



TEORIA

Viscosidade é uma propriedade interna do fluido que oferece resistência ao fluxo. Isso ocorre devido à fricção interna das moléculas e depende principalmente da natureza e temperatura do líquido. Muitos métodos existem para medir a viscosidade de uma solução polimérica. O método de Ostwald é um método simples, em que a viscosidade é medida comparando a viscosidade de um líquido com viscosidade conhecida com a de um líquido com viscosidade desconhecida. Nesse método a viscosidade do líquido é medida comparando o tempo de fluxo de dois líquidos de igual volume utilizando o mesmo viscosímetro.

Considere dois líquidos passando por um capilar do mesmo viscosímetro. O coeficiente de viscosidade do líquido (η_2) é dado por:

$$\eta_2 = \frac{\eta_1 \rho_2 t_2}{\rho_1 t_1}$$

Aqui t_1 e t_2 são o tempo de fluxo dos líquidos e ρ_1 e ρ_2 são as densidades. η_1 é o coeficiente de viscosidade da água. Para um dado líquido, η tem um valor específico à mesma temperatura. O tempo de fluxo do líquido depende da viscosidade e composição. Nesse método, os tempos de fluxo são medidos para diferentes composições conhecidas.



Polymer-solvent system	K x 10 ³ mL/g	α
PMMA-Acetone	7.70	0.70
PMMA-Benzene	5.20	0.76
PMMA-Toluene	7.0	0.71
Poly vinyl acetate-Acetone	10.2	0.72
Poly vinyl acetate-Benzene	56.3	0.62
Poly vinyl acetate-Acetonitrile	41.5	0.62
Poly vinyl alcohol-Water	45.3	0.64
Poly styrene-Benzene	10.6	0.735
Poly styrene-Toluene	11.0	0.725

A massa molecular do polímero que é medida utilizando um viscosímetro, obtida por essa técnica, chama-se massa molecular média viscosimétrica. A massa molecular da solução de polímero é muito maior que a do solvente puro, tal como a viscosidade. Para a equação de Mark-Houwink, a relação entre a massa molecular viscosimétrica e a viscosidade é dada por:

$$[\eta] = KM^\alpha$$

$[\eta]$ é a viscosidade intrínseca

M é a massa molecular viscosimétrica

K e α são as constantes de um sistema particular de polímero e solvente

Os valores de um sistema polímero-solvente, a viscosidade intrínseca e a massa molecular viscosimétrica podem ser calculados utilizando essa equação.

Termos relacionados à medição de viscosidade:

Viscosidade Relativa: $\frac{\eta}{\eta_0} = \frac{t}{t_0} = \eta_r$

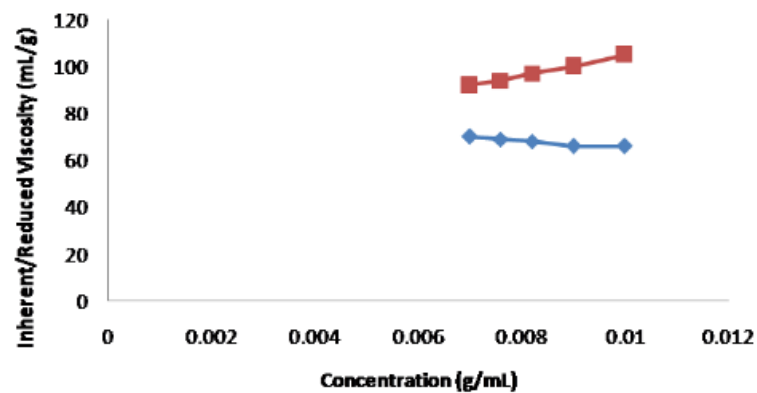
Viscosidade Inerente: $\frac{\ln(\eta_r)}{c} = \eta_{inh}$



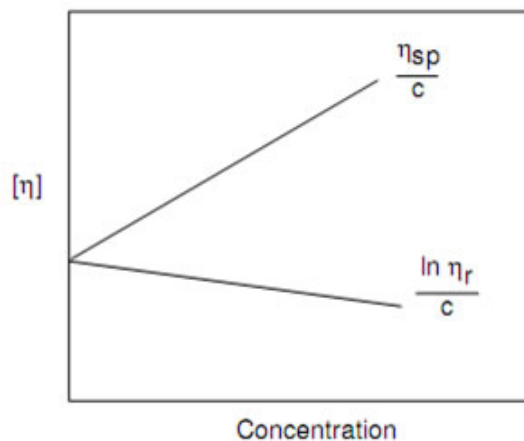
Viscosidade Intrínseca ($c \rightarrow 0$): $\left(\frac{\ln(\eta_r)}{c}\right) = \left(\frac{\eta_{sp}}{c}\right) = [\eta]$

C: Concentração.

Para medir a viscosidade intrínseca de uma amostra de polímero, soluções de concentrações conhecidas são preparadas, os tempos de fluxo do solvente (t_0) e das soluções (t) são medidos utilizando o viscosímetro. Plotagens de extrapolação dupla de viscosidade reduzida e inerente vs concentração podem ser feitas calculando a viscosidade reduzida e inerente correspondentes. A viscosidade intrínseca é dada pela ordenada dos gráficos.



◆ Inherent Viscosity ■ Reduced Viscosity





PROCEDIMENTO:

Material requerido:

1. Viscosímetro Ostwald
2. Cronômetro
3. Pipeta
4. Sugador

Reagentes:

- Solventes:

1. Acetonitrila
2. Acetona
3. Água
4. Tolueno
5. Benzeno

- Polímeros:

1. Acetato de Polivinila
2. PMMA (polimetilmetacrilato)
3. Álcool polivinílico
4. Poliestireno

Determinando a viscosidade intrínseca do sistema polímero-solvente:

1. Selecione o polímero.
2. Selecione o solvente.
3. Determine o tempo de fluxo do solvente (t_0).
4. Determine o tempo de fluxo do sistema polímero-solvente em diferentes concentrações.
5. A partir da concentração e do tempo de fluxo, a viscosidade inerente e reduzida são calculadas pelas equações:

Viscosidade Reduzida: $\frac{\eta_{sp}}{c} = \eta_{red}$

Viscosidade Inerente: $\frac{\ln(\eta_r)}{c} = \eta_{inh}$



6. Um gráfico é elaborado plotando a viscosidade reduzida vs concentração e viscosidade inerente vs concentração.
7. Viscosidade Intrínseca pode ser obtida extrapolando o gráfico para concentração 0.
8. Do valor da viscosidade intrínseca, a massa molecular média do polímero pode ser encontrada utilizando a equação:

$$[\eta] = KM^a$$