

Tentamen ta3290

25 januari 2013

9:00-12:00 uur

Aanwijzingen:

- U mag gebruik maken van:
 - schrijfmateriaal
 - rekenmachine
 - periodiek systeem (afgedrukt op volgende pagina).
- Het tentamen heeft betrekking op de casus chroom.
- Op de volgende pagina (ommezijde) vindt u een korte systeembeschrijving.
- Lees de vragen vooraf door en deel de beschikbare tijd in voor beantwoording van de vragen.
- Gebruik de informatie uit de systeembeschrijving!

Dit tentamen bevat 5 vragen, op 5 pagina's.

Question:	1	2	3	4	5	Total
Points:	17	11	17	23	22	90
Score:						

CASUS BESCHRIJVING: CHROOM

In de vragen van dit tentamen wordt gerefereerd aan de casus chroom. Lees deze, en gebruik waar nodig de gegeven informatie.

Chroom - Chromiet is een spinel $FeO \cdot Cr_2O_3$. In natuurlijke ertsen komt het voor als een mengsel met formule $(Fe^{2+}, Mg)O \cdot (Cr, Al, Fe^{3+})_2O_3$. Chromiet erts bevat zelden meer dan 50 gew.% Cr_2O_3 . Zuid-Afrika is één van de grootste producenten van zogenaamd 'charge chrome', een mengsel van ijzer Fe en chroom Cr , ook wel ferrochroom genoemd. Onder meer in Machadodorp wordt dit in een *arc furnace* gewonnen uit chromieterts. Dit is een carbothermisch proces dat plaatsvindt bij hoge temperatuur. Als reductiemiddel wordt cokes gebruikt. De fabriek bestaat uit een pelletiser van erts en concentraat, drie fornuizen met een capaciteit van 80.000, 70.000 en 120.000 ton charge chrome per jaar, en een metal recovery plant voor de verwerking van de slakken, waaruit nog eens 20.000 ton charge chrome wordt gewonnen. Omdat de fornuizen grote 'ingots' produceren, vindt als nabewerking nog breking plaats om het charge chrome op specificatie (granulaatgrootte) te brengen.

Chroom is een gezocht metaal dat ondermeer wordt gebruikt voor het legeren van ijzer voor de productie van *stainless steel*. Daarvoor kan prima 'charge chrome' worden gebruikt. Voor verchromen dient zuiverder chroom gebruikt te worden. Dat wordt geproduceerd via een gecompliceerd proces, dat begint met roasting en leaching, waarbij het schadelijk Cr(VI) ontstaat. Het roosten vindt plaats met calcium en natriumcarbonaat met lucht, waarbij chromaten en ijzeroxide ontstaan. Door logen wordt dichromaat verkregen, waarna dit gereduceerd wordt tot Cr(III) oxide, en vervolgens met aluminium verder gereduceerd tot Cr.

Periodiek Systeem der Elementen

1 1A																	18 8A																												
1 H 1.008	2 2A											13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	2 He 4.003																												
3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18																												
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95																												
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80																												
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3																												
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.9	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)																												
87 Fr (223)	88 Ra 226	89 Ac (227)	104 Unq	105 Unp	106 Unh	107 Uns	108 Uno	109 Une	110 Uun	111 Uuu	112 Uub																																		
<table border="1"> <tr> <td>58 Ce 140.1</td> <td>59 Pr 140.9</td> <td>60 Nd 144.2</td> <td>61 Pm (145)</td> <td>62 Sm 150.4</td> <td>63 Eu 152.0</td> <td>64 Gd 157.3</td> <td>65 Tb 158.9</td> <td>66 Dy 162.5</td> <td>67 Ho 164.9</td> <td>68 Er 167.3</td> <td>69 Tm 168.9</td> <td>70 Yb 173.0</td> <td>71 Lu 175.0</td> </tr> <tr> <td>90 Th 232.0</td> <td>91 Pa (231)</td> <td>92 U 238.0</td> <td>93 Np (237)</td> <td>94 Pu (244)</td> <td>95 Am (243)</td> <td>96 Cm (247)</td> <td>97 Bk (247)</td> <td>98 Cf (251)</td> <td>99 Es (252)</td> <td>100 Fm (257)</td> <td>101 Md (258)</td> <td>102 No (259)</td> <td>103 Lr (260)</td> </tr> </table>																		58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0	90 Th 232.0	91 Pa (231)	92 U 238.0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)
58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0																																
90 Th 232.0	91 Pa (231)	92 U 238.0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)																																

Figuur 1: Periodiek Systeem der Elementen

DEEL I - LEVENSCYCLUSANALYSE

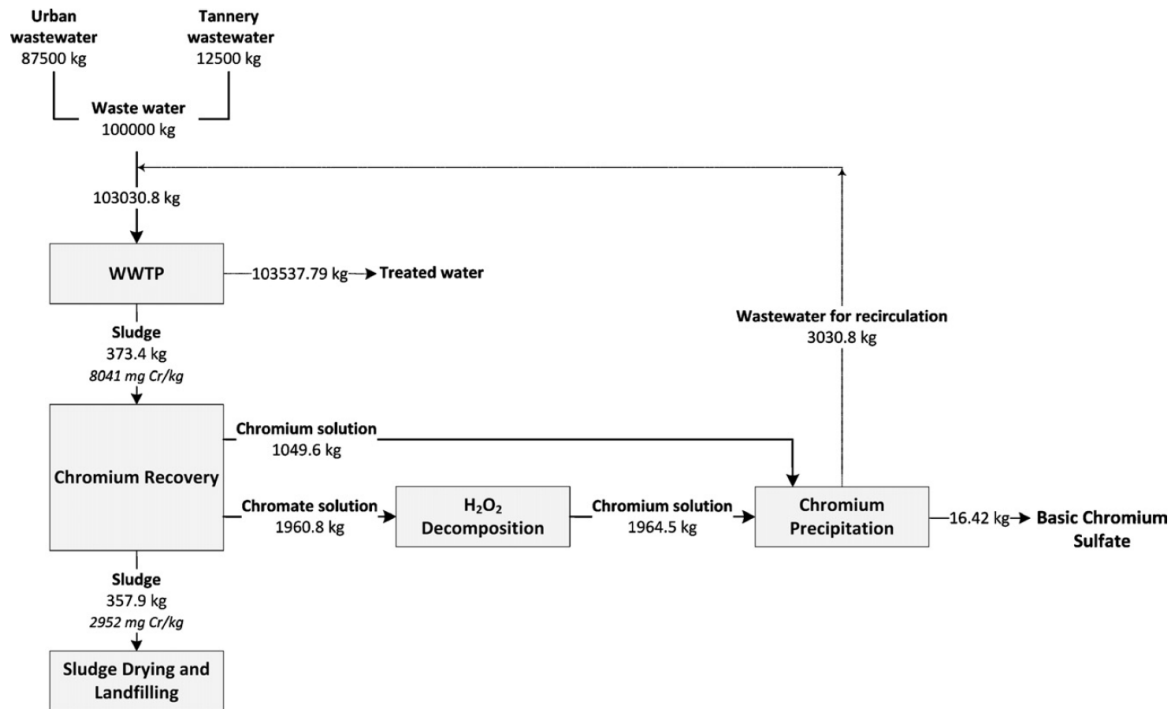
1. (17 points) **LCA achtergrond en milieubeleid**
 - (a) Milieubeleid is ontwikkeld rondom diverse milieuproblemen. Geef drie milieuproblemen waarvoor beleid is ontwikkeld.
 - (b) Al lange tijd geldt binnen het milieubeleid in Nederland dat “de vervuiler betaalt”. Wat betekent dit? Geef een voorbeeld waarmee je dit toelicht.
 - (c) Hardin beschrijft in zijn ‘Tragedy of the commons’ in 1968 de rol van een meent, een gebied voor gemeenschappelijk gebruik. Leg bondig uit wat wordt bedoeld met de tragedy of the commons.
 - (d) Geef een voorbeeld waarop de tragedy of the commons van toepassing is en verklaar kort waarom dat zo is. Geef aan wat minimaal nodig is om aan deze tragedie te ontsnappen.
 - (e) LCA heeft als hoofddoel inzicht geven over de milieuimpact van producten. Geef aan de hand van de vier stappen van LCA hoe dat gebeurt, wat voor soort inzicht je kunt verwachten.

2. (11 points) **LCA ontwerp** – Er wordt een LCA ontwerp gemaakt over de productie van *stainless steel*, de legering van chroom en ijzer. Deze wordt gemaakt naast een bestaande LCA van gietijzer, een andere legering met ijzer, en koolstof, mangaan en silicium, die we in deze vraag de ‘gietijzerketen’ noemen. De fabrikant geeft aan dat het belangrijk is om een beeld te krijgen van de voordelen van de legering met chroom ten opzichte van gietijzer. Van die LCA heeft de fabrikant de complete analyse en de onderliggende gegevens kunnen achterhalen.
 - (a) Maak een eenvoudig systeemdiagram van de de productie van ‘stainless steel’. Kies daarbij alvast een geschikt detailniveau voor onderstaande vragen.
 - (b) Geef goede functionele eenheid voor deze analyse. Laat zien hoe deze functionele eenheid samenhangt met het hiervoor getekende systeemdiagram.
 - (c) Geef twee belangrijke keuzes aan die je zou willen maken zodat je deze analyse optimaal kan uitvoeren om inzicht te krijgen in de voordelen van de chroomketen.
 - (d) Noem twee belangrijke elementen die je hoopt te vinden in de bestaande analyse en de onderliggende data van de gietijzerketen?

3. (17 points) **LCA uitvoering** – Tijdens de uitvoering wordt een aanvullende LCA over een andere chroomketen gevonden en die wordt eerst bestudeerd. Een grafiek uit die LCA is opgenomen in figuur 2. Daarin is een deelketen te zien van afvalwater met veel chroom. *We kijken naar de ‘Chromium Recovery’ stap.* Wat niet in de figuur staat vermeld is dat voor deze stap ook water, energie en diverse chemicaliën worden gebruikt. De complete lijst met inputs en outputs en de overeenkomstige hoeveelheden voor de Chromium Recovery stap staan vermeld in figuur 3.
 - (a) De *sludge* wordt niet verkocht, maar uiteindelijk de *basic chromiumsulfaat* wel. Beargumenteer kort aan de hand van de stromen van deze stap of hier allocatie nodig. Als dat zo is, beschrijf hoe je dat zou doen.
 - (b) Bij de inputs zit ook elektriciteit en de fabriek heeft geen contract voor groene stroom. Leg uit hoe dat invloed heeft op de milieuimpact van deze stap op het broeikaseffect.
 - (c) In latere processtappen komen kleine hoeveelheden chroom het milieu in. Van een grote hoeveelheid hoeveelheid afvalwater komt, ondanks de genoemde processen in de stort $2,59 \times 10^5$ kg, in zeewater komt $7,01 \times 10^8$ kg en in de lucht komt $5,93 \times 10^8$ kg.

Kun je deze hoeveelheden bij elkaar optellen? Indien wel: geef een beoordeling van de verschillende bijdragen. Indien niet: geef aan wat je aanvullend nodig hebt om de bijdragen vergelijkbaar te maken.

(d) Wat zou je de *stainless steel* fabrikant willen adviseren op basis van deze LCA voor een beter ontwerp of een betere uitvoering van de LCA over hun chroomketen?



Figuur 2: Een LCA van een chroomketen. Uit: Kilic, E. et. al, Environmental optimization of chromium recovery from tannery sludge using a life cycle assessment approach, in: Journal of Hazardous Materials 192 (2011) 393-401.

Chromium recovery process	
Input	
Sludge (27.8% d.m.)	373.4 kg
Chromium	8041 mg/kg (d.m.)
Water	2767.5 kg
Electrical energy	19.9 MJ
H ₂ O ₂ (50%)	37 kg
Na ₂ CO ₃	150.5 kg
H ₂ SO ₄ (96%)	95.8 kg
Chromate Solution	-
Chromium	-
Iron (III) chloride (40%)	-
Output	
Sludge (23.5% d.m.)	357.8 kg
Chromium	2951.9 mg/kg (d.m.)
Chromate solution	1960.8 kg
Chromium	123.7 mg/L
Chromium solution	1049.3 kg
Chromium	346 mg/L
Evaporated water	56.8 kg

Figuur 3: Een LCA van een chroomketen. Uit: Kilic, E. et. al, Environmental optimization of chromium recovery from tannery sludge using a life cycle assessment approach, in: Journal of Hazardous Materials 192 (2011) 393-401.

DEEL II - ECONOMIE

Assmang Limited is een mijnbouwbedrijf gevestigd in Zuid-Afrika dat mangaan- chroom- en ijzerhoudend erts wint en verwerkt tot onder meer ferrochroom. Het bedrijf is gesticht in 1935. Het rapporteert haar jaarcijfers in ZAF Rand. Eén rand is ongeveer 8 eurocent, dus om de cijfers in Euro's te vertalen kan gedeeld worden door 12.

4. (23 points) **Evaluatie kasstroom** In figuur 4 staat een (vereenvoudigd) kasstroomoverzicht van Assmang.

	Note	2012 R'000	2011 R'000
Cash flow from operating activities			
Cash received from customers		24 307 741	19 403 941
Cash paid to suppliers and employees		(14 369 937)	(10 426 170)
Cash generated from operations	27	9 937 804	8 977 771
Net cash outflow from operating activities		(3 995 990)	(3 901 469)
Interest received	22	247 380	141 796
Interest paid	23	(415)	(1 615)
Dividends received	22	–	–
Taxation paid	28	(2 242 955)	(2 041 650)
Dividends paid		(2 000 000)	(2 000 000)
Net cash outflow from investing activities		(4 541 684)	(3 894 486)
– to maintain operations		(1 270 013)	(873 657)
– to expand operations		(2 980 735)	(2 796 617)
Capitalised fees		(193 165)	(183 309)
Increase in long-term receivables		(107 127)	(42 392)
Net increase in financial assets		7 091	–
Proceeds on disposal of property, plant and equipment		2 265	1 489
Net cash outflow from financing activities		(4 717)	(6 603)
Decrease in short-term borrowings		(4 717)	(6 603)
Cash and cash equivalents			
– net increase for the year		1 395 413	1 175 213
– at beginning of year		3 063 078	1 887 865
– at end of year	10	4 458 491	3 063 078

Figuur 4: Cash Flow Summary Assmang (bron: Annual Report 2012)

- (a) Waarvan geeft het kasstroomoverzicht van een onderneming een beeld?
- (b) In het kasstroomoverzicht van Assmang staan *drie* categoriën van posten die beginnen met „Net cash outflow from”. Licht kort toe *waar het bij elk van deze drie* posten om gaat.
- (c) (des)investeringen?
- Heeft Assmang in 2012 geïnvesteerd (nieuwe fabrieken ontwikkeld) of juist gesinvesteerd (fabrieken afgestoten of afgewaardeerd)?

- ii. Leg uit hoe (aan welke posten) dat is te zien in dit kasstroomoverzicht.
 - iii. Welk bedrag aan leningen heeft Assmang in 2012 opgenomen of afgelost?
- (d) De operationele winst vermeld in de winst- en verliesrekening (hier niet weergegeven) blijkt dat deze in 2012 ongeveer gelijk was aan de operationele kasstroom („operating cash flow“).
- i. is dit een voor ondernemingen gebruikelijk beeld? Licht kort toe.
 - ii. hoe verhoudt de winst (of het verlies) van een onderneming zich tot de kasstroom? Geef de vergelijking en leg uit.
 - iii. op de bezittingen zoals fabrieken kan jaarlijks worden afgeschreven. Voor welk bedrag heeft Assmang in 2012 ten hoogste afgeschreven volgens dit kasstroomoverzicht?
5. (22 points) **Fabrieken** Assmang bezit een aantal mijnen en fabrieken die voor een totaal van ongeveer 17,5 miljard Rand op de balans staan. Uit het jaarverslag blijkt dat Assmang bezig is met een programma om haar ferrochroom fabrieken om te bouwen tot ferromangaan fabrieken. De fabriek in Machadodorp met het grootste fornuis blijft vooralsnog ferrochroom produceren.
- (a) De fabrieken van Assmang zijn al (vele) jaren in bedrijf.
- i. Hoe is de *investering* voor een compleet *nieuwe* fabriek grosso modo gerelateerd aan de (nominale) capaciteit van een fabriek? Geef de vergelijking dan wel formule en licht deze kort toe.
 - ii. Met de functional unit methode kunnen we een eerste schatting maken van de investeringskosten voor eene nieuwe fabriek. Leg uit of toepassing van deze methode tot een relatief nauwkeurige schatting van de ombouwkosten kan leiden.
 - iii. Analyseer kort waarom Assmang er voor kiest om juist de ferrochroom fabrieken met de kleinste fornuizen om te bouwen.
- (b) Zowel de mijnen als de fabrieken van Assmang staan op de balans onder „vaste activa“. Leg uit.
- (c) Naast het totaal van de bezittingen, 30 miljard Rand, staan er twee subtotalen op de balans van Assmang: 5.1 miljard aan kortlopende verplichtingen en 2.7 miljard aan langlopende verplichtingen.
- i. Wat is de officiële Nederlandse benaming voor deze twee posten?
 - ii. Hoe groot is het eigen vermogen van Assmang?
 - iii. Stel dat de onderneming wordt geliquideerd, aan wie wordt het eigen vermogen dan uitgekeerd?
 - iv. Verwacht u dat deze uitkering groter of kleiner is dan het door u berekende eigen vermogen? Licht toe.