

Termoquímica

6 C		8 O	9 F
14 Si	15 P		17 Cl

Termoquímica

1. O metanal é um poluente atmosférico proveniente da queima de combustíveis e de atividades industriais. No ar, esse poluente é oxidado pelo oxigênio molecular formando ácido metanoico, um poluente secundário. Na tabela abaixo, são apresentadas as energias das ligações envolvidas nesse processo de oxidação.

Ligação	Energia de ligação (kJ.mol ⁻¹)
O = O	498
C – H	413
C – O	357
C = O	744
O – H	462

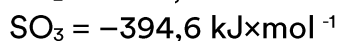
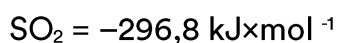
Em relação ao metanal, determine a variação de entalpia correspondente à sua oxidação, em kJ.mol⁻¹, e nomeie sua geometria molecular.

2. No metabolismo das proteínas dos mamíferos, a uréia, representada pela fórmula (NH₂)₂CO, é o principal produto nitrogenado excretado pela urina. O teor de uréia na urina pode ser determinado por um método baseado na hidrólise da uréia, que forma amônia e dióxido de carbono. Na tabela abaixo são apresentadas as energias das ligações envolvidas nessa reação de hidrólise.

ligação	energia de ligação (kJ.mol ⁻¹)
N-H	390
N-C	305
C=O	800
O-H	460

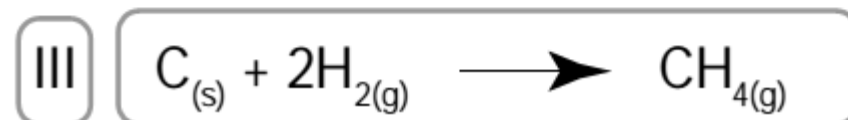
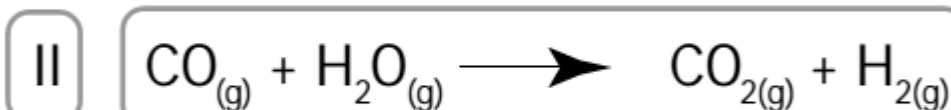
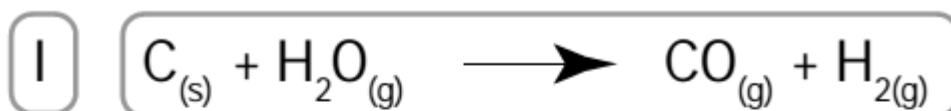
Determine a variação de entalpia correspondente a sua hidrólise, em kJ.mol⁻¹.

- 3.** O trióxido de enxofre é um poluente secundário, formado a partir da oxidação do dióxido de enxofre, poluente primário, em presença do oxigênio atmosférico. Considere as seguintes entalpias-padrão de formação a 25 °C e 1 atm:

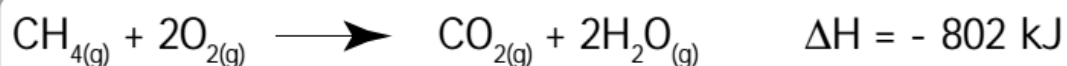


Determine a variação de entalpia da reação de oxidação do dióxido de enxofre.

- 4.** As reações de oxirredução I, II, III, descritas abaixo, compõem o processo de produção do gás metano a partir do carvão, que tem como subproduto o dióxido de carbono. Nessas reações, o carvão está representado por C(s) em sua forma alotrópica mais estável.



Entre as vantagens da utilização do metano como combustível estão a maior facilidade de distribuição, a queima com ausência de resíduos e o alto rendimento térmico. O alto rendimento térmico pode ser observado na seguinte equação termoquímica:



Considere as entalpias de formação das substâncias a seguir:

substâncias	entalpia de formação (kJ × mol ⁻¹)
H ₂ O _(g)	-242
CO _(g)	-110
CO _{2(g)}	-393

Escreva a equação termoquímica que representa a produção do metano a partir do carvão.

5. Na série homóloga dos alcoóis, os quatro primeiros são: metanol, etanol, propanol e butanol. Dentre as propriedades apresentadas por esses compostos, destacam-se a combustão e a grande solubilidade na água.

Com o objetivo de comprovar a qualidade de um combustível, foi determinado seu teor de etanol em uma amostra. Foram totalmente queimados 287,5 g de álcool hidratado, o que resultou na liberação de 1.632 kcal, a 25°C e 1 atm.

A tabela abaixo fornece os valores das entalpias-padrão de formação nas condições da experiência.

Substância	$\Delta H_{\text{formação}}^{\circ}$ (kcal \times mol $^{-1}$)
etanol	– 66,7
vapor d'água	– 68,3
gás carbônico	– 94,1

Determine a porcentagem da massa de etanol contida na amostra de álcool hidratado.

Gabarito

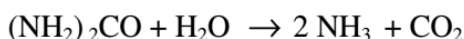
1.

$$\Delta H = 2 \times 413 + 744 + \frac{498}{2} - 413 - 744 - 357 - 462 = -157 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

Trigonal plana

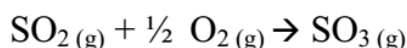
2.

Hidrólise da uréia



$$\Delta H = (4 \times 390) + (2 \times 305) + (800 \times 1) + (2 \times 460) - (6 \times 390) - (2 \times 800) = -50 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

3.

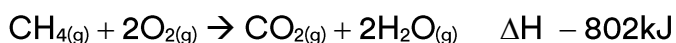
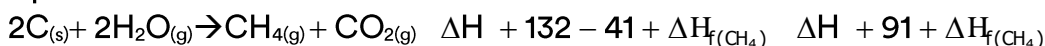


$$\Delta H^\circ \text{ reação} = \Delta H^\circ_f \text{ produtos} - \Delta H^\circ_f \text{ reagentes}$$

$$\Delta H = (-394,6) - (296,8 + 0) = -97,8 \text{ kJ} \times \text{mol}^{-1}$$

4.

Aplicando a Lei de Hess:



$$\Delta H_{\text{f}(\text{CO}_2)} + 2\Delta H_{\text{f}(\text{H}_2\text{O})} - \Delta H_{\text{f}(\text{CH}_4)} = 802$$

$$-393 + 2(-242) - \Delta H_{\text{f}(\text{CH}_4)} = -802$$

$$\Delta H_{\text{f}(\text{CH}_4)} - 75 \text{ kJ} \times \text{mol}^{-1} \Rightarrow +91 - 75 + 16$$



5.

Reação de combustão do etanol:



$$\Delta H = 2 \times (94,1) + 3(68,3) - (66,7)$$

$$\Delta H = 326,4 \text{ kcal/mol}$$

Cálculo da porcentagem :

$$\begin{cases} 326,4 \text{ kcal} & \text{---} & 46 \text{ g} \\ 1.632 \text{ kcal} & \text{---} & x \end{cases}$$

x = 230 g etanol

álcool etanol

$$\begin{cases} 287,5 \text{ g} & \text{---} & 230 \text{ g} \\ 100 \text{ g} & \text{---} & y \end{cases}$$

y = 80%