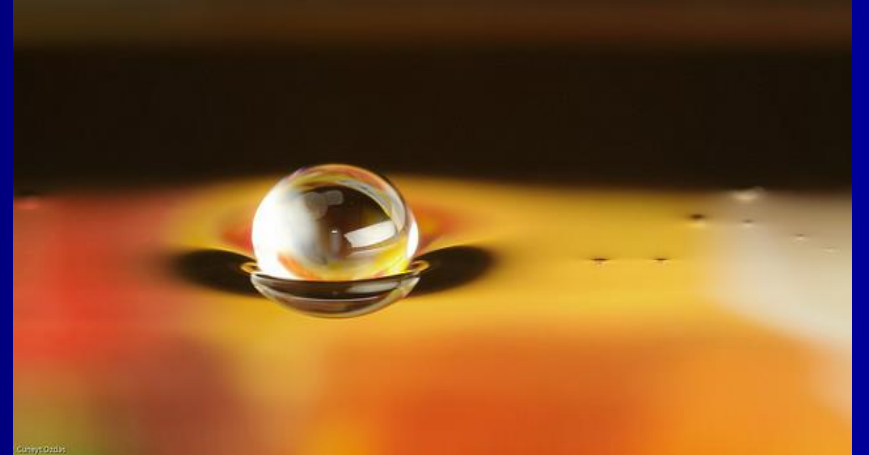


# YÜZEY GERİLİMİ



Yaprak üzerindeki çiğ damlası,  
Havada uçan küresel sabun köpüğü,  
Yüzey üzerinde dağılmadan yuvarlanıp giden  
civa damlası, gibi davranışların sebebi yüzey  
gerilimidir.

Küçük çelik iğnenin suya batmaması,  
Bazı böceklerin su üzerinde yürüyebilmeleri,  
bunların ağırlıklarıyla sıvının yüzey gerilimine  
karşı koyamamalarından kaynaklanmaktadır.  
Sıvıların bu davranışı göstermelerinin sebebi  
yüzey gerilimidir.

Sıvı-gaz, sıvı-sıvı ve sıvı-katı, katı-gaz, katı-katı gibi farklı fazlardan oluşan sistemlerde iki fazı birbirinden ayıran yüzeye **arayüzey** denir.

Eğer iki sıvı tamamen karışabiliyorsa aralarında yüzeyler arası gerilim yok demektir.

Fazlar	Arayüzey Tipleri
gaz/gaz	Ara yüzey oluşmaz
gaz/sıvı	Sıvı yüzey, atmosferle temas eden sıvı yüzey
gaz/katı	Katı yüzey, masanın yüzeyi
sıvı/sıvı	Sıvı-sıvı ara yüzeyi, emülsiyon
sıvı/katı	Sıvı-katı ara yüzeyi, süspansiyon
katı/katı	Katı-katı ara yüzeyi, birbiriyle temas eden toz partiküller

Her bir fazın kendi molekülleri **kohezyon çekim kuvvetlerinin**,

Ara yüzeydeki farklı moleküller ise **adhezyon çekim kuvvetlerinin** etkisi altındadır.

- Kohezyon  $>$  Adhezyon ise; sıvı yüzeyi ıslatmaz ve damlacık halinde kalır.
- Adhezyon  $>$  Kohezyon ise; sıvı film halinde yüzeyde yayılır ve yüzeyi ıslatır. Sıvılar kılcal boruda yükselir.

**Sıvı içindeki moleküller,** komşu sıvı molekülleri tarafından ortalama olarak aynı kuvvetle çekilirler.

Bu yüzden hiçbir kuvvetin etkisi altında değilmiş gibi hareket ederler.

**Yüzeydeki sıvı molekülleri** ise sadece sıvı tarafındaki molekülleri içe doğru çekerler. Bu çekim sıvı yüzeyinin daralmasına sebep olur.

Sıvı içerisine doğru daha fazla çekilen yüzeydeki sıvı molekülleri birbirine doğru daha çok yaklaşır ve sıvı yüzeyin küçülmesine neden olur. Bu durumda sıvı yüzeyi gergin bir membranmış gibi davranır.



Yüzey gerilimi, yüzeyin  $1 \text{ cm}^2$  artırılması için birim uzunluğa uygulanan **küvvet** olarak tanımlanır.

**Enerji** cinsinden ifade edilecek olursa, bir sıvının yüzey alanını  $1 \text{ cm}^2$  genişletmek için gereken enerjiye denir.

Birimi:     dyn/cm  
              milinewton / metre  
              erg/  $\text{cm}^2$

- Yüzey gerilimi, sıvıların yüzey alanlarını arttırmaya ve genişletmeye karşı gösterdikleri direnç olarak tanımlanır.
- Yüzey gerilimi, her birim alan artışı için yüzey enerjisi değişimidir.

Örneğin,

Suyun yüzey gerilimi  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  de  $72.8\text{ dyn/cm}$  veya  $72.8\text{ erg/cm}^2$  olduğundan suyun yüzeyini  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  de  $1\text{cm}^2$  genişletebilmek için  $72.8$  erglik bir enerjiye veya  $1\text{cm}$  boyunca sıvı yüzeyinde yer alan moleküller arası ilişkileri kesebilmek için  $72.8\text{ dyn}$  lik bir kuvvete ihtiyaç var demektir.

**Yüzeyler arası gerilim**, birbiri ile karışmayan iki sıvı arasında mevcut olan ara fazda birim uzunluğa düşen kuvvet olarak tanımlanabilir.

# Yüzey Geriliminin Önemi

- \*\*Çok fazlı sistemlerde karışımın niteliğini belirleyen karakteristik bir özelliktir.
- \*\*Homojen ve tekrarlanabilen formülasyonlarının hazırlanmasında önemli bir kriterdir.
- \*\*Adsorpsiyon sırasında yüzeyde toplanan madde miktarı hakkında bilgi verir.
- \*\*Damla boyutunu belirlemede önemli bir kriterdir.
- \*\*Biyolojik membranlardan moleküllerin penetrasyonunda önem taşırlar.

# Yüzey Gerilimini Etkileyen Faktörler

## 1-Sıcaklık

Sıvının sıcaklığı artırıldığında genişir. Sıcaklığın etkisiyle partiküller arası çekim kuvvetleri azalır.

Birçok sıvının yüzey gerilimi sıcaklık artışı ile azalır.

Moleküller arası çekim kuvvetlerinin yok sayılabileceği kritik sıcaklık civarında çok küçük bir değere ulaşır.

# Yüzey Gerilimini Etkileyen Faktörler

## 2-Konsantrasyon

Ara yüzeyde toplanma eğilimi olan maddeler yüzey gerimini düşürür.

# Yüzey Gerilimini Etkileyen Faktörler

## 3-Safsızlık

Saf bir madde yüzey gerilimi en yüksek olan maddedir.

Safsızlık artışı yüzey gerilimini düşürür.



# **Yüzey ve yüzeyler arası gerilimi ölçüm yöntemleri**

**1-Kılcalda yükselme yöntemi**

**2-Wilhelmy plate (plaka) yöntemi**

**3-DuNouy halka yöntemi**

**4-Damla yöntemi**

**\*\*Donnan pipeti yöntemi**

**\*\*Pendant damla yöntemi**

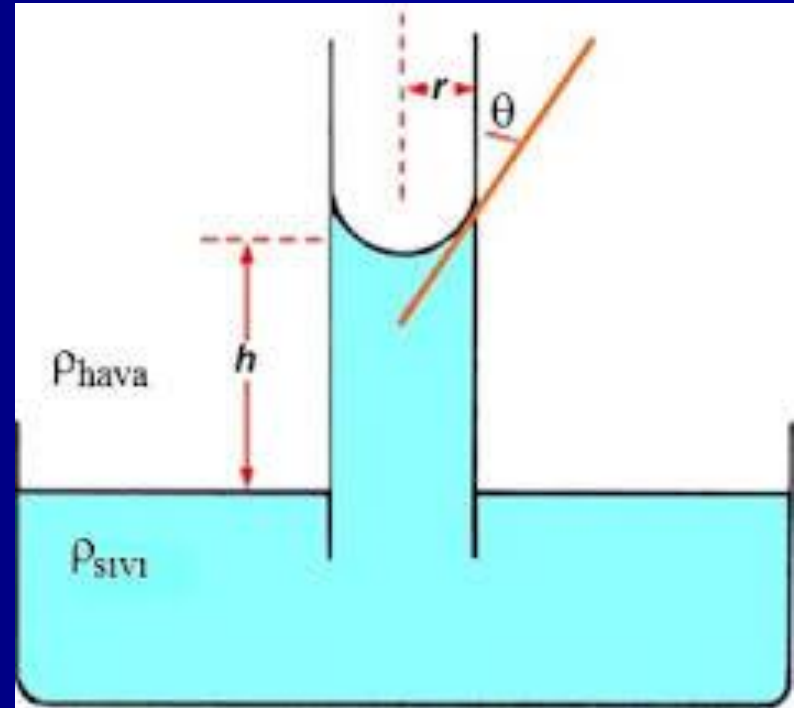
**\*\*Sesil damla yöntemi**

**5-Maksimum kabarcık yöntemi**

**6-Oscillating jet yöntemi**

# Kılcalda Yükselme Yöntemi

- Bir sıvı içerisine kılcal bir boru batırılırsa sıvı boru içinde yükselir.
- Buna sebep olan, sıvı ile kılcal boru arasında meydana gelen adhezyon kuvvetinin, sıvı molekülleri arasındaki kohezyon kuvvetinden büyük olmasıdır.
- Bu sayede sıvı kılcal borunun yüzeyini ıslatır ve yayılarak boru içinde yükselir.
- Yüzey gerilimi ile yerçekimi kuvveti dengelendiğinde yükselme hareketi son bulur.



Boru içindeki sıvının meniscus'u ile ana sıvı yüzeyi arasındaki yükseklik farkı sıvının yüzey gerilimi ile orantılıdır.

Tüp içindeki sıvı ile sıvı yüzeyi arasında oluşan yükseklik farkı göz önüne alınarak aşağıda belirtilen denklem ile yüzey gerilimi hesaplanabilir.

Hesaplanan yüzey gerilimi, tüp içindeki sıvının havaya karşı yüzey gerilimidir.

$$\gamma = \frac{1}{2}phg$$

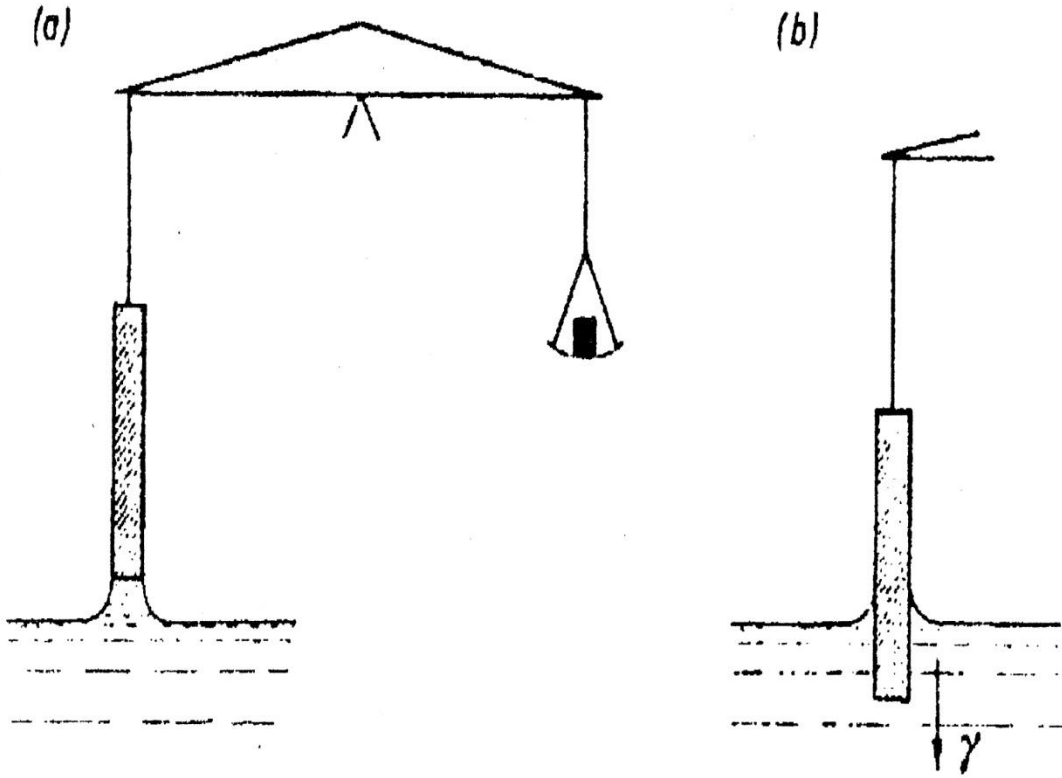
$h$ : sıvı yüksekliği(cm)

$r$ : kılcal tüp yarıçapı(cm)

$p$ : sıvı yoğunluğu(g/mL)

$g$ : 9,81  $cm/s^2$

# Wilhelmy Plate (Plaka) Yöntemi



Şekil 16. Wilhelmy levha yöntemleri: (a) koparma (b) statik.

# Wilhelmy Plate (Plaka) Yöntemi:

$$\gamma = \frac{w_k - w}{2(x + y)}$$

$$w_k - w = 2(x + y) \gamma$$

$w_k$ : Levhanın koptuğu anda terazide saptanan değer

$w$ : Levhanın ağırlığı

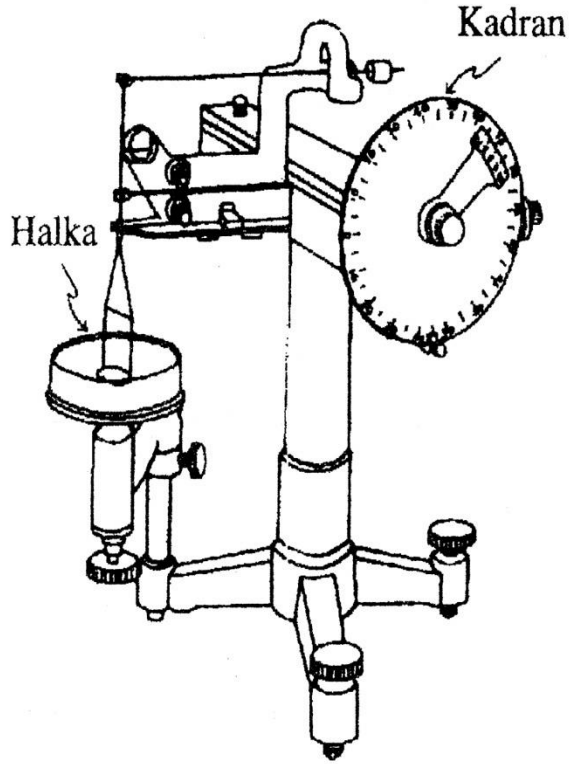
$x$ : Levhanın uzunluğu

$y$ : Levhanın genişliği

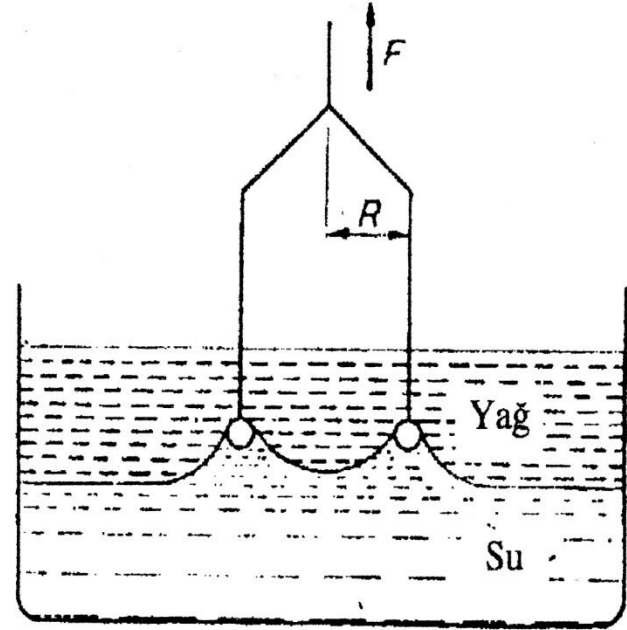
# DuNouy Halka Yöntemi

- Yüzey ve ara yüzey gerilimi ölçümlerinde yaygın olarak kullanılan bu yöntemde, platin-iridyum dan yapılmış halka şeklinde özel bir deney aparatı kullanılır .
- Bu halkanın, yüzey veya ara yüzeye paralel olarak daldırılması ve tekrar dikey yönde çekilmesi sırasında sıvının yüzey gerilimi, halka üzerinde bir kuvvet meydana getirir.
- Alet, halkanın sıvıdan koparılması için gerekli olan kuvvetin yüzey/ara yüzey gerilimi ile orantılı olması esasına göre ölçüm yapar

# Dunouy Halka Yöntemi

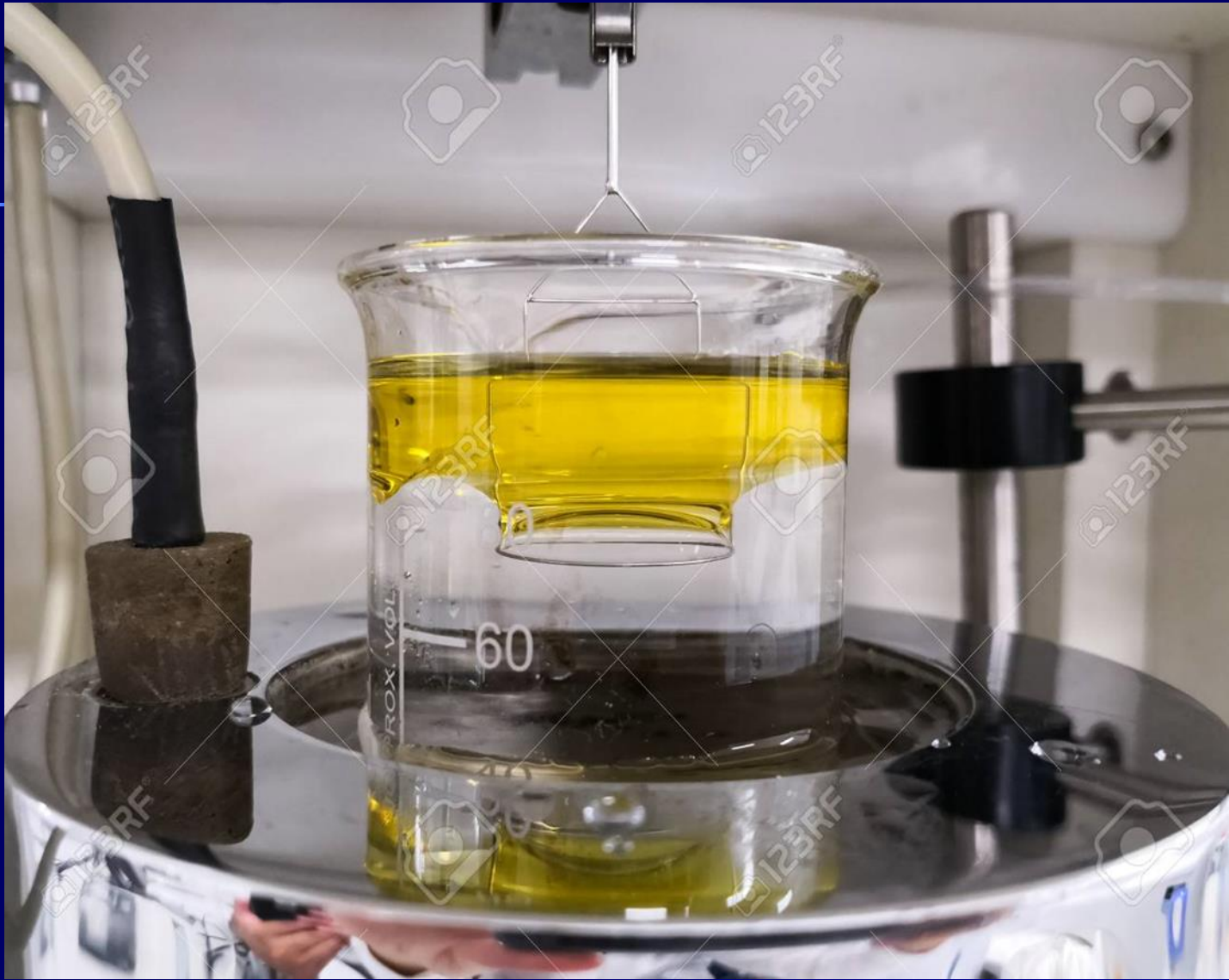


Şekil 17. Cenco DuNouy yüzey gerilim cihazı.



Şekil 18. Arayüzey geriliminin halka yöntemi ile ölçülmesi





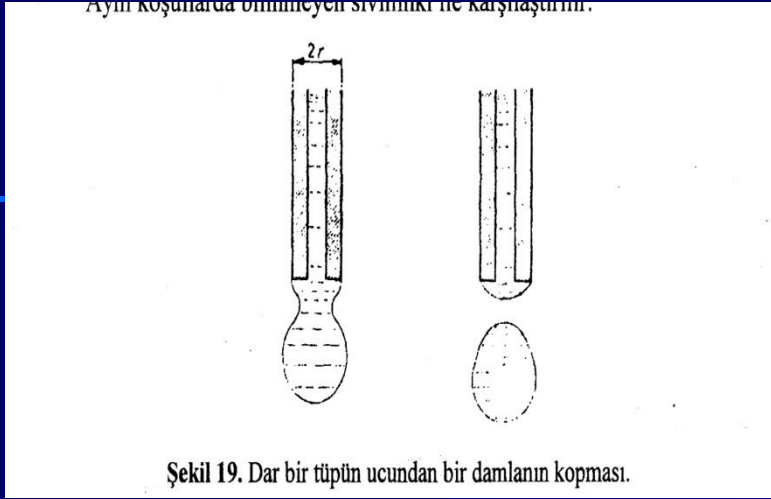


# DuNouy Halka Yöntemi

$$\gamma = \frac{\text{Kadranda okunan değer (F) (din)}}{2 \times \text{halkanın çevresi (} 2\pi r \text{)}} \times \text{aletin düzeltme faktörü } (\beta)$$

$$\gamma = \frac{F \times \beta}{4\pi r}$$

# Damla Yöntemi



Dik bir durumda tutulan dar bir tüpün ucundan bir sıvı damlasının yavaşça kopması sağlanır.

Kopan damlanın ya **ağırlığı**, ya **hacmi** yada **damla sayısı** saptanır.

Başlangıçta, yüzey gerilimi bilinen bir sıvının damla ağırlığı damla sayısı yada damla hacmi saptanır. Aynı koşullarda bilinmeyen sıvınıniki ile karşılaştırılır.

# Damla Yöntemi

Bir damlalığın yada pipetin ucunda bir damlayı tutan kuvvet damlanın tüpe temas ettiği daire boyunca olan sıvının yüzey gerilimi ile orantılıdır.

Damla uçtan tam koptuğu anda yüzey gerilim damlanın ağırlığına eşittir.

**Pratikte, damlalığın ucunda bir miktar sıvının düşmeden kaldığı gözlenerek, eşitlikteki düzeltme faktörü ilave edilmiştir.**

$$\gamma = \frac{\phi \cdot m \cdot g}{2\pi r} = \frac{\phi V \rho g}{2\pi r}$$

m: Damlanın kütlesi

V: Damlanın hacmi

$\rho$ : Sıvının dansitesi

r: Tüpün yarıçapı

$\phi$ : Düzeltme faktörü

# Damla Yöntemi

1. Donnan pipeti  
(damla adedi)
2. Pendant (Asılı) Damla yöntemi  
(damla boyutu)
3. Sesil Damla Yöntemi  
(damla çapı)

# 1. Donnan pipeti (damla adedi)

Bu yöntemle birbiriyle karışmayan sıvıların ara yüzey gerilimi ölçülür.

Pipet içersine karışmaz iki sıvıdan dansitesi küçük olan konur. Pipet diğer sıvıya daldırılır. Pipetin üst hava musluğu açılarak düşük dansiteli sıvının damlalar halinde ikinci sıvının yüzeyine çıkmasına olanak verilir ve damla adedi sayılır.

## 2.Pendant (Asılı) Damla yöntemi (damla boyutu)

Bir sıvının bir damlalığa asılı bir damlasının fotoğrafı çekilir ya da onun görüntüsü, grafik kağıdına geçirilir.

Damlanın çeşitli boyutlarından, yüzey ya da yüzeyler arası gerilim hesaplanabilir.

Bu yöntem, kapillerde sıvının yükselmesi yönteminden de üstündür.

## 3.Sesil Damla Yöntemi (damla çapı)

Bir sıvı damlası, diğer bir sıvı içine batırılmış olan düz tablaya damlatılır.

Hareketli bir mikroskopla damlanın çap uzunluğu ölçülür.

Bu yöntemle yüzeyler arası gerilim saptanır.

Deney, tablanın içine batırıldığı sıvıya karşı ara yüzey gerilimi bilinen bir sıvı ile tekrarlanır ve boyutlar karşılaştırılır.



# Salınımlı (Oscillating) Jet Yöntemi

0.01 sn gibi çok kısa bir süre içinde ölçüm yapan dinamik bir yöntemdir.

Sıvı basınçla küçük bir delikten geçirilir. Geçerken oluşturduğu dairesel kesitin fotoğrafi alınarak boyutları ile yüzey gerilimi arasında bağlantı kurulur.

# Maksimum Kabarcık Yöntemi

Kapiller bir boru içersine sıvı doldurulup bunun içine bir hava kabarcığı gönderilir.

Hava kabarcığı boyutu gittikçe büyüyerek maksimum hale gelir.

Bunun boyutu ile sıvının yüzey gerimi arasında bağlantı kurulur.

