



# CICLO ITA 1 - DISCURSIVO

TURMA IME-ITA

2022



## MATEMÁTICA

**Questão 1** Calcular a soma:

$$\frac{1}{2} + \frac{3}{2^2} + \frac{5}{2^3} + \cdots + \frac{2n-1}{2^n}.$$

**Questão 2** Dê o conjunto solução da equação:

$$\frac{1 - \operatorname{tg}(x)}{1 + \operatorname{tg}(x)} = 1 + \operatorname{sen}(2x).$$

**Questão 3** Determine todos os valores reais de  $x$  que satisfazem:

$$(x-1)(x-2)(x-4)(x-8) = 10x^2.$$

**Questão 4** Seja  $P$  um ponto interior a um triângulo equilátero cujas distâncias aos respectivos lados medem  $x$ ,  $y$  e  $z$ . Determine a soma  $x + y + z$  em função do lado  $l$  do triângulo.

**Questão 5** Sabendo que a reta  $12x + 5y = 60$  forma um triângulo com os eixos coordenados, calcule a soma das alturas de tal triângulo.

**Questão 6** Quantos pares ordenados  $(x, y)$  de números reais satisfazem simultaneamente as equações:

$$\begin{aligned} x + 3y &= 3 \text{ e} \\ ||x| - |y|| &= 1 ? \end{aligned}$$

**Questão 7** Considere um triângulo  $ABC$ , acutângulo, cujos lados medem  $AB = x - 7$ ,  $BC = x$  e  $AC = x + 2$ . Se  $x \in \mathbb{N} / 0 < x < 20$ , determine todos os possíveis valores de  $x$ .

**Questão 8** Quantos inteiros não-negativos podem ser escritos da forma:

$$a_7 3^7 + a_6 3^6 + \cdots + a_1 3^1 + a_0 3^0,$$

com  $a_i \in -1, 0, 1$  para  $0 \leq i \leq 7$ ?

**Questão 9** Os comprimentos dos lados de um triângulo são os inteiros  $x - 1$ ,  $x$  e  $x + 1$ . Se o seu maior ângulo é o dobro do menor, calcule o valor de  $x$ .

**Questão 10** Considere  $A$  um conjunto não vazio tal que  $n(A) = x$ . Se  $P(A)$  é o conjunto das partes de  $A$ , responda:

a. Qual a expressão para  $n(P(A))$  em função de  $x$ ? Explique.

b. Considere, agora,  $n(A) = 2$ . Ao definir:

$$\begin{aligned} P^1(A) &= P(A) \text{ e} \\ P^k(A) &= P(P^{k-1}(A)), \end{aligned}$$

qual o menor valor de  $k$  para o qual  $P^k(A) > 64000$ ?

## QUÍMICA

---

### Dados

#### Constantes

- Constante de Planck  $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J s}$
- Constante de Rydberg  $\mathcal{R}_{\infty} = 1,1 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$
- Massa do elétron  $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

#### Elementos

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ( $\text{g mol}^{-1}$ )	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ( $\text{g mol}^{-1}$ )
H	1	1,01	O	8	16,00
He	2	4,00	Ne	10	20,18
C	6	12,01	Ar	18	39,95
N	7	14,01	Mo	42	95,95

**Questão 11** A série de Lyman é o conjunto de raios que resultam da emissão do átomo do hidrogênio quando um elétron transita de  $n \geq 2$  a  $n = 1$ , onde  $n$  representa o número quântico principal referente ao nível de energia do elétron.

- Determine** a faixa de comprimentos de onda referente à série de Lyman.
- Determine** o comprimento de onda associado a um elétron emitido de um átomo de cobre pela incidência de um fóton da segunda linha da série de Lyman.

### Dados

- Função trabalho do cobre  $\Phi(\text{Cu}) = 7,44 \times 10^{-19} \text{ J}$

**Questão 12** Considere o elemento **X**, de número atômico  $Z = 42$ .

- Determine** a configuração eletrônica do estado fundamental de **X**.
- Determine** os números quânticos do elétron mais energético de **X**.
- Esboce** a probabilidade de encontrar o elétron em função da distância radial do núcleo para o orbital mais energético de **X**.

**Questão 13** Considere a combustão de 12 g de magnésio com excesso de oxigênio formando óxido de magnésio.

- Determine** a variação de entropia do sistema.
- Determine** a variação de entropia da vizinhança.
- Classifique** o processo quanto à sua espontaneidade.

**Dados**

- Entalpia de formação do MgO  $\Delta H_f^\circ(\text{MgO}, \text{s}) = -600,0 \text{ kJ mol}^{-1}$
- Entropia do MgO  $S^\circ(\text{MgO}, \text{s}) = 27,0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- Entropia do Mg  $S^\circ(\text{Mg}, \text{s}) = 33,0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- Entropia do O<sub>2</sub>  $S^\circ(\text{O}_2, \text{g}) = 210,0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

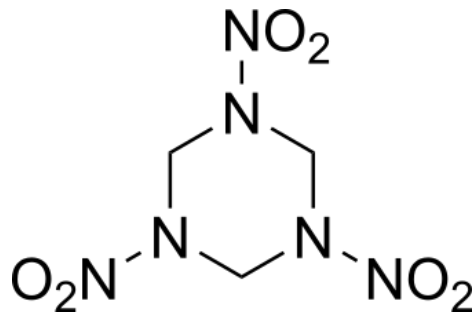
**Questão 14** Uma amostra de 50 g de uma solução 4% em massa de hidróxido de sódio é misturada com uma amostra de 50 g de uma solução 1,825% de ácido clorídrico em um calorímetro adiabático a 20 °C. Verifica-se que a temperatura da solução aumentou para 23,4 °C. Em seguida, 70 g de uma solução 3,5% de ácido sulfúrico a 20 °C foi adicionada à solução.

**Determine** a temperatura final da solução resultante.

**Dados**

- Capacidade calorífica do H<sub>2</sub>O  $C_P(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = 75,0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

**Questão 15** Considere a estrutura do explosivo RDX, a seguir.



Uma amostra de 11,1 g de RDX foi adicionada a um cilindro juntamente com 1,845 L de ar a 27 °C e 1 atm. Após a reação, os gases no interior do cilindro são resfriados novamente a 27 °C.

- Apresente** a reação balanceada de combustão do RDX.
- Determine** a entalpia de combustão do RDX.
- Determine** a energia interna de combustão do RDX.
- Determine** a pressão parcial de dióxido de carbono no cilindro após a reação.

**Dados**

- Entalpia de formação do RDX  $\Delta H_c(RDX) = 2100 \text{ kJ/mol}$
- Entalpia de formação do  $\text{CO}_2$   $\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2, \text{g}) = -390,0 \text{ kJ mol}^{-1}$
- Entalpia de formação do  $\text{H}_2\text{O}$   $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -290,0 \text{ kJ mol}^{-1}$

**Questão 16** Um cilindro contém 30 g de uma mistura equimolar de hidrogênio e monóxido de carbono com o dobro da quantidade estequiométrica de ar necessária para a combustão completa.

- Determine** a massa de ar no cilindro.
- Determine** o calor liberado na combustão da mistura.
- Determine** a temperatura adiabática da chama.

**Dados**

- Capacidade calorífica do  $\text{CO}_2$   $C_P(\text{CO}_2, \text{g}) = 37,0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- Capacidade calorífica do  $\text{H}_2\text{O}$   $C_P(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = 34,0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- Capacidade calorífica do  $\text{N}_2$   $C_P(\text{N}_2, \text{g}) = 29,0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- Capacidade calorífica do  $\text{O}_2$   $C_P(\text{O}_2, \text{g}) = 29,0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- Entalpia de formação do  $\text{CO}_2$   $\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2, \text{g}) = -390,0 \text{ kJ mol}^{-1}$
- Entalpia de formação do  $\text{CO}$   $\Delta H_f^\circ(\text{CO}, \text{g}) = -110,0 \text{ kJ mol}^{-1}$
- Entalpia de formação do  $\text{H}_2\text{O}$   $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = -240,0 \text{ kJ mol}^{-1}$

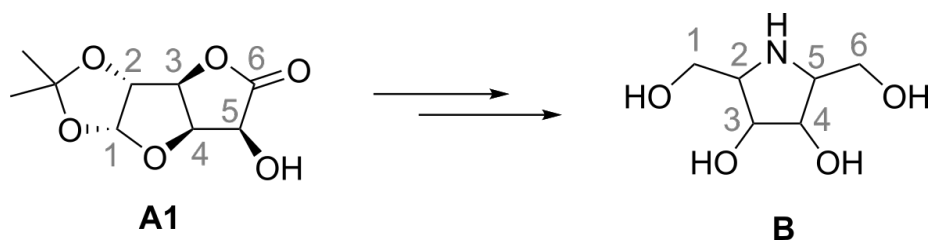
**Questão 17** Um composto orgânico **X** contendo apenas carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio foi analisado. O resultado das análises é apresentado a seguir.

1. Uma amostra de 58 mg do composto sofreu combustão completa formando 88 mg de dióxido de carbono e 36 mg de água.
  2. Todo nitrogênio de uma amostra de 87 mg do composto foi convertido em 33,6 mL de amônia em CNTP.
  3. A taxa de efusão desse composto em um experimento foi de 30 mL/min. A taxa de efusão do argônio em condições idênticas foi de 17,6 mL/min.
- Determine** a fórmula mínima de **X**.
  - Determine** a fórmula molecular de **X**.

**Questão 18** Considere que  $V$  é o volume do recipiente que contém  $n$  mols um gás. O volume total ocupado pelas moléculas de gás é  $bn$  e, próximo às paredes, as moléculas de gás são atraídas com força proporcional ao quadrado da concentração do gás, levando a uma diferença de pressão de  $an^2/V^2$ .

- Apresente** a equação de estado para esse gás.
- Ordene** os gases nobres He, Ne e Ar em função do parâmetro  $b$ .
- Ordene** as moléculas  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{NO}$ , em função do parâmetro  $a$ .

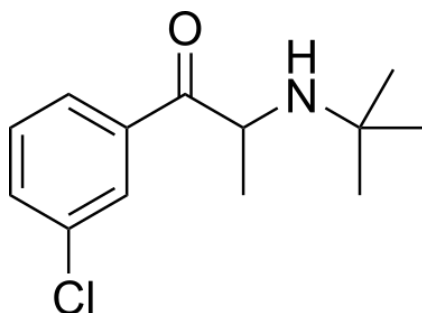
**Questão 19** O composto **B** pode ser preparado por uma síntese de múltiplas etapas partindo do composto **A1** ou de seu enantiômero, **A2**.



Dependendo da série de reações empregadas, a configuração dos carbonos 2, 3 e 5 pode ser seletivamente mantida ou invertida. Esse protocolo não leva à inversões no carbono 4. De todos os possíveis estereoisômeros de **B**, apenas quatro são efetivamente formados nessa síntese.

- Apresente** a estrutura do composto **A2**.
- Determine** o número de estereoisômeros de **A1** e **A2**.
- Determine** o número de estereoisômeros de **B**.
- Apresente** a estrutura dos estereoisômeros de **B** que são efetivamente formados na reação.

**Questão 20** A bupropiona é um fármaco utilizado principalmente para o tratamento da depressão e do tabagismo.



Este composto é opticamente ativo, sendo que um dos estereoisômeros possui maior efeito farmacológico. Mesmo que seja possível isolar o isômero mais potente, a bupropiona é comercializada como uma mistura racêmica, pois sofre racemização *in vivo*, ou seja, uma solução opticamente ativa desse composto perde sua atividade com o tempo no corpo humano.

- Identifique** as funções orgânicas na bupropiona.
- Apresente** o equilíbrio tautomérico da bupropiona com a sua forma enólica.
- Explique** porque uma mistura ópticamente ativa de bupropiona perde sua atividade óptica em meio ácido no corpo humano.