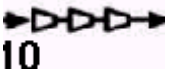


# Ammoniakproduktion – svar på arbejdsspørgsmål

## Arbejdsspørgsmål til procesdiagram: Simplified flow diagram for an Ammonia Plant

- En *endoterm* reaktion er en reaktion, der kræver energitilførsel, for at forløbe. Steam-reforming er en *endoterm* reaktion.
- En *exoterm* reaktion er en reaktion, der afgiver energi, når den forløber. Forbrændinger er *exoterme* reaktioner.

Spørgsmål eller forklaring	Reaktionsskema eller svar	Hvilke stoffer er tilstede ved numrene?
1. Hvad er den væsentligste bestanddel i <i>feedgas</i> ?		CH <sub>4</sub> og svovlurenheder fx H <sub>2</sub> S
2. Hvilken urenhed i <i>feedgas</i> fjernes i HTZ reaktoren? Hvorfor er ZnO i reaktoren ikke en katalysator?	$\text{ZnO(s)} + \text{H}_2\text{S(g)} \rightarrow \text{ZnS(s)} + \text{H}_2\text{O(g)}$ Svovlholdige urenheder fjernes. ZnO gendannes ikke, derfor ikke katalysator	
3. Hvilket stof strømmer videre i røret?		Ren CH <sub>4</sub> gas
4. I <i>steam-reforming</i> reaktoren er der brændere. Hvorfor er de nødvendige? Skriv reaktionsskema for <i>steam-reforming</i> :	$\text{CH}_4\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightarrow \text{CO(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)}$ Steamreforming kræver energitilførsel	
5. I røret strømmer CH <sub>4</sub> , som ikke har reageret ved <i>steam-reforming</i> . Hvilke <b>tre andre gasser</b> strømmer videre i røret ved punkt 5?	Noget CH <sub>4</sub> reagerer ikke Der dannes CO og H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> , CO, H <sub>2</sub>
6. I <i>secondary reformer</i> tilsættes luft, dvs. N <sub>2</sub> (g) og O <sub>2</sub> (g). Forbrændingsreaktioner (1) og (2) fjerner O <sub>2</sub> (g) og CH <sub>4</sub> (g) næsten fuldstændigt. Forbrændingerne er en exoterme processer der leverer energi til reaktion 3. Reaktion 3 er ikke en forbrænding. Reaktionen har optrådt før.	1. $2\text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O(g)}$ 2. $\text{CH}_4\text{(g)} + 2\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(g)}$ 3. $\text{CH}_4\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightarrow \text{CO(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)}$ Steamreforming igen.	
7. Efter <i>secondary reformer</i> er der mindre end 0,25% CH <sub>4</sub> tilbage. <b>Hvilke tre andre gasser</b> strømmer i røret ved punkt 7?		H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> og CO

8. CO omdannes ved <i>water-gas shift</i> i to reaktorer HTS og LTS: Skriv reaktionskema for <i>water-gas shift</i> .	$\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$ kobberkatalysator	
<b>Hvilke tre gasser</b> strømmer videre i røret ved punkt 8 ?		H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> og CO <sub>2</sub>
9. I <i>Scrubberen</i> sker reaktionen: $\text{CO}_2\text{(g)} + \text{K}_2\text{CO}_3\text{(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2 \text{KHCO}_3\text{(aq)}$ Beskriv med <b>ord</b> hvad reaktionsskemaet udtrykker.	Carbondioxidgas absorberes i en opløsning af kaliumcarbonat.	
10. Hvilke to gasser er nu i gasstrømmen ved punkt 10 ?  <b>10</b> Hvilken funktion har apparaterne ved 10? Se evt. i <i>Katalyse og katalytiske processer</i> rammen side 1)	Det er nødvendigt at lade N <sub>2</sub> (g) og H <sub>2</sub> (g) reagere under højt tryk. Kompressorer pumper gasserne op til et højt tryk	H <sub>2</sub> og N <sub>2</sub> er nu tilbage. De er råmaterialerne til NH <sub>3</sub> .
11. Hvorfor kaldes det <i>Synthesis loop</i> ? Se evt. først 14 og 15.	<i>Loop</i> betyder løkke. Man pumper ureageret N <sub>2</sub> og H <sub>2</sub> tilbage for at få det helt reageret.	
12. Hvad er det for et apparat der er tegnet ved 12?	Temperaturen falder fra 100 °C til 0 °C. Det må være en kølemaskine eller som teknikerne siger en <i>varmeveksler</i> .	
13. Hvorfor kan man nu efter apparat 12 skille NH <sub>3</sub> fra? Slå ammoniaks kogepunkt op i Databog Fysik kemi	Ammoniak køles ned og kan tappes fra som en væske. N <sub>2</sub> (g) og H <sub>2</sub> (g) føres videre.	
14. <b>Hvilke to gasser</b> strømmer ind i reaktoren ved 14?	N <sub>2</sub> og H <sub>2</sub> løber ind i reaktoren	N <sub>2</sub> og H <sub>2</sub>
15. Hvilke tre gasser strømmer ud af reaktoren? Skriv reaktionsskema for reaktion i reaktoren	$\text{N}_2\text{(g)} + 3 \text{H}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{NH}_3\text{(g)}$	N <sub>2</sub> og H <sub>2</sub> og NH <sub>3</sub>
16. Er reaktionen i reaktoren <i>endoterm</i> eller <i>exoterm</i> ? (sammenlign 14 og 15). Hvorfor er apparatet ved 16 nødvendigt?	Temperaturen stiger fra 300°C til 450°C da ammoniaksyntesen er exoterm. De varme gasser må køles ned inden man kan komprimere.. Desuden fås højere udbytte i ammoniaksyntesen hvis temperaturen holdes nede.	

