

## QUÍMICA

### Constantes

Constante de Avogadro ( $N_A$ )	=	$6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Faraday (F)	=	$9,65 \times 10^4 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ A}\cdot\text{s}\cdot\text{mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ J}\cdot\text{V}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
Carga elementar	=	$1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$
Constante dos gases (R)	=	$8,21 \times 10^{-2} \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
Constante de Planck (h)	=	$6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
Velocidade da luz no vácuo	=	$3,0 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Número de Euler (e)	=	2,72

### Definições

Pressão:  $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 1,01325 \times 10^5 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2} = 1,01325 \text{ bar}$

Energia:  $1 \text{ J} = 1 \text{ N}\cdot\text{m} = 1 \text{ kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2} = 6,24 \times 10^{18} \text{ eV}$

Condições normais de temperatura e pressão (CNTP):  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $1 \text{ atm}$

Condições ambientes:  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $1 \text{ atm}$

Condições padrão:  $1 \text{ bar}$ ; concentração das soluções =  $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  (rigorosamente: atividade unitária das espécies); sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

(s) = sólido. (ℓ) = líquido. (g) = gás. (aq) = aquoso. (conc) = concentrado. (ua) = unidades arbitrárias.

u.m.a. = unidade de massa atômica. [X] = concentração da espécie química X em  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

$\ln X = 2,3 \log X$

EPH = eletrodo padrão de hidrogênio

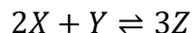
### Dados eventualmente necessários:

$$e^{10} = 2,2 \times 10^4$$

### Massas Molares

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )
H	1	1,01	Cl	17	35,45
B	5	10,81	K	19	39,10
C	6	12,01	Ca	20	40,08
N	7	14,01	Mn	25	54,94
O	8	16,00	Br	35	79,90
F	9	19,00	Ag	47	107,87
Na	11	22,99	I	53	126,90
Mg	12	24,30	Hg	80	200,59
P	15	30,97	Pb	82	207,19
S	16	32,06	Pa	91	231,04

**Questão 1.** Considere a seguinte reação química hipotética:



A velocidade dessa reação é igual à constante de velocidade multiplicada pelas concentrações da espécie X elevada ao quadrado e da espécie Y. A constante de velocidade obedece a equação de Arrhenius:

$$k = A \cdot e^{\left(\frac{-E_a}{RT}\right)}$$

em que  $E_a$  representa a energia de ativação e A representa o fator de frequência. Sabendo-se que a energia de ativação da reação é igual a  $24,94 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  a  $300 \text{ K}$ , concentrações iniciais de X e Y iguais a  $0,2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  e Z igual a zero, determine o valor numérico da:

- constante de velocidade da reação inversa, considerando o atingimento do equilíbrio quando a concentração de Z é igual a  $0,15 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .
- velocidade da reação química, considerando o fator de frequência igual a  $25,00 \times e^{10} \text{ mol}^{-2}\cdot\text{L}^2\cdot\text{s}^{-1}$ .

**Questão 2.** O método de determinação da quantidade de nitrogênio amoniacal ( $\text{NH}_x$ ) em amostras de efluentes baseia-se nas seguintes etapas: (i) alcalinização da amostra, com excesso de base forte para produção de amônia, (ii) a qual é posteriormente destilada e recolhida em uma quantidade conhecida de uma solução padrão de ácido bórico. Após reação da amônia com o ácido, (iii) o borato formado é titulado com uma solução padrão de ácido sulfúrico, formando sulfato de amônio. Considere que uma amostra de 20,00 mL de efluente com densidade de  $1,50 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  foi alcalinizada com excesso de NaOH e que a titulação do borato consumiu 18,00 mL de uma solução aquosa  $0,500 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  em ácido sulfúrico. Com base nessas informações:

- a) escreva as reações químicas balanceadas que representam cada uma das etapas envolvidas nesse método.
- b) calcule o valor numérico da massa (em g) de sulfato de amônio formado.
- c) calcule o valor numérico da massa (em g) de nitrogênio na amostra.
- d) calcule o valor numérico do percentual do elemento N na amostra.

**Questão 3.** Um químico carregou um reator com 20 atm de uma mistura gasosa, constituída de uma substância A e de um componente inerte I, em uma proporção molar de A:I igual a 4:1. A temperatura do reator foi mantida constante e a pressão total foi monitorada, o que permitiu determinar a velocidade da reação em função do tempo, de acordo com os dados da tabela.

<b>t (min)</b>	0,89	2,08	3,75	6,25	10,42	18,75
<b>P (atm)</b>	21	22	23	24	25	26
<b>v (atm.min<sup>-1</sup>)</b>	1,96	1,44	1,00	0,64	0,36	0,16

Com base nesses dados e sabendo que a estequiometria da reação é  $2A(g) \rightarrow 3B(g)$ , pede-se:

- O valor numérico da ordem da reação.
- O valor numérico da constante de velocidade com sua unidade de medida.
- A composição no interior do reator no tempo 10,42 minutos em termos das pressões parciais (em atm) de cada componente.
- O valor numérico do tempo de meia vida da reação.

**Questão 4.** Um novo método para potabilização da água residual em espaçonaves emprega íons de prata como agente bactericida. Considere os dados de produto de solubilidade de alguns sais apresentados na Tabela 1 e o limite máximo permitido de íons nos padrões de qualidade da água potável disposto na Tabela 2.

Tabela 1. Dados de constantes de solubilidade.

Sal	$K_{ps}$
AgCl(s)	$1,21 \times 10^{-10}$
AgBr(s)	$4,90 \times 10^{-13}$
AgI(s)	$1,00 \times 10^{-16}$
NaCl(s)	37,3
NaBr(s)	127
NaI(s)	151
HgCl <sub>2</sub> (s)	$8,10 \times 10^{-2}$
HgBr <sub>2</sub> (s)	$6,20 \times 10^{-20}$
HgI <sub>2</sub> (s)	$3,20 \times 10^{-29}$

Tabela 2. Limite máximo permitido nos padrões de qualidade da água potável.

Espécie	Máximo nível permitido (mg·L <sup>-1</sup> )
Cloretos	1000
Brometos	4,0
Iodetos	0,018
Prata	0,090
Sódio	20
Mercúrio	0,002

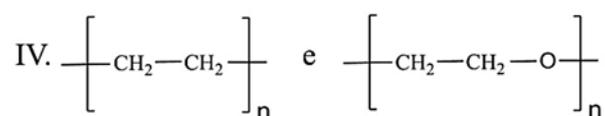
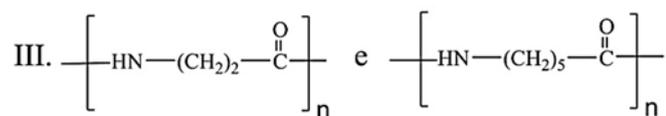
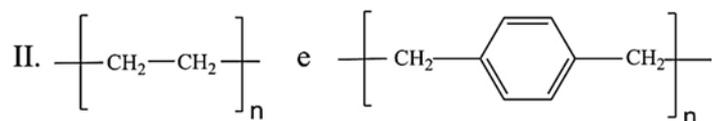
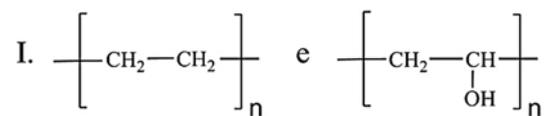
Sabe-se que concentrações de íons de prata acima de dez partes por bilhão (>10 ppb) são suficientes para prevenir o crescimento de bactérias, algas e outros microorganismos. A estratégia do método consiste em assegurar uma concentração fixa de Ag<sup>+</sup> na água potável por meio da saturação da solução com um sal de prata moderadamente solúvel. Com base nessas informações, responda:

- Dentre os sais de prata apresentados na Tabela 1, indique qual(is) poderia(m) ser empregado(s) no método de potabilização da água e calcule a concentração em ppb de Ag<sup>+</sup> na solução resultante.
- Dentre os sais de prata que não poderiam ser usados no item (a) e considerando o limite máximo permitido nos padrões de qualidade da água potável, indique aquele(s) sal(is) que poderia(m) ser empregado(s), juntamente com NaCl ou HgCl<sub>2</sub>, para ajustar a concentração total de Ag<sup>+</sup> para 10,8 ppb. Determine o valor numérico da concentração final de Na<sup>+</sup> ou Hg<sup>2+</sup> em cada situação.

**Questão 5.** Na reação conhecida como “cão que late”, uma mistura de óxido nitroso e dissulfeto de carbono entra em combustão, gerando um clarão azulado e um som parecido com “woof” ou “uulsi”. Considerando uma combustão completa e que todo o enxofre gerado se encontra na forma de sólido  $S_8$ :

- a) escreva a equação química balanceada dessa reação.
- b) determine o valor numérico do volume de gás gerado (em litros) para cada 304 g de dissulfeto de carbono que reagiu de forma estequiométrica. Considere a pressão igual a  $10^5$  Pa e a temperatura de 300 K.
- c) calcule o valor numérico da massa de enxofre sólido (em g) gerado considerando a mesma quantidade de dissulfeto de carbono do item (b).

**Questão 6.** Considere os seguintes pares de homopolímeros, representados pelas respectivas fórmulas estruturais. Para cada par, indique qual homopolímero terá temperatura de fusão maior, considerando que suas massas molares sejam similares. Justifique a sua resposta.



**Questão 7.** Considere as seguintes informações:

- I. Primeira energia de ionização do cálcio:  $590 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- II. Segunda energia de ionização do cálcio:  $1145 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- III. Afinidade eletrônica do cloro:  $-340 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- IV. Entalpia de solubilização do cloreto de cálcio:  $-81 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- V. Entalpia de hidratação do íon de cálcio:  $-1579 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- VI. Entalpia de hidratação do íon de cloro:  $-378 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

Com base nessas informações, responda os itens abaixo.

- a) Represente, na forma de equações químicas, as informações acima (I-VI).
- b) Equacione a reação de entalpia de rede do cloreto de cálcio a partir das equações I-VI, conforme a necessidade.
- c) Calcule o valor numérico da entalpia de rede do cloreto de cálcio (em  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ).

**Questão 8.** Em um reator químico vazio, mantido a altas temperaturas, injeta-se uma mistura gasosa, com massa molar aparente igual a  $29 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , constituída de amônia e oxigênio puros. Os gases reagem entre si formando óxido nítrico e água no estado gasoso. Ao final do processo, toda a amônia é consumida e são formados 20 mol de óxido nítrico. A respeito deste processo, pede-se:

- a) A equação química balanceada.
- b) Os valores numéricos das frações molares de amônia e de oxigênio no início da reação.
- c) O valor numérico da porcentagem de reagente em excesso.
- d) Os valores numéricos das quantidades (em mols) das espécies químicas no final da reação.

**Questão 9.** A etilcarbamilamina ou isocianeto de etila é utilizada como reagente em duas rotas reacionais:

- (i) Aquecimento a 250 °C que leva a sua isomerização funcional com a formação de um composto **A**, o qual reage com o cloreto de metil magnésio e, posteriormente, forma uma cetona **B** por hidrólise;
- (ii) Hidrólise em meio ácido com a formação de uma amina primária **C** e um composto **D**.

Com base no enunciado, escreva as reações químicas envolvidas nas rotas (i) e (ii). Escreva a estrutura química dos compostos **A**, **B**, **C** e **D**.

**Questão 10.** Uma mistura de cloreto de cálcio e fluoreto de sódio, de massa igual a 39,0 g, foi adicionada à água, sendo observada a formação de um precipitado (Precipitado 1), o qual foi removido por filtração. Ao sobrenadante, foram adicionados 900 mL de uma solução aquosa  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  em nitrato de prata, sendo essa quantidade em excesso para garantir a formação de um precipitado (Precipitado 2) que também foi removido por filtração. Posteriormente, foi adicionada a essa nova solução sobrenadante uma placa polida de zinco metálico. Após um tempo suficientemente longo, observou-se um aumento de massa dessa placa igual a 3,76 g. A partir dessas observações:

- a) apresente todas as equações que representam as reações químicas balanceadas envolvidas no processo, identificando cada um dos precipitados.
- b) calcule o valor numérico do número de mols do Precipitado 2.
- c) calcule o valor numérico das massas de cloreto de cálcio e fluoreto de sódio na mistura inicial.