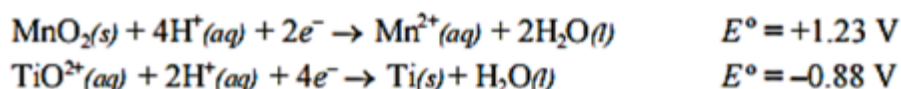


**QUESTÃO 1 – MODALIDADE B**

A eletroquímica é o ramo da química que estuda as transformações químicas que envolvem a transferência de elétrons, relacionando reações químicas com a produção ou consumo de energia elétrica. Seu conhecimento é essencial no cotidiano, pois está presente em tecnologias amplamente utilizadas, como pilhas, baterias e células combustíveis, que fornecem energia para dispositivos eletrônicos, veículos elétricos e sistemas de armazenamento de energia. Além disso, a eletroquímica é fundamental em processos industriais, como a galvanoplastia, a corrosão e a eletrólise, contribuindo para o desenvolvimento de materiais mais duráveis, sustentáveis e eficientes, impactando diretamente o avanço tecnológico e a qualidade de vida.

Responda as seguintes perguntas sobre a célula voltaica com base nas semireações descritas abaixo.



- Escreva a equação da reação que produz um potencial padrão positivo e calcule esse potencial. (20 pontos)
- Identifique a semirreação que ocorre no cátodo. Explique. (20 pontos)
- Indique se cada uma das alterações listadas nas partes **i**, **ii** e **iii** afetará o potencial padrão calculado na parte a para a célula montada. Para cada alteração, indique se o potencial aumentará, diminuirá ou permanecerá o mesmo. Descreva seu raciocínio ou mostre seus cálculos em cada caso.
  - A concentração de  $[\text{Mn}^{2+}]$  é duplicada. (20 pontos)
  - O tamanho do eletrodo de  $\text{Ti}(s)$  é duplicado. (20 pontos)
  - O pH de ambos os compartimentos é aumentado na mesma proporção. (20 pontos)

**QUESTÃO 2 – MODALIDADE B**

O estudo da termodinâmica é fundamental para compreender como a energia se transforma e influencia as reações químicas, relacionando grandezas como entalpia, entropia e energia livre de Gibbs. A entalpia ( $\Delta H$ ) indica o calor envolvido em um processo, enquanto a entropia ( $\Delta S$ ) mede o grau de desordem do sistema. Já a energia livre de Gibbs ( $\Delta G$ ) integra esses dois fatores, permitindo prever a espontaneidade das reações, sendo negativa quando o processo ocorre de forma espontânea. No contexto do equilíbrio

iãoico, essas relações são essenciais para determinar em que condições uma reação atinge o equilíbrio químico, onde as variações de energia e desordem se compensam, resultando em um estado de estabilidade termodinâmica. Os valores das propriedades termodinâmicas para a ionização do ácido etanóico,  $\text{H}_3\text{CCOOH}$ , e do ácido tricloroacético,  $\text{Cl}_3\text{CCOOH}$ , a  $25^\circ\text{C}$  são apresentados na tabela abaixo.

	$\Delta G^\circ, \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$\Delta H^\circ, \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$\Delta S^\circ, \text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	$K_a (25^\circ\text{C})$
$\text{H}_3\text{CCOOH}$	27.12	-2.51		$1.77 \times 10^{-5}$
$\text{Cl}_3\text{CCOOH}$	3.93	-13.66	-59.0	

Com base nos valores da tabela, responda os seguintes itens.

- Qual o valor de  $\Delta S^\circ$  para a ionização do  $\text{H}_3\text{CCOOH}$  a  $25^\circ\text{C}$ ? **(30 pontos)**
- Qual o valor de  $K_a$  para o  $\text{Cl}_3\text{CCOOH}$  a  $25^\circ\text{C}$ ? **(30 pontos)**
- Explique a diferença entre os valores das constantes de ionização dos ácidos a  $25^\circ\text{C}$  em termos de suas estruturas moleculares. **(20 pontos)**
- Indique se os valores de  $\Delta S^\circ$  sugerem um aumento ou uma diminuição na ordem do sistema após a ionização e ofereça uma explicação em termos de nível molecular. **(20 pontos)**

### QUESTÃO 3 – MODALIDADE B

A Química Orgânica é fundamental para a compreensão dos processos que sustentam a vida e o desenvolvimento tecnológico, pois estuda os compostos formados principalmente por carbono, essenciais em áreas como medicina, agricultura, energia e indústria. O conhecimento dos compostos orgânicos permite identificar suas propriedades e aplicações, enquanto o estudo da isomeria revela como pequenas variações na estrutura molecular podem gerar substâncias com características e funções completamente diferentes. Além disso, entender as reações orgânicas é crucial para sintetizar novos materiais, medicamentos e combustíveis, demonstrando como a Química Orgânica é indispensável para o avanço científico e o bem-estar da sociedade.

**(1a parte)**

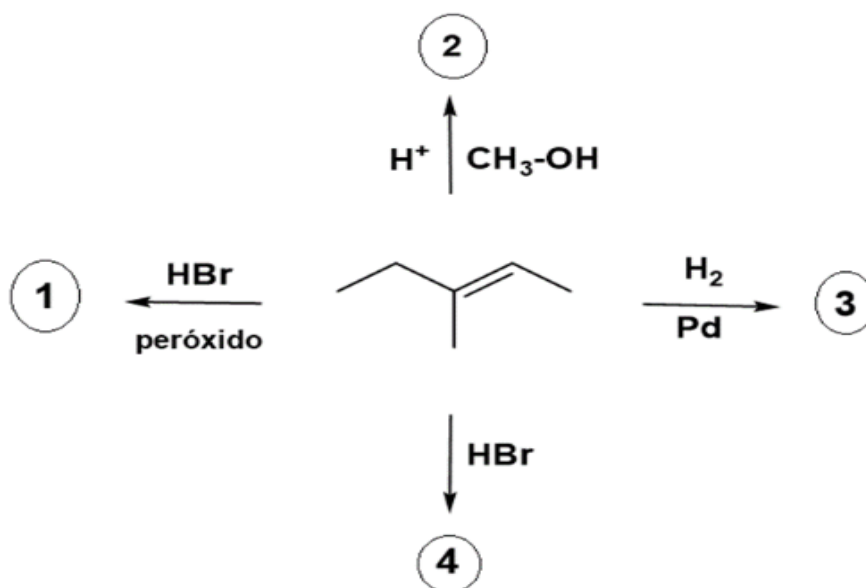
Dois hidrocarbonetos com a fórmula molecular  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  são o ciclopentano e o 2-metilbut-2-eno.

- Um dos dois compostos (ciclopentano ou 2-metilbut-2-eno) reage prontamente com água na presença de um catalisador ácido para formar um álcool. Indique qual composto reage e forneça a estrutura do álcool formado. **(20 pontos)**
- Qual dos dois compostos é mais estável termodinamicamente, o ciclopentano ou o 2-metil-2-butenos? Explique sua resposta. **(20 pontos)**
- Desenhe claramente a estrutura de um composto quiral com a fórmula  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ . **(20 pontos)**



**(2a parte)**

Escreva as fórmulas estruturais planas em linhas, para o produto majoritário (1, 2, 3 e 4) de cada uma das reações de adição com o alceno apresentadas no fluxograma. **(40 pontos)**



**QUESTÃO 4 – MODALIDADE B**

Nos últimos anos, diversas notícias ambientais têm alertado sobre a contaminação por mercúrio (Hg) em rios da Amazônia e em regiões de garimpo ilegal. O mercúrio é um metal pesado altamente tóxico, que pode sofrer transformações químicas no ambiente, formando compostos como o cloreto de mercúrio (II),  $\text{HgCl}_2$ , que podem reagir com outras substâncias e originar espécies menos solúveis, reduzindo temporariamente sua mobilidade. Uma dessas transformações pode ser representada pela reação abaixo:



A tabela a seguir apresenta dados de estudo cinético realizados em laboratório para a reação.

EXPERIMENTO	$[\text{HgCl}_2]$ mol.L <sup>-1</sup>	$[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$ mol.L <sup>-1</sup>	Velocidade (mol.L <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )
I	0,105	0,150	$1,78 \times 10^{-5}$
II	0,105	0,300	$7,12 \times 10^{-5}$
III	0,0525	0,300	$3,56 \times 10^{-5}$

Considerando a reação e a tabela, responda os seguintes itens.

- a. Qual a lei de velocidade da reação? **(10 pontos)**
- b. Qual a ordem de velocidade da reação? **(20 pontos)**
- c. Qual o valor da constante,  $k$ , para a reação? **(30 pontos)**
- d. Qual a velocidade da reação quando a concentração de  $\text{HgCl}_2$  for de  $0,4 \text{ mol.L}^{-1}$  e a do  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  for  $0,6 \text{ mol.L}^{-1}$ ? **(40 pontos)**

**RASCUNHO:**

