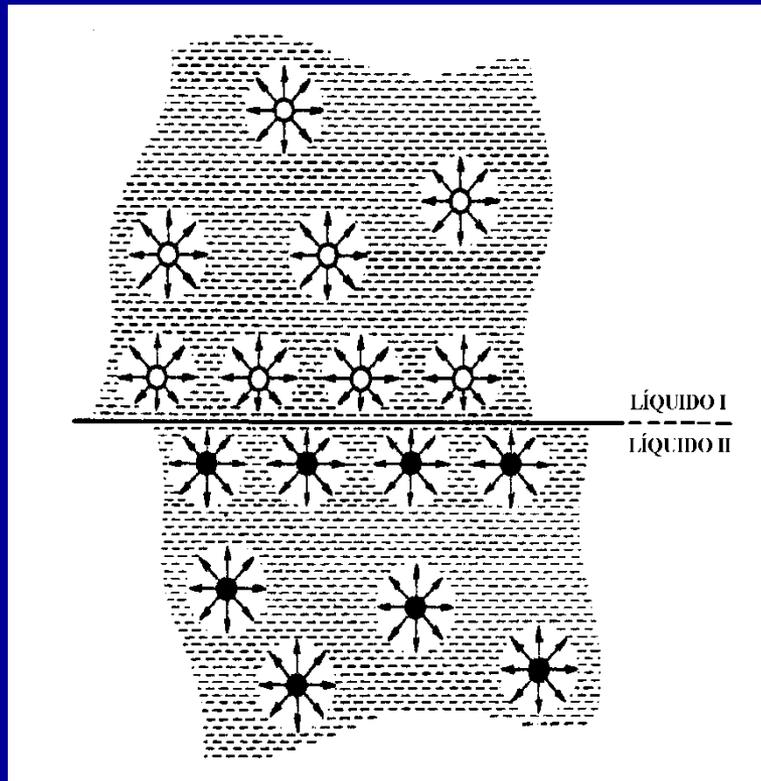


- Interface Líquido-Líquido
- Emulsões
- Preparação de Emulsões
- Determinação de γ_{12}
- Previsão da miscibilidade de líquidos;
- Trabalhos de adesão e coesão;
- Previsão do espalhamento de líquidos

Líquidos imiscíveis formam uma interface líquido-líquido (L/L)



→ Na interface L/L existe uma tensão interfacial ($\gamma_{L/L}$) ou energia livre interfacial L/L;

$$\rightarrow \gamma_I < \gamma_{L/L} < \gamma_{II}$$

→ Por quê???

Sistemas hidrocarboneto/água são importantes em aplicações de minas & petróleo

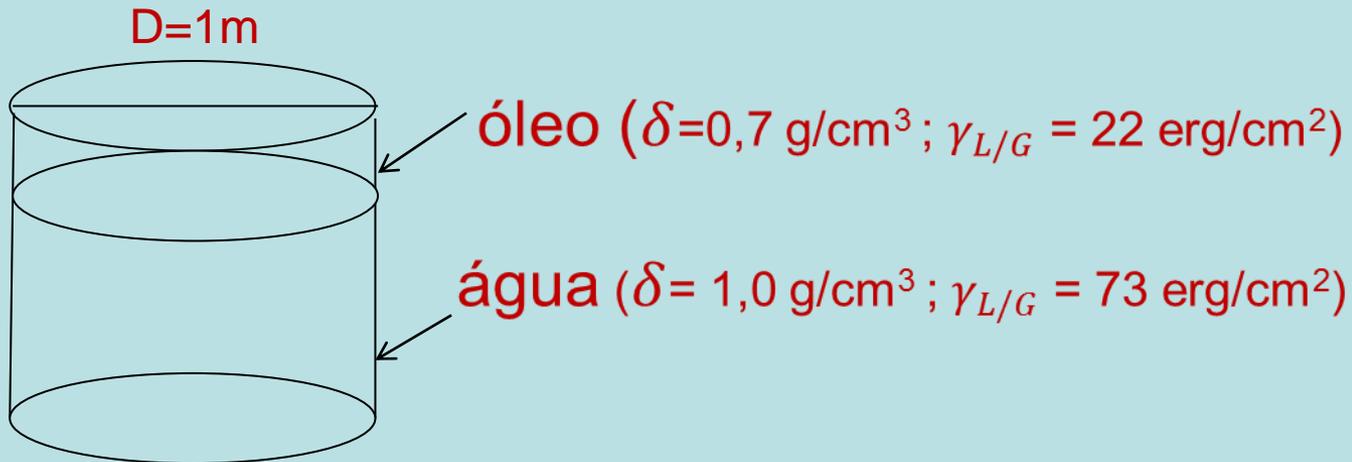
Na engenharia de petróleo:

- Emulsão de água conata em óleo;
- Emulsão de óleo em água (recuperação secundária, processamento off-shore)

Na engenharia mineral:

- Emulsão de óleo em água na flotação de grafite, carvão e talco.

Emulsões são termodinamicamente instáveis – Por quê?

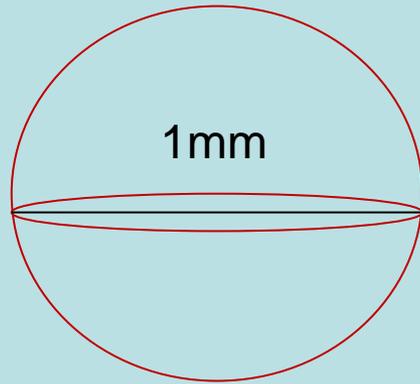


Tensão interfacial = $\gamma_{L/L} = 52 \text{ erg/cm}^2$

Massa de óleo = 137 kg

Área da interface L/L = $0,8 \text{ m}^2$

Transformando todo o óleo em gotas de 1mm...



$$\text{Volume} = D^3 \frac{\pi}{6} = 5,24 \times 10^{-10} \text{ m}^3$$

$$\text{Massa} = V \cdot \delta = 3,67 \times 10^{-7} \text{ kg}$$

$$\text{Área de 1 gota} = \pi D^2 = 3,14 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\text{N}^\circ \text{ de gotas} = 3,7 \times 10^8$$

$$\text{Área final} = 1.161,8 \text{ m}^2$$

$$\Delta A = A_2 - A_1 = 1161,8 - 0,8 = 1161 \text{ m}^2$$

$$W = \gamma_{L/L} \cdot \Delta A$$

$$W = 0,052 \times 1161 = + 60 \text{ J}$$

Estabilidade das Emulsões

- Tensão interfacial ($\gamma_{L/L}$) baixa;
- Filme interfacial elástico;
- Carga interfacial mais alta possível para promover repulsão entre as gotas de óleo;
- Minimizar o volume da fase dispersa;
- Aumentar a viscosidade da fase dispersante.

Como determinar a tensão interfacial γ_{12} ?

Abordagem de Fowkes

$$\gamma_{12} = \gamma_1 + \gamma_2 - 2(\gamma_1^d \cdot \gamma_2^d)^{1/2}$$

γ^d = Contribuição das forças de dispersão de London.

Indicada para o sistema hidrocarbonetos alifáticos + água.

Abordagem de Antonov

$$\gamma_{12} = \gamma_1 + \gamma_2 - 2\varphi (\gamma_1 \cdot \gamma_2)^{1/2}$$

$0,51 < \varphi < 0,78$ para líquidos que não fazem pontes de hidrogênio com a água;

$1,00 < \varphi < 1,15$ para líquidos que fazem pontes de hidrogênio com a água.

Indicada para água + hidrocarbonetos aromáticos.

Previsão de miscibilidade para líquidos

Sejam os líquidos 1 e 2 que apresentam as energias interfaciais γ_1 e γ_2 , respectivamente.

Eles serão miscíveis quando $\gamma_{12} \leq 0$

A magnitude de γ_{12} pode ser calculada através das abordagens de Fowkes ou de Antonov. A abordagem de Antonov também é indicada quando ambos líquidos apresentam alguma solubilidade um no outro: água/benzeno (por exemplo)

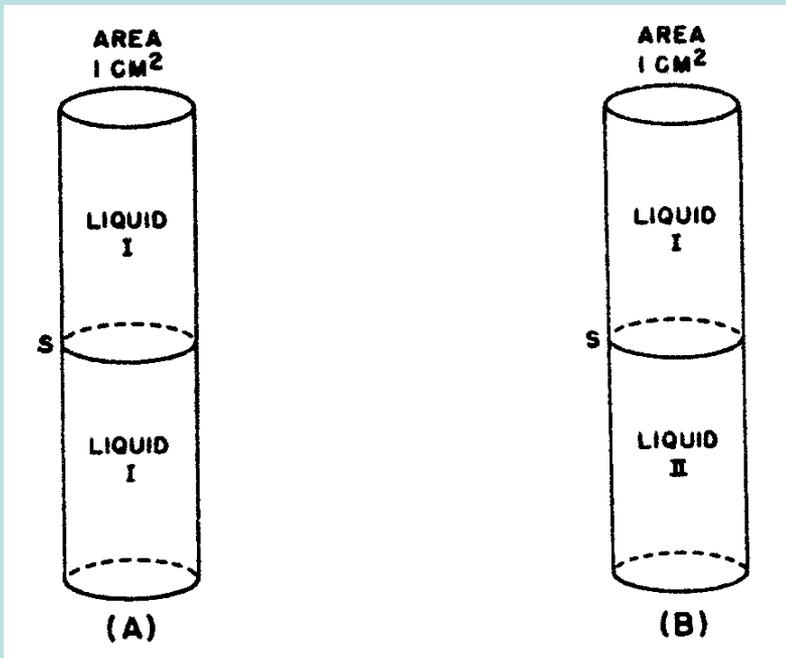
Trabalho de Coesão x Trabalho de Adesão

Trabalho de Coesão = W_C

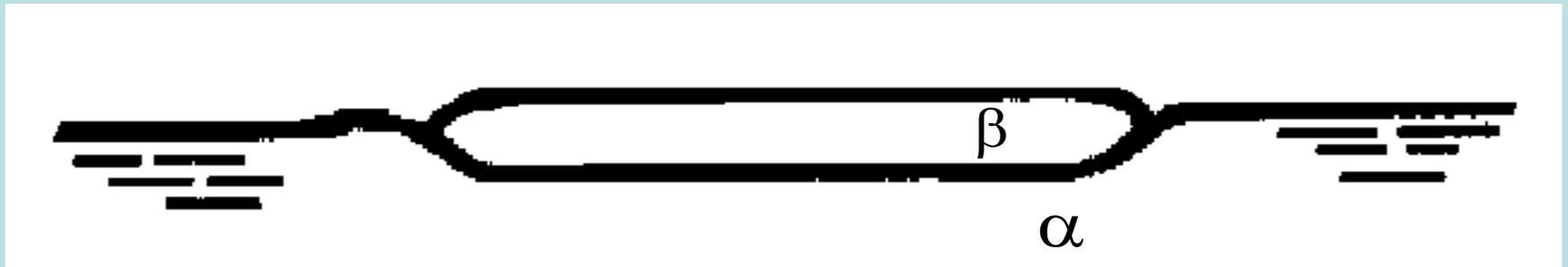
$$W_C = 2 \cdot \gamma$$

Trabalho de Adesão = W_A

$$W_A = \gamma_1 + \gamma_2 - \gamma_{12}$$



Coeficiente de espalhamento (S) de um óleo sobre água



W_A (para fase β sobre α) $>$ W_C (da fase β)

$$\gamma_\alpha + \gamma_\beta - \gamma_{\alpha\beta} > 2\gamma_\beta$$

Quando tal somatório (S) $>$ 0 : β se espalha

$$S_{\beta\alpha} = \gamma_\alpha - \gamma_\beta - \gamma_{\alpha\beta}$$