

Aanmaaktover 24	
AANMAKEN 1 TON ZWAVELZUUR	PRIJS 5.173

Vraag

Wat is de prijs van het aanmaken van 1 ton zwavelzuur?

Antwoord

	<i>Recept</i>		$\Delta S\sigma$ [kJ/°K]	ΔS_{cf} [kJ/°K]	$\Delta S\theta$ [kJ/°K]	
1		1	zwavelzuurfabriek	pm	pm	pm
2	„	1	vrachtschip	pm	pm	pm
3	„	504	mensen	579	-65	112
4		2,E+19	m ³ lucht	0	0	0
5	„	1755	kg gips grondstof		nvt	nvt
6	„	61	kg koolstof grondstof	70	-10	74
7	„	163	kg zuurstof grondstof	nvt	-2.070	nvt
8	„	nihil	kJ stroom	nihil	nihil	nihil
9	„	17	kg aardgas energie		in 13	
10	„	0,6	kg dieselolie		in 14	
11		163	kg zuurstof	1.046	0	0
12	„	184	kg water	-1.918	0	0
13		1	ton zwavelzuur maken		1.899	5.398
14	„	114	tonkm doen	15	-12	55
AMT 24		1	ton zwavelzuur aanmake	-209	-257	5.639



Gereedschappen



1

1 zwavelzuurfabriek



C zz.fabriek =	250	ton H ₂ SO ₄ /etmaal
ofwel	91.250	ton H ₂ SO ₄ /jaar
ofwel	0,003	ton H ₂ SO ₄ /s
Ti1 = 1/C =	345,6	s/ton zwavelzuur
Td1 = 40 jaar =	1,E+09	s
qi1 = Ti1/Td2 =	3,E-07	
ΔS inzet zz.f. / ton ureum =	3,E-07	. Eigentover Fabriek [kJ/°K].

Verder pm in afwachting van de eigentover.



2 1 vrachtschip

Het geproduceerde zwavelzuur wordt geleverd aan een nabijgelegen glyfosaatfabriek, AMT 26. en de gevormde CaO gaat naar een kalkfabriek 200 km stroomopwaarts.

3 504 mensen

Er werken	120	werknemers
	200	dagen/jaar
	8	uur/dag
ofwel	5.760.000	s/jaar.werknemer
pw =	120	werknemers
fu =	1,4	
fk =	3	
pm =	504	mensen
Tiw = 5.760.000 / C fabriek =	63	s / ton zwavelzuur
Tdw =	3,E+08	sec 45 jaar
qi = Tiw/Tdw =	2,E-07	
ΔS inzet pm / ton methanol = qi . pm =	1,E-04	. Eigentover Helder [kJ/°K]

Met ET Helder:

ET Helder		1	Helder afspelen	4.720.677	-527.490	910.289
3		1,E-04	Helder doen	579	-65	112



Men Neme



4 2,E+19 m³ lucht

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.

5 1.755 kg gips als grondstof

Toverzicht.



Het gips wordt gekocht van een nabijgelegen glyfosaatfabriek, zie AMT 26.

De prijs ervan is  16.201 per ton gips inclusief pandgeld.

ofwel prijs per ton zwavelzuur  28.435



6 61 kg koolstof als grondstof

Met Haaltover 1 Kolen :

HT 1		1	ton kolen halen klaar	1.136	-166	1.206
6		0,061	ton kolen halen doen	70	-10	74

7 163 kg zuurstof als grondstof

Met de Begintover, kolom spreiden :

BT 5		1	mol CO ₂ lucht → cilinder	nvt	-0,4	nvt
7		5.102	mol O ₂ lucht → cilinder	nvt	-2.070	nvt

Zie ook onder Pandgeld

8 nihil kJ stroom

Het utilitaire elektriciteitsgebruik van de fabriek wordt begrepen in de Eigentover Fabriek.

9	17	kg aardgas voor warmteopwekking		
Benodigde vormingswarmte	1.392.857	kJ/ton zwavelzuur		<i>Overzicht.</i>
$\mu =$	0,8			schatting
E benodigd =	1.741.071	kJ/tonzwavelzuur		
Het verbanden van	2,47	kg aardgas		
levert	100.000	kJ		
Benodigd	17,41	kg aardgas/ton zwavelzuur		
Het nemen van het aardgas wordt verrekend in				13
10	0,6	kg dieselolie		
Binnenvaartschip neemt	0,0055	kg dieselolie/tonkm		VT 14.6
Totaal	0,6	kg dieselolie		2
De prijs voor het nemen van dieselolie wordt doorberekend in				14



Pandgeld

11	1.046	voor	163	kg zuurstof uit Omgeving.	<i>Overzicht.</i>
12	-1.918	voor	184	kg water naar Omgeving.	"

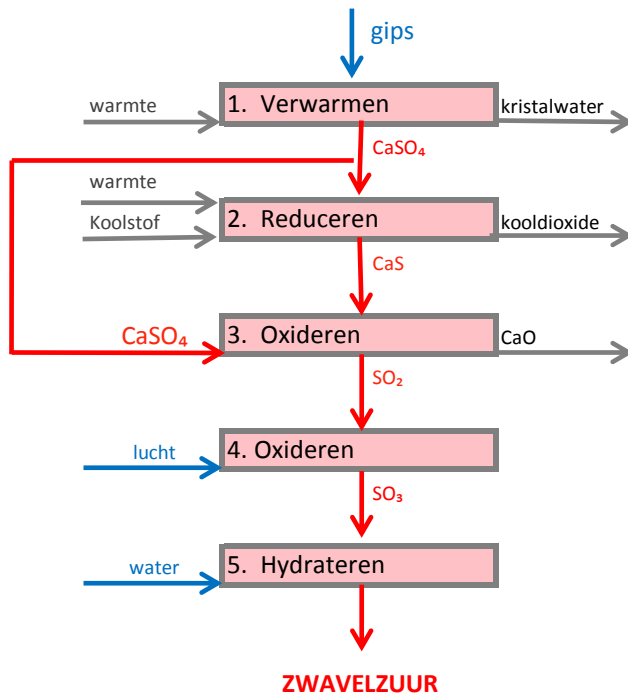
Verder is alle pandgeld inbegrepen.



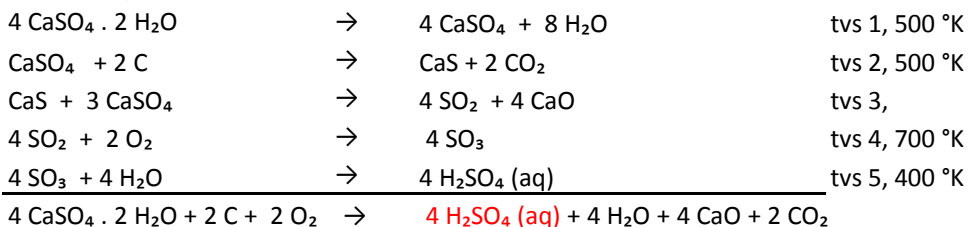
Roeren & Mengen



13 1 ton zwavelzuur maken



● **Vorming SO_3 :**



Gehanteerde molmassa's M

C	H ₂	O ₂	Ca	S			
0	0,002	0,032	0,040	0,032			

Overzicht

Termen reactievgl	M [kg/mol]	n	m [kg]	S _σ [kJ/°K.mol]	S _σ [kJ/°K]	H _f [kJ/mol]	H _f [kJ]
Vóór							
gips	0,172	10.204	1.755	0,194	1.980	-2.022	-2,E+07
2 C	0,012	5.102	61	0,006	31	0	0,E+00
2 O ₂	0,032	5.102	163	0,205	1.046	0	0,E+00
Na							
4 H ₂ SO ₄ (l)	0,098	10.204	1.000	0,157	1.602	-813	-8,E+06
4 H ₂ O(g)	0,018	10.204	184	0,188	1.918	-241	-2,E+06
4 CaO	0,056	10.204	571	0,040	408	-635	-6,E+06
2 CO ₂	0,044	5.102	224	0,213	1.087	-393	-2,E+06
				ΔS _σ =	1.959	ΔH _f =	1,E+06

endotherm

ΔS_σ 1 ton z.zuur =

1.959 kJ/°K

● **Spreiding ΔS_{cf}** :



→ Afvalstoffen

Voorlopig pm gesteld omdat het entropisch effect ondergeschikt is.

→ kooldioxide

Omdat er geen afnemer voor de kooldioxide kon worden gevonden werd besloten de kooldioxide uit te stoten in de dampkring.

Met met de Eindtover:

ET		1	mol CO ₂ cilinder → lucht klaar	-0,3	0,4	1,1
13		5.102	mol CO ₂ cilinder → lucht doen	-1.577	1.899	5.398

→ calciumoxide

De gevormde calciumoxide wordt verkocht aan een kalkfabriek op 300 km afstand.



Kostprijs = ΔS tot x pandg. CaO/tot pandgeld =  -421

● **Opwarming ΔS_θ** :

De duurzame opwarming van de dampkring is reeds begrepen in 'Spreiding'.

● **Doen 17 kg aardgas**

Met KT 4 Aardgas :

KT 4		2,47	kg aardgas klaar	22	4	267
13		17	kg aardgas doen	156	25	1.880
14		114	tonkm doen			

● **Binnenvaartschip :**



Verplaatsen :

571 kg CaO

over

200 km

Met VT 14 Binnenvaartschip :

VT 14		1	bvstonkm klaar	0,13	-0,10	0,48
14		114	bvstonkm doen	15	-12	55



Klaar !

Bronnen :

<http://www.kimre.com/applications/sulfuric-acid/>

<http://www.essentialchemicalindustry.org/chemicals/sulfuric-acid.html>

<http://slideplayer.nl/slide/2178935/>

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

http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/LVOC/LVOC_Final_Draft_February_2017_website.pdf

http://www.update.uu.se/~jolkkonen/pdf/CRC_TD.pdf

<http://chemistry-reference.com/standard%20thermodynamic%20values.pdf>

