

CONSTANTES

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

DEFINIÇÕES

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⁻¹ (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⁻¹.

MASSAS MOLARES

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol ⁻¹)	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g mol ⁻¹)
H	1	1,01	K	19	39,10
He	2	4,00	Ca	20	40,08
C	6	12,01	Cr	24	52,00
N	7	14,01	Mn	25	54,94
O	8	16,00	Fe	26	55,85
F	9	19,00	Cu	29	63,55
Na	11	22,99	Zn	30	65,37
Mg	12	24,31	Br	35	79,91
Al	13	26,98	Ag	47	107,87
Si	14	28,09	I	53	126,90
P	15	30,97	Ba	56	137,34
S	16	32,06	Pt	78	195,09
Cl	17	35,45	Hg	80	200,59
Ar	18	39,95	Pb	82	207,21

As questões de **01 a 20 NÃO devem ser resolvidas no caderno de soluções**. Para respondê-las, marque a opção escolhida para cada questão na **folha de leitura óptica** e na **reprodução da folha de leitura óptica** (que se encontra na última página do caderno de soluções).

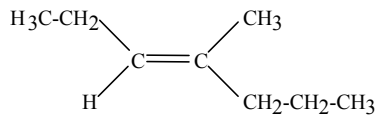
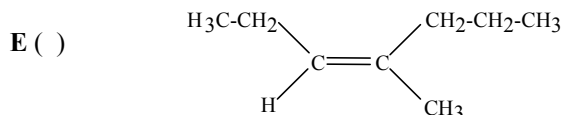
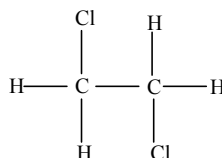
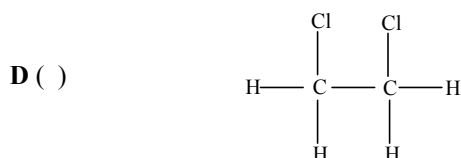
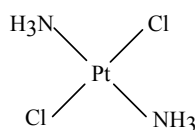
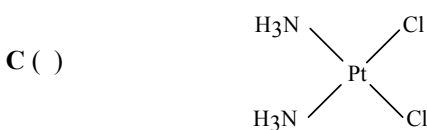
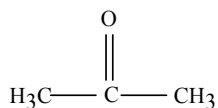
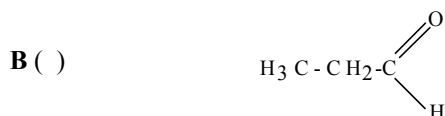
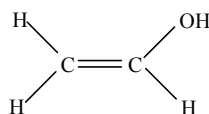
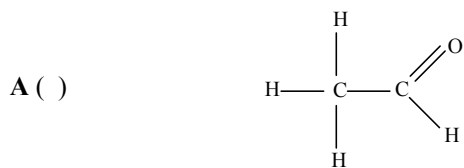
Questão 1. Considere as reações envolvendo o sulfeto de hidrogênio representadas pelas equações seguintes:

- I. $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{H}_2\text{SO}_3(\text{aq}) \rightarrow 3\text{S}(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\ell)$
- II. $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\ell)$
- III. $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{Pb}(\text{s}) \rightarrow \text{PbS}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})$
- IV. $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 4\text{Ag}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Ag}_2\text{S}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\ell)$

Nas reações representadas pelas equações acima, o sulfeto de hidrogênio é agente redutor em

- A () apenas I.
B () apenas I e II.
C () apenas III.
D () apenas III e IV.
E () apenas IV.

Questão 2. Assinale a opção que contém o par de substâncias que, nas mesmas condições de pressão e temperatura, apresenta propriedades físico-químicas iguais.



Questão 3. Esta tabela apresenta a solubilidade de algumas substâncias em água, a 15 °C:

Substância	Solubilidade (g soluto / 100 g H ₂ O)
ZnS	0,00069
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	96
ZnSO ₃ ·2H ₂ O	0,16
Na ₂ S·9H ₂ O	46
Na ₂ SO ₄ ·7H ₂ O	44
Na ₂ SO ₃ ·2H ₂ O	32

Quando 50 mL de uma solução aquosa 0,10 mol L⁻¹ em sulfato de zinco são misturados a 50 mL de uma solução aquosa 0,010 mol L⁻¹ em sulfeto de sódio, à temperatura de 15 °C, espera-se observar

- A ()** a formação de uma solução não saturada constituída pela mistura das duas substâncias.
B () a precipitação de um sólido constituído por sulfeto de zinco.
C () a precipitação de um sólido constituído por sulfeto de zinco.
D () a precipitação de um sólido constituído por sulfato de zinco.
E () a precipitação de um sólido constituído por sulfeto de sódio.

Questão 4. Utilizando os dados fornecidos na tabela da questão 3, é CORRETO afirmar que o produto de solubilidade do sulfito de sódio em água, a 15 °C, é igual a

- A () 8×10^{-3} . B () $1,6 \times 10^{-2}$. C () $3,2 \times 10^{-2}$. D () 8. E () 32.

Questão 5. Certa substância Y é obtida pela oxidação de uma substância X com solução aquosa de permanganato de potássio. A substância Y reage tanto com o bicarbonato presente numa solução aquosa de bicarbonato de sódio como com álcool etílico. Com base nestas informações, é CORRETO afirmar que

- A () X é um éter. B () X é um álcool. C () Y é um éster.
D () Y é uma cetona. E () Y é um aldeído.

Questão 6. Um cilindro provido de um pistão móvel, que se desloca sem atrito, contém 3,2 g de gás hélio que ocupa um volume de 19,0 L sob pressão $1,2 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$. Mantendo a pressão constante, a temperatura do gás é diminuída de 15 K e o volume ocupado pelo gás diminui para 18,2 L. Sabendo que a capacidade calorífica molar do gás hélio à pressão constante é igual a $20,8 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, a variação da energia interna neste sistema é aproximadamente igual a

- A () -0,35 k J. B () -0,25 k J. C () -0,20 k J. D () -0,15 k J. E () -0,10 k J.

Questão 7. A 25 °C e 1 atm, considere o respectivo efeito térmico associado à mistura de volumes iguais das soluções relacionadas abaixo:

- I. Solução aquosa 1 milimolar de ácido clorídrico com solução aquosa 1 milimolar de cloreto de sódio.
- II. Solução aquosa 1 milimolar de ácido clorídrico com solução aquosa 1 milimolar de hidróxido de amônio.
- III. Solução aquosa 1 milimolar de ácido clorídrico com solução aquosa 1 milimolar de hidróxido de sódio.
- IV. Solução aquosa 1 milimolar de ácido clorídrico com solução aquosa 1 milimolar de ácido clorídrico.

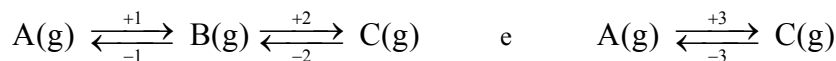
Qual das opções abaixo apresenta a ordem decrescente CORRETA para o efeito térmico observado em cada uma das misturas acima?

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

Questão 8. Assinale a opção que contém a substância cuja combustão, nas condições-padrão, libera maior quantidade de energia.

- A () Benzeno B () Ciclohexano C () Ciclohexanona
D () Ciclohexeno E () n-Hexano

Questão 9. Considere as reações representadas pelas equações químicas abaixo:



O índice positivo refere-se ao sentido da reação da esquerda para a direita e, o negativo, ao da direita para a esquerda. Sendo E_a a energia de ativação e ΔH a variação de entalpia, são feitas as seguintes afirmações, todas relativas às condições-padrão:

- I. $\Delta H_{+3} = \Delta H_{+1} + \Delta H_{+2}$
- II. $\Delta H_{+1} = -\Delta H_{-1}$
- III. $E_{a+3} = E_{a+1} + E_{a+2}$
- IV. $E_{a+3} = -E_{a-3}$

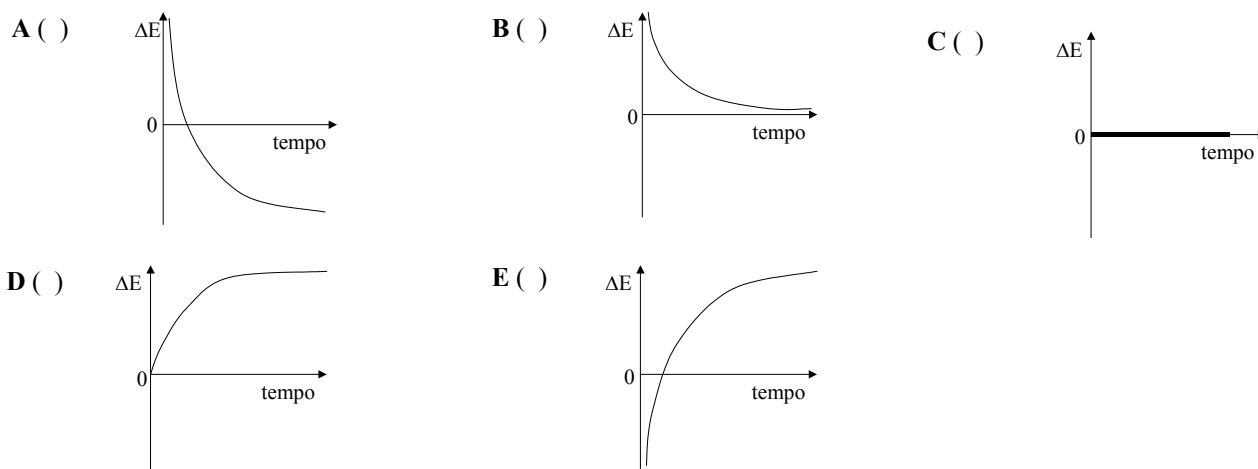
Das afirmações acima está(ão) CORRETA(S)

- A () apenas I e II. B () apenas I e III. C () apenas II e IV.
D () apenas III. E () apenas IV.

Questão 15. A 25 °C, uma mistura de metano e propano ocupa um volume (V), sob uma pressão total de 0,080 atm. Quando é realizada a combustão completa desta mistura e apenas dióxido de carbono é coletado, verifica-se que a pressão desse gás é de 0,12 atm, quando este ocupa o mesmo volume (V) e está sob a mesma temperatura da mistura original. Admitindo que os gases têm comportamento ideal, assinale a opção que contém o valor CORRETO da concentração, em fração em mols, do gás metano na mistura original.

- A () 0,01 B () 0,25 C () 0,50 D () 0,75 E () 1,00

Questão 16. Dois copos (A e B) contêm solução aquosa 1 mol L⁻¹ em nitrato de prata e estão conectados entre si por uma ponte salina. Mergulha-se parcialmente um fio de prata na solução contida no copo A, conectando-o a um fio de cobre mergulhado parcialmente na solução contida no copo B. Após certo período de tempo, os dois fios são desconectados. A seguir, o condutor metálico do copo A é conectado a um dos terminais de um multímetro, e o condutor metálico do copo B, ao outro terminal. Admitindo que a corrente elétrica não circula pelo elemento galvânico e que a temperatura permanece constante, assinale a opção que contém o gráfico que melhor representa a forma como a diferença de potencial entre os dois eletrodos ($\Delta E = E_A - E_B$) varia com o tempo.



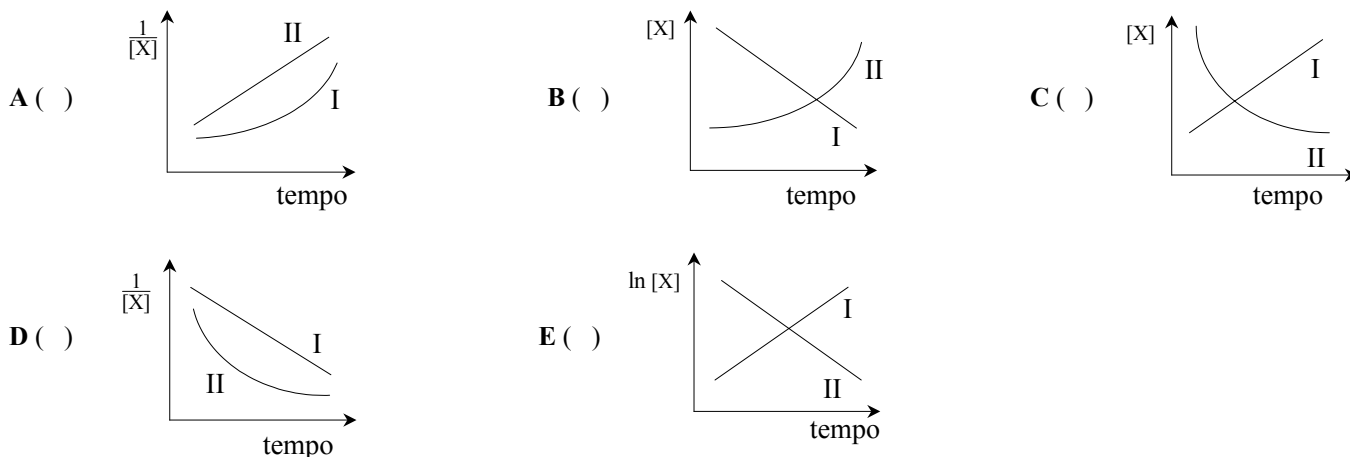
Questão 17. Assinale a opção que contém o polímero que melhor conduz corrente elétrica, quando dopado.

- A () Polietileno B () Polipropileno C () Poliestireno
D () Poliacetileno E () Poli (tetrafluor-etileno)

Questão 18. Considere as seguintes equações que representam reações químicas genéricas e suas respectivas equações de velocidade:



Considerando que, nos gráficos, [X] representa a concentração de A e de B para as reações I e II, respectivamente, assinale a opção que contém o gráfico que melhor representa a lei de velocidade das reações I e II.



Questão 19. A 25 °C, borbulha-se H₂S(g) em uma solução aquosa 0,020 mol L⁻¹ em MnCl₂, contida em um erlenmeyer, até que seja observado o início de precipitação de MnS(s). Neste momento, a concentração de H⁺ na solução é igual a 2,5 x 10⁻⁷ mol L⁻¹.

Dados eventualmente necessários, referentes à temperatura de 25 °C:

- I. $\text{MnS(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + \text{HS}^{-}(\text{aq}) + \text{OH}^{-}(\text{aq})$; $K_{\text{I}} = 3 \times 10^{-11}$
II. $\text{H}_2\text{S(aq)} \rightleftharpoons \text{HS}^{-}(\text{aq}) + \text{H}^{+}(\text{aq})$; $K_{\text{II}} = 9,5 \times 10^{-8}$
III. $\text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{OH}^{-}(\text{aq}) + \text{H}^{+}(\text{aq})$; $K_{\text{III}} = 1,0 \times 10^{-14}$

Assinale a opção que contém o valor da concentração, em mol L⁻¹, de H₂S na solução no instante em que é observada a formação de sólido.

- A () 1,0 x 10⁻¹⁰ B () 7 x 10⁻⁷ C () 4 x 10⁻² D () 1,0 x 10⁻¹ E () 1,5 x 10⁴

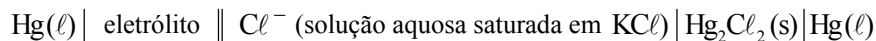
Questão 20. Dois frascos abertos, um contendo água pura líquida (frasco A) e o outro contendo o mesmo volume de uma solução aquosa concentrada em sacarose (frasco B), são colocados em um recipiente que, a seguir, é devidamente fechado. É CORRETO afirmar, então, que, decorrido um longo período de tempo,

- A () os volumes dos líquidos nos frascos A e B não apresentam alterações visíveis.
B () o volume do líquido no frasco A aumenta, enquanto que o do frasco B diminui.
C () o volume do líquido no frasco A diminui, enquanto que o do frasco B aumenta.
D () o volume do líquido no frasco A permanece o mesmo, enquanto que o do frasco B diminui.
E () o volume do líquido no frasco A diminui, enquanto que o do frasco B permanece o mesmo.

As questões dissertativas, numeradas de 21 a 30, devem ser resolvidas e respondidas no caderno de soluções.

Questão 21. Qualitativamente (sem fazer contas), como você explica o fato de a quantidade de calor trocado na vaporização de um mol de água no estado líquido ser muito maior do que o calor trocado na fusão da mesma quantidade de água no estado sólido?

Questão 22. Considere o elemento galvânico representado por:



- a) Preveja se o potencial do eletrodo representado no lado direito do elemento galvânico será maior, menor ou igual ao potencial desse mesmo eletrodo nas condições-padrão. Justifique sua resposta.
b) Se o eletrólito no eletrodo à esquerda do elemento galvânico for uma solução 0,002 mol L⁻¹ em Hg²⁺(aq), preveja se o potencial desse eletrodo será maior, menor ou igual ao potencial desse mesmo eletrodo nas condições-padrão. Justifique sua resposta.
c) Faça um esboço gráfico da forma como a força eletromotriz do elemento galvânico (ordenada) deve variar com a temperatura (abscissa), no caso em que o eletrodo do lado esquerdo do elemento galvânico seja igual ao eletrodo do lado direito nas condições-padrão.

Questão 23. Sob pressão de 1 atm, adiciona-se água pura em um cilindro provido de termômetro, de manômetro e de pistão móvel que se desloca sem atrito. No instante inicial (t₀), à temperatura de 25 °C, todo o espaço interno do cilindro é ocupado por água pura. A partir do instante (t₁), mantendo a temperatura constante (25 °C), o pistão é deslocado e o manômetro indica uma nova pressão. A partir do instante (t₂), todo o conjunto é resfriado muito lentamente a -10 °C, mantendo-se-o em repouso por 3 horas. No instante (t₃), o cilindro é agitado, observando-se uma queda brusca da pressão. Faça um esboço do diagrama de fases da água e assinale, neste esboço, a(s) fase(s) (co)existente(s) no cilindro nos instantes t₀, t₁, t₂ e t₃.

Questão 24. A 25 °C e 1 atm, um recipiente aberto contém um solução aquosa saturada em bicarbonato de sódio em equilíbrio com seu respectivo sólido. Este recipiente foi aquecido à temperatura de ebulição da solução por 1 hora. Considere que o volume de água perdido por evaporação foi desprezível.

- a) Explique, utilizando equações químicas, o que ocorre durante o aquecimento, considerando que ainda se observa bicarbonato de sódio sólido durante todo esse processo.
b) Após o processo de aquecimento, o conteúdo do béquer foi resfriado até 25 °C. Discuta qual foi a quantidade de sólido observada logo após o resfriamento, em relação à quantidade do mesmo (maior, menor ou igual) antes do aquecimento. Justifique a sua resposta.

Questão 25. Considere que dois materiais poliméricos A e B são suportados em substratos iguais e flexíveis. Em condições ambientes, pode-se observar que o material polimérico A é rígido, enquanto o material B é bastante flexível. A seguir, ambos os materiais são aquecidos à temperatura (T), menor do que as respectivas temperaturas de decomposição. Observou-se que o material A apresentou-se flexível e o material B tornou-se rígido, na temperatura (T). A seguir, os dois materiais poliméricos foram resfriados à temperatura ambiente.

- Preveja o que será observado caso o mesmo tratamento térmico for novamente realizado nos materiais poliméricos A e B. Justifique sua resposta.
- Baseando-se na resposta ao item a), preveja a solubilidade dos materiais em solventes orgânicos.

Questão 26. Vidro de janela pode ser produzido por uma mistura de óxido de silício, óxido de sódio e óxido de cálcio, nas seguintes proporções (% m/m): 75, 15 e 10, respectivamente. Os óxidos de cálcio e de sódio são provenientes da decomposição térmica de seus respectivos carbonatos. Para produzir 1,00 kg de vidro, quais são as massas de óxido de silício, carbonato de sódio e carbonato de cálcio que devem ser utilizadas? Mostre os cálculos e as equações químicas balanceadas de decomposição dos carbonatos.

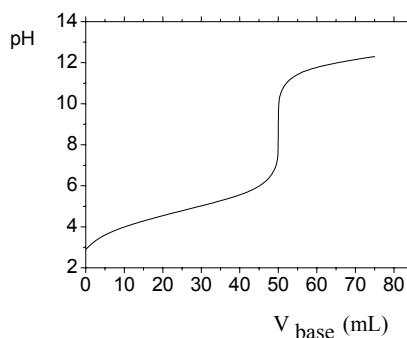
Questão 27. Explique em que consiste o fenômeno denominado chuva ácida. Da sua explicação devem constar as equações químicas que representam as reações envolvidas.

Questão 28. Considere uma reação química endotérmica entre reagentes, todos no estado gasoso.

- Esboce graficamente como deve ser a variação da constante de velocidade em função da temperatura.
- Conhecendo-se a função matemática que descreve a variação da constante de velocidade com a temperatura é possível determinar a energia de ativação da reação. Explique como e justifique.
- Descreva um método que pode ser utilizado para determinar a ordem da reação.

Questão 29. Considere a curva de titulação ao lado, de um ácido fraco com uma base forte.

- Qual o valor do pH no ponto de equivalência?
- Em qual(ais) intervalo(s) de volume de base adicionado o sistema se comporta como tampão?
- Em qual valor de volume de base adicionado $\text{pH} = \text{pK}_a$?



Questão 30. Considere que na figura ao lado, o frasco A contém peróxido de hidrogênio, os frascos B e C contêm água e que se observa borbulhamento de gás no frasco C. O frasco A é aberto para a adição de 1 g de dióxido de manganês e imediatamente fechado. Observa-se então, um aumento do fluxo de gás no frasco C. Após um período de tempo, cessa o borbulhamento de gás no frasco C, observando-se que ainda resta sólido no frasco A. Separando-se este sólido e secando-o, verifica-se que sua massa é igual a 1 g.

- Escreva a equação química que descreve a reação que ocorre com o peróxido de hidrogênio, na ausência de dióxido de manganês.
- Explique por que o fluxo de gás no frasco C aumenta quando da adição de dióxido de manganês ao peróxido de hidrogênio.

