

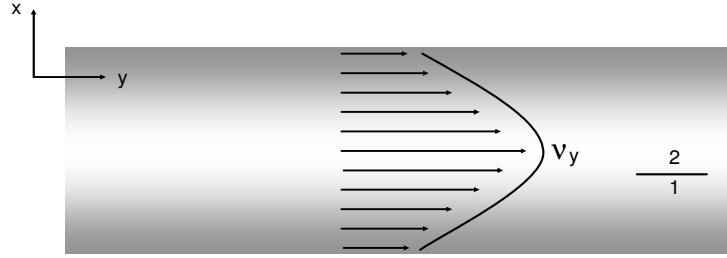
## DENEY RAPORU

**DENEY ADI** Viskozitenin Ölçülmesi ve Sıcaklıkla Değişiminin İncelenmesi (5 No'lu Deney)

**DENEY TARİHİ** 31 Mart 2003 Pazartesi

**AMAÇ** Oswald viskozimetresi ile su ve alkolün viskozitesinin ölçülmesi ve sıcaklıkla değişiminin incelenmesi

**TEORİK BİLGİ** Viskozite



Sıvının bir kısmının diğer bir sıvı tabakasının akışına karşı gösterdiği dirence **viskozite** denir. Akış orta noktada en hızlı, kenarlara gidildikçe azalır. Tam orta noktada  $v_y = \max$  ve tam tabaka üzerinde  $v_y = 0$  olur.

Birbirlerine göre 1 cm uzaklıkta bulunana birim alanda iki paralel sıvı düzlemin arasındaki hız farkını birim olarak tutmak için gereken kuvvete **viskozite katsayısı** denir ve  $\eta$  ile gösterilir.

$$\eta = \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \text{ (MKS)}$$

$$\eta = \text{dyn} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}^{-2} = 1 \text{ P (CGS) Viskozite birimi olarak Poise (P) kullanılır.}$$

Bazı maddelerin 25 °C'de ve 1 atm basınçta  $\eta$  değerleri

MADDE	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Zeytinyağı	Gliserin	O <sub>2</sub>
$\eta$ (cP)	0,60	0,89	19,00	80,00	954,00	0,021

Viskozite katsayısı azaldıkça viskozite artar, akışkanlık azalır.

Viskozite katsayısı arttıkça viskozite azalır, akışkanlık artar.

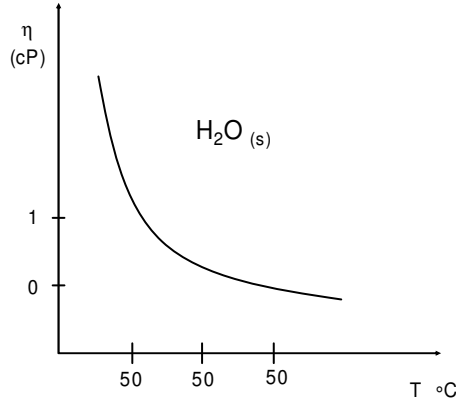
Çok yüksek hızlı olmayan akışlara **laminar akış** denir. Newton yasasına uyar.

Çok hızlı olan akışlara **türbilant akış** denir ve Newton yasasına uymaz.

## Viskozite Sıcaklıkla Nasıl Değişir

Sıvıların viskozitesi sıcaklıkla artar. Sıvılarda viskozite katsayısı  $\eta$  'nın sıcaklıkla değişimi şu bağıntı ile verilir.  $\eta = A.e^{E/RT}$

Viskozitenin sıcaklıkla değişimini aşağıdaki grafikte gösterebiliriz.



Sıvıların viskozite katsayısı sıcaklık arttıkça artar, viskozite azalır, akışkanlık artar.

## Viskozite Ölçülmesi

1. Yarıçapı bilinen kılcal borudan akış hızı ölçülerek viskozite bulunabilir.

$$\frac{V}{t} = \frac{\pi r^4}{8\eta} \frac{P_1 - P_2}{y_2 - y_1}$$

Bu sisteme örnek Oswald viskozimetresidir.

2. Akışkan içinden katı küresel bir cismin düşüş hızı ölçülerek bulunabilir. Burada Stokes yasası geçerlidir. Bu sisteme örnek Höppler viskozimetresidir.

Aşağıda bugün kullanılan değişik viskozimetre şekilleri görülmektedir.



## Oswald Viskozimetresi ile Viskozite Ölçümü

Yarıçapı  $r$  olan kılcal bir borudan  $t$  zamanında ve sabit  $P$  basıncı altında akan bir sıvının hacmi Poiseuille eşitliğine göre aşağıdaki gibidir.

$$V = \frac{\pi \cdot p \cdot t \cdot r^4}{8 \cdot l \cdot \eta} \quad \text{Bu eşitlikten } \eta \text{ çekersek} \quad \eta = \frac{\pi \cdot p \cdot t \cdot r^4}{8 \cdot V \cdot l} \quad \text{olur.}$$

İki farklı sıvı için kılcal borunun uzunluğu, yarıçapı ve akan sıvı hacmi sabit olduğuna göre, bu sabitleri  $k$  ile gösterirsek  $\eta = k \cdot p \cdot t$  olarak yazabiliriz.

Viskozimeterde yoğunluğu  $d$  olan sıvıyı kapilerden aşağıya iten  $p$  basıncı  $p = h \cdot d \cdot g$  olur. Burada  $h$  ve  $g$  her bir sıvı içinde sabit olduğuna göre  $\eta = k \cdot p \cdot t$  eşitliğinde  $p = h \cdot d \cdot g$  yi yerine yazıp eşitliği düzenlersek iki sıvı arasındaki viskozite katsayısı oranı olan aşağıdaki eşitliği elde ederiz.

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{d_1 \cdot t_1}{d_2 \cdot t_2}$$

Sıvılardan biri referans sıvısı olarak alınır.

Deneme sıcaklığındaki yoğunluklar çizelgelerden bulunur.

Sıvıların viskozitesi ile sıcaklık arasında  $\eta = A \cdot e^{E/RT}$  bağıntısı vardır. Her iki tarafın logaritmasını alırsak;

$$\log \eta = \frac{E}{2,303 RT} + \log A \quad \text{eşitliğini elde ederiz.}$$

$\log \eta$  ile  $1/T$  arasında çizilen grafiğin eğimi ile  $E$  değeri hesap edilir. Bulunan  $E$  değeri  $\eta = A \cdot e^{E/RT}$  eşitliğinde yerine konulara viskozite katsayısı bulunur.

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{d_1 \cdot t_1}{d_2 \cdot t_2}$$

Eşitliğinde viskozite katsayısı bilinmeyen  $\eta_2$  yi çekersek

$$\eta_2 = \frac{\eta_1 d_2 t_2}{d_1 t_1}$$

eşitliğini buluruz. Burada yoğunluk ve akış süreleri farklı sıcaklıklarda ölçülerek yerine yazılır ve viskozite değeri hesaplanır.

$\eta = A \cdot e^{E/RT}$  bağıntısında  $A$  değerini çekersek  $A = \frac{e^{E/RT}}{\eta}$  eşitliğini elde ederiz.

## DENEYİN

### YAPILIŞI

Viskozimetre sabit sıcaklık banyosuna asılır. 10 ml saf su konur ve ilk ölçümün yapılacağı  $18^\circ\text{C}$ ' ye gelmesi beklenir. Su kapilerden  $a$  üst çizgi seviyesinin üzerine kadar çekilir. Sonra su akmaya bırakılır.  $a$  üst çizgisinden geçtiği anda kronometre çalıştırılır ve  $b$  alt çizgisine geldiği zaman durdurularak geçen süre kaydedilir. Aynı işlemleri  $25^\circ\text{C}$  ve  $35^\circ\text{C}$  de tekrar ederiz. Alkol için de her üç sıcaklıkta deneme yapılır.

Yapılan ölçüm sonuçları tabloya toplu olarak çıkarılmıştır. 18 °C de alkolün viskozite katsayısı;

$$\eta_2 = \frac{\eta_1 d_2 \cdot t_2}{d_1 \cdot t_1} \text{ ise } \eta_2 = \frac{1,0559 \text{ cP} \cdot 0,789 \text{ gr/cm}^3 \cdot 112 \text{ sn}}{0,997 \text{ gr/cm}^3 \cdot 36 \text{ sn}}$$

$\eta_2 = 2,5997 \text{ cP}$  olarak bulunur.

Su için  $d = 0,997 \text{ gr/cm}^3$  alkol için  $d = 0,789 \text{ gr/cm}^3$  alınmıştır.

		SU	ALKOL
T = 18 °C 291 K	t	I. Ölçüm	00:00:36:82
		II. Ölçüm	00:00:36:64
	$\eta$	1,0559	2,5997
	$\log \eta$	0,0236	0,4149
	1/T	0,003436	0,003436
T = 25 °C 298 K	t	I. Ölçüm	00:00:31:30
		II. Ölçüm	00:00:30:81
	$\eta$	0,897	1,8220
	$\log \eta$	-0,0472	0,2605
	1/T	0,003356	0,003356
T = 35 °C 308 K	t	I. Ölçüm	00:00:27:51
		II. Ölçüm	00:00:26:84
	$\eta$	0,720	1,2272
	$\log \eta$	-0,1427	0,0889
	1/T	0,003247	0,003247

Yandaki tabloda görüldüğü gibi alkol ve suyun viskozite katsayıları sıcaklıkla birlikte azalmıştır. Sıcaklık attıkça viskozite katsayısı artar, viskozite azalır, akışkanlık artar.

Grafikten eğimi su için  $m = -16,079$  ve alkol için  $m = 77,024$  bulunur.

Eğim bize  $E/RT$  değerini verdiği göre su için  $E = -3 \cdot 10^9$  ve alkol için  $E = 14 \cdot 10^9$  bulunur.

$\eta = A \cdot e^{E/RT}$  bağıntısında A değerini çekerek  $A = \frac{e^{E/RT}}{\eta}$  eşitliğini elde etmiştik. Bulduğuz değerleri her üç sıcaklıkta alkol ve su için yerine koyarsak aşağıdaki A değerlerini elde ederiz.

Alkol ve su için A değerleri

	291 K	298 K	308 K
SU	0,83389805	0,984558347	1,231554261
ALKOL	0,707643991	0,995342651	1,449419046

## Log $\eta$ ile 1/T Arasında Çizilen Grafikler ve Eğimleri

