



Aanmaaktover 19a

AANMAKEN 1 TON KOOLDIOXYDE

PRIJS



320.326

Vraag

Wat is de prijs van het aanmaken van 1 ton vloeibaar kooldioxyde?

Antwoord

	<i>Recept</i>		$\Delta S\sigma$ [kJ/°K]	ΔS_{cf} [kJ/°K]	$\Delta S\theta$ [kJ/°K]
1		338 rijtjesfabrieken	1340	-1351	1669
2	"	1 rijtjeskantoren	85	-4	63
3	"	608 arbeiders	348	-215	500
4	"	1 hscarrier	in 18		
5		2,E+19 m ³ lucht	0	0	0
6	"	278 kg aardgas grondstof	3.261	-330	500
7	"	87 kg dolomiet	151.051	-60.848	193.821
8	"	22 kg waterstof energie	in 17		
9	"	626 kg water	2.435	-1	4
10	"	5.893 kg stikstof	nvt	-6.470	nvt
11	"	6.611 kg zuurstof	nvt	-2.916	nvt
12	"	5,0 kg dieselolie	in 18		
13	"	339.909 kJ stroom	-138	-150	1.217
14		5.893 kg stikstof uit Omgeving	40.202	0	0
15	"	546 kg O ₂ uit Omgeving	2.153	0	0
16	"	269 kg H ₂ O naar Omgeving	-2.295	0	0
17		1 ton kooldioxyde maken	-11.114	-3.675	9.085
18	"	1.000 tonkm doen	-29	-71	213
AMT 19a		1 ton kooldioxyde aanmak	187.437	-72.965	205.853



Gereedschappen





1 **338** rijtjesfabrieken



Inzetstaat Rijtjesfabriek					
C	T _{p.e.}	T _g	f _n	f _o	f _g
[p.e./jaar]	[sec/p.e.]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
4,E+05	6,E+01	75	135	2,5	1,E-05

Toelichting:

- productie-eenheid p.e. = 1 ton ureum
- C = 4,E+05 p.e./jaar
- T_{p.e.} = 300*24*3600/C sec/p.e.
- f_n = oppervlakte hele complex / opp. 1 rijtjesfabriek
- waarin O r.f. = 10.000 m² MT 3
- f_o : het gehele complex heeft gemiddeld 2,5 maal de hoogte rijtjesfabriek schatting
- n r.f. = Σ f_n*f_o = 338 rijtjesfabrieken
- f_g = (1/(C*T_g))*f_n*f_o
- f_t = Σσ p.e./ΣΣσ daarna = 0,08 toedelingsfactor 't Overzicht
- ΔS inzet ger./p.e. = f_t*f_g * AT 2 Rijtjesfabriek [kJ/°K . p.e.]



AT 2		1	r.fabriek afspelen	2,E+09	-2,E+09	2,E+09
1		9,E-07	r.fabriek doen	1,E+03	-1,E+03	2,E+03
2	0,33	rijtjeskantoren				

Inzetstaat Rijtjeskantoor					
C	Tp.e.	Tg	fn	fo	fg
[p.e./jaar]	[sec/p.e.]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
4,E+05	6,E+01	75	608	0,20	1,E-07

Toelichting:

- fn : de fabriek heeft 608 arbeiders
- fo : de overhead is 0,20
- fg = ((1/(C*Tg))*fn*fo/30)
- ΔS inzet r.k./p.e. = ft * fg*AT RK [kJ/°K . p.e]
- n r.k. = ft * fn*fo/30 = 0,33 rijtjeskantoren

Met AT 3 Rijtjeskantoor :

AT 3		1	r.kantoor afspelen	7,E+08	-3,E+07	5,E+08
2		1,E-07	r.kantoren doen	85	-4	63
3	608	arbeiders				



Stel in de r.fabrieken is de gemiddelde inzet 0,4 arbeider/r.f.
ofwel volcontinu 1,8 „

Inzetstaat Mens					
C	Tp.e.	Tg	fn	fo	fg
[p.e./jaar]	[sec/p.e.]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
4,E+05	6,E+01	45	608	3,9	1,E-04

Toelichting:

- fn = bezetting 1 r.fabriek * n r.f.
- fo = fuitbesteding * fkostwinner 3,9 want
. uitbestedingsfactor is 1,3
. arbeider is kostwinner voor 3 personen m.i.v. de arbeider zelf.
- fg = (1/(C*Tg))*fn*fo
- ΔS inzet ger./p.e. = ft*fg * AT Mens [kJ/°K . p.e.]

Met AT Mens:

AT Mens		1	mens afspelen	3,E+07	-2,E+07	2,E+07
3		1,E-05	mens doen	348	-215	199
4	1	hscarrier				

De productie wordt per carrier afgevoerd naar een klant.

s = 1.000 km

Dit wordt doorberekend in

18



Men Neme



5 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.

6 278 kg aardgas als grondstof

't Overzicht

Met DT 4 Aardgas

DT 4		1	ton gas halen klaar	11.727	-1.188	1.797
6	„	0,278	ton gas nemen	3.261	-330	500

Toelichting:

- ft is toegepast

7 **87** **kg dolomiet**

Dolomiet is een soortemet van mergel.
Het wordt tot poeder gemalen en gemengd met ammoniumnitraat tot een kunstmest.



't Overzicht

Met DT 7 Kalksteen

DT 7		1	ton mergel delven	1.728	-696	2.217
7	"	87	ton dolomiet doen	151.051	-60.848	193.821

Toelichting:

- ft is toegepast

8 **22** **kg waterstofgas voor energie**

17

De ammoniumvorming vraagt veel warmte
Hiervoor wordt proceswaterstofgas verbrand.

E ammonium =

2,E+07 kJ

't Overzicht

Verbranding 0,83 kg H₂ geeft

100.000 kJ warmte

KT 5

Voor 7.156 kg NH₃ nodig

129 kg H₂

Zie verder

17

9 **626** **kg water**

't Overzicht

Met DT 9 Drinkwater :

DT 9		1	ton water halen klaar	3.892	-1	6
9		0,63	ton water halen doen	2.435	-1	4

Toelichting:

- ft is toegepast

10 **5.893** **kg stikstof**

't Overzicht

De stikstof wordt uit de dampkring gehaald.

Met DT 0 Kooldioxide :

DT 0		1	mol CO ₂ delven klaar	0,31	-0,37	-0,69
10		17.379	mol N ₂ doen	nvt	-6.470	nvt

Toelichting:

- ft is toegepast

11 **5.577** **kg zuurstof**

't Overzicht

De zuurstof wordt uit de dampkring gehaald.

Met DT 0 Kooldioxide :

DT 0		1	mol CO ₂ delven klaar	0,31	-0,37	-0,69
11		7.833	mol O ₂ doen	nvt	-2.916	nvt

Toelichting:

- ft is toegepast

12 **5,0** **kg dieselolie**

Vrachtschip neemt

0,0050 kg dieselolie/tonkm

VT 2.6

Totaal

5,0 kg dieselolie

Zie verder

18

13 **339.909** **kJ stroom**

Stroom voor aandrijving alle meng- en roerwerktuigen.

n el.motor = n r.fabriek . 24 =

8100

MT 2

P el.motor =

10 kJ/s

"

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

339.909 kJ/p.e.

Met AMT 4 Fossilstroom :

AMT 4		1	kJ fossielstroom aanma	-0,0004	-0,0004	0,0036
13		339.909	kJ fossielstroom doen	-138	-150	1.217

Toelichting:

- ft is toegepast



Pandgeld

14		40.202	voor	5.893	kg stikstof uit Omgeving	't Overzicht
15		2.153	voor	546	kg zuurstof uit Omgeving	„
16		-2.196	voor	269	kg water naar Omgeving	„

Toelichting:

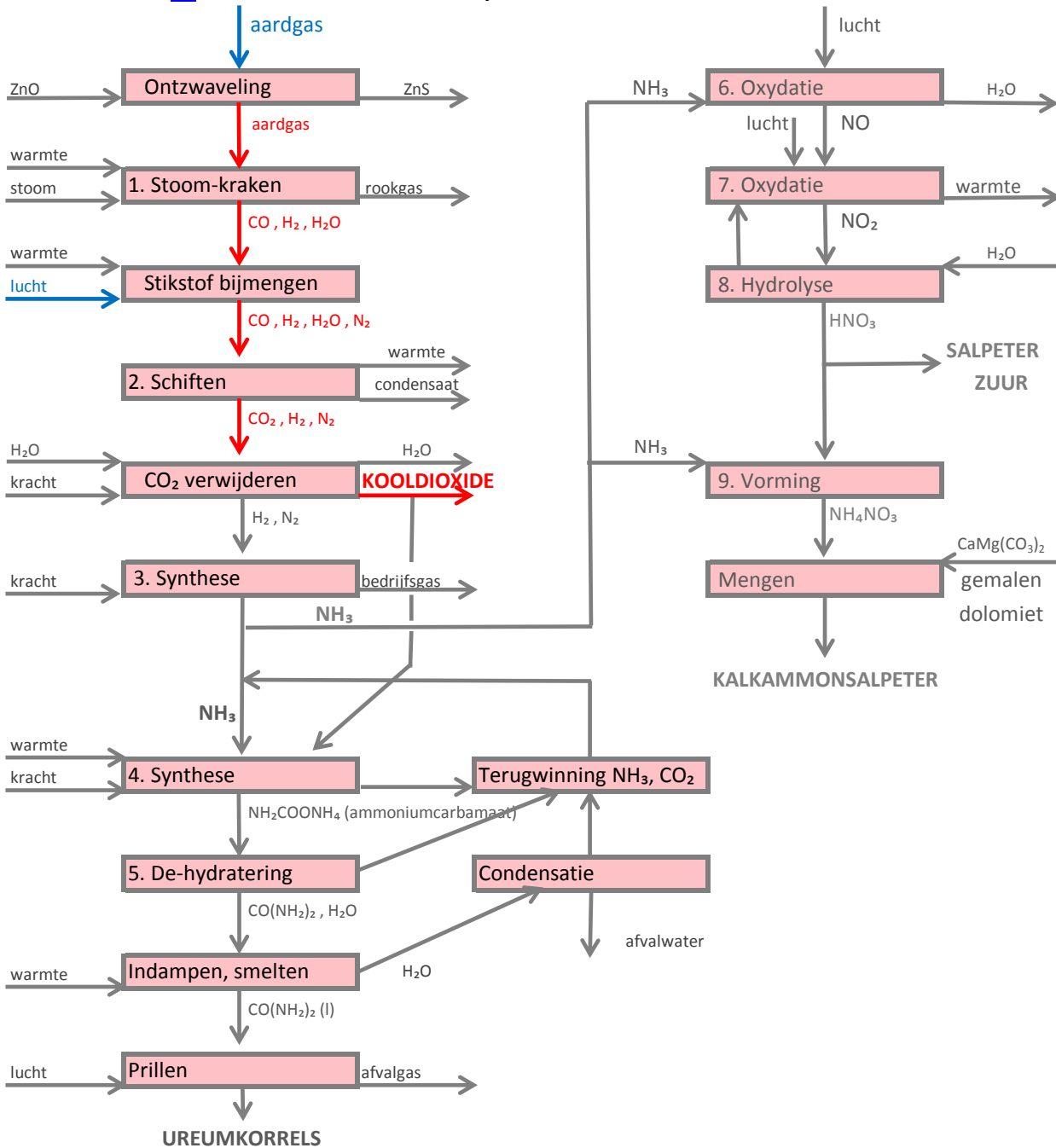
- ft is toegepast



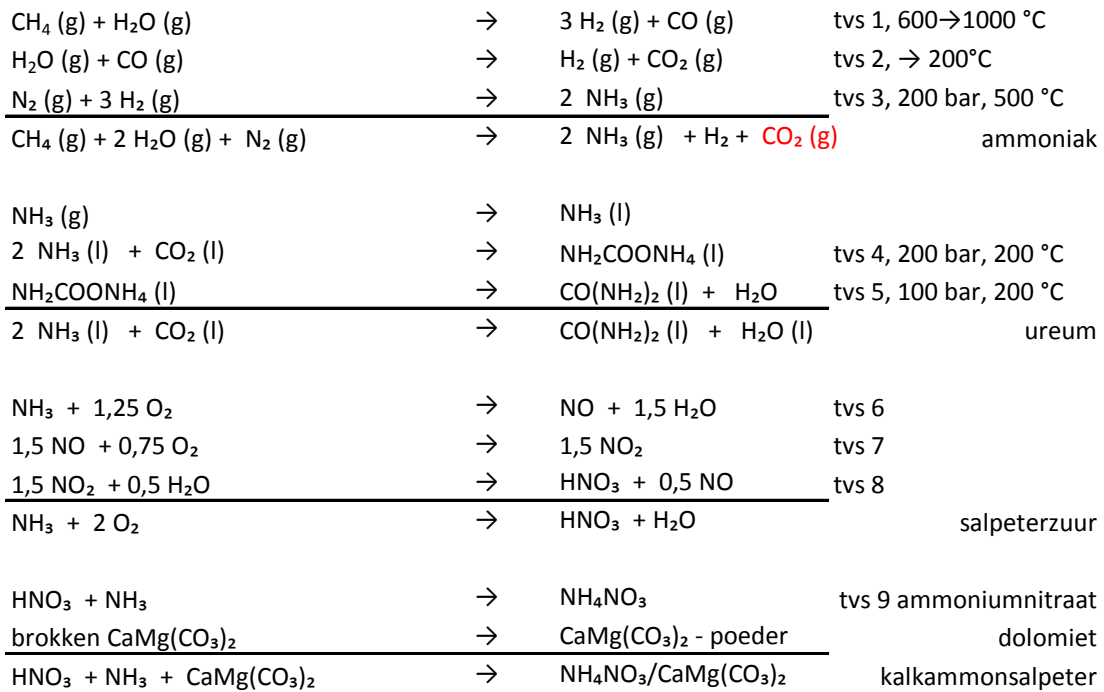
Roeren & Mengen



[17](#) 1 ton kooldioxyde maken



● **Vorming Sσ :**



<i>'t Overzicht</i>							
Termen reactievl	M [kg/mol]	n	m [kg]	Sσ [kJ/°K.mol]	Sσ [kJ/°K]	Hf [kJ/mol]	Hf [kJ]
Vóór							
CH ₄	0,016	210.481	3.368	0,186	39.149	-75	-2,E+07
H ₂ O(g)	0,018	420.962	7.577	0,188	79.141	-242	-1,E+08
N ₂	0,028	210.481	5.893	0,191	40.202	0	
CaMg(CO ₃) ₂			1.059				
O ₂ (proces)	0,032	94.865	5.577	0,205	19.447	0	
O ₂ (energie)	0,032	32.319	1.034	0,205	6.625		
Na							
NH ₃ (g)	0,017	420.962	7.156	0,193	81.246	-46	-2,E+07
H ₂	0,002	210.481	421	0,130	27.363	0	
CO ₂ (g)	0,044	210.481	9.261	0,213	44.832	-393	-8,E+07
CaMg(CO ₃) ₂			1.059				
O ₂ (proces)	0,032	94.865	5.577	0,205	19.447	0	
O ₂ (energie)	0,032	32.319	1.034	0,205	6.625		
Daarna							
NH ₃ (l)	0,017	235.294	4.000	0,097	22.706	-80	-2,E+07
H ₂ (vrij)	0,002	145.842	292	0,130	18.959	0	
CO ₂ (l)	0,044	22.727	1.000	0,155	3.523	-403	-9,E+06
CO ₂ (g)	0,044	158.342	6.967	0,213	33.727	-393	-6,E+07
CO(NH ₂) ₂ (l)	0,060	29.412	1.765	0,105	3.088	-334	-1,E+07
HNO ₃	0,063	47.432	2.988	0,155	7.352	-173	-8,E+06
NH ₄ NO ₃	0,080	39.706	3.176	0,151	5.996	-365	-1,E+07
CaMg(CO ₃) ₂			1.059				
H ₂ O (l)(proces)	0,018	76.844	2.098	0,188	14.447	-285	-2,E+07
H ₂ O (l)(energie)	0,018	64.639	1.163	0,188	12.152		
$\Delta S_\sigma =$					-68.142	$\Delta H_f =$	-3,E+07

$$\Delta S_{\text{p.e.}} = -5.626 \text{ kJ/}^\circ\text{K} \cdot \text{p.e.}$$

$$\Delta H_f = -2.227.252 \text{ kJ/p.e.} \quad \text{exotherm}$$

Toelichting:

- het fabriekscomplex produceert per jaar:

ammoniak	NH ₃	1.700	kton
kooldioxide	CO ₂ (l)	425	„
ureum	CO(NH ₂) ₂ (l)	750	„
salpeterzuur	HNO ₃	1.270	„
KAS	NH ₄ NO ₃ /CaMg(CO ₃) ₂	1.800	„

- KAS staat voor kalkammonsalpeter, een mengsel van 75 massa% ammoniumnitraat NH₄NO₃ en 25 massa% dolomiet CaMg(CO₃)₂



- ft is toegepast

- ΔHf is exclusief de verbranding van waterstof voor proceswarmte, zie daarvoor 8,0

● **Spreiding ΔScf en Opwarming ΔSθ :**

> kooldioxide naar Omgeving

Met DT 0 Kooldioxide:



DT 0		1	mol CO ₂ delven klaar	0,31	-0,37	-0,69
17		-13.074	mol CO ₂ doen	-4.040	4.867	9.085

Toelichting:

- ft is toegepast

> stikstof uit Omgeving

Met DT 0 Kooldioxide:

DT 0		1	mol CO ₂ delven klaar	0,31	-0,37	-0,69
17		17.379	mol N ₂ doen	n.v.t.	-6.470	n.v.t.

Toelichting:

- alleen de spreidingskolom is van toepassing, want geen reactie in de oceaan en geen broeikaseffe



- zie voor het pandgeld uit de vormingskolom

Pandgeld

- ft is toegepast

● **Doen 22 kg waterstofgas verbranden 8**

Met KT5 Waterstofgasgas :

KT 5		0,83	kg waterstofgas klaar	-54	-77	0
17		22	kg waterstofgas doen	-1.448	-2.073	0

Toelichting:

- ft is al toegepast in



18 1.000 tonkm doen

● HScarrier :

Verplaatsen : 1,0 p.e.

over 1.000 km 4

Met VT 3 HScarrier :

VT 3		1	hscarriertonkm klaar	-0,03	-0,07	0,21
18		1.000	hscarriertonkm doen	-29	-71	213



Klaar !



Bronnen :

[https://nl.wikipedia.org/wiki/Nederlandse_Stikstof_Maatschappij_\(NSM\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Nederlandse_Stikstof_Maatschappij_(NSM))

<https://www.yara.nl/over-yara/yara-in-de-benelux/yara-sluiskil/>

<https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/large-volume-inorganic-chemicals-ammonia-acids-and-fertilisers>