

Equilíbrio Químico

Gabriel Braun

Colégio e Curso Pensí, Coordenação de Química



Nível I

PROBLEMA 1.1

2G02

Considere as proposições a respeito de uma reação reversível.

1. Uma reação para quando atinge o equilíbrio.
2. Uma reação em equilíbrio não é afetada pelo aumento da concentração de produtos.
3. Se a reação começa com maior pressão dos reagentes, a constante de equilíbrio será maior.
4. Se a reação começa com concentrações maiores de reagentes, as concentrações de equilíbrio dos produtos serão maiores.

Assinale a alternativa que relaciona as proposições *corretas*.

- | | |
|----------------|----------------|
| A 3 | B 4 |
| C 1 e 4 | D 2 e 4 |
| E 3 e 4 | |

PROBLEMA 1.2

2G03

Considere as proposições a respeito de uma reação reversível.

1. Em uma reação de equilíbrio, a reação inversa só ocorre quando todos os reagentes tiverem sido convertidos em produtos.
2. As concentrações de equilíbrio serão as mesmas se começarmos uma reação com os reagentes puros ou com os produtos puros.
3. As velocidades das reações direta e inversa são iguais no equilíbrio.
4. Se a energia livre de Gibbs é maior do que a energia livre padrão de reação, a reação avança até o equilíbrio.

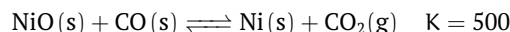
Assinale a alternativa que relaciona as proposições *corretas*.

- | | |
|-------------------|-------------------|
| A 2 | B 3 |
| C 2 e 3 | D 1, 2 e 3 |
| E 2, 3 e 4 | |

PROBLEMA 1.3

2G06

A reação a seguir é conduzida sob 1 atm.



Para a manutenção da temperatura constante até a situação de equilíbrio, devem ser retirados do meio reacional 16,10 kJ de energia por mol de óxido de níquel reagido, na forma de calor.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da temperatura em que a reação é conduzida.

- | | |
|-----------------|-----------------|
| A 1150 K | B 1350 K |
| C 1550 K | D 1750 K |
| E 1950 K | |

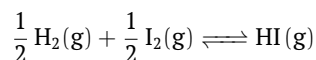
Dados

- $S^\circ(\text{CO, g}) = 251 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- $S^\circ(\text{CO}_2, \text{g}) = 296 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- $S^\circ(\text{Ni, s}) = 30 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- $S^\circ(\text{NiO, s}) = 38 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

PROBLEMA 1.4

2G08

Considere a reação a 25 °C.



Assinale a alternativa que mais se aproxima da constante de equilíbrio dessa reação.

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| A 5×10^{-3} | B 5×10^{-1} |
| C 5×10^1 | D 5×10^3 |
| E 5×10^5 | |

Dados

- $\Delta G_f^\circ(\text{HI, g}) = 1,70 \text{ kJ mol}^{-1}$

PROBLEMA 1.5

2G07

Considere a reação a 25 °C.


Assinale a alternativa que mais se aproxima da constante de equilíbrio dessa reação.

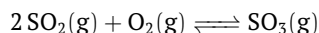
- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| A $1,5 \times 10^{-3}$ | B $1,5 \times 10^{-1}$ |
| C $1,5 \times 10^1$ | D $1,5 \times 10^3$ |
| E $1,5 \times 10^5$ | |

Dados

- $\Delta H_f^\circ (\text{N}_2\text{O}_4, \text{g}) = 9,16 \text{ kJ mol}^{-1}$
- $\Delta H_f^\circ (\text{NO}_2, \text{g}) = 33,2 \text{ kJ mol}^{-1}$
- $S (\text{N}_2\text{O}_4, \text{g}) = 304 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- $S (\text{NO}_2, \text{g}) = 240 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

PROBLEMA 1.6

2G04

 Em um cilindro são adicionados 100 bar de SO_2 , O_2 e SO_3 , respectivamente. O sistema é mantido a 25 °C e ocorre a reação:

Assinale a alternativa que mais se aproxima da energia livre da reação.

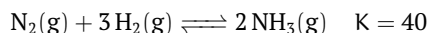
- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| A -131 kJ mol^{-1} | B -142 kJ mol^{-1} |
| C -153 kJ mol^{-1} | D -164 kJ mol^{-1} |
| E -175 kJ mol^{-1} | |

Dados

- $\Delta G_f^\circ (\text{SO}_2, \text{g}) = -300 \text{ kJ mol}^{-1}$
- $\Delta G_f^\circ (\text{SO}_3, \text{g}) = -371 \text{ kJ mol}^{-1}$

PROBLEMA 1.7

2G05

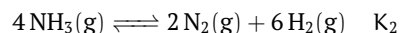
 Em um cilindro são adicionados 4,2 bar, 1,8 bar e 20 bar de N_2 , H_2 e NH_3 , respectivamente. O sistema é mantido a 400 K e ocorre a reação:

Assinale a alternativa que mais se aproxima da energia livre da reação.

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| A $-4,5 \text{ kJ mol}^{-1}$ | B $-3,6 \text{ kJ mol}^{-1}$ |
| C $-2,7 \text{ kJ mol}^{-1}$ | D $-1,8 \text{ kJ mol}^{-1}$ |
| E $-0,9 \text{ kJ mol}^{-1}$ | |

PROBLEMA 1.8

2G09

Considere as reações a 350 K.

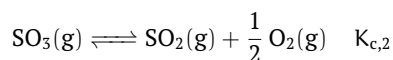
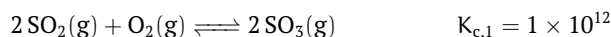

Assinale a alternativa que mais se aproxima da constante de equilíbrio K_2 .

- | | | |
|---------------|---------------|------------|
| A 0,02 | B 0,16 | C 1 |
| D 6 | E 36 | |

PROBLEMA 1.9

2G10

Considere as reações a 350 K.

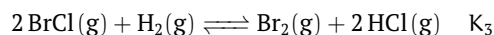
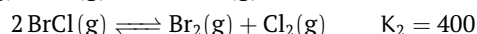
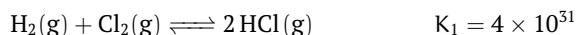

Assinale a alternativa que mais se aproxima da constante de equilíbrio $K_{c,2}$.

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| A 1×10^{-12} | B 1×10^{-9} |
| C 1×10^{-6} | D 1×10^6 |
| E 1×10^{12} | |

PROBLEMA 1.10

2G11

Considere as reações a 300 K.

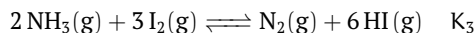
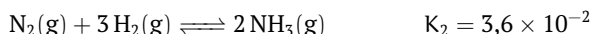
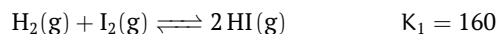

Assinale a alternativa que mais se aproxima da constante de equilíbrio K_3 .

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| A $1,0 \times 10^{29}$ | B $1,6 \times 10^{29}$ |
| C $1,0 \times 10^{34}$ | D $1,6 \times 10^{34}$ |
| E $4,0 \times 10^{34}$ | |

PROBLEMA 1.11

2G12

Considere as reações a 500 K.

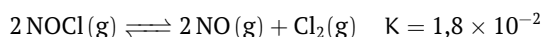

Assinale a alternativa que mais se aproxima da constante de equilíbrio K_3 .

- | | |
|-------------------------------|----------------------------|
| A $4,4 \times 10^5$ | B $7,1 \times 10^5$ |
| C $1,1 \times 10^8$ | D $3,1 \times 10^9$ |
| E $8,8 \times 10^{10}$ | |

PROBLEMA 1.12

2G13

Considere a reação a 500 K.

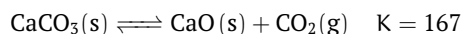

Assinale a alternativa que mais se aproxima da constante de equilíbrio K_c para essa reação.

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| A $3,2 \times 10^{-5}$ | B $4,3 \times 10^{-4}$ |
| C $5,4 \times 10^{-5}$ | D $6,5 \times 10^{-2}$ |
| E $7,6 \times 10^{-1}$ | |

PROBLEMA 1.13

2G14

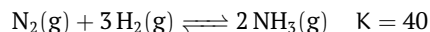
Considere a reação a 1073 K.


Assinale a alternativa que mais se aproxima da constante de equilíbrio K_c para essa reação.

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| A $1,9 \times 10^{-2}$ | B $1,9 \times 10^{-1}$ |
| C 1,9 | D $1,9 \times 10^1$ |
| E $1,9 \times 10^2$ | |

PROBLEMA 1.14

2G15

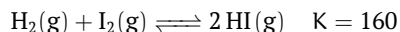
 Em um recipiente contendo NH_3 , N_2 , H_2 a 400 K o equilíbrio é estabelecido:

 No equilíbrio, as pressões de NH_3 e H_2 são 380 torr e 190 torr, respectivamente.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da concentração molar de N_2 no equilíbrio.

- | | |
|-------------------|-------------------|
| A 106 torr | B 205 torr |
| C 304 torr | D 403 torr |
| E 502 torr | |

PROBLEMA 1.15

2G16

 Em um recipiente contendo HI , H_2 , I_2 a 500 K o equilíbrio é estabelecido:

 No equilíbrio, as concentrações de HI e I_2 são 40 mmol L^{-1} e 5 mmol L^{-1} , respectivamente.

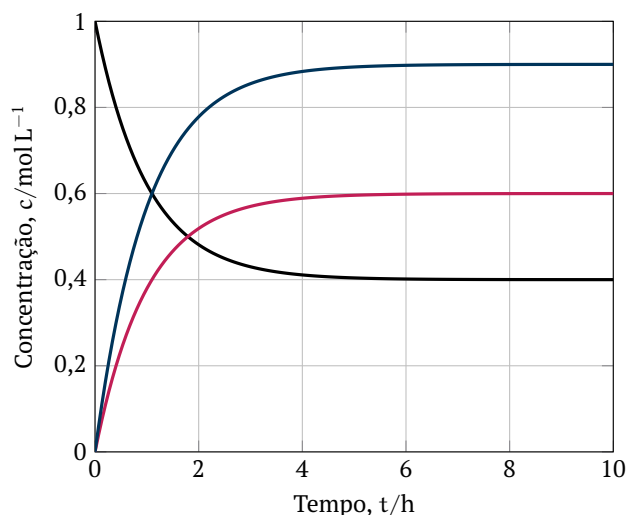
Assinale a alternativa que mais se aproxima da concentração molar de H_2 no equilíbrio.

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| A 1 mmol L^{-1} | B 2 mmol L^{-1} |
| C 3 mmol L^{-1} | D 4 mmol L^{-1} |
| E 5 mmol L^{-1} | |

PROBLEMA 1.16

2G17

As concentrações dos reagentes e produtos de uma reação foram monitoradas ao longo do tempo.



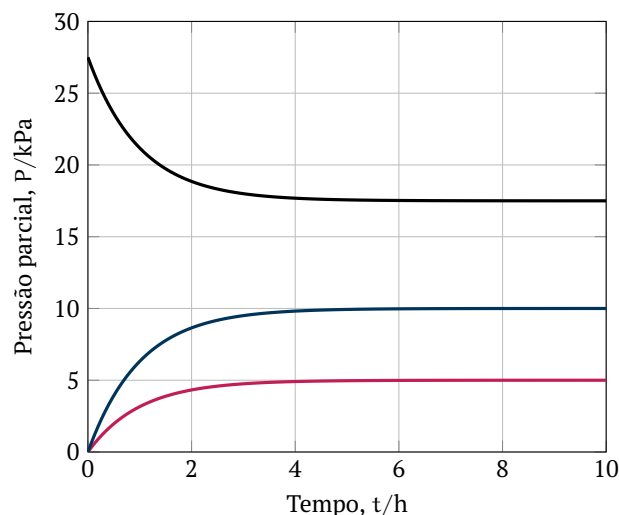
Assinale a alternativa que mais se aproxima da constante de equilíbrio dessa reação balanceada com os menores coeficientes inteiros.

- A** 1,35 **B** 1,64 **C** 1,86
D 2,03 **E** 2,35

PROBLEMA 1.17

2G18

As pressões parciais dos reagentes e produtos de uma reação foram monitoradas ao longo do tempo.



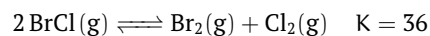
Assinale a alternativa que mais se aproxima da constante de equilíbrio dessa reação balanceada com os menores coeficientes inteiros.

- A** 0,016 **B** 0,29
C 0,46 **D** 1,6
E 29

PROBLEMA 1.18

2G19

Em um recipiente são adicionados 3,3 mbar de BrCl. O sistema é mantido a 500 K e o equilíbrio é estabelecido:



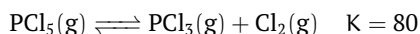
Assinale a alternativa que mais se aproxima da pressão parcial de Br₂ na mistura em equilíbrio.

- A** 1,0 mbar **B** 1,5 mbar
C 2,0 mbar **D** 2,5 mbar
E 3,0 mbar

PROBLEMA 1.19

2G20

Uma amostra de 3,12 g de PCl_5 , é adicionada em um recipiente de 500 mL. O sistema é mantido a 250°C e o equilíbrio é estabelecido:



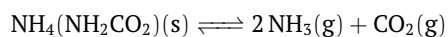
Assinale a alternativa que mais se aproxima da pressão parcial de PCl_5 na mistura em equilíbrio.

- | | |
|------------------|------------------|
| A 10 mbar | B 20 mbar |
| C 30 mbar | D 40 mbar |
| E 50 mbar | |

PROBLEMA 1.20

2G21

Uma amostra de 25 g de carbamato de amônio, $\text{NH}_4(\text{NH}_2\text{CO}_2)$, é adicionada em um recipiente de 250 mL. O sistema é mantido a 25°C e o equilíbrio é estabelecido:



No equilíbrio, a massa de dióxido de carbono é 17,4 mg.

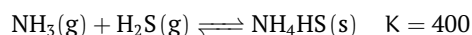
Assinale a alternativa que mais se aproxima da constante de equilíbrio da reação.

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| A $1,6 \times 10^{-8}$ | B $2,3 \times 10^{-8}$ |
| C $1,6 \times 10^{-4}$ | D $2,3 \times 10^{-4}$ |
| E $5,7 \times 10^{-4}$ | |

PROBLEMA 1.21

2G22

A um recipiente de 5 L são adicionados 2 mol de NH_3 , H_2S e de NH_4HS . O sistema é mantido a 35°C e o equilíbrio é estabelecido:



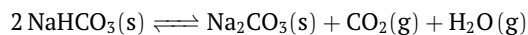
Assinale a alternativa que mais se aproxima da massa de NH_4HS no equilíbrio.

- | | |
|----------------|----------------|
| A 132 g | B 152 g |
| C 172 g | D 192 g |
| E 212 g | |

PROBLEMA 1.22

2G23

Quando NaHCO_3 sólido é colocado em um recipiente rígido de 2,5 L e aquecido a 160°C o equilíbrio é estabelecido:



No equilíbrio, a pressão total é 8 bar. Em um segundo experimento, é adicionada a mesma massa de sólido em um recipiente de mesmo volume com 1 bar de CO_2 .

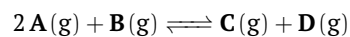
Assinale a alternativa que mais se aproxima da pressão de equilíbrio de CO_2 no segundo experimento.

- | | |
|------------------|------------------|
| A 2,5 bar | B 3,5 bar |
| C 4,5 bar | D 5,5 bar |
| E 6,5 bar | |

PROBLEMA 1.23

2G24

Considere reação exotérmica em fase gasosa, inicialmente conduzida a 400°C sob 200 atm.



Considere as proposições.

- Conduzir a reação a 600°C gera uma fração maior de **C** e **D**.
- Conduzir a reação a 600°C faz com que o equilíbrio seja alcançado em menos de 60 min.
- Conduzir a reação a uma pressão de 100 atm gera uma fração menor de **C** e **D**.
- Remover **C** e **D** do meio reacional após o equilíbrio e então retomar a reação permitem obter uma fração total maior de **C** e **D**.

- | | |
|----------------------|-------------------|
| A 2 e 3 | B 2 e 4 |
| C 3 e 4 | D 2, 3 e 4 |
| E 1, 2, 3 e 4 | |

PROBLEMA 1.24

2G25

A amônia é produzida em escala industrial pelo processo Haber-Bosch. A reação de formação exotérmica a partir de hidrogênio e nitrogênio é conduzida a 450 °C sob 200 atm.

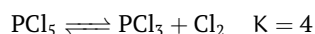
1. O aumento da pressão no reator, mediante adição de um gás inerte, aumenta o rendimento do processo.
2. O uso de um catalisador mais eficiente aumenta o rendimento do processo.
3. Uma vez atingido o equilíbrio, não ocorrem mais colisões efetivas entre moléculas de hidrogênio e nitrogênio.
4. A redução da temperatura no reator diminui a velocidade da reação, mas favorece a formação de amônia.

- | | |
|----------------|----------------|
| A 3 | B 4 |
| C 1 e 4 | D 2 e 4 |
| E 3 e 4 | |

PROBLEMA 1.25

2G26

Em um reator mantido à temperatura constante, PCl_5 encontra-se em equilíbrio com 1 atm de Cl_2 e 2 atm de PCl_3 .



Assinale a alternativa que apresenta a nova pressão de equilíbrio de PCl_5 após adição de mais 2 atm desse gás ao reator.

- | | |
|------------------|------------------|
| A 1,0 atm | B 1,5 atm |
| C 2,0 atm | D 2,5 atm |
| E 3,0 atm | |

PROBLEMA 1.26

2G27

As pressões parciais de uma mistura de $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ e $\text{NO}_2(\text{g})$ em equilíbrio são 0,34 atm e 1,2 atm. O volume do recipiente é duplicado mantendo a temperatura constante.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da pressão parcial de N_2O_4 na mistura em equilíbrio.

- | | |
|-------------------|-------------------|
| A 0,06 atm | B 0,12 atm |
| C 0,18 atm | D 0,24 atm |
| E 0,30 atm | |

PROBLEMA 1.27

2G28

Considere a reação de síntese da amônia:



Assinale a alternativa que mais se aproxima da constante de equilíbrio da reação a 400 K.

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| A -100 kJ mol^{-1} | B -50 kJ mol^{-1} |
| C 25 kJ mol^{-1} | D 50 kJ mol^{-1} |
| E 100 kJ mol^{-1} | |

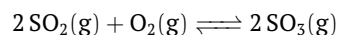
Dados

$$\bullet \Delta H_f^\circ(\text{NH}_3, \text{g}) = -46,1 \text{ kJ mol}^{-1}$$

PROBLEMA 1.28

2G29

Considere a reação:



A constante de equilíbrio dessa reação é 4×10^{24} a 27 °C e $2,5 \times 10^{10}$ a 227 °C.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da variação de entalpia da reação.

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| A -203 kJ mol^{-1} | B -74 kJ mol^{-1} |
| C -8 kJ mol^{-1} | D 8 kJ mol^{-1} |
| E 203 kJ mol^{-1} | |

Nível II

PROBLEMA 2.1

2G01

Enunciado

Gabarito

Nível I

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. B | 2. C | 3. A | 4. B | 5. B |
| 6. C | 7. C | 8. B | 9. C | 10. D |
| 11. D | 12. B | 13. C | 14. C | 15. B |
| 16. - | 17. A | 18. D | 19. D | 20. D |
| 21. D | 22. C | 23. D | 24. B | 25. B |
| 26. B | 27. D | 28. A | | |

Nível II

1. -