

PROBLEM ÇÖZÜMLERİ VE PROBLEM SETİ -1 (ÇÖKELME) (Hatalar Düzeltilmiş v.2)

1. d çapındaki bir taneciğin h yüksekliğindeki çökme yüksekliğine göre geçen zamanı bulunuz. Tanecğin kuvars ve birim hacim ağırlığının $2,65 \text{ g/cm}^3$ olduğu, sıvının vizkozitesinin ise $0,01 \text{ g/cm.s}$ olduğunu kabul ediniz. Suyun birim hacim ağırlığını $\gamma_w=1 \text{ g/cm}^3$ kabul ediniz.

$$V_t = \frac{g \times d^2 \times (\gamma_s - \gamma_w)}{18 \times n} = \frac{980 \text{ cm/s}^2 \times r^2 \times (2,65 - 1)}{18 \times 0,01 \frac{\text{g}}{\text{cm.s}}} = 88d^2$$

$$V_t = \frac{L}{T} \quad \text{olduğuna göre;}$$

$L=V_t \times T$ olduğundan

$$T_1=1 \text{ s için} \quad L=88 \cdot d^2 \cdot 1=88d^2$$

$$T_2=60 \text{ s için} \quad L=88 \cdot d^2 \cdot 60=5280d^2$$

$$T_3=3600 \text{ s için} \quad L=88 \cdot d^2 \cdot 3600=316800d^2$$

$d=1 \text{ cm}$ için sırasıyla T_1 , T_2 , ve T_3 değerleri; 88, 5280 ve 316800 cm olarak bulunmuştur.

2. 1 kg ağırlığındaki zemin örneği granülometrik analize tabi tutulmuştur. Elek analizi sonucu;

Taneler	Yüzde(%)
2 mm >	30
1/16 < < 2 mm	40
Elek altı	30

Elek altında kalan numune 2 litre su bulunan bir mezürde çöktürme deneyine tabi tutuluyor. Mezürün çapı 10 cm dir. Tanelerin özgül ağırlığı 2 g/cm^3 tür. En küçük ve en büyük tanelerin çökmesi için gerekli bekleme zamanı ne kadardır.

a) *Elek altında kalan kısım* $= 1000 \text{ g} \times \frac{30}{100} = 300 \text{ g}$

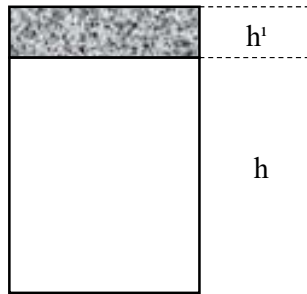
En küçük danelerin tane çapı $d=0,0002 \text{ mm}$ olup yarıçapı $r=0,0001 \text{ mm}$ dir.

Mezür hacmi $= V = A \times h$

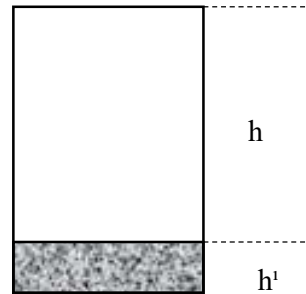
$$2000 \text{ cm}^3 = \pi \times \left(\frac{1}{4}\right) \times (0,0001)^2 \times h \quad h = 2,55 \times 10^9 \text{ cm}$$

$$300 \text{ g numunenin özgül ağırlığı} = G = \frac{m}{V} = 2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{300 \text{ g}}{V} \quad V=150 \text{ cm}^3$$

$$V=A \cdot h' \quad 150 \text{ cm}^3 = \pi \cdot 5^2 \cdot h' \quad h'=3,8 \text{ cm}$$



Çökelmeden Önce



Çökelmeden Sonra

Çökme hızı;

$$V_t = \frac{980 \text{ cm/s}^2 \times (0,00001 \text{ cm})^2 \times (2 - 1)}{18 \times 0,01 \frac{\text{g}}{\text{cm.s}}} = 0,0054 \text{ cm/s}$$

Çökelme süresi;

$$T = \frac{25,48 \text{ cm}}{2,17 \times 10^{-6} \text{ cm/s}} = 4,67 \times 10^{11} \text{ s} = 129922403 \text{ sa}$$

b) En büyük danelerin tane çapı $d=0,02 \text{ mm}$ olup yarıçapı $r=0,01 \text{ mm}$ dir.

$$h=2,55 \text{ cm} \times 10^9 + 3,8 \text{ cm}=2,55 \times 10^9 \text{ cm}$$

Çökelme hızı;

$$V_t = \frac{980 \text{ cm/s}^2 \times (0,01 \text{ cm})^2 \times (2 - 1)}{18 \times 0,01 \frac{\text{g}}{\text{cm.s}}} = 0,54 \text{ cm/s}$$

Çökelme süresi;

$$T = \frac{2,55 \times 10^9 \text{ cm}}{0,54 \text{ cm/s}} = 12992,24 \text{ sa}$$

3. İçme suyu arıtma tesisi ön çökeltme tankında havuz boyutları 3 m ve 6 m dir. Giriş suyu analiz sonucu çökebiilen askıda katı madde miktarı 2 g/L dir. Bu suyun 1 saatte çökerek arıtılması için gereken tank yüksekliğini prolendiriniz. En küçük danelerin dane çapı $d=0,005 \text{ cm}$, danelerin birim hacim ağırlığı $\gamma_s=2 \text{ ton/m}^3$ ve suyun viskozitesi 0,01 g/cm.s olacaktır.

$$V_t = \frac{980 \text{ cm/s}^2 \times (0,0025 \text{ cm})^2 \times (2 - 1)}{18 \times 0,01 \frac{\text{g}}{\text{cm.s}}} = 0,034 \text{ cm/s}$$

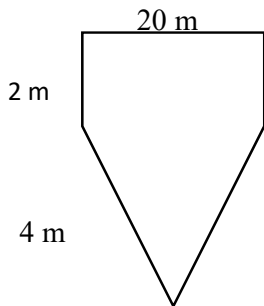
$$H=0,034 \times 3600 \text{ s (1 saat)}= 122,4 \text{ cm} \quad \text{tank yüksekliği minimum 122,4 cm olmalıdır.}$$

4. Atıksu arıtma tesisinde çökelme tankı inşa edilecektir. Dairesel ve tabanı konik olarak tasarlanacaktır. Tanka gelen atıksu 2 g/cm³ lük feldspat tanesi (kaba silt boyutu) içermektedir. Çöken feldspat tanelerinin tank tabanındaki konik kısımda toplanmasından sonra tabandan uzaklaştırılacaktır. Verilen tank boyutları dikkate alınarak tabanda tanelerin çökmesi için gereken süreyi hesaplayınız.

Veriler:

Kaba silt boyutu	:1/16-1/32 mm
Tank çapı	: 20 m
Tank yüksekliği	: 6 m
Atıksu vizkozitesi	: 0,1 g/cm.s
Tanelerin birim hacim ağırlığı	: 2,0 g/cm ³

Kaba silt ortalama boyutu 3/64 mm alınırsa yarıçapı $r=0,0234 \text{ mm}=0,00234 \text{ cm}$



Çökelme hızı;

$$V_t = \frac{980 \text{ cm/s}^2 \times (0,00234 \text{ cm})^2 \times (2,0 - 1,2)}{18 \times 0,1 \frac{\text{g}}{\text{cm.s}}} = 2,4 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$$

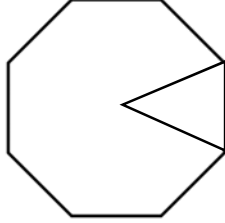
Çökelme süresi;

$$T = \frac{600 \text{ cm}}{2,4 \times 10^{-3} \text{ cm/s}} = 250000 \text{ s} = 69,44 \text{ sa} = 2,9 \text{ gün}$$

5. Bir arıtsu arıtma tesisinde çökeltme tankı inşa edilecektir. Taban kesiti düzgün sekizgen olan prizma şeklindeki çökeltme havuzunun taban ve yan duvar kalınlıkları 30 cm dir. Taban kesitindeki sekizgenin kenar uzunluğu 3 m, tabanın köşegen uzunluğu 15 metredir. Havuz derinliği 10 metredir. Havuza 1000 mg/l katı partikül içeren atıksu doldurulmuştur.

- Tane çapı 0,5 mm olan ilk tanenin çökmesi için geçen zamanı,
- Bir günlük süre sonunda çökebilecek olan en küçük tanenin çapını,
- Tüm danelerin çökeldiği ve dipte biriktiği düşünüldüğünde 100 saat sonra çökebilecek olan en son tanenin çapını,

Sudaki partiküllerin özgül ağırlığı $2,2 \text{ g/cm}^3$, vizkozitesi $\eta=0,01 \text{ g/cm.s}$ dir.



Tank yarıçapı	$a+0,3=6$	$a=5,7 \text{ m}$
Üçgenin yüksekliği	$(h+0,3)^2=6^2-(3/2)^2$	$h=5,51 \text{ m}$
Üçgenin taban kenarı	$b=\sqrt{a^2-h^2}=\sqrt{5,7^2-5,51^2}$	$b=1,46 \text{ m}$
Sekizgenin taban uzunluğu	$2b=2,92 \text{ m}$	
Sekizgenin taban alanı	$\frac{2b \times h}{2} \times 8 = \frac{2,92 \times 5,51 \times 8}{2}$	$=64,36 \text{ m}^2$
Tank hacmi	$=64,36 \times (10-0,3)$	$=624,26 \text{ m}^3$

- a. Çökelme hızı;

$$V_t = \frac{980 \text{ cm/s}^2 \times (0,025 \text{ cm})^2 \times (2,2 - 1)}{18 \times 0,01 \frac{\text{g}}{\text{cm.s}}} = 4,08 \text{ cm/s}$$

Çökelme süresi;

$$T = \frac{(1000 - 0,3) \text{ cm}}{4,08 \text{ cm/s}} = 245 \text{ s} = 0,07 \text{ sa}$$

- b. $V=(1000-0,3) \text{ cm} / 86400 \text{ s}=0,011 \text{ cm/s}$

$$0,011 \text{ cm/s} = \frac{980 \text{ cm/s}^2 \times (r)^2 \times (2,2-1)}{18 \times 0,01 \frac{\text{g}}{\text{cm.s}}} \quad r=0,001297 \text{ cm} \quad d=0,002594 \text{ cm}$$

- c. Toplam AKM= $624,26 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ m}^3/\text{L} \times 1000 \text{ mg/L}=624 \times 10^3 \text{ g}$

Hacim

$$V=(m/d)=624000 \text{ g} / 2,2 \text{ g/cm}^3=28,36 \times 10^4 \text{ cm}^3=0,2836 \text{ m}^3$$

$$h=V/A=0,2836 \text{ m}^3 / 64,36 \text{ m}^2=0,0044 \text{ m}$$

$$V=h/t=0,0044 \text{ m} / 100 \times 3600=15,84 \text{ m/s}=0,1584 \text{ cm/s}$$

$$0,1584 = \frac{980 \text{ cm/s}^2 \times (r)^2 \times (2,2-1)}{18 \times 0,01 \frac{\text{g}}{\text{cm.s}}} \quad r=0,00514 \text{ cm} \quad d=0,01 \text{ cm}$$

6. Bir hidrometre testinde 2 dakika sonra efektif derinlik 1,5 cm olarak belirlenmiştir. Ölçümdeki ortalama sıcaklık 68°F dir. Zeminin özgül ağırlığı $2,7 \text{ g/cm}^3$ dür. Zemin danesi silt mi yoksa kil midir?

$$2 \times 60 \text{ s} = \frac{1,5 \text{ cm}}{V} \quad V = 0,01199 \text{ cm/s}$$

$$0,01199 = \frac{980 \text{ cm/s}^2 \times \left(\frac{d}{2} \text{ cm}\right)^2 \times (2,7 - 1)}{18 \times 0,01 \frac{\text{g}}{\text{cm.s}}} \quad d = 7,2 \cdot 10^{-4} \text{ cm} \text{ çapında silt}$$