

1. Stokesin lain mukaan nopeudella  $V$  ilmassa liikkuvaan hiukkaseen kohdistuu vastusvoima:  
 $F_D = 3\pi \eta V D_p / C_c$   
 a) Johda pysähtyneessä ilmassa vapaasti putoavalle hiukkaselle asettumisnopeus olettaen hiukkanen palloksi, jonka halkaisija on  $D_p$  ja tiheys  $\rho_p$ .  
 b) Laske asettumisnopeus 200 nm kokoiselle hopeahiukkaselle ilmassa (tiheys  $10.5 \text{ g/cm}^3$ ).  
 c) Kuinka suuri virhe asettumisnopeudessa tehdään jos Cunninghamin kerroin unohdetaan?

2. Aerosolin hiukkasten pitoisuus on annettu kokoluokittain seuraavasti

Hiukkaskoko ( $\mu\text{m}$ )	Lukumääräpitoisuus ( $1/\text{cm}^3$ )
0-1.5	80
1.5-2.3	140
2.3-3.2	180
3.2-4.5	220
4.5-6.0	190
6.0-8.0	60
> 8.0	0

Arvioi hiukkasten aritmeettinen ja geometrinen keskihalkaisija, lukumäärä- ja pinta-alapitoisuus sekä lukumäärämediaani ja pinta-alamediaani.

3. Aerosolihuuru koostuu alunperin  $0.2 \mu\text{m}$  kokoisista magnesiumoksidihiuksista lukumääräpitoisuudella  $10^7 1/\text{cm}^3$ . Määritä aika, jonka kuluessa lukumääräpitoisuus putoaa arvoon  $10^6 1/\text{cm}^3$ . Oleta yksinkertainen monodisperssi koagulaatio vakio koagulaatiokertoimella  $5 \times 10^{-16} \text{ m}^3/\text{s}$ . Mikä on tällöin hiukkasten keskimääräinen koko?
4. Prosessin poistoilmassa on suhteelliselta kosteudeltaan 60% olevaa ilmaa, lämpötilassa  $180^\circ\text{C}$ .  
 a) Missä lämpötilassa höyry alkaa tiivistyä tasopinnoille?  
 b) Jos höyry jäähtyy riittävän nopeasti ja muodostaa uusia hiukkasia, mikä on uusien hiukkasten/pisaroiden tasapainokoko lämpötilassa  $20^\circ\text{C}$ ?
5. Levykondensaattorin levyjen välinen jännite on 4 kV sekä etäisyys toisistaan 1.1 cm. Levyjen leveys on 10 cm. Mikä pitää ilman tilavuusvirtauksen kondensaattorin läpi olla, että 10 cm pitkällä levykondensaattorilla voisi suodattaa ilmasta kaikki  $0.5 \mu\text{m}$ :n kokoiset, yhdesti varatut aerosolihiuksat?

Veden kylläisen höyryn paine

$$p_s = \exp\left(16.7 - \frac{4060}{T - 37}\right) \text{ kPa, } [T]=\text{K};$$

$$\text{Kelvinin yhtälö: } \frac{p}{p_s} = \exp\left(-\frac{4\gamma M}{\rho_p R T D_p}\right);$$

Cunninghamin kerroin:

$$C_c = 1 + \frac{\lambda}{D_p} \left[ 2.34 + 1.05 \exp\left(-0.39 \frac{D_p}{\lambda}\right) \right],$$

$$\text{helpompi muoto } C_c = 1 + \frac{2.52\lambda}{D_p} \text{ (jos pitää}$$

iteroida), veden pintajännitys on  $0.0727 \text{ N/m}$ , veden moolipaino  $18 \text{ g/mol}$ , yleinen kaasuvakio  $8.315 \text{ J/(mol K)}$ , kaasumolekyylien vapaa matka ilmassa  $66 \text{ nm}$ , ilman dynaaminen viskositeetti  $1.81 \times 10^{-5} \text{ Pa s}$ , alkeisvaraus  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .