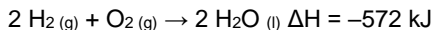


Lista Especial de Química
Assunto: Termoquímica
Prof. Manoel Junior

01. Considere a equação a seguir:



É correto afirmar que a reação é:

- exotérmica, liberando 286 kJ por mol de oxigênio consumido.
- exotérmica, liberando 572 kJ para dois mols de água produzida.
- endotérmica, consumindo 572 kJ para dois mols de água produzida.
- endotérmica, liberando 572 kJ para dois mols de oxigênio consumido.
- endotérmica, consumindo 286 kJ por mol de água produzida.

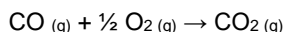
02. Sódio metálico reage com água liberando grande quantidade de calor, o qual pode desencadear uma segunda reação, de combustão. Sobre essas reações, é correto afirmar que

- os valores de ΔH são positivos para as duas reações e H_2O é produto da combustão.
- o valor de ΔH é positivo apenas para a formação de $\text{NaOH}(\text{aq})$ e CO_2 é um produto da combustão.
- o valor de ΔH é positivo para a formação de $\text{NaOH}(\text{aq})$ e negativo para a combustão de H_2 .
- os valores de ΔH são negativos para as duas reações e H_2O é produto da combustão.
- os valores de ΔH são negativos para as duas reações e CO_2 é produto da combustão.

03. Os hidrocarbonetos isômeros antraceno e fenantreno diferem em suas entalpias (energias). Esta diferença de entalpia pode ser calculada, medindo-se o calor de combustão total desses compostos em idênticas condições de pressão e temperatura. Para o antraceno, há liberação de 7060 kJ/mol e para o fenantreno, há liberação de 7040 kJ/mol. Sendo assim, para 10 mols de cada composto, a diferença de entalpia é igual a

- 20 kJ, sendo o antraceno o mais energético.
- 200 kJ, sendo o fenantreno o mais energético.
- 20 kJ, sendo o fenantreno o mais energético.
- 2000 kJ, sendo o antraceno o mais energético.
- 200 kJ, sendo o antraceno o mais energético.

04. O monóxido de carbono, um dos gases emitidos pelos canos de escapamento de automóveis, é uma substância nociva, que pode causar até mesmo a morte, dependendo de sua concentração no ar. A adaptação de catalisadores aos escapamentos permite diminuir sua emissão, pois favorece a formação do CO_2 , conforme a equação a seguir:

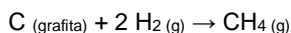


Sabe-se que as entalpias de formação para o CO e para o CO_2 são, respectivamente, $-110,5$ kJ/mol e $-393,5$ kJ/mol.

É correto afirmar que, quando há consumo de 1 mol de oxigênio por esta reação, serão

- consumidos 787 kJ.
- consumidos 183 kJ.
- produzidos 504 kJ.
- produzidos 393,5 kJ.
- produzidos 566 kJ.

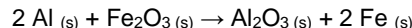
05. Sabe-se que a 25°C as entalpias de combustão (em $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$) de grafita, gás hidrogênio e gás metano são, respectivamente: $-393,5$; $-285,9$ e $-890,5$. Assinale a alternativa que apresenta o valor CORRETO da entalpia da seguinte reação:



- $-211,1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- $-74,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- $74,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- $136,3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- $211,1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

06. Sob certas circunstâncias, como em locais sem acesso a outras técnicas de soldagem, pode-se utilizar a reação entre alumínio (Al) pulverizado e óxido de ferro (Fe_2O_3) para soldar trilhos de aço. A

equação química para a reação entre alumínio pulverizado e óxido de ferro (III) é:



O calor liberado nessa reação é tão intenso que o ferro produzido é fundido, podendo ser utilizado para soldar as peças desejadas. Conhecendo-se os valores de entalpia de formação para o $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) = -1676$ kJ/mol e para o $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) = -824$ kJ/mol, nas condições padrão (25°C e 1 atmosfera de pressão), calcule a entalpia dessa reação nessas condições. Apresente seus cálculos.

07. O nadador Michael Phelps surgiu na Olimpíada de Beijing como um verdadeiro fenômeno, tanto pelo seu desempenho quanto pelo seu consumo alimentar. Divulgou-se que ele ingere uma quantidade diária de alimentos capaz de lhe oferecer uma energia de 50 MJ. Quanto disto é assimilado, ou não, é uma incógnita. Só no almoço, ele ingere um pacote de macarrão de 500 gramas, além de acompanhamentos.

- Suponha que o macarrão seja constituído essencialmente de glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), e que, no metabolismo, toda essa glicose seja transformada em dióxido de carbono e água. Considerando-se apenas o metabolismo do macarrão diário, qual é a contribuição do nadador para o efeito estufa, em gramas de dióxido de carbono?
- Qual é a quantidade de energia, em kJ, associada à combustão completa e total do macarrão (glicose) ingerido diariamente pelo nadador? (Dados de entalpia de formação em kJ/mol: glicose = -1.274 , água = -242 , dióxido de carbono = -394).

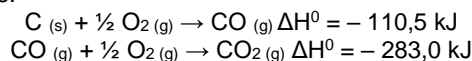
08. Considere as equações termoquímicas abaixo.

- $\text{C}(\text{graf}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = -394 \text{ kJ/mol}$
- $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H^\circ = -242 \text{ kJ/mol}$
- $\text{C}(\text{graf}) + 2 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = -74 \text{ kJ/mol}$
- $2 \text{C}(\text{graf}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) \quad \Delta H^\circ = -278 \text{ kJ/mol}$

É correto afirmar que;

- a combustão completa de um mol de gás metano libera 402 kJ.
- todos os processos representados pelas equações dadas são endotérmicos.
- a combustão completa de um mol de etanol libera 618 kJ.
- o etanol, em sua combustão, libera, por mol, mais energia do que o metano.
- a combustão de um mol de etanol produz 89,6 L de CO_2 , nas CNTP.

09. A oxidação do carbono a dióxido de carbono pode ocorrer em dois passos:



A reação total e o valor da entalpia total da reação são, respectivamente:

- $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}); \Delta H^\circ = -393,5 \text{ kJ}$.
- $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}(\text{g}); \Delta H^\circ = +393,5 \text{ kJ}$.
- $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}); \Delta H^\circ = +393,5 \text{ kJ}$.
- $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}(\text{g}); \Delta H^\circ = -393,5 \text{ kJ}$.
- $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}); \Delta H^\circ = -393,5 \text{ kJ}$.

10. A hidrazina, cuja fórmula química é N_2H_4 , é um composto químico com propriedades similares à amônia, usado entre outras aplicações como combustível para foguetes e propelente para satélites artificiais. Em determinadas condições de temperatura e pressão, são dadas as equações termoquímicas abaixo.

- $\text{N}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) \quad \Delta H = +95,0 \text{ kJ/mol}$
- $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -242,0 \text{ kJ/mol}$

A variação da entalpia e a classificação para o processo de combustão da hidrazina, nas condições de temperatura e pressão das equações termoquímicas fornecidas são, de acordo com a equação $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$, respectivamente,

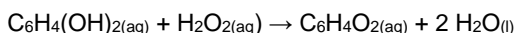
- -579 kJ/mol; processo exotérmico.
- -147 kJ/mol; processo exotérmico.
- $+389$ kJ/mol; processo endotérmico.

- d) + 147 kJ/mol; processo endotérmico.
e) - 389 kJ/mol; processo exotérmico.

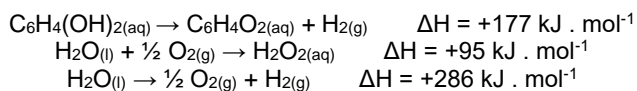
11. Com base nos valores aproximados de ΔH para as reações de combustão do metano (gás natural) e do hidrogênio,

$\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -900 \text{ kJ/mol}$, $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -600 \text{ kJ/mol}$ e das massas molares: carbono = 12 g/mol, hidrogênio = 1 g/mol e oxigênio = 16 g/mol, calcule a massa de hidrogênio que fornece, na combustão, energia correspondente a 16 g de metano.

12. O “besouro bombardeiro” espanta seus predadores, expelindo uma solução quente. Quando ameaçado, em seu organismo ocorre a mistura de soluções aquosas de hidroquinona, peróxido de hidrogênio e enzimas, que promovem uma reação exotérmica, representada por:



O calor envolvido nessa transformação pode ser calculado, considerando-se os processos:



Assim sendo, o calor envolvido na reação que ocorre no organismo do besouro é

- a) - 558 kJ.mol⁻¹ c) + 177 kJ.mol⁻¹ e) + 585 kJ.mol⁻¹
b) - 204 kJ.mol⁻¹ d) + 558 kJ.mol⁻¹

13. O gás propano é um dos integrantes do GLP (gás liquefeito de petróleo) e, desta forma, é um gás altamente inflamável. Abaixo está representada a equação química NÃO BALANCEADA de combustão completa do gás propano. $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{v})$ Na tabela, são fornecidos os valores das energias de ligação, todos nas mesmas condições de pressão e temperatura da combustão.

Ligação	Energia de Ligação (kJ · mol ⁻¹)
C – H	413
O = O	498
C = O	744
C – C	348
O – H	462

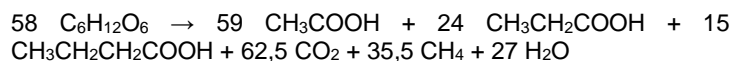
Assim, a variação de entalpia da reação de combustão de um mol de gás propano será igual a

- a) - 1670 kJ. c) + 1670 kJ. e) + 4160 kJ
b) - 6490 kJ. d) - 4160 kJ.

14. Quando se utiliza um biosistema integrado numa propriedade agrícola, a biodigestão é um dos processos essenciais desse conjunto. O biodigestor consiste de um tanque, protegido do contato com o ar atmosférico, onde a matéria orgânica de efluentes, principalmente fezes animais e humanas, é metabolizada por bactérias. Um dos subprodutos obtidos nesse processo é o gás metano, que pode ser utilizado na obtenção de energia em queimadores. A parte sólida e líquida que sobra é transformada em fertilizante. Dessa forma, faz-se o devido tratamento dos efluentes e ainda se obtêm subprodutos com valor agregado.

a) Sabe-se que a entalpia molar de combustão do metano é de - 803 kJ/mol; que a entalpia molar de formação desse mesmo gás é de - 75 kJ/mol; que a entalpia molar de formação do CO₂ é de - 394 kJ/mol. A partir dessas informações, calcule a entalpia molar de formação da água nessas mesmas condições. No aparelho digestório de um ruminante ocorre um processo de fermentação de hexoses, semelhante ao que ocorre nos biodigestores.

A equação abaixo tem sido utilizada para representar essa fermentação:



b) Considere a seguinte afirmação: “o processo de fermentação digestiva de ruminantes contribui para o aquecimento global”, você concorda? Responda SIM ou NÃO e explique sua resposta.

c) Qual seria o número de moles de gás metano produzido na fermentação de 5,8 quilogramas de hexose ingeridos por um ruminante? (Dada a massa molar de C₆H₁₂O₆ = 180 g/mol).

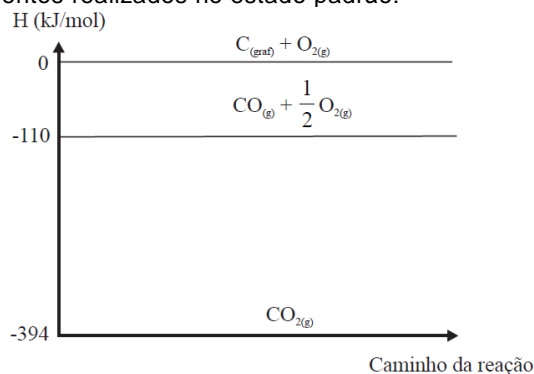
DESAFIOS:

01. Explosão e incêndio se combinaram no terminal marítimo de São Francisco do Sul, em Santa Catarina, espalhando muita fumaça pela cidade e pela região. O incidente ocorreu com uma carga de fertilizante em que se estima tenham sido decompostas 10 mil toneladas de nitrato de amônio. A fumaça branca que foi eliminada durante 4 dias era de composição complexa, mas apresentava principalmente os produtos da decomposição térmica do nitrato de amônio: monóxido de dinitrogênio e água. Em abril de 2013, um acidente semelhante ocorreu em West, Estados Unidos da América, envolvendo a mesma substância. Infelizmente, naquele caso, houve uma explosão, ocasionando a morte de muitas pessoas.

a) Com base nessas informações, escreva a equação química da decomposição térmica que ocorreu com o nitrato de amônio.

b) Dado que os valores das energias padrão de formação em kJ mol⁻¹ das substâncias envolvidas são nitrato de amônio (-366), monóxido de dinitrogênio (82) e água (-242), o processo de decomposição ocorrido no incidente é endotérmico ou exotérmico? Justifique sua resposta considerando a decomposição em condições padrão.

02. Observe o gráfico de entalpia abaixo, obtido por meio de experimentos realizados no estado padrão:



Com base em seus conhecimentos de termoquímica e nas informações do gráfico acima, a equação termoquímica **INCORRETAMENTE** representada é

- a) $\text{CO}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{C}_{(\text{graf})} + \text{O}_{2(\text{g})}$ $\Delta H^\circ = +394 \text{ kJ/mol}$
b) $\text{CO}_{(\text{g})} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{g})}$ $\Delta H^\circ = -284 \text{ kJ/mol}$
c) $\text{C}_{(\text{graf})} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{(\text{g})}$ $\Delta H^\circ = +110 \text{ kJ/mol}$
d) $\text{CO}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{(\text{g})} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(\text{g})}$ $\Delta H^\circ = +284 \text{ kJ/mol}$
e) $\text{C}_{(\text{graf})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{g})}$ $\Delta H^\circ = -394 \text{ kJ/mol}$

GABARITO:

1. B;
2. D;
3. C;
4. C;
5. B;
6. -852 kJ;
7. a) 733 g de CO₂;
b) 7061 kJ;
8. D;
9. C;
10. B;
11. A;
12. 3 kg de H₂;
13. A;
14. a) -242 kJ/mol de H₂O (l); b) Sim; c) 19,72 mol.