UE1080350 DÜŞEN KÜRE VİSKOZİMETRE

DENEY PROSEDÜRLERİ

- **Isı fonksiyonu olarak gliserin sulu çözeltisinin içine düşerken kürenin aldığı zamanı ölçün**
- **Dinamik viskoziteyi belirleyin ve literatürde belirtilen değerlerle karşılaştırın.**
- **Dinamik viskozitenin sıcaklığa bağlı olmasını Andrade tahminleriyle karşılatırın ve aktivasyon enerjisini belirleyin.**

AMAÇ

Gliserin sulu çözeltisinin dinamik viskozitesinin belirlenmesi

ÖZET

Dinamik viskozite, sıvının içerisinde hız gradyanı ve kesme gerilimi arasındaki orantılılık katsayısı bir nesnenin sıvı içerisinde akmasının ne kadar zor olduğunu niteler. Bu durum Höppler tarafından tasarlanmış düşen küre viskozimetre kullanılarak ölçülebilir. Ayrıca akım termostatlar ile birlikte ısı bağımsız ölçümler yapmak da mümkündür. Ölçümler gliserin su çözeltisinin kullanıldığı deneyde yapılmıştır. Bu durum Andrade denkleminde belirlendiği gibi viskozitenin sıcaklığa dayandığını gösterir.

GEREKLİ CİHAZLAR

Miktar	Cihazlar	Ürün no.
1	Düşen Küre Viskometresi	**1012827**
1	Dijital Kronometre	**1002811**
1	Daldırma / Sirkülasyon Termostatı (230 V, 50/60 Hz)	**1008654 veya**
	Daldırma / Sirkülasyon Termostatı (115 V, 50/60 Hz)	**1008653**
2	Silikon hortumlar İç çapı: 6 mm	**1002622**
1	Gliserol, 250 ml	**1007027**
1	Huni	**1003568**
Ayrıca önerilir:		
1	Takım 10 cam kap, kısa şekilde	**1002872**
2	Dereceli Silindir, 100 ml	**1002870**
	Distile su	

TEMEL İLKELER

Bir sıvının viskozitesi (akışkanlığı) sıvının atomları ya da molekülleri arasındaki müşterek bağlantı etkileşiminden kaynaklanmaktadır. Bileşen partiküller daha az hareketli olduğunu için bağlanmaları daha kuvvetli olur. Sonrasında akış profili oluşturmak adına hız gradyanı için daha büyük kesme gerilimi gerekmektedir. Hız gradyanı ve kesme gerilimi arasındaki orantılılık sıvının ne kadar akışkan olduğuyla ölçülür (bu durumda dinamik ya da kesme viskozitesi). Dinamik viskozitenin kesme stresine bağlı olmadığı sıvılar Newtonian sıvılar olarak bilinirler.

Birçok sıvının dinamik viskozitesi η artan sıcaklıkla beraber düşer. Bu düşüş genellikle Andrade denkleminin yardımıyla açıklanır:

(1) $$\eta = \eta_0 \cdot \exp\left(\frac{E_A}{R \cdot T}\right)$$

E_A: sıvıdaki atomların/moleküllerin aktivasyon enerjisi
T: mutlak sıcaktık

$R = 8{,}314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$: evrensel gaz sabiti

Dinamik viskozite genellikle kürenin sıvı içerisinde yerçekimine bağlı olarak batması gözlemlenerek ölçülür. Batış (çökme) Stokes çekişi tarafından yavaşlatılır.

(2) $$F_1 = \eta \cdot 6\pi \cdot r \cdot v$$

r: kürenin yarıçapı

Bu kürenin sabit bir hızla v düşmesine sebep olur. Yerçekimi etkisi sıvının kürenin üzerindeki kaldırma kuvveti tarafından azaltılır:

(3) $$F_2 = \frac{4\pi}{3} \cdot r^3 \cdot (\rho_0 - \rho) \cdot g$$

ρ_0: kürenin yoğunluğu, ρ: incelenecek olan sıvının yoğunluğu
g: yerçekimine bağlı ivme

Bu F_1 ve F_2 kuvvetleri arasında dengeye sebep olur:

(4) $$\eta = \frac{2}{9} \cdot r^2 \cdot g \cdot (\rho_0 - \rho) \cdot \frac{t}{s}$$

s: mesafe
t: mesafe üzerinde batma sırasında geçen zaman

Aslında, denklem (2) sıvıyla dolu ölçüm silindirinin çapının küreden çok daha büyük olduğu durumlarda yalnızca küre üzerindeki çekilmeyi tanımlamaktadır. Bu da daha fazla deney sıvısı kullanılmasını gerektirmektedir. Bu yüzden uygulamada silindir dikey eğimi olan Höppler düşen küre viskozimetresi kullanılması yaygındır. Küre dönerek ve kayarak borunun alt kısmına düşer. Bu durumda dinamik viskozite için denklem aşağıdaki gibidir:

(6) $$\eta = t \cdot (\rho_0 - \rho) \cdot K$$

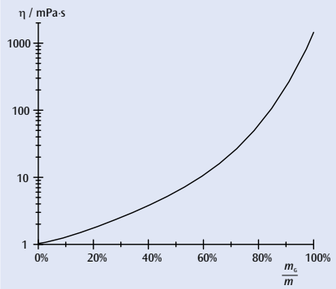
Kalibrasyon faktörü K imalatçı tarafından temin edilen her küre için ayrı ayrı alınmıştır. Sistematik hatalardan kaçınmak için ölçme silindiri ters çevrilir. Böylece kürenin batmaya başladığı noktaya geri dönüşü (batışı) de ölçülebilir.
Bu deney yaygın ya da bahçe gliserini üzerinde yapılmıştır. %85'i gliserinden oluşan sulu gliserin çözeltisi kullanılmıştır. Sağ gliserinin akışkanlığı birçok uygulama için yüksek olduğundan bu çözelti bilinçli olarak hazırlanmıştır. Viskozite sıcaklık fonksiyonu olarak ölçülmüştür. Bu amaçla viskozimetre akım termostatına bağlanmıştır. Gliserin solüsyonunu belli miktardaki damıtılmış suyun içinde çözerek viskozitenin yoğunlukla ilişkisi ölçülebilir.

DEĞERLENDİRME

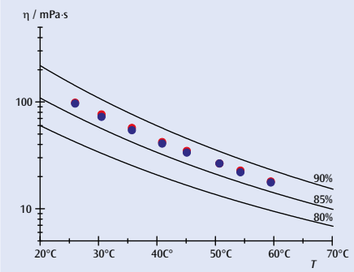
Ölçülen viskozitenin literatürde belirtilen değerlerle karşılaştırılması sonucunda imalatçı tarafından belirtilen değerlere uyduğu gözlemlenmiştir. Denklem (1) aşağıdaki formda yeniden düzenlenebilir:

$$\ln \eta = \ln \eta_0 + E_A \cdot \frac{1}{R \cdot T}$$

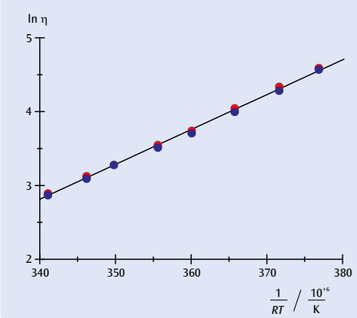
Bu da $y = \ln \eta$ $x = \frac{1}{R \cdot T}$ karşına çizilebilir ve aktivasyon enerjisinin E_A sonuç olarak çıkan gradyan doğrularından bulunabileceği anlamına gelir.



Şekil 1: Kütlenin yoğunluğunun fonksiyonu olarak 20°C'de sulu gliserin çözeltisinin dinamik viskozitesi (alıntılanan değerlerin enterpolasyonu)



Şekil 2: Sıcaklık fonksiyonu olarak sulu gliserin çözeltisinin dinamik viskozitesi (ölçülen değerlerin alıntılanan değerlerin enterpolasyonuyla karşılaştırılması).



Şekil 3: Andrade denklemini doğrulayan ve enerji aktivasyonun belirlenmesini sağlayan grafik (E_A = 47 kJ/mol)