

Pressão de Vapor

Gabriel Braun

Colégio e Curso Pensi, Coordenação de Química



Sumário

1 Pressão de Vapor

1. Origem da pressão de vapor.
2. Volatilidade e forças intermoleculares.
3. Pressão de vapor e temperatura.
4. Equação de Clausius Clapeyron:

$$\ln \left(\frac{P_2}{P_1} \right) = -\frac{\Delta H_{\text{vap}}}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

5. Ebulição.

1.1 Habilidades

- a. **Calcular** a pressão de vapor em uma dada temperatura utilizando a Equação de Clausius Clapeyron.
- b. **Calcular** a temperatura de ebulição utilizando a Equação de Clausius Clapeyron.

2 Equilíbrio de Fase Multicomponente

1. Pressão de vapor de misturas
2. Lei de Raoult:

$$P_A = x_A P_A^*$$

3. Misturas líquidas binárias.
4. Destilação.
5. Azeótropos.

2.1 Habilidades

- a. **Calcular** a pressão de vapor de solvente utilizando a Lei de Raoult.
- b. **Calcular** a pressão e composição do vapor para misturas binárias utilizando a Lei de Raoult.

Problemas

Nível I

Assinale a alternativa com a substância com *menor* pressão de vapor.

- ☐ CCl₄
- ☐ CHCl₃
- ☐ C₂Cl₆
- ☐ CH₂Cl₂
- ☐ C₂H₅Cl

2D02

Assinale a alternativa com a substância com *maior* pressão de vapor.

- ☐ Butano
- ☐ Octano
- ☐ Propanol
- ☐ Glicerol
- ☐ Água

2D03

Assinale a alternativa com a ordem de pressão de vapor.

- ☐ CO₂ > Br₂ > Hg
- ☐ CO₂ ≈ Br₂ > Hg
- ☐ CO₂ ≈ Br₂ ≈ Hg
- ☐ Br₂ > CO₂ > Hg
- ☐ Br₂ > CO₂ ≈ Hg

2D04

Considere as substâncias.

1. 2-metil-pentano
2. 3-metil-pentano
3. 2,2-dimetil-butano
4. 2,3-dimetil-butano

Assinale a alternativa com a ordem de pressão de vapor.

2D01

- ☐ 1 > 2 > 3 > 4
- ☐ 2 > 1 > 3 > 4
- ☐ 3 > 4 > 1 > 2
- ☐ 4 > 3 > 1 > 2
- ☐ 2 > 1 > 4 > 3

2D05

Um tambor selado contém ar seco e uma quantidade muito pequena de acetona líquida em equilíbrio com a fase vapor. A pressão parcial da acetona é de 180 Torr e a pressão total no tambor é de 760 Torr. Em uma queda durante seu transporte, o tambor foi danificado e seu volume interno diminuiu para 80% do volume inicial, sem que tenha havido vazamento.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da pressão total após a queda.

- ☐ 760 Torr
- ☐ 832 Torr
- ☐ 905 Torr
- ☐ 950 Torr
- ☐ 1175 Torr

2D06

Assinale a alternativa que mais se aproxima da pressão de vapor do CCl_4 a 25°C .

- ☐ 107 Torr
- ☐ 216 Torr
- ☐ 325 Torr
- ☐ 434 Torr
- ☐ 543 Torr

Dados

- $P_{\text{vap}}^{330\text{K}}(\text{CCl}_4) = 405 \text{ Torr}$
- $H_{\text{vap}}(\text{CCl}_4) = 33$

2D07

A dependência da pressão de vapor do cloreto-difluoreto de fosforila, OPClF_2 foi medida em função da temperatura.

T/K	190	228	250	273
$P_{\text{vap}}/\text{Torr}$	3,2	68	240	672

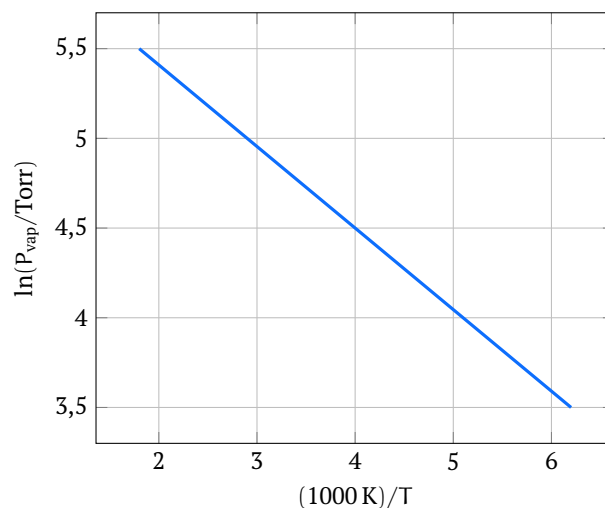


FIGURA 1 $\ln(P)$ por $1/T$

Assinale a alternativa que mais se aproxima da entalpia de vaporização.

- ☐ 14 kJ mol^{-1}
- ☐ 28 kJ mol^{-1}
- ☐ 42 kJ mol^{-1}
- ☐ 56 kJ mol^{-1}
- ☐ 70 kJ mol^{-1}

2D08

A dependência da pressão de vapor da arsina, AsH_3 , foi medida em função da temperatura.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da entalpia de vaporização do AsH_3 .

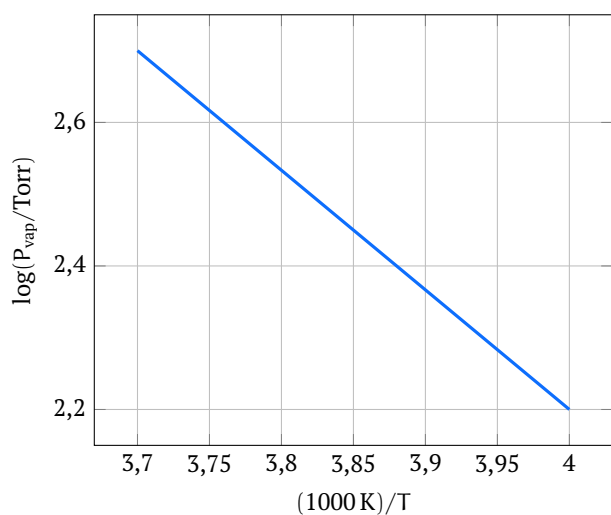
- ☐ 10 kJ mol^{-1}
- ☐ 18 kJ mol^{-1}
- ☐ 42 kJ mol^{-1}
- ☐ 64 kJ mol^{-1}
- ☐ 92 kJ mol^{-1}

2D09

A dependência da pressão de vapor do dióxido de cloro foi medida em função da temperatura.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da entropia de vaporização do ClO_2 .

- ☐ 100 $\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
- ☐ 200 $\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
- ☐ 300 $\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
- ☐ 400 $\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
- ☐ 500 $\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$

FIGURA 2 $\ln(P)$ por $1/T$

2D10

Assinale a alternativa que mais se aproxima do ponto de ebulição do etanol sob 2 atm.

- ☐ 273 K
- ☐ 367 K
- ☐ 458 K
- ☐ 592 K
- ☐ 671 K

Dados

- $P_{\text{vap}}^{308\text{ K}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 13,3\text{ kPa}$
- $H_{\text{vap}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 43,5$

2D11

Assinale a alternativa que mais se aproxima do ponto de ebulição do BCl_3 .

- ☐ 287 K
- ☐ 325 K
- ☐ 412 K
- ☐ 545 K
- ☐ 638 K

Dados

- $P_{\text{vap}}^{500\text{ K}}(\text{BCl}_3) = 17\text{ kPa}$
- $\Delta H_{\text{vap}}(\text{BCl}_3) = 23,8\text{ kJ mol}^{-1}$

2D12

Assinale a alternativa que mais se aproxima da pressão necessária para destilar o ácido tricloroacético a 100°C .

- ☐ 1,2 kPa
- ☐ 2,4 kPa
- ☐ 3,6 kPa
- ☐ 4,8 kPa
- ☐ 6,0 kPa

Dados

- $\Delta H_{\text{vap}}(\text{CCl}_3\text{COOH}) = 57,8\text{ kJ mol}^{-1}$
- $\Delta S_{\text{vap}}(\text{CCl}_3\text{COOH}) = 124\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$

2D13

Assinale a alternativa que mais se aproxima da pressão de vapor do benzeno a 298 K.

- ☐ 10,5 kPa
- ☐ 13,5 kPa
- ☐ 16,5 kPa
- ☐ 19,5 kPa
- ☐ 21,5 kPa

Dados

- $\Delta G_f^\circ(\text{C}_6\text{H}_6, \text{g}) = 130\text{ kJ mol}^{-1}$
- $\Delta G_f^\circ(\text{C}_6\text{H}_6, \text{l}) = 124\text{ kJ mol}^{-1}$

Nível II

2D14

Uma solução aquosa de sacarose possui fração molar 0,1 a 100°C .

Assinale a alternativa que mais se aproxima da pressão de vapor dessa solução.

- ☐ 624 Torr
- ☐ 660 Torr
- ☐ 684 Torr
- ☐ 760 Torr
- ☐ 784 Torr

2D15

Uma solução é preparada pela dissolução de 10 g de sacarose, $C_{12}H_{22}O_{11}$, em 100 g de água a 20°C .

Assinale a alternativa que mais se aproxima da pressão de vapor dessa solução.

- ☐ 7,5 Torr
- ☐ 6,4 Torr
- ☐ 5,3 Torr
- ☐ 4,3 Torr
- ☐ 3,1 Torr

Dados

- $P_{\text{vap}}^{293\text{ K}}(\text{H}_2\text{O}) = 17,5 \text{ Torr}$

2D16

Uma solução é preparada pela adição de um soluto não volátil a 0,3 mol de benzeno líquido a 25°C . A pressão de vapor do benzeno nessa solução é 75 Torr.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da quantidade de soluto nessa solução.

- ☐ 45 mmol
- ☐ 56 mmol
- ☐ 67 mmol
- ☐ 78 mmol
- ☐ 89 mmol

Dados

- $P_{\text{vap}}^{298\text{ K}}(\text{C}_6\text{H}_6) = 94,6 \text{ Torr}$

2D17

Uma solução é preparada pela dissolução de 8,05 g de um composto desconhecido em 100 g de benzeno líquido a 25°C . A pressão de vapor do benzeno nessa solução é 75 Torr.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da massa molar do composto desconhecido.

- ☐ 115 g mol^{-1}
- ☐ 145 g mol^{-1}
- ☐ 175 g mol^{-1}
- ☐ 205 g mol^{-1}
- ☐ 235 g mol^{-1}

Dados

- $P_{\text{vap}}^{298\text{ K}}(\text{C}_6\text{H}_6) = 94,6 \text{ Torr}$

2D18

Um reator contém 1 bar de uma mistura de etanol e metanol em equilíbrio com o líquido. A temperatura do sistema é levemente aumentada mantendo a pressão em 1 bar.

Assinale a alternativa *correta*.

- ☐ A fração de metanol aumenta na fase líquida e diminui na fase gasosa.
- ☐ A fração de metanol aumenta na fase líquida e aumenta na fase gasosa.
- ☐ A fração de metanol não se altera em nenhuma das fases.
- ☐ A fração de metanol diminui na fase líquida e diminui na fase gasosa.
- ☐ A fração de metanol diminui na fase líquida e aumenta na fase gasosa.

2D19

Uma solução é preparada pela mistura de 1 mol de benzeno e 0,4 mol de tolueno.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da pressão de vapor da mistura.

- ☐ 58 Torr
- ☐ 67 Torr
- ☐ 76 Torr
- ☐ 85 Torr
- ☐ 94 Torr

Dados

- $P_{\text{vap}}^{298\text{ K}}(\text{C}_6\text{H}_6) = 94,6 \text{ Torr}$
- $P_{\text{vap}}^{298\text{ K}}(\text{C}_7\text{H}_8) = 29,1 \text{ Torr}$

2D20

Em uma solução de benzeno em tolueno a 25°C , um terço das moléculas do líquido é de benzeno.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da fração molar de benzeno no vapor.

- ☐ 0,35
- ☐ 0,44
- ☐ 0,53
- ☐ 0,62
- ☐ 0,71

Dados

- $P_{\text{vap}}^{298\text{ K}}(\text{C}_6\text{H}_6) = 94,6 \text{ Torr}$
- $P_{\text{vap}}^{298\text{ K}}(\text{C}_7\text{H}_8) = 29,1 \text{ Torr}$

2D21

Uma solução é preparada pela mistura de pentano e hexano. As frações molares de pentano e hexano são iguais no vapor.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da fração de pentano na fase líquida.

- ☐ 0,23
- ☐ 0,34
- ☐ 0,50
- ☐ 0,56
- ☐ 0,77

Dados

- $P_{\text{vap}}^{298\text{ K}}(\text{C}_5\text{H}_{12}) = 512\text{ Torr}$
- $P_{\text{vap}}^{298\text{ K}}(\text{C}_6\text{H}_{14}) = 151\text{ Torr}$

2D22

Uma solução é preparada pela mistura de 15 g de benzeno e 64,3 g de tolueno.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da fração molar de benzeno no vapor.

- ☐ 0,46
- ☐ 0,48
- ☐ 0,50
- ☐ 0,52
- ☐ 0,54

Dados

- $P_{\text{vap}}^{298\text{ K}}(\text{C}_5\text{H}_{12}) = 512\text{ Torr}$
- $P_{\text{vap}}^{298\text{ K}}(\text{C}_6\text{H}_{14}) = 151\text{ Torr}$

2D23

Uma solução de 1,2-dibromoeteno e 2,3-dibromopropeno a 85°C possui fração molar de 1,2-dibromoeteno 0,40.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da fração molar de 2,3-dibromopropeno no vapor.

- ☐ 0,40
- ☐ 0,42
- ☐ 0,48
- ☐ 0,52
- ☐ 0,60

Dados

- $P_{\text{vap}}^{360\text{ K}}(1,2\text{-dibromoeteno}) = 173\text{ Torr}$
- $P_{\text{vap}}^{360\text{ K}}(2,3\text{-dibromopropeno}) = 127\text{ Torr}$

2D24

Uma solução de benzeno em tolueno apresenta 50 Torr de pressão de vapor.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da fração de benzeno no vapor.

- ☐ 10%
- ☐ 35%
- ☐ 60%
- ☐ 85%
- ☐ 95%

Dados

- $P_{\text{vap}}^{298\text{ K}}(\text{C}_6\text{H}_6) = 94,6\text{ Torr}$
- $P_{\text{vap}}^{298\text{ K}}(\text{C}_7\text{H}_8) = 29,1\text{ Torr}$

2D27

Considere um dispositivo constituído por dois balões de vidro, **A** e **B**, cada um com capacidade de 894 mL conectados por uma torneira. Dois ensaios independentes foram realizados a 298 K.

1. Os balões foram inicialmente evacuados e, logo a seguir, com a torneira fechada, foram introduzidos 0,3 g de benzeno e 20 g de tolueno em **A** e **B**, respectivamente.
2. Os balões foram novamente evacuados e, na sequência, uma quantidade de benzeno foi introduzida em **A** e outra quantidade de tolueno foi introduzida em **B**. A torneira é aberta e o equilíbrio líquido vapor é atingido. A pressão interna no dispositivo é 76,2 Torr.

- a. **Determine** a pressão em cada balão, no primeiro ensaio, após o sistema ter atingido o equilíbrio;
- b. **Determine** a fração molar de tolueno na fase líquida no equilíbrio.

Dados

- $P_{\text{vap}}^{298\text{ K}}(\text{C}_6\text{H}_6) = 94,6\text{ Torr}$
- $P_{\text{vap}}^{298\text{ K}}(\text{C}_7\text{H}_8) = 29,1\text{ Torr}$

2D28

Considere um dispositivo constituído por dois balões de vidro, **A** e **B**, cada um com capacidade de 1 L conectados por uma torneira. Ao balão **A** são adicionados 1,50 g de dietiléter, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$. A pressão de vapor do dietiléter é 57 Torr em -45°C , 185 Torr em 0°C , 534 Torr em 25°C , e desprezível abaixo de -86°C .

- a. **Determine** a pressão no dispositivo se a torneira permanece fechada e a temperatura é mantida em -45°C
- b. **Determine** a pressão no dispositivo se a torneira permanece fechada e a temperatura é mantida em 25°C
- c. **Determine** a pressão no dispositivo se a torneira é aberta e a temperatura é mantida em -45°C

2D29

Em uma indústria petroquímica deseja-se evaporar a água de uma corrente de 10 m^3 de petróleo contendo 15% de água em volume. Para isso a corrente é alimentada em um tambor para a destilação flash. O tambor é equipado com um sistema de aquecimento, que mantém a temperatura constante em 300 K.

- Determine** o volume mínimo do tambor para que toda a água evapore.
- Determine** o calor fornecido pelo sistema de aquecimento.

2D30

Dois frascos abertos **A** e **B**, contendo mesmo volume de água líquida e de uma solução aquosa concentrada em sacarose, respectivamente, são colocados em um recipiente que, a seguir, é devidamente fechado.

Assinale a alternativa *correta*

- ☐ Os volumes dos líquidos nos frascos **A** e **B** não apresentam alterações visíveis.
- ☐ O volume do líquido no frasco **A** aumenta, enquanto que o do frasco **B** diminui.
- ☐ O volume do líquido no frasco **A** diminui, enquanto que o do frasco **B** aumenta.
- ☐ O volume do líquido no frasco **A** permanece o mesmo, enquanto que o do frasco **B** diminui.
- ☐ O volume do líquido no frasco **A** diminui, enquanto que o do frasco **B** permanece o mesmo.

Gabarito

Nível I

- | | | | | |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1. <input type="checkbox"/> | 2. <input type="checkbox"/> | 3. <input type="checkbox"/> | 4. <input type="checkbox"/> | 5. <input type="checkbox"/> |
| 6. <input type="checkbox"/> | 7. <input type="checkbox"/> | 8. <input type="checkbox"/> | 9. <input type="checkbox"/> | 10. <input type="checkbox"/> |
| 11. <input type="checkbox"/> | 12. <input type="checkbox"/> | 13. <input type="checkbox"/> | | |

Nível II

- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐

11. ☐12. a. A, 80 Torr e B, 29,1 Torr
b. 0,13413. a. 57 Torr
b. 380 Torr
c. 57 Torr14. a. 68, 5m³
b. 3120MJ15. ☐