LISTA DE EXERCÍCIOS — ENTALPIA DE FORMAÇÃO E ΔH DAS REAÇÕES

Química · 3ª série do Ensino Médio – Prof. Vanderlei Paula

Nome: _____ Nº: _____ Turma: _____ Data: ___/___/___

Para consultar

- **$\Delta H = \Sigma \Delta H°_f$(produtos) − $\Sigma \Delta H°_f$(reagentes)**, multiplicando cada $\Delta H°_f$ pelo coeficiente da equação balanceada.
- Substâncias simples no estado padrão têm **$\Delta H°_f = 0$**: $H_2(g)$, $O_2(g)$, $N_2(g)$, C(grafite), Fe(s), Al(s)…
- **$\Delta H < 0$**: exotérmica (libera calor). **$\Delta H > 0$**: endotérmica (absorve calor). Reação inversa: troca o sinal.
- Massas atômicas: H = 1; C = 12; N = 14; O = 16; Al = 27; Ca = 40.
- Resolva no caderno, sempre em três passos: **fórmula → substituição → resultado** (com sinal e unidade).

Entalpias-padrão de formação, $\Delta H°_f$ (kJ/mol), a 25 °C e 1 atm

$CH_4(g)$	−75	$CO(g)$	−111	$NH_3(g)$	−46	$CaCO_3(s)$	−1207
$C_2H_5OH(l)$	−278	$CO_2(g)$	−394	$NO(g)$	+90	$CaO(s)$	−635
$C_6H_{12}O_6(s)$	−1274	$H_2O(l)$	−286	$NO_2(g)$	+33	$Fe_2O_3(s)$	−824
$SO_2(g)$	−297	$H_2O(g)$	−242	$SO_3(g)$	−396	$Al_2O_3(s)$	−1676

PARTE 1 · ENTALPIA DE FORMAÇÃO E ESTADO PADRÃO

$\Delta H°_f$ é o ΔH da formação de 1 mol da substância a partir de substâncias simples no estado padrão.

1. Quais destas substâncias têm $\Delta H°_f = 0$ a 25 °C e 1 atm? Explique por que as demais não têm.

$O_2(g)$ $O_3(g)$ $C(grafite)$ $C(diamante)$ $H_2O(l)$ $N_2(g)$ $Br_2(l)$ $Br_2(g)$ $Fe(s)$ $CO_2(g)$

2. A entalpia-padrão de formação do etanol, $C_2H_5OH(l)$, é o ΔH de qual das reações abaixo?

(A) $C_2H_4(g) + H_2O(l) \rightarrow C_2H_5OH(l)$

(B) $2\ C(diamante) + 3\ H_2(g) + \frac{1}{2}\ O_2(g) \rightarrow C_2H_5OH(l)$

(C) $2\ C(grafite) + 6\ H(g) + O(g) \rightarrow C_2H_5OH(l)$

(D) $2\ C(grafite) + 3\ H_2(g) + \frac{1}{2}\ O_2(g) \rightarrow C_2H_5OH(l)$

(E) $4\ C(grafite) + 6\ H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ C_2H_5OH(l)$

3. Escreva a equação de formação, com o $\Delta H°_f$ da tabela, de: **a)** $NH_3(g)$ **b)** $CO_2(g)$ **c)** $Fe_2O_3(s)$

PARTE 2 · CALCULANDO O ΔH DE UMA REAÇÃO

Produtos menos reagentes, sempre multiplicando cada $\Delta H°_f$ pelo coeficiente.

4. O metano, principal componente do gás natural, queima segundo a equação:

$$CH_4(g) + 2\ O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2\ H_2O(l)$$

a) Calcule o ΔH da reação.

b) A reação é exotérmica ou endotérmica? Justifique.

c) Qual a energia liberada na queima de 80 g de metano?

5. O etanol é o combustível dos carros flex:

$$C_2H_5OH(l) + 3\ O_2(g) \rightarrow 2\ CO_2(g) + 3\ H_2O(l)$$

a) Calcule o ΔH da combustão de 1 mol de etanol.

b) Quanta energia é liberada por grama de etanol?

6. A cal virgem (CaO), usada na construção civil, é obtida aquecendo o calcário a cerca de 900 °C:

$$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$$

a) Calcule o ΔH da reação e classifique-a.

b) Que energia é necessária para decompor 1,0 kg de $CaCO_3$?

7. No processo Haber-Bosch, a amônia dos fertilizantes é produzida a partir de N_2 e H_2:

$$N_2(g) + 3\ H_2(g) \rightarrow 2\ NH_3(g)$$

a) Calcule o ΔH da reação. Por que N_2 e H_2 não entram na conta?

b) Qual a energia liberada na produção de 340 g de NH_3?

8. Na soldagem de trilhos usa-se a termita, reação que libera tanto calor que o ferro sai líquido:

$$2\ Al(s) + Fe_2O_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 2\ Fe(s)$$

a) Calcule o ΔH da reação.

b) Que energia é liberada quando reagem 270 g de alumínio?

9. Na respiração celular a glicose é oxidada; na fotossíntese ocorre o processo inverso.

$$C_6H_{12}O_6(s) + 6\ O_2(g) \rightarrow 6\ CO_2(g) + 6\ H_2O(l) \qquad \text{(respiração)}$$

a) Calcule o ΔH da respiração.

b) Qual é o ΔH da fotossíntese? A planta absorve ou libera energia?

c) Que energia o organismo obtém de 18 g de glicose?

10. O hidrogênio é estudado como combustível "limpo", pois só forma água:

$$2\ H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ H_2O$$

a) Calcule o ΔH formando água líquida, $H_2O(l)$.

b) Calcule o ΔH formando vapor de água, $H_2O(g)$.

c) Por que os dois valores são diferentes?

d) Qual a energia liberada por grama de H_2, formando água líquida?

PARTE 3 · DESCOBRINDO UMA ENTALPIA DE FORMAÇÃO

O ΔH da reação é dado; monte a mesma fórmula e isole o $\Delta H°_f$ que falta.

11. O acetileno (C_2H_2) é o gás dos maçaricos de solda. Calcule a sua entalpia de formação a partir do ΔH de combustão. O valor é positivo ou negativo? O que isso indica?

$$C_2H_2(g) + 5/2\ O_2(g) \rightarrow 2\ CO_2(g) + H_2O(l) \qquad \Delta H = -1300\ kJ/mol$$

12. O butano (C_4H_{10}) é um dos componentes do gás de cozinha (GLP). Determine a sua entalpia de formação.

$$C_4H_{10}(g) + 13/2\ O_2(g) \rightarrow 4\ CO_2(g) + 5\ H_2O(l) \qquad \Delta H = -2880\ kJ/mol$$

PARTE 4 · QUESTÕES NO ESTILO VESTIBULAR

Múltipla escolha, como no ENEM, na FUVEST e na Unicamp.

13. **(chuva ácida)** Na atmosfera, o SO_2 liberado pela queima de combustíveis fósseis se oxida a SO_3, que forma ácido sulfúrico com a água da chuva:

$$2\ SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ SO_3(g)$$

Com os dados da tabela, o ΔH dessa reação é:

(A) −198 kJ **(B)** −99 kJ **(C)** +198 kJ **(D)** −1386 kJ **(E)** +99 kJ

14. **(smog)** Nos motores forma-se NO, que no ar se transforma em NO_2, o gás castanho da poluição das grandes cidades:

$$2\ NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ NO_2(g)$$

O ΔH dessa transformação é:

(A) +114 kJ **(B)** −57 kJ **(C)** +246 kJ **(D)** +57 kJ **(E)** −114 kJ

15. **(combustíveis)** Na escolha de um combustível, importa a energia liberada por grama. Com os resultados das questões 4, 5 e 10 (água líquida), a ordem decrescente de energia por grama é:

(A) etanol > CH_4 > H_2 **(B)** H_2 > CH_4 > etanol **(C)** CH_4 > H_2 > etanol

(D) CH_4 > etanol > H_2 **(E)** H_2 > etanol > CH_4

16. **(etanol de cana)** Nas usinas, as leveduras fermentam a glicose do caldo de cana, produzindo etanol:

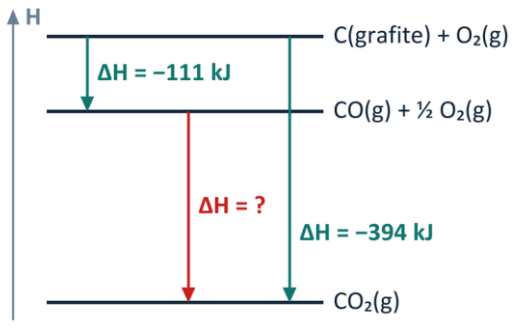
$$C_6H_{12}O_6(s) \rightarrow 2\ C_2H_5OH(l) + 2\ CO_2(g)$$

Com os dados da tabela, o ΔH da fermentação e o tipo de reação são:

(A) +70 kJ, endotérmica **(B)** +602 kJ, endotérmica **(C)** −2618 kJ, exotérmica

(D) −70 kJ, exotérmica **(E)** −70 kJ, endotérmica

17. **(diagrama)** O diagrama mostra a formação do CO_2 a partir de grafite, a 25 °C e 1 atm, em uma etapa ou em duas.



O ΔH da reação $CO(g) + ½\ O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ é:

(A) −505 kJ

(B) +283 kJ

(C) −283 kJ

(D) −394 kJ

(E) −111 kJ