



T.C.
BATMAN ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

MAKİNE LABARATUVARI DERSİ
HİDROSTATİK BASINÇ DENEYİ

Öğrenci No:

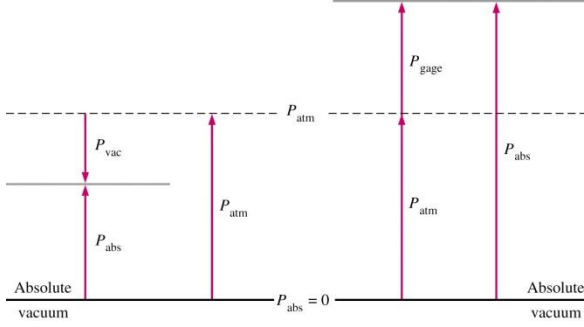
Adı Soyadı:

Deney Sorumlusu: Arş. Gör. Ferhat AKKUŞ

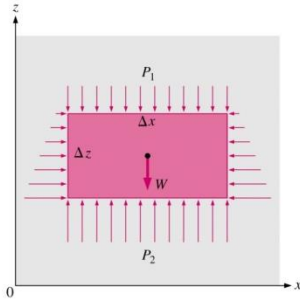
Batman - 2022

1. Giriş

- ❖ Bir akışkan tarafından birim alana uygulanan normal kuvvete basınç denir
- ❖ Basınç birimi N/m^2 olup buna pascal (Pa) denir.
- ❖ $1 \text{ kPa} = 10^3 \text{ Pa}$, $1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$, $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$, $1 \text{ psi} = 0.069 \text{ bar}$
- ❖ Binek otomobil lastiği yaklaşık $30 \text{ psi} = 2 \text{ bar}$
- ❖ Etkin, mutlak ve vakum basıncı

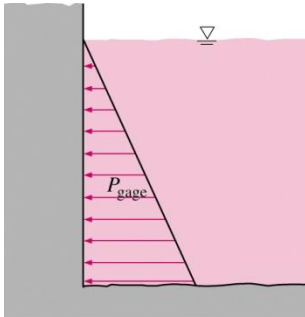


- ❖ Akışkan içerisinde herhangi bir noktadaki basınç her yönde aynıdır. Basıncın büyüklüğü var, ancak yönü yoktur. Dolayısıyla skaler bir büyüklüktür.
- ❖ Basınç, akışkan ağırlığının bir sonucudur ve yerçekimi bulunan bir ortamda sadece düşey yönde değişir. Basıncın derinlikle değişimi için yandaki akışkan kütesine denge şartı uygulanırsa,



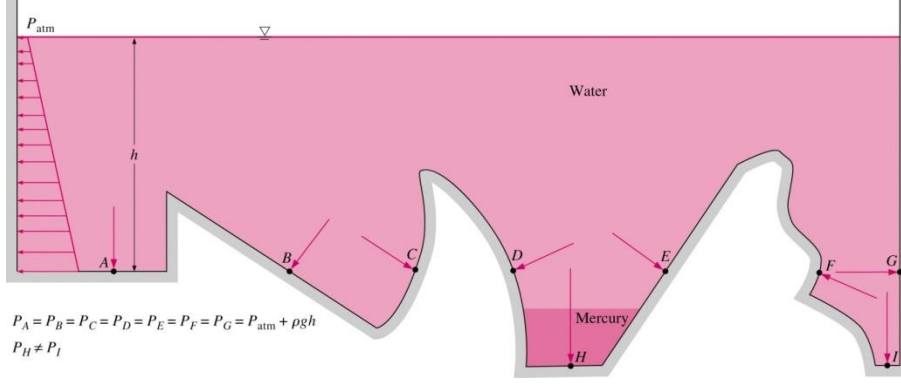
$$\sum F_z = ma_z = 0$$

$$P_2 \Delta x - P_1 \Delta x - \rho g \Delta x \Delta z = 0$$

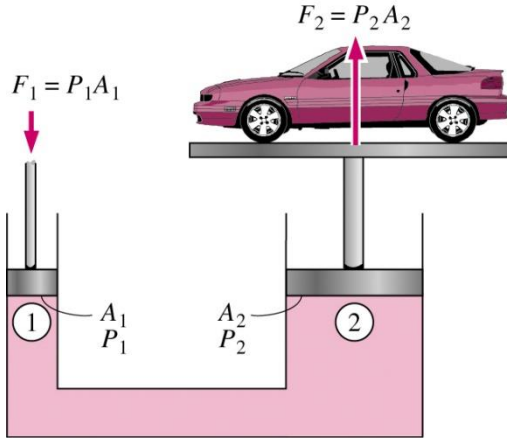


$$\Delta P = P_2 - P_1 = \rho g \Delta z = \gamma_s \Delta z$$

- ❖ O halde basınç derinlikle doğrusal olarak artar. Basınç yatay yönde değişmez.
- ❖ Bir sıvı içerisindeki basınç kabın şeklinden bağımsızdır.

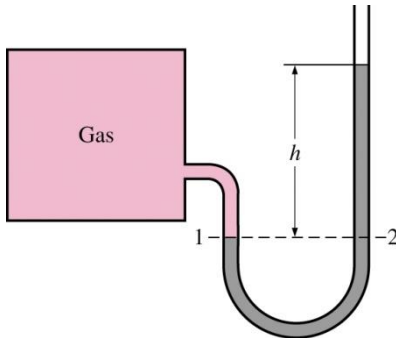


- ❖ Pascal İlkesi, Kapalı bir kaptaki akışkana uygulanan dış basınç, akışkan içerisinden her noktadaki basıncı o oranda artırır. Pistonları aynı seviyede alırsak:



$$P_1 = P_2 \rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$$

- ❖ Manometreler, Akışkan içerisinde Δz kadarlık bir yükseklik farkı $\Delta P/\rho g$ büyüklüğüne karşılık gelir. Bu ilkeye göre tasarlanmış düzenek veya cihazlara **manometre** denir. Tipik bir manometre aşağıdaki gibidir. Büyük basınçlar için yükseklikten tasarruf etmek amacıyla civa gibi yoğun akışkanlar kullanılır.

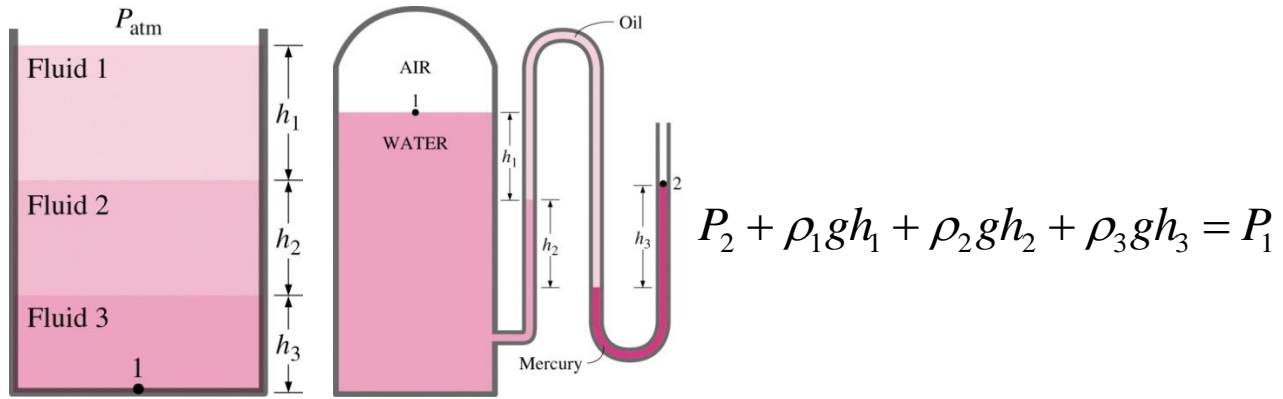


$$P_1 = P_2$$

$$P_2 = P_{atm} + \rho gh$$

- ❖ Çok Tabakalı Akışkanlar, Her bir sütunun basıncı $\Delta P = \rho gh$ ifadesinden hesaplanır. Basınç aşağı inildikçe artar (+), yukarı çıkıldıkça azalır (-). Aynı akışkanın iki noktası aynı seviyedeysse, bu iki noktanın basınçları aynıdır. Böylece bir noktadan başlayıp

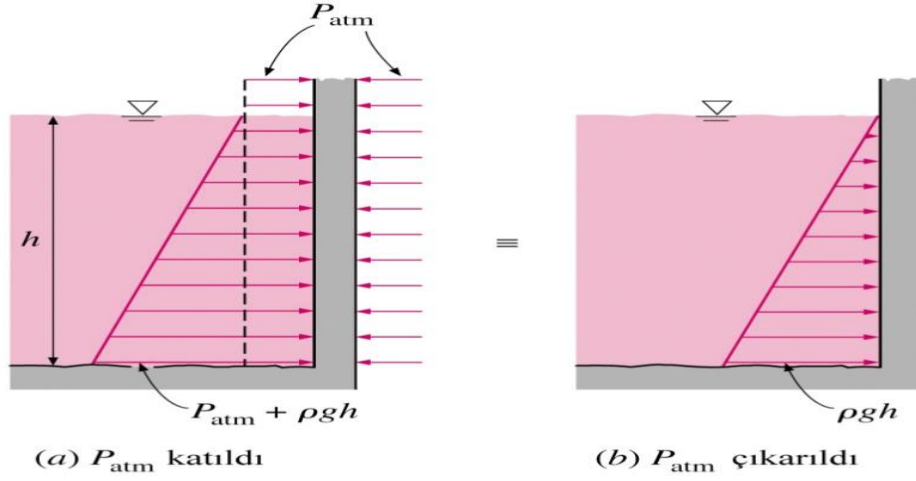
ρgh terimini aşağı inildikçe ekleyerek, yukarı çıkıldıkça çıkararak istenen noktanın basıncı hesaplanabilir:



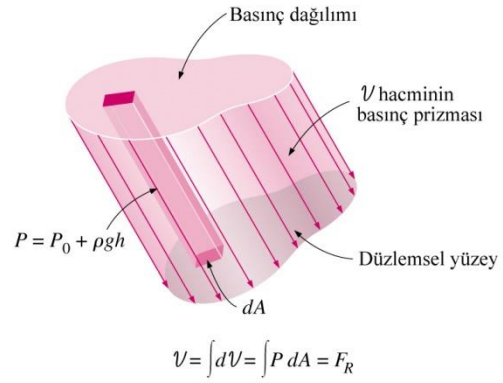
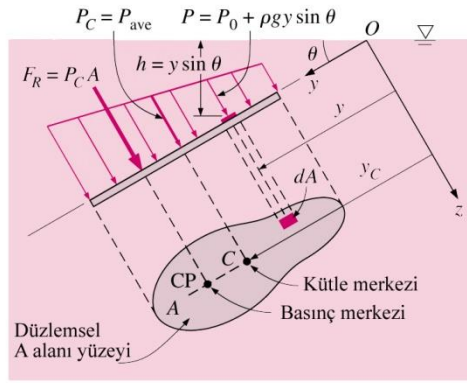
❖ Atatürk Barajı (Şanlıurfa)



- ❖ Düz yüzeye gelen hidrostatik kuvvetler bir paralel kuvvetler sistemi oluşturur. Amacımız bu tür yüzeylere gelen hidrostatik kuvvetleri ve etki noktalarını (basınç merkezi BM) belirlemektir. Yüzeyin her iki yanına da etkimesi halinde atmosfer basıncının etkisi dikkate alınmaz. Böylece sadece etkin basınçla çalışmış oluruz.



❖ Düz Yüzeğe Gelen Kuvvetler;



$$P = P_0 + \rho g h = P_0 + \rho g y \sin \theta$$

$$F_R = \int_A P dA = \int_A (P_0 + \rho g y \sin \theta) dA = P_0 A + \rho g \sin \theta \int_A y dA$$

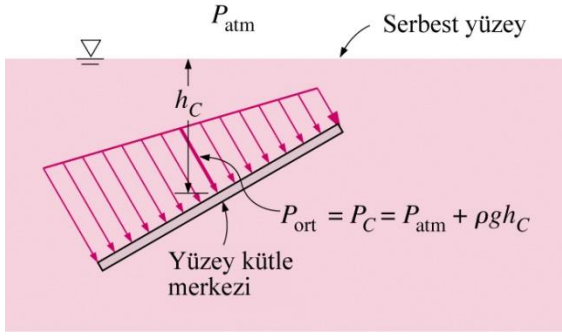
❖ Ağırlık merkezinin tanımından:

$$y_C = \frac{1}{A} \int_A y dA$$

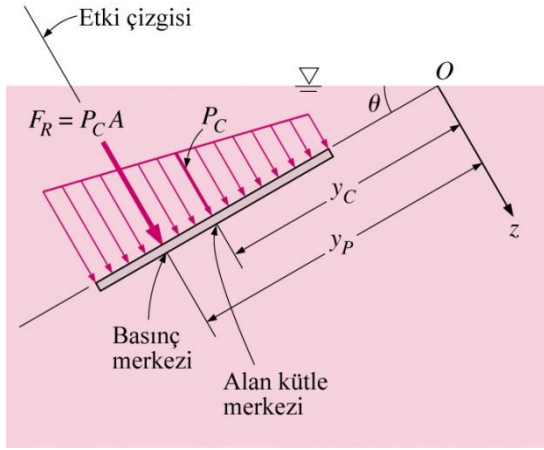
❖ Bileşke Kuvvet

$$F_R = (P_0 + \rho g y_C \sin \theta) A = (P_0 + \rho g h_C) A = P_C A = P_{\text{ort}} A$$

❖ Homojen (sabit yoğunluğa sahip) bir sıvıya tamamen daldırılan düz bir yüzey üzerine etki eden bileşke kuvvet, yüzeyin kütle merkezindeki basınç ile yüzeyin alanının çarpımına eşittir.



- ❖ Bileşke Kuvvetin Yeri, Bileşke kuvvetin etki çizgisi ile yüzeyin kesişme noktasına BM denir. Yüzeyin kütle merkezi ile BM, alan yatay olmadıkça üst üste çakışmaz. BM, moment alınarak bulunur:



$$y_P F_R = \int_A y P dA = \int_A y (P_0 + \rho g y \sin \theta) dA$$

$$= P_0 \int_A y dA + \rho g \sin \theta \int_A y^2 dA$$

$$= P_0 y_C A + \rho g \sin \theta I_{xx,O}$$

Alan 2. momenti veya alan atalet

- ❖ Çeşitli kaynaklarda verilen atalet momentleri alanın kütle merkezinden geçen eksene göre tanımlıdır (burada ise eksen takımı alanın kütle merkezinden geçmemektedir). Ancak Paralel Eksen Teoremi ile bu sorun da kolaylıkla aşılabılır:

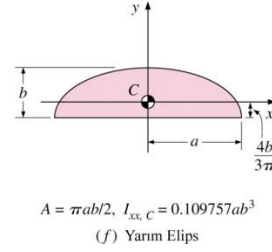
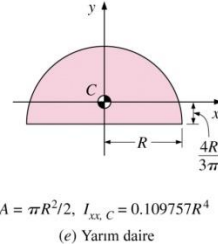
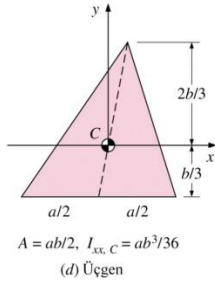
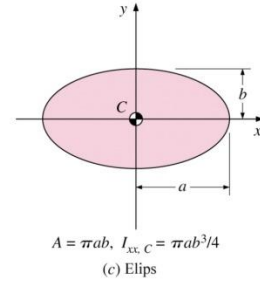
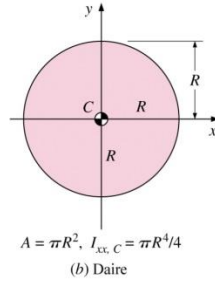
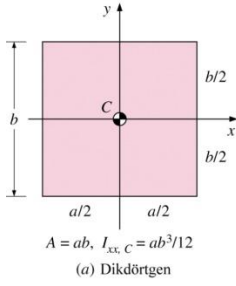
$$I_{xx,O} = I_{xx,c} + y_c^2 A$$

$$y_P = y_c + \frac{I_{xx,c}}{[y_c + P_0 / (\rho g \sin \theta)] A}$$

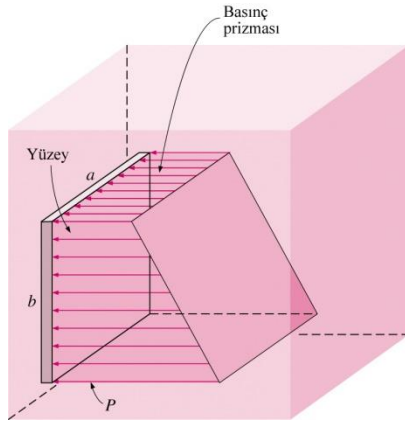
$$P_0 = 0 \quad \text{ise}$$

$$y_P = y_c + \frac{I_{xx,c}}{y_c A}$$

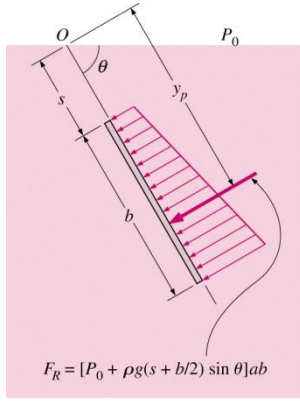
❖ Bazı düz yüzeyler ve özellikleri



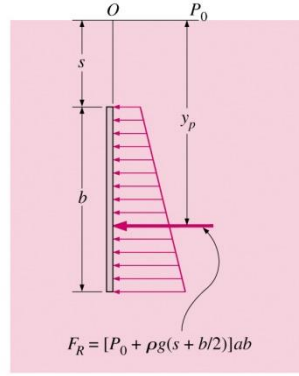
❖ Basınç Prizması: Geometrik yol, Düz bir yüzey üzerine etki eden kuvvetler, tabanı (sol yüz) yüzeyin alanı, yüksekliği de basınç olan bir hacim meydana getirir. Bu prizmanın hacmi, istenen bileşke kuvveti, kütle merkezinin yüzey üzerindeki izdüşümü ise bu kuvvetin etki noktasını verir.



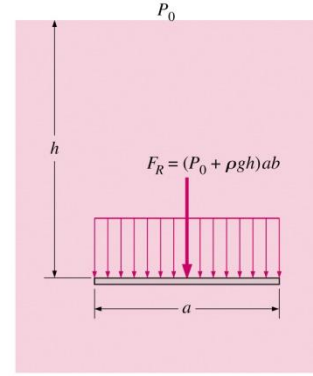
❖ Bazı Özel Durumlar,



(a) Eğik plaka

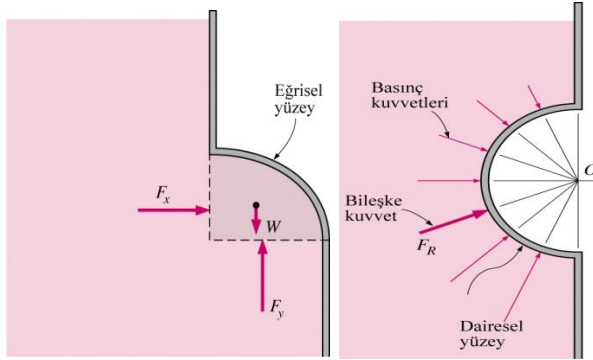


(b) Düşey plaka



(c) Yatay plaka

- ❖ Eğrisel Yüzeyler, Eğrisel yüzey sıvı üzerinde kalıyorsa, sıvı ağırlığı ve hidrostatik kuvvetin düşey bileşeni zıt yönlerde etkir. Basınç kuvvetlerinin yüzeye dik olması ve hepsinin de merkezden geçmesinden ötürü, dairesel bir yüzey üzerine etki eden hidrostatik kuvvet daima dairenin merkezinden geçer.



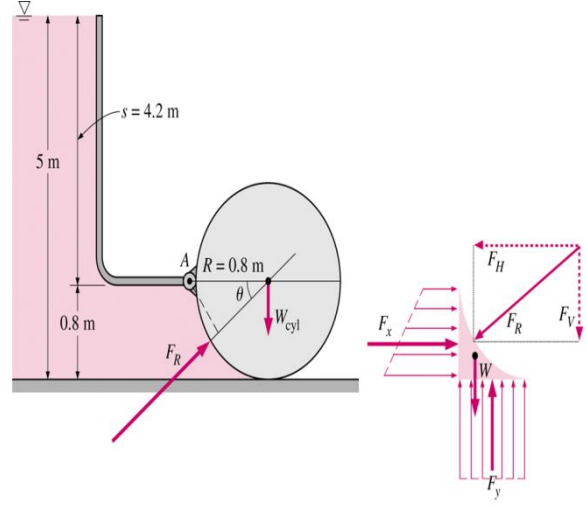
$$F_H = F_x$$

$$F_V = F_y - W$$

❖ **Örnek 1:**

A noktasından mafsallı 0.8 m yarıçapında uzun bir silindir, şekilde görüldüğü gibi otomatik kapak olarak kullanılmakta olup su seviyesi 5 m'ye ulaştığında kapak A noktasındaki mafsala etrafında açılmaktadır.

(a) Kapak açıldığında silindir üzerindeki hidrostatik kuvveti ve etki çizgisini ve (b) silindirin 1 metre uzunluğunun ağırlığını belirleyiniz.



❖ Yatay kuvvet:

$$F_H = F_x = P_{ort} A = \rho g h_c A = \rho g (s + R/2) A$$

$$= (1000 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)(4.2 + 0.8/2 \text{ m})(0.8 \text{ m} \times 1 \text{ m}) \left(\frac{1 \text{ kN}}{1000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) = 36.1 \text{ kN}$$

❖ Düşey kuvvet:

$$F_y = P_{ave} A = \rho g h_c A = \rho g h_{taban} A$$

$$= (1000 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)(5 \text{ m})(0.8 \text{ m} \times 1 \text{ m}) \left(\frac{1 \text{ kN}}{1000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) = 39.2 \text{ kN}$$

❖ Akışkan bloğunun 1 m uzunluğunun ağırlığı (aşağı yönlü):

$$W = mg = \rho g (\text{hacim}) = \rho g (R^2 - \pi R^2 / 4)(1 \text{ m}) = 1.3 \text{ kN}$$

❖ Düşey yöndeki net kuvvet:

$$F_V = F_y - W = 39.2 - 1.3 = 37.9 \text{ kN}$$

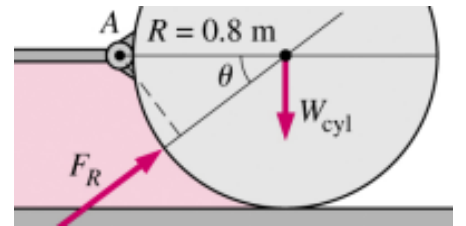
❖ Bileşke kuvvet:

$$F_R = \sqrt{F_H^2 + F_V^2} = \sqrt{36.1^2 + 37.9^2} = 52.3 \text{ kN}$$

❖ Kapak açılmak üzereyken tabanda tepki kuvveti yoktur. Mafsala göre moment alınarak;

$$F_R R \sin \theta - W_{silindir} R = 0$$

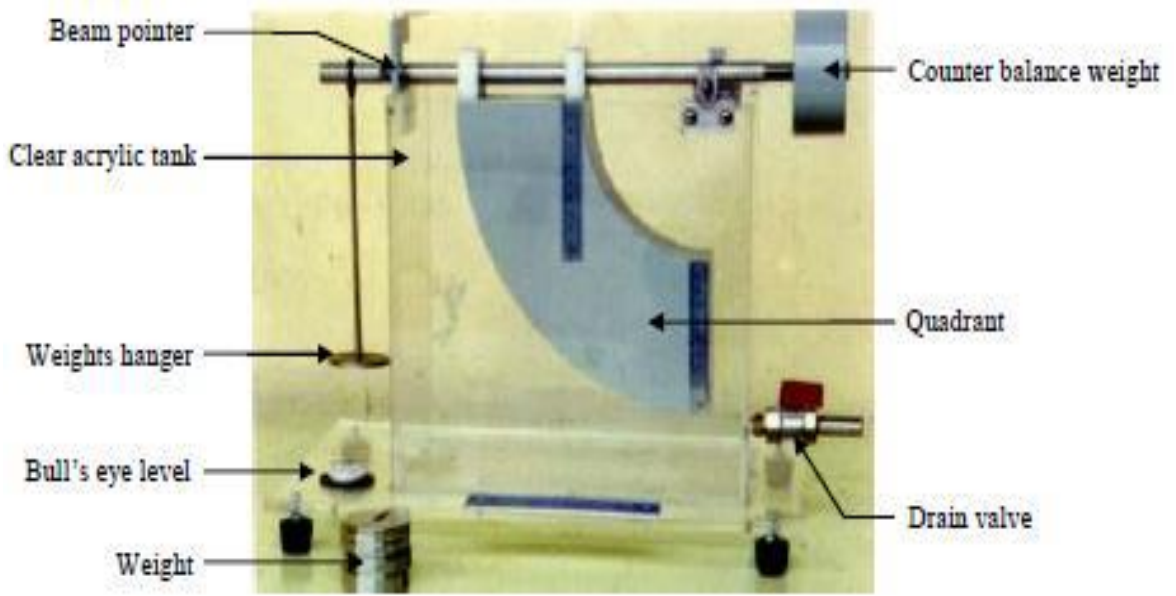
$$W_{silindir} = F_R \sin \theta = (52.3 \text{ kN}) \sin 46.4^\circ = 37.9 \text{ kN}$$



2. Deneyin Amaçları

- ❖ Akışkanlar mekaniğinde batan bir cisim üzerine etki eden basıncın bulunması
- ❖ Batmış düz bir yüzeye etki eden hidrostatik basınç kuvvetinin bulunması
- ❖ Basınç kuvvetin uygulama noktasının hesaplanması
- ❖ Yapılan hesaplamaların deneysel olarak doğruluğunun ispat edilmesi

3. Deney Düzenegi



- ❖ Bir su tankı ve içerisinde çeyrek simit şeklinde kuadrant bulunmaktadır. Kuadrantın tam merkezinde sabit mesnet bulunmaktadır. (Sabit mesnette dönme serbest, hareket serbest değildir).
- ❖ Su tankı boşken kuadrantın darası, sağ tarafta bulunan silindir hareket ettirilerek alınmaktadır.
- ❖ Tank su ile doldurulduktan sonra, su tarafından kuadrant yüzeylerine hidrostatik kuvvetler uygulanmaktadır. Bu da kuadrantın hareket etmesini sağlayacaktır.
- ❖ Tanktaki su seviyesi ne olursa olsun, diferansiyel hidrostatik kuvvetler her zaman kesit alana diktir ve kuadrantın merkezinden geçmektedir. Dolayısıyla bunların bileşkesi olan net kuvvetler de yine kuadrantın merkezinden geçeceği için, sabit mesnet etrafında herhangi bir hareket oluşturmayacaktır. Bu yüzden eğik yüzeye etki eden radyal kuvvetler deneyde hesaba katılmamaktadır.
- ❖ Tanka su eklendiği zaman düz yüzeye etki eden hidrostatik kuvvetten dolayı terazinin sol kefesi yukarı doğru kalkacaktır. Bu durumda sol kefeye ağırlık eklenecek ve bu ağırlığın sabit mesnede göre oluşturduğu moment, kuadrantın düz yüzeyine etki eden hidrostatik kuvvetin oluşturduğu momente eşit olmak zorundadır. Bu prensiple, teorik olarak hesaplanan hidrostatik kuvvet ve uygulama noktasının doğru olup olmadığı kontrol edilecektir.
- ❖ Tanktaki su seviyesi drenaj vanası ile kontrol edilmektedir.

4. Deneyin Yapılışı

- ❖ Boş tankı su terazisi sıfırı gösterecek şekilde kalibre ediniz.
- ❖ Ağırlık askısını astıktan sonra, sistemdeki terazinin dengesini, sağ tarafta bulunan silindiri döndürerek ayarlayınız.
- ❖ Kuadrantın üst düz yüzeyine kadar gelecek şekilde su ekleyiniz.
- ❖ Su eklendikten sonra, hidrostatik kuvvetlerden dolayı, kuadrant sabit mesnet etrafında saat yönünde dönecektir. Sistemdeki teraziyi tekrar sıfırı gösterecek şekilde sol keseye ağırlık asmak sureti ile tekrar ayarlayınız. Kaç kg'lık ağırlık astığınızı not alınız.
- ❖ Düz yüzeye gelen hidrostatik kuvveti ve bunun uygulama noktasını her iki yoldan hesaplayınız. Yüzey ölçüleri: 75 mm X 100 mm olarak verilmektedir. Hidrostatik kuvvetin uygulama noktası hesaplanırken, su seviyesinden basınç merkezinin su seviyesinden yüksekliği esas alınmalıdır.
- ❖ Hidrostatik kuvvet ve yerini hesapladıktan sonra kuadrantın merkezinde bulunan sabit mesnede olan uzaklığını (y ekseninde) hesaplayınız.
- ❖ Aynı şekilde, sol kefeye asılan net ağırlık miktarını sabit mesnede uzaklık (x ekseninde) ile çarparak moment alınız.
- ❖ Hesaplanan momentler birbirine eşit olmalıdır.
- ❖ Bu deneyi su seviyesini azaltarak, hidrostatik kuvvet miktarı ve uygulama noktası değiştirmek sureti ile tekrarlayınız.
- ❖ Son olarak, farklı su seviyelerinde eğik yüzeylere etki eden net hidrostatik kuvvetleri hesaplayınız.

ÖLÇÜLER		
İç yarıçap	R1	100 mm
Dış yarıçap	R2	200 mm
Düz yüzey alanı	A	100 x75 mm
Ağırlık ile sabit mesnet arasındaki yatay uzaklık	L	280 mm