

# Fluid mechanics

## Instruction 1

# Week 1

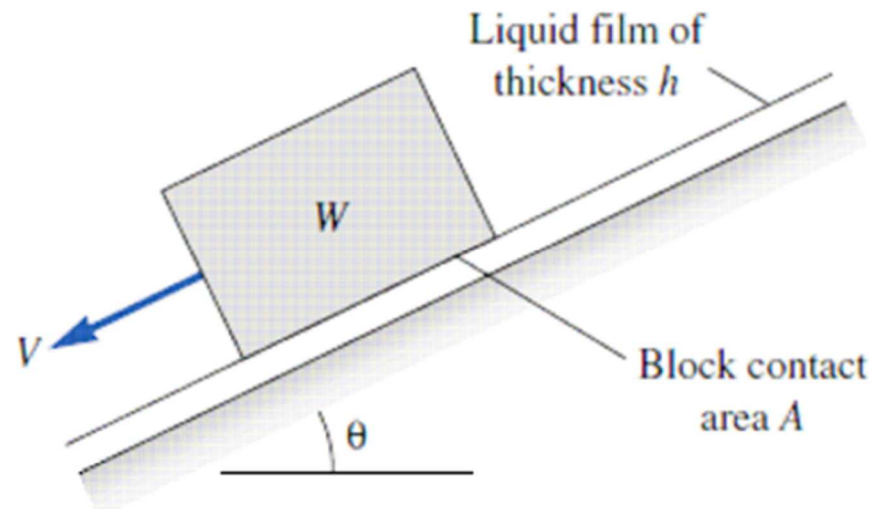
Van onderstaande vraagstukken zal tijdens de instructie er een aantal behandeld worden. Het is een goede voorbereiding er doorheen te kijken, en te proberen of je ze zelf kan oplossen.

Let op: vraagstuknummering is niet altijd uniform door de verschillende edities van 'White'.

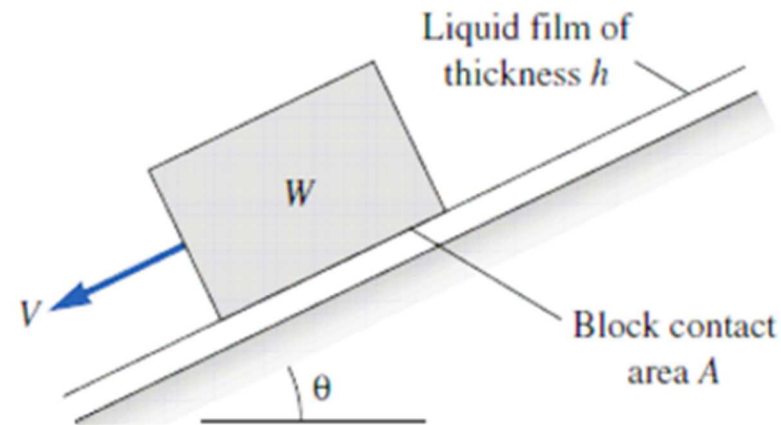
Bron: alle opgaven komen van het boek *Fluid Mechanics* van Frank M. White (McGraw-Hill Series in Mechanical Engineering)

# Viscosity

**P1.45** A block of weight  $W$  slides down an inclined plane while lubricated by a thin film of oil, as in Fig. P1.45. The film contact area is  $A$  and its thickness is  $h$ . Assuming a linear velocity distribution in the film, derive an expression for the “terminal” (zero-acceleration) velocity  $V$  of the block.



# Viscosity



**P1.46** Find the terminal velocity of the block in Fig. P1.45 if the block mass is 6 kg,  $A = 35 \text{ cm}^2$ ,  $\theta = 15^\circ$ , and the film is 1-mm-thick SAE 30 oil at  $20^\circ\text{C}$ .

Interessanter: Na hoeveel seconde is dit evenwicht bereikt?

# Viscosity

**P1.47** A shaft 6.00 cm in diameter is being pushed axially through a bearing sleeve 6.02 cm in diameter and 40 cm long. The clearance, assumed uniform, is filled with oil whose properties are  $\nu = 0.003 \text{ m}^2/\text{s}$  and  $SG = 0.88$ . Estimate the force required to pull the shaft at a steady velocity of 0.4 m/s.

Interessanter:

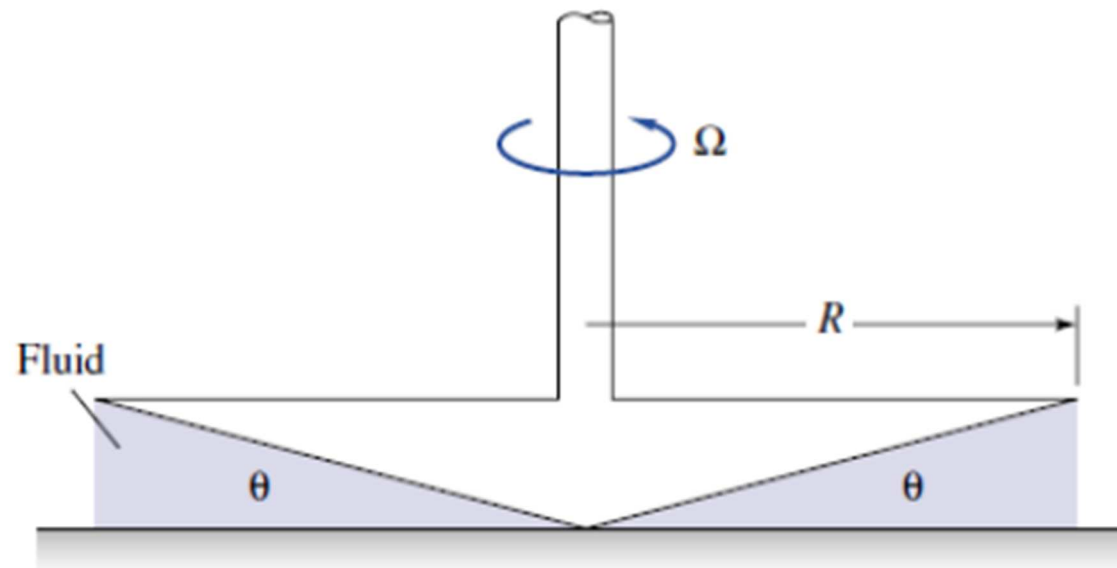
Als de binnen-cilinder een diameter heeft van  $D_1$

En de buiten-cilinder een diameter heeft van  $D_2$ ?

Welk evenwicht geldt er op elke radius?

# Viscosity

- \*P1.56 The device in Fig. P1.56 is called a *cone-plate viscometer* [27]. The angle of the cone is very small, so that  $\sin \theta \approx \theta$ , and the gap is filled with the test liquid. The torque  $M$  to rotate the cone at a rate  $\Omega$  is measured. Assuming a linear velocity profile in the fluid film, derive an expression for fluid viscosity  $\mu$  as a function of  $(M, R, \Omega, \theta)$ .



# Surface tension

Het drukverschil tussen binnen en buitenkant van een zeepbel,  $Dp$ , hangt uitsluitend af van de oppervlaktespanning van het zeepvlies  $s$  en de straal van de bel,  $R$ .

Hint:  $[s] = \text{Kg/s}^2$ . We hebben gemeten dat  $Dp$  voor een bel van  $R = 2 \text{ cm}$   $5.2 \text{ Pa}$  bedraagt. We plakken twee zeepbellen tegen elkaar aan, met stralen  $R_1 = 7 \text{ cm}$ , en  $R_2 = 4 \text{ cm}$ .

Bepaal

- Druk  $p_1$  en  $p_2$ . Hint: op grond van dimensies is er een direct verband tussen de gegeven grootheden.
- De kromtestraal van het vlies tussen de twee bellen. Let op het teken!
- Oppervlaktespanning kan geïnterpreteerd worden als een trekkracht (per meter lengte) die het vlies op een contactlijn uitoefent. Welke hoeken maken de drie oppervlakken ([lucht-bel 1], [lucht-bel 2] en [bel1-bel2] onderling? Schets!

