

1. (Unicamp 2018) Em 12 de maio de 2017 o Metrô de São Paulo trocou 240 metros de trilhos de uma de suas linhas, numa operação feita de madrugada, em apenas três horas. Na solda entre o trilho novo e o usado empregou-se uma reação química denominada térmita, que permite a obtenção de uma temperatura local de cerca de 2.000 °C. A reação utilizada foi entre um óxido de ferro e o alumínio metálico.

De acordo com essas informações, uma possível equação termoquímica do processo utilizado seria

- a)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2 \text{Al} \rightarrow 2 \text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$  ;  $\Delta H = +852 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ .  
 b)  $\text{FeO}_3 + \text{Al} \rightarrow \text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$  ;  $\Delta H = -852 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ .  
 c)  $\text{FeO}_3 + \text{Al} \rightarrow \text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$  ;  $\Delta H = +852 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ .  
 d)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2 \text{Al} \rightarrow 2 \text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$  ;  $\Delta H = -852 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

2. (Ufrgs 2017) Considere as seguintes afirmações sobre termoquímica.

- I. A vaporização do etanol é um processo exotérmico.  
 II. Os produtos de uma reação de combustão têm entalpia inferior aos reagentes.  
 III. A reação química da cal viva (óxido de cálcio) com a água é um processo em que ocorre absorção de calor.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.  
 b) Apenas II.  
 c) Apenas III.  
 d) Apenas I e II.  
 e) I, II e III.

3. (Mackenzie 2016) Considerando a reação de combustão completa de 1 mol de gás butano no estado-padrão e as informações existentes da tabela abaixo, assinale a alternativa que descreve a afirmação correta.

Substância	Entalpias-padrão de formação ( $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ )
$\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})$	-125,7
$\text{CO}_2(\text{g})$	-393,5
$\text{H}_2\text{O}(\ell)$	-285,8

- a) O valor da variação de entalpia desse processo é igual a -679,3 kJ.  
 b) O somatório dos coeficientes estequiométricos para a equação que representa esse processo é de 26.  
 c) A entalpia dos produtos é menor do que a entalpia dos reagentes, pois o processo é classificado termoquimicamente como endotérmico.  
 d) O carbono existente no  $\text{CO}_2$  encontra-se em seu estado intermediário de oxidação, possuindo nox + 2.  
 e) O valor da energia liberado nesse processo é de 2.877,3 kJ.

4. (Ebmsp 2016)  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\ell) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\ell)$   $\Delta H^0 = -1.367 \text{ kJ/mol}$

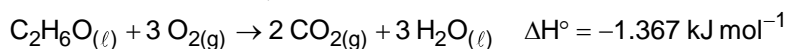
O calor liberado em uma reação química, a exemplo da reação de combustão do etanol representada pela equação termoquímica, está associado, entre outros fatores, à diferença entre a energia necessária para a ruptura de ligações químicas das substâncias reagentes e a energia liberada na formação de novas ligações intra e intermoleculares nos produtos.

A análise das informações associada aos conhecimentos da termoquímica permitem afirmar:

- a) A quantidade de energia armazenada nas moléculas de etanol é igual à energia liberada durante a sua combustão.  
 b) O calor associado à combustão total de  $1,8 \cdot 10^{24}$  moléculas de etanol,  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\ell)$ , é de, aproximadamente, -2.734 kJ.  
 c) O estado físico das substâncias químicas envolvidas no processo de combustão não interfere no valor da entalpia da reação.

- d) O processo de ruptura de ligações químicas existentes entre os átomos que constituem as substâncias reagentes é endotérmico.  
e) A energia necessária para a ruptura das ligações presentes nas moléculas de etanol e gás oxigênio é maior do que a energia liberada na formação de ligações no dióxido de carbono e água.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:



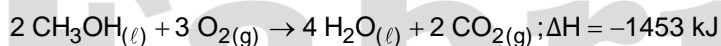
O etanol,  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_{(\ell)}$ , densidade de  $0,80 \text{ g mL}^{-1}$ , a  $25^\circ\text{C}$ , é utilizado na obtenção de energia, de acordo com a reação química representada pela equação, e na produção de bebidas alcoólicas. O etanol, ao ser ingerido, é parcialmente oxidado no organismo, o que leva à produção de etanal, substância química que pode provocar enjoo e dor de cabeça.

5. (Uefs 2016) Com base na análise das informações e da equação termoquímica que representa a combustão total do etanol, é correto concluir:

Dados: C = 12; H = 1; O = 16.

- a) O volume ocupado por 1,0 mol de etanol, a  $25^\circ\text{C}$ , é de 36,8 L.  
b) O poder calorífico do etanol é de, aproximadamente,  $52,6 \text{ kJ g}^{-1}$ .  
c) A energia liberada na combustão total de 1,5 L de etanol é de, aproximadamente,  $3,6 \cdot 10^4 \text{ kJ}$ .  
d) A combustão completa de 1,0 kg de etanol leva à produção de 957,0 g de dióxido de carbono.  
e) A entalpia de combustão do etanol indica a quantidade de energia armazenada nas ligações do  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_{(\ell)}$ .

6. (Pucrj 2015) O metanol é um álcool utilizado como combustível em alguns tipos de competição automotiva, por exemplo, na Fórmula Indy. A queima completa (ver reação termoquímica abaixo) de 1 L de metanol (densidade  $0,80 \text{ g mL}^{-1}$ ) produz energia na forma de calor (em kJ) e  $\text{CO}_2$  (em gramas) nas seguintes quantidades respectivamente:



Considere:  $M(\text{CH}_3\text{OH}) = 32 \text{ g mol}^{-1}$

$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g mol}^{-1}$

- a)  $18,2 \times 10^3$  e  $1,1 \times 10^3$   
b)  $21,3 \times 10^3$  e  $0,8 \times 10^3$   
c)  $21,3 \times 10^3$  e  $1,1 \times 10^3$   
d)  $18,2 \times 10^3$  e  $0,8 \times 10^3$   
e)  $36,4 \times 10^3$  e  $1,8 \times 10^3$

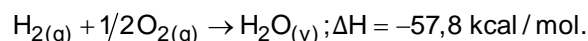
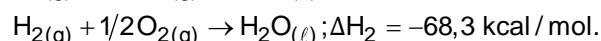
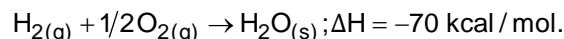
7. (Upf 2015) A termoquímica estuda a energia que é liberada ou absorvida, sob a forma de calor, em pressão constante, em processos como mudanças de fases e reações químicas. Sobre a termoquímica, analise as afirmações a seguir e marque **V** para **verdadeiro** e **F** para **falso**.

- ( ) Uma reação de combustão é uma reação exotérmica, na qual a variação de entalpia tem sinal negativo.  
( ) Quando uma reação endotérmica ocorre, o sistema formado pelos participantes dessa reação absorve calor das vizinhanças.  
( ) Derramando-se gotas de propanona ( $\text{H}_3\text{CCOCH}_3(\ell)$ ) na pele, é provocada uma sensação de frio, justificada em razão de a evaporação ser um processo exotérmico.  
( ) A dissolução do  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado em água é um processo exotérmico, que pode ser confirmado pela diminuição da temperatura.  
( ) O processo de fusão do gelo absorve calor da vizinhança, assim, a variação de entalpia tem sinal negativo.

A sequência **correta** de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é:

- a) V – F – V – F – V.
- b) V – V – V – F – F.
- c) F – V – V – F – V.
- d) V – V – F – F – F.
- e) F – V – F – V – V.

8. (Unifor 2014) São dadas as equações termoquímicas para a formação da água a partir dos elementos:



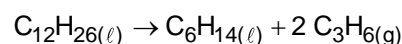
A partir das afirmativas abaixo:

- I. O valor de  $\Delta H$  maior que zero indica que as reações são exotérmicas.
- II. A transformação  $\text{H}_2\text{O}(\text{v}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\ell)$  libera 10,5 kcal / mol.
- III. O calor de solidificação da água vale  $-12,2$  kcal / mol.
- IV. A energia de 1 mol de  $\text{H}_2\text{O}$  no estado vapor é maior que a energia que 1 mol de  $\text{H}_2\text{O}(\ell)$ .
- V. A formação de água a partir do hidrogênio libera calor.

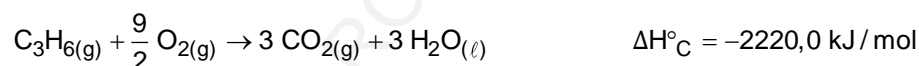
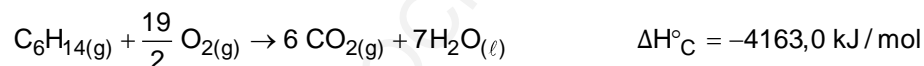
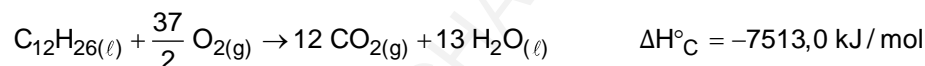
É VERDADEIRO apenas o que se afirma em:

- a) I, II e III.
- b) III, IV e V.
- c) II, IV e V.
- d) I, III e IV
- e) II, III e V.

9. (Mackenzie 2014) O craqueamento (craking) é a denominação técnica de processos químicos na indústria por meio dos quais moléculas mais complexas são quebradas em moléculas mais simples. O princípio básico desse tipo de processo é o rompimento das ligações carbono-carbono pela adição de calor e/ou catalisador. Um exemplo da aplicação do craqueamento é a transformação do dodecano em dois compostos de menor massa molar, hexano e propeno (propileno), conforme exemplificado, simplificada, pela equação química a seguir:



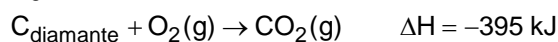
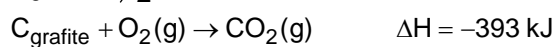
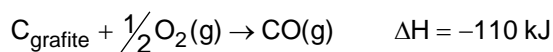
São dadas as equações termoquímicas de combustão completa, no estado-padrão para três hidrocarbonetos:



Utilizando a Lei de Hess, pode-se afirmar que o valor da variação de entalpia-padrão para o craqueamento do dodecano em hexano e propeno, será

- a)  $-13896,0$  kJ/mol.
- b)  $-1130,0$  kJ/mol.
- c)  $+1090,0$  kJ/mol.
- d)  $+1130,0$  kJ/mol.
- e)  $+13896,0$  kJ/mol.

10. (Cefet MG 2013) O carbono pode ser encontrado na forma de alótropos como o grafite e o diamante. Considere as equações termoquímicas seguintes.



A variação de entalpia da conversão de grafite em diamante, em kJ, é igual a

- a) -788.
- b) -2.
- c) +2.
- d) +287.
- e) +788.

Fábrica

D

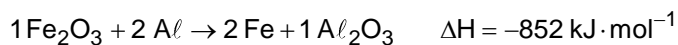
### Gabarito:

#### Resposta da questão 1:

[D]

Trata-se de uma reação aluminotérmica na qual o alumínio é oxidado por outro metal.

Esta reação é exotérmica ( $\Delta H < 0$ ) e libera muito calor.



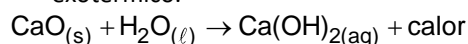
#### Resposta da questão 2:

[B]

[I] Incorreta. A vaporização do etanol é um processo endotérmico, ou seja, ocorre com absorção de energia.

[II] Correta. Os produtos de uma reação de combustão têm entalpia inferior aos reagentes, pois se trata de uma reação exotérmica.

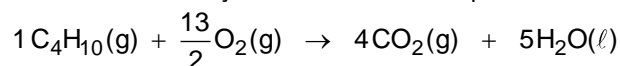
[III] Incorreta. A reação química da cal viva (óxido de cálcio) com a água é um processo em que ocorre liberação de calor, ou seja, exotérmico.



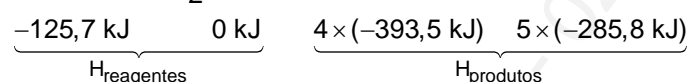
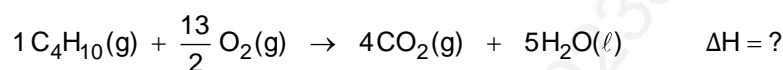
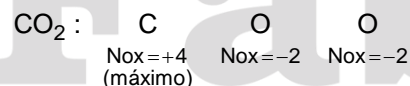
#### Resposta da questão 3:

[E]

Considerando a reação de combustão completa de 1 mol de gás butano no estado-padrão:



$$\Sigma = 1 + \frac{13}{2} + 4 + 5 = 16,5$$



$$\Delta H = H_{\text{produtos}} - H_{\text{reagentes}}$$

$$\Delta H = [4 \times (-393,5 \text{ kJ}) + 5 \times (-285,8 \text{ kJ})] - [(-125,7 \text{ kJ}) + 0 \text{ kJ}]$$

$$\Delta H = -2.877,3 \text{ kJ} \quad (\text{processo exotérmico; } H_{\text{produtos}} < H_{\text{reagentes}}; \Delta H < 0)$$

#### Resposta da questão 4:

[D]

[A] Incorreta. Se fossem iguais não haveria variação de energia.

[B] Incorreta.

$$6,02 \cdot 10^{23} \text{ átomos} \quad \text{—} \quad -1367 \text{ kJ}$$

$$1,8 \cdot 10^{24} \text{ átomos} \quad \text{—} \quad x$$

$$x = -4087,37 \text{ kJ}$$

[C] Incorreta. A substância, bem como seu estado de agregação, alteram o valor da entalpia.

[D] Correta. No processo de ruptura das ligações ocorre absorção de energia, portanto, endotérmica.

[E] Incorreta. A energia será menor.

### Resposta da questão 5:

[C]

$C_2H_6O$  (etanol) = 46

$d_{\text{etanol}} = 0,80 \text{ g mL}^{-1} = 800 \text{ g/L}$

$V_{\text{etanol}} = 1,5 \text{ L}$

1 L ——— 800 g de etanol

1,5 L ———  $m_{\text{etanol}}$

$m_{\text{etanol}} = 1.200 \text{ g}$

$C_2H_6O_{(\ell)} + 3 O_{2(g)} \rightarrow 2 CO_{2(g)} + 3 H_2O_{(\ell)} \quad \Delta H^\circ = -1.367 \text{ kJ mol}^{-1}$

46 g ————— 1.367 kJ liberados

1.200 g —————  $E_{\text{liberada}}$

$E_{\text{liberada}} = 35.660,87 \text{ kJ}$

$E_{\text{liberada}} \approx 3,566 \times 10^4 \text{ kJ}$

### Resposta da questão 6:

[A]

$d = \frac{m}{V} \Rightarrow 0,8 = \frac{m}{1000} \therefore m = 800 \text{ g de metanol}$

64g ——— 1453kJ

800g ——— x

$x = 18,2 \cdot 10^3 \text{ kJ}$

64g ——— 88g de  $CO_2$

800g ——— x

$x = 1,1 \cdot 10^3 \text{ g}$

### Resposta da questão 7:

[D]

[V] Uma reação de combustão é uma reação exotérmica, na qual a variação de entalpia tem sinal negativo, pois ocorre liberação de calor.

[V] Quando uma reação endotérmica ocorre, o sistema formado pelos participantes dessa reação absorve calor das vizinhanças, ou seja, a variação de entalpia é positiva.

[F] Derramando-se gotas de propanona ( $H_3CCOCH_3_{(\ell)}$ ) na pele, é provocada uma sensação de frio, justificada em razão de a evaporação ser um processo endotérmico, ou seja, absorve calor da vizinhança.

[F] A dissolução do  $H_2SO_4$  concentrado em água é um processo exotérmico, que pode ser confirmado pela elevação da temperatura, devido à liberação de calor.

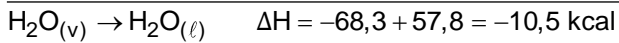
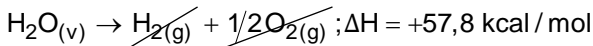
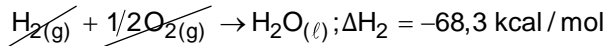
[F] O processo de fusão do gelo absorve calor da vizinhança, assim, a variação de entalpia tem sinal positivo, ou seja, o processo é endotérmico.

**Resposta da questão 8:**

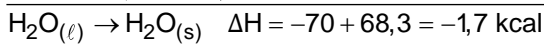
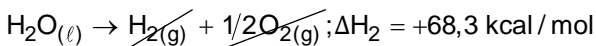
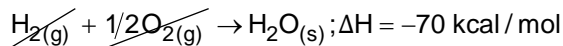
[C]

[I] O valor de  $\Delta H$  menor que zero indica que as reações são exotérmicas.

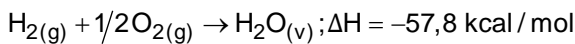
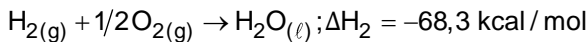
[II] A transformação  $\text{H}_2\text{O}_{(v)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$  libera 10,5 kcal / mol.



[III] O calor de solidificação da água vale -1,7 kcal / mol.



[IV] A energia de 1 mol de  $\text{H}_2\text{O}$  no estado vapor é maior que a energia que 1 mol de  $\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$ .



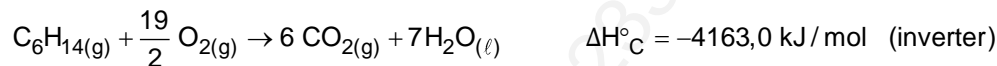
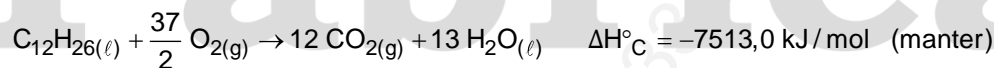
$$-57,8 \text{ kcal} > -68,3 \text{ kcal}$$

[V] A formação de água a partir do hidrogênio libera calor, pois a variação de entalpia é negativa.

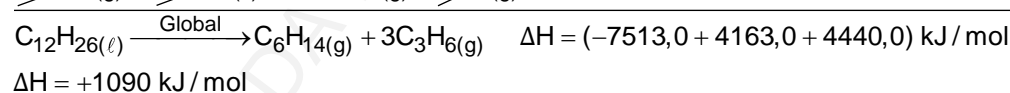
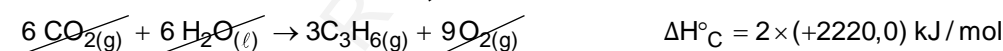
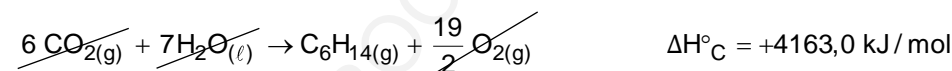
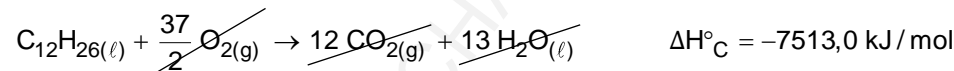
**Resposta da questão 9:**

[C]

Teremos:



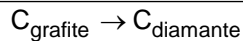
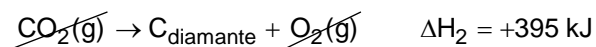
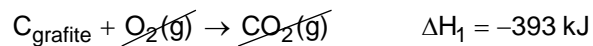
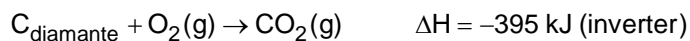
Então,



**Resposta da questão 10:**

[C]





$$\Delta H_{\text{final}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 = -393 + 395 = +2 \text{ kJ}$$

Fábrica

