

## **Exame Final Nacional de Física e Química A**

### **Prova 715 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2025**

**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.

14 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

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

• Soluções

$$c = \frac{n}{V} \quad x_A = \frac{n_A}{n_{\text{total}}} \quad \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+], \\ \text{com } [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ expresso em mol dm}^{-3}$$

• Energia

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad E_{pg} = mgh \quad E_m = E_c + E_p \quad P = \frac{E}{\Delta t}$$

$$W_F = F d \cos \alpha \quad W_{F_R} = \Delta E_c \quad W_{F_g} = -\Delta E_{pg}$$

$$U = RI \quad P = UI \quad U = \varepsilon - rI$$

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

• Mecânica

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

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

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

• Ondas e eletromagnetismo

$$\lambda = \frac{\nu}{f} \quad \Phi_m = BA \cos \alpha \quad |\varepsilon_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$$

$$n = \frac{c}{\nu} \quad n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

# TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

**1**

<b>1</b> <b>H</b> 1,01	<b>2</b>
3 <b>Li</b> 6,94	4 <b>Be</b> 9,01
11 <b>Na</b> 22,99	12 <b>Mg</b> 24,31

Número atómico	Elemento
	Massa atómica relativa

19 <b>K</b> 39,10	20 <b>Ca</b> 40,08	21 <b>Sc</b> 44,96	22 <b>Ti</b> 47,87	23 <b>V</b> 50,94	24 <b>Cr</b> 52,00	25 <b>Mn</b> 54,94	26 <b>Fe</b> 55,85	27 <b>Co</b> 58,93	28 <b>Ni</b> 58,69	29 <b>Cu</b> 63,55	30 <b>Zn</b> 65,38	31 <b>Ga</b> 69,72	32 <b>Ge</b> 72,63	33 <b>As</b> 74,92	34 <b>Se</b> 78,97	35 <b>Br</b> 79,90	36 <b>Kr</b> 83,80
37 <b>Rb</b> 85,47	38 <b>Sr</b> 87,62	39 <b>Y</b> 88,91	40 <b>Nb</b> 91,22	41 <b>Zr</b> 92,91	42 <b>Mo</b> 95,95	43 <b>Tc</b> 101,07	44 <b>Ru</b> 102,91	45 <b>Rh</b> 106,42	46 <b>Pd</b> 107,87	47 <b>Ag</b> 112,41	48 <b>Cd</b> 114,82	49 <b>In</b> 114,82	50 <b>Sn</b> 118,71	51 <b>Sp</b> 121,76	52 <b>Te</b> 127,60	53 <b>I</b> 126,90	54 <b>Xe</b> 131,29
55 <b>Cs</b> 132,91	56 <b>Ba</b> 137,33	57-71 Lantândeos	72 <b>Hf</b> 178,49	73 <b>Ta</b> 180,95	74 <b>W</b> 183,84	75 <b>Re</b> 186,21	76 <b>Os</b> 190,23	77 <b>Ir</b> 192,22	78 <b>Pt</b> 195,08	79 <b>Au</b> 196,97	80 <b>Hg</b> 200,59	81 <b>Tl</b> 204,38	82 <b>Pb</b> 207,2	83 <b>Bi</b> 208,98	84 <b>Po</b>	85 <b>At</b>	86 <b>Rn</b>
87 <b>Fr</b>	88 <b>Ra</b>	89-103 Actinídeos	104 <b>Rf</b>	105 <b>Db</b>	106 <b>Sg</b>	107 <b>Bh</b>	108 <b>Hs</b>	109 <b>Mt</b>	110 <b>Ds</b>	111 <b>Rg</b>	112 <b>Cn</b>	113 <b>Nh</b>	114 <b>Fl</b>	115 <b>Mc</b>	116 <b>Lv</b>	117 <b>Ts</b>	118 <b>Og</b>

**18**

57 <b>La</b> 138,91	58 <b>Ce</b> 140,12	59 <b>Pr</b> 140,91	60 <b>Nd</b> 144,24	61 <b>Pm</b> 144,24	62 <b>Sm</b> 150,36	63 <b>Eu</b> 151,96	64 <b>Gd</b> 157,25	65 <b>Tb</b> 158,93	66 <b>Dy</b> 162,50	67 <b>Ho</b> 164,93	68 <b>Er</b> 167,26	69 <b>Tm</b> 168,93	70 <b>Yb</b> 173,05	71 <b>Lu</b> 174,97
89 <b>Ac</b>	90 <b>Th</b> 232,04	91 <b>Pa</b> 231,04	92 <b>U</b> 238,03	93 <b>Np</b>	94 <b>Pu</b>	95 <b>Am</b>	96 <b>Cm</b>	97 <b>Bk</b>	98 <b>Cf</b>	99 <b>Es</b>	100 <b>Fm</b>	101 <b>Md</b>	102 <b>No</b>	103 <b>Lr</b>

1. Num museu de ciência, há um módulo interativo, constituído por um cilindro com uma base móvel, que permite aos utilizadores experienciarem acelerações de módulo superior ao da aceleração gravítica à superfície da Terra,  $g$ .

A Figura 1 representa o módulo interativo com um utilizador encostado à parede interior do cilindro. O cilindro, de raio  $r$ , inicia a rotação em torno do eixo central e vertical,  $y$ , até atingir a velocidade angular pretendida; nesse instante, a base móvel desce, mas o utilizador permanece encostado à parede interior rugosa, sem cair, devido à força de atrito.

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

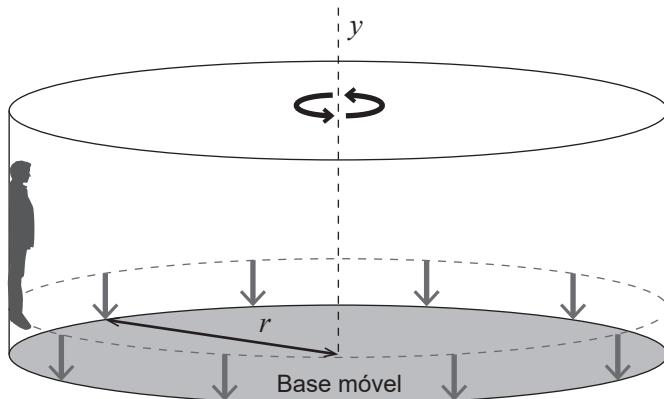
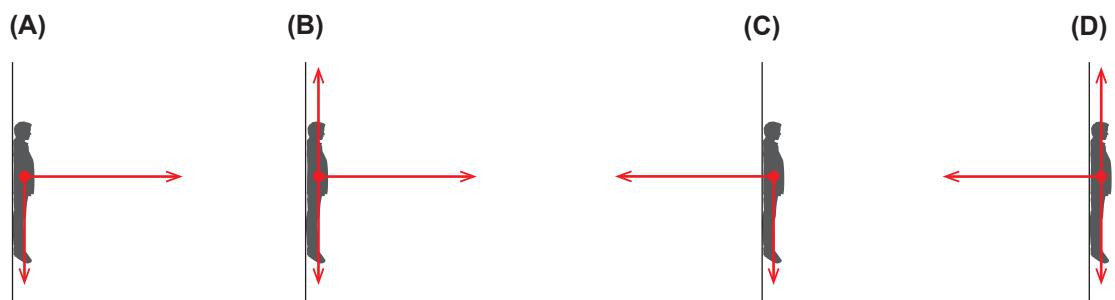


Figura 1

- \* 1.1. Enquanto a velocidade angular do cilindro aumenta, mantendo-se o utilizador ainda com os pés sobre a base, a energia potencial gravítica do sistema *utilizador + Terra* \_\_\_\_\_ e a energia mecânica do sistema *utilizador + Terra* \_\_\_\_\_ .
- (A) mantém-se constante ... mantém-se constante      (B) mantém-se constante ... aumenta  
 (C) aumenta ... mantém-se constante      (D) aumenta ... aumenta

- 1.2. Considere um intervalo de tempo, durante a realização da experiência, em que o movimento do utilizador é circular e uniforme.

- 1.2.1. Qual dos diagramas pode representar, na mesma escala, as forças que atuam no utilizador, num instante após a descida da base móvel?



- 1.2.2. Qual das expressões seguintes permite calcular o módulo da velocidade angular do cilindro, de modo a transmitir ao utilizador uma aceleração centrípeta três vezes superior a  $g$ ?

(A)  $\sqrt{3gr}$       (B)  $3\sqrt{gr}$       (C)  $\sqrt{\frac{3g}{r}}$       (D)  $3\sqrt{\frac{g}{r}}$

2. Outro módulo interativo, existente no museu de ciência, proporciona a um utilizador uma experiência de queda livre. A Figura 2, que não se encontra à escala, apresenta um esquema desse módulo.

A experiência começa quando o utilizador larga o cabo na posição **A**, a 8,0 m do solo, com velocidade inicial nula, caindo até à posição **B** sem contacto com a rampa.

Ao passar na posição **B**, o utilizador inicia o contacto com a rampa, com atrito significativo.

Entre as posições **C** e **D**, o utilizador percorre 4,0 m, com aceleração constante de módulo  $\frac{g}{2}$ , parando na posição **D**.

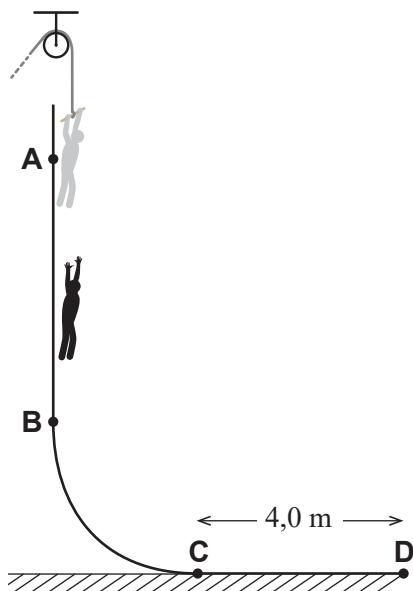


Figura 2

Considere o solo como nível de referência da energia potencial gravítica.

Admita que o utilizador pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material) e que, entre as posições **A** e **B**, o utilizador está em queda livre.

- \* 2.1. Entre as posições **A** e **B**, atua no utilizador

- (A) apenas uma força, e o tempo de queda não depende da sua massa.
- (B) apenas uma força, e o tempo de queda depende da sua massa.
- (C) mais do que uma força, e o tempo de queda depende da sua massa.
- (D) mais do que uma força, e o tempo de queda não depende da sua massa.

- \* 2.2. Determine a percentagem de energia mecânica do utilizador, de massa  $m$ , dissipada entre as posições **B** e **C**.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- \* 3. No Museu da Eletricidade, em Lisboa, havia uma recriação de uma das experiências de Michael Faraday, cujo objetivo era demonstrar o fenómeno da indução eletromagnética. Nesta recriação, apresentada na Figura 3, o cientista segura uma barra magnetizada e uma bobina ligada a um galvanômetro, cujo ponteiro, ao mover-se, indica a passagem de corrente elétrica no circuito.



Figura 3

Admita que vai realizar a experiência apresentada na Figura 3, utilizando os materiais referidos.

Explicita, relativamente a esta experiência:

- a ação que deve executar para que se observe o movimento do ponteiro do galvanômetro;
- o fator que influencia a amplitude do movimento do ponteiro do galvanômetro;
- a interpretação física deste fenómeno.

Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

**4.** No início do século XIX, Sir Humphry Davy fez descobertas notáveis nos domínios da Química e da Física.

**4.1.** Este cientista isolou pela primeira vez, entre outros elementos, o sódio, Na, o potássio, K, e o magnésio, Mg.

\* **4.1.1.** Têm tendência para formar iões monopositivos os átomos de

- (A) Na e de Mg, pertencendo ambos os elementos ao mesmo período da tabela periódica.
- (B) Na e de Mg, pertencendo ambos os elementos ao mesmo grupo da tabela periódica.
- (C) Na e de K, pertencendo ambos os elementos ao mesmo período da tabela periódica.
- (D) Na e de K, pertencendo ambos os elementos ao mesmo grupo da tabela periódica.

\* **4.1.2.** Ordene os átomos de Na, de K e de Mg, por ordem crescente do raio atómico, justificando a ordenação com base nas configurações eletrónicas desses átomos no estado fundamental e nas suas cargas nucleares.

Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

**4.2.** Sir Humphry Davy demonstrou que dois blocos de gelo fundem quando friccionados um contra o outro, sendo a temperatura da vizinhança igual à dos blocos de gelo.

Considere um intervalo de tempo, logo após o início da fricção, em que ainda não ocorreu perda de massa dos blocos de gelo.

Nesse intervalo de tempo, ocorreu uma transferência de energia sob a forma de \_\_\_\_\_, e a energia interna dos blocos \_\_\_\_\_.

- (A) trabalho ... aumentou
- (B) calor ... manteve-se constante
- (C) calor ... aumentou
- (D) trabalho ... manteve-se constante

\* **5.** Com vista à determinação da variação de entalpia mássica de fusão do gelo, adicionaram-se 50,0 g de gelo triturado fundente a 200,0 g de água a 20,0 °C, num recipiente termicamente isolado e a pressão constante.

Após a fusão total do gelo, e atingido o equilíbrio térmico, a temperatura final da mistura foi 0,0 °C.

Considere desprezáveis as transferências de energia do sistema gelo + água para o recipiente que o contém.

Determine a variação de entalpia mássica de fusão do gelo em J kg<sup>-1</sup>.

Apresente todos os cálculos efetuados.

6. O refratômetro é um aparelho laboratorial que mede o índice de refração de uma solução. Neste aparelho, faz-se aumentar o ângulo de incidência de uma radiação monocromática na superfície de separação entre um prisma de vidro e a amostra em análise, até que ocorra reflexão total da luz.

A concentração da solução é determinada pela sua relação com o índice de refração.

O gráfico da Figura 4 representa o índice de refração,  $n$ , de soluções aquosas de etanol em função da percentagem, em volume, de etanol, para duas temperaturas diferentes.

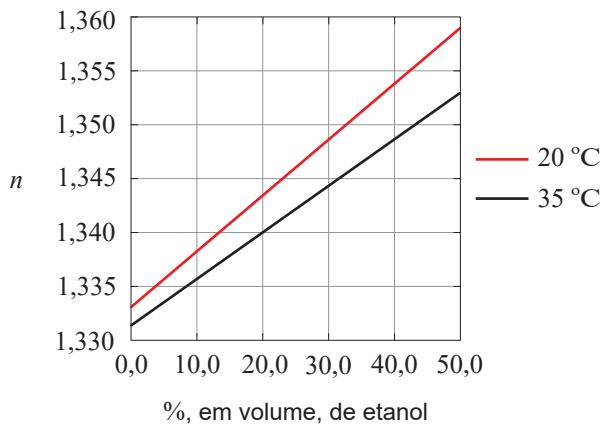


Figura 4

- 6.1. No gráfico, a ordenada na origem corresponde ao índice de refração

- (A) da água pura e é maior para a temperatura mais elevada.  
(B) da água pura e é menor para a temperatura mais elevada.  
(C) do etanol puro e é maior para a temperatura mais elevada.  
(D) do etanol puro e é menor para a temperatura mais elevada.

- \* 6.2. Quando a radiação monocromática muda de meio, do vidro do prisma para a solução de etanol, a sua velocidade de propagação

- (A) mantém-se, e a sua frequência altera-se.  
(B) mantém-se, e a sua frequência também se mantém.  
(C) altera-se, e a sua frequência também se altera.  
(D) altera-se, e a sua frequência mantém-se.

- \* 6.3. Utilizou-se o refratômetro para determinar, a 35 °C, a concentração de uma solução aquosa de etanol ( $M = 46,08 \text{ g mol}^{-1}$ ), tendo-se verificado que a reflexão total da radiação ocorria para ângulos de incidência superiores a 56,88°.

Considere que:

- o índice de refração do vidro do prisma do refratômetro é 1,60;
- a massa volúmica do etanol é  $0,789 \text{ g cm}^{-3}$ , a 35 °C.

Determine a concentração da solução aquosa de etanol em  $\text{mol dm}^{-3}$ .

Apresente todos os cálculos efetuados.

7. Antes da utilização da iluminação LED, os refratómetros usavam lâmpadas de vapor de sódio, com uma luz amarela característica.

\* 7.1. A cor amarela característica da luz das lâmpadas de vapor de sódio deve-se à

- (A) absorção de radiação associada a uma excitação eletrónica.
- (B) absorção de radiação associada a uma desexcitação eletrónica.
- (C) emissão de radiação associada a uma excitação eletrónica.
- (D) emissão de radiação associada a uma desexcitação eletrónica.

7.2. Para verificar se a resistência elétrica de um LED permanece constante, montou-se o circuito elétrico representado na Figura 5, composto por um gerador ideal, G, de diferença de potencial regulável entre 0,0 V e 6,0 V, um LED e uma resistência, R. Estão também representados dois aparelhos de medida: um voltímetro e um amperímetro.

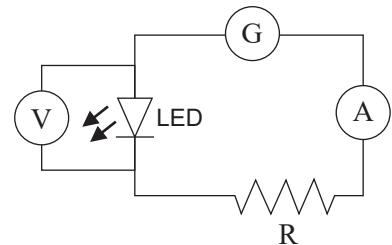


Figura 5

7.2.1. O fabricante recomenda que este LED seja percorrido por uma corrente de 10 mA. Nesta situação, a diferença de potencial aos terminais do LED é 1,7 V.

De modo a respeitar as recomendações para o uso do LED, quando o gerador fornece a diferença de potencial máxima, deve ser utilizada uma resistência, R, de

- (A)  $1,7 \times 10^2 \Omega$ .
- (B)  $4,3 \times 10^2 \Omega$ .
- (C)  $6,0 \times 10^2 \Omega$ .
- (D)  $7,7 \times 10^2 \Omega$ .

\* 7.2.2. As medições da diferença de potencial aos terminais do LED,  $U$ , e da corrente elétrica,  $I$ , que o atravessa apresentam-se na tabela seguinte.

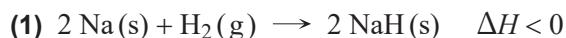
$U / \text{V}$	$I / \text{mA}$
1,00	0,0
1,30	$9,0 \times 10^{-4}$
1,61	1,2
1,64	2,2
1,67	4,5

Verifique se a resistência elétrica do LED permanece constante no intervalo de diferenças de potencial considerado na tabela.

Na sua resposta, apresente o esboço de um gráfico que relate  $U$  com  $I$  e justifique a sua conclusão com base nesse esboço.

8. O armazenamento e o transporte do di-hidrogénio,  $H_2$ , têm sido estudados com vista à utilização deste gás como recurso energético.

Num laboratório, estuda-se um processo de armazenar quimicamente o  $H_2$  sob a forma de hidretos sólidos, mais fáceis e seguros de transportar, como é o caso do hidreto de sódio,  $NaH$ , cuja formação pode ser traduzida por



Na reação entre o  $NaH$  e a água, forma-se  $H_2$ , de acordo com a equação



Admita que, nas reações (1) e (2), os reagentes se transformam completamente em produtos de reação e que não existem reações paralelas.

\* 8.1. Nas substâncias  $NaH$  e  $H_2O$ , o número de oxidação do hidrogénio é

- (A) -1 e +1, respetivamente.
- (B) +1 em ambas.
- (C) +1 e -1, respetivamente.
- (D) -1 em ambas.

8.2. No processo que envolve as reações (1) e (2), é \_\_\_\_\_ energia e, no final, a quantidade de  $H_2(g)$  que se forma é \_\_\_\_\_ quantidade de  $H_2(g)$  inicial.

- (A) absorvida ... o dobro da
- (B) absorvida ... igual à
- (C) libertada ... o dobro da
- (D) libertada ... igual à

\* 8.3. Na reação (2), forma-se  $H_2(g)$  e uma solução aquosa de hidróxido de sódio,  $NaOH(aq)$ , uma base forte.

Considere que se obtêm  $270\ cm^3$  de  $NaOH(aq)$ , de pH 13,78, a  $25\ ^\circ C$ .

Admita que, nas condições de pressão e de temperatura em que este processo foi estudado, o volume molar do  $H_2(g)$  é  $26,4\ dm^3\ mol^{-1}$ .

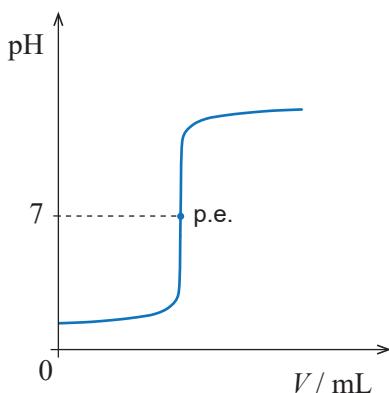
Determine o volume de  $H_2(g)$  formado.

Apresente todos os cálculos efetuados.

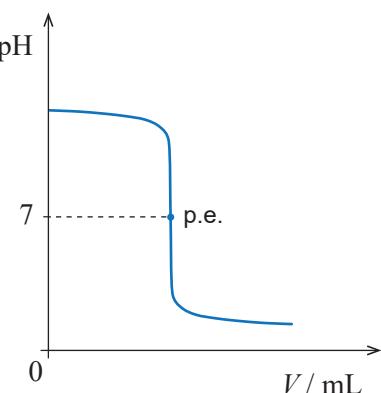
- 8.4. Procedeu-se à titulação de uma amostra de NaOH (aq), contida num balão de Erlenmeyer, com uma solução padrão de ácido clorídrico, HCl (aq), um ácido forte, contida numa bureta.

Selecione a opção que apresenta o esboço da curva da titulação, a 25 °C.

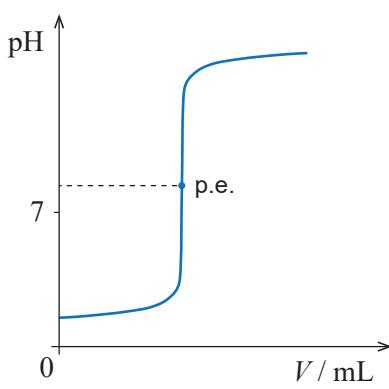
(A)



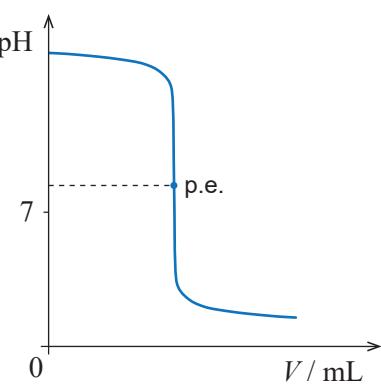
(B)



(C)



(D)



9. A reação entre o di-hidrogénio,  $H_2(g)$ , e o di-iodo,  $I_2(g)$ , origina iodeto de hidrogénio,  $HI(g)$ , num equilíbrio que pode ser traduzido por



9.1. Associe cada uma das moléculas, indicadas na Coluna I, à expressão que a descreve, 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
	(1) Molécula polar, apenas com eletrões de valência ligantes.
(a) $H_2$	(2) Molécula polar, com seis eletrões de valência não ligantes.
(b) $I_2$	(3) Molécula apolar, com doze eletrões de valência não ligantes.
(c) $HI$	(4) Molécula apolar, com seis eletrões de valência não ligantes.
	(5) Molécula apolar, apenas com eletrões de valência ligantes.

\* 9.2. Num reator fechado, de volume  $V$ , foram introduzidas 2,0 mol de  $I_2(g)$  e uma determinada quantidade de  $H_2(g)$ , não existindo inicialmente  $HI(g)$  no reator.

Quando foi atingido o estado de equilíbrio, à temperatura de 448 °C, existiam 3,2 mol de  $HI(g)$  no reator.

Determine a quantidade de  $H_2(g)$  inicialmente introduzida no reator.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- \* 9.3. A Figura 6 apresenta o esboço do gráfico, que não está à escala, das concentrações,  $c$ , das três substâncias envolvidas na reação química, a volume e a temperatura constantes, em função do tempo,  $t$ .

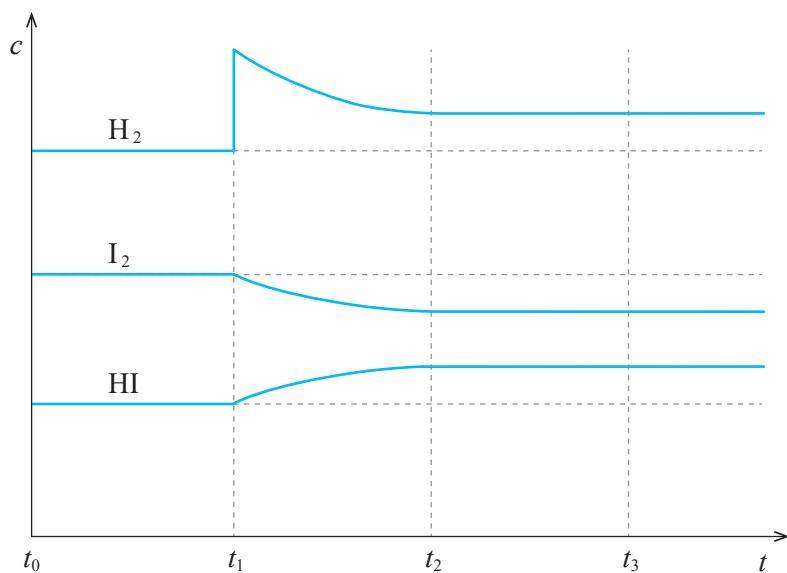


Figura 6

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.

Atendendo ao gráfico da Figura 6 e à equação química dada:

- o sistema, inicialmente em equilíbrio, foi perturbado pela a) no instante  $t_1$ ;
- entre  $t_1$  e  $t_2$ , a velocidade da reação direta é b) à velocidade da reação inversa e, nesse intervalo de tempo, o quociente da reação,  $Q_c$ , é c) à constante de equilíbrio,  $K_c$ ;
- o quociente  $\frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$  entre os instantes  $t_2$  e  $t_3$  é d) ao quociente  $\frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$  entre os instantes  $t_0$  e  $t_1$ .

a)	b)	c)	d)
1. remoção de $I_2$	1. inferior	1. inferior	1. inferior
2. adição de $H_2$	2. igual	2. igual	2. igual
3. adição de $HI$	3. superior	3. superior	3. superior

FIM

## COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 15 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	<b>1.1.</b>	<b>2.1.</b>	<b>2.2.</b>	<b>3.</b>	<b>4.1.1.</b>	<b>4.1.2.</b>	<b>5.</b>	<b>6.2.</b>	<b>6.3.</b>	<b>7.1.</b>	<b>7.2.2.</b>	<b>8.1.</b>	<b>8.3.</b>	<b>9.2.</b>	<b>9.3.</b>	<b>Subtotal</b>
Cotação (em pontos)	10	10	12	12	10	12	10	10	12	10	10	10	10	12	10	<b>160</b>
Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	<b>1.2.1.</b>	<b>1.2.2.</b>		<b>4.2.</b>		<b>6.1.</b>		<b>7.2.1.</b>		<b>8.2.</b>		<b>8.4.</b>		<b>9.1.</b>	<b>Subtotal</b>	
Cotação (em pontos)	<b>4 x 10 pontos</b>													<b>40</b>		
<b>TOTAL</b>														<b>200</b>		

ESTA PÁGINA NÃO ESTÁ IMPRESSA PROPOSITADAMENTE

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