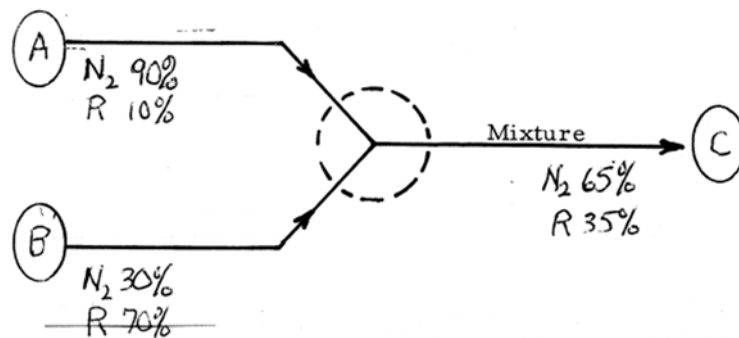


1. **α) 1. και 2. Το σχήμα (όπου C έχετε Γ και το R συμβολίζει το υπόλοιπο, αδιευκρίνιστο περιεχόμενο στις δεξαμενές):



4. Άγνωστες μεταβλητές: A, B, Γ $\rightarrow N_{\text{μετ}} = 3$

Ανεξάρτητες εξισώσεις: 2 ισοζύγια μάζας $\rightarrow N_{\text{εξ}} = 2$

Άρα: $N_{\beta, \epsilon\lambda} = 3 - 2 = 1$, που θα είναι η βάση υπολογισμών. (αν θεωρήσατε τις συστάσεις R% ως άγνωστες μεταβλητές τότε θα πήρατε επιπλέον και τις εξισώσεις $\Sigma y_i = 100\%$, ώστε να έχετε και πάλι σαν μοναδικό βαθμό ελευθερίας τη βάση υπολογισμών.)

3. Βάση υπολογισμών: A = 100 mol (ή 100 kg, η εκφώνηση δεν διευκρινίζει αν τα ποσοστά είναι κατά βάρος, οπότε ότι θεωρήση κάνατε θα ληφθεί ως σωστή)

5. και 6. Τα ισοζύγια μάζας είναι 3:

$$\text{Για το } N_2: 100(0.90) + B(0.30) = C(0.65)$$

$$\text{Για τα R: } 100(0.10) + B(0.70) = C(0.35)$$

$$\text{Το συνολικό: } 100 + B = C$$

Από τα οποία μόνο τα 2 είναι ανεξάρτητα.

7. Λύνοντας οποιεσδήποτε δύο από τις παραπάνω εξισώσεις παίρνουμε:

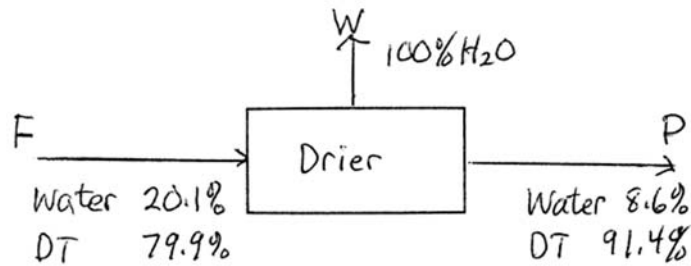
$$B = 71.4 \text{ mol (ή kg) και } C = 171.4 \text{ mol (ή kg)}$$

(εδώ μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το τρίτο ισοζύγιο για επαλήθευση)

Τέλος η αναλογία A προς B θα είναι:

$$\frac{A}{B} = \frac{100}{71.4} = \boxed{1.40}$$

**β) 1. και 2. Το σχήμα (όπου DT είναι η ξηρή μάζα της ξυλείας):



DT = dry timber

4. Άγνωστες μεταβλητές: F, P, W \rightarrow $N_{\text{μετ}} = 3$

Ανεξάρτητες εξισώσεις: 2 ισοζύγια μάζας \rightarrow $N_{\text{εξ}} = 2$

Άρα: $N_{\beta, \epsilon\lambda.} = 3 - 2 = 1$, που θα είναι η βάση υπολογισμών. (και πάλι αν θεωρήσατε τις συστάσεις DT% ή τις ποσότητες DT ως άγνωστες μεταβλητές τότε θα πήρατε επιπλέον και τις εξισώσεις $\sum w_i = 1$ ή $\sum m_i = "F"$, ώστε να έχετε και πάλι σαν μοναδικό βαθμό ελευθερίας τη βάση υπολογισμών.)

3. Βάση υπολογισμών: A = 100 kg (και πάλι δεν διευκρινίζει αν τα ποσοστά είναι κατά βάρος, αν και είναι λίγο πιο προφανές εδώ. Αν θεωρήσατε ότι είναι 100 mol πάλι θα ληφθεί ως σωστή. Επίσης, αν πήρατε για βάση το προϊόν, πάλι θα πρέπει να καταλήξετε στο ίδιο νούμερο.)

5. και 6. Τα ισοζύγια μάζας είναι 3:

Για το νερό: $(0.201)100 = (1)W + (0.086)P$

Για την ξηρή μάζα: $(0.80)100 = 0 + (0.914)P$ a tie element

Και το συνολικό: $100 = W + P$

7. Λύνοντας οποιεσδήποτε δύο από τις παραπάνω εξισώσεις παίρνουμε:

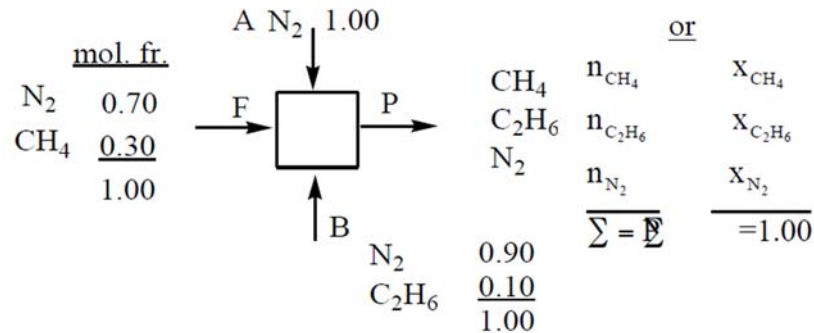
$W = 12.5$ kg και $P = 87.5$ kg

(και πάλι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το τρίτο ισοζύγιο για επαλήθευση)

Τέλος η ζητούμενη αναλογία θα είναι:

$$\frac{W}{F} = \frac{12.5 \text{ kg}}{100 \text{ kg}} = \boxed{0.125 \text{ kg/kg}}$$

***γ) 1. και 2. Το σχήμα (όπου DT είναι η ξηρή μάζα της ξυλείας):



4. Άγνωστες μεταβλητές: A, B, F, P, n_{CH_4} , $n_{C_2H_6}$, $n_{N_2} \rightarrow N_{μετ} = 7$

Ανεξάρτητες εξισώσεις: 3 ισοζύγια μάζας, $\Sigma n_i = P$, αναλογία $n_{CH_4}/n_{C_2H_6} = 1.3 \rightarrow N_{εξ} = 5$

Άρα: $N_{β.ελ.} = 7 - 5 = 2$. Δηλαδή, ακόμη και όταν ορίσουμε τη βάση υπολογισμών θα έχουμε έναν επιπλέον βαθμό ελευθερίας, οπότε χρειαζόμαστε κάποιο ακόμη στοιχείο ώστε το πρόβλημα να έχει μοναδική λύση.

2. . Άγνωστες μεταβλητές: A, B, C, D και 3+2+1+1+3 συστάσεις στα διάφορα ρεύματα $\rightarrow N_{μετ} = 14$

Ανεξάρτητες εξισώσεις: 5 ισοζύγια μάζας και $5 \Sigma w_i = 1 \rightarrow N_{εξ} = 10$

Άρα: $N_{β.ελ.} = 14 - 10 = 4$.

Όσο για το αν πρέπει να μετρήσουμε συγκεκριμένες, η απάντηση είναι «όχι». Μία που θα μετρούσα σίγουρα εγώ είναι το C, γιατί θα κάνω αμέσως το ισοζύγιο των «αδρανών», αλλά όποιες 4 μεταβλητές και να μετρήσουμε τα υπόλοιπα θα βγουν με υπολογισμούς.

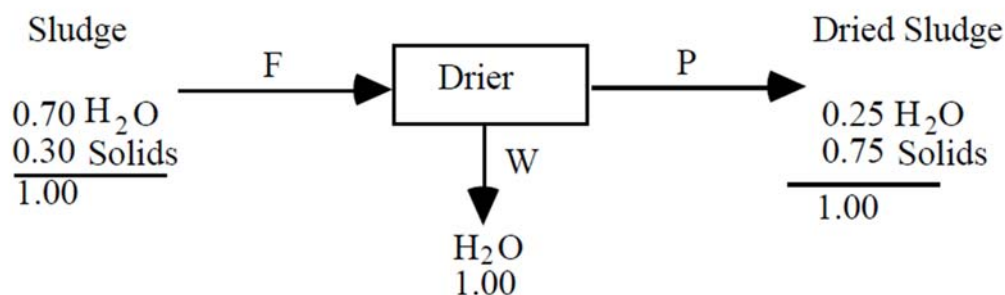
3. Χρησιμοποιώντας ως βάση υπολογισμών το 1 λεπτό, το συνολικό ισοζύγιο μάζας (για μη-μόνιμη κατάσταση) μας δίνει:

$$\text{Συσσώρευση} (= m_{τελ} - m_{αρχ}) = m_{in} - m_{out} = 300 \text{ kg} + 100 \text{ kg} - 380 \text{ kg} = 20 \text{ kg} \text{ κάθε λεπτό.}$$

Άρα σε μία ώρα:

$$\frac{20 \text{ kg}}{\text{min}} \left| \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} \right. = \boxed{1200 \text{ kg}}$$

4. Το σχήμα με τα δεδομένα της εκφώνησης:



Άγνωστες μεταβλητές: $F, P, W \rightarrow N_{\text{μετ}} = 3$

Ανεξάρτητες εξισώσεις: 2 ισοζύγια μάζας $\rightarrow N_{\text{εξ}} = 2$

Άρα: $N_{\text{β.ελ.}} = 3 - 2 = 1$, που θα είναι η βάση υπολογισμών.

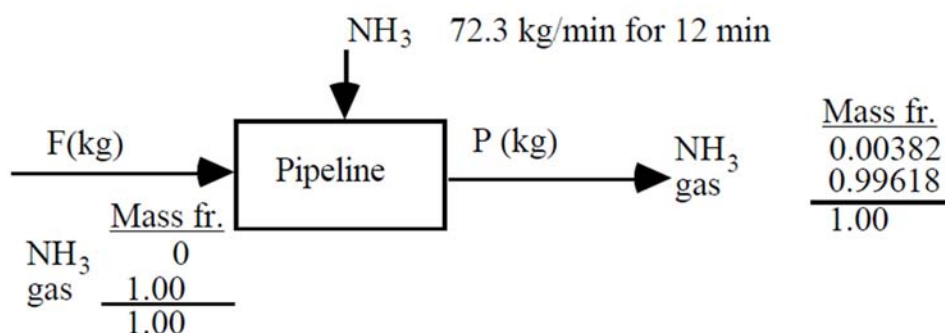
Βάση υπολογισμών: 1 τόνος, δηλαδή $F = 1000 \text{ kg}$

Το ισοζύγιο των στερεών: $0.30 F = 0.75 P \rightarrow P = 0.30 \cdot 1000 \text{ kg} / 0.75 = 400 \text{ kg}$

Το συνολικό ισοζύγιο: $F = P + W$ ή $1000 \text{ kg} = 400 \text{ kg} + W \rightarrow W = 600 \text{ kg}$

Δηλαδή, εξατμίζονται 600 kg νερού ανά τόνο λυματολάσσης.

5. Το σχήμα με τα δεδομένα της εκφώνησης:



Άγνωστες μεταβλητές: $F, P \rightarrow N_{\text{μετ}} = 2$

Ανεξάρτητες εξισώσεις: 2 ισοζύγια μάζας $\rightarrow N_{\text{εξ}} = 2$

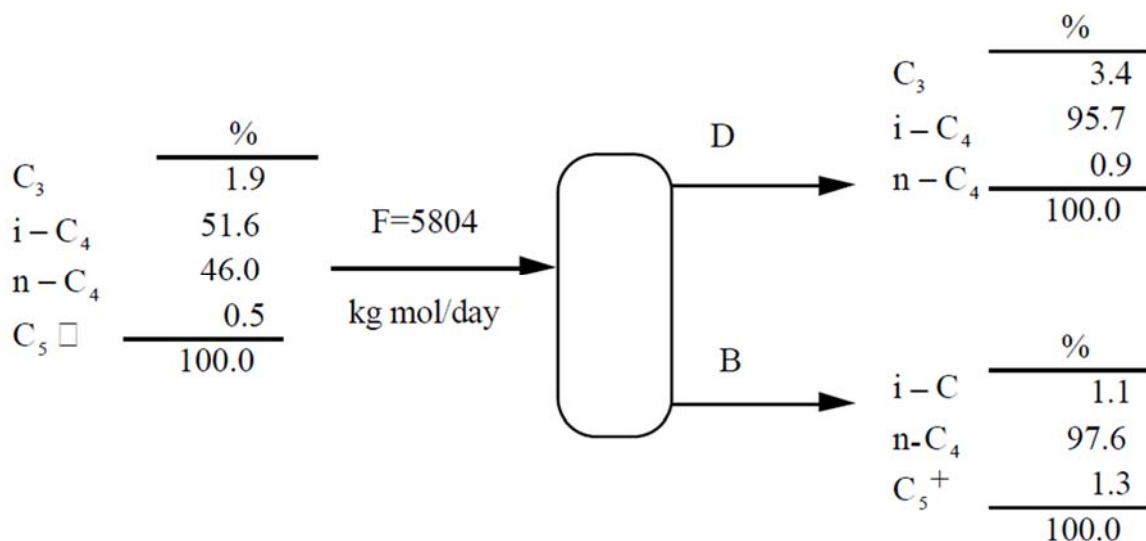
Άρα: $N_{\text{β.ελ.}} = 2 - 2 = 0$, δηλαδή δεν είναι απαραίτητο να οριστεί βάση υπολογισμών. Παρόλα αυτά, αν ορίσουμε βάση υπολογισμών το 1 λεπτό, όπως κάνει το βιβλίο, δεν προσθέτουμε προδιαγραφή ή «εξίσωση», απλά ορίζουμε το Δt που θα απαλείψει τα «/min» στις μονάδες των ρυθμών παροχής στις εξισώσεις ισοζυγίων.)

Τα ισοζύγια που θα χρησιμοποιήσουμε είναι

Το συνολικό: $F + 72.3 \text{ kg/min} = P$

Και της αμμωνίας: $0 \cdot F + 1 \cdot 72.3 \text{ kg/min} = 0.00382 \cdot P \rightarrow P = 18926 \text{ kg/min}$ και $F = 18999 \text{ kg/min}$

6. Το σχήμα με τα δεδομένα της εκφώνησης:



Άγνωστες μεταβλητές: D, B $\rightarrow N_{\text{μετ}} = 2$

Ανεξάρτητες εξισώσεις: 4 ισοζύγια μάζας $\rightarrow N_{\text{εξ}} = 4$

Άρα: $N_{\beta, \epsilon\lambda} = 2 - 4 = -2$, δηλαδή έχουμε περισσότερες εξισώσεις από ότι αγνώστους. Η ακρίβεια κάθε εξίσωσης διαφέρει, οπότε κάθε ζευγάρι εξισώσεων που θα χρησιμοποιούμε θα μας δίνει διαφορετικά αποτελέσματα. Για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας το συνολικό ισοζύγιο μαζί με αυτό του i-C₄:

$$5804 \text{ kmol/d} = D + B \quad \text{και} \quad 2992 \text{ kmol/d} = 0.057D + 0.011B$$

$$\text{Προκύπτει: } B = 2563 \text{ kmol/d}, D = 3240 \text{ kmol/d}$$

Ενώ το συνολικό με του n-C₄:

$$5804 \text{ kmol/d} = D + B \quad \text{και} \quad 2667 \text{ kmol/d} = 0.009D + 0.976B$$

$$\text{δίνουν: } B = 2704 \text{ kmol/d}, D = 3100 \text{ kmol/d}$$

Τέλος, αν συνδυάσουμε τα ισοζύγια των «ακραίων» ειδών:

$$\text{Για το } C_3: 0.019 \cdot 5804 \text{ kmol/day} = 0.034D \rightarrow D = 3243 \text{ kmol/d}$$

$$\text{Και για το } C_5: 0.005 \cdot 5804 \text{ kmol/d} = 0.013B \rightarrow B = 2679 \text{ kmol/d}$$

Επίσης, μπορούν να γίνουν και άλλοι συνδυασμοί εξισώσεων με παρόμοια αποτελέσματα. Όλα τα ζεύγη τιμών είναι αρκετά κοντά μεταξύ τους, αλλά λόγω της υπεραριθμίας των (ανεξάρτητων) εξισώσεων δεν υπάρχει μία μοναδική λύση.

7. Το κατάστημα πληρώνει για το απορρυπαντικό/σαπούνι και τα έξοδα μεταφοράς.

Παίρνοντας ως βάση υπολογισμών τα 100 kg του απορρυπαντικού με την 30% υγρασία (W).

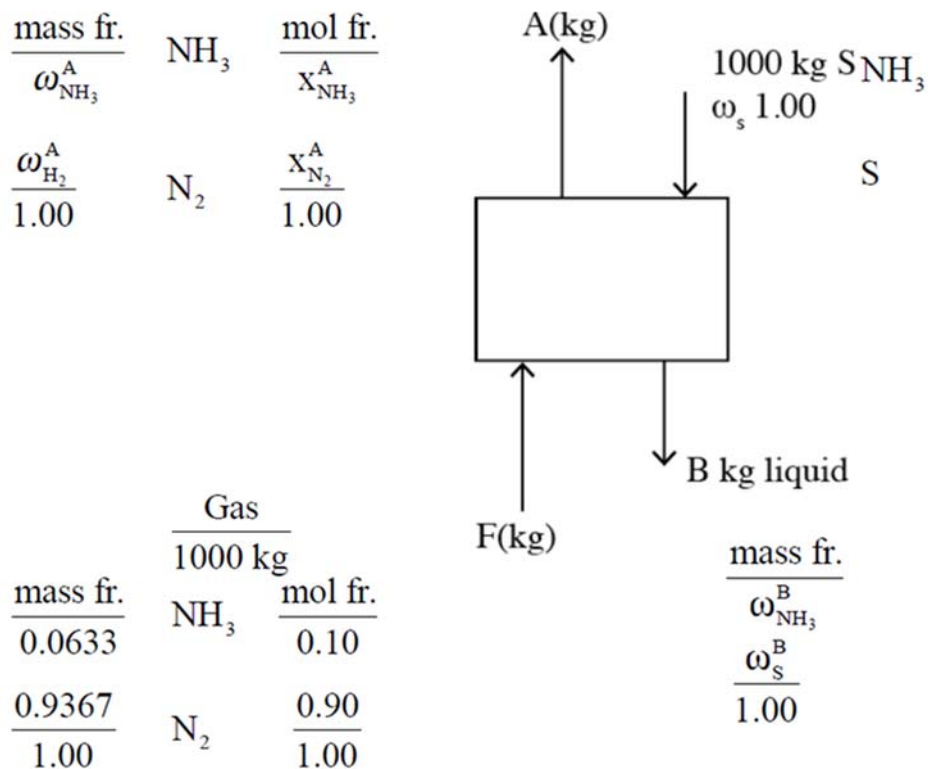
Τα 100 κιλά W περιέχουν 30 κιλά νερό και 70 κιλά σαπούνι. Αν το συμπυκνώσουμε σε μία ποσότητα D που περιέχει μόνο 5% υγρασία (και 95% σαπούνι) μπορούμε να γράψουμε το ισοζύγιο μάζα για το σαπούνι: $0.7W = 0.95D \rightarrow 0.95D = 70 \text{ kg} \rightarrow D = 73.68 \text{ kg}$, για την ίδια «καθαριστική δύναμη».

Το τρέχον σαπούνι κοστίζει: $100 \text{ kg} (0.30 \text{ \$/kg} + \$6.05/100 \text{ kg}) = \36.05

Για την αντίστοιχη ποσότητα συμπυκνωμένου απορρυπαντικού:

$73.68 \text{ kg} (x + \$6.05/100 \text{ kg}) = \$36.05 \rightarrow x = 0.43 \text{ \$/kg}$ είναι η μέγιστη τιμή που θα πρέπει να πληρώσει το κατάστημα για να μην χειροτερέψουν τα οικονομικά του.

8. Το σχήμα με τα δεδομένα της εκφώνησης:



Άγνωστες μεταβλητές: $A, B, w_{\text{N}_2}^A, w_{\text{NH}_3}^A, w_S^B, w_{\text{NH}_3}^B \rightarrow N_{\text{μετ}} = 6$

Ανεξάρτητες εξισώσεις: 3 ισοζύγια μάζας, προδιαγραφή $w_{\text{NH}_3}^A = 2 \cdot w_{\text{NH}_3}^B$, 2 αθροίσματα $w_i = 1 \rightarrow N_{\text{εξ}} = 6$

Άρα: $N_{\beta, \epsilon\lambda.} = 6 - 6 = 0$, δηλαδή δεν είναι απαραίτητο να οριστεί βάση υπολογισμών. Παρόλα αυτά, αν ορίσουμε βάση υπολογισμών τη 1 ώρα, όπως κάνει το βιβλίο, δεν προσθέτουμε προδιαγραφή ή «εξίσωση», απλά ορίζουμε το Δt που θα απαλείψει τα «/min» στις μονάδες των ρυθμών παροχής στις εξισώσεις ισοζυγίων.)

Τα ισοζύγια μάζας:

Για το N_2 : $0.9367 \cdot F (= 936.7 \text{ kg}) = w_{\text{N}_2}^A \cdot A$

Για την NH_3 : $0.0633 \cdot F (= 63.3 \text{ kg}) = w_{\text{NH}_3}^A \cdot A + w_{\text{NH}_3}^B \cdot B$

Για το S: $1 \cdot S = w_S^B \cdot B = 1000 \text{ kg}$

Σε συνδυασμό με τις εξισώσεις:

$$w_{N_2}^A + w_{NH_3}^A = 1$$

$$w_S^B + w_{NH_3}^B = 1 \text{ και}$$

$$w_{NH_3}^A = 2 \cdot w_{NH_3}^B$$

μας δίνουν ένα μη γραμμικό σύστημα 6 εξισώσεων με 6 αγνώστους, το οποίο λύνεται εύκολα με τη βοήθεια υπολογιστή και μας δίνει.

$$A = 978.2846$$

$$B = 1021.715$$

$$w_{N_2}^A = 0.9574923$$

$$w_{NH_3}^A = 0.0425077$$

$$w_{NH_3}^B = 0.0212538$$

$$w_S^B = 0.9787462$$