

Newton' un Elemanter Sürtünme Kanunu – Basınç Kavramı

Soru 1 : $\epsilon_{su}=2 \cdot 10^4 \text{ kg}_f \text{ cm}^{-2}$, $\Delta p=100 \text{ atm}$ iken suyun hacminde meydana gelen değişim oranını hesap ediniz ve bulduğunuz sonuca göre suyun sıkışmaz kabul edilip edilmeyeceğini açıklayınız. (ϵ = Hacimsel Elastiklik Modülü)

$$1 \text{ atm} = 1 \text{ kg cm}^{-2} \Rightarrow \Delta p = 100 \text{ kg cm}^{-2}$$

$$\Delta p = -\epsilon \Delta V / V \Rightarrow \text{Hacimsel değişim} = \Delta V / V = -\Delta p / \epsilon = -5 \cdot 10^{-3}$$

Hacimsel değişim miktarı çok küçük olduğu için su sıkışmaz kabul edilir.

Soru 2 : Aralarında 1 mm uzaklık bulunan iki tabakadaki hızlar arası 1.5 cm s⁻¹ fark vardır. Akışkan su olduğuna göre, iki tabaka arasındaki kayma gerilmesini SI ve MKS birim sisteminde belirleyiniz ($\nu_{su}=1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$).

$$\tau = \mu_{su} \frac{du}{dy} = \rho_{su} \cdot \nu_{su} \cdot \frac{du}{dy}$$

$$\nu_{su} = 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} \quad du = 1.5 \text{ cm s}^{-1} = 0.015 \text{ m s}^{-1} \quad dy = 1 \text{ mm} = 0.001 \text{ m}$$

MKS birim sisteminde

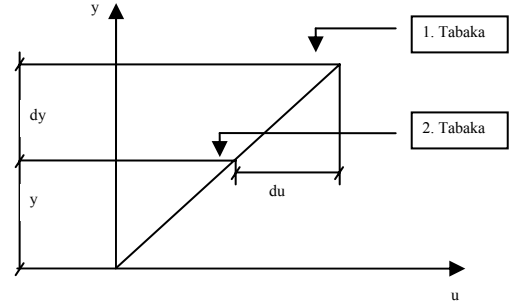
$$\gamma_{su} = 1 \text{ t m}^{-3} = \rho_{su} \cdot g \Rightarrow \rho_{su} = 102 \text{ kg}_f \text{ s}^2 \text{ m}^{-4}$$

$$\tau = 102 \times 1 \cdot 10^{-6} \times 0.015 / 0.001 = 0.0015 \text{ kg}_f \text{ m}^{-2}$$

SI birim sisteminde

$$\gamma_{su} = 9810 \text{ N m}^{-3} = \rho_{su} \cdot g \Rightarrow \rho_{su} = 1000 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\tau = 1000 \times 1 \cdot 10^{-6} \times 0.015 / 0.001 = 0.015 \text{ N m}^{-2}$$



Soru 3 : Bir yükleme-boşaltma istasyonunda, yatayla 30° açı yapan eğimli ve pürüzsüz bir yüzeyden, P=50 kg_f ağırlığında bloklar aşağıya bırakılmaktadır. Blokların yüzey alanı S=0.2 m² 'dir. Blokların U=1.8 m s⁻¹ sabit hızla aşağıya inmelerini sağlamak için, eğimli yüzeyle blok arasına sürülecek, 0.003 mm kalınlığındaki yağ tabakasının dinamik viskozitesini hesaplayınız.

Bloğu aşağıya doğru hareket ettiren kuvvet (F₁) ile ters yöndeki viskoz kuvvet (F₂) birbirine eşit olduğunda ivme sıfır, hız sabit olacaktır.

$$\Sigma \vec{F} = m \cdot a = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

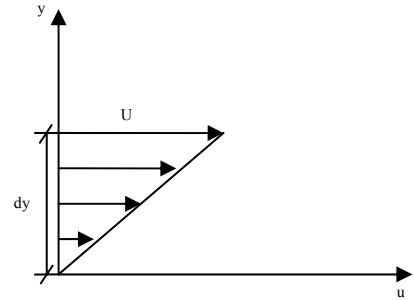
$$a = 0 \Rightarrow F_1 = -F_2 = P \cdot \sin 30^\circ = 25 \text{ kg}_f$$

$$\tau = |F_2| / S = 125 \text{ kg}_f \text{ m}^{-2}$$

Böyle pürüzsüz bir yüzey üzerinde söz konusu akışkan hareketinin yüzeye paralel olacağı yani tabakalı olarak tanımlanan akım meydana geleceği kabul edilebilir. Yağ tabakası kalınlığı küçük olduğu için hız profilini doğrusal kabul ediyoruz.

$$\frac{du}{dy} = \frac{1.8 - 0}{0.003 \times 10^{-3}} = 6 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$$

$$\tau = \mu_{yağ} \frac{du}{dy} \Rightarrow \mu_{yağ} = \frac{\tau}{du/dy} = 2.08 \times 10^{-4} \text{ kg}_f \cdot \text{s m}^{-2}$$



Soru 4 : Bir yağ akımı sırasında, aralarında 1 cm uzaklık bulunan tabakaların hızları, sırasıyla, U₁=2 cm s⁻¹ ve U₂=3 cm s⁻¹ olduğuna göre, bu bölgedeki kayma gerilmesinin kg_f cm⁻² cinsinden değerini belirleyiniz. ($\gamma_{yağ} = 0.8 \text{ t m}^{-3}$; $\nu_{yağ} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$)

$$\gamma_{yağ} = 0.8 \text{ t m}^{-3} = 800 \text{ kg}_f \text{ m}^{-3}$$

$$\gamma_{yağ} = \rho_{yağ} \cdot g \Rightarrow \rho_{yağ} = 81.55 \text{ kg}_f \text{ s}^2 \text{ m}^{-4}$$

$$\tau = \mu_{yağ} \frac{du}{dy} = \rho_{yağ} \cdot \nu_{yağ} \cdot \frac{du}{dy}$$

$$\nu_{yağ} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} \quad du = U_1 - U_2 = 3 - 2 = 1 \text{ cm s}^{-1} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m s}^{-1} \quad dy = 1 \text{ cm} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\tau = 81.55 \times 1 \cdot 10^{-4} \times 1 \cdot 10^{-2} / 1 \cdot 10^{-2} = 8.16 \times 10^{-3} \text{ kg}_f \text{ m}^{-2} = 8.16 \times 10^{-7} \text{ kg}_f \text{ cm}^{-2}$$

Newton' un Elemanter Sürtünme Kanunu – Basınç Kavramı

Soru 5 : Suyun verilmiş bir sıcaklıkta mutlak buharlaşma basıncının $p_{su,m}=0.23 \text{ t m}^{-2}$ olduğu bilindiğine göre, bu basıncın rölatif değerini $\text{kg}_f \text{ cm}^{-2}$ cinsinden hesaplayınız. ($p_{atm}=1 \text{ kg}_f \text{ cm}^{-2}$)

Mutlak basınç: $p_{su,m}=0.23 \text{ t m}^{-2} = 0.023 \text{ kg}_f \text{ cm}^{-2}$ Rölatif basınç: $p_{su,r} = p_{su,m} - p_{atm} = -0.977 \text{ kg}_f \text{ cm}^{-2}$

Soru 6 : Deniz suyunun özgül ağırlığını 1.02 t m^{-3} kabul ederek, $z=1000 \text{ m}$ derinlikteki mutlak ve rölatif basınç değerlerini $\text{kg}_f \text{ cm}^{-2}$ cinsinden bulunuz. ($p_{atm}=1 \text{ kg}_f \text{ cm}^{-2}$)

$\gamma_{deniz} = 1.02 \text{ t m}^{-3} = 1020 \text{ kg}_f \text{ m}^{-3} = 0.00102 \text{ kg}_f \text{ cm}^{-3}$ $z = 1000 \text{ m} = 100000 \text{ cm}$

$p_{rölatif} = \gamma_{deniz} \cdot z = 0.00102 \times 100000 = 102 \text{ kg}_f \text{ cm}^{-2}$

$p_{mutlak} = p_{rölatif} + p_{atm} = \gamma_{deniz} \cdot z + p_{atm} = 103 \text{ kg}_f \text{ cm}^{-2}$

Soru 7 : 25 m derinlikte çalışan bir dalgıcın maruz kaldığı basınç farkını hesaplayınız. ($\gamma_{deniz}=1025 \text{ kg}_f \text{ m}^{-3}$)

$p_{atm} = 1 \text{ kg}_f \text{ cm}^{-2} = 10 \text{ t m}^{-2}$ $\gamma_{deniz} = 1025 \text{ kg}_f \text{ m}^{-3} = 1.025 \text{ t m}^{-3}$

$p_{mutlak} = p_{rölatif} + p_{atm} = \gamma_{deniz} \cdot z + p_{atm} = 1.025 \cdot 25 + 10 = 35.63 \text{ t m}^{-2}$

25 m derinlikteki basınç, yüzeydeki basınçtan (p_{atm}) 25.63 t m^{-2} fazla ve dalgıcın maruz kaldığı basınç farkı da bu değere eşittir.

Soru 8 : Bir dağın etek ve zirvesinde yapılan barometre ölçümlerinde, civa sütunu yüksekliği, sırasıyla, $h_1=74 \text{ cm}$ ve $h_2=59 \text{ cm}$ olarak kaydediliyor. Bu dağın yüksekliğini bulunuz. ($\gamma_{hava} = 1.27 \text{ kg}_f \text{ m}^{-3}$; $\gamma_{civa} = 13.6 \text{ t m}^{-3}$)

$p_{hava,1} = \gamma_{civa} \cdot h_1 = 13.6 \times 0.74 = 10.06 \text{ t m}^{-2}$

$p_{hava,2} = \gamma_{civa} \cdot h_2 = 13.6 \times 0.59 = 8.02 \text{ t m}^{-2}$

$\Delta p = p_{hava,1} - p_{hava,2} = 2.04 \text{ t m}^{-2}$

$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}_f \Rightarrow \Delta p = 2040 \text{ kg}_f \text{ m}^{-2}$

$\Delta p = \gamma_{hava} \cdot H_{dağ} \Rightarrow H_{dağ} = \Delta p / \gamma_{hava} = 1606 \text{ m}$

Soru 9 : Kütleli $m=0.20 \text{ kg}_f \text{ s}^2 \text{ m}^{-1}$ olan bir silindir, yağ ile doldurulmuş düşey bir boru içerisinde kayarak aşağıya inmektedir. Silindir ve boru eksenleri çakışiktır. Hava basıncı etkisini ihmal ederek, silindirin birim yer değiştirmesine karşı gelen hız değişimi ve yağ tabakasında oluşacak kayma direnci ile silindirin boru içerisinde ulaşacağı son hız değerini bulunuz. ($\gamma_{yağ} = 820 \text{ kg}_f \text{ m}^{-3}$; $\nu_{yağ} = 6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$)

W : Silindir hızı ve akışkanın silindire temas ettiği noktadaki hız değeri

$\tau = \mu_{yağ} \frac{dw}{dx} = \rho_{yağ} \cdot \nu_{yağ} \cdot \frac{dw}{dx}$

$\gamma_{yağ} = \rho_{yağ} \cdot g \Rightarrow \rho_{yağ} = 83.65 \text{ kg}_f \text{ s}^2 \text{ m}^{-4}$

$dw = W - 0 \quad dx = 0.1 \text{ mm} = 0.0001 \text{ m}$

$dw/dx = (W / 0.0001) \text{ s}^{-1}$

$\tau = 83.65 \times 6 \cdot 10^{-6} \times W / 1 \cdot 10^{-4} = 5.02 \cdot W \text{ kg}_f \text{ m}^{-2}$

Silindirin hız değeri için sınır değer (W), ağırlığı (P) ile viskoz kuvvetin (F) dengeli duruma geldiği andır.

$\Sigma \vec{F} = m \cdot a = \vec{P} + \vec{F}$

$a = 0 \Rightarrow P = -F = m \cdot g = 0.2 \times 9.81 = 1.96 \text{ kg}_f$

Kayma gerilmesi $\tau = \frac{\text{Kuvvet}}{\text{Alan}} = \frac{|F|}{S} \Rightarrow |F| = \tau \cdot S$

$S = \text{Silindirin dış yüzeyinin alanı} = \pi \cdot D \cdot L$

$|F| = \tau \cdot S = 5.02 \cdot W_f \cdot \pi \cdot D \cdot L = 1.96 \text{ kg}_f$

$D = 0.0738 \text{ m} \quad L = 0.15 \text{ m} \Rightarrow W_f = 11.25 \text{ m s}^{-1}$

