






Aanmaaktover 19b  
AANMAKEN 1 TON AMMONIAK

PRIJS  597.390

### Vraag

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

### Antwoord

	<i>Recept</i>		$\Delta S\sigma$ [kJ/°K]	$\Delta S_{cf}$ [kJ/°K]	$\Delta S\theta$ [kJ/°K]
<a href="#">1</a>		338 rijtjesfabrieken	2063	-2079	2570
<a href="#">2</a>	"	1 rijtjeskantoren	21	-1	16
<a href="#">3</a>	"	608 arbeiders	535	-331	817
<a href="#">4</a>	"	1 hscarrier		in 18	
<a href="#">5</a>		2,E+19 m <sup>3</sup> lucht	0	0	0
<a href="#">6</a>	"	455 kg aardgas grondstof	5.335	-541	817
<a href="#">7</a>	"	179 kg dolomiet	310.014	-124.882	397.793
<a href="#">8</a>	"	38 kg waterstof energie		in 17	
<a href="#">9</a>	"	1.024 kg water	3.984	-1	6
<a href="#">10</a>	"	796 kg stikstof	nvt	-10.585	nvt
<a href="#">11</a>	"	386 kg zuurstof	nvt	-4.488	nvt
<a href="#">12</a>	"	5,0 kg dieselolie		in 18	
<a href="#">13</a>	"	523.216 kJ stroom	-213	-230	1.873
<a href="#">14</a>		796 kg stikstof uit Omgeving	10.682	0	0
<a href="#">15</a>	"	956 kg O <sub>2</sub> uit Omgeving	3.367	0	0
<a href="#">16</a>	"	454 kg H <sub>2</sub> O naar Omgeving	6.841	0	0
<a href="#">17</a>		1 ton ammoniak maken	-18.348	-5.969	15.153
<a href="#">18</a>	"	1.000 tonkm doen	-29	-71	213
AMT 19b		1 ton ammoniak aanmake	324.465	-144.460	417.385





# Gereedschappen



1

338 rijtjesfabrieken



## Inzetstaat Rijtjesfabriek

C	T <sub>p.e.</sub>	T <sub>g</sub>	f <sub>n</sub>	f <sub>o</sub>	f <sub>g</sub>
[p.e./jaar]	[sec/p.e.]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
2,E+06	2,E+01	75	135	2,5	3,E-06

Toelichting:

- productie-eenheid p.e. = 1 ton ammoniak
- C = 2,E+06 p.e./jaar
- T<sub>p.e.</sub> = 300\*24\*3600/C sec/p.e.
- f<sub>n</sub> = oppervlakte hele complex / opp. 1 rijtjesfabriek  
waarin O r.f. = 10.000 m<sup>2</sup> MT 3
- f<sub>o</sub> : het gehele complex heeft gemiddeld 2,50 maal de hoogte rijtjesfabriek schatting
- n r.f. = Σ f<sub>n</sub>\*f<sub>o</sub> = 338 rijtjesfabrieken
- f<sub>g</sub> = (1/(C\*T<sub>g</sub>))\*f<sub>n</sub>\*f<sub>o</sub>
- f<sub>t</sub> = Σσ p.e./Σσ daarna = 0,51 toedelingsfactor 't Overzicht
- ΔS inzet ger./p.e. = f<sub>t</sub>\*f<sub>g</sub> \* AT 2 Rijtjesfabriek [ kJ/°K . p.e. ]

AT 2		1	r.fabriek afspelen	2,E+09	-2,E+09	2,E+09
1		1,E-06	r.fabriek doen	2.063	-2.079	2.570

2

2,06 rijtjeskantoren

## Inzetstaat Rijtjeskantoor

C	T <sub>p.e.</sub>	T <sub>g</sub>	f <sub>n</sub>	f <sub>o</sub>	f <sub>g</sub>
[p.e./jaar]	[sec/p.e.]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
2,E+06	2,E+01	75	608	0,20	3,E-08

Toelichting:

- f<sub>n</sub> : de fabriek heeft 608 arbeiders
- f<sub>o</sub> : de overhead is 0,20
- f<sub>g</sub> = ((1/(C\*T<sub>g</sub>))\*f<sub>n</sub>\*f<sub>o</sub>/30)
- ΔS inzet r.k./p.e. = f<sub>t</sub> \* f<sub>g</sub> \* AT RK [ kJ/°K . p.e ]
- n r.k. = f<sub>t</sub> \* f<sub>n</sub>\*f<sub>o</sub>/30 = 2,06 rijtjeskantoren

Met AT 3 Rijtjeskantoor :

AT 3		1	r.kantoor afspelen	7,E+08	-3,E+07	5,E+08
2		3,E-08	r.kantoren doen	21	-1	16

3

608 arbeiders



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

Inzetstaat Mens					
C	T <sub>p.e.</sub>	T <sub>g</sub>	f <sub>n</sub>	f <sub>o</sub>	f <sub>g</sub>
[p.e./jaar]	[sec/p.e.]	[jaar]	[-]	[-]	[-]
2,E+06	2,E+01	45	608	3,9	3,E-05

Toelichting:

- f<sub>n</sub> = bezetting 1 r.fabriek \* n r.f.
- f<sub>o</sub> = fuitbesteding \* f<sub>kostwinner</sub>
  - . uitbestedingsfactor is 3,9 want
  - . arbeider is kostwinner voor 1,3
- f<sub>g</sub> = (1/(C\*T<sub>g</sub>))\*f<sub>n</sub>\*f<sub>o</sub>
  - . arbeider is kostwinner voor 3 personen m.i.v. de arbeider zelf.
- ΔS inzet ger./p.e. = f<sub>t</sub>\*f<sub>g</sub> \* 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	535	-331	307
<b>4</b>	<b>1</b>	<b>hscarrier</b>				

De productie wordt per carrier afgevoerd naar een klant.

s = 1.000 km

Dit wordt doorberekend in

18



**5** 2,E+19 m<sup>3</sup> 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.

**6** 455 kg aardgas als grondstof

't Overzicht

Met DT 4 Aardgas

DT 4		1	ton gas halen klaar	11.727	-1.188	1.797
6		0,455	ton gas nemen	5.335	-541	817

Toelichting:

- f<sub>t</sub> is toegepast

**7** 179 kg dolomiet



't Overzicht

Dolomiet is een soortemet van mergel.

Het wordt tot poeder gemalen en gemengd met ammoniumnitraat tot een kunstmest.



Met DT 7 Kalksteen

DT 7		1	ton mergel delven	1.728	-696	2.217
7		179	ton dolomiet doen	310.014	-124.882	397.793

Toelichting:

- f<sub>t</sub> is toegepast

**8** 38 kg waterstofgas voor energie

17

De ammoniumvorming vraagt veel warmte

Hiervoor wordt proceswaterstofgas verbrand.

E ammonium = 4.138.749 kJ

't Overzicht

Verbranding 0,83 kg H<sub>2</sub> geeft 100.000 kJ warmte

KT 5

Voor 1.902 kg NH<sub>3</sub> nodig 34 kg H<sub>2</sub>



Zie verder

17

**9** 1.024 kg water

't Overzicht

Met DT 9 Drinkwater :

DT 9		1	ton water halen klaar	3.892	-1	6
9		1,02	ton water halen doen	3.984	-1	6

Toelichting:



- ft is toegepast

**10** 796 kg stikstof

't Overzicht

De stikstof wordt uit de dampkring gehaald.

Met DT 0 Kooldioxide :

DT 0		1	mol CO <sub>2</sub> delven klaar	0,31	-0,37	-0,69
10		28.433	mol N <sub>2</sub> doen	nvt	-10.585	nvt

Toelichting:



- ft is toegepast

**11** 386 kg zuurstof

't Overzicht

De zuurstof wordt uit de dampkring gehaald.

Met DT 0 Kooldioxide :

DT 0		1	mol CO <sub>2</sub> delven klaar	0,31	-0,37	-0,69
11		12.057	mol O <sub>2</sub> doen	nvt	-4.488	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** 523.216 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 =	523.216	kJ/p.e.	

Met AMT 4 Fossielstroom :




AMT 4		1	kJ fossielstroom aanma	-0,0004	-0,0004	0,0036
13		523.216	kJ fossielstroom doen	-213	-230	1.873

Toelichting:

- ft is toegepast



## Pandgeld

<b>14</b>		10.682	voor	796	kg stikstof uit Omgeving	't Overzicht
<b>15</b>		3.367	voor	956	kg zuurstof uit Omgeving	"
<b>16</b>		3.478	voor	454	kg water naar Omgeving	"

Toelichting:

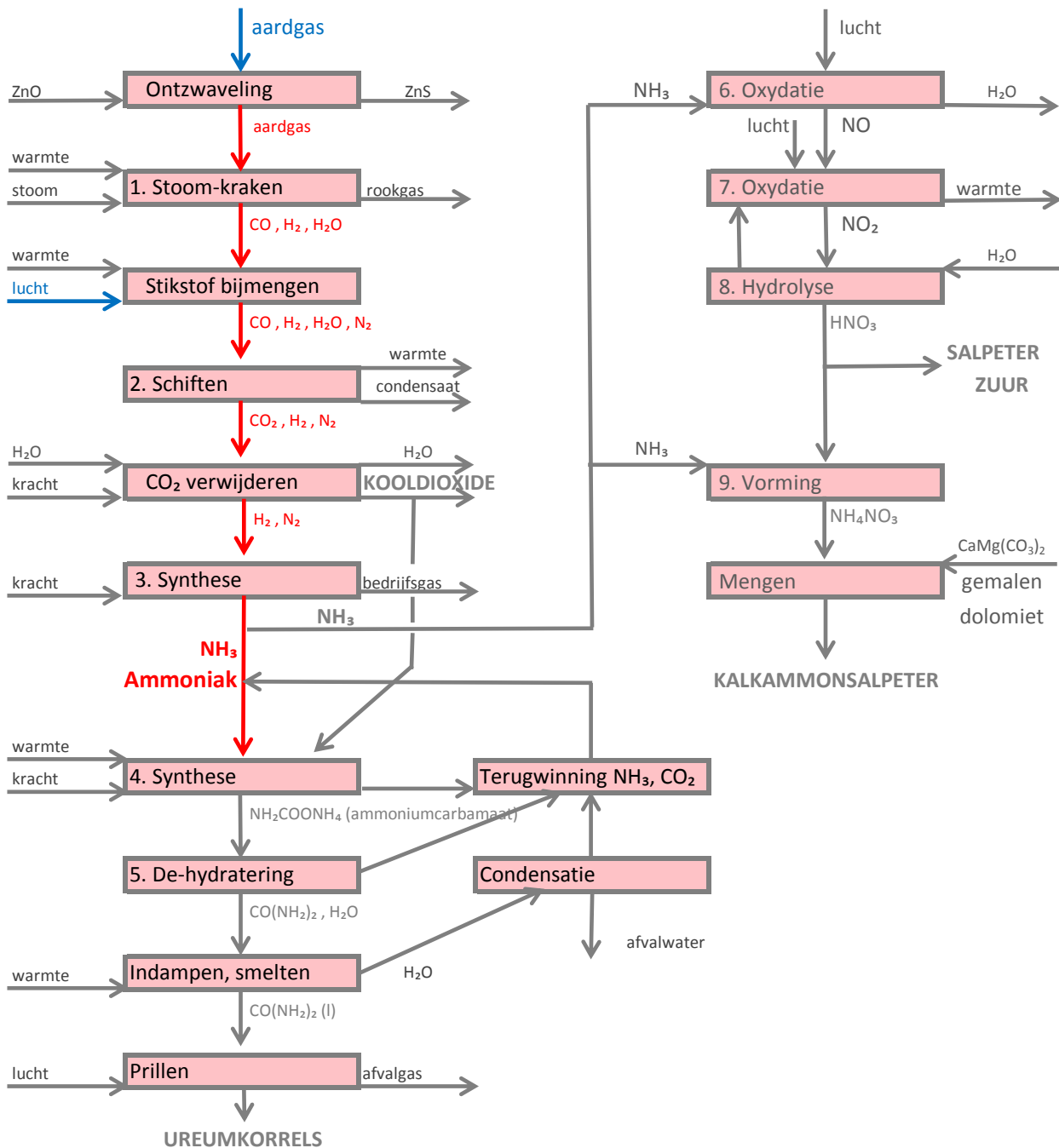
- ft is toegepast



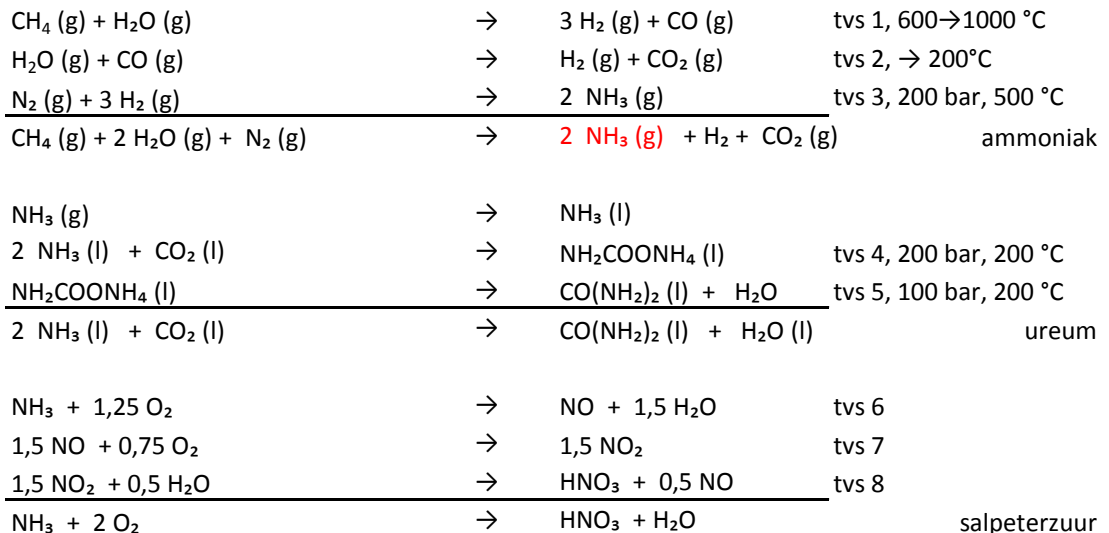
## Roeren & Mengen

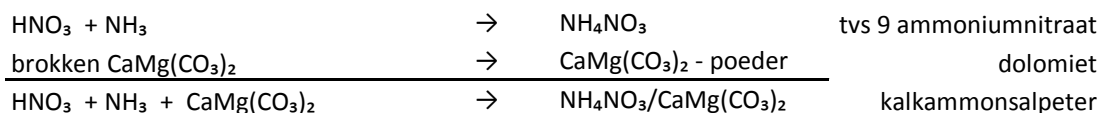


**17** 1 ton ammoniak maken



● **Vorming So :**





<i>'t Overzicht</i>							
Termen reactievlg]	M [kg/mol]	n	m [kg]	S $\sigma$ [kJ/°K.mol]	S $\sigma$ [kJ/°K]	Hf [kJ/mol]	Hf [kJ]
<b>Vóór</b>							
CH <sub>4</sub>	0,016	55.929	895	0,186	10.403	-75	-4,E+06
H <sub>2</sub> O(g)	0,018	111.858	2.013	0,188	21.029	-242	-3,E+07
N <sub>2</sub>	0,028	55.929	1.566	0,191	10.682	0	
CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>			353				
O <sub>2</sub> (proces)	0,032	23.716	1.606	0,205	4.862	0	
O <sub>2</sub> (energie)	0,032	8.588	275	0,205	1.761		
<b>Na</b>							
NH <sub>3</sub> (g)	0,017	111.858	1.902	0,193	21.589	-46	-5,E+06
H <sub>2</sub>	0,002	55.929	112	0,130	7.271	0	
CO <sub>2</sub> (g)	0,044	55.929	2.461	0,213	11.913	-393	-2,E+07
CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>			353				
O <sub>2</sub> (proces)	0,032	23.716	1.606	0,205	4.862	0	
O <sub>2</sub> (energie)	0,032	8.588	275	0,205	1.761		
<b>Daarna</b>							
NH <sub>3</sub> (l)	0,017	58.824	<b>1.000</b>	0,097	5.676	-80	-5,E+06
H <sub>2</sub> (vrij)	0,002	38.753	78	0,130	5.038	0	
CO <sub>2</sub> (l)	0,044	5.682	<b>250</b>	0,155	881	-403	-2,E+06
CO <sub>2</sub> (g)	0,044	42.894	1.887	0,213	9.136	-393	-2,E+07
CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (l)	0,060	7.353	<b>441</b>	0,105	772	-334	-2,E+06
HNO <sub>3</sub>	0,063	11.858	<b>747</b>	0,155	1.838	-173	-2,E+06
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	0,080	13.235	<b>1.059</b>	0,151	1.999	-365	-5,E+06
CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>			<b>353</b>				
H <sub>2</sub> O (l)(proces)	0,018	19.211	584	0,188	3.612	-285	-5,E+06
H <sub>2</sub> O (l)(energie)	0,018	17.176	309	0,188	3.229		
$\Delta S_{\sigma} =$					-18.025	$\Delta H_f =$	-7,E+06

$$\Delta S_{\sigma \text{ p.e.}} = -9.163 \text{ kJ/}^{\circ}\text{K . p.e.}$$

$$\Delta H_f = -3.763.113 \text{ kJ/p.e.} \quad \text{exotherm}$$

Toelichting:

- het fabriekscomplex produceert per jaar:

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

- KAS staat voor kalkammonsalpeter, een mengsel van 75 massa% ammoniumnitraat NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> en 25 massa% dolomiet CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

- ft is toegepast

-  $\Delta H_f$  is exclusief de verbranding van waterstof voor proceswarmte, zie daarvoor 6,0



● **Spreiding  $\Delta S_{cf}$  en Opwarming  $\Delta S_{\theta}$  :**

> kooldioxide naar Omgeving

Met DT 0 Kooldioxide:

DT 0		1	mol CO <sub>2</sub> delven klaar	0,31	-0,37	-0,69
17		-21.807	mol CO <sub>2</sub> doen	-6.738	8.118	15.153

Toelichting:

- ft is toegepast

> stikstof uit Omgeving

Met DT 0 Kooldioxide:

DT 0		1	mol CO <sub>2</sub> delven klaar	0,31	-0,37	-0,69
17		28.433	mol N <sub>2</sub> doen	n.v.t.	-10.585	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 38 kg waterstofgas verbranden 8**

Met KT5 Waterstofgas :

KT 5		0,83	kg waterstofgas klaar	-54	-77	0
17		38	kg waterstofgas doen	-2.446	-3.502	0

Toelichting:

- ft is toegepast

**18 1.000 tonkm doen**

Toelichting:

- ft is toegepast

● 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>