

### CONSTANTES

Constante de Avogadro	=	$6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Faraday (F)	=	$9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ A s mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ J V}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Volume molar de gás ideal	=	$22,4 \text{ L (CNTP)}$
Carga elementar	=	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Constante dos gases (R)	=	$8,21 \times 10^{-2} \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 62,4 \text{ mmHg L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Constante gravitacional (g)	=	$9,81 \text{ m s}^{-2}$

### DEFINIÇÕES

Pressão = 1 atm = 760 mmHg =  $101325 \text{ Nm}^{-2}$  = 760 Torr

1 N =  $1 \text{ kg m s}^{-2}$

**Condições normais de temperatura e pressão (CNTP):** 0 °C e 760 mmHg

**Condições ambientes:** 25 °C e 1 atm.

**Condições-padrão:** 25 °C, 1 atm, concentração das soluções: 1 mol L<sup>-1</sup> (rigorosamente: atividade unitária das espécies), sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

(s) ou (c) = sólido cristalino; (l) ou (ℓ) = líquido; (g) = gás; (aq) = aquoso; (graf) = grafite; (CM) = circuito metálico; (conc) = concentrado; (ua) = unidades arbitrárias; [A] = concentração da espécie química A em mol L<sup>-1</sup>.

### MASSAS MOLARES

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol <sup>-1</sup> )	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol <sup>-1</sup> )
H	1	1,01	Cl	17	35,45
Be	4	9,01	K	19	39,10
B	5	10,81	Ca	20	40,08
C	6	12,01	Fe	26	55,85
N	7	14,01	Cu	29	63,55
O	8	16,00	Zn	30	65,39
F	9	19,00	As	33	74,92
Na	11	22,99	Br	35	79,91
Mg	12	24,31	Ag	47	107,87
Al	13	26,98	Cd	48	112,41
P	15	30,97	Sn	50	118,71
S	16	32,06	I	53	126,90
			Pt	78	195,08

**Questão 1.** Considere a equação química, não balanceada, que representa a reação do sulfeto de cádmio em solução aquosa de ácido nítrico:



Pode-se afirmar que, na equação química não balanceada, a espécie Y é

- A ( )** Cd(HSO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>      **B ( )** CdSO<sub>4</sub>      **C ( )** SO<sub>3</sub>      **D ( )** SO<sub>2</sub>      **E ( )** S

**Questão 2.** Considere as reações químicas representadas pelas equações abaixo:

- I.  $\text{H}_3\text{CCHCH}_2 + \text{HI} \rightarrow \text{H}_3\text{CCHICH}_3$   
 II.  $\text{H}_3\text{CCOOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_3\text{CCOONa} + \text{H}_2\text{O}$   
 III.  $\text{LiAlH}_4 + 4(\text{H}_3\text{C})_2\text{CO} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4(\text{H}_3\text{C})_2\text{CHOH} + \text{LiOH} + \text{Al}(\text{OH})_3$   
 IV.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OCH}_2\text{CH}_3 + \text{NaCl}$   
 V.  $\text{H}_3\text{CCH}_2\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{CCH}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$

Assinale a opção que apresenta as equações químicas que configuram reações de óxido-redução.

- A ( )** Apenas I e II      **B ( )** Apenas I e III      **C ( )** Apenas II e IV  
**D ( )** Apenas III e IV      **E ( )** Apenas V

**Questão 3.** Uma amostra de um ácido dicarboxílico com 0,104 g de massa é neutralizada com 20 cm<sup>3</sup> de uma solução aquosa 0,1 mol L<sup>-1</sup> em NaOH. Qual das opções abaixo contém a fórmula química do ácido constituinte da amostra?

- A ( ) C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>      B ( ) C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>4</sub>      C ( ) C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>4</sub>      D ( ) C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>4</sub>      E ( ) C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub>

**Questão 4.** Carbamato de amônio sólido (NH<sub>2</sub>COONH<sub>4</sub>) decompõe-se em amônia e dióxido de carbono, ambos gasosos. Considere que uma amostra de carbamato de amônio sólido esteja em equilíbrio químico com CO<sub>2</sub>(g) e NH<sub>3</sub>(g) na temperatura de 50 °C, em recipiente fechado e volume constante. Assinale a opção CORRETA que apresenta a constante de equilíbrio em função da pressão total P, no interior do sistema.

- A ( ) 3 P      B ( ) 2 P<sup>2</sup>      C ( ) P<sup>3</sup>      D ( ) 2/9 P<sup>2</sup>      E ( ) 4/27 P<sup>3</sup>

**Questão 5.** Considere cinco frascos contendo, cada um, uma solução aquosa saturada de sulfato de cálcio em equilíbrio químico com seu corpo de fundo. A cada um dos cinco frascos é adicionada uma solução aquosa saturada, sem corpo de fundo, de um dos seguintes sais, respectivamente:

- I. CaSO<sub>4</sub>      II. CaCl<sub>2</sub>      III. MgSO<sub>4</sub>      IV. NaCl      V. KNO<sub>3</sub>

Assinale a opção que indica os sais cujas soluções aquosas saturadas aumentam a massa do sulfato de cálcio sólido nos frascos em que são adicionadas.

- A ( ) Apenas I e II      B ( ) Apenas I e IV      C ( ) Apenas II e III  
D ( ) Apenas III e IV      E ( ) Apenas IV e V

**Questão 6.** Um frasco contém uma solução aquosa de brometo de sódio e outro frasco, uma solução aquosa de ácido clorídrico saturada nos gases componentes do ar atmosférico. O conteúdo de cada um dos frascos é misturado e ocorre uma reação química. Qual das opções abaixo contém a equação química que melhor representa a reação acima mencionada?

- A ( ) 2 Cl<sup>-</sup>(aq) + 2 H<sup>+</sup>(aq) + ½ O<sub>2</sub>(g) → H<sub>2</sub>O(ℓ) + Cl<sub>2</sub>(g)  
B ( ) 4 Br<sup>-</sup>(aq) + O<sub>2</sub>(g) + 4 H<sup>+</sup>(aq) → 2 Br<sub>2</sub>(ℓ) + 2 H<sub>2</sub>O(ℓ)  
C ( ) Cl<sup>-</sup>(aq) + 3/2 O<sub>2</sub>(g) + H<sup>+</sup>(aq) → HClO<sub>3</sub>(aq)  
D ( ) 2 Br<sup>-</sup>(aq) + 2 H<sup>+</sup>(aq) → Br<sub>2</sub>(ℓ) + H<sub>2</sub>(g)  
E ( ) 2 Cl<sup>-</sup>(aq) + H<sub>2</sub>O(ℓ) + ½ O<sub>2</sub>(g) → 2 OH<sup>-</sup>(aq) + Cl<sub>2</sub>(g)

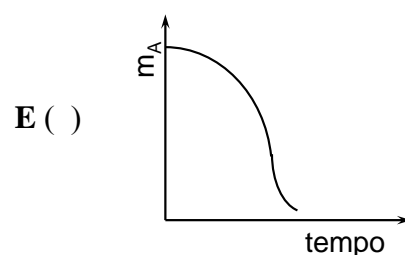
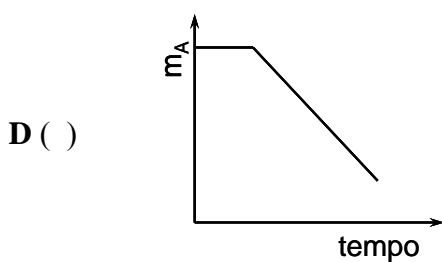
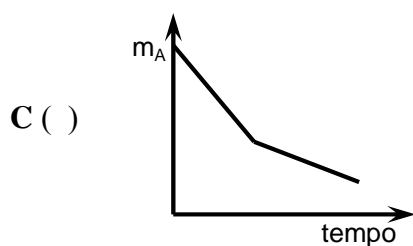
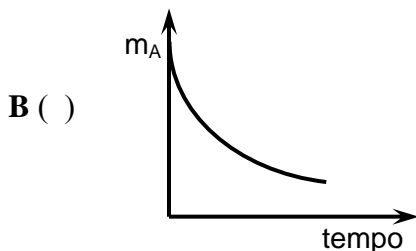
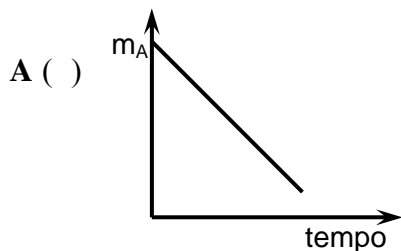
**Questão 7.** Assinale a opção CORRETA que corresponde à variação da concentração de íons Ag<sup>+</sup> provocada pela adição, a 25 °C, de um litro de uma solução 0,02 mol L<sup>-1</sup> em NaBr a um litro de uma solução aquosa saturada em AgBr. Dado: K<sub>ps</sub>AgBr(298K) = 5,3 x 10<sup>-13</sup>.

- A ( ) 3 x 10<sup>-14</sup>      B ( ) 5 x 10<sup>-11</sup>      C ( ) 7 x 10<sup>-7</sup>      D ( ) 1 x 10<sup>-4</sup>      E ( ) 1 x 10<sup>-2</sup>

**Questão 8.** O processo físico de transformação do milho em pipoca pode ser um exemplo de reação química. Se for assim entendido, qual é a ordem dessa reação, considerando um rendimento do processo de 100%?

- A ( ) zero      B ( ) um      C ( ) dois      D ( ) três      E ( ) pseudozero

**Questão 9.** A reação hipotética  $A(s) + B(aq) \rightarrow C(g) + D(aq) + E(l)$  é autocatalisada por  $C(g)$ . Considerando que essa reação ocorre em sistema fechado, volume constante e sob atmosfera inerte, assinale a opção que apresenta a curva que melhor representa a variação da massa de  $A(s)$ ,  $m_A$ , em função do tempo, desde o início da reação até imediatamente antes do equilíbrio químico ser estabelecido dentro do sistema.



**Questão 10.** Dois recipientes contêm volumes iguais de dois líquidos puros, com calores específicos diferentes. A mistura dos dois líquidos resulta em uma solução ideal. Considere que sejam feitas as seguintes afirmações a respeito das propriedades da solução ideal resultante, nas condições-padrão e após o estabelecimento do equilíbrio químico:

- I. A temperatura da solução é igual à média aritmética das temperaturas dos líquidos puros.
- II. O volume da solução é igual à soma dos volumes dos líquidos puros.
- III. A pressão de vapor da solução é igual à soma das pressões parciais de vapor dos líquidos constituintes da mesma.

Assinale a opção CORRETA que contém a(s) propriedade(s) que é (são) apresentada(s) pela solução resultante.

- A ( )** Apenas I e II  
**B ( )** Apenas I e III  
**C ( )** Apenas II  
**D ( )** Apenas II e III  
**E ( )** Apenas III

**Questão 11.** Uma tubulação de aço enterrada em solo de baixa resistividade elétrica é protegida catódicamente contra corrosão, pela aplicação de corrente elétrica proveniente de um gerador de corrente contínua. Considere os seguintes parâmetros:

- I. Área da tubulação a ser protegida:  $480 \text{ m}^2$ ;
- II. Densidade de corrente de proteção:  $10 \text{ mA/m}^2$

Considere que a polaridade do sistema de proteção catódica seja invertida pelo período de 1 hora. Assinale a opção CORRETA que expressa a massa, em gramas, de ferro consumida no processo de corrosão, calculada em função de íons  $\text{Fe}^{2+}(aq)$ . Admita que a corrente total fornecida pelo gerador será consumida no processo de corrosão da tubulação.

- A ( )**  $1 \times 10^{-3}$       **B ( )**  $6 \times 10^{-2}$       **C ( )**  $3 \times 10^{-1}$       **D ( )** 5      **E ( )** 20

**Questão 12.** Considere um elemento galvânico formado pelos dois eletrodos (I e II), abaixo especificados e mantidos separados por uma ponte salina:

- Eletrodo I: chapa retangular de zinco metálico parcialmente mergulhada em uma solução aquosa  $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$  de cloreto de zinco;
- Eletrodo II: chapa retangular de platina metálica parcialmente mergulhada em uma solução aquosa de ácido clorídrico de  $pH = 2$ , isenta de oxigênio e sob pressão parcial de gás hidrogênio de  $0,5 \text{ atm}$ .

Assinale a opção CORRETA que expressa o valor calculado aproximado, na escala do eletrodo padrão de hidrogênio (EPH), da força eletromotriz, em volt, desse elemento galvânico atuando à temperatura de  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , sabendo-se que  $\log 2 = 0,3$  e  $E^\circ_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0,76 \text{ V (EPH)}$ .

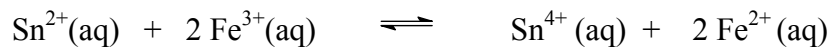
- A ( ) 0,54      B ( ) 0,64      C ( ) 0,74      D ( ) 0,84      E ( ) 0,94

**Questão 13.** 300 gramas de gelo a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  foram adicionados a 400 gramas de água a  $55 \text{ }^\circ\text{C}$ . Assinale a opção CORRETA para a temperatura final do sistema em condição adiabática.

Dados: calor de fusão do gelo =  $80 \text{ cal g}^{-1}$ ; calor específico do gelo =  $0,50 \text{ cal g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ; calor específico da água líquida =  $1 \text{ cal g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ .

- A ( )  $-4 \text{ }^\circ\text{C}$       B ( )  $-3 \text{ }^\circ\text{C}$       C ( )  $0 \text{ }^\circ\text{C}$       D ( )  $+3 \text{ }^\circ\text{C}$       E ( )  $+4 \text{ }^\circ\text{C}$

**Questão 14.** Assinale o valor da constante de equilíbrio, nas condições-padrão, da reação química descrita pela seguinte equação:



Dados eventualmente necessários: Potenciais de eletrodo em relação ao eletrodo padrão de hidrogênio nas condições-padrão:

$$E^\circ_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0,44 \text{ V} \quad E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}} = -0,04 \text{ V} \quad E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0,76 \text{ V} \quad E^\circ_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}} = 0,15 \text{ V}$$

- A ( )  $10^{21}$       B ( )  $10^{18}$       C ( )  $10^{15}$       D ( )  $10^{12}$       E ( )  $10^9$

**Questão 15.** Qual das opções abaixo apresenta o elemento químico que é utilizado como dopante para a confecção do semicondutor tipo-p?

- A ( ) Boro      B ( ) Fósforo      C ( ) Enxofre      D ( ) Arsênio      E ( ) Nitrogênio

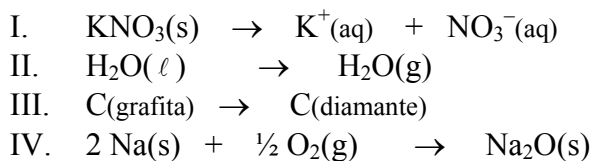
**Questão 16.** O explosivo plástico conhecido como PBX é constituído de uma parte polimérica, normalmente um poliuretano. A formação do poliuretano é atribuída à reação entre um poliálcool com

- A ( ) um isocianato.
- B ( ) uma amina.
- C ( ) uma anilina.
- D ( ) uma estearina.
- E ( ) uma oleína.

**Questão 17.** Assinale a opção que contém o polímero que, por ser termoplástico e transparente, pode ser empregado na fabricação de pára-brisa de aeronaves.

- A ( ) polietileno      B ( ) polipropileno      C ( ) poli(tetrafluoroetileno)  
D ( ) policarbonato      E ( ) poli(álcool vinílico)

**Questão 18.** Considere que os quatro processos químicos, descritos a seguir nos itens I a IV, são realizados isobárica e isotermicamente:



Qual das opções abaixo contém os processos químicos cuja variação de energia interna é nula?

- A ( ) Apenas I e II                      B ( ) Apenas I, II e III                      C ( ) Apenas II e III  
 D ( ) Apenas III e IV                      E ( ) Nenhum processo

**Questão 19.** Assinale a opção ERRADA que apresenta (em kJ/mol) a entalpia padrão de formação ( $\Delta H_f^\circ$ ) da substância a 25 °C.

- A ( )  $\Delta H_f(\text{H}_2(\text{g})) = 0$                       B ( )  $\Delta H_f(\text{F}_2(\text{g})) = 0$                       C ( )  $\Delta H_f(\text{N}_2(\text{g})) = 0$   
 D ( )  $\Delta H_f(\text{Br}_2(\text{g})) = 0$                       E ( )  $\Delta H_f(\text{Cl}_2(\text{g})) = 0$

**Questão 20.** Qual das substâncias abaixo não é empregada na fabricação da pólvora negra?

- A ( ) trinitrotolueno                      B ( ) enxofre                      C ( ) carvão  
 D ( ) nitrato de sódio                      E ( ) nitrato de potássio

**AS QUESTÕES DISSERTATIVAS, NUMERADAS DE 21 A 30, DEVEM SER RESPONDIDAS NO CADERNO DE SOLUÇÕES.**

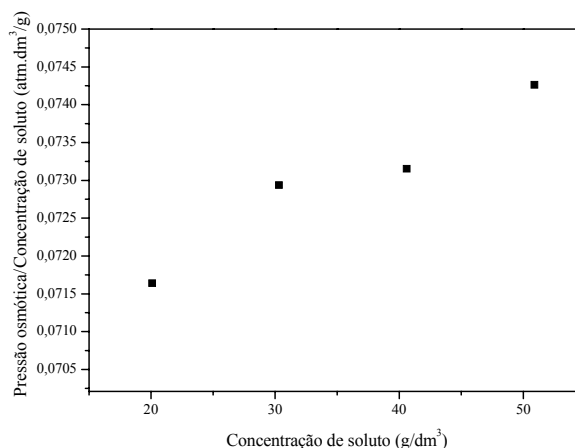
**Questão 21.** Considere as seguintes moléculas no estado gasoso:  $\text{OF}_2$ ,  $\text{BeF}_2$ ,  $\text{AlCl}_2$  e  $\text{AlS}_2$ .

- a) Dê as estruturas de Lewis e as geometrias moleculares de cada uma das moléculas.  
 b) Indique as moléculas que devem apresentar caráter polar.

**Questão 22.** Um cilindro provido de pistão móvel, que se desloca sem atrito e cuja massa é desprezível, foi parcialmente preenchido com água líquida. Considere que o sistema atinge o equilíbrio químico à temperatura T e pressão  $P_i$ . Num dado momento, o sistema é perturbado por uma elevação brusca do pistão, atingindo novo equilíbrio a uma pressão  $P_f$  e à mesma temperatura T. Considere que água líquida permanece no sistema durante todo o processo.

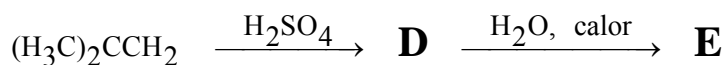
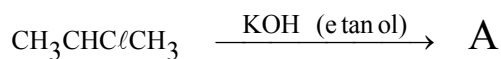
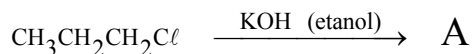
- a) Esboce um gráfico da pressão interna no interior do cilindro versus tempo considerando o intervalo de tempo compreendido entre os dois equilíbrios químicos. Indique no gráfico as pressões  $P_i$  e  $P_f$ .  
 b) A pressão final,  $P_f$ , será maior, menor ou igual à pressão inicial,  $P_i$ ? Justifique.

**Questão 23.** A equação  $\Pi = \frac{RT}{M}C + bC^2$  é uma expressão semi-empírica utilizada para a determinação de massas molares de solutos, M, presentes em soluções reais. Nesta fórmula,  $\Pi$  é a pressão osmótica, em atm; C, a concentração de soluto, em  $\text{g/dm}^3$ ; R, a constante universal dos gases; T, a temperatura da solução e b, uma constante. O gráfico ao lado mostra valores experimentais de  $\Pi/C$  versus C para uma solução aquosa a 20 °C de um soluto desconhecido. Determine o coeficiente linear do gráfico e, com esse valor, determine a massa molar do soluto.



**Questão 24.** Em um laboratório, a 20 °C e utilizando um sistema adequado, H<sub>2</sub>(g) foi obtido através da reação entre uma amostra de uma liga de 0,3 g de magnésio e um litro de uma solução aquosa 0,1 mol L<sup>-1</sup> em HCl. Um manômetro indicou que a pressão no interior do recipiente que contém o H<sub>2</sub>(g) era de 756,7 Torr. Sabendo-se que a pressão de vapor d'água a 20 °C é 17,54 Torr e o volume de H<sub>2</sub>(g) obtido foi 0,200 L, determine a pureza da amostra da liga de magnésio (massa de magnésio x 100/massa total da amostra), considerando que somente o magnésio reaja com o HCl.

**Questão 25.** Apresente as respectivas fórmulas químicas estruturais das espécies químicas (A, B, C, D, E) presentes nas seguintes equações químicas:



**Questão 26.** Dois cilindros (I e II) são providos de pistões, cujas massas são desprezíveis e se deslocam sem atrito. Um mol de um gás ideal é confinado em cada um dos cilindros I e II. São realizados, posteriormente, dois tipos de expansão, descritos a seguir:

- No cilindro I, é realizada uma expansão isotérmica à temperatura T, de um volume V até um volume 2V, contra uma pressão externa constante P.
- No cilindro II, é realizada uma expansão adiabática, de um volume V até um volume 2V, contra uma pressão externa constante P.

Determine os módulos das seguintes grandezas: variação da energia interna, calor trocado e trabalho realizado para os dois tipos de expansão.

**Questão 27.** Uma chapa de ferro é colocada dentro de um reservatório contendo solução aquosa de ácido clorídrico. Após um certo tempo observa-se a dissolução do ferro e formação de bolhas gasosas sobre a superfície metálica. Uma bolha gasosa, de massa constante e perfeitamente esférica, é formada sobre a superfície do metal a 2,0 metros de profundidade. Calcule:

- o volume máximo dessa bolha de gás que se expandiu até atingir a superfície do líquido, admitindo-se que a temperatura é mantida constante e igual a 25 °C e que a base do reservatório está posicionada ao nível do mar.
- a massa de gás contida no volume em expansão da bolha.

Sabe-se que no processo corrosivo que originou a formação da bolha de gás foram consumidos  $3,0 \times 10^{15}$  átomos de ferro.

Dado: massa específica da solução aquosa de HCl é igual a 1020 kg m<sup>-3</sup> na temperatura de 25 °C.

**Questão 28.** Suponha que um pesquisador tenha descoberto um novo elemento químico, M, de número atômico 119, estável, a partir da sua separação de um sal de carbonato. Após diversos experimentos foi observado que o elemento químico M apresentava um comportamento químico semelhante aos elementos que constituem a sua família (grupo).

- Escreva a equação balanceada da reação entre o elemento M em estado sólido com a água (se ocorrer).
- O carbonato do elemento M seria solúvel em água? Justifique a sua resposta.

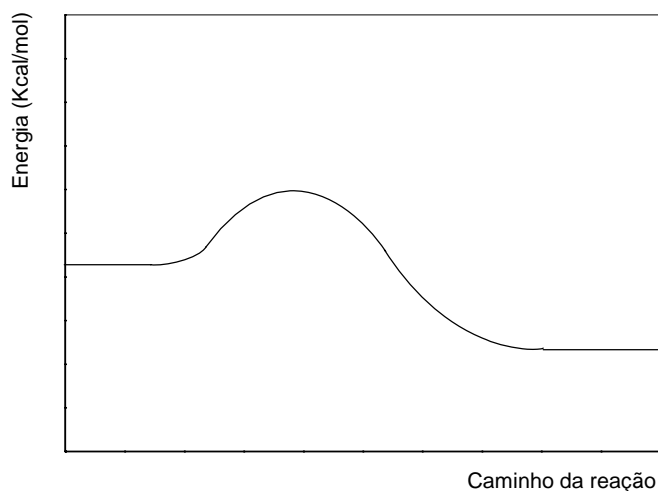
**Questão 29.** Durante a realização de um estudo de corrosão, foi montado um sistema constituído por um elemento galvânico com as seguintes características:

- I. Anodo de ferro e catodo de platina;
- II. Área de exposição ao meio corrosivo de ambos os eletrodos igual a  $100,0 \text{ cm}^2$ ;
- III. Circuito eletrolítico mantido por ponte salina;
- IV. Eletrodos interconectados por fio de cobre;
- V. Eletrólito formado por solução aquosa ácida, livre de oxigênio atmosférico.

Considerando que ocorre perda de massa do eletrodo de ferro, calcule a corrente de corrosão (em ampère) equivalente ao fluxo de elétrons no sistema, decorrente do processo de dissolução metálica, se esse metal apresentar uma taxa de corrosão uniforme de 350 mdd.

Dado:  $\text{mdd} = \frac{\text{mg}}{\text{dm}^2 \cdot \text{dia}}$  (miligrama por decímetro quadrado por dia, de ferro metálico corroído)

**Questão 30.** A reação de combustão  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$  é lenta e pode ser representada pela figura abaixo:



Esta mesma reação pode ser catalisada pelo  $\text{NO}_2(\text{g})$  em duas etapas, sendo que a primeira é bem mais lenta que a segunda. Numa mesma figura, esboce o perfil da curva da reação não-catalisada e da reação catalisada pelo  $\text{NO}_2(\text{g})$ .