

- 4.3 Una miscela liquida di benzene e toluene contiene il 55.0 %m di benzene. La miscela viene parzialmente evaporata per produrre un vapore contenente l' 85.0 %m di benzene ed un residuo liquido contenente il 10.6 %m di benzene.
- Supponendo che il processo avviene in condizioni stazionarie ed in continuo, con una alimentazione di 100 hg/h della miscela al 55%. Indicare con  $\dot{m}_V$  (kg/h) e  $\dot{m}_L$  (kg/h), rispettivamente, i flussi di vapore e di liquido prodotti. Disegnare ed etichettare lo schema del processo, quindi scrivere e risolvere i bilanci di massa e del benzene per ottenere i valori di  $\dot{m}_V$  e  $\dot{m}_L$ . Per ciascun bilancio indicare quali termini dell'equazione generale di bilancio ( $accumulo = ingresso + generazione - uscita - consumo$ ) vengono omessi e per quale motivo.
  - Successivamente, supporre che il processo avviene in un contenitore chiuso che inizialmente contiene 100.0 kg della miscela liquida. Indicare con  $m_V$  (kg) e  $m_L$  (kg), rispettivamente, le masse finali della fase vapore e liquida ottenuti. Disegnare ed etichettare lo schema del processo, quindi scrivere e risolvere i bilanci integrali sulla massa totale e sul benzene per ottenere i valori di  $m_V$  e  $m_L$ . Per ciascun bilancio indicare quali termini dell'equazione generale di bilancio ( $accumulo = ingresso + generazione - uscita - consumo$ ) vengono omessi e per quale motivo.
  - Tornando al processo continuo, supponiamo che l'evaporatore è stato costruito ed avviato, inoltre vengono misurate le composizioni e le portate dei flussi. La misura della %m di benzene nel vapore è di 85%*m* e le portate dei flussi in ingresso ed uscita sono uguali a quelli indicati nel punto (a), ma la percentuale di benzene nel prodotto liquido è 7%*m* invece che 10.6 %*m*. Una possibile spiegazione può essere attribuita al danneggiamento della strumentazione di misura. Dare altre cinque ipotesi. [ Pensare a quali assunzioni sono state fatte per risolvere il quesito (a)]

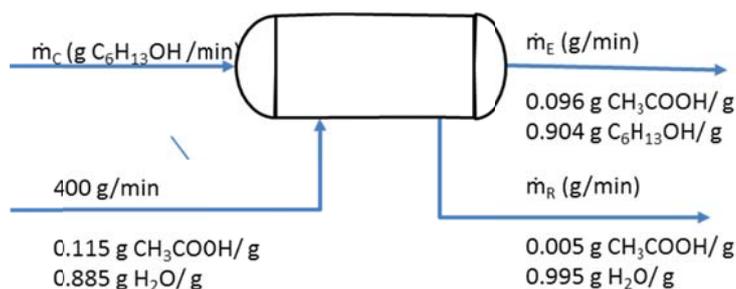
4.4 \*

4.5 \*

4.6 \*

4.7 L'estrazione liquida è un'operazione usata per separare i componenti di una miscela liquida in due o più specie. Nel caso più semplice, la miscela è costituita da due componenti: il soluto (A) ed il liquido solvente (B). La miscela è messa a contatto in un serbatoio con un secondo solvente (C) che ha due proprietà chiave: A è solubile in esso, e B è insolubile o poco solubile con esso. (Per esempio, B può essere acqua, C un idrocarburo, e A una sostanza che si scioglie sia in olio sia in acqua.) Parte di A si trasferisce da B a C, e la fase ricca di B (il raffinato) e la fase ricca di C (estratto) vengono divisi in un separatore. Se il raffinato viene messo a contatto con nuovo C fresco in un altro stadio, altro A potrà essere trasferito da esso. Questo processo può essere ripetuto finché quasi tutto A è estratto da B.

Di seguito viene visualizzato lo schema di processo nel quale l'acido acetico (A) è estratto da una miscela di acido acetico e acqua (B) con 1-esanolo (C), un liquido immiscibile con l'acqua.



- Qual è il massimo numero di bilanci di materia indipendente che possono essere scritti per questo processo?
- Calcolare  $\dot{m}_C$ ,  $\dot{m}_E$  e  $\dot{m}_R$  usando le portate indicate nello schema e scrivendo i bilanci di materia nell'ordine tale d'avere un'equazione che contiene una sola variabile incognita.
- Calcolare le differenze tra la quantità di acido acetico nella miscela di alimentazione e quella nella miscela al 0.5 %*e* mostrare che essa è uguale alla quantità persa nella miscela a 9.6%.
- L'acido acetico è relativamente difficile da separare completamente dall'acqua per distillazione (vedi problema 4.6) e relativamente mediante distillazione dall'esanolo. Disegnare uno schema di un processo a due stadi che può essere impiegato per recuperare l'acido acetico, quasi puro, dalla miscela acido acetico-acqua.

- 4.8 Le uova prodotte presso l'allevamento Pollo Allegro Srl devono essere separate nelle due qualità "L" e "XL". Purtroppo, a causa di problemi economici, l'azienda non è in grado di sostituire la vecchia macchina che provvedeva alla selezione delle uova. La dirigenza ha quindi fornito al vecchio Beppi, un dipendente dotato di una buona vista, del timbro di gomma "L" nella mano destra e del timbro "XL" ed è stato incaricato di timbrare tutte le uova prima di metterle su un nastro trasportatore. A valle della linea un altro dipendente ha il compito di separare i tipi di uova in due diverse tramogge di raccolta. Il sistema, tutto sommato, funziona abbastanza bene tranne il fatto che il vecchio Beppi ha la mano pesante e in media rompe il 30 % delle 120 uova che esamina in un minuto. Nello stesso tempo un controllo eseguito sulla linea "XL" ha evidenziato un flusso di 70 uova/min, delle quali 25 uova/min sono rotte.
- Disegnare ed etichettare lo schema di questo processo.
  - Scrivere e risolvere il bilancio delle uova selezionate sulle uova totali e sulle uova rotte.
  - Quante uova "X" lasciano l'impianto ogni minuto, e quale frazione di queste sono rotte?
  - Il vecchio Beppi è destro o mancino?
- 4.9 Le fragole contengono circa 15 % di solidi e l'85% di acqua in peso. Per produrre la confettura di fragole, viene aggiunto lo zucchero alle fragole schiacciate in un rapporto di massa 55:45, e la miscela viene riscaldata per far evaporare l'acqua fino a quando il residuo contiene un terzo di acqua in massa.
- Disegnare ed etichettare lo schema di questo processo.
  - Fare l'analisi dei gradi di libertà e dimostrando che il sistema ha zero gradi di libertà (cioè il numero delle variabili di processo incognite è uguale al numero di equazioni relative a loro). Se si dispone di troppe incognite, pensate a cosa potreste aver dimenticato di fare.
  - Calcolare quanti chili di fragole sono necessari per produrre un chilo di marmellata.
- 4.10 Trecento litri di una miscela contenente 75,0% in peso di etanolo (alcol etilico) e il 25% di acqua (peso specifico della miscela = 0.877 kg/L) vengono aggiunti ad una quantità di una miscela 40.0 %m di etanolo e 60 %m di acqua (peso specifico della miscela = 0.952 kg/L) per produrre una miscela contenente il 60.0 %m di etanolo. L'obiettivo di questo problema è determinare  $V_{40}$  (il volume della miscela al 40% di etanolo).
- Disegnare ed etichettare lo schema di questo processo di miscelazione e fare l'analisi dei gradi di libertà.
  - Calcolare  $V_{40}$