</b> 9,01											<b>15</b> <b>N</b> 14,01
	<b>11</b> <b>Na</b> 22,99											<b>14</b> <b>C</b> 12,01
	<b>12</b> <b>Mg</b> 24,31											<b>13</b> <b>B</b> 10,81
	<b>19</b> <b>K</b> 39,10											<b>6</b> <b>Si</b> 28,09
	<b>20</b> <b>Ca</b> 40,08											<b>5</b> <b>Al</b> 26,98
	<b>37</b> <b>Rb</b> 85,47											<b>13</b> <b>Al</b> 26,98
	<b>38</b> <b>Sr</b> 87,62											<b>14</b> <b>Si</b> 28,09
	<b>55</b> <b>Cs</b> 132,91											<b>31</b> <b>Ga</b> 69,72
	<b>56</b> <b>Ba</b> 137,33											<b>30</b> <b>Zn</b> 65,38
	<b>87</b> <b>Fr</b> <i>Actínidos</i>											<b>49</b> <b>In</b> 114,82
												<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> <i>At</i>
												<b>85</b> <b>At</b> <i>At</i>
												<b>112</b> <b>Cn</b> <i>At</i>
												<b>113</b> <b>Nh</b> <i>At</i>
												<b>114</b> <b>Fl</b> <i>At</i>
												<b>115</b> <b>Mc</b> <i>At</i>
												<b>116</b> <b>Lv</b> <i>At</i>
												<b>117</b> <b>Ts</b> <i>At</i>
												<b>118</b> <b>Og</b> <i>At</i>
												<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>99</b> <b>Es</b> <i>At</i>
												<b>100</b> <b>Fm</b> <i>At</i>
												<b>101</b> <b>Md</b> <i>At</i>
												<b>102</b> <b>No</b> <i>At</i>
												<b>103</b> <b>Lr</b> <i>At</i>

1. O Sol emite luz, mas também fluxos de partículas que constituem o vento solar.

Estas partículas carregadas eletricamente, como prótons, elétrons e íons de hélio, interagem com o campo magnético terrestre, deformando-o.

Item obrigatório

1.1. No campo magnético terrestre identificam-se quatro pontos  $P_2$ ,  $P_4$ ,  $P_3$  e  $P_1$  em zonas cuja densidade das linhas de campo magnético é sucessivamente menor.

O módulo do campo magnético é maior

(A) em  $P_1$  do que em  $P_4$ .

(B) em  $P_3$  do que em  $P_2$ .

(C) em  $P_2$  do que em  $P_4$ .

(D) em  $P_1$  do que em  $P_2$ .

1.2. As partículas energéticas constituintes do vento solar, ao entrarem na alta atmosfera terrestre, provocam manifestações de luz conhecidas por auroras. As auroras mais comuns apresentam cor verde, o que se deve, essencialmente, à presença de oxigénio atómico.

1.2.1. Na alta atmosfera terrestre, encontra-se oxigénio atómico, mas raramente se encontra nitrogénio atómico, porque a ligação covalente \_\_\_\_\_ na molécula de dinitrogénio tem \_\_\_\_\_ energia de ligação do que a ligação covalente na molécula de dióxigénio.

(A) dupla ... menor

(B) dupla ... maior

(C) tripla ... menor

(D) tripla ... maior

Item obrigatório

1.2.2. A cor observada nas auroras mais comuns deve-se à \_\_\_\_\_ de radiação, associada a transições eletrónicas para níveis de energia \_\_\_\_\_ do átomo de oxigénio.

(A) emissão ... inferiores

(B) emissão ... superiores

(C) absorção ... inferiores

(D) absorção ... superiores

**1.3.** O satélite de observação solar SOHO contém instrumentos que permitem estudar distúrbios do vento solar.

**1.3.1.** O SOHO orbita o Sol com movimento circular uniforme e com o mesmo período orbital da Terra. Considere  $d$  a distância média da Terra ao Sol e admita que a distância do SOHO ao Sol é 99 vezes superior à distância do SOHO à Terra.

O SOHO está colocado a  $0,99 d$

- (A) do Sol e o módulo da aceleração centrípeta no SOHO é superior ao da Terra.
- (B) do Sol e o módulo da aceleração centrípeta no SOHO é inferior ao da Terra.
- (C) da Terra e o módulo da aceleração centrípeta no SOHO é superior ao da Terra.
- (D) da Terra e o módulo da aceleração centrípeta no SOHO é inferior ao da Terra.

**1.3.2.** O satélite SOHO está equipado com painéis fotovoltaicos.

Considere que a potência média da radiação solar por unidade de área, na órbita do satélite, é  $1370 \text{ W m}^{-2}$  e que o conjunto de painéis fotovoltaicos instalados no satélite tem um rendimento médio de 20%. Admita que a potência útil dos painéis é 1500 W.

Qual das expressões seguintes permite calcular a área total de painéis fotovoltaicos no SOHO?

- (A)  $\frac{1500 \times 0,20}{1370} m^2$
- (B)  $\frac{1500}{1370 \times 0,20} m^2$
- (C)  $\frac{1370 \times 0,20}{1500} m^2$
- (D)  $\frac{1370}{1500 \times 0,20} m^2$

2. Uma rapariga deixa-se baloiçar presa numa corda inextensível, que está atada a um coqueiro.

A rapariga parte do repouso em A e oscila presa à corda até C, sobre a água, passando pelo ponto intermédio, B. Em A e em C, a rapariga encontra-se à mesma altura, 3,0 m, e em B encontra-se à altura de 1,8 m, considerando como nível de referência a superfície da água.

Considere que a rapariga pode ser representada pelo seu centro de massa, CM (modelo da partícula material), e que a resistência do ar é desprezável.

Considere a superfície da água como o nível de referência da energia potencial gravítica.

2.1. No movimento da rapariga entre os pontos A e B,

- (A) a variação da energia cinética da rapariga é nula.
- (B) apenas atuam, no CM da rapariga, forças conservativas.
- (C) apenas atuam, no CM da rapariga, forças não conservativas.
- (D) a variação da energia mecânica do sistema *rapariga + Terra* é nula.

Item obrigatório

2.2. Ao atingir o ponto C, a rapariga larga a corda e cai verticalmente, atingindo a superfície da água no ponto D.

Mostre que a razão entre o módulo da velocidade da rapariga no ponto D,  $v_D$ , e o módulo da velocidade da rapariga no ponto B,  $v_B$ , ou seja,  $\frac{v_D}{v_B}$ , é 1,6.

3. No laboratório da escola, um grupo de alunos realizou uma atividade experimental que consistia na medição de volumes de água e das massas respetivas. Os alunos usaram uma bureta graduada, um gobelé e uma balança digital.

Considere a temperatura constante ao longo de toda a atividade e que a massa do gobelé, vazio e seco, é  $6,882 \times 10^1$  g.

3.1. Na bureta, graduada em  $\text{cm}^3$ , em que a menor divisão de escala é  $0,1 \text{ cm}^3$ , qual dos registos pode representar a medição do volume de água escoada para o gobelé?

- (A)  $(1,15 \pm 0,05) \text{ cm}^3$
- (B)  $(1,2 \pm 0,05) \text{ cm}^3$
- (C)  $(1,15 \pm 0,1) \text{ cm}^3$
- (D)  $(1,2 \pm 0,1) \text{ cm}^3$

Item obrigatório

- 3.2. Os alunos registaram os valores da massa de água escoada para o gobelé,  $m$  (em g), e do respetivo volume,  $V$  (em  $\text{cm}^3$ ). A partir destes valores determinaram a seguinte equação da reta de ajuste de  $m$ , em função de  $V$ , que melhor se ajusta a este conjunto de dados

$$m = 9,769 \times 10^{-1} V + 3,639 \times 10^{-2}$$

Calcule a massa de água escoada correspondente ao volume de  $61,0 \text{ cm}^3$ .

Apresente todos os cálculos efetuados.

Item obrigatório

- 3.3. Um outro grupo de alunos efetuou a mesma atividade experimental, utilizando o mesmo material, tendo cometido um erro que foi detetado na expressão da reta de ajuste

$$m = 9,769 \times 10^{-1} V + 6,890 \times 10^1$$

Identifique o erro sistemático cometido pelos alunos e justifique a sua resposta com base na análise da expressão da reta de ajuste.

4. Num processo laboratorial destinado a estudar o aquecimento de uma amostra de água, montou-se um circuito elétrico com uma pilha, um interruptor e uma resistência de imersão. Neste circuito, foram instalados dois aparelhos de medida, um voltímetro e um amperímetro.

Item obrigatório

- 4.1. O principal processo responsável pelo aquecimento da água na experiência é traduzido por um processo cíclico de correntes

- (A) ascendentes do fluido mais quente e menos denso e correntes descendentes do fluido mais frio e mais denso.
- (B) descendentes do fluido mais quente e menos denso e correntes ascendentes do fluido mais frio e mais denso.
- (C) ascendentes do fluido mais quente e mais denso e correntes descendentes do fluido mais frio e menos denso.
- (D) descendentes do fluido mais quente e mais denso e correntes ascendentes do fluido mais frio e menos denso.

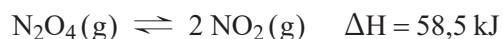
Item obrigatório

- 4.2. Num ensaio, foi aquecida uma amostra de água durante 10 minutos, usando-se uma resistência elétrica de imersão. Mediu-se a diferença de potencial,  $U$ , de 8,17 V nos terminais da resistência e a corrente elétrica,  $I$ , de 700 mA no circuito. Admita que estes valores se mantiveram constantes ao longo do ensaio.

Qual a energia dissipada pela resistência, por efeito Joule, durante este ensaio?

- (A) 4,9 kJ
- (B) 3,4 kJ
- (C) 1,7 kJ
- (D) 5,7 kJ

5. Considere o equilíbrio químico entre o tetróxido de dinitrogénio,  $N_2O_4$ , e o dióxido de nitrogénio,  $NO_2$ .



À temperatura de 25 °C, a constante de equilíbrio,  $K_c$ , é  $4,63 \times 10^{-3}$ .

Item obrigatório

- 5.1. Num reator de 7,50 dm<sup>3</sup>, introduziram-se 3,0 mol de  $N_2O_4(g)$ , à temperatura de 25 °C. Calcule a fração molar do  $NO_2(g)$  quando o sistema atingiu o equilíbrio, àquela temperatura.

Apresente todos os cálculos efetuados.

Item obrigatório

- 5.2. Noutro reator foi introduzido  $NO_2$  com uma concentração de 4 mol dm<sup>-3</sup>. Considere que inicialmente não existia  $N_2O_4(g)$  no reator. Depois de atingido o equilíbrio, à temperatura T, verificou-se que as concentrações de  $NO_2$  e de  $N_2O_4$  eram 2 mol dm<sup>-3</sup> e 1 mol dm<sup>-3</sup>, respetivamente.

Conclua, justificando, se a temperatura T é maior, menor ou igual a 25 °C.



- 5.3.** Para produzir o  $\text{NO}_2(\text{g})$ , recorreu-se a uma reação de oxidação-redução entre o ácido nítrico,  $\text{HNO}_3$ , e o cobre, traduzida por



O número de oxidação do nitrogénio na molécula de  $\text{HNO}_3$  é

- (A) +5, e esta é a espécie oxidante.
  - (B) +6, e esta é a espécie oxidante.
  - (C) +5, e esta é a espécie redutora.
  - (D) +6, e esta é a espécie redutora.
- 5.4.** No laboratório, existe uma solução concentrada de  $\text{HNO}_3$  ( $M = 63,02 \text{ g mol}^{-1}$ ;  $K_a$  muito elevado), com 68% (em massa) de  $\text{HNO}_3$  e massa volúmica  $1,41 \text{ g cm}^{-3}$ .

Item obrigatório

- 5.4.1.** Calcule o volume de solução concentrada que é necessário para preparar  $250 \text{ cm}^3$  de uma solução diluída de  $\text{HNO}_3$  com pH de 0,30.

Apresente todos os cálculos efetuados.

Item obrigatório

- 5.4.2.** Qual é o par ácido-base conjugado resultante da ionização do ácido nítrico em água?

- (A)  $\text{HNO}_3 / \text{H}_2\text{O}$
- (B)  $\text{HNO}_3 / \text{NO}_3^-$
- (C)  $\text{H}_2\text{O} / \text{NO}_3^-$
- (D)  $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{NO}_3^-$

6. Um avião a jato, de massa  $m$  (em kg), aterriza com pouco combustível na pista retilínea de um porta-aviões.

No momento em que atinge a pista, o módulo da velocidade do avião é  $65 \text{ m s}^{-1}$ . Durante a aterragem, um cabo de retenção, provoca uma desaceleração progressiva do avião, na secção horizontal da pista.

Admita que o cabo de retenção é responsável por uma diminuição de 91,5% da velocidade inicial do avião, mas sofre rotura ao fim de 3,5 s.

No intervalo de tempo  $]3,5; 5,5[$  s, o avião desloca-se com velocidade constante, ainda na secção horizontal da pista.

No intervalo de tempo  $]5,5; 7,8[$  s, o avião percorre a secção inclinada da pista (de desnível positivo), immobilizando-se aos 7,8 s.

Considere que o avião pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material) e que as forças de atrito e de resistência do ar são desprezáveis.

Na tabela apresentam-se os valores do módulo da resultante das forças que atuam no avião em determinados instantes da aterragem, na secção horizontal da pista.

Tempo / s	Módulo da resultante das forças / N
0	0
1,0	$m \times 0,97 g$
2,0	$m \times 1,94 g$
3,0	$m \times 2,91 g$

6.1. A análise da tabela permite concluir que o avião apresenta, no intervalo de tempo  $]0,0; 3,0[$  s,

- (A) movimento uniformemente retardado.
- (B) movimento uniformemente acelerado.
- (C) movimento retardado.
- (D) movimento acelerado.

Item obrigatório

- 6.2.** Na aterragem, o avião percorre, na secção horizontal da pista retilínea, uma distância de 169 m em 5,5 s.

Neste percurso, o cabo de retenção provoca uma diminuição de 91,5% da velocidade inicial do avião, sofrendo rotura aos 3,5 s.

Assim, no intervalo de tempo  $]0,0; 3,5[$  s, o avião percorre \_\_\_\_\_ do percurso horizontal retilíneo.

- (A) 73%
- (B) 82%
- (C) 89%
- (D) 93%

Item obrigatório

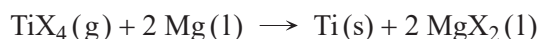
- 6.3.** Entre 5,5 s e 7,8 s, o avião, sujeito a uma força resultante constante de módulo  $m \times 0,24 g$ , percorre uma secção inclinada da pista e imobiliza-se aos 7,8 s.

Na secção inclinada da pista o avião percorre uma trajetória retilínea com uma inclinação,  $\alpha$ , em relação à direcção horizontal da pista.

Calcule a amplitude do ângulo  $\alpha$ .

Apresente todos os cálculos efetuados.

7. Na construção de aviões a jato, é utilizado titânio,  $\text{Ti (s)}$  ( $M = 47,87 \text{ g mol}^{-1}$ ), que pode ser obtido pela reação entre o composto  $\text{TiX}_4$  (em que X representa genericamente um elemento não metálico) e o magnésio fundido,  $\text{Mg (l)}$  ( $M = 24,31 \text{ g mol}^{-1}$ ). A reação é expressa por



Item obrigatório

- 7.1. Para obtenção de titânio, fez-se reagir  $1,85 \times 10^5 \text{ mol}$  de  $\text{TiX}_4$  com  $1,72 \times 10^3 \text{ kg}$  de Mg.

Determine o rendimento da reação ao obter-se  $1,21 \times 10^3 \text{ kg}$  de  $\text{Ti (s)}$ .

Apresente todos os cálculos efetuados.

- 7.2. O composto  $\text{TiX}_4$  é um composto molecular de geometria tetraédrica.

Na tabela apresentam-se os valores de energia de remoção de todos os elétrons do átomo do elemento representado pela letra X, obtidos por espectroscopia fotoeletrônica (PES).

Número de elétrons	Energia de remoção / $\text{MJ mol}^{-1}$
2	273
2	26,8
6	20,8
2	2,44
5	1,25

De acordo com a tabela apresentada, pode concluir-se que a primeira energia de ionização deste elemento é

- (A)  $273 \text{ MJ mol}^{-1}$  e o elemento é o flúor ( $Z = 9$ ).  
(B)  $1,25 \text{ MJ mol}^{-1}$  e o elemento é o flúor ( $Z = 9$ ).  
(C)  $273 \text{ MJ mol}^{-1}$  e o elemento é o cloro ( $Z = 17$ ).  
(D)  $1,25 \text{ MJ mol}^{-1}$  e o elemento é o cloro ( $Z = 17$ ).

8. Numa montagem laboratorial utilizou-se um pentaprisma de vidro transparente e um laser. O feixe de luz laser, propagando-se inicialmente no ar, entra no pentaprisma perpendicularmente a uma das suas faces.

Item obrigatório

8.1. Quando o feixe de luz passa do ar para o pentaprisma,

- (A) mantém-se a frequência, mas o módulo da velocidade de propagação diminui.
- (B) diminui a frequência, mas o módulo da velocidade de propagação mantém-se.
- (C) diminui a frequência e diminui o módulo da velocidade de propagação.
- (D) mantém-se a frequência e mantém-se o módulo da velocidade de propagação.

Item obrigatório

8.2. O feixe de luz laser que entra no pentaprisma sofre uma reflexão interna, com um ângulo de incidência de  $22,5^\circ$ .

Considere que o índice de refração do vidro que constitui o pentaprisma é 1,52.

Demonstre que, nestas condições, não ocorre reflexão total da luz no pentaprisma, apresentando todos os cálculos efetuados.

**FIM**

## COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 16 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final (16 × 10 pontos).

1.1. ....	10 pontos
1.2.2. ....	10 pontos
2.2. ....	10 pontos
3.2. ....	10 pontos
3.3. ....	10 pontos
4.1. ....	10 pontos
4.2. ....	10 pontos
5.1. ....	10 pontos
5.2. ....	10 pontos
5.4.1. ....	10 pontos
5.4.2. ....	10 pontos
6.2. ....	10 pontos
6.3. ....	10 pontos
7.1. ....	10 pontos
8.1. ....	10 pontos
8.2. ....	10 pontos

**SUBTOTAL ..... 160 pontos**

Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação (4 × 10 pontos).

1.2.1. ....	10 pontos
1.3.1. ....	10 pontos
1.3.2. ....	10 pontos
2.1. ....	10 pontos
3.1. ....	10 pontos
5.3. ....	10 pontos
6.1. ....	10 pontos
7.2. ....	10 pontos

**SUBTOTAL ..... 40 pontos**

**TOTAL ..... 200 pontos**