

PRÁTICA 1 - TENSÃO SUPERFICIAL

CQ320 - FÍSICO-QUÍMICA EXPERIMENTAL

BANCADA 4

DISCENTES: ADRIEL AZEVEDO; DAVI RAMOS JORGE; LUIZ DEMBICKI, MATEUS DE MATOS LEME; MATHEUS SOARES DE SOUZA CRUZ.

1. INTRODUÇÃO

Pode-se dizer que a superfície de um líquido atinge um caráter uniforme devido ao fato de que através das forças intermoleculares, as moléculas se atraem umas às outras, em direção ao interior do líquido, mas sempre levando em consideração o fato de que as forças de empuxo para o corpo do líquido são especialmente mais intensas na superfície. As moléculas que se encontram na superfície do líquido possuem uma energia mais elevada, quando comparadas às moléculas no interior do mesmo que precisarão ser movimentadas até a superfície, acarretando em um gasto energético para que seja possível o aumento na área superficial do líquido (CASTELLAN, 1995). Tem-se que a resultante obtida através dessas forças e da energia necessária para que ocorra o aumento da área superficial é denominada tensão superficial. De modo a exemplificar, tem-se que a água apresenta uma tensão superficial que corresponde a aproximadamente três vezes maior do que a maioria dos líquidos comuns, devido às fortes ligações de hidrogênio. Ainda como resultado dessa alta tensão superficial, explica-se o formato esférico obtido no processo de formação de uma gota, fazendo com que as moléculas obtenham uma forma bem compacta (ATKINS, 2016).

Quando trata-se da ascensão de um líquido através de um tubo capilar, tal fenômeno ocorre quando existem atrações (forças de adesão e coesão) favoráveis entre as moléculas do líquido em questão e à superfície interna do tubo. As forças de adesão são responsáveis pela união entre uma superfície e uma substância, enquanto que as forças de coesão são responsáveis pela união de uma determinada substância de modo a formar um material (ATKINS, 2016).

Uma maneira de se indicar as intensidades relativas às forças de adesão e coesão, é a formação de uma superfície curva de um líquido no interior de um tubo

estreito, também chamado de menisco. O menisco formado pode apresentar variações relacionados à geometria da curvatura do mesmo, por exemplo, a água em um tubo capilar de vidro forma uma superfície côncava devido à predominância das forças adesivas em relação às coesivas, enquanto que o menisco formado pelo mercúrio resulta em uma superfície convexa, fruto da predominância das forças coesivas entre as moléculas de mercúrio e a superfície do tubo quando comparadas às forças adesivas do líquido, por isso ocorre o fenômeno do líquido “reduzir” o contato com a superfície do tubo (ATKINS, 2016).

Em suma, têm-se que a tensão superficial é decorrente do desequilíbrio das forças intermoleculares presentes na superfície de um líquido, e a ação capilar trata-se de uma consequência do desequilíbrio entre as forças adesivas e coesivas de uma determinada substância.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Observar as propriedades de tensão superficial em amostras de etanol, água destilada, n-butanol, dodecilssulfato de sódio (SDS) 5% m/v e metanol.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar a molhabilidade das amostras por meio do grau de espalhamento.
- Identificar a interação entre as amostras e a relação entre a repulsão ou atração e os conceitos de tensão superficial.
- Obter a medida de raio do tubo capilar por meio da amostra de água destilada.
- Utilizar o raio do tubo capilar para obter os valores das tensões superficiais das demais amostras.

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização da prática foi necessário o uso dos seguintes equipamentos: lâmina de vidro, régua, tubo capilar e béquer de 50 mL. Além disso, usou-se as seguintes substâncias: etanol, água destilada, n-butanol, dodecilssulfato de sódio (SDS) 5% m/v e metanol.

Desse modo, o procedimento foi dividido em duas partes, onde na primeira, de maneira qualitativa foram gotejados todos os líquidos sobre uma lâmina de vidro, e assim foi observado como os líquidos se comportavam em contato com a lâmina, podendo ordená-los de maneira crescente pelos seus respectivos graus de espalhamento. Para iniciar essa etapa, primeiramente a lâmina de vidro foi lavada com detergente e água destilada para remover qualquer tipo de gordura ou resíduo que poderia interferir nos resultados. Posteriormente, foi realizado o mesmo experimento, porém com gotas de líquidos próximas umas às outras, para assim obter a interação ocorrida entre os líquidos, podendo ser repulsão, atração ou neutralidade.

Para a segunda parte do experimento, inicialmente o tubo capilar, a régua juntamente com o béquer foram lavados para cada líquido realizado, para assim não ocorrer interferência de líquidos não desejados que pudessem prejudicar o objetivo do experimento. Desse modo, adicionou-se uma certa quantidade de água no béquer e assim a régua foi mergulhada sobre o mesmo.

Com isso o capilar foi mergulhado no béquer, e assim foi medida a altura do líquido dentro do capilar. Feito isso, com o auxílio da Tabela 1 presente na apostila, é possível determinar o raio do tubo capilar. Com o valor do raio calculado, é possível então, realizar o mesmo procedimento para os diferentes líquidos citados acima, e a partir de então, em conjunto com o valor do raio obtido pela calibração com a água, é possível determinar os valores de tensão superficial dos líquidos em questão.

4. RESULTADO E DISCUSSÕES

- Parte 1:

Para o comportamento de espalhamento obtivemos a seguinte sequência:

Água destilada < SDS < Butanol < Metanol

Onde SDS foi o que menos se estendeu, e metanol foi o que se espalhou mais.

Para interações:

- A. água e metanol: Repulsão
- B. água e butanol: Repulsão
- C. água e SDS: Atração
- D. butanol e metanol: Repulsão
- E. SDS e metanol: Repulsão
- F. SDS e butanol: Repulsão

- Parte 2:

Todos os experimentos e cálculos foram realizados à temperatura ambiente de 27°C.

Para o capilar com água:

→ Altura no capilar: 3,4cm

→ Altura no béquer: 1,0cm

Assim calculando o raio do capilar:

$$r = \frac{2 \cdot \gamma}{\rho \cdot g \cdot \Delta h}$$
$$\rightarrow r = \frac{2 \cdot 71,97 \cdot 10^{-3} N m^{-1}}{997 kg \cdot m^{-3} \cdot 9,78 m \cdot s^{-2} \cdot (3,4 - 1,0) \cdot 10^{-2} \cdot m}$$
$$\rightarrow r = 0,62 mm$$

Calculando gamma da água a partir de um raio de 0,5mm

$$\gamma = \frac{\rho \cdot g \cdot \Delta h \cdot r}{2}$$
$$\gamma = \frac{(997(kg/m^3) * 9,78(m/s^2) * (3,4 - 1,0)cm * 0,5mm)}{2}$$
$$\gamma = 0,05850396 N/m$$

Com esses valores é possível calcular o erro que será igual a 18,7%.

Para o metanol:

→ Altura no capilar: 1,75cm

→ Altura no béquer: 0,8cm

Utilizando o valor de 792 kg/m³ para a densidade do metanol, teremos:

$$\gamma = \frac{(792(kg/m^3) * 9,78m/s^2 * (1,75 - 0,8) \cdot cm * 0,62mm)}{2}$$

$$\gamma = 22,8 \text{ mN/m}$$

O valor da tensão superficial do metanol na literatura é 22,50 mN/m. Com esse valor é possível calcular o erro, que será igual a 1,4%.

Para o butanol:

→ Altura no capilar: 1,9cm

→ Altura no béquer: 0,9cm

Utilizando o valor de 810 kg/m³ para densidade do butanol, teremos:

$$\gamma = 24,56 \text{ mN/m}$$

O valor encontrado para a tensão superficial do butanol pela literatura é 24,204 mN/m. Realizando o cálculo do erro, o valor de 0,015% é obtido.

Para o SDS:

→ Altura no capilar: 2,0cm

→ Altura no béquer: 1,0cm

Utilizando o valor de 997kg/m³ como aproximação para densidade do SDS, obtemos:

$$\gamma = 30,23 \text{ mN/m}$$

O valor para a tensão superficial do SDS, não foi encontrado na literatura, mas seu está condizente com seu espalhamento, já que se encontra em um valor entre a tensão superficial da água e do butanol.

5. CONCLUSÃO

A tensão superficial pode ser definida como, a energia necessária para aumentar a área superficial de um líquido. A instabilidade de forças que formam a tensão superficial dos fluidos estudados pode fazer com que as suas superfícies se comportem como películas elásticas. Sendo assim, quando as forças coesivas (que ligam as moléculas entre si) sofrem um aumento comparado com as forças adesivas (que ligam as moléculas com uma superfície) de um fluido, ocorre o fenômeno de “espalhamento” observado na primeira parte do experimento (BUSH, 2004).

Os valores de tensão superficial obtidos experimentalmente, por meio da parte 2 do experimento, estão de acordo com os valores da literatura, apresentando erros experimentais pouco significativos. Além disso, é possível evidenciar que para uma mesma superfície os fluidos variam seu espalhamento de acordo com a sua natureza.

Por fim, é possível concluir que quanto maior a tensão superficial de um fluido, menor será seu espalhamento, e quanto menor a tensão superficial de um fluido, maior será o espalhamento das suas gotas.

REFERÊNCIAS

- ATKINS, P. Chemical Principles: The Quest for Insight. 7th Edition. New York, 2016.
- BUSH. J. W. M. Notes on Surface Tension. Lectures 1 to 5. Massachusetts Institute of Technology (MIT). Maio de 2004.
- CASTELLAN, G. W. Fundamentos de Físico-Química. 1a edição, LTC Editora. 1995.
- DAL-BÓ, A. G. Auto-associação do dodecilsulfato de sódio (SDS) com o polímero hidrofobicamente modificado etil(hidroxietil)celulose (EHEC). 2004. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/30385363.pdf>>. Acesso em 03 nov. 2022.
- Engineering ToolBox. Methanol - Density and Specific Weight vs. Temperature and Pressure. 2018. Disponível em: <https://www.engineeringtoolbox.com/methanol-density-specific-weight-temperature-pressure-d_2091.html>. Acesso em: 03 nov. 2022
- ERNST R.C.; LITKENHOUS E.E.; SPANYER J.W. The Physical Properties of the Ternary System Acetone-n-Butyl Alcohol-Water. J.Phys.Chem: 1932. ed. 36. p. 842-854. Disponível em: <http://www.ddbst.com/en/EED/PCP/SFT_C39.php>. Acesso em: 03 nov. 2022.
- GOLUBEV, I. F.; VASILKOVSKAYA, T. N.; ZOLIN, V. S. Experimentelle Untersuchung der Dichte von alyphatischen Alkoholen bei verschienden Temperaturen und Drucken. 1980. ed. 38. p. 668-670. Disponível em: <http://www.ddbst.com/en/EED/PCP/DEN_C39.php>. Acesso em: 03 nov. 2022.
- WANCHOO, R.K.; NARAYAN, J. Excess Properties of (Methanol + Toluene or p-Xylene) Binary Liquid Mixture. Phys.Chem.Liq: 1992. ed. 25. p. 15-26. Disponível em: <http://www.ddbst.com/en/EED/PCP/SFT_C110.php>. Acesso em: 03 nov. 2022.