



GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

KM392
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ LABORATUARI I

1A. VİSKOZİTE ÖLÇÜMLERİ

Prof. Dr. METİN GÜRÜ
Prof. Dr. AYLA ALTINTEN
Arş. Gör. Dr. BİRCE KARAMAN

DENEYİN AMACI

- Viskozite ölçümleri deneyinin amacı, sıvıların istenilen sıcaklıktaki viskozitelerini (ağıdalı akış katsayılarını) kinematik ve dinamik olarak belirlemektir.

VISKOZİTE NEDİR?

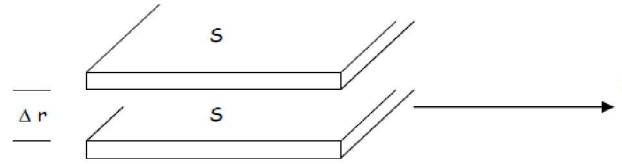


❑ Günlük yaşamımızda bal, koyu kıvamlı sıvı yağlar vb. sıvıların diğerlerinden daha yavaş aktığını gözlemek mümkündür.

❑ Bir sıvının hareketini komşu sıvı tabakalarının birbiri üzerinde kayması gibi düşünülebilir. İşte birbiri ile temasta olan farklı hıza sahip komşu sıvı tabakaları arasındaki iç sürtünmeye ağıdalı akış (viskozluk) denir.

❑ Başka bir deyişle, sıvının akışa karşı gösterdiği iç direncin bir ölçüsüdür.

❑ Gerçek bir sıvı içinde birbirinden çok küçük (moleküler mertebe) bir Δr uzaklığında bulunan ve yüzey alanı S olan paralel iki düzlem tabaka düşünelim (Şekil-1).



Şekil-1

❑ Deneyler bir sıvı tabakasının birim yüzeyine düşen direnç kuvvetinin tabakalar arasındaki hız değişimi ile orantılı olduğunu göstermiştir. Böylece;

$$F / S = \eta \Delta v / \Delta r \quad (1)$$

yazılabilir. Burada η sıvının cinsine bağlıdır ve ağıdalı akış katsayısı ismini alır.



VISKOZİTENİN BİRİMLERİ

- SI birim sisteminde viskozitenin birimi pascal saniyedir.
- (Pa.s) Pa.s(pascal.saniye) birimi ; $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$ veya N s m^{-2} ile eşdeğerdir.
- CGS birim sistemindeki viskozite birimi poise ($\text{g cm}^{-1} \text{s}^{-1}$) dir.
 - **1 poise = 0,1 Pa.s veya**
 - **1cP (centi poise) =1mPa s(mili Pa s)dir.**
 - **1 poise = 100 centipoise = 1 g/(cm·s) = 0.1 Pa·s.**
- Suyun viskozitesi 20 °C'de 1.0020 cP dir. Yaklaşık 1 cP.
- Sıcaklık 0 °C den 100 °C çıktığında, suyun viskozitesi 1.79 cP den 0.28 cP ye düşer).

VISKOZİTE ÇEŞİTLERİ

❑ **Mutlak (Dinamik Viskozite):** Akış halindeki bir sıvının 1 gramlık bir kütlesinin 1 saniyede cm olarak kat ettiği mesafedir. CGS sistemine göre mutlak viskozitenin matematiksel ifadesi 1 g/(cm.s)'dir. **Mutlak viskozitenin birimi "Poise"dir.** Genellikle 1/100'üne eşit olan centipoise (cP) kullanılır.

❑ **Kinematik Viskozite:** Mutlak viskozitenin özgül ağırlığa bölünmesiyle elde edilir. Mutlak viskozitesi 1 g/(cm.s) ve özgül ağırlığı 1 g/cm olan bir sıvının kinematik viskozitesi;

$$\gamma = \frac{\frac{1g}{cm.s}}{\frac{1g}{cm^3}} = \frac{cm^2}{s}$$

Kinematik viskozitenin birimi "Stokes"dur.

Sıvıların Viskozitesi Üzerine Sıcaklık ve Basınç Etkisi

- ❑ **Sıvıların viskozitesi, artan sıcaklıkla azalır.** Boşluk (hole) teorisine göre, bir sıvı içerisinde boşluklar bulunmaktadır ve moleküller sürekli boşluklara hareket ederler. Bu olay akışa izin verir, fakat bir molekülün bir boşluğa taşınması bir aktivasyon enerjisine ihtiyaç duyduğundan enerji gerektirir. Yüksek sıcaklıklarda, aktivasyon enerjisi daha kolay temin edilebildiğinden, sıcaklık yükseldikçe sıvı daha kolay akar.



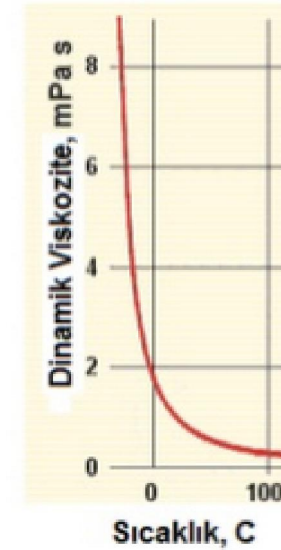
- ❑ Diğer yandan, **artan basınçla bir sıvının viskozitesi azalır**, çünkü basıncın arttırılması sıvı içerisindeki boşluk sayısını azaltır ve bunun sonucu moleküllerin hareketi zorlaşır.

Sıvıların Viskozitesi Üzerine Sıcaklığın Etkisi

Sıcaklığın sıvıların viskozitesi üzerine etkisine suyun farklı sıcaklıklara ölçülen kinematik viskozite değerleri örnek verilebilir. Aşağıdaki tablodan da görüldüğü gibi 0 °C'deki suyun kinematik viskozitesi 1.31 cSt iken 50 °C'deki suyun kinematik viskozitesi 0.661 cSt'dir. Sonuç olarak artan sıcaklıkla viskozite azalmıştır.

Suyun farklı sıcaklıklarda kinematik viskozitesi

Sıcaklık °C	Kinematik viskozite cSt
0	1.79
10	1.31
20	1.01
30	0.804
40	0.661
50	0.556
60	0.477



Gazların Viskozitesi Üzerine Sıcaklık ve Basınç Etkisi

□ Gazlara ait viskozite ifadesi aşağıdaki şekilde verilmektedir.

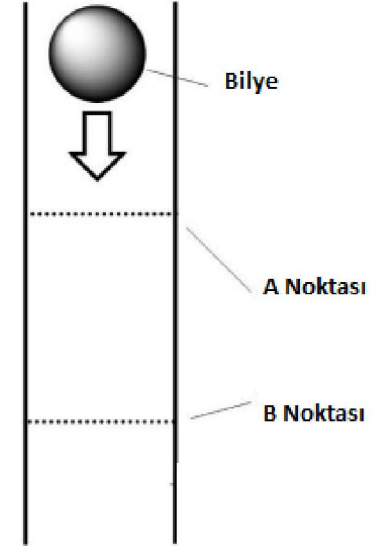
$$\eta = \frac{(m k T)^{1/2}}{\pi^{3/2} d^2} \quad (2)$$

- Bu ifadeye göre bir gazın viskozitesi molekül çapına (d), molar kütleye (m) ve sıcaklığa (T) bağlıdır. **Viskozite gazın yoğunluğundan ve basınçtan etkilenmez. Ancak çok yüksek basınç altında basınçla birlikte viskozitesi artar.**
- Viskozitenin sıcaklığın kare köküyle arttığı denklemden görülür. Bu nedenle de **sıcaklık artıkça viskozite artar**. Sıcaklık yükseldikçe bir tabakadan komşu tabakaya daha çok sayıda molekül geçer ve böylece tabakalar arası sürtünme ve viskozite artar.

DENEYİN YAPILIŞI

Limit Hız Yöntemi ile Viskozite Tayini

- Deneyde kullanılacak 3 farklı bilyenin çapları bir kumpas yardımıyla ölçölür.
- Viskozite katsayısı bulunacak sıvı (gliserin), cam bir mezölün içine doldurulur. Silindir üzerinde belirlenen iki nokta arası bir cetvelle ölçölür ve ‘h’ yüksekliğini belirlenir.
- Bilyeler sırayla sıvı üzerine yavaşça bırakılır ve ilk işaret çizgisine (A noktası) vardığı anda kronometre başlatılır. İkinci işaret çizgisine (B Noktası) ulaştığı anda da kronometre durdurulur ve bilyenin ‘h’ yüksekliğini ne kadar zamanda aldığı bulunur (t).
- t değerini kullanarak $V = h/t$ eşitliğinden, limit hız(V) değeri bulunur.
- Elde edilen veriler kullanarak, sıvının viskozite katsayısı hesaplanır.



Limit Hız Yöntemi
(Düşen Bilye Metodu)

Limit Hız Yöntemi ile Viskozite Tayini

$$\eta = \frac{2gr^2(d' - d)}{9v} \quad (3)$$

η : ağdalı akış katsayısı, g : yer çekimi kuvveti, r : bilyenin yarı çapı, d' : kürenin yoğunluğu d : sıvının yoğunluğu, v : düşme hızı

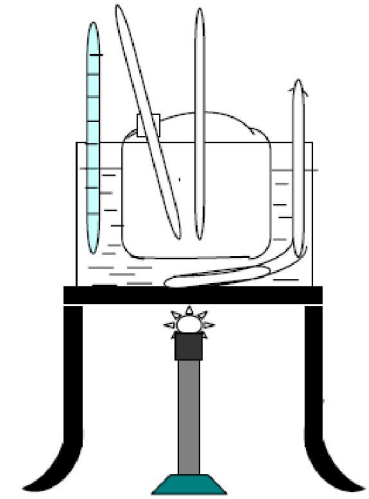
Katı bilyenin sıvı içinde aşağı doğru hareketi sırasında yüzeylerde oluşan ve sıvının aşağı doğru hareketini engelleyen kuvvete direnç kuvveti denir. Bu kuvvet aşağıdaki faktörlere bağlıdır.

- ☐ Katı taneciğin boyutları
- ☐ Katı taneciğin şekli ve biçimi
- ☐ Aşağı doğru hareket hızı
- ☐ Sıvının yoğunluğu
- ☐ Sıvının viskozitesi

DENEYİN YAPILIŞI

Engler Viskozimetresi ile Viskozite Tayini

- ❑ Deney cihazındaki kap içindeki çentikler kapatacak şekilde tıkaç kapalıyken suyla doldurulur.
- ❑ Toplama kabı akacak sıvının dışarı akmayacağı şekilde akış deliğinin altına yerleştirilir.
- ❑ Suyun sıcaklığı 20°C iken tıkaç açılarak toplama kabı 50 ml olana kadar geçen süre ölçülür. Bu işlem 3 kez tekrarlanır.
- ❑ Daha sonra su yerine yağ konulur.
- ❑ Banyo elektrik ile ısıtılmaya başlandı. 25°C, 37°C, 52°C'ta 3'er kez toplama kabı 50ml olana kadar geçen süre ölçülür.
- ❑ Değerlerin ortalaması alınır ve deney tamamlanır.



Engler Viskozimetresi

$$T(^{\circ}C)'deki \text{ viskozite} = \frac{T(^{\circ}C)'deki \text{ sıvının akış süresi (sn)}}{20^{\circ}C'deki \text{ suyun aktığı süre (sn)}} \quad (4)$$

VERİ SAYFASI

Tablo 1. Engler Viskozimetresi ile Viskozite Tayini Deney Veriler

Akışkan türü	Sıcaklık (°C)	Akış süresi (s)		
		1.Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm
SU	20	10.69	10.57	10.32
YAĞ	25	96.54	96.13	96.50
	37	54.91	52.84	54.44
	52	33.96	32.91	32.16

Tablo 2. Limit Hız Yöntemi ile Viskozite Tayini Deney Verileri

Çap (m)	Yükseklik (m)	Süre (s)	Yoğunluk (kg/m ³)	Hız (m/s)	Viskozite (kg/m.s)
0.0051	0.113	1.87			
0.0056	0.113	1.55			
0.0060	0.113	1.35			

DENEY SONUCUNDA YAPILMASI GEREKEN HESAPLAMALAR

- ☐ Limit hız yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen deney sonucunda gliserinin viskozitesini bulunuz.
- ☐ Engler viskozimetre deneyi sonucunda yağın farklı sıcaklıklar için viskozitesini hesaplayınız. Ayrıca deney sonucunu yorumlayınız.
- ☐ Her iki deney sonucunda bulduğunuz viskozite deneylerinin sonucunu literatür ile karşılaştırınız ve yorumlayınız.