



## Exercícios resolvidos – Equilíbrio de Fases

Material feito pelos (as) alunos (as) do curso de Farmácia: Gabriel Rojas Procópio e Jéssica Giacomini Suprani.

1. (COSTA, 2018) Supondo que em um experimento, foi testada a variação de temperatura de fusão do gelo com o aumento de pressão. Se no teste, foi aumentada a pressão em 1 atm, qual será a variação no ponto de fusão obtida em graus celsius?

Dados:  $T = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $\Delta H_{\text{fus}} = 6,01\text{ kJ/mol}$ ;  $V_{\text{m}}(\text{l}) = 0,0180\text{ L/mol}$ ;  $V_{\text{m}}(\text{s}) = 0,0196\text{ L/mol}$  e Fator de conversão:  $1\text{ J} = 9,87 \times 10^{-3}\text{ L}\cdot\text{atm}$

*Primeiramente, vamos converter as unidades:*

$$T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273\text{ K}$$

$$T(\text{K}) = 0 + 273\text{ K} = 273\text{ K}$$

$$1\text{ J} \text{ --- } 9,87 \times 10^{-3}\text{ L}\cdot\text{atm}$$

$$6,01 \times 10^3 - x$$

$$X = 59,31\text{ L}\cdot\text{atm}$$

*Vamos lembrar a equação de Clapeyron.*

$$\Delta p = \frac{\Delta H_{\text{trans}}}{\Delta V_{\text{trans}} \times T} \times \Delta T$$

*Substituindo os valores, teremos:*

$$1\text{ atm} = \frac{59,31\text{ L}\cdot\text{atm}}{(0,0180 - 0,0196\text{ L}) \times 273\text{ K}} \times \Delta T$$

$$1\text{ atm} = \frac{59,31\text{ L}\cdot\text{atm}}{(-0,0016\text{ L}) \times 273\text{ K}} \times \Delta T$$

$$1\text{ atm} = \frac{59,31\text{ L}\cdot\text{atm}}{(-0,4368\text{ L/K})} \times \Delta T$$



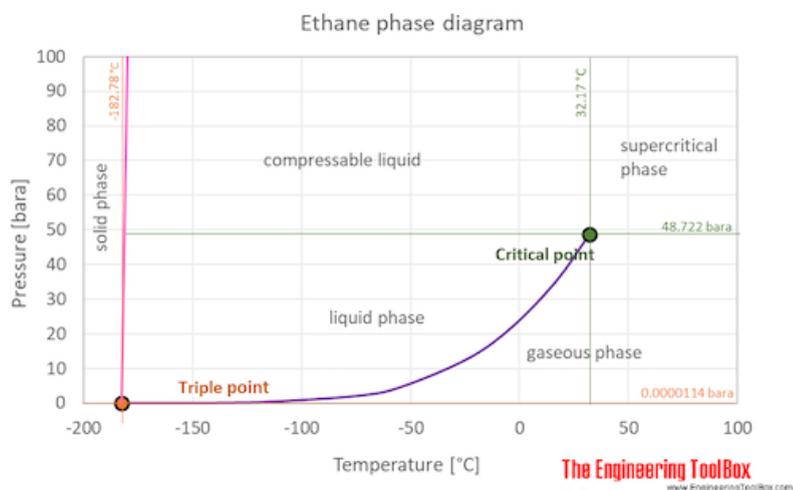
## Exercícios resolvidos – Equilíbrio de Fases

$$1 \text{ atm} = -135,78 \text{ atm/K} \times \Delta T$$

$$\frac{1 \text{ atm}}{-135,78 \text{ atm/K}} = \Delta T$$

$$\Delta T = 0,00736 \text{ K} = 0,00736 \text{ }^\circ\text{C}$$

2. Observe o diagrama de fases do etano demonstrado abaixo.



Fonte: Engineering ToolBox

a) O que acontece no sistema quando há um abaixamento na temperatura a  $-200^\circ\text{C}$  com a pressão constante a 0 bar?  
*Primeiramente, notem que o eixo y apresenta a pressão e o eixo x a temperatura. Logo, a  $-200^\circ\text{C}$ , como demonstrado no gráfico, o etano estará no estado sólido.*

b) Supondo que a pressão se mantenha em 10 bar e a temperatura seja aumentada até  $100^\circ\text{C}$ , qual o estado físico que será observado?  
*De acordo com o apresentado no diagrama, o estado observado será o gasoso, pois apesar de estarmos acima da temperatura crítica, a pressão permanece diferente da pressão crítica, sendo menor.*

c) Partindo da Regra das Fases de Gibbs, no ponto em que  $P = 0 \text{ bar}$  e  $T = -182,78^\circ\text{C}$ , pressão e temperatura podem variar independentemente sem alterar o estado em questão? Justifique.  
*Primeiramente, vamos recordar a Regra das Fases:*

$$F = C - P + 2$$



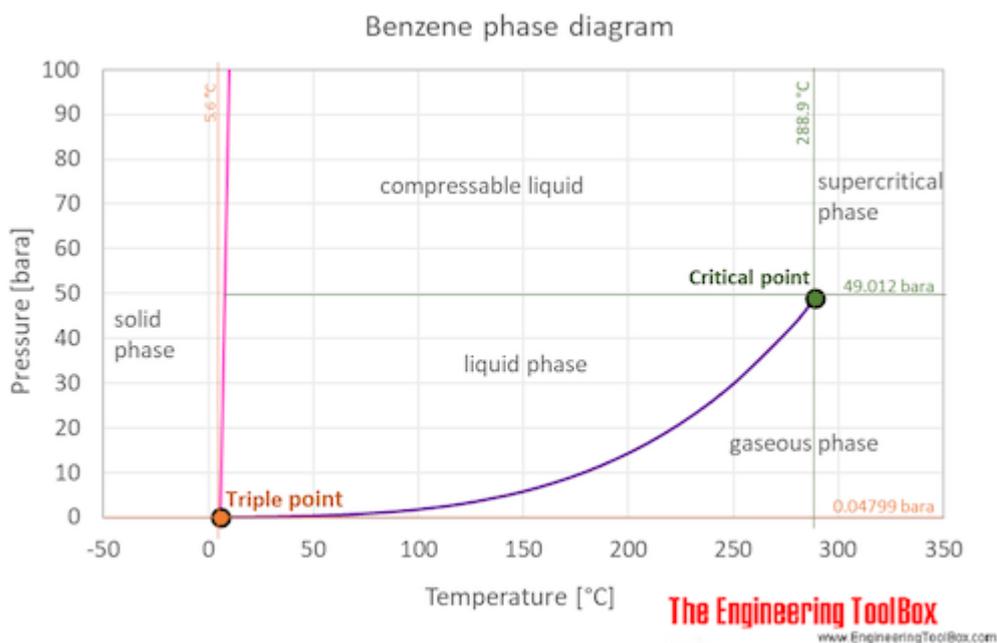
## Exercícios resolvidos – Equilíbrio de Fases

*Estamos falando de um sistema unicamente composto pelo etano, então  $C=1$ . No ponto em questão, temos o chamado ponto triplo, em que os 3 estados da matéria coexistem, assim,  $P = 3$ . Logo:*

$$F = 1 - 3 + 2$$

*Assim, concluímos que há 0 graus de liberdade, ou seja, não podemos variar nem a pressão, nem a temperatura do sistema.*

3. Observe o diagrama de fases do benzeno demonstrado a seguir.



Fonte: Engineering ToolBox

a) Segundo o diagrama apresentado, se o sistema for submetido à uma  $T=200^{\circ}\text{C}$  e uma  $P=30\text{ bar}$ , qual o estado físico observado? Alguma variável pode ser alterada sem afetá-lo?

*Observando o diagrama, no ponto em questão, temos a fase líquida. Utilizando a Regra das Fases:*

$$F = C - P + 2$$



## Exercícios resolvidos – Equilíbrio de Fases

*Estamos falando de um sistema unicamente composto pelo benzeno, então  $C=1$ . No ponto em questão, temos o estado líquido, assim,  $P = 1$ .*

*Logo:*

$$F = 1 - 1 + 2$$

*Assim,  $F=2$ . Portanto, tanto a temperatura quanto a pressão podem variar.*

- b) Em  $T= 230^{\circ}\text{C}$  e  $P=20$  bar, o que é observado? Quantos graus de liberdade esse ponto apresenta?

*Note que no ponto em questão, nos encontramos em cima da curva de equilíbrio líquido-vapor. Logo, essas duas fases coexistem. Utilizando a Regra de Fases:*

$$F = C - P + 2$$

*Estamos falando de um sistema unicamente composto pelo benzeno, então  $C=1$ . No ponto em questão, temos o estado líquido e vapor, assim,  $P = 2$ . Logo:*

$$F = 1 - 2 + 2$$

*Assim,  $F=1$ . Logo, apenas uma variável poderá ser alterada, sem prejudicar o equilíbrio.*