

Gabarito: Entropia

Daniel Sahadi, Renan Romariz, e Gabriel Braun

Colégio e Curso Pensí, Coordenação de Química



Problemas

PROBLEMA 1. D

2B01

Em uma isoterma:

$$Q = W$$

Cálculo do trabalho:

$$W = Q = nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$$

$$W = 1 \text{ mol} \cdot 8,3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 303 \text{ K} \cdot \ln \frac{4}{2}$$

$$W = 1,74 \text{ kJ}$$

PROBLEMA 2. B

2B02

Em uma isoterma:

$$Q = W$$

Cálculo do trabalho:

$$W = Q = nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$$

$$W = 2 \text{ mol} \cdot 8,3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 283 \text{ K} \cdot \ln \frac{9}{3}$$

$$W = 5,16 \text{ kJ}$$

PROBLEMA 3. A

2B03

Cálculo da variação de entropia:

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

$$\Delta S = \frac{-50 \text{ J}}{273 \text{ K}} = -0,18 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 4. D

2B04

Cálculo da variação de entropia:

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

$$\Delta S = \frac{-5000 \text{ J}}{1373 \text{ K}} = 3,64 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 5. D

2B05

Cálculo da entropia para isoterma:

$$\Delta S_{\text{isoterma}} = nR \ln \frac{V_f}{V_i}$$

$$\Delta S = 1 \text{ mol} \cdot 8,3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot \ln \frac{1}{3}$$

$$\Delta S = -9,1 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 6. C

2B06

Cálculo da entropia para isoterma:

$$\Delta S_{\text{isoterma}} = nR \ln \frac{V_f}{V_i}$$

$$\Delta S = 2 \text{ mol} \cdot 8,3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot \ln \frac{10}{1}$$

$$\Delta S = 38,2 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 7. B

2B07

Cálculo da entropia para isoterma:

$$\Delta S_{\text{isoterma}} = nR \ln \frac{V_f}{V_i} = nR \ln \frac{P_i}{P_f}$$

$$\Delta S = 1,5 \text{ mol} \cdot 8,3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot \ln \frac{20}{5}$$

$$\Delta S = 17,3 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 8. D

2B08

Cálculo do número de mols de gás cloro:

$$n = m/M$$

$n = \frac{71 \text{ g}}{71 \text{ g mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$ Cálculo da entropia para isoterma:

$$\Delta S_{\text{isoterma}} = nR \ln \frac{V_f}{V_i} = nR \ln \frac{P_i}{P_f}$$

$$\Delta S = 1 \text{ mol} \cdot 8,3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot \ln \frac{3}{24}$$

$$\Delta S = -17,2 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 9. E

2B09

Cálculo da entropia para isovolumétrica:

$$\Delta S_{\text{isovolumétrica}} = nC_V \ln \frac{T_f}{T_i}$$

$$\Delta S = 1 \text{ mol} \cdot 12 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot \ln \frac{573}{298}$$

$$\Delta S = 7,84 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 10. C

2B10

Cálculo da variação de entropia para calor sensível:

$$\Delta S = mc \ln \frac{T_f}{T_i}$$

$$\Delta S = 5,5 \text{ g} \cdot 0,51 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1} \cdot \ln \frac{373}{293}$$

$$\Delta S = 0,68 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 11. C

2B11

A entropia é função de estado então a técnica é dividir esse processo em processos conhecidos, então vamos quebrar esse processo em uma compressão isotérmica até 5L e depois em um resfriamento isovolumétrico até 100 K

Cálculo da variação de entropia para isotérmica:

$$\Delta S_{\text{isoterma}} = nR \ln \frac{V_f}{V_i}$$

$$\Delta S = 2 \text{ mol} \cdot 8,3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot \ln \frac{5}{10}$$

$$\Delta S = -11,5 \text{ J K}^{-1}$$

Cálculo da variação de entropia para isovolumétrica:

$$\Delta S_{\text{isovolumétrica}} = nC_V \ln \frac{T_f}{T_i}$$

$$\Delta S = 2 \text{ mol} \cdot 12 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot \ln \frac{100}{300}$$

$$\Delta S = -26,4 \text{ J K}^{-1}$$

Cálculo da variação total:

$$\Delta S_{\text{total}} = \Delta S_1 + \Delta S_2$$

$$\Delta S_{\text{total}} = -11,5 - 26,4 = -37,9 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 12. A

2B12

Cálculo do número de mols de O_2 :

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{24 \text{ g}}{32 \text{ g mol}^{-1}} = 0,75 \text{ mol}$$

A entropia é função de estado então a técnica é dividir esse processo em processos conhecidos, então vamos quebrar esse processo em uma compressão isotérmica até 8kPa e depois em um aquecimento isovolumétrico até 480 K

Cálculo da variação de entropia para isotérmica:

$$\Delta S_{\text{isoterma}} = nR \ln \frac{V_f}{V_i} = nR \ln \frac{P_i}{P_f}$$

$$\Delta S = 0,75 \text{ mol} \cdot 8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot \ln \frac{2}{8}$$

$$\Delta S = -8,63 \text{ J K}^{-1}$$

Cálculo da variação de entropia para isovolumétrica:

$$\Delta S_{\text{isovolumétrica}} = nC_V \ln \frac{T_f}{T_i}$$

$$\Delta S = 0,75 \text{ mol} \cdot 21 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot \ln \frac{480}{240}$$

$$\Delta S = 10,92 \text{ J K}^{-1}$$

Cálculo da variação total:

$$\Delta S_{\text{total}} = \Delta S_1 + \Delta S_2$$

$$\Delta S_{\text{total}} = -8,63 + 10,92 = -2,29 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 13. A

2B13

Cálculo da variação de entropia de vaporização:

$$\Delta S = \frac{\Delta H}{T_{\text{eb}}}$$

$$\Delta S = \frac{6500 \text{ J}}{87 \text{ K}} = 74,7 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 14. E

2B14

Cálculo da variação de entropia de vaporização:

$$\Delta S = \frac{\Delta H}{T_{\text{eb}}}$$

$$\Delta S = \frac{40700 \text{ J}}{373 \text{ K}} = 109,1 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 15. D

2B15

Cálculo da entalpia de vaporização:

$$\Delta H = T_{\text{eb}} \Delta S$$

$$\Delta H = 332 \text{ K} \cdot 85 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 28,22 \text{ kJ mol}^{-1}$$

PROBLEMA 16. A

2B16

Cálculo da entalpia de vaporização:

$$\Delta H = T_{\text{eb}} \Delta S$$

$$\Delta H = 308 \text{ K} \cdot 85 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 26,18 \text{ kJ mol}^{-1}$$

PROBLEMA 17. B

2B17

Cálculo da variação de entropia de fusão:

$$\Delta S = \frac{\Delta H}{T_{\text{fus}}}$$

$$\Delta S = \frac{2290 \text{ J}}{234,2 \text{ K}} = 9,8 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 18. A

2B18

Cálculo da variação de entropia de fusão:

$$\Delta S = \frac{\Delta H}{T_{\text{fus}}}$$

$$\Delta S = \frac{10600 \text{ J}}{278,5 \text{ K}} = 38,1 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 19. D

2B19

1. **Verdadeiro.** Maior pressão → menor volume → menor número de microestados → menor entropia $S_1 > S_2$
2. **Falso.** Maior temperatura → Maior entropia $S_1 < S_2$
3. **Verdadeiro.** Maior pressão → menor volume → menor número de microestados → menor entropia $S_1 > S_2$
4. **Verdadeiro.** Maior pressão → menor volume → menor número de microestados → menor entropia $S_1 > S_2$

PROBLEMA 20. D

2B20

1. **Falso.** $S_{(l)} < S_{(g)}$
2. **Verdadeiro.** $S_{(l)} > S_{(s)}$
3. **Verdadeiro.** $S_{(aq)} > S_{(s)}$
4. **Verdadeiro.** $S_{(\text{grafite})} > S_{(\text{diamante})}$. Diamante é uma estrutura cristalina tridimensional organizada enquanto grafite apresenta estrutura de lâminas bidimensionais sobrepostas, o que garante certo grau de liberdade.

PROBLEMA 21. D

2B21

1. **Falso.** Maior número de átomos → maior a desordem → maior a entropia $S_1 < S_2$
2. **Verdadeiro.** Menos átomos distintos e átomos mais leves → menor a desordem → menor a entropia $S_1 > S_2$
3. **Verdadeiro.** Moléculas mais pesadas tendem a ter maior entropia → flúor é mais leve → menor a desordem → menor a entropia $S_1 > S_2$
4. **Verdadeiro.** Menor número de átomos → menor a desordem → menor a entropia $S_1 > S_2$

PROBLEMA 22. D

2B22

1. **Verdadeiro.** Moléculas mais pesadas tendem a ter maior entropia → bromo é mais leve que iodo → menor a entropia $S_1 > S_2$
2. **Falso.** Cadeias mais abertas → maior a entropia $S_1 < S_2$
3. **Verdadeiro.** Ambas possuem a mesma massa, porém para o caso do polietileno, os etenos estão ligados, presos, portanto possuem um menor número de microestados (tanto que eteno é um gás enquanto polietileno não é) → menor a entropia $S_1 > S_2$ 4.: **Verdadeiro.** O cicloexano é líquido em 298 K.

PROBLEMA 23. C

2B23

1. **Falso** Gás virando sólido → $\Delta S < 0$
2. **Verdadeiro** Líquido virando gás → $\Delta S > 0$
3. **Falso** 4 mols de gás virando 2 mols de gás → $\Delta S < 0$
4. **Verdadeiro** Sólido virando gás → $\Delta S > 0$

PROBLEMA 24. D

2B24

1. **Falso.** 1 mol de gás virando 2 mols de gás → $\Delta S > 0$
2. **Verdadeiro** Líquido virando sólido → $\Delta S < 0$
3. **Verdadeiro** Gasoso virando aquoso → $\Delta S < 0$
4. **Falso** 2 mols de gás virando 1 mol de gás → $\Delta S < 0$

PROBLEMA 25. C

2B25

Cálculo da entropia da reação:

$$\Delta S = \Delta S_{\text{prod}} - \Delta S_{\text{reag}}$$

$$\Delta S = 3\Delta S_{\text{Mn}} + 2\Delta S_{\text{Al}_2\text{O}_3} - 4\Delta S_{\text{Al}} - 3\Delta S_{\text{MnO}_2}$$

$$\Delta S = 3 \cdot 32 + 2 \cdot 50,9 - 4 \cdot 28,3 - 3 \cdot 53$$

$$\Delta S = -74,4 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 26. D

2B26

Cálculo da entropia da reação:

$$\Delta S = \Delta S_{\text{prod}} - \Delta S_{\text{reag}}$$

$$\Delta S = 2\Delta S_{\text{HNO}_3} + 8\Delta S_{\text{H}_2\text{O}} - 7\Delta S_{\text{H}_2\text{O}_2} - 2\Delta S_{\text{N}_2\text{H}_4}$$

$$\Delta S = 2 \cdot 146 + 8 \cdot 69,9 - 7 \cdot 110 - 2 \cdot 121$$

$$\Delta S = -160,8 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 27. B

2B27

Cálculo da entropia da reação:

$$\Delta S = \Delta S_{\text{prod}} - \Delta S_{\text{reag}}$$

$$\Delta S = \Delta S_{\text{Si}} + 2\Delta S_{\text{CO}_2} - \Delta S_{\text{SiO}_2} - 2\Delta S_{\text{C}}$$

$$\Delta S = 1 \cdot 18,8 + 2 \cdot 214 - 1 \cdot 41,8 - 2 \cdot 5,74$$

$$\Delta S = 393,52 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 28. A

2B28

Cálculo da entropia da reação:

$$\Delta S = \Delta S_{\text{prod}} - \Delta S_{\text{reag}}$$

$$\Delta S = 4\Delta S_{\text{NO}} + 6\Delta S_{\text{H}_2\text{O}} - 4\Delta S_{\text{NH}_3} - 5\Delta S_{\text{O}_2}$$

$$\Delta S = 4 \cdot 211 + 6 \cdot 189 - 4 \cdot 192 - 5 \cdot 205$$

$$\Delta S = 185 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 29. E

2B29

Cálculo da entropia da vizinhança:

$$\Delta S_{\text{viz}} = -\frac{Q_{\text{reação}}}{T}$$

$$\Delta S_{\text{viz}} = -\frac{1 \text{ mol} \cdot 40700 \text{ J mol}^{-1}}{363 \text{ K}} = -112 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 30. A

2B30

Cálculo da entropia da vizinhança:

$$\Delta S_{\text{viz}} = -\frac{Q_{\text{reação}}}{T} = -\frac{n\Delta H}{T}$$

$$\Delta S_{\text{viz}} = -\frac{2 \text{ mol} \cdot 46100 \text{ J mol}^{-1}}{298} = -309,4 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 31. C

2B31

Se é um processo natural: $\Delta S_{\text{universo}} > 0$

$$\Delta S_B + \Delta S_A > 0$$

Então a entropia de B precisa ser maior que a de A pois o sistema A perde energia(variação de entropia negativa)

$$|\Delta S_B| > |\Delta S_A|$$

PROBLEMA 32. D

2B32

O estado 2 ocorre após o estado 1, mas não há relação de dependência entre eles. Vamos ver alguns exemplos, lembrando que estamos em um sistema fechado, ou seja, há troca de energia.

Ex 1:

Estado 1: Garrafa fechada de água no congelador. Sentido da seta do tempo -> água virar gelo. Estado 2: Garrafa fechada de gelo no congelador. Sendo a garrafa o nosso sistema fechado, temos então que $S_2 < S_1$.

Ex 2:

Estado 1: Garrafa fechada de gelo fora da geladeira. Sentido da seta do tempo -> gelo virar água. Estado 2: Garrafa fechada de água fora da geladeira. Sendo a garrafa o nosso sistema fechado, temos então que $S_2 > S_1$. Com

PROBLEMA 33. D

2B33

Cálculo da variação de entropia do reservatório de 800 K:

$$\Delta S_1 = \frac{-Q}{T_1}$$

$$\Delta S_1 = -\frac{40000 \text{ J}}{800 \text{ K}} = -50 \text{ J K}^{-1}$$

Cálculo da variação de entropia do reservatório de 200 K:

$$\Delta S_2 = \frac{Q}{T_2}$$

$$\Delta S_2 = \frac{40000 \text{ J}}{200 \text{ K}} = 200 \text{ J K}^{-1}$$

Cálculo da variação total:

$$\Delta S_{\text{tot}} = \Delta S_1 + \Delta S_2$$

$$\Delta S_{\text{tot}} = -50 + 200 = 150 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 34. A

2B34

Cálculo da variação de entropia do reservatório de 700 K:

$$\Delta S_1 = \frac{-Q}{T_1}$$

$$\Delta S_1 = -\frac{25000 \text{ J}}{700 \text{ K}} = -35,7 \text{ J K}^{-1}$$

Cálculo da variação de entropia do reservatório de 320 K:

$$\Delta S_2 = \frac{Q}{T_2}$$

$$\Delta S_2 = \frac{25000 \text{ J}}{320 \text{ K}} = 78,1 \text{ J K}^{-1}$$

Cálculo da variação total:

$$\Delta S_{\text{tot}} = \Delta S_1 + \Delta S_2$$

$$\Delta S_{\text{tot}} = -35,7 + 78,1 = 42,4 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 35. B

2B35

Cálculo da entropia da vizinhança:

$$\Delta S_{\text{viz}} = \frac{-\Delta H_{\text{sistema}}}{T_{\text{viz}}}$$

$$\Delta S_{\text{viz}} = -\frac{-271000 \text{ J}}{298 \text{ K}} = 909,4 \text{ J K}^{-1}$$

Cálculo da entropia da reação:

$$\frac{1}{2} \text{H}_{2(g)} + \frac{1}{2} \text{F}_{2(g)} \rightarrow \text{HF}_{(g)}$$

$$\Delta S_{\text{sist}} = \Delta S_{\text{prod}} - \Delta S_{\text{reag}}$$

$$\Delta S_{\text{sist}} = \Delta S_{\text{HF}} - \frac{1}{2} \Delta S_{\text{H}_2} - \frac{1}{2} \Delta S_{\text{F}_2}$$

$$\Delta S_{\text{sist}} = 174 - \frac{1}{2} \cdot 131 - \frac{1}{2} \cdot 203$$

$$\Delta S_{\text{sist}} = 7 \text{ J K}^{-1}$$

Cálculo da variação do universo:

$$\Delta S_{\text{univ}} = \Delta S_{\text{sist}} + \Delta S_{\text{viz}}$$

$$\Delta S_{\text{univ}} = 909,4 + 7 = 916,4 \text{ J K}^{-1}$$

PROBLEMA 36. C

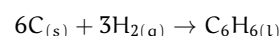
2B36

Cálculo da entropia da vizinhança:

$$\Delta S_{\text{viz}} = \frac{-Q}{T_{\text{viz}}}$$

$$\Delta S_{\text{viz}} = -\frac{49000 \text{ J}}{298 \text{ K}} = -164,4 \text{ J K}^{-1}$$

Cálculo da entropia da reação:



$$\Delta S_{\text{sist}} = \Delta S_{\text{prod}} - \Delta S_{\text{reag}}$$

$$\Delta S_{\text{sist}} = \Delta S_{\text{C}_6\text{H}_6} - 6\Delta S_{\text{C}} - 3\Delta S_{\text{H}_2}$$

$$\Delta S_{\text{sist}} = 173 - 6 \cdot 5,74 - 3 \cdot 131$$

$$\Delta S_{\text{sist}} = -254,4 \text{ J K}^{-1}$$

Cálculo da variação do universo:

$$\Delta S_{\text{univ}} = \Delta S_{\text{sist}} + \Delta S_{\text{viz}}$$

$$\Delta S_{\text{univ}} = -254,4 - 164,4 = -418,8 \text{ J K}^{-1}$$