

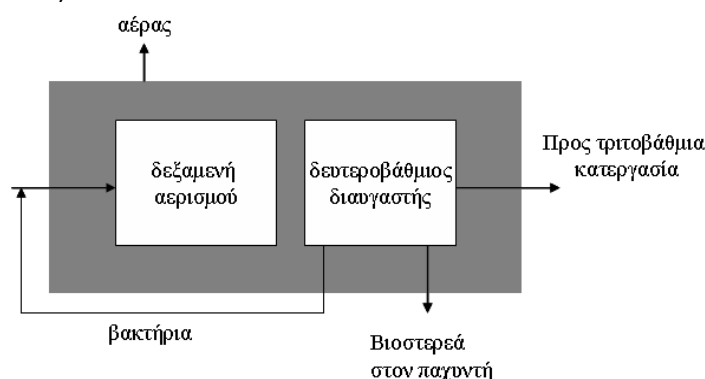
Πρόβλημα Α. Ο δευτερογενής καθαρισμός των αστικών υγρών αποβλήτων αποτελείται από δυο συνεχόμενα τμήματα, του αερισμού και της διαύγασης (κατακάθισης). Τη χώνευση / αφομοίωση επιβλαβών ουσιών από το ρεύμα του υγρού απόβλητου, όπως ο φωσφόρος, εκτελούν τα βακτήρια, που ανακυκλώνονται πίσω στην είσοδο της δεξαμενής αερισμού από τον πυθμένα της δεξαμενής διαύγασης (ενώ τα υπόλοιπα βιοστερεά πηγαίνουν για πάχυνση). Δίνονται οι παρακάτω πληροφορίες: η παροχή του απόβλητου είναι 125.000 gallons/h, η συγκέντρωση του φωσφόρου 0,1 lb/gallon απόβλητου και η ανακύκλωση στη δεξαμενή αερισμού έχει συγκέντρωση βακτηρίων 0,2 lb/gallon. Σε ευνοϊκές συνθήκες (θερμοκρασίας και πίεσης), 4 lb βακτήρια θα εξέλθουν από το σύστημα για κάθε lb εισερχόμενων, λόγω της ανακύκλωσης. Και τα δυο είδη βακτηρίων, εισερχόμενα και εξερχόμενα, είναι κορεσμένα με ρυθμό 0,25 lb P / lb βακτηρίων. Δεχόμαστε ότι η ανάπτυξη και αναπαραγωγή των βακτηρίων συμβαίνει μόνο στη δεξαμενή αερισμού. Όλα τα βακτήρια υποθέτουμε επίσης ότι λαμβάνουν τη μέγιστη ποσότητα του P (άρα, φωσφόρος δεν εξέρχεται από τη δεξαμενή). Τα ανακυκλούμενα βακτήρια δεν μπορούν να αφομοιώσουν άλλο P. Όμως, είναι δυνατό να αναπαράγουν, δημιουργήσουν “άδεια” βακτήρια - και μόνο αυτά τα (τρία) νέα βακτήρια μπορούν να “χωνέψουν” φωσφόρο. Ποια είναι η ελάχιστη παροχή της ανακύκλωσης στη δεξαμενή αερισμού ?

Ερώτηση πολλαπλής επιλογής:

(α) 16.700      (β) 250.000      (γ) 62.500      ή      (δ) 83.300 gallons/h ?

Οδηγίες για τη λύση:

1. Υπολογίστε τη μάζα του φωσφόρου που πρόκειται να απομακρυνθεί ανά ώρα.
2. Υπολογίστε την ολική μάζα των βακτηρίων που χρειάζονται για να αφομοιώσουν τόσο P.
3. Υπολογίστε τη μάζα των βακτηρίων που απαιτούνται στην ανακύκλωση (για κάθε ανακυκλούμενο βακτήριο θα παραχθούν τρία νέα βακτήρια και μόνο αυτά μπορούν να πάρουν P).



#### ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΑΙΜΟΚΑΘΑΡΣΗΣ ΝΕΦΡΟΠΑΘΩΝ

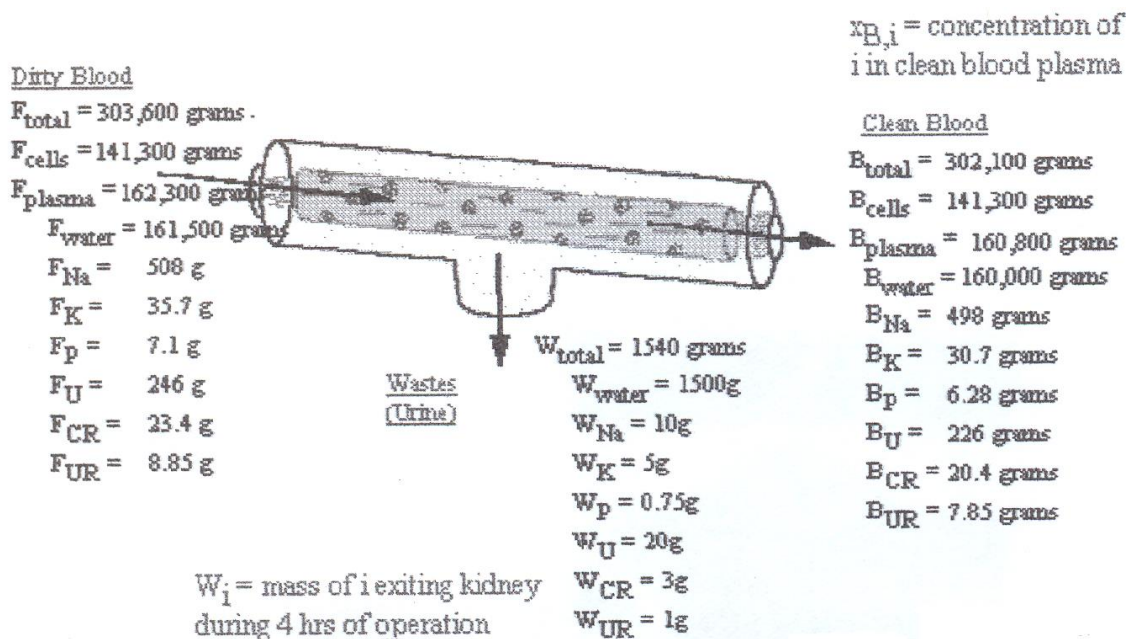
Πρόβλημα. Τα μηχανήματα αιμοδιάλυσης χρησιμοποιούνται για να διηθούν το αίμα των ασθενών απομακρύνοντας ορισμένες ανεπιθύμητες ουσίες. Δίνονται για το σύστημα του τεχνητού νεφρού οι πληροφορίες που φαίνονται στον πίνακα ως προς τα εισερχόμενα και εξερχόμενα. Υπενθυμίζεται ότι το αίμα αποτελείται από δυο μέρη, τα ερυθροκύτταρα και το πλάσμα. Το κάλλιο, το νάτριο, ο φωσφόρος, η ουρία (U), η κρεατινίνη (CR), το ουρικό οξύ (UR) και το νερό βρίσκονται όλα στο πλάσμα. Ζητείται να υπολογισθούν με ισοζύγια μάζας οι συγκεντρώσεις των συστατικών στο ρεύμα του “βρώμικου” αίματος (τροφοδοσία) και να

εκφραστούν στις ίδιες μονάδες. Υποθέστε ότι η διαδικασία ολοκληρώνεται σε 4 ώρες και στη διάρκεια αυτή τα νεφρά του ασθενούς είναι πλήρως ανενεργά.

<u>Συστατικά</u>	ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΑ	ΕΞΕΡΧΟΜΕΝΑ	ΜΕΝΑ
	<u>Βρώμικο αίμα</u> (παρουσιάζεται μόνο το πλάσμα)	<u>Καθαρισμένο αίμα</u> (παρουσιάζεται μόνο το πλάσμα)	<u>Απορρίμματα</u> (σε 4 hrs)
Na <sup>+</sup>	?	138 meq/L πλάσμα	10 g
K <sup>+</sup>	?	5 meq/L πλάσμα	5 g
P	?	4 mg/dL πλάσμα	.75 g
U	?	144 mg/dL πλάσμα	20 g
CR	?	13 mg/dL πλάσμα	3 g
UR	?	5 mg/dL πλάσμα	1 g
Νερό	το υπόλοιπο	το υπόλοιπο	1500 g
Παροχή	1200 mL/min		

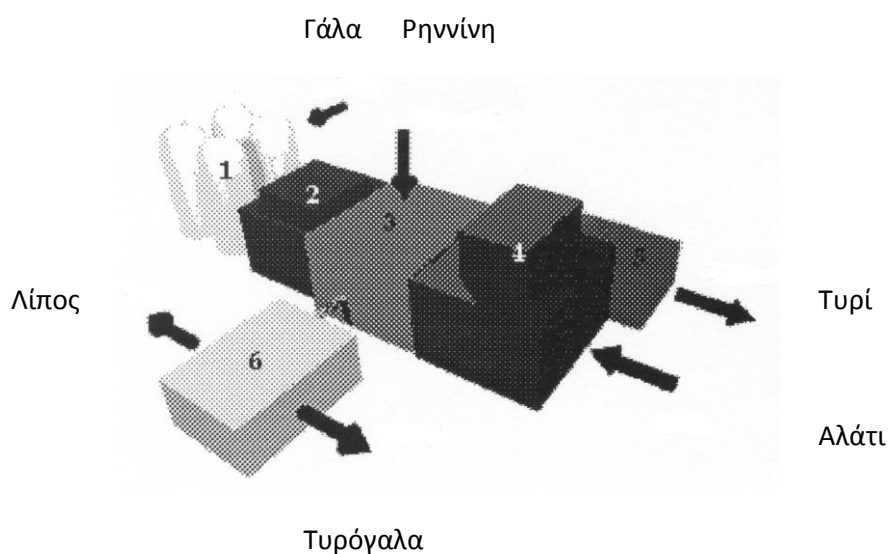
*Σημείωση:* Το αίμα, καθαρό ή βρώμικο, περιέχει επίσης και κύτταρα, που κατέχουν το 45% κ.ό. Δίνεται το ειδικό βάρος (να θεωρηθεί σταθερό) που είναι 1,054 για το αίμα, 1,09 για τα κύτταρα και 1,0245 για το πλάσμα. Ακόμα, ως γνωστό, 10 dL = 1 L και 1 meq = 1 mmol. Μοριακό βάρος νατρίου 23 g/mol και καλλίου 39,1.

Παρακάτω στο σχήμα η λύση του προβλήματος.



**Πρόβλημα.** Μια νέα τυροκομική εγκατάσταση κτίζεται με τις παρακάτω προδιαγραφές. Η μονάδα αυτή θα δέχεται 300.000 kg γάλατος/μέρα και παράγει ένα τύπο τυριού που περιέχει 33% λίπος κ.β. Να βρεθεί (με ισοζύγια μάζας) πόσο τυρόγαλα θα παράγεται τη μέρα.

Δεδομένα: Το γάλα που τροφοδοτείται περιέχει 5,6% λίπος. Η αναλογία γάλατος προς παραγόμενο τυρί είναι 10 : 1 κ.β. Προστίθεται, ως βιολογικός καταλύτης, ρηννίνη σε αναλογία 1 : 5.000 γάλατος. Το τυρί θα περιέχει 3% αλάτι.



Σχηματικό διάγραμμα της βιομηχανικής εγκατάστασης: 1. Σιλό γάλατος. 2. Παστεριωτής. 3. Πρωτογενής αντιδραστήρας (τροφοδοσία ρηννίνης). 4. Δευτερογενής αντιδραστήρας (τροφοδοσία αλατιού). 5. Συσκευασία και αποθήκευση τυριού (προϊόντος). 6. Διαχωριστής λίπους από το τυρόγαλα.

**Πρόβλημα.** Σε μια ζυθοποιία για την παραγωγή μύρας με χαμηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλ χρησιμοποιείται ένας φυγοκεντρικός εξατμιστής θερμαινόμενος με υδρατμό (βλ. σχήμα), ώστε με τη σύντομη αυτή διεργασία να μην πειραχθεί το άρωμα του προϊόντος. Η τροφοδοσία είναι κανονική μύρα, με άγνωστη παροχή  $F$  [kg/h], συγκέντρωση σε αλκοόλ  $a_F = 0,071$ , εκφρασμένη ως κλάσμα βάρους και ενθαλπία  $H_F = 31$  kcal/kg. Ο παραγόμενος ατμός έχει συγκέντρωση αλκοόλ  $a_V = 0,216$  (παροχής  $V$ ). Ενώ το υγρό προϊόν είναι παροχής  $L = 56$  kg/h και συγκέντρωσης  $a_L = 0,018$ . Να βρεθεί η ποσότητα του ατμού  $V$ .

Αν ο χρησιμοποιούμενος υδρατμός έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά να βρεθεί η ποσότητά του,  $S$  (kg/h). Θερμοκρασία βρασμού  $164^\circ\text{C}$ , θερμοκρασία εισόδου  $394^\circ\text{C}$ , μέση θερμοχωρητικότητα  $C_p = 0,5$  kcal/kg  $^\circ\text{C}$ , και θερμότητα ατμοποίησης  $H_{vap} = 494$  kcal/kg. Οι

ενθαλπίες  $H_v$  και  $H_L$  του ατμού και υγρού αντίστοιχα θα παρθούν από το σχετικό διάγραμμα.  $1 \text{ Btu/lb} = 0,555 \text{ kcal/kg}$

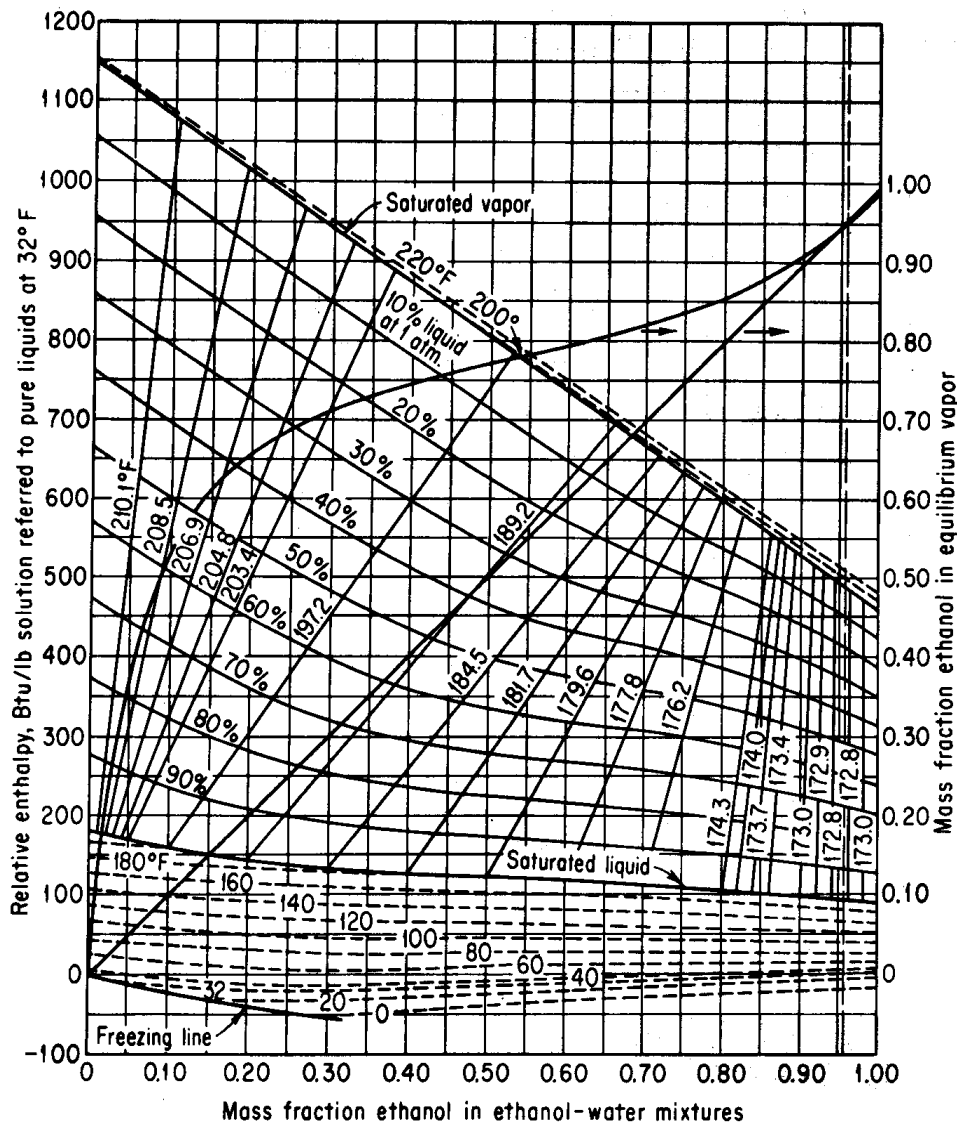
είσοδος ατμός υγρό



Αφού αυτή είναι μια συνεχής διεργασία, ο ατμός (αέριο προϊόν), πλούσιος σε αλκοόλ, θα πρέπει να συλλέγεται και απομακρύνεται από το σύστημα.

**Σχήμα** φυγοκεντρικού εξατμιστή (υπό κενό). Για τη θέρμανση της μύρας εσωτερικά σε ανεξάρτητο κύκλωμα εισάγεται υδρατμός, ο οποίος και συμπυκνώνεται.

*Οι φυγοκεντρικές δυνάμεις προκαλούν τη ροή προς τα έξω και κάτω. Η μύρα μετά την επεξεργασία της επίσης συλλέγεται και απομακρύνεται από τον εξατμιστή ως τελικό υγρό προϊόν.*



Διάγραμμα ενθαλπίας-συγκέντρωσης για το υπό εξέταση σύστημα.

ΠΡΟΒΛΗΜΑ.



Ένας υγροβιότοπος χρησιμοποιείται από μια βιομηχανία για τη βιοχημική κατεργασία ενός τοξικού υλικού, σε ασφαλές για το περιβάλλον, ώστε το υδατικό απόβλητο να αποβάλλεται σε γειτονικό ποτάμι. Η εξέταση του συστήματος είναι ανάλογη με αυτή του αντιδραστήρα εμβολικής ροής.

Θεωρώντας ότι το πλάτος  $w$  και το ύψος  $h$  είναι σταθερά (ορθογώνια διατομή), δηλ. κοιτάμε τη ροή κατά την κατεύθυνση  $z$  και κάνουμε το ισοζύγιο μάζας σε μια στοιχειώδη απόσταση  $\Delta z$ :

$$F_A|_z - F_A|_{z+\Delta z} + \text{παραγωγή} = \text{συσσώρευση} \quad (1)$$

Ζητείται να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, με την αντίστοιχη αιτιολόγηση.

Ερώτηση (α). Στο ισοζύγιο, ο όρος της μάζας που παράγεται ισούται με:

1.  $-r_A wh(\Delta z)$     2.  $r_A whz$     3.  $r_A wh(\Delta z)$     4.  $r_A dV$

Ερώτηση (β). Υποθέτοντας λειτουργία σταθερής κατάστασης, με τι ισούται ο όρος της μάζας που συσσωρεύεται ;

Ερώτηση (γ). Απλουστεύοντας την εξίσωση (1) και έχοντας υπόψη τον ορισμό της παραγωγού, ποια είναι η αλγεβρική έκφραση για το  $(dF_A/dz)$ :

1.  $-r_A wh(\Delta z)$     2.  $r_A wh(\Delta z)$     3.  $-r_A wh$     4.  $r_A wh$

Ερώτηση (δ). Η μοριακή παροχή  $F_A$  ισούται με :

1.  $C_A v$     2.  $v/C_A$     3.  $C_A/v$

Ερώτηση (ε). Η ογκομετρική παροχή  $v$  ισούται με :

1.  $v_0(1+\epsilon X)(T_{P0}/T_0P)$     2.  $v_0(1+\epsilon X)$     3.  $v_0$

Ερώτηση (στ). Διαλέξτε τη σωστή έκφραση για την εξίσωση της κινητικής ( $r_A=?$ )

1.  $-kC_A^\alpha$     2.  $kC_A^\alpha$     3.  $kC_A$     4.  $(kC_A)^\alpha$

Ερώτηση (ζ). Συνδυάζοντας τις απαντήσεις των παραπάνω (άρα και τις αντίστοιχες εξισώσεις που προκύπτουν) με τι ισούται το  $(dC_A/dz)$  ;

1.  $whkC_A^\alpha/v_0$     2.  $-whkC_A^\alpha/v_0$     3.  $kC_A^\alpha$

## ΙΣΟΖΥΓΙΑ ΜΑΖΑΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΣΤΑΞΗ

Πρόβλημα 1. Υγρό από ένα ζυμωτήρα ζυθοποιείου μπορεί να θεωρηθεί ότι περιέχει 10% αιθανόλη και 90% νερό. 50 000 kg h<sup>-1</sup> αυτού του προϊόντος ζύμωσης αντλούνται σε μια στήλη απόσταξης, που επίσης είναι εγκατεστημένη στο εργοστάσιο. Με τις συνθήκες της λειτουργίας, από την κορυφή της αποστακτικής στήλης παράγεται απόσταγμα με 45% αιθανόλη και 55% νερό, με ρυθμό το ένα δέκατο αυτού της τροφοδοσίας.

(α) Ποια είναι η σύσταση του απόβλητου, προϊόντος πυθμένα από τον αποστακτήρα;

(β) Ποιος είναι ο ρυθμός απωλειών αιθανόλης στο προϊόν πυθμένα;

Πρόβλημα 2. Για να γίνει διαχωρισμός αιθανόλης από μίγματα αλκοόλης-νερού είναι απαραίτητο να προσθέσουμε ένα τρίτο συστατικό όπως το βενζόλιο, για (να μειωθεί η πτητικότητα της αλκοόλης κι έτσι) να παραμείνει καθαρή αλκοόλη στον πυθμένα. Σε μια τέτοια διεργασία αζεοτροπικής απόσταξης, μια τροφοδοσία ελεύθερη σε βενζόλιο περιέχει 88,0 αλκοόλη και 12,0% κ.β. νερό και δίνει προϊόν κορυφής που περιέχει 17,5 αλκοόλη, 7,9

νερό και 74,6% κ.β. βενζόλιο. Ποια παροχή βενζολίου θα πρέπει επίσης να παρέχεται στην τροφοδοσία της αποστακτικής στήλης για να παράγονται 0,981 kg/s απόλυτης αλκοόλης ως προϊόν πυθμένα;

