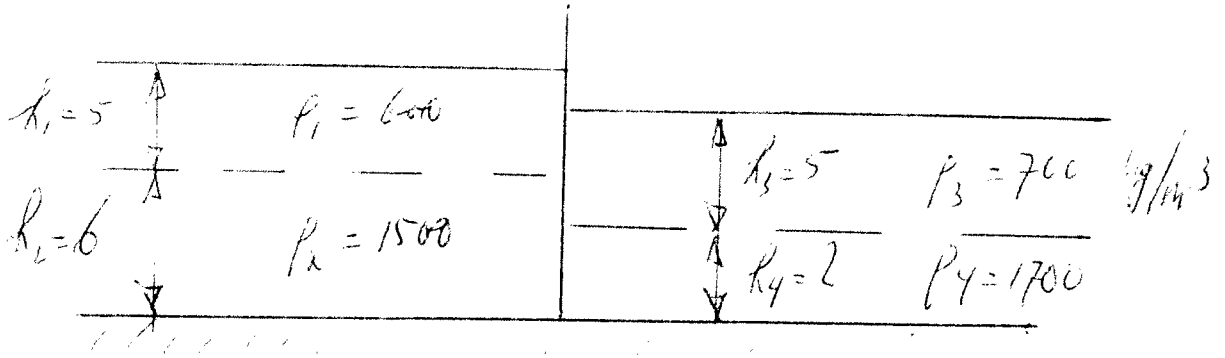
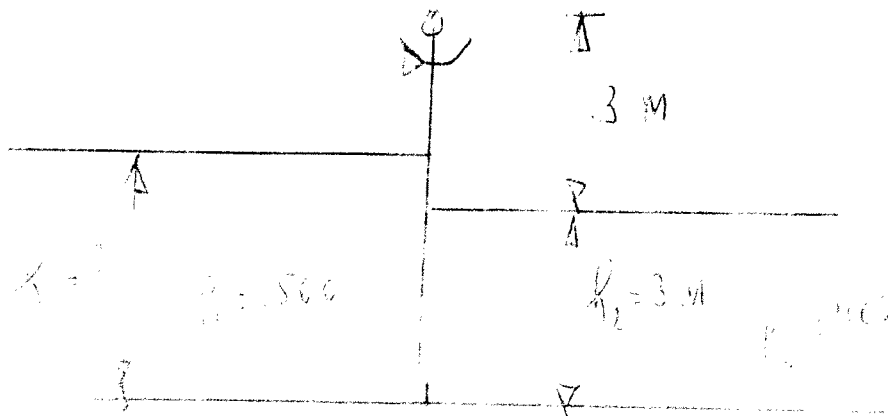


Tentamen Vloeistofmechanica I, Woensdag 7 november 2007

- 1A Links van een kering bevinden zich 2 lagen vloeistof met dichtheden $\rho_1 = 600 \text{ kg/m}^3$, $\rho_2 = 1500 \text{ kg/m}^3$ en laagdikten $h_1 = 5 \text{ m}$ en $h_2 = 6 \text{ m}$.
 Rechts bevinden zich 2 lagen vloeistof met $\rho_3 = 700 \text{ kg/m}^3$ en $\rho_4 = 1700 \text{ kg/m}^3$ en laagdikten $h_3 = 5 \text{ m}$ en $h_4 = ?$
 Gebruik $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- Bereken de waterdiepte h_4 waarbij de vloeistofdruk op de bodem aan beide zijden van de kering gelijk is.
 - Bereken de horizontale drukken (links en rechts) ter plaatse van de grensvlakken en teken het resulterende horizontale drukverloop tegen de kering.
 - Bereken de resulterende horizontale kracht op de kering.
- 1B Links van een beweegbare klep bevindt zich een vloeistof met dichtheid $\rho_1 = 1500 \text{ kg/m}^3$ en laagdikte h_1 , rechts $\rho_2 = 1000 \text{ kg/m}^3$ en laagdikte $h_2 = 3 \text{ m}$. Overige maten, zie tekening.
 Gevraagd: Bij welke h_1 gaat de klep net open naar links?



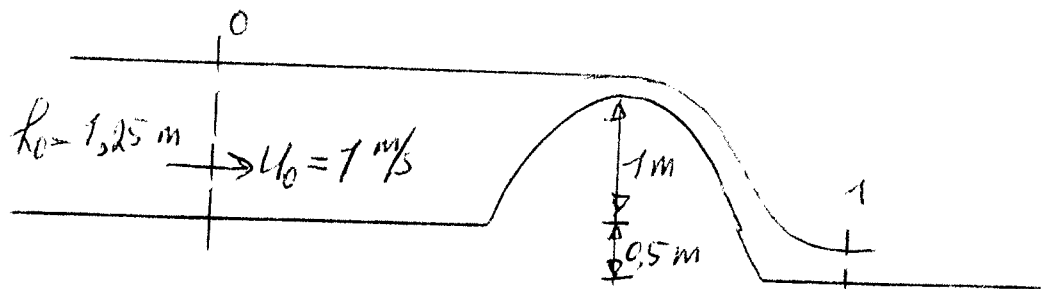
2A Gegeven is een kanaal met een stuw (zie tekening).

De gegevens zijn:

h_0 = waterdiepte in punt 0 = 1,25 m

u_0 = dieptegem. stroomsnelheid in punt 0 = 1 m/s

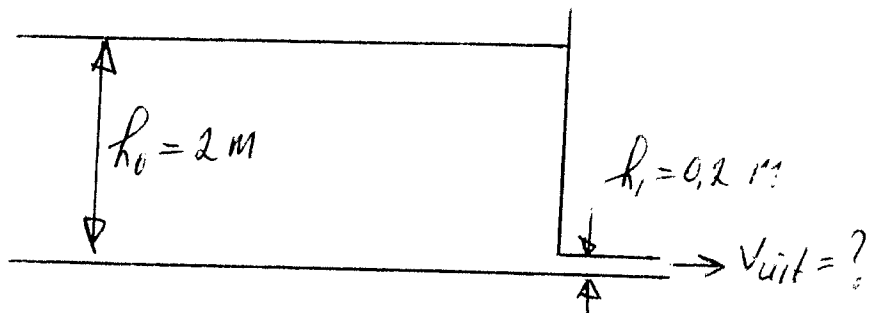
- Bereken q en teken energielijn
- Bereken snelheidshoogte ter plaatse van punt 0 en de waterdiepte h_1 .
- Bereken de kracht op de stuw
- Bereken Froudegetal ter plaatse van punt 1. Wat voor type stroming is er daar?
- Welk verschijnsel zal er benedenstrooms van punt 1 optreden, indien de bodem horizontaal doorloopt? Bereken de waterdiepte h_2 achter dit verschijnsel.



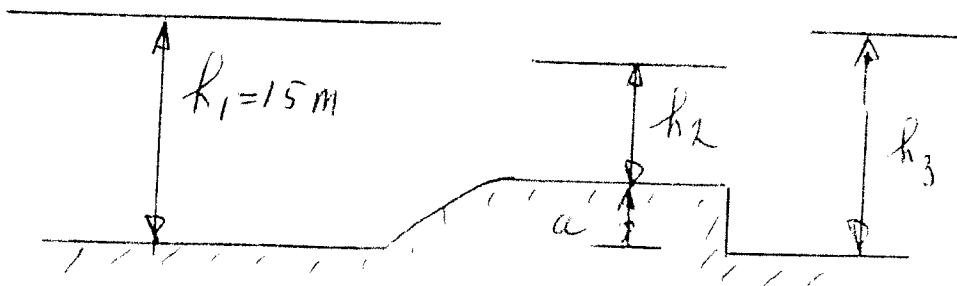
2B Gegeven is een kanaal met een stuw, waarin onderaan een opening is gemaakt volgens onderstaande tekening. Bereken de stroomsnelheid van de uittredende vloeistof.

$h_0 = 2$ m

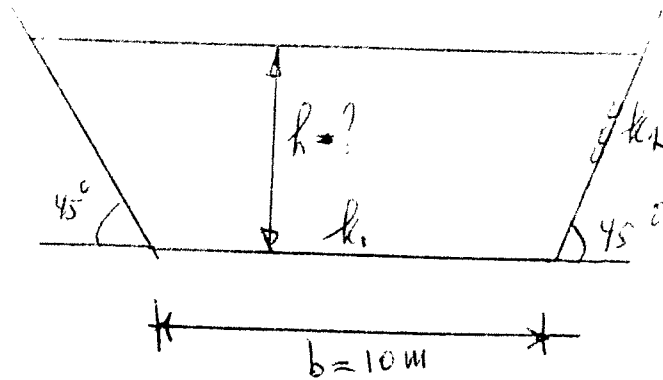
$h_1 = 0.2$ m



2C In een kanaal bevindt zich een overlaat met een hoogte a . De waterdiepte bovenstrooms is konstant $h_1 = 1.5$ m. Gebruik $g = 10$ m/s². Bij een afvoer $q = 1$ m²/s en $h_2 = 0.8$ m is er een onvolkomen overlaat met $a = 0.64$ m. Wat is waterdiepte h_3 benedenstrooms van de overlaat?



3. Gegeven een uniforme stroming in een kanaal met een trapeziumvormige doorsnede (zie tekening). De gegevens zijn: $Q = 60 \text{ m}^3/\text{s}$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$ en $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.



- De ruwheid van oevers en bodem is $k_1 = k_2 = 0.05 \text{ m}$. Bereken de hydraulische straal R en de waterdiepte h indien het bodemverhang gelijk is aan $i = 10^{-4}$.
- Bereken de dikte van de theoretische viskeuze grenslaag.
- Toon aan dat de stroming hydraulisch ruw is.
- Bereken de stroomsnelheid op 0.3 m boven de bodem in het midden van de dwarsdoorsnede.
- De oever-ruwheid is nu $k_2 = 0.1 \text{ m}$. Beredeneer of de waterdiepte toe- of afneemt bij gelijkblijvend verhang en debiet (geen berekening)? Op basis van welke aannames kun je dit berekenen?

- 4 Een kanaal bestaat uit 3 takken en verbindt een reservoir met een meer. De afvoer per eenheid van breedte is $q = 5 \text{ m}^3/\text{s}$ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

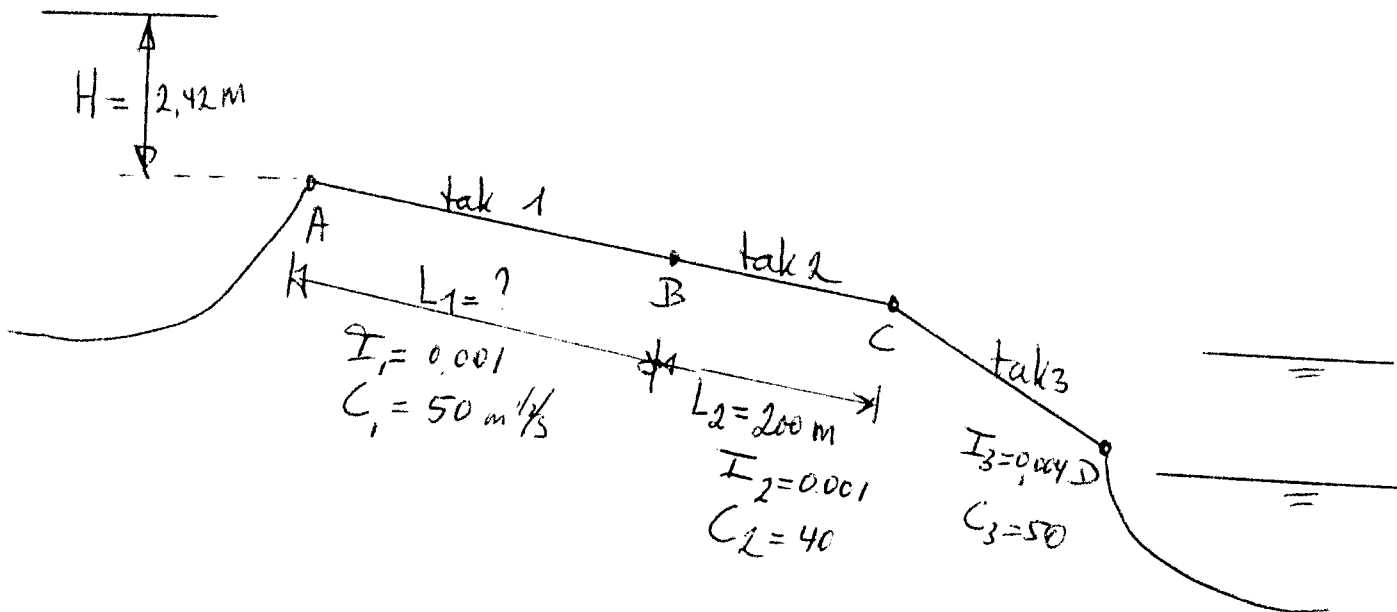
Verder geldt:

Tak 1 heeft een lengte L_1 en een bodemverhang $i_1 = 0.001$, $C = 50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Tak 2 heeft een lengte $L_2 = 200 \text{ m}$ en een bodemverhang $i_2 = 0.001$, $C = 40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Tak 3 is zeer lang en heeft een bodemverhang $i_3 = 0.004$, $C = 50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

De waterstand in het reservoir t.o.v. punt A is $H = 2.42 \text{ m}$.



- Bereken de evenwichtsdiepte en de kritische diepte in alle takken en geef aan of de stroming sub of superkritisch is.
- Wat is de waterdiepte in punt A en in punt C?
- Wat is de waterdiepte in punt B?
- Wat is de lengte L_1 ?
- Schets de mogelijke verhanglijnen in de 3 takken (kies een lage en een hoge waterstand in het meer) en geef het type verhanglijn aan.

5. In een rivier met waterdiepte $h = 5$ m zijn snelheidsmetingen uitgevoerd boven de bodem ($\nu = 0.000001 \text{ m}^2/\text{s}$):

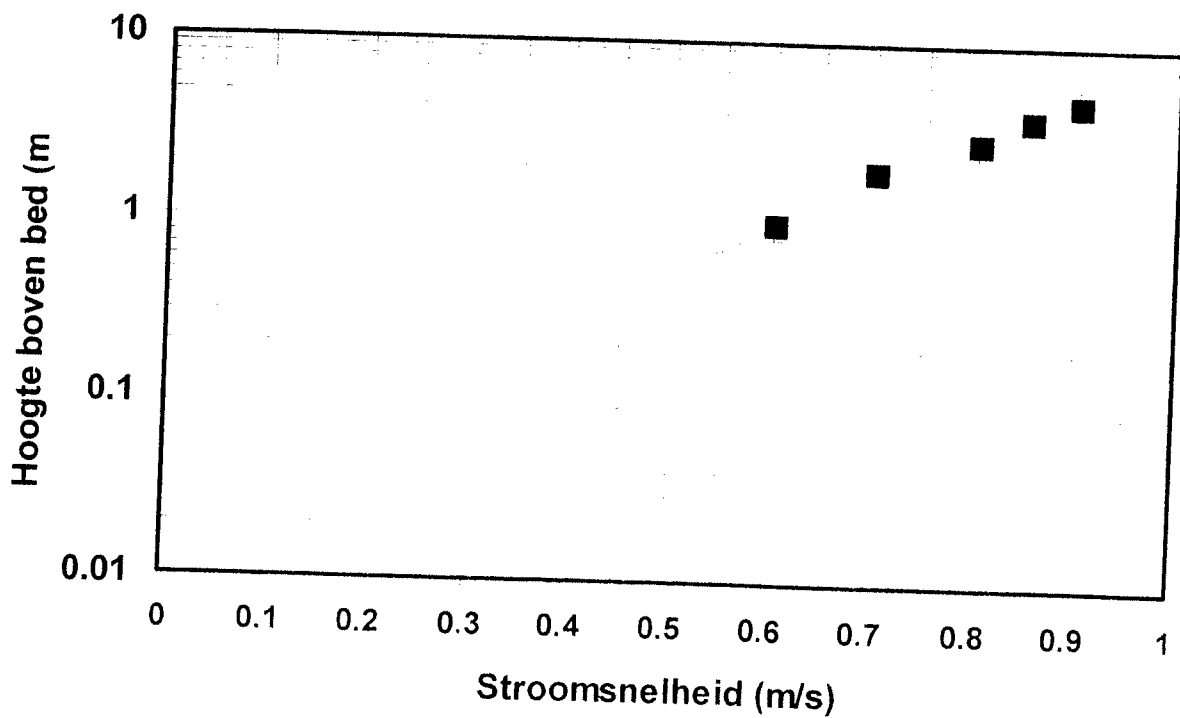
$z_1 = 1$ m	$u_1 = 0.6$ m/s
$z_2 = 2$ m	$u_2 = 0.7$ m/s
$z_3 = 3$ m	$u_3 = 0.8$ m/s
$z_4 = 4$ m	$u_4 = 0.85$ m/s
$z_5 = 5$ m	$u_5 = 0.9$ m/s

a) Wat is bij benadering de gemiddelde stroomsnelheid en op welke hoogte boven de bodem treedt dit bij benadering op?

b) Bereken de schuifspanningssnelheid u_* indien de ruwheid van Nikuradse gelijk is aan $k_s = 0.5$ m op basis van het onderste (z_1) meetpunt bij de bodem. ($\kappa = 0.4$)? Is de stroming hydraulisch ruw of niet?

c) Bereken de schuifspanningssnelheid u_* en de bodemruwheid van Nikuradse k_s op basis van de onderste twee meetpunten in z_1 en z_2 bij de bodem ($\kappa = 0.4$)?

d) Idem maar nu gebruik makend van alle meetpunten; trek een lijn door de punten en kies twee punten op de lijn en pas methode c opnieuw toe



- a. Geef een uitdrukking voor laminaire (viskeuze) schuifspanning op hoogte z boven de bodem; idem voor turbulente stroming.
- b. In welke twee situaties is er sprake van hydrostatische waterdruk? Wat kun je zeggen over de stroomlijnen bij niet-hydrostatische waterdruk? Waarom neemt de druk tegen een klep waar water onderdoor stroomt sterk af aan de onderzijde van de klep?
- c. wat is een stroomlijn en in welke omstandigheid is een stroomlijn gelijk aan de baan van een waterdeeltje? Hoe zou je de baan van een waterdeeltje kunnen meten? Hoe zou je stroomlijnen kunnen meten?
- d. Wat is konstant bij stroming in een stroombuis?; is er stroming loodrecht op de wanden van een stroombuis?
- e. Uit welke componenten bestaat de bewegingsvergelijking en geef alle krachten die er werken?
- f. Geef de impulsstroom per eenheid van breedte door een vertikaal vlak met afmeting Δz . Wanneer mag je de impulsbalans wel en niet toepassen?
- g. Welke aanname over de wervelgrootte ligt er ten grondslag aan de logaritmische snelheidsverdeling? Op welke hoogte boven de bodem is de snelheid gelijk aan 0? Wanneer kan er een laminaire sublaag worden gevormd?
- h. Wat is de voortplantingssnelheid van een verstoring van het wateroppervlak?; kan een dergelijke verstoring zich in bovenstroomse richting bewegen in een superkritische stroming?
- i. Bij gegeven debiet kan een waterstroom in het algemeen bij twee waterdiepten voorkomen. Om welke twee typen stroming gaat het? Wanneer is de energiehoogte minimaal?
- j. Wat is kritische stroming en wat is de verhouding van de snelheidshoogte en de totale energiehoogte?