

Tentamen TA3390

Minor Mining and Resource Engineering: Physical Processing

Cursusjaar: 2010-2011

Datum: 17 Januari 2011

Tijd: 9.00 – 12.00

Locatie: TN-Classroom 4 (A207)

Examinatoren: Dr. ir. Rénard Chaigneau

Dr Jack Voncken

- Het tentamen telt 5 opgaven
- Zet overall naam en studienummer op. Lever ook het antwoordblad (laatste blz) in.
- 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

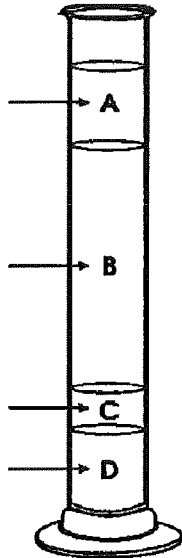
SUCCES

1. Zelfs een perfect kristal bevat vacatures. Het creëren van vacatures kost energie
 - a. Leg uit dat het toch thermodynamisch aantrekkelijker is voor een kristal om vacatures te hebben. Beredeneer ook of het aantal vacatures bij toenemende temperatuur toe of afneemt.
 - b. Leg uit hoe een randdislocatie de sterkte van een kristal beïnvloed. Teken in figuur A op het antwoordblad de randdislocatie en de bijbehorende burgersvector (richting en grootte!)
 - c. Waarom zijn legeringen over het algemeen sterker dan de individuele metalen waaruit ze zijn opgebouwd (vergelijk koper + tin = brons (bronze))

2. Uit kostenoverweging heeft men gekozen om droogmalen en drogen in één molen te laten plaatsvinden. Om te voorkomen dat de kogels in de droogkamer komen, zijn beide ruimtes mbv een diafragma van elkaar gescheiden. Fig 1 schetst de opstelling (zie bijlage 1). De molen moet 150 ton/hr nat hematieterts drogen en malen. Het erts heeft 10% vocht op nat. Er wordt gestookt met laagwaardige steenkool. Neem voor de eenvoud aan dat die uit 100% koolstof bestaat (geen as en vluchtig) en dat het erts droog de maalkamer inkomt.
- a. Maak met behulp van de gegevens in de bijlage een massa en warmtebalans over het drooggedeelte van de molen. Pak dit stapsgewijs aan:
 - i. Bepaal of het een tegenstroom of meestroom proces is.
 - ii. Bereken hoeveel energie er door het diafragma de droogkamer verlaat (solids, water vapour & dry waste gas), waarbij je ervan uitgaat dat deze energie geheel wordt opgebracht door de warmte-inhoud van de vlam. Alleen door beide te combineren, kun je de massabalans opstellen en de warmtebalans goed krijgen.
 - iii. De warmte-inhoud van de vlam wordt door de laagwaardige kolen geleverd. Bereken hoeveel ton/hr kolen verbruikt wordt mbv bijgevoegde tabel.
 - iv. Voor de massabalans geldt: waste gas = totale verbrandingslucht + kolen. Bepaal hoeveel totale verbrandingslucht in t/hr wordt verbruikt.
 - b. Als ik stel dat voor verbranding van 1 kg kolen er 12.7 kg lucht (met 21% O₂ en 79% N₂) stoichiometrich nodig is, hoeveel procent excess air verbruik ik dan?
 - c. Het hematieterts is relatief zacht. De molen heeft een opgenomen vermogen van 1.5 MW.
 - i. Wat is het specifieke vermogen (=vermogen per ton erts) van deze molen in kWh/t?
 - ii. In figuur B op het antwoordblad is de deeltjesgrootteverdeling van de Feed (voeding) geplot. Teken hierin, gebruikmakend van de Work index formule uit de bijlage, de deeltjesgrootteverdeling van het fijngemalen product dat uit de molen komt als de Bond Work index van dit hematiet erts $W_i=10$ kWh/t.
 - d. Onze aanstormend procestechnoloog krijgt een aanbieding van een hard magnetiet erts met maar 2% vocht. Hiervan is de Bond Work Index op $W_i=20$ kWh/t bepaalt. Beredeneer met commercieel, technologisch en operationele argumenten (minimaal 4) of dit een aanbieding is die het overwegen waard is.

$$\frac{W}{\left(\frac{t}{hr}\right)} \rightarrow \frac{W \cdot hr}{t}$$

3. De tailings van een concentrator worden in een indikker ontwaterd. De laatste tijd loopt dit niet zo soepel en geregeld komen er solids met het water mee. De verantwoordelijke procestechnoloog heeft in het laboratorium een simpele opstelling gemaakt om de oorzaak te achterhalen.
- a. De suspensie sedimenteert in deze maatkolf (onderstaande figuur). Geef voor elk van de 4 zones aan wat deze voorstelt op het geschetste moment en wat er op de 3 interfaces (AB;BC en CD) gebeurt.

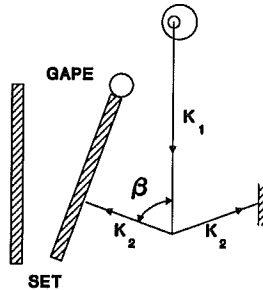


- b. Schets in een grafiek hoe de hoogte van interface AB (y-as) verloopt als functie van de tijd (x-as)
- c. Kan de procestechnoloog met één zo'n sedimentatie experiment mbv de curve uit b), de grootte van een indikker bepalen? Leg uit.
- d. Hij heeft voor verschillende suspensie concentraties de sedimentatiesnelheid bepaald (zie onderstaande tabel). De indikker heeft een doorsnede van 10 m, toevoer is 1.5 kg water/kg solids en de vereiste productiecapaciteit is 7.2 t/hr solids. Toon mbv de formule uit Bijlage 3 aan dat de indikker onder de huidige omstandigheden te klein is. Hoeveel m² komt hij tekort? (let op een correct gebruik van **alle eenheden!**)
- e. Welke drie operationele mogelijkheden heeft de procestechnoloog om dit probleem te ondervangen?
- f. Heeft hij met deze aanpak eigenlijk de oorzaak van het probleem achterhaald? Leg uit.

Suspensie D (kg water/kg solid)	5.0	4.2	3.7	3.1	2.5
Sedimentatie snelheid (mm/min)	6.0	3.6	2.8	2.1	1.5

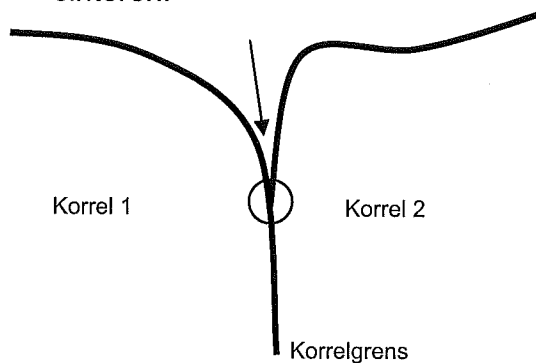
4 Een Jaw Crusher wordt meestal als eerste breker in een processing circuit gebruikt.

- a. Leg mbv onderstaande tekening uit hoe groot de kracht op het te breken deeltje kan zijn.



- b. Waarom heeft een Jaw Crusher een vliegwiel?
 c. Geef twee voordelen en twee nadelen van een Jaw crusher
 d. Geef twee voordelen en twee nadelen van een Gyratory crusher

5. Onderstaande figuur geeft schematisch twee korrels weer, welke aan elkaar sinteren.



- a. Neem de figuur over en teken de verschillende transportroutes tijdens sinteren naar de nek, aangegeven met de cirkel.
 b. Wat is de drijvende kracht achter sinteren?
 c. In het eindstadium van sinteren groeien de korrels en worden poriën opgevuld. Er zal echter nooit een éénkristal ontstaan. Leg uit waarom niet en neem in je antwoord mee:
 i. korrelgrenzen en korrelgrenshoeken
 ii. onzuiverheden
 iii. porositeit.

Bijlage 1

Behorend bij opgave 2

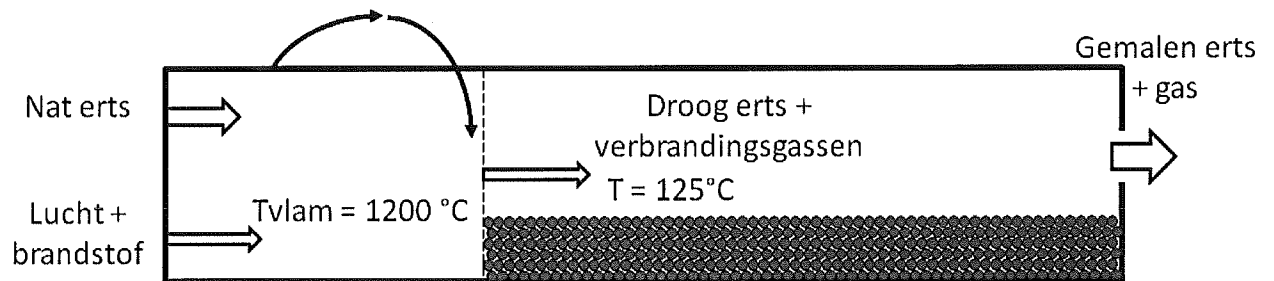


Fig 1: Drawing of combined drying & grinding mill

Drying

Assume radiation losses and other losses nil (0)

Assume dry combustion air (79% N₂ and 21% O₂)

Assume thermal equilibrium between waste gas and dry solids (verbrandingsgas & droog erts)

Assume 100% dry solids out of drying chamber

Heat for water evaporation = 2449 kJ/kg

Specific heat of dried solids = 0.88 kJ/kg K

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

Specific heat of water vapor = 2.01 kJ/kg K

Specific heat of liquid water = 4.18 kJ/kg K

Grinding

Equation for specific mill power (kWh/t) as function of the Bond Work index W_i .

Product and Feed (P&F) in μm !

P&F refer to the 80% passing size

$$W_{\text{specific/cek}} = 10 W_i \left(\frac{1}{\sqrt{P}} - \frac{1}{\sqrt{F}} \right)$$

Behorend bij opgave 2

BIJLAGE II

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

Energiedrager	kJ (NCV)	kgue (NCV)	kWh (NCV)
1 kg cokes	28500	0,676	7,917
1 kg steenkool	17200 — 30700	0,411 — 0,733	4,778 — 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 olieleiste	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 turfbriketten	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) (3)	13800	0,330	3,833
1 kg pellets/houtbriketten	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) De lidstaten mogen verschillende omzettingfactoren gebruiken, indien deze kunnen worden gerechtvaardigd.

(2) 93,0% methaan.

Bijlage 3

Behorende bij opgave 3 (indikker)

Coe and Clevenger

$$A = \frac{D - D_u}{\rho_l v(D)} Q C \rho_s$$

A = Settling surface

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

D_u = final desired dilution [kg/kg]

ρ_l = Liquid density [kg/m³]

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

Q = volumetric capacity of the tank [m³/s]

C = volume fraction solid in the feed [m³/m³]

ρ_s = density [kg/m³]

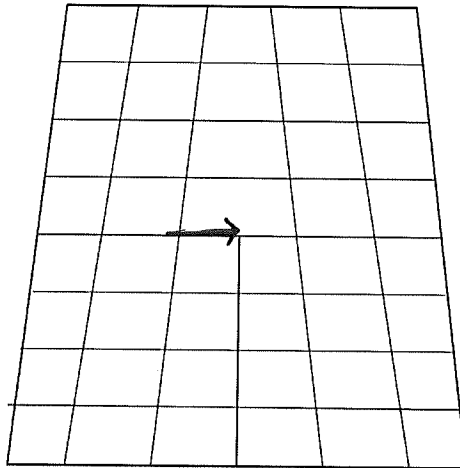
Note: $QC\rho_s$ is the solid flow [kg/s]

Antwoordblad bij tentamen TA3390 – 17 januari 2010

Naam:

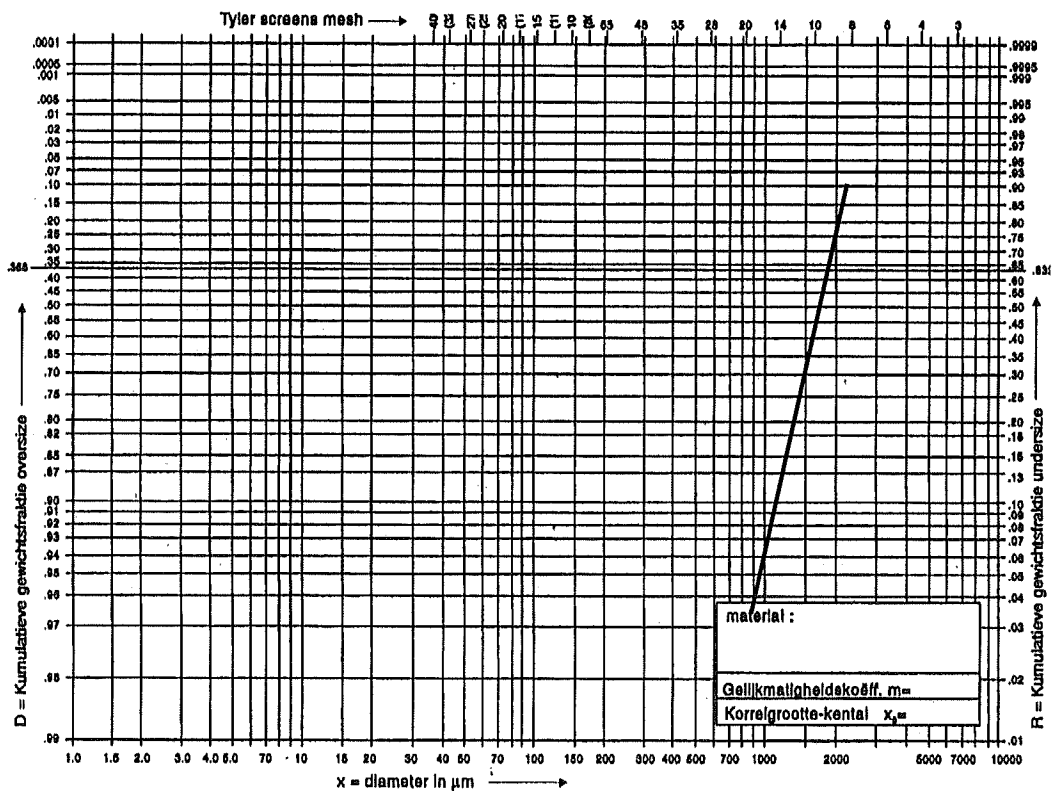
Studienummer:

Opgave 1c



Figuur A: schets van een kristalrooster met roosterpunten →
Teken in de figuur de randdislocatie en de bijbehorende burgersvector b

Opgave 2cii



Figuur B: Rosin Ramler met in zwart de voeding van de kogelmolen
Schets in de figuur de deeltjesgrootteverdeling van het **product** dat de molen verlaat.