

**Exame Final Nacional de Física e Química A**  
**Prova 715 | 2.ª Fase | Ensino Secundário | 2017**

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho

**Entrelinha 1,5, sem figuras**

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

17 Páginas

---

## **VERSÃO 1**

---

Indique de forma legível a versão da prova.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

É permitida a utilização de régua, esquadro, transferidor e calculadora científica sem capacidades gráficas.

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

Para cada resposta, identifique o grupo e o item.

Apresente as suas respostas de forma legível.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

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

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

---

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.

Nas respostas aos itens em que é pedida a apresentação de todas as etapas de resolução, explicita todos os cálculos efetuados e apresente todas as justificações ou conclusões solicitadas.

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**

$$g = 10 \text{ m s}^{-2}$$

---

**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

- **Quantidades, massas e volumes**

$$m = n M$$

$$N = n N_A$$

$$V = n V_m$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$m$  – massa

$n$  – quantidade de matéria

$M$  – massa molar

$N$  – número de entidades

$N_A$  – constante de Avogadro

$V$  – volume

$V_m$  – volume molar

$\rho$  – massa volúmica

- **Soluções e dispersões**

$$c = \frac{n}{V}$$

$$x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}}$$

$c$  – concentração de solução

$n$  – quantidade de matéria

$V$  – volume de solução

$x$  – fração molar

- **Relação entre pH e concentração de  $\text{H}_3\text{O}^+$**

$$\text{pH} = -\log \{ [\text{H}_3\text{O}^+] / \text{mol dm}^{-3} \}$$

- **Energia cinética de translação**

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

$m$  – massa

$v$  – módulo da velocidade

- **Energia potencial gravítica em relação a um nível de referência**

$$E_{\text{pg}} = m g h$$

$m$  – massa

$g$  – módulo da aceleração gravítica junto à superfície da Terra

$h$  – altura em relação ao nível de referência considerado

- **Energia mecânica**

$$E_m = E_c + E_p$$

- **Trabalho realizado por uma força constante,  $\vec{F}$ , que atua sobre um corpo em movimento retilíneo**

$$W = F d \cos \alpha$$

$d$  – módulo do deslocamento do ponto de aplicação da força

$\alpha$  – ângulo definido pela força e pelo deslocamento

- **Teorema da energia cinética**

$$W = \Delta E_c$$

$W$  – soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuam num corpo

$\Delta E_c$  – variação da energia cinética do centro de massa do corpo

- **Trabalho realizado pela força gravítica**

$$W = -\Delta E_{\text{pg}}$$

$\Delta E_{\text{pg}}$  – variação da energia potencial gravítica

- **Potência**

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

$E$  – energia

$\Delta t$  – intervalo de tempo

- **Energia ganha ou perdida por um corpo devido à variação da sua temperatura**

$$E = m c \Delta T$$

$m$  – massa

$c$  – capacidade térmica mássica

$\Delta T$  – variação da temperatura

- **1.ª Lei da Termodinâmica**

$$\Delta U = W + Q$$

$\Delta U$  – variação da energia interna

$W$  – energia transferida sob a forma de trabalho

$Q$  – energia transferida sob a forma de calor

- **Conversão de temperatura (de grau Celsius para kelvin)**

$$T/K = t / ^\circ\text{C} + 273,15$$

$T$  – temperatura absoluta (temperatura em kelvin)

$t$  – temperatura em grau Celsius

- **Equações do movimento retilíneo com aceleração constante**

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

$$v = v_0 + a t$$

$x$  – componente escalar da posição

$v$  – componente escalar da velocidade

$a$  – componente escalar da aceleração

$t$  – tempo

- **Equações do movimento circular com velocidade de módulo constante**

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$v = \omega r$$

$a_c$  – módulo da aceleração centrípeta

$v$  – módulo da velocidade

$r$  – raio da trajetória

$\omega$  – módulo da velocidade angular

$T$  – período

- **2.ª Lei de Newton**

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

$\vec{F}$  – resultante das forças que atuam num corpo de massa  $m$

$\vec{a}$  – aceleração do centro de massa do corpo

- **Lei da Gravitação Universal**

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$F_g$  – módulo da força gravítica exercida pela massa pontual  $m_1$  ( $m_2$ )  
na massa pontual  $m_2$  ( $m_1$ )

$G$  – constante de gravitação universal

$r$  – distância entre as duas massas

- **Comprimento de onda**

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$v$  – módulo da velocidade de propagação da onda

$f$  – frequência

- **Função que descreve um sinal harmónico ou sinusoidal**

$$y = A \sin(\omega t)$$

$A$  – amplitude

$\omega$  – frequência angular

$t$  – tempo

- **Índice de refração**

$$n = \frac{c}{v}$$

$c$  – módulo da velocidade de propagação da luz no vácuo

$v$  – módulo da velocidade de propagação da radiação no meio considerado

- **Lei de Snell-Descartes para a refração**

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

$n_1, n_2$  – índices de refração dos meios 1 e 2, respetivamente

$\alpha_1, \alpha_2$  – ângulos entre a direção de propagação da onda e a normal

à superfície separadora no ponto de incidência, nos meios 1 e 2, respetivamente

- **Fluxo magnético que atravessa uma superfície, de área  $A$ , em que existe um campo magnético uniforme,  $\vec{B}$**

$$\Phi_m = B A \cos \alpha$$

$\alpha$  – ângulo entre a direção do campo e a direção perpendicular à superfície

- **Força eletromotriz induzida numa espira metálica**

$$|E_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$$

$\Delta \Phi_m$  – variação do fluxo magnético

$\Delta t$  – intervalo de tempo



## GRUPO I

Considere dois conjuntos, A e B, ambos constituídos por um ciclista e pela respetiva bicicleta. Estes conjuntos movem-se numa pista horizontal.

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

1. O trabalho realizado pelo peso do conjunto A, num percurso nessa pista,

- (A) é nulo, porque o peso do conjunto é perpendicular ao deslocamento efetuado.
- (B) será diferente de zero se a energia cinética do conjunto variar.
- (C) é nulo, porque o peso do conjunto é independente do deslocamento efetuado.
- (D) será diferente de zero se a trajetória do conjunto for circular.

2. Considere que  $v_A$  representa o módulo da velocidade do conjunto A e que  $v_B$  representa o módulo da velocidade do conjunto B.

Se a massa do conjunto A for  $\frac{3}{4}$  da massa do conjunto B, a energia cinética do conjunto A será igual à energia cinética do conjunto B quando

- (A)  $v_A = \frac{4}{3}v_B$
- (B)  $v_A = \frac{3}{4}v_B$
- (C)  $v_A = \sqrt{\frac{4}{3}}v_B$
- (D)  $v_A = \sqrt{\frac{3}{4}}v_B$

3. Admita que, num intervalo de tempo  $[0, t_2]$ , os conjuntos A e B se movem paralelamente um ao outro, num troço retilíneo da pista horizontal.

Considere um referencial unidimensional,  $Ox$ , paralelo à trajetória dos conjuntos nesse troço.

Nesse intervalo de tempo:

- as componentes escalares das velocidades desses conjuntos, segundo o referencial  $Ox$  considerado, são ambas positivas;
- o módulo da velocidade do conjunto A aumenta linearmente com o tempo, de  $3,0 \text{ m s}^{-1}$  para  $5,0 \text{ m s}^{-1}$ ;
- o módulo da velocidade do conjunto B diminui linearmente com o tempo, de  $5,0 \text{ m s}^{-1}$  para  $3,0 \text{ m s}^{-1}$ .

3.1. No intervalo de tempo  $[0, t_2]$ ,

- (A) o conjunto A percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais.
- (B) os conjuntos A e B movem-se no mesmo sentido.
- (C) o módulo da aceleração do conjunto B diminui ao longo do tempo.
- (D) os conjuntos A e B têm módulos da aceleração diferentes.

3.2. Conclua se a soma dos trabalhos realizados pelas forças não conservativas que atuam no conjunto A, no intervalo de tempo  $[0, t_2]$ , é positiva ou negativa.

Apresente num texto a fundamentação da conclusão solicitada.

3.3. Considere o conjunto B.

No intervalo de tempo  $[0, t_2]$ , o vetor resultante das forças,  $\vec{F}$ , que atuam nesse conjunto e o vetor aceleração,  $\vec{a}$ , têm

- (A) sentidos opostos, tendo  $\vec{a}$  o sentido do movimento do conjunto.
- (B) sentidos opostos, tendo  $\vec{a}$  o sentido contrário ao do movimento do conjunto.
- (C) ambos o sentido do movimento do conjunto.
- (D) ambos o sentido contrário ao do movimento do conjunto.

4. Considere que um dos conjuntos, de massa 80 kg e inicialmente com uma velocidade de módulo  $6,0 \text{ m s}^{-1}$ , percorre, num outro troço retilíneo da pista, 100 m em 20 s, sob a ação de uma força de travagem constante.

Determine a intensidade da resultante das forças que atuam no conjunto, no intervalo de tempo considerado. Admita que essa resultante se mantém constante.

Apresente todas as etapas de resolução.

5. Um dos conjuntos descreve, num outro intervalo de tempo, um arco de circunferência, com velocidade de módulo constante.

Conclua, com base na caracterização do vetor velocidade, relativamente à trajetória descrita, se a aceleração do conjunto é, ou não, nula, no intervalo de tempo considerado.

Apresente num texto a fundamentação da conclusão solicitada.

## GRUPO II

Considere amostras puras de gelo fragmentado, à pressão de 1 atm e à temperatura de fusão ( $0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

1. Admita que uma dessas amostras de gelo se encontrava inicialmente a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Qual foi a variação de temperatura, expressa em kelvin, dessa amostra, até ficar à temperatura de fusão?

- (A) 283 K                      (B) 263 K                      (C)  $-10\text{ K}$                       (D) 10 K

2. Enquanto uma pequena amostra de gelo se funde, a sua energia interna

- (A) mantém-se constante, porque a sua temperatura se mantém constante.  
(B) aumenta, porque a sua temperatura aumenta.  
(C) mantém-se constante, apesar de a sua temperatura aumentar.  
(D) aumenta, apesar de a sua temperatura se manter constante.

3. Num recipiente, introduz-se uma amostra de 150 g de gelo, à temperatura de  $0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , e uma amostra de água, à temperatura de  $20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

3.1. Determine a massa mínima de água, a  $20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , que será necessário adicionar à amostra de gelo para que esta apenas se funda, ficando a mistura em equilíbrio térmico à temperatura de  $0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Admita que não há trocas de energia entre a mistura obtida e a sua vizinhança.

A energia necessária à fusão de 1,0 kg de gelo é  $3,34 \times 10^5\text{ J}$ .

Apresente todas as etapas de resolução.

3.2. Para que a amostra de água adicionada ao gelo ficasse à temperatura de  $20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , forneceu-se-lhe energia com uma fonte de 250 W, durante 1,5 minutos. Neste processo, a energia interna da água aumentou  $1,4 \times 10^4\text{ J}$ .

Qual foi o rendimento do processo de aquecimento da água?

- (A) 37%                      (B) 62%                      (C) 2,7%                      (D) 70%

### GRUPO III

A tabela apresenta valores do índice de refração,  $n$ , de um vidro SF10, para diversos valores de comprimento de onda,  $\lambda$ , da radiação eletromagnética, no vázio.

$\lambda / \text{nm}$	$n$
400	1,778
588	1,728
800	1,711
1000	1,704

1. Explique, com base na tabela, como varia a velocidade de propagação da radiação eletromagnética no vidro SF10, à medida que o comprimento de onda da radiação, no vázio, aumenta.

Apresente num texto a explicação solicitada.

2. Considere um feixe de radiação monocromática, de comprimento de onda 588 nm, no vázio, que, propagando-se inicialmente no interior de um paralelepípedo de vidro SF10, incide numa das faces desse paralelepípedo, segundo um ângulo de incidência de  $25^\circ$ . Uma parte desse feixe é refletida nessa face, enquanto outra parte passa a propagar-se no ar.

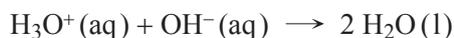
2.1. Qual é o ângulo entre o feixe refletido e a face do paralelepípedo na qual o feixe se refletiu?

2.2. Qual é o ângulo de incidência a partir do qual o feixe será totalmente refletido na face do paralelepípedo?

- (A)  $35,4^\circ$
- (B)  $42,8^\circ$
- (C)  $46,7^\circ$
- (D)  $90,0^\circ$

## GRUPO IV

A reação que ocorre na titulação de uma solução aquosa de ácido clorídrico com uma solução aquosa de hidróxido de sódio pode ser traduzida por



Com o objetivo de obter a curva de titulação ácido-base, um grupo de alunos introduziu num copo uma amostra de  $50,0 \text{ cm}^3$  de uma solução aquosa de HCl, de concentração  $2,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$  por  $1,00 \text{ cm}^3$  de solução, e tituló essa amostra com uma solução aquosa de NaOH, de concentração  $0,400 \text{ mol dm}^{-3}$ .

1. O que se designa por *curva de titulação*?
2. Que volume de solução de NaOH deverá ter sido adicionado à solução de HCl até ao ponto de equivalência da titulação?
  - (A)  $25,0 \text{ cm}^3$
  - (B)  $20,0 \text{ cm}^3$
  - (C)  $0,500 \text{ cm}^3$
  - (D)  $2,00 \text{ cm}^3$
3. No ponto de equivalência da titulação,
  - (A) existirá uma quantidade de iões  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  superior à de iões  $\text{OH}^-(\text{aq})$ .
  - (B) não existirá qualquer quantidade de iões  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  nem de iões  $\text{OH}^-(\text{aq})$ .
  - (C) existirão quantidades iguais de iões  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  e de iões  $\text{OH}^-(\text{aq})$ .
  - (D) existirá uma quantidade de iões  $\text{OH}^-(\text{aq})$  superior à de iões  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ .
4. Para obter a curva de titulação, é necessário continuar a adicionar a solução titulante depois de atingido o ponto de equivalência da titulação.

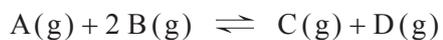
Considere que, à solução inicial de HCl, foi adicionado um volume total de  $40,0 \text{ cm}^3$  de solução de NaOH, admitindo-se, assim, que o volume total da solução resultante era  $90,0 \text{ cm}^3$ .

Determine o pH, a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , da solução resultante.

Apresente todas as etapas de resolução.

## GRUPO V

Considere que, num reator com a capacidade de 1,00 L, se misturaram 0,80 mol de um reagente A(g) com 1,30 mol de um outro reagente B(g), que reagiram entre si, formando-se os produtos C(g) e D(g). Esta reação pode ser traduzida por



Depois de atingido o equilíbrio, à temperatura  $T$ , verificou-se que existiam no reator 0,45 mol de C(g).

1. Determine a constante de equilíbrio,  $K_c$ , da reação considerada, à temperatura  $T$ .

Apresente todas as etapas de resolução.

2. Determine o rendimento da reação, nas condições consideradas.

Apresente todas as etapas de resolução.

## GRUPO VI

1. Considere uma mistura gasosa constituída por 76,5% (*m/m*) de nitrogénio,  $\text{N}_2$  (g) ( $M = 28,02 \text{ g mol}^{-1}$ ), e por 23,5% (*m/m*) de oxigénio,  $\text{O}_2$  (g) ( $M = 32,00 \text{ g mol}^{-1}$ ).

Na tabela seguinte, está registado o volume,  $V$ , ocupado por um gás ideal (como é o caso da mistura gasosa considerada) para vários valores da quantidade,  $n$ , de gás, a  $20^\circ\text{C}$  e 1 atm.

$n / \text{mol}$	$V / \text{dm}^3$
0,0	0
2,0	48
4,0	96
6,0	144

- 1.1. De acordo com os valores registados na tabela, o volume,  $V$ , é diretamente proporcional à quantidade,  $n$ , de gás. Assim, o gráfico de  $V$  em função de  $n$  apresenta uma reta que passa na origem dos eixos.

Qual é o significado físico do declive dessa reta?

- 1.2. Calcule a massa volúmica da mistura gasosa, a  $20^\circ\text{C}$  e 1 atm.

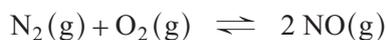
Apresente todas as etapas de resolução.

2. Uma amostra pura de 100 g de  $\text{N}_2$  (g) ( $M = 28,02 \text{ g mol}^{-1}$ ) conterà, no total, cerca de

- (A)  $2,15 \times 10^{24}$  átomos.  
(B)  $3,37 \times 10^{23}$  átomos.  
(C)  $4,30 \times 10^{24}$  átomos.  
(D)  $1,69 \times 10^{23}$  átomos.

3. O nitrogénio,  $\text{N}_2(\text{g})$ , e o oxigénio,  $\text{O}_2(\text{g})$ , reagem entre si a temperaturas elevadas, formando-se óxido de nitrogénio,  $\text{NO}(\text{g})$ , uma substância poluente.

A reação de formação do  $\text{NO}(\text{g})$  pode ser traduzida por



Nesta reação, o agente redutor é o

- (A)  $\text{N}_2(\text{g})$ , sendo a variação do número de oxidação do átomo de nitrogénio +2.
- (B)  $\text{N}_2(\text{g})$ , sendo a variação do número de oxidação do átomo de nitrogénio -2.
- (C)  $\text{O}_2(\text{g})$ , sendo a variação do número de oxidação do átomo de oxigénio +2.
- (D)  $\text{O}_2(\text{g})$ , sendo a variação do número de oxidação do átomo de oxigénio -2.

## GRUPO VII

1. Na representação da molécula de  $\text{N}_2$  na notação de Lewis, quantos eletrões, no total, devem estar representados? ( $Z(\text{N}) = 7$ )
2. A energia, transferida como calor, necessária para dissociar 1 mol de moléculas de  $\text{N}_2(\text{g})$ , a pressão constante, é 945 kJ.

A variação de entalpia associada à obtenção de 4 mol de átomos de nitrogénio, em fase gasosa, a partir de 2 mol de  $\text{N}_2(\text{g})$  é

- (A)  $+ (4 \times 945) \text{ kJ}$
- (B)  $- (4 \times 945) \text{ kJ}$
- (C)  $+ (2 \times 945) \text{ kJ}$
- (D)  $- (2 \times 945) \text{ kJ}$

3. Os eletrões de valência do átomo de nitrogénio ( $Z = 7$ ), no estado fundamental, encontram-se distribuídos por

- (A) duas orbitais, uma das quais apresenta menor energia do que a outra.
- (B) quatro orbitais, uma das quais apresenta menor energia do que as outras.
- (C) quatro orbitais, apresentando todas a mesma energia.
- (D) duas orbitais, apresentando ambas a mesma energia.

4. Um dos dois isótopos naturais do nitrogénio ( $Z = 7$ ) tem número de massa 15.

Quantos neutrões existem, no total, no núcleo de um átomo desse isótopo?

- (A) 7 neutrões.
- (B) 8 neutrões.
- (C) 14 neutrões.
- (D) 15 neutrões.

5. O 2.º período da tabela periódica integra os seguintes elementos químicos, listados por ordem crescente do seu número atómico:

Lítio ; Berílio ; Boro ; Carbono ; Nitrogénio ; Oxigénio ; Flúor ; Néon

Qual é o elemento do 2.º período da tabela periódica cujos átomos, no estado fundamental, apresentam menor raio atómico?

**FIM**

## COTAÇÕES

### GRUPO I

1.	.....	5 pontos
2.	.....	5 pontos
3.		
3.1.	.....	5 pontos
3.2.	.....	15 pontos
3.3.	.....	5 pontos
4.	.....	10 pontos
5.	.....	10 pontos
		<hr/>
		<b>55 pontos</b>

### GRUPO II

1.	.....	5 pontos
2.	.....	5 pontos
3.		
3.1.	.....	10 pontos
3.2.	.....	5 pontos
		<hr/>
		<b>25 pontos</b>

### GRUPO III

1.	.....	10 pontos
2.		
2.1.	.....	5 pontos
2.2.	.....	5 pontos
		<hr/>
		<b>20 pontos</b>

### GRUPO IV

1.	.....	5 pontos
2.	.....	5 pontos
3.	.....	5 pontos
4.	.....	15 pontos
		<hr/>
		<b>30 pontos</b>

### GRUPO V

1.	.....	10 pontos
2.	.....	10 pontos
		<hr/>
		<b>20 pontos</b>

### GRUPO VI

1.		
1.1.	.....	5 pontos
1.2.	.....	10 pontos
2.	.....	5 pontos
3.	.....	5 pontos
		<hr/>
		<b>25 pontos</b>

### GRUPO VII

1.	.....	5 pontos
2.	.....	5 pontos
3.	.....	5 pontos
4.	.....	5 pontos
5.	.....	5 pontos
		<hr/>
		<b>25 pontos</b>

<b>TOTAL</b>	.....	<hr/>
		<b>200 pontos</b>