

# ΙΣΟΖΥΓΙΑ ΜΑΖΑΣ ΜΕ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ



# ΙΣΟΖΥΓΙΑ ΜΑΖΑΣ ΜΕ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ

## Βασικές έννοιες

Στοιχειομετρία-Στοιχειομετρικοί συντελεστές-Στοιχειομετρική αναλογία

Περιοριστικό αντιδρών

Αντιδρών σε περίσσεια

Μετατροπή (κλάσμα, %)

Απόδοση αντίδρασης

Εκλεκτικότητα

Έκταση αντίδρασης  $\xi$

$$n_i = n_{i0} + \sum_j \nu_{ij} \xi_j$$

$$n_i = n_{i,0} + \nu_i \xi$$

# Ισοζύγιο Μάζας Χημικής Ένωσης/ χημικού είδους

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ρυθμός} \\ \text{συσσώρευσης} \\ \text{συστατικού} \\ \text{ενώστου} \\ \text{συστήματος} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{ρυθμός} \\ \text{εισόδου} \\ \text{συστατικού} \\ \text{μέσα στο} \\ \text{σύστημα} \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} \text{ρυθμός} \\ \text{εξόδου} \\ \text{συστατικού} \\ \text{από το} \\ \text{σύστημα} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{ρυθμός} \\ \text{παραγωγής} \\ \text{συστατικού} \\ \text{ενώστου} \\ \text{συστήματος} \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} \text{ρυθμός} \\ \text{κατανάλωσης} \\ \text{συστατικού} \\ \text{ενώστου} \\ \text{συστήματος} \end{array} \right\}$$

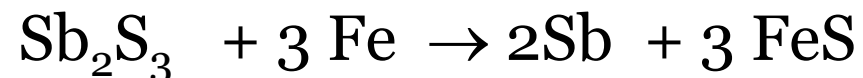
Ισοζύγιο μάζας χημικής ένωσης σε μη σταθερή  
κατάσταση



## ΙΣΟΖΥΓΙΑ ΜΑΖΑΣ ΜΕ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ

Him 5.2.12

Το αντιμόνιο λαμβάνεται σύμφωνα με την αντίδραση



Εισέρχονται 0.600 kg  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ , 0.250 kg Fe και παράγονται με θέρμανση 0.200 kg Sb.

- (a) Π.Α.?
- (b) % περίσσεια αντιδρ.
- (c) Βαθμός μετατροπής
- (d) % μετατροπής  $\text{Sb}_2\text{S}_3$
- (e) Απόδοση kg Sb/kg  $\text{Sb}_2\text{S}_3$

## ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ

Acrylonitrile is produced in the reaction of propylene, ammonia, and oxygen:



The feed contains 10.0 mole% propylene, 12.0% ammonia, and 78.0% air. A fractional conversion of 30.0% of the limiting reactant is achieved. Taking 100 mol of feed as a basis, determine which reactant is limiting, the percentage by which each of the other reactants is in excess, and the molar amounts of all product gas constituents for a 30% conversion of the limiting reactant.

Το ακρυλονιτρίλιο παράγεται σύμφωνα με την παραπάνω αντίδραση. Η τροφοδοσία. Έχει σύσταση 10.0 % mol προπυλένιο, 12.0 αμμωνία και 78% αέρα. Επιτυγχάνεται μια μετατροπή 30.0% του περιοριστικού αντιδρώντος .

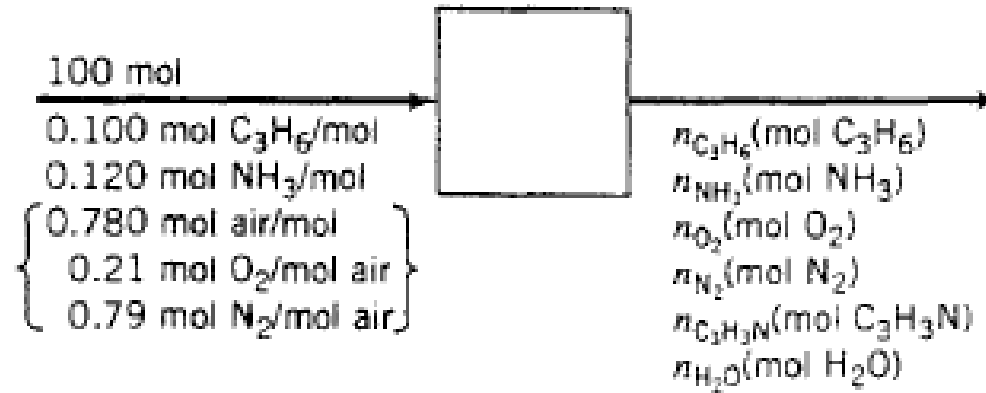
Με βάση 100 mol τροφοδοσία, Προσδιορίστε το Π.Α., την περίσσεια και την μολαρική σύσταση του προϊόντος.



# ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ

Ε. Παυλάτου, 2017

F. 4.6.1



100 mol Βάση

Κλάσμα μετατροπής 30% στο περιορ. Αντιδρών

Περ. αντιδρών?

% περίσσεια?

Μολ προϊόντων?

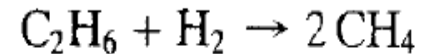
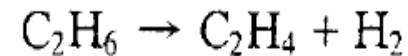


# ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ- ΑΠΟΔΟΣΗ/ΕΚΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Ε. Παυλάτου, 2017

FELDER 4.6.3

The reactions



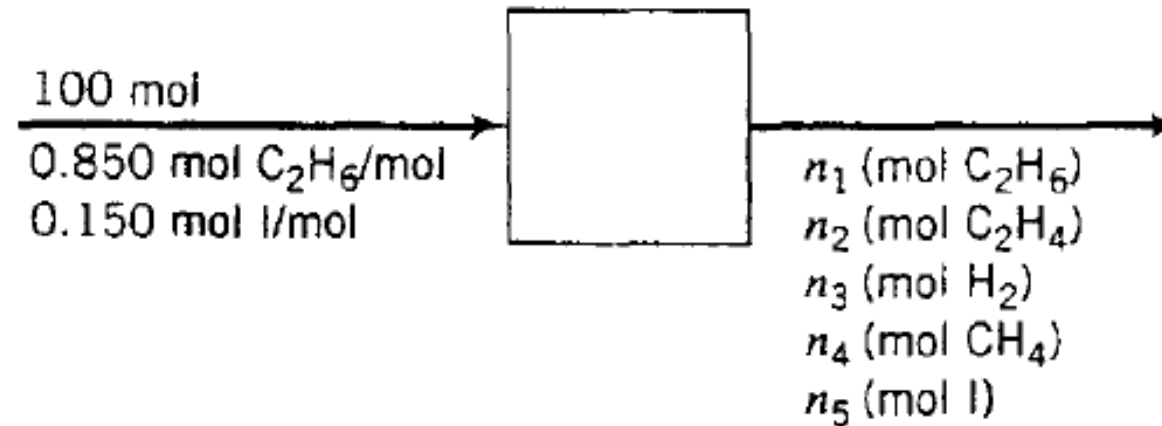
take place in a continuous reactor at steady state. The feed contains 85.0 mole% ethane ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) and the balance inerts (I). The fractional conversion of ethane is 0.501, and the fractional yield of ethylene is 0.471. Calculate the molar composition of the product gas and the selectivity of ethylene to methane production.



# ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ- ΑΠΟΔΟΣΗ/ΕΚΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Ε. Παυλάτου, 2016

F. 4.6.3



100 mol Βάση

Απόδοση αιθυλενίου 0.471

%μετατροπή αιθανίου = 0.501

ΣΥΣΤΑΣΗ ΕΞΟΔΟΥ?

ΕΚΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ ΣΕ ΑΙΘΑΝΙΟ



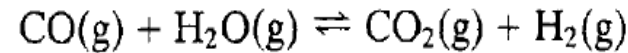


# ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ- ΣΥΣΤΑΣΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

Ε. Παυλάτου, 2016

F. 4.6.2

If the water–gas shift reaction,



proceeds to equilibrium at a temperature  $T$  (K), the mole fractions of the four reactive species satisfy the relation

$$\frac{y_{\text{CO}_2} y_{\text{H}_2}}{y_{\text{CO}} y_{\text{H}_2\text{O}}} = K(T)$$

where  $K(T)$  is the reaction **equilibrium constant**. At  $T = 1105$  K,  $K = 1.00$ .

Suppose the feed to a reactor contains 1.00 mol of CO, 2.00 mol of H<sub>2</sub>O, and no CO<sub>2</sub> or H<sub>2</sub>, and the reaction mixture comes to equilibrium at 1105 K. Calculate the equilibrium composition and the fractional conversion of the limiting reactant.

# Ισοζύγιο Μάζας Χημικού Στοιχείου

## Ισοζύγιο χημικού στοιχείου σε σταθερή κατάσταση

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ρυθμός} \\ \text{είσοδου} \\ \text{μάζας} \\ \text{διαμέσου των} \\ \text{ορίων του} \\ \text{συστήματος} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{ρυθμός} \\ \text{εξόδου} \\ \text{μάζας} \\ \text{διαμέσου των} \\ \text{ορίων του} \\ \text{συστήματος} \end{array} \right\}$$

Ισοζύγιο μάζας χημικού στοιχείου μπορεί να γίνει σε όλα τα συστήματα **σε moles ή σε kg** ανεξάρτητα αν στο σύστημα **συμβαίνει χημική αντίδραση**

**Χρησιμοποιείται και για τον έλεγχο της ορθότητας των υπολογισμών**

**Διότι ισχύει η συνθήκη «Εισροή = Εκροή» στη μόνιμη κατάσταση**

<b>ΙΣΧΥΕΙ ΟΤΙ ΕΙΣΡΟΗ = ΕΚΡΟΗ;</b>		
	<b>Χωρίς χημ. αντίδραση</b>	<b>Με χημ. αντίδραση</b>
<b>Συνολικό ισοζύγιο</b>		
<b>Μάζας</b>	<b>Ναι</b>	<b>Ναι</b>
<b>moles</b>	<b>Ναι</b>	<b>Όχι</b>
<b>Ισοζύγια συστατικών</b>		
<b>Μάζα μοριακών ενώσεων</b>	<b>Ναι</b>	<b>Όχι</b>
<b>Moles μοριακών ενώσεων</b>	<b>Ναι</b>	<b>Όχι</b>
<b>Μάζα ατομικών στοιχείων</b>	<b>Ναι</b>	<b>Ναι</b>
<b>Moles ατομικών στοιχείων</b>	<b>Ναι</b>	<b>Ναι</b>

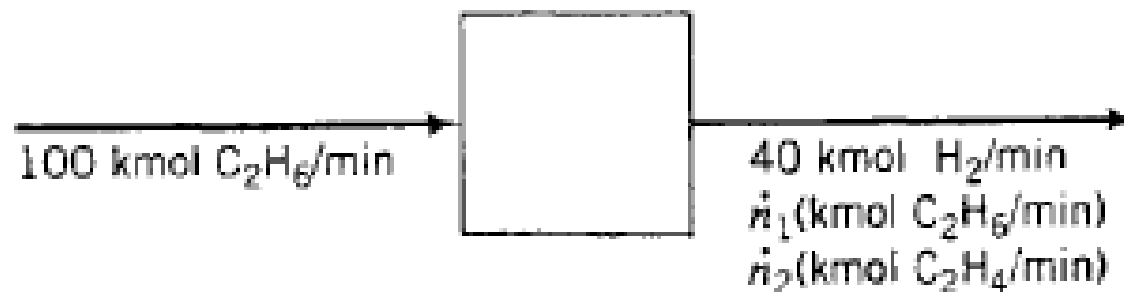


# ΙΣΟΖΥΓΙΑ --ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ

Ε. Παυλάτου, 2017

F 4.7

100 kmol/min αιθάνιο εισάγεται σε αντιδραστήρα αφυδρογόνωσης.  
 Η ροή εξόδου του H<sub>2</sub> είναι 40 kmol/min. Καθορίστε τους βαθμούς ελευθερίας  
 και την παροχή εξόδου



Ανάλυση

1. Μοριακά ισοζύγια
2. Στοιχειακά ισοζύγια
3. Έκταση αντιδράσης

ΜΟΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	ΑΤΟΜΙΚΗ ΒΑΣΗ	ΕΚΤΑΣΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ
ΑΡ. ΑΓΝΩΣΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ +	ΑΡ. ΑΓΝΩΣΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ +	ΑΡ. ΑΓΝΩΣΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ +
ΑΡ. ΑΝΕΞ. ΧΗΜ. ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ +	ΑΡ. ΙΣΟΖΥΓΙΩΝ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ -	ΑΡ. ΑΝΕΞ. ΧΗΜ. ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ (ΑΡ. Ξ) +
ΑΡ. ΙΣΟΖΥΓΙΩΝ ΜΑΖΑΣ ΜΟΡΙΑΚΩΝ ΕΙΔΩΝ -	ΑΡ. ΙΣΟΖΥΓΙΩΝ ΜΑΖΑΣ ΜΗ ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΩΝ -	ΑΡ. ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ ΜΕ ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΑ ΚΑΙ Ξ -
ΑΡ. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ -	ΑΡ. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ -	ΑΡ. ΜΗ ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΩΝ -
		ΑΡ. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ -



## ΚΑΥΣΕΙΣ - ΑΤΕΛΗΣ ΚΑΥΣΗ

F. 4.7.1

Ε. Παυλάτου, 2017

Methane is burned with air in a continuous steady-state combustion reactor to yield a mixture of carbon monoxide, carbon dioxide, and water. The reactions taking place are



The feed to the reactor contains 7.80 mole%  $\text{CH}_4$ , 19.4%  $\text{O}_2$ , and 72.8%  $\text{N}_2$ . The percentage conversion of methane is 90.0%, and the gas leaving the reactor contains 8 mol  $\text{CO}_2$ /mol  $\text{CO}$ . Carry out a degree-of-freedom analysis on the process. Then calculate the molar composition of the product stream using molecular species balances, atomic species balances, and extents of reaction.

Το μεθάνιο καίγεται σε αέρα μέσα σε αντιδραστήρα καύσης συνεχούς λειτουργίας σε μόνιμη κατάσταση. Οι αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα είναι οι παραπάνω. Η τροφοδοσία περιέχει 7.80 % mol  $\text{CH}_4$ , 19.4%  $\text{O}_2$  και 72.8 %  $\text{N}_2$ . Το κλάσμα μετατροπής του μεθανίου είναι 90% και το προϊόν περιλαμβάνει 8mol  $\text{CO}_2$ /1 mol  $\text{CO}$ .

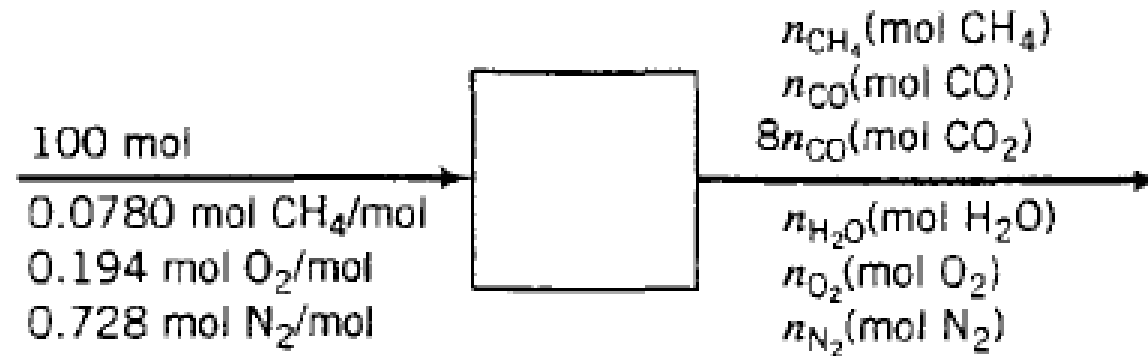
- 1) Ανάλυση βαθμών ελευθερίας
- 2) Προσδιορίστε τη μοριακή σύσταση προϊόντος/εξόδου με ισοζύγια ΜΟΡΙΑΚΑ, ΑΤΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΕΚΤΑΣΗΣ.



# ΚΑΥΣΕΙΣ - ΑΤΕΛΗΣ ΚΑΥΣΗ

Ε. Παυλάτου, 2017

4.7.1



100 mol Βάση

Έξοδος: 8/1 mol CO<sub>2</sub>/CO

%μετατροπή μεθανίου = 90%

ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ?

ΣΥΣΤΑΣΗ ΕΞΟΔΟΥ? (μοριακή, ατομική, έκταση)

## ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ

- ΜΟΡΙΑΚΑ ΙΣΟΖΥΓΙΑ: 1 ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ
- ΑΤΟΜΙΚΑ ΙΣΟΖΥΓΙΑ: ΠΟΛΛΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ
- ΕΚΤΑΣΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ: ΧΗΜ. ΙΣΟΡ., ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ, ΠΟΛΛΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ (ΚΥΡΙΩΣ)

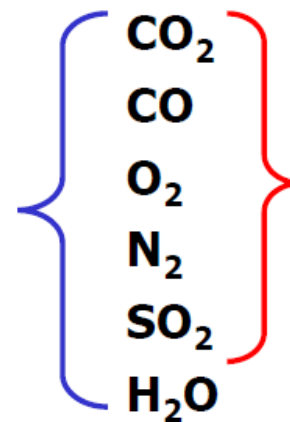


# ΚΑΥΣΕΙΣ

- Η ταχεία αντίδραση καυσίμου με οξυγόνο
- Η σημασία της δεν έγκειται στην πολυτιμότητα των προϊόντων ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  και πιθανώς  $\text{CO}$  και  $\text{SO}_2$ ) αλλά στην απελευθέρωση σημαντικών ποσοτήτων ενέργειας.
- Ανάλυση καυσαερίων

- Υγρή βάση
- Ξηρή βάση (ανάλυση Orsat)

υγρή  
βάση



ξηρή  
βάση

# ΚΑΥΣΕΙΣ

## → Θεωρητικός αέρας

- Ο αέρας που αντιστοιχεί στο  $O_2$  που απαιτείται στοιχειομετρικά για την πλήρη καύση (αέρας = 21%  $O_2$ , 79%  $N_2$ )

## → Περίσσεια αέρα

- Το επιπλέον ποσοστό σε σχέση με το θεωρητικό αέρα.  
Μετρείται πάντα σε σχέση με την ποσότητα του καυσίμου που μπορεί να καεί και όχι με αυτήν που πράγματι καίγεται.

## → Μερική καύση

- Όταν δεν καίγεται πλήρως το καύσιμο σε  $CO_2$  αλλά παράγεται και  $CO$  (ατελής καύση).
- Σε περίπτωση μερικής καύσης ( $CO$ ) η περίσσεια υπολογίζεται σαν να ήταν πλήρης η καύση (μόνο  $CO_2$ )

$$\text{Περίσσεια αέρα} = \frac{\text{Moles τροφοδοσίας} - \text{Moles θεωρητικά αέρα}}{\text{Moles Θεωρητικά αέρα}}$$

Περίσσεια 50%

Moles τροφοδοσίας = 1.5 Moles Θεωρητικά

## Υπολογισμοί περίσσειας αέρα

- Ένα αέριο μείγμα περιέχει 60.0 mole% N<sub>2</sub>, 15.0 CO<sub>2</sub> και 10.0% O<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O. Υπολογίστε τη μολαρική σύσταση σε ξηρή βάση.
- 100 mol/h βουτάνιο εισέρχεται σε αντιδραστήρα και καίγεται με αέρα παροχής 5000 mol/h. Υπολογίστε % περίσσεια αέρα.

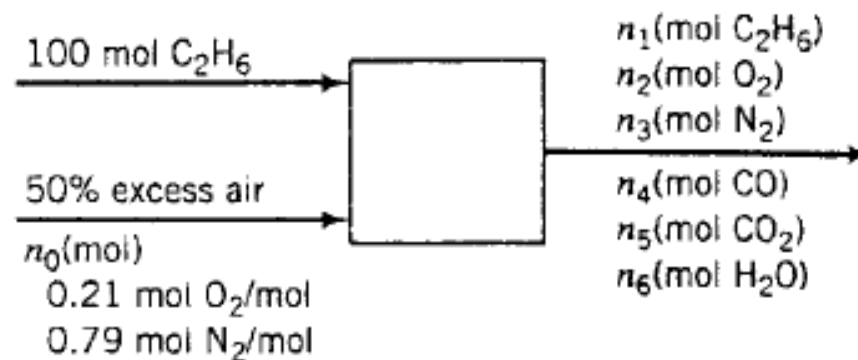
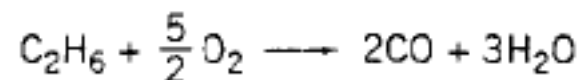


# 1. ΚΑΥΣΕΙΣ ΜΕ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ

F 4.8.3

Ε. Παυλάτου, 2017

Ethane is burned with 50% excess air. The percentage conversion of the ethane is 90%; of the ethane burned, 25% reacts to form CO and the balance reacts to form CO<sub>2</sub>. Calculate the molar composition of the stack gas on a dry basis and the mole ratio of water to dry stack gas.



100 mol Βάση

50% ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ ΑΕΡΑ

%μετατροπή ΑΙΘΑΝΙΟΥ=90%

% ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ CO =25%

ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ?

ΣΥΣΤΑΣΗ ΕΞΟΔΟΥ? MOLES ΝΕΡΟΥ/ΞΗΡΗ ΒΑΣΗ?

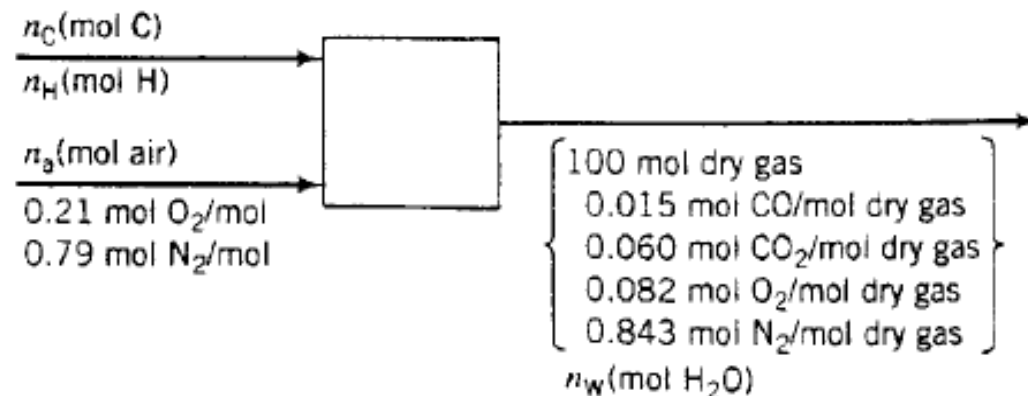


## 2. ΚΑΥΣΕΙΣ ΜΕ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ

Ε. Παυλάτου, 2017

F 4.8.4

A hydrocarbon gas is burned with air. The dry-basis product gas composition is 1.5 mole % CO, 6.0% CO<sub>2</sub>, 8.2% O<sub>2</sub>, and 84.3% N<sub>2</sub>. There is no atomic oxygen in the fuel. Calculate the ratio of hydrogen to carbon in the fuel gas and speculate on what the fuel might be. Then calculate the percent excess air fed to the reactor.



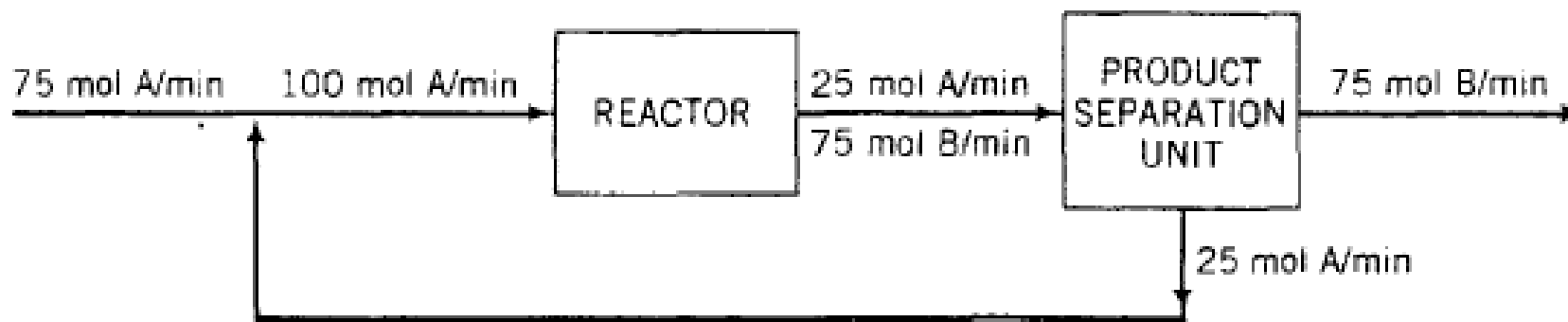
**100 mol Βάση ΑΕΡΙΩΝ ΕΞΟΔΟΥ**

50% ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ ΑΕΡΑ

ΛΟΓΟΣ H/C=?

% ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ ΑΕΡΑ?

## ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ



### ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΛΑΣΜΑ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ

(Μάζα αντιδρώντος στη νέα τροφοδοσία) - (μάζα αντιδρώντος στο προϊόν της συν.διεργασίας)

---

Μάζα αντιδρώντος στη νέα τροφοδοσία

### ΚΛΑΣΜΑ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΣΕ ΕΝΑ ΠΕΡΑΣΜΑ

Μάζα αντιδρ. που εισάγεται στον αντιδραστ. - μάζα αντιδρ. που εξέρχεται από τον αντιδραστ.

---

Μάζα αντιδρ. που εισάγεται στον αντιδραστ.



## ΚΑΥΣΕΙΣ ΜΕ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

Ε. Παυλάτου, 2017

F 4.7.2



The process is to be designed for a 95% overall conversion of propane. The reaction products are separated into two streams: the first, which contains  $\text{H}_2$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6$ , and 0.555% of the propane that leaves the reactor, is taken off as product; the second stream, which contains the balance of the unreacted propane and 5% of the propylene in the first stream, is recycled to the reactor. Calculate the composition of the product, the ratio (moles recycled)/(mole fresh feed), and the single-pass conversion.

Η αφυδρογόνωση του προπανίου γίνεται σε ένα αντιδραστήρα με **συνολικό κλάσμα** μετατροπής του προπανίου 95%. Τα προϊόντα της αντίδρασης διαχωρίζονται σε 2 ρεύματα, το πρώτο που περιέχει  $\text{H}_2$ , προπυλένιο και 0.555% προπάνιο που εξέρχεται από τον αντιδραστήρα λαμβάνεται ως προϊόν.

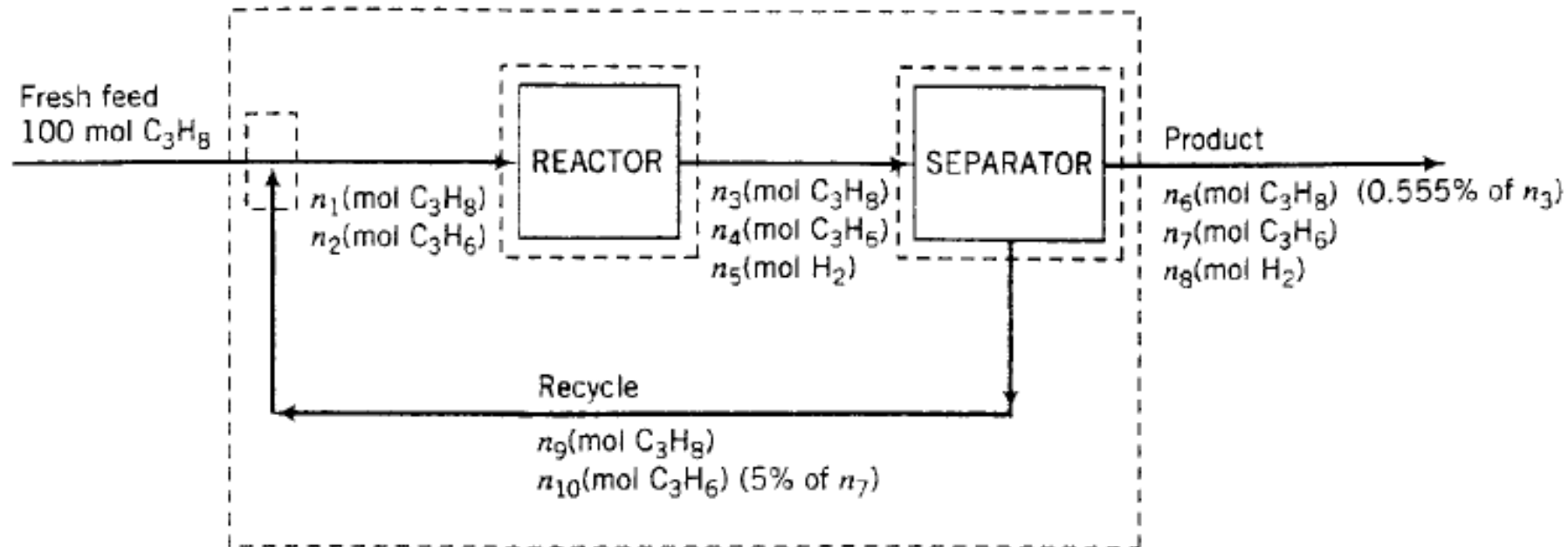
Το δεύτερο ρεύμα που περιέχει το υπόλοιπο προπάνιο που δεν αντέδρασε και 5% του προπυλενίου του πρώτου ρεύματος, ανακυκλώνεται στον αντιδραστήρα. Να υπολογιστεί η σύσταση του προϊόντος, ο λόγος moles ανακυκλ/mole νέας τροφοδ. και το ποσοστό μετατροπής σε ένα πέρασμα. **Βάση 100 mol Νέας τροφοδοσίας.**



# ΚΑΥΣΕΙΣ ΜΕ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

Ε. Παυλάτου, 2016

F 4.7.2



% συνολική μετατροπή προπανίου = 95%

ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ?

ΣΥΣΤΑΣΗ ΕΞΟΔΟΥ-προϊόντος? ( $n_6$ ,  $n_7$ ,  $n_8$ )

ΛΟΓΟΣ ( $n_9+n_{10}$ )/100

Μετατροπή απλής διαδρομής ΠΡΟΠΑΝΙΟ ( $n_1-n_3$ )/ $n_1$ ?

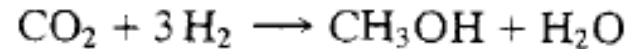




## ΚΑΥΣΕΙΣ ΜΕ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ

Ε. Παυλάτου, 2017

Methanol is produced in the reaction of carbon dioxide and hydrogen:



The fresh feed to the process contains hydrogen, carbon dioxide, and 0.400 mole% inerts (I). The reactor effluent passes to a condenser that removes essentially all of the methanol and water formed and none of the reactants or inerts. The latter substances are recycled to the reactor. To avoid buildup of the inerts in the system, a purge stream is withdrawn from the recycle.

The feed to the *reactor* (not the fresh feed to the process) contains 28.0 mole%  $\text{CO}_2$ , 70.0 mole%  $\text{H}_2$ , and 2.00 mole% inerts. The single-pass conversion of hydrogen is 60.0%. Calculate the molar flow rates and molar compositions of the fresh feed, the total feed to the reactor, the recycle stream, and the purge stream for a methanol production rate of 155 kmol  $\text{CH}_3\text{OH}/\text{h}$ .

Μεθανόλη παράγεται σύμφωνα με την παραπάνω αντίδραση. Η νέα τροφοδοσία περιέχει  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$ , 0.400 mol I αδρανή. Τα προϊόντα του αντιδραστήρα περνούν από συμπυκνωτή που απομακρύνεται σχεδόν όλη η ποσότητα μεθανόλης και νερού που παράγονται και τίποτε από τα αντιδρώντα ή αδρανή. Τα τελευταία ανακυκλώνονται στον αντιδραστήρα. Για αποφυγή συσσώρευσης αδρανών ένα ρεύμα καθαρισμού απορρίπτεται από το ρεύμα ανακύκλωσης.

Η τροφοδοσία στον αντιδραστήρα περιέχει 28.0  $\text{CO}_2$ , 70.0  $\text{H}_2$  και 2.00 mol I.

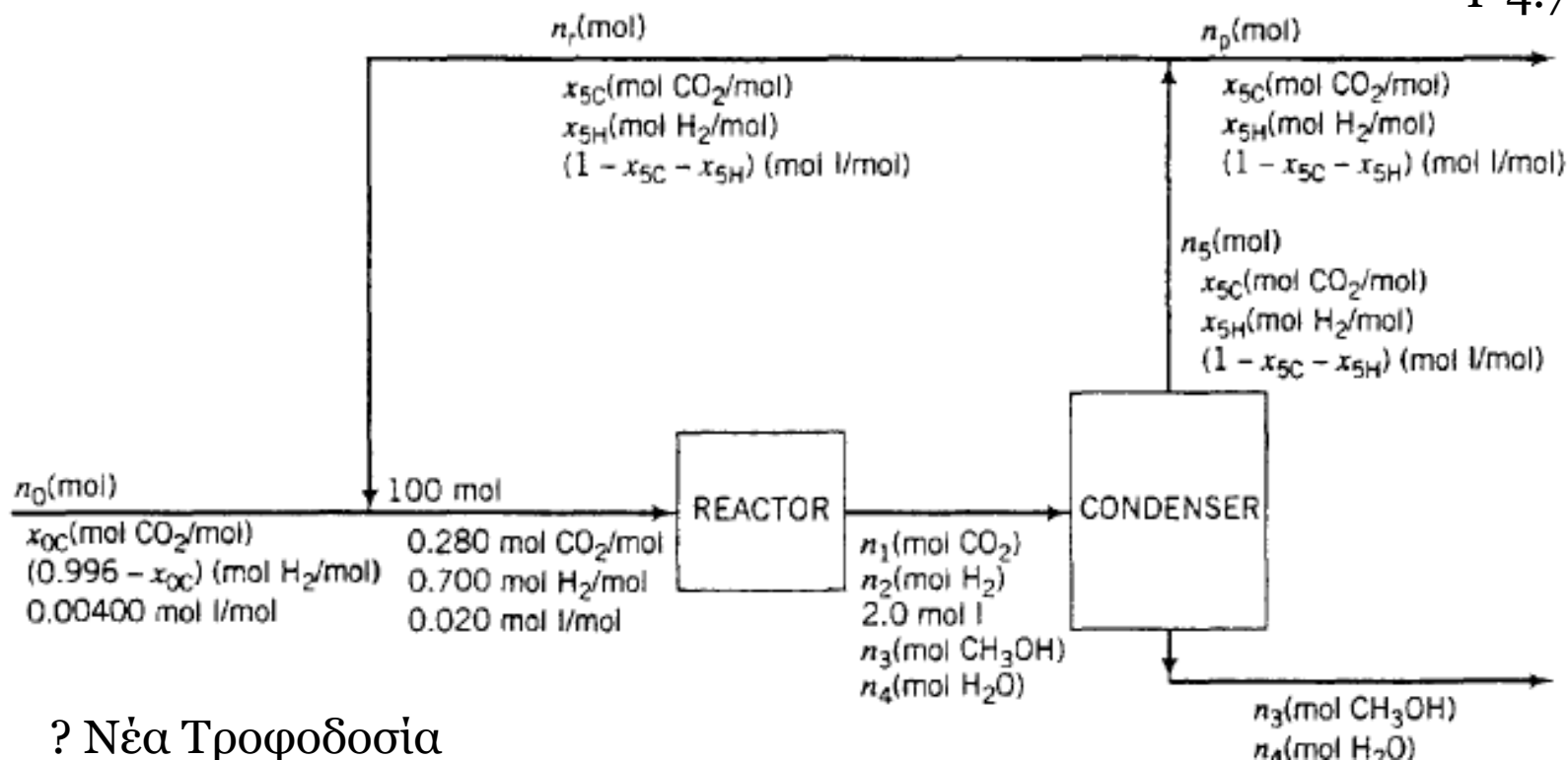
Η μετατροπή απλής διαδρομής για το υδρογόνο είναι 60.0%. Υπολογίστε τη μολαρική ροή και σύσταση της νέας τροφοδοσίας, την τροφοδοσία στον αντιδραστήρα, το ρεύμα ανακύκλωσης και καθαρισμού για μια παραγωγή μεθανόλης 155 kmol/h.



Ε. Παυλάτου, 2017

# ΚΑΥΣΕΙΣ ΜΕ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ

F 4.7.3



- ? Νέα Τροφοδοσία
- ? Συσταση τροφοδοσίας στον αντιδραστήρα
- ? Ανακύκλωση
- ? Καθαρισμός



## ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ

**4.60.** Methanol is synthesized from carbon monoxide and hydrogen in a catalytic reactor. The fresh feed to the process contains 32.0 mole% CO, 64.0% H<sub>2</sub>, and 4.0% N<sub>2</sub>. This stream is mixed with a recycle stream in a ratio 5 mol recycle/1 mol fresh feed to produce the feed to the reactor, which contains 13.0 mole% N<sub>2</sub>. A low single-pass conversion is attained in the reactor. The reactor effluent goes to a condenser from which two streams emerge: a liquid product stream containing essentially all the methanol formed in the reactor, and a gas stream containing all the CO, H<sub>2</sub>, and N<sub>2</sub> leaving the reactor. The gas stream is split into two fractions: one is removed from the process as a purge stream, and the other is the recycle stream that combines with the fresh feed to the reactor.

- (a) For a basis of 100 mol fresh feed/h, calculate the production rate of methanol (mol/h), the molar flow rate and composition of the purge gas, and the overall and single-pass conversions.
- (b) Briefly explain in your own words the reasons for including (i) the recycle stream and (ii) the purge stream in the process design.

Μεθανόλη παράγεται από CO και H<sub>2</sub> σε καταλυτικό αντιδραστήρα. Η νέα τροφοδοσία περιλαμβάνει 32% CO, 64% H<sub>2</sub> και 4.0% N<sub>2</sub>. Το ρεύμα αναμιγνύεται με ένα ρεύμα ανακύκλωσης 5/1 και μπαίνει στον αντιδραστήρα με 13.0 % N<sub>2</sub>. Το ποσοστό μετατροπής απλού περάσματος είναι μικρό. Τα προϊόντα του αντιδραστήρα πηγαίνουν στον συμπυκνωτή όπου εξάγονται δύο ρεύματα. Το ένα υγρό ρεύμα περιλαμβάνει όλη την υγρή μεθανόλη και το άλλο CO, H<sub>2</sub> και N<sub>2</sub> από τον αντιδραστήρα. Το αέριο χωρίζεται σε 2 ρεύματα, το ένα απομακρύνεται και το άλλο ανακυκλώνεται.

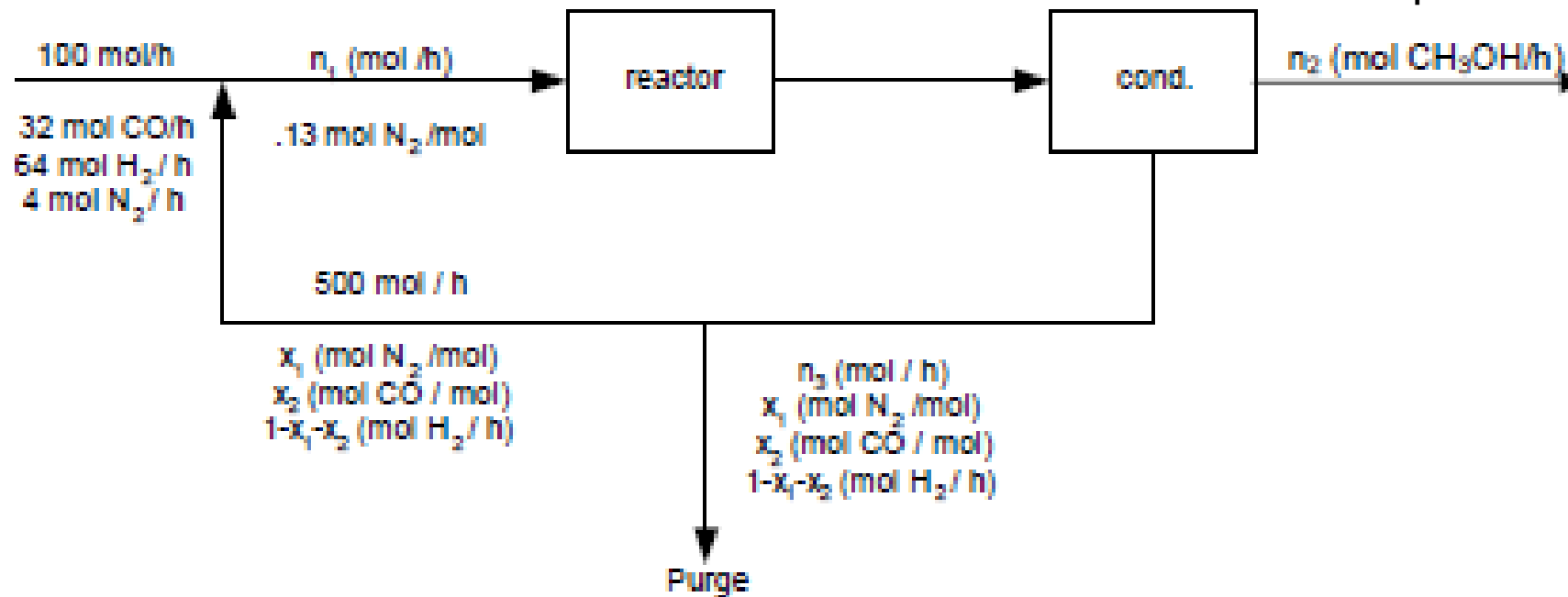
(α) Για βάση 100 mol/h νέας τροφοδοσίας, υπολογίστε την παραγωγή μεθανόλης, το ρεύμα και τη σύσταση του καθαρισμού, το ποσοστό ολικής μετατροπής και απλού περάσματος.



Ε. Παυλάτου, 2017

# ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ

F 4.60



- ? ΡΥΘΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ **n<sub>2</sub>** μεθανόλης
- ? Ρεύμα καθαρισμού, σύσταση
- ? Συνολικό κλάσμα μετατροπής και μερικό?
- ? Οφέλη ανακύκλωσης και καθαρισμού?



## ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ

F 4.71

Ε. Παυλάτου, 2017

- 4.71. Liquid methanol is fed to a space heater at a rate of 12.0 L/h and burned with excess air. The product gas is analyzed and the following dry-basis mole percentages are determined:  $\text{CH}_3\text{OH} = 0.45\%$ ,  $\text{CO}_2 = 9.03\%$ , and  $\text{CO} = 1.81\%$ .
- Draw and label a flowchart and verify that the system has zero degrees of freedom.
  - Calculate the fractional conversion of methanol, the percentage excess air fed, and the mole fraction of water in the product gas.
  - Suppose the combustion products are released directly into a room. What potential problems do you see and what remedies can you suggest?

Υγρή μεθανόλη τροφοδοτείται με παροχή 12.0 L/h σε αντιδραστήρα που καίγεται με περίσσεια αέρα. Τα προϊόντα καύσης αναλύονται στην εξής ξηρή βάση  $\text{CH}_3\text{OH}$  0.45%,  $\text{CO}_2$  9.03% Και  $\text{CO}$  1.81 %.

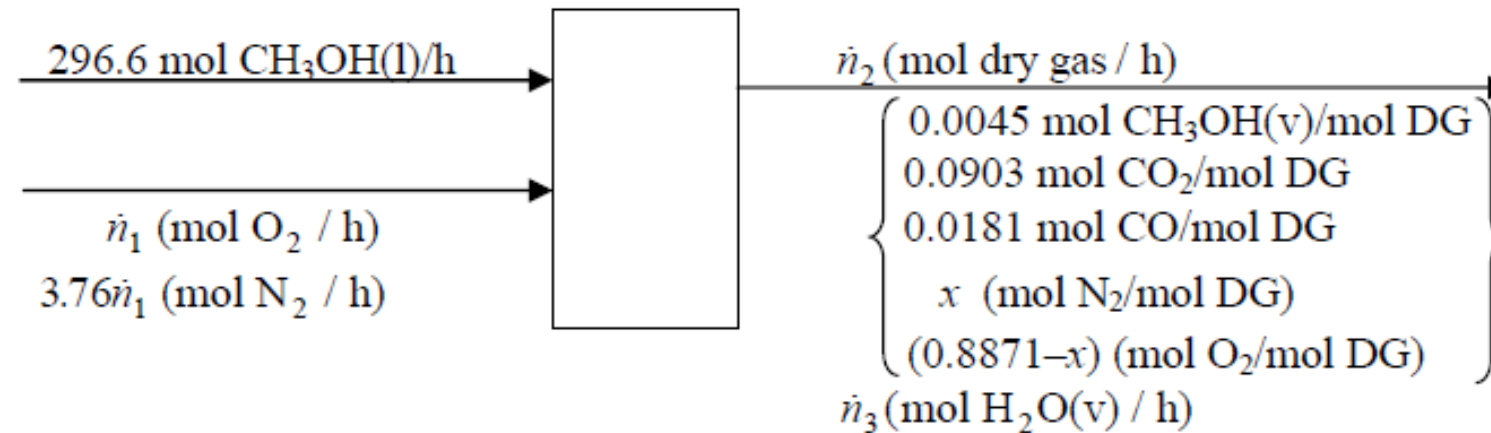
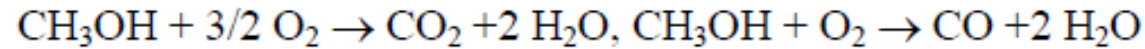
- Σχεδιάστε το διάγραμμα ροής της διεργασίας και υπολογίστε τους βαθμούς ελευθερίας .
- Υπολογίστε το ποσοστό μετατροπής της μεθανόλης, την περίσσεια αέρα, και τη μοριακή σύσταση του νερού στα προϊόντα καύσης.
- Αν τα προϊόντα καύσης απελευθερώνονται σε ένα δωμάτιο. Τι προβλήματα θα αντιμετωπίσετε και τι μέτρα θα λάβετε?



## ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ

Ε. Παυλάτου, 2017

F 4.71

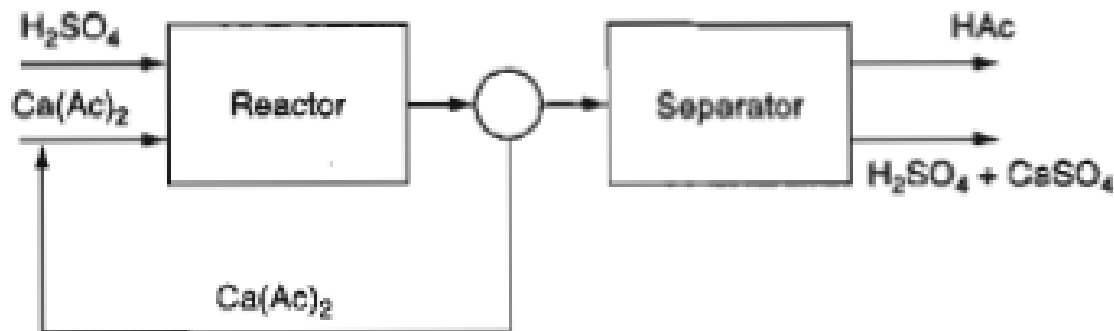


- ? ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ
- ? ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ
- ? ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΜΕΘΑΝΟΛΗΣ
- ? ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ ΑΕΡΑ ΣΤΗΝ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ
- ? ΠΟΣΟΣΤΟ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΠΡΟΙΟΝ
- ? ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΝΑ ΑΠΟΔΟΘΟΥΝ ΣΕ ΔΩΜΑΤΙΟ.
- ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΡΑΣΕΙΣ???

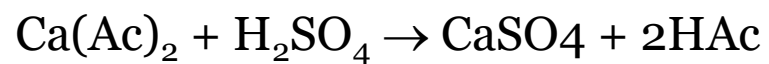


## ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ

Η 6.3.10



Παραγωγή οξικού οξέος ΗΑc



10% περίσσεια  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Η αντίδραση προχωρά κατά 90%

Τα προϊόντα διαχωρίζονται .

? Ποσό ανακύκλωσης με βάση 1000kg τροφοδοσίας 1 h

? Kg ΗΑc



H 6.3.20

