



Aanmaaktover 14

AANMAKEN 1 TON ONGEBLUSTE KALK

PRIJS



38.088

Vraag

Wat is de prijs van het aanmaken van 1 ton ongebluste kalk?

Antwoord

	<i>Recept</i>		ΔS_{σ} [kJ/°K]	ΔS_{cf} [kJ/°K]	ΔS_{θ} [kJ/°K]
1		160 rijtjesfabrieken	3.270	-3.296	4.074
2	"	1 rijtjeskantoren	13	-1	9
3	"	216 arbeiders	636	-393	365
4	"	1 vrachtwagen		in 16	
5	"	1 binnenvaartschip		in 16	
6		2,E+19 m ³ lucht	0	0	0
7	"	2.232 kg kalksteen	3.857	-1.554	4.949
8	"	44 kg aardgas		in 13	
9	"	107 kg slibgranulaat			
10	"	75 kg subkoolpellets			
11	"	829.440 kJ stroom	-337	-365	2.969
12		335 kg SiO ₂ naar Omgeving	-234	0	0
13	"	112 kg Al ₂ O ₃ naar Omgeving	-56	0	0
14	"	242 kg O ₂ uit Omgeving	1.552	0	0
15		1.000 kg kalk maken	-6.380	5.370	17.758
16	"	600 tonkm doen	251	-2.568	8.199
AMT 14		1 ton kalk klaar	2.572	-2.807	38.322

[1](#)

160 rijtjesfabrieken

Gereedschappen



Inzetstaat Rijtjesfabriek					
C	Tp.e.	Tg	fn	fo	fg
[p.e./jaar]	[sec/p.e.]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
1,E+06	3,E+01	75	32	5	2,E-06

Toelichting:

- productie-eenheid p.e. = 1 ton kalk
- het grondstof-gedeelte dolomiet is vereenvoudigd tot kalksteen
- C = 1,E+06 p.e./jaar
- T p.e. = $300 \cdot 24 \cdot 3600 / C$ sec/p.e.
- fn = oppervlakte hele complex / opp. 1 rijtjesfabriek
waarin O r.f. = 10.000 m² MT 3
- fo : het gehele complex heeft gemiddeld 5 maal de hoogte rijtjesfabriek schatting
- n r.f. = $\sum fn \cdot fo = 160$ rijtjesfabrieken
- ft = $(S\sigma \text{ p.e.} / \sum S\sigma \text{ p.e.} + \text{slak}) = 1,00$ toedelingfactor 't Overzicht
- fg = $(1 / (C \cdot Tg)) \cdot fn \cdot fo$
- ΔS inzet ger./p.e. = ft * fg * AT 2 Rijtjesfabriek [kJ/°K . p.e.]

Met AT 2 Rijtjesfabriek:

AT 2		1	r.fabriek afspelen	2,E+09	-2,E+09	2,E+09
1		2,E-06	r.fabriek doen	3.270	-3.296	4.074
2	1,44	rijtjeskantoren				

Inzetstaat Rijtjeskantoor					
C	Tp.e.	Tg	fn	fo	fg
[p.e./jaar]	[sec/p.e.]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
1,E+06	3,E+01	75	216	0,20	2,E-08

Toelichting:

- fn : de fabriek heeft 216 arbeiders
- fo : de overhead is 0,20
- fg = $((1 / (C \cdot Tg)) \cdot fn \cdot fo / 30)$
- ΔS inzet r.k./p.e. = ft * fg * AT RK [kJ/°K . p.e]
- n r.k. = ft * fn * fo / 30 = 1,44 rijtjeskantoren

Met AT 3 Rijtjeskantoor :

AT 3		1	r.kantoor afspelen	7,E+08	-3,E+07	5,E+08
2		2,E-08	r.kantoren doen	13	-1	9
3	216	arbeiders				



Stel in de r.fabrieken is de gemiddelde inzet 0,3 arbeider/r.f.
 ofwel volcontinu 1,4 „

Inzetstaat Mens						
C	Tp.e.	Tg	fn	fo	fg	
[p.e./jaar]	[sec/p.e.]	[jaar]	[-]	[-]	[-]	
1,E+06	3,E+01	45	216	3,9	2,E-05	

Toelichting:

- f_n = bezetting 1 r.fabriek * n r.f.
- f_o = fuitbesteding * $f_{kostwinner}$
 - . uitbestedingsfactor is 1,3
 - . arbeider is kostwinner voor 3 personen m.i.v. de arbeider zelf.
- $f_g = (1/(C \cdot T_g)) \cdot f_n \cdot f_o$
- ΔS inzet ger./p.e. = $f_t \cdot f_g \cdot AT$ Mens [kJ/°K . p.e.]

Met AT Mens:

AT Mens		1	mens afspelen	3,E+07	-2,E+07	2,E+07
3		2,E-05	mens doen	636	-393	365
4	1	vrachtwagen				

De helft van de kalkproductie wordt per vrachtwagen afgevoerd.

Afgelegelegde weg 200 km, zie verder 16

5 **1** **binnenvaartschip**

De helft van de kalkproductie wordt per binnenvaartschip afgevoerd.

Afgelegelegde weg 400 km, zie verder 16



6 **2,E+19** **m³ lucht**

Men Neme



De lucht is nodig voor het leveren van zuurstof, maar ook voor het opnemen van kooldioxide, stikstofoxiden en fijnstof.

De prijzen voor de massa-overdrachten worden in de betreffende tovers verrekend.



7 **2.232** **kg kalksteen**

't Overzicht

Samenstelling 1 ton Kalksteen			
Stof	m	S	Sm
	[kg]	[kJ/°K.mol]	[kJ/°K]
CaCO ₃	800		
SiO ₂	150		
Al ₂ O ₃	50		
DT 7	1.000		

DT 7

Met DT 7 Kalksteen :

DT 7		1	ton kalksteen halen	1.728	-696	2217
7		2,2	ton kalksteen nemen	3.857	-1.554	4.949
8	44	kg aardgas				

Hf kalk branden = 3.178.571 kJ/ton kalk.

't Overzicht

Stel μ = 0,7

E kalk branden = 4.540.816 „

De aangewende brandstof is voor ca 33% fossiel, neem aardgas.

D aardgas = 2,88 kg aardgas/100.000 kJ KT 4

Voor 1 ton kalk is dan nodig 44 kg aardgas.

Is verrekend in 15

9 **107** **kg slibgranulaat**

Het aandeel biomassa in de thermische energieproductie is ca 33%

ofwel

1.498.469 kJ/ton kalk

Als biomassa wordt slibgranulaat opgehaald bij een rioolwaterzuiveringsinstallatie die 100 km verderop ligt.

De verbrandingswaarde van dit granulaat is 14.000 kJ/kg AMT 10.10

Dus benodigd 107 kg biomassa/ton kalk

Verder pm in afwachting van Delftover Slibgranulaat.

10 75 kg energiepellets

Voor de opwekking van de laatste 33 % thermische energie worden subkool-pellets

verbrand. De verbrandingswaarde is 20.000 kJ/kg AMT 10.10

Dus benodigd 75 kg pellets/ton kalk

Verder pm in afwachting van AMT Subkool-pellets.

11 829.440 kJ stroom

Stroom voor aandrijving alle meng- en roerwerktuigen.

n el.motor = n r.fabriek . 24 = 3.840 MT 2

P el.motor = 10 kJ/s "

E stroom/p.e. = ft* (250.24.3600/C) . n . P = 829.440 kJ/p.e.

Met AMT 4 Fossielstroom :

AMT 4		1	kJ fossielstroom aanma	-0,0004	-0,0004	0,0036
11		829.440	kJ fossielstroom doen	-337	-365	2.969

Toelichting:

- ft is toegepast



Pandgeld

De prijzen zijn doorberekend in 14.14 e.v. , behalve:

12 -234,4 voor 335 kg SiO₂ naar Omgeving

13 -56 voor 112 kg Al₂O₃ naar Omgeving

14 1.552 voor 242 kg O₂ uit Omgeving

Voor het onttrekken van zuurstof aan dampkring voor verbranden biomassa, zie

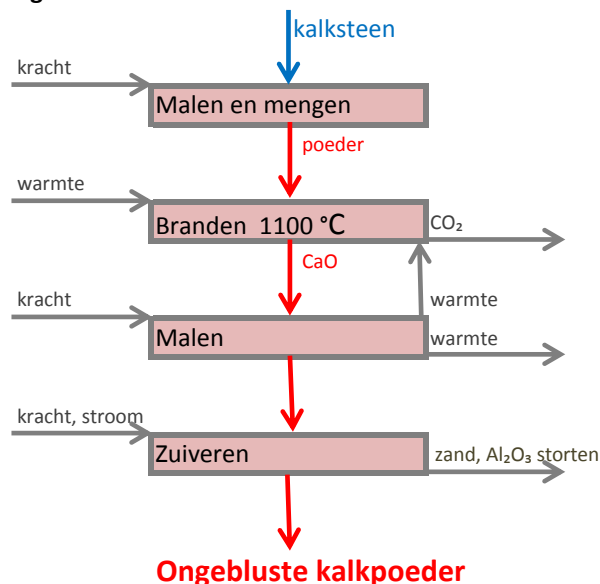
15



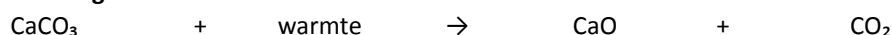
Roeren & Meng



15 1.000 kg kalk maken



• **Vorming So :**



<i>'t Overzicht</i>							
Termen reactievl	M [kg/mol]	n [mol]	m [kg]	S σ [kJ/°K.mol]	S σ [kJ/°K]	Hf [kJ/mol]	Hf [kJ]
Vóór							
CaCO ₃	0,100	17.857	1.786	0,093	1.661	-1.207	-2,E+07
SiO ₂	0,060	5.580	335	0,042	234		
Al ₂ O ₃	0,102	1.094	112	0,051	56		
Na							
CaO	0,056	17.857	1.000	0,040	714	-635	-1,E+07
CO ₂	0,044	17.857	786	0,155	2.768	-394	-7,E+06
SiO ₂	0,060	5.580	335	0,042	234		
Al ₂ O ₃	0,102	1.094	112	0,051	56		
$\Delta S\sigma =$					1.821	$\Delta Hf =$	3,E+06



endotherm

$\Delta S\sigma$ branden 1786 kg CaCO₃ =



1.821 kJ/°K

• **Spreading S σ en Opwarming S θ :**

Met DT 0 Kooldioxide :

DT 0		1	mol CO ₂ delven klaar	0,3	-0,4	-0,7
15		-17.857	mol CO ₂ doen	-5.518	6.648	12.408
• Doen :		44	kg aardgas	8		

Met KT 4 Aardgas:

KT 4		2,88	kg aardgas verbranden	-8	-38	92
15		44	kg aardgas doen	-114	-580	1.393
• Doen :		107	kg slibgranulaat	9		

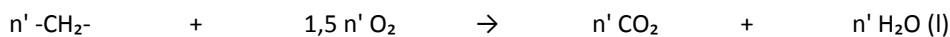
Bij gebrek aan informatie over de chemische samenstelling van het granulaat schatte Helder het entropisch effect van het verbranden ervan gelijk aan dat van het aardgas, zie hiervoor.

• **Doen 105 kg energiepellets**

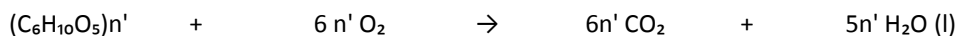
Stel de samenstelling van de pellets op 50 massaprocent polyethyleen en 50 massaprocent papier.

→ Vorming S σ :

- poly-ethyleen:



- papier:





't Overzicht							
Termen reactievl	M [kg/mol]	n [mol]	m [kg]	S σ [kJ/°K.mol]	S σ [kJ/°K]	Hf [kJ/mol]	Hf [kJ]
Vóór							
n' -CH ₂ -	0,014	3.750	53	0,2	750		
n'-(C ₆ H ₁₀ O ₅)-	0,162	324	53	0,3	97		
1,5 n' O ₂	0,032	5.625	180	0,205	1.153		
6 n' O ₂	0,032	1.944	62	0,205	399		
Na							
n' CO ₂	0,044	3.750	165	0,213	799		
6n' CO ₂	0,044	1.944	86	0,213	414		
n' H ₂ O (l)	0,018	3.750	68	0,070	263		
5n' H ₂ O (l)	0,018	1.620	29	0,070	113		
$\Delta S_{\sigma} =$					-810	$\Delta H_f =$	



exotherm

→ Spreiding S_{cf} + Opwarming S_θ :

Met Delftover 0 :

DT 0		1	mol CO ₂ delven klaar	0,3	-0,4	-0,7
15		7.569	mol O ₂ doen	nvt	-2.818	nvt

Met DT 0 :



DT 0		1	mol CO ₂ delven klaar	0,3	-0,4	-0,7
15		-5.694	mol CO ₂ doen	-1.760	2.120	3.957

16 **600** tonkm verplaatsen

• Vrachtwagen

Verplaatsen : 1 ton kalk 15
over 200 km 4



Met VT 1 Vrachtwagen :

VT 1		1	vwtonkm klaar	-4,2	-8,9	27,7
16		200	vwtonkm doen	-834	-1.772	5.547

• Binnenvaartschip

Verplaatsen : 1 ton kalk
over 400 km 5

Met VT 14 Binnenvaartschip :

VT 14		1	vstonkm klaar	2,71	-1,99	6,63
16		400	vstonkm doen	1.085	-796	2.651



Klaar !

Bron:

<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/cl.html>

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Lhoist>

https://www.lhoist.com/be_nl/node/12443/a#hermalle

https://www.portdeliege.be/nl/lpa/21_carrieres-et-fours-a-chaux-dumont-wautier