

# Tentamen TA3390

Minor Mining and Resource Engineering: Physical Processing

Cursusjaar: 2011-2012

Datum: 24 Januari 2011

Tijd: 14.00 – 17.00

Locatie: TBD

Examinatoren: Dr. ir. Rénard Chaigneau  
Dr Jack Voncken

- Het tentamen telt 5 opgaven
- Zet overal naam en studienummer op.
- Als er leg uit/beredeneer staat, voldoet een eenvoudig ja/nee dus niet
- Alle benodigde gegevens en formules zijn verstrekt in opgave of bijlage(n). Uiteraard staat het je vrij aannames te maken, maar vermeldt die dan wel

## SUCCES

1. Defecten zijn inherent aan kristallen en hebben een grote invloed op de mechanische eigenschappen van vaste stoffen
  - a. Welk soort/type defect bepaalt de mechanische eigenschappen (zoals sterkte) van een vaste stof het meest.
  - b. Welke methoden kan ik hanteren om de sterkte van een ductiele vaste stof (metaal) te verbeteren. Wat gebeurt er dan zowel met de kristallen als de defecten
  - c. Een bros materiaal is in het algemeen veel sterker (tot 10 keer) bij compressie (druk) dan bij rek (trek). Leg uit. Waarom pas ik dan bij breken (en malen) compressie toe?
  - d. Leg het begrip *grind-limit* uit.
2. Ik wil voor het droog malen, mijn gebroken erts (10% vocht op droog) drogen in een rotary kiln. Deze wordt uit kostenoverweging gestookt met een brander die 600 kg laagwaardige bruinkool per uur consumeert.
  - a. Kies je voor een countercurrent of co-current proces. Leg uit
  - b. Reken mbv een massa en energiebalans over de kiln uit hoeveel ton nat erts ik per uur volledig kan drogen. Ga voor de eenvoud uit van droge lucht en droge bruinkool. Alle ingaande stromen zijn bij 25°C. Het afgas heeft, nodig voor de gasreiniging, een uittree temperatuur uit de kiln van minimaal 350°C. Het erts komt er met 125°C, geheel droog, uit. Gebruik verder de gegevens uit de bijlage, voorzover nodig. Als je denkt aannames te moeten maken, geef dan duidelijk aan welke en waarom.
  - c. Kan ik met behulp van deze gegevens de lengte van de kiln bepalen? Leg uit.
  - d. Geef 4 methoden om de capaciteit van de kiln te verhogen, in oplopende volgorde van Opex kosten (operationele kosten) volgens je eigen schatting. Geef ook aan of er überhaupt Capex nodig is (investering) en wat dan. Bedragen (opex & capex) hoef je niet te noemen.



3. Om de hematiet in een ertslichaam vrij te maken, moet het erts zeer fijn gemalen worden. De tailings van de concentrator moeten ingedikt worden van 5 kg water per kg solids naar 1.5 kg water/kg solids in een indikker. De gevraagde productiecapaciteit is 7.2 t/hr solids. In het laboratorium is bij verschillende suspensie niveaus de sedimentatiesnelheid bepaald:

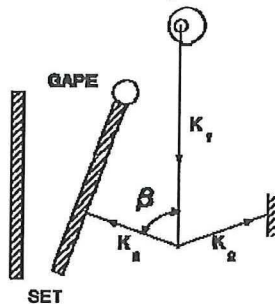
Suspensie D (kg water/kg solid)	5.0	4.2	3.7	3.1	2.5
Sedimentatie snelheid (mm/sec)	0.20	0.12	0.094	0.070	0.050

- Wat is de benodigde oppervlakte A van de indikker (let op een correct gebruik van **alle eenheden**)?
- Wat is de **minimale** diameter waarbij een deeltje hematiet turbulent gaat bezinken.
- Waarom verschilt de berekende valsnelheid uit b) van de sedimentatiesnelheid zoals hierboven in de tabel is aangegeven (minimaal 2 redenen).

Algemene materiaalconstanten

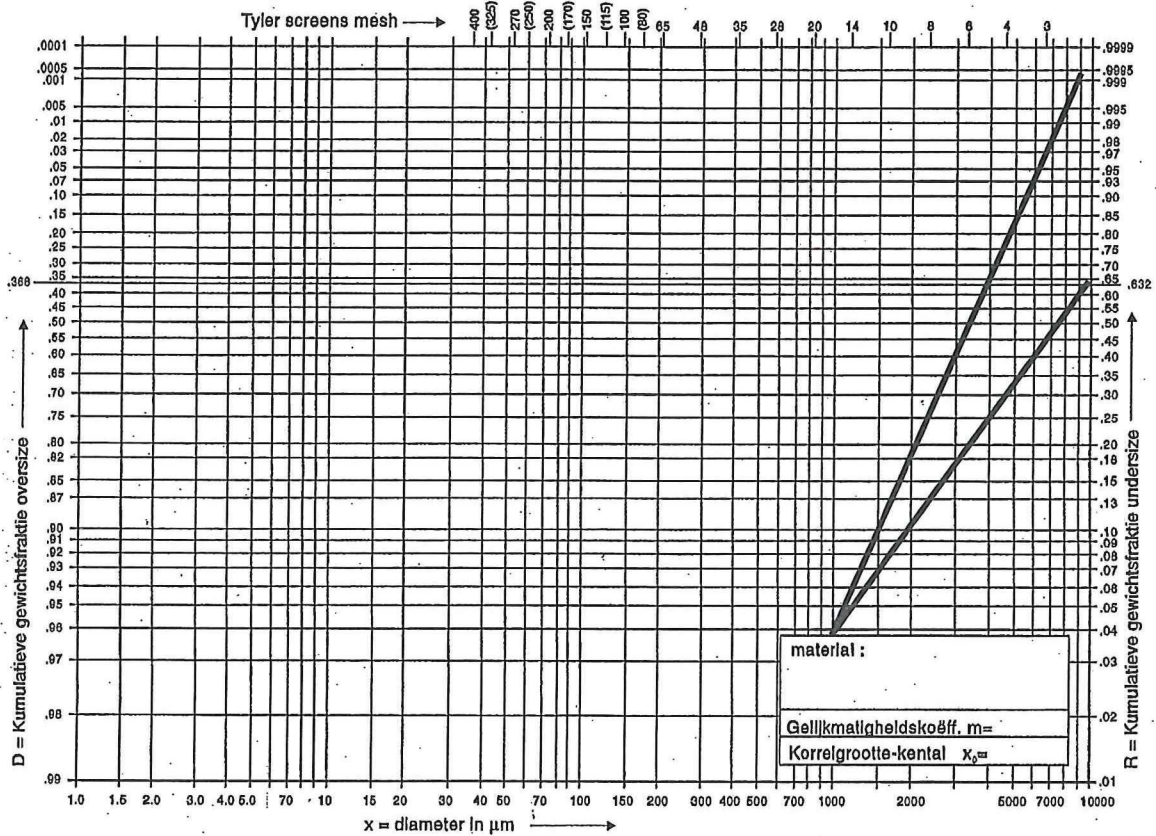
Medium	Dichtheid $\rho$	Dynamische viscositeit $\eta$
	kg/m <sup>3</sup>	Pa·s = N·s/m <sup>2</sup>
Lucht	1.29	$18 \cdot 10^{-6}$
Water	998	$1 \cdot 10^{-3}$
Kwarts	2200	-
Hematiet	5200	-

4. Een Jaw Crusher wordt meestal als eerste breker in een processing circuit gebruikt.
- Leg mbv onderstaande tekening uit hoe groot de kracht op het te breken deeltje kan zijn.



- Waarom heeft een Jaw Crusher een vliegwiel?
- Geef twee voordelen en twee nadelen van een jaw crusher
- Onderstaande Rosin Rammler grafiek geeft een zeefanalyse van het materiaal aan **voor** de jaw crusher en **na** het breekproces. Leg de betekenis van de helling van de lijn uit en beredeneer dat de 2<sup>e</sup> zeefanalyse niet direct na de crusher is genomen maar er nog meer processing heeft plaatsgevonden. Welke processing en waarom?



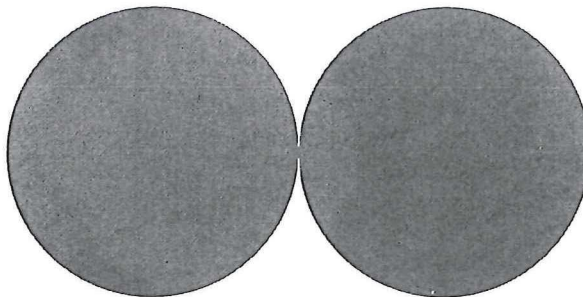


5. Sinteren van een vaste stof

- a. Wat is sinteren, hoe komt de binding tot stand en wat is de drijvende kracht achter sinteren.
- b. Is deze uitspraak waar en licht je antwoord toe: Bij sinteren (sensu strictu) worden **geen** nieuwe fasen gevormd, maar er treden **wel** chemische reacties op.

c. Leg mbv de relatie 
$$\Delta P = P_0 \frac{2\gamma V_m}{rRT}$$

uit dat verdamping aan het oppervlak van de onderste twee bolvormige deeltjes optreedt en neerslag in de nek ( $\gamma$ =grensvlakenergie,  $V_m$  is molair volume)



- d. Leg uit waarom ik in de *process-industry* soms eerst breek en maal en daarna weer de korrels aan elkaar sinter



## Appendix

### Relevant for Question 2

Lignite ('bruinkool') requires for full combustion  $1.25 \cdot CR$ .

CR = stoichiometric (combustion) ratio, which is for lignite 8 kg air per kg dry lignite.

Assume the radiation losses of the kiln amount to 20 kJ/kg dry air used

Heat for water evaporation = 2449 kJ/kg

Specific heat of dried material = 0.88 kJ/kg K

Specific heat of dry air/gas = 1.00 kJ/kg K

Specific heat of water vapour = 2.01 kJ/kg K

Specific heat of liquid water = 4.18 kJ/kg K

### BIJLAGE II

#### ENERGIE-INHOUD VAN GESELECTEERDE BRANDSTOFFEN VOOR HET EINDGEBRUIK — OMZETTINGSTABEL (1)

Energiedrager	kJ (NCV)	kg <sub>oe</sub> (NCV)	kWh (NCV)
1 kg cokes	28500	0,676	7 917
1 kg steenkool	17200 — 30700	0,411 — 0,733	4778 — 8 528
1 kg geperste bruinkool	20000	0,478	5 556
1 kg zwart ligniet	10500 — 21000	0,251 — 0,502	2,917 — 5,833
1 kg bruinkool	5600 — 10500	0,134 — 0,251	1,556 — 2,917
1 kg olielesteen	8000 — 9000	0,191 — 0,215	2,222 — 2,500
1 kg turf	7800 — 13800	0,186 — 0,330	2,167 — 3,833
1 kg turfbricketten	16000 — 16800	0,382 — 0,401	4,444 — 4,667
1 kg zware stookolie	40000	0,955	11,111
1 kg gasolie	42300	1,010	11,750
1 kg benzine	44000	1,051	12,222
1 kg paraffine	40000	0,955	11,111
1 kg LPG	46000	1,099	12,778
1 kg aardgas (2)	47200	1,126	13,10
1 kg LNG	45190	1,079	12,553
1 kg hout (25 % vochtigheidsgraad) (2)	13800	0,330	3,833
1 kg pellets/houtbricketten	16800	0,401	4,667
1 kg afval	7400 — 10700	0,177 — 0,256	2,056 — 2,972
1 MJ afgeleide warmte	1000	0,024	0,278
1 kWh elektrische energie	3600	0,086	1 (1)

(1) De lidstaten mogen verschillende omzettingfactoren gebruiken, indien deze kunnen worden gerechtvaardigd.

(2) 93,0% methaan.





Relevant for Question 3

**Coe and Clevenger**

$$A = \frac{D - D_u}{\rho v(D)} QC\rho_s$$

A = Settling surface [m<sup>2</sup>]

D = (initial) dilution, mass of water per mass of solids [kg/kg]

D<sub>u</sub> = final desired dilution [kg/kg]

v(D) = settling rate at dilution D [m/s]

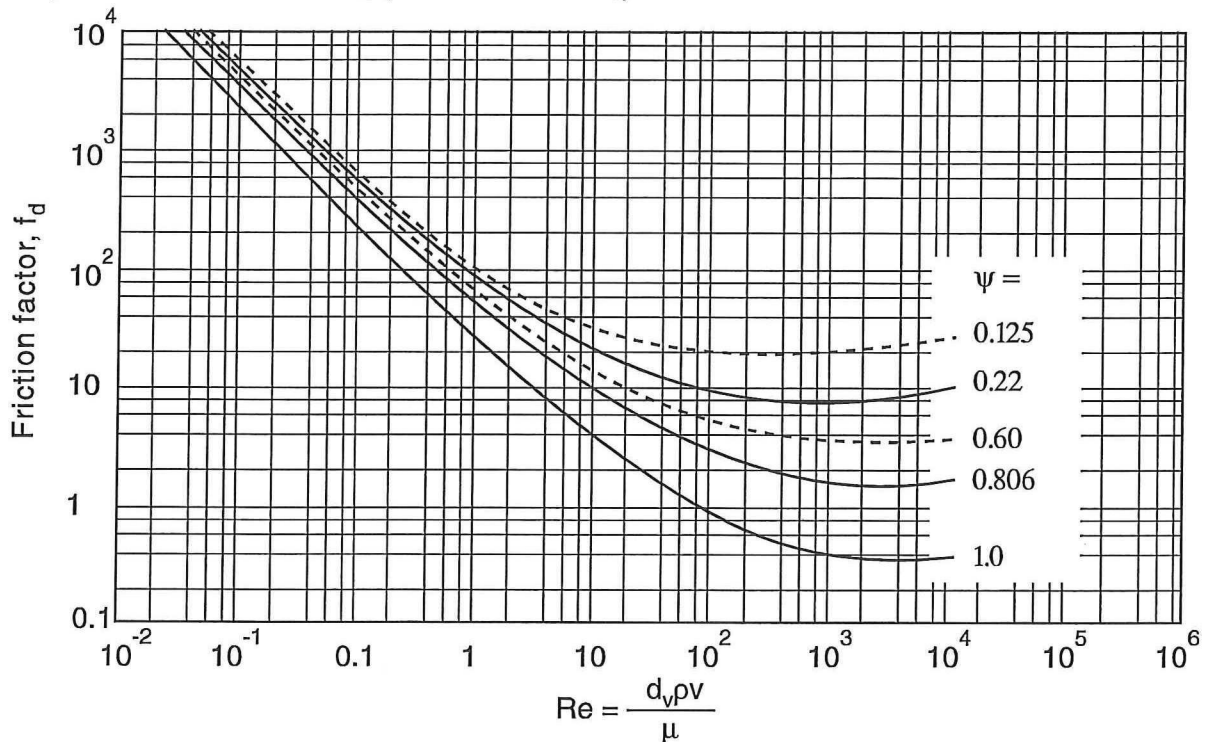
Q = volumetric capacity of the tank [m<sup>3</sup>/s]

C = volume fraction solid in the feed [m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>]

ρ = density [kg/m<sup>3</sup>]

Note: QCρ<sub>s</sub> is the solid flow [kg/s]

Reynolds as function of C<sub>w</sub> (= friction factor f<sub>d</sub>)



<p><b>Free settling velocity (all in SI units!)</b></p> $v_s = \sqrt{\frac{4}{3} g \frac{d(\rho_s - \rho_l)}{C_w(Re)\rho_l}}$	<p><b>Reynolds:</b> <math>Re = \frac{v_r d_p \rho_l}{\eta}</math> with</p> <p>v<sub>r</sub> is a relative velocity  d<sub>p</sub> particle diameter  ρ<sub>l</sub> liquid density  η dynamic viscosity</p>
<p><b>Laminaire flow:</b> <math>C_w = \frac{24}{Re}</math></p>	
<p><b>Turbulente flow:</b> <math>C_w = 0.43</math></p>	

