

**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

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

### • Soluções

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

com  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  expresso em  $\text{mol dm}^{-3}$

### • Energia

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

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

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

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

### • Mecânica

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

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

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

### • 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

1		18															
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																
1	2																

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).

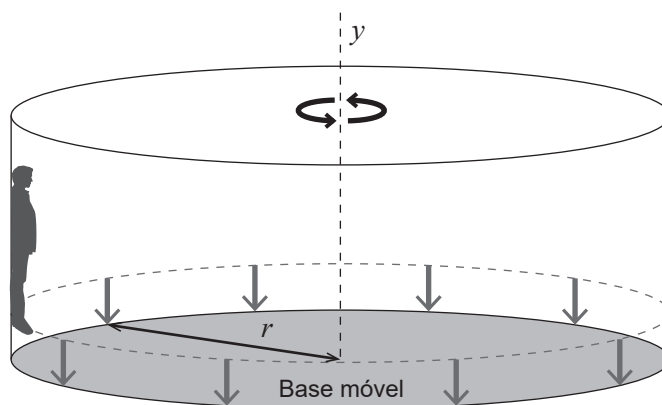
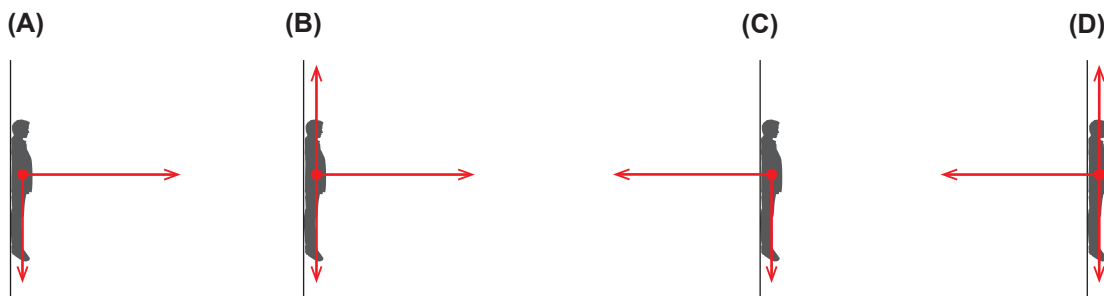


Figura 1

- \* 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**.

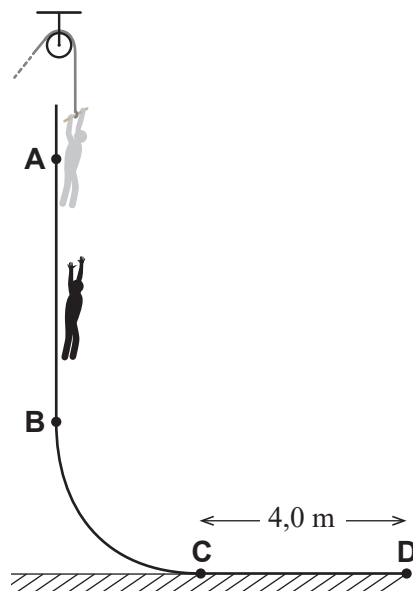


Figura 2

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 galvanómetro, 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.

Explicite, relativamente a esta experiência:

- a ação que deve executar para que se observe o movimento do ponteiro do galvanómetro;
- o fator que influencia a amplitude do movimento do ponteiro do galvanómetro;
- 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.

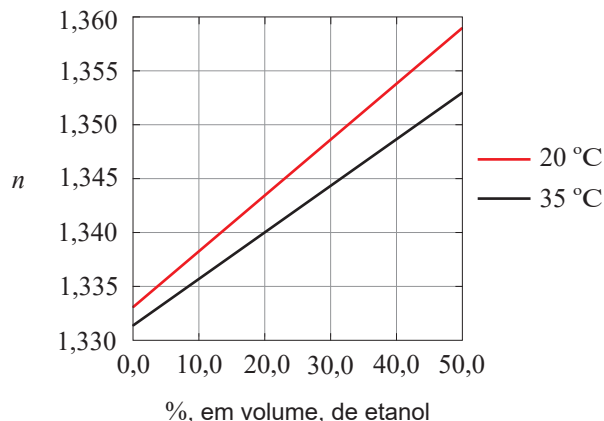


Figura 4

- 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  $56,88^\circ$ .

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

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.

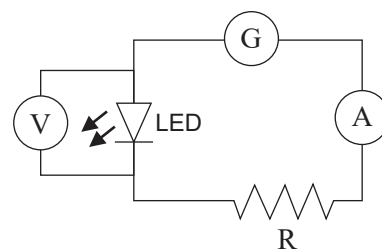


Figura 5

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.

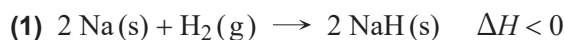
$U / \text{V}$	$I / \text{mA}$
1,00	0,0
1,30	$9,0 \times 10^{-4}$
1,61	1,2
1,64	2,2
1,67	4,5

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 relacione  $U$  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  $270 \text{ cm}^3$  de  $NaOH(aq)$ , de pH 13,78, a  $25^\circ\text{C}$ .

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

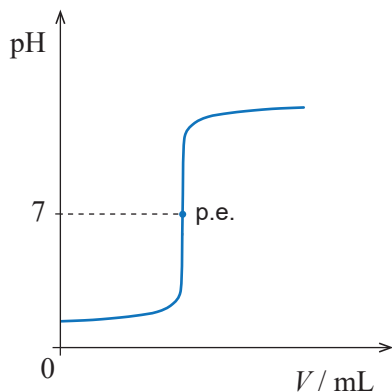
Determine o volume de  $H_2(g)$  formado.

Apresente todos os cálculos efetuados.

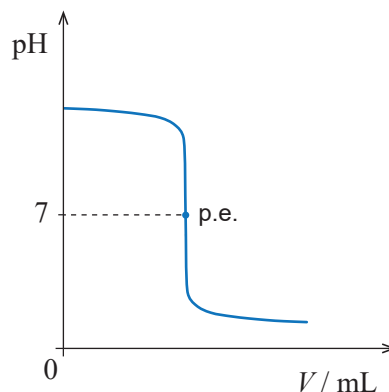
8.4. Procedeu-se à titulação de uma amostra de NaOH (aq), contida num balão de Erlenmeyer, com uma solução padrão de ácido clorídrico, HCl (aq), um ácido forte, contida numa bureta.

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

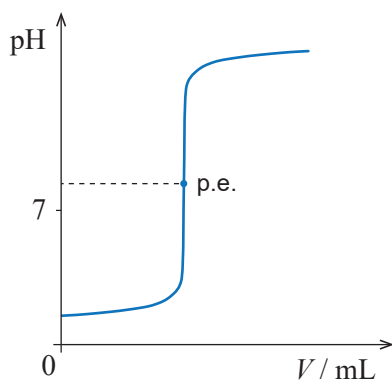
(A)



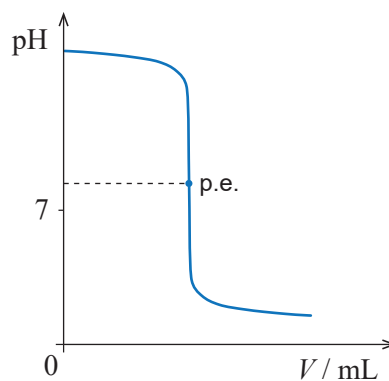
(B)



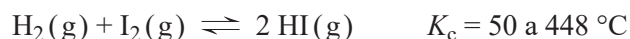
(C)



(D)



9. A reação entre o di-hidrogênio,  $\text{H}_2(\text{g})$ , e o di-iodo,  $\text{I}_2(\text{g})$ , origina iodeto de hidrogênio,  $\text{HI}(\text{g})$ , 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
(a) $\text{H}_2$	(1) Molécula polar, apenas com elétrons de valência ligantes.
(b) $\text{I}_2$	(2) Molécula polar, com seis elétrons de valência não ligantes.
(c) $\text{HI}$	(3) Molécula apolar, com doze elétrons de valência não ligantes.
	(4) Molécula apolar, com seis elétrons de valência não ligantes.
	(5) Molécula apolar, apenas com elétrons de valência ligantes.

- \* 9.2. Num reator fechado, de volume  $V$ , foram introduzidas 2,0 mol de  $\text{I}_2(\text{g})$  e uma determinada quantidade de  $\text{H}_2(\text{g})$ , não existindo inicialmente  $\text{HI}(\text{g})$  no reator.

Quando foi atingido o estado de equilíbrio, à temperatura de  $448^\circ\text{C}$ , existiam 3,2 mol de  $\text{HI}(\text{g})$  no reator.

Determine a quantidade de  $\text{H}_2(\text{g})$  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,  $t$ .

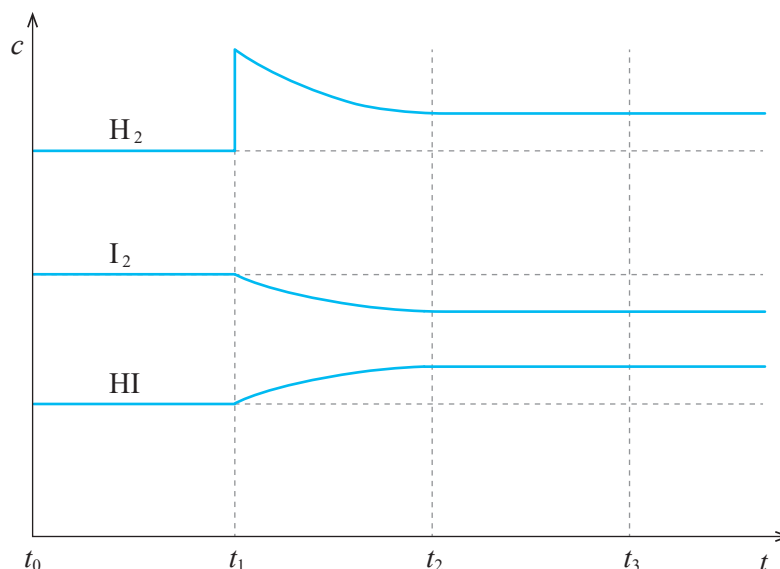


Figura 6

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



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