

1^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ_2025

Παράδοση 31/10/2025, online, Ονοματεπώνυμο_AM.pdf

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 1^ο

Με τη βοήθεια των δεδομένων τάσης ατμών του Σχήματος 1, κατασκευάστε ένα διάγραμμα T έναντι x,y (βρασμού) για το σύστημα πεντάνιο-οκτάνιο, σε πίεση **100 psia**. Χρησιμοποιώντας το διάγραμμα βρασμού που προέκυψε, σχεδιάστε και το διάγραμμα Ισορροπίας x-y. Θεωρούμε ότι το n-πεντάνιο (A) και το οκτάνιο (B) σχηματίζουν τέλειο μίγμα.

T(°F)	P _A ^o (psia)	P _B ^o (psia)	x _A	y _B
250				
350				

Σχήμα 1 Τάση ατμών μερικών κοινών βιομηχανικών χημικών ουσιών

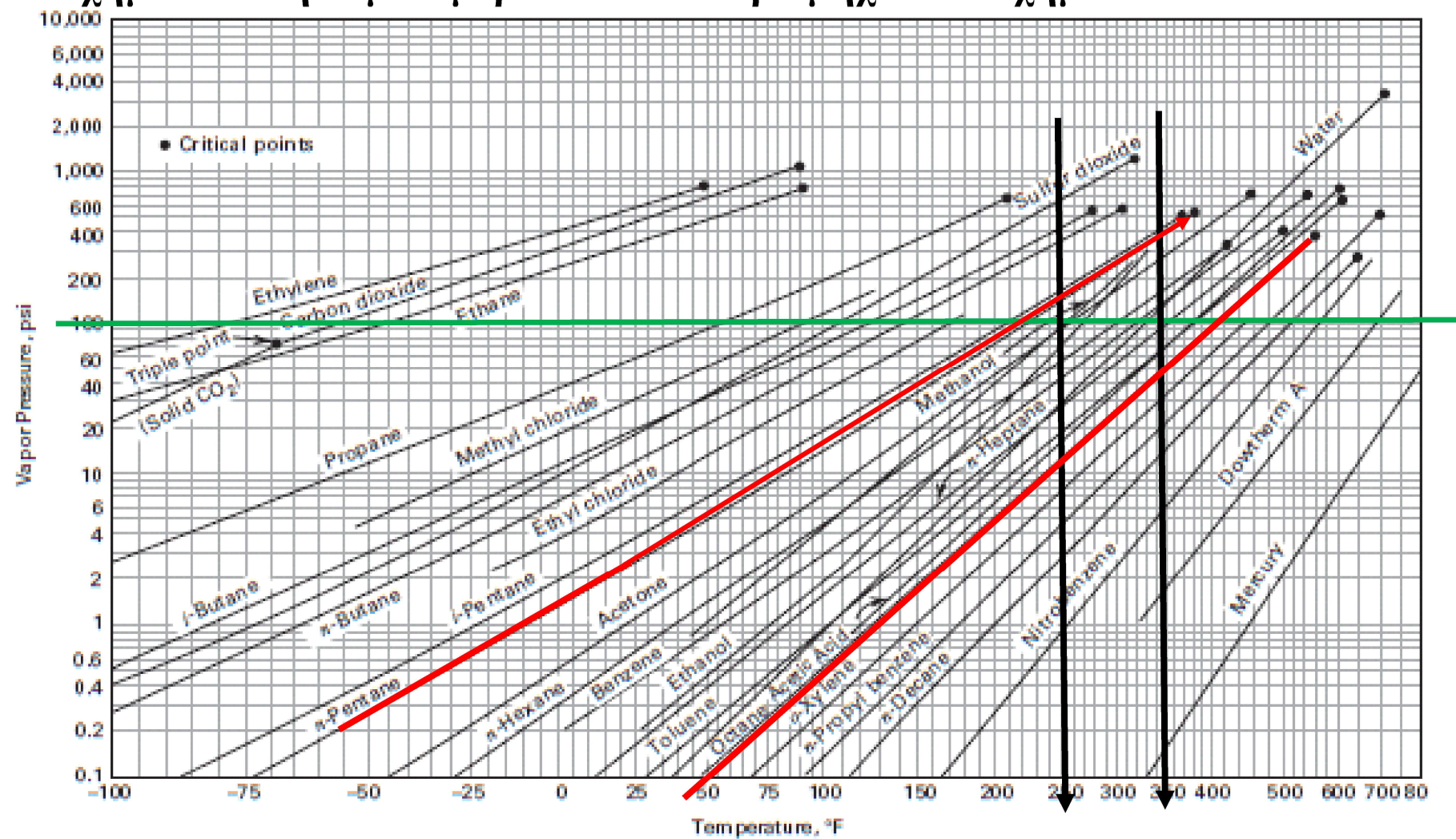


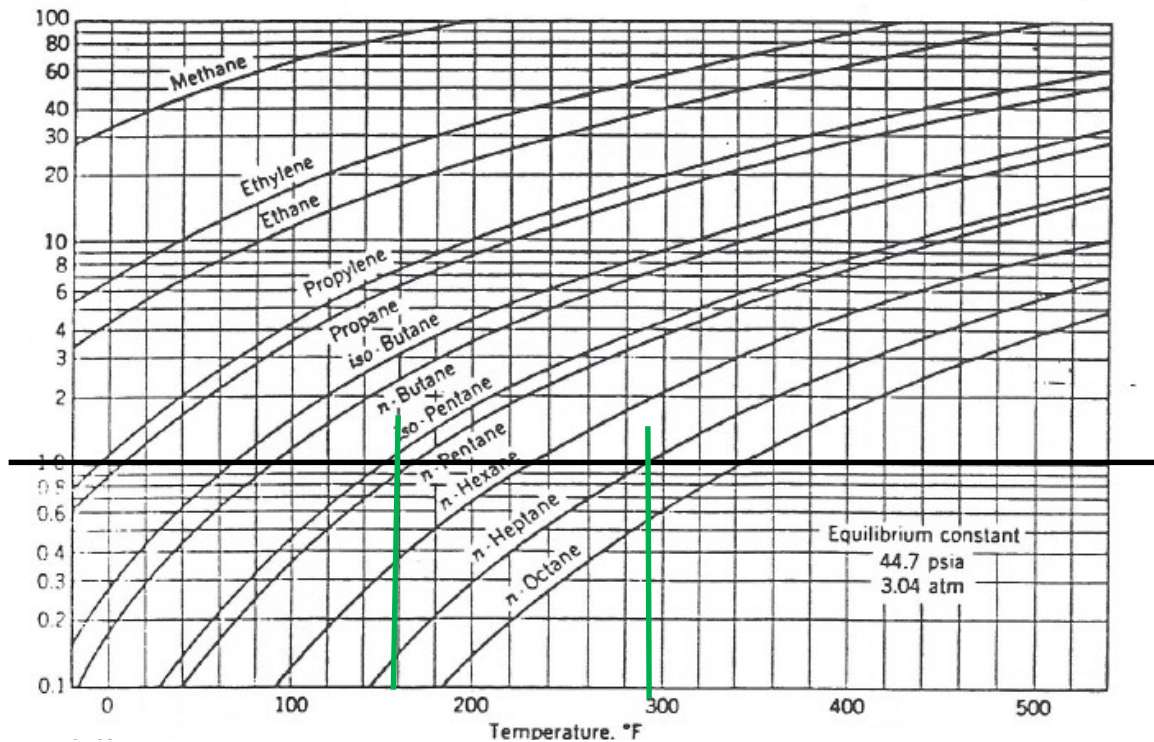
Figure 2.1 Vapor pressure of some common industrial chemicals.

Πρόβλημα 2°.

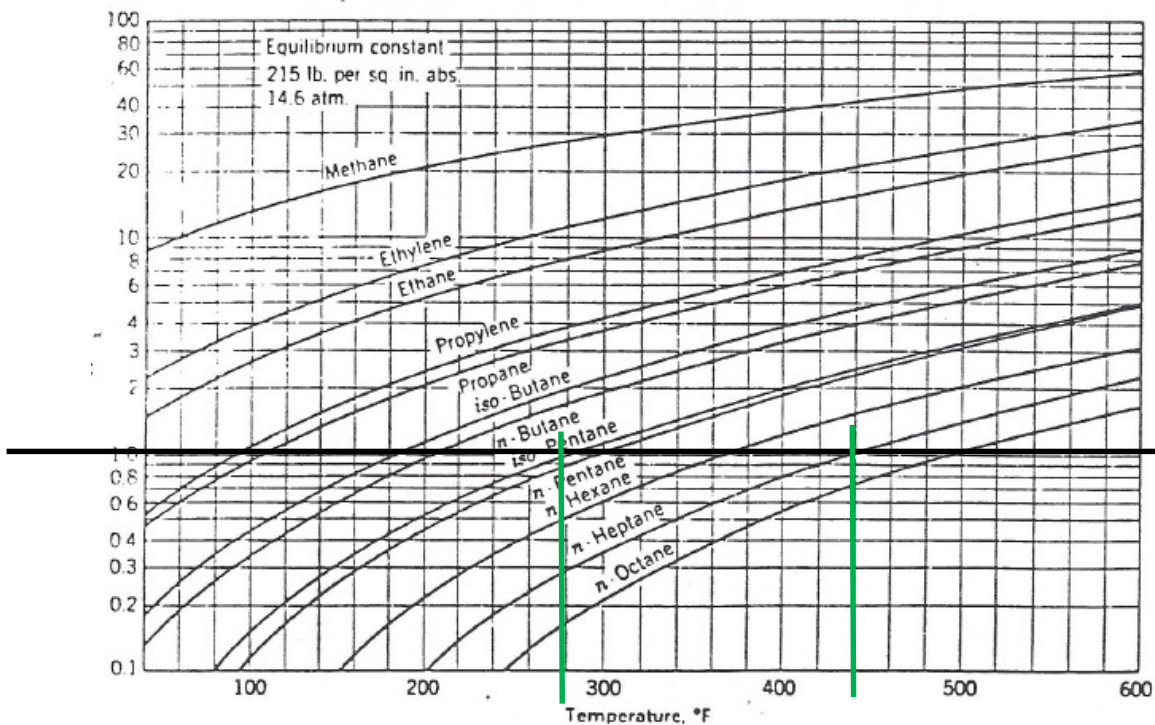
Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα των συντελεστών κατανομής του Σχήματος 2, κατασκευάστε το διάγραμμα βρασμού για το σύστημα πεντάνιο-επτάνιο στα **45 psi**. Βασιζόμενοι στα ίδια δεδομένα κατασκευάστε το διάγραμμα ισορροπίας x-y. Επαναλάβετε το πρόβλημα 2 για πίεση **215 psi**. Συγκρίνετε τα διαγράμματα ισορροπίας στις δύο αυτές πιέσεις 45 και 215 psi.

Σχήμα 2 Διαγράμματα συντελεστών κατανομής, $K = y/x =$

(a) At 44.7 psi (308.2 kN/m²) = P



(b) At 215 psi (1482 kN/m²) = P



Πρόβλημα 3^ο. Υπολογίστε τις μερικές πιέσεις των κάτωθι με την βοήθεια της εξίσωσης Antoine (σε διάφορες παραλλαγές της).

Συντελεστής εξίσωσης Antoine για Ακετόνη: $a=4,14366$, $b=1161,0$, $c=-49$, **στους 60°C** για την περίπτωση που η θερμοκρασία δίνεται **σε Kelvin** και η πίεση σε **atm**

Εξίσωση 1^α:

$$\log_{10} P_i^o = a - \frac{b}{c_1^1 + T}, P_i^o [=] \text{atm και } T [=] \text{K}$$

Συντελεστές εξίσωσης Ακετόνη, $a=7.1327$, $b=1219.97$, $c=230.653$, **στους 60°C**, για την περίπτωση που η θερμοκρασία δίνεται σε **Celsius** και η πίεση σε **mmHg**.

Συντελεστές εξίσωσης για Ακετονιτρίλιο, $a=6.91630$, $b=1208.300$, $c=218.863$ **στους 20°C** για την περίπτωση που η θερμοκρασία δίνεται σε **Celsius** και η πίεση σε **mmHg**.

Συντελεστές εξίσωσης για Ακετονιτρίλιο, $a=9.3051$, $b=2782.21$, $c=-51.15$ **στους 20°C** για την περίπτωση που η θερμοκρασία δίνεται σε **Kelvin** και η πίεση σε **bar (psia ή atm)**

$$\ln P_i^o = A - \frac{B}{C + T} \rightarrow P_i^o = e^{A - \frac{B}{C + T}}$$

Στα παραπάνω παραδείγματα παρατηρούμε:

Οι συντελεστές A,B,C διαφέρουν ανάλογα με την εξίσωση που θα χρησιμοποιήσουμε και ανάλογα με τις μονάδες που έχουμε επιλέξει για την πίεση και την θερμοκρασία. Συνήθως στους πίνακες που περιέχουν τιμές για τα A, B,C δίνεται και η αναλυτική σχέση (εξίσωση) με την οποία πρέπει να υπολογιστεί η τιμή της τάσης ατμών. Τέλος αν θέλουμε εναλλακτικούς τρόπους υπολογισμούς της τάσης ατμών ενός καθαρού συστατικού σε μια δεδομένη θερμοκρασία θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση Clapeyron ή την εξίσωση Gomez & Thodos. Η εξίσωση Antoine δεν πρέπει να χρησιμοποιείται έξω από την προτεινόμενη θερμοκρασιακή περιοχή [Tmin, Tmax].

Δεδομένα για τις περισσότερες γνωστές ουσίες καθώς και τρόποι υπολογισμού της τάσεως ατμών των καθαρών ουσιών μπορούν να βρεθούν (για παράδειγμα) στον ιστότοπο:

<http://ddbonline.ddbst.com/AntoineCalculation/AntoineCalculationCGI.exe>

Πρόβλημα 4^ο: Σχεδιάστε το Διάγραμμα Πίεσης (P) έναντι των συστάσεων x,y για σταθερή θερμοκρασία, ίση με **T=60°C**, για το μίγμα ακετόνης-μεθανόλης.

Δίνονται: Ακετόνη: $a=4,14366$, $b=1161,0$, $c=-49$

Μεθανόλη: $a=4,99782$, $b=1473,11$, $c=-43$

Για χρήση της **εξίσωσης 1^α** (δες προηγούμενη άσκηση)

$$\log_{10} P_i^o = a - \frac{b}{c_1^1 + T}, P_i^o [=] \text{atm και } T [=] \text{K}$$

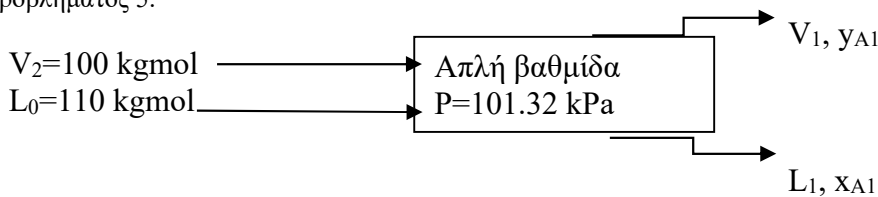
Έχουμε το μίγμα ακετόνης (A) και μεθανόλης (B). Για το μίγμα ισχύει ο νόμος του Raoult. Σκοπός μας είναι να κατασκευαστεί το ισοθερμοκρασιακό διάγραμμα τάσης ατμών (**T = 60°C** ή **T = 333K**).

Πρόβλημα 5°: Χρησιμοποιώντας τις τάσεις ατμών του βενζολίου και τολουλίου που φαίνονται στον Πίνακα, υπολογίστε τα αντίστοιχα γραμμομοριακά κλάσματα στη υγρή και αέρια φάση για το βενζόλιο, όταν η Ολική εξωτερικά επιβαλλόμενη Πίεση είναι 101.32 kPa.

Θερμοκρασία, °C	Τάση ατμών βενζολίου, kPa	Τάση ατμών τολουλίου, mmHg	Γραμμομοριακό κλάσμα βενζολίου, x	Γραμμομοριακό κλάσμα βενζολίου, y	Γραμμομοριακό κλάσμα τολουλίου, x	Γραμμομοριακό κλάσμα τολουλίου, x
80.1	101.32					
85	116.9	345				
90	135.5	405				
95	155.7	475				
100	179.2	557				
105	204.2	645				
110.6	250	760				

Ζωγραφίστε τα διαγράμματα βρασμού και ισορροπίας τόσο για το βενζόλιο, όσο και για το τολουόλιο

Πρόβλημα 6°. Ένας ατμός 100 kgmol, στο σημείου δρόσου και πίεση 101.32 kPa περιέχει ένα γραμμομοριακό κλάσμα βενζολίου 40% κατά mole, και τολουλίου 60% κατά mole, έρχεται σε επαφή με υγρό 110 kgmol, στο σημείο βρασμού που περιέχει ένα γραμμομοριακό κλάσμα βενζολίου 30% κατά mole, και τολουλίου 70% κατά mole. Τα δύο μίγματα εισέρχονται σε μια βαθμίδα- επαφής (δοχείο πίεσης 101.32 kPa), αναμιγνύονται και φθάνουν σε ισορροπία. Θεωρήστε σταθερές γραμμομοριακές παροχές υγρού ($L_0=L_1$, $V_2=V_1$) και ατμών. Υπολογίστε τις συστάσεις και τις παροχές στην έξοδο του υγρού και των ατμών. (Υπόδειξη: Χρησιμοποιείτε το διάγραμμα Ισορροπίας του βενζολίου (y vs x) που σχεδιάσατε στο προηγούμενο διάγραμμα του Προβλήματος 5.



Πρόβλημα 7° Μερική εξάτμιση μη ιδανικών δυαδικών μειγμάτων.

Ένα υγρό μείγμα περιέχει 25 mol% βενζολίου και 75 mol% αιθυλικής αλκοόλης. Τα συστατικά είναι αναμειγμένα σε όλες τις αναλογίες. Το μείγμα θερμαίνεται σε σταθερή πίεση 1 atm από τους 60 °C στους 90 °C. Με τη βοήθεια των παρακάτω διαγραμμάτων $T-y-x$ προσδιορίστε (α) τη θερμοκρασία έναρξης της εξάτμισης (β) τη σύσταση της πρώτης φυσαλίδας ατμού, (γ) τη σύσταση του εναπομείναντος υγρού όταν έχουν εξατμιστεί 25 mol %, αν θεωρηθεί ότι όλος ο ατμός που σχηματίζεται κατακρατείται στη συσκευή και βρίσκεται σε ισορροπία με το υγρό που απομένει (δ) Επαναλάβετε το ερώτημα (γ) για εξάτμιση 90 mol%, (ε) Επαναλάβετε το ερώτημα (δ) εάν, μετά από την εξάτμιση 25 mol% του ερωτήματος (γ), ο ατμός που σχηματίζεται απομακρύνεται και εξατμίζεται ένα επιπλέον 35 mol% με την ίδια τεχνική που χρησιμοποιείται στο ερώτημα (γ) (χρησιμοποιήστε ως x =αυτό που βρήκατε στο (γ)) (στ) Απεικονίστε γραφικά τη θερμοκρασία ως προς τα mol% που εξατμίζονται στα ερωτήματα (γ) και (ε).

ΔΕΔΟΜΕΝΑ $T-y-x$ ΓΙΑ ΒΕΝΖΟΛΙΟ-ΑΙΘΥΛΙΚΗ ΑΛΚΟΟΛΗ ΣΕ ΠΙΕΣΗ 1 ATM											
Θερμοκρασία, °C:											
78,4	77,5	75	72,5	70	68,5	67,7	68,5	72,5	75	77,5	80,1
Ποσοστό γραμμομορίων βενζολίου στον ατμό:											
0	7,5	28	42	54	60	68	73	82	88	95	100
Ποσοστό γραμμομορίων βενζολίου στο υγρό:											
0	1,5	5	12	22	31	68	81	91	95	98	100

ζ) Χρησιμοποιείτε τα παρακάτω δεδομένα τάσης ατμών, καθώς και τους νόμους Raoult και Dalton ώστε να κατασκευάσετε ένα διάγραμμα $T-y-x$. Συγκρίνετέ το με τις απαντήσεις που λαμβάνονται στα

ερωτήματα (α) και (στ) με αυτές που λαμβάνονται με χρήση πειραματικών δεδομένων $T-y-x$. Ποια είναι τα συμπεράσματά σας;

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΑΣΗΣ ΑΤΜΩΝ						
Τάση ατμών, torr:						
20	40	60	100	200	400	760
Αιθανόλη, °C:						
8	19,0	26,0	34,9	48,4	63,5	78,4
Βενζόλιο, °C:						
-2,6	7,6	15,4	26,1	42,2	60,6	80,1

Πρόβλημα 8^ο Διαγράμματα ισορροπίας για βενζόλιο–τολουόλιο.

Η **σχετική πτητικότητα**, α , του βενζολίου προς τολουόλιο σε πίεση 1 atm είναι **2.5**. Κατασκευάστε διαγράμματα $y-x$ και $T-y-x$ για το σύστημα αυτό σε πίεση 1 atm. Επαναλάβετε την κατασκευή του διαγράμματος $y-x$ με χρήση των δεδομένων τάσης ατμών για το βενζόλιο από το Πρόβλημα 5, και για το τολουόλιο από τον παρακάτω πίνακα, με τη βοήθεια των νόμων Raoult και Dalton. Χρησιμοποιείτε τα διαγράμματα για να προσδιορίσετε τα εξής: (α) Ένα υγρό που περιέχει 70 mol% βενζόλιο και 30 mol% τολουόλιο θερμαίνεται σε ένα δοχείο, σε πίεση 1 atm, έως ότου εξατμιστούν 25 mol% του αρχικού υγρού. Προσδιορίστε τη θερμοκρασία. Κατόπιν, οι φάσεις διαχωρίζονται μηχανικά και οι ατμοί συμπυκνώνονται. Προσδιορίστε τη σύσταση του ατμού που συμπυκνώθηκε και του υγρού που απέμεινε. (β) Υπολογίστε και απεικονίστε γραφικά τις τιμές $-K$ συναρτήσει της θερμοκρασίας σε πίεση 1 atm.

ΤΑΣΗ ΑΤΜΩΝ ΤΟΛΟΥΟΛΙΟΥ							
Τάση ατμών, torr:							
20	40	60	100	200	400	760	1.520
Θερμοκρασία, °C:							
18,4	31,8	40,3	51,9	69,5	89,5	110,6	136

$$y_A = (a_{AB} x_A / [1 + (a_{AB} - 1) x_{AB}], P_A = y_A \cdot P, P_A^0 = P_A / x_A, P_B^0 = P_B / x_B, x_B = 1 - x_A, y_B = 1 - y_A, k_A = P_A^0 / (1/P),$$

$k_B = P_B^0 / (1/P)$, το Θερμοκρασιακό εύρος από το Σχήμα 1 Τάση ατμών μερικών κοινών βιομηχανικών ουσιών (δες Πρόβλημα 1)

Πρόβλημα 9^ο Ισορροπία ατμού–υγρού για σύστημα επτανίου–τολουολίου.

(α) Η τάση ατμών του τολουολίου δίνεται στην Άσκηση 8 και του n-επτανίου στον πίνακα που ακολουθεί. Κατασκευάστε τα παρακάτω διαγράμματα: (α) διάγραμμα $y-x$ σε πίεση 1 atm με χρήση των νόμων Raoult και Dalton, (β) καμπύλη του σημείου φουσαλίδας $T-x$ σε πίεση 1 atm, (γ) διάγραμμα τιμών α και K συναρτήσει της θερμοκρασίας και (δ) επαναλάβετε το ερώτημα (α) με χρήση μιας μέσης τιμής του α_{AB} . Κατόπιν, συγκρίνετε τα διαγράμματα $y-x$ και $T-y-x$ με τα παρακάτω πειραματικά δεδομένα των Steinhauser και White [Ind. Eng. Chem., 41, 2912 (1949)].

VAPOR PRESSURE OF <i>n</i> -HEPTANE							
Vapor pressure, torr:							
20	40	60	100	200	400	760	1,520
Temperature, °C:							
9.5	22.3	30.6	41.8	58.7	78.0	98.4	124

VAPOR-LIQUID EQUILIBRIUM DATA FOR <i>n</i> -HEPTANE/ TOLUENE AT 1 ATM		
<i>x</i> , <i>n</i> -heptane	<i>y</i> , <i>n</i> -heptane	<i>T</i> , °C
0.025	0.048	110.75
0.129	0.205	106.80
0.354	0.454	102.95
0.497	0.577	101.35
0.843	0.864	98.90
0.940	0.948	98.50
0.994	0.993	98.35

Πρόβλημα 10°: Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα των παρακάτω πινάκων για τα δυαδικά συστήματα ακετόνης-χλωροφορμίου και οξικού αιθυλεστέρα- αιθανόλης σχεδιάστε το διαγράμματα βρασμού (T vs x_A, y_A και T vs x_B, y_B) και τα διαγράμματα ισορροπίας για κάθε σύστημα, y_A vs x_A (επίσης και τα αντίστοιχα y_B vs x_B). Από τα διαγράμματα βρείτε τα αζεοτροπικά σημεία και χαρακτηρίστε τα διαγράμματα (μεγίστου ή ελαχίστου). Πως μπορεί να μετακινηθεί δεξιά ή αριστερά ή και να απαλειφθεί το αζεοτροπικό σημείο;

Δεδομένα ισορροπίας υγρού-ατμού για το σύστημα ακετόνης-χλωροφορμίου ($T=101,3$ kPa, *A*: ακετόνη, *B*: χλωροφόρμιο)

Θερμοκρασία, T°C	x_A	y_A	x_B	y_B
62,5	0,0817	0,05		
62,82	0,139	0,1		
63,83	0,2338	0,2		
64,3	0,3162	0,3		
64,37	0,3535	0,35		
64,35	0,3888	0,4		
64,02	0,4582	0,5		
63,33	0,5299	0,6		
62,23	0,6106	0,7		
60,72	0,7078	0,8		
58,71	0,8302	0,9		
57,48	0,9075	0,95		

Δεδομένα ισορροπίας υγρού-ατμού για το σύστημα οξικού αιθυλεστέρα- αιθανόλης ($T=101,3$ kPa, *A*: οξ. αιθυλ., *B*: αιθανόλη)

Θερμοκρασία, T°C	x_A	y_A	x_B	y_B
78,4	0	0		
76,6	0,050	0,102		
75,5	0,100	0,187		
73,9	0,200	0,305		
73,8	0,300	0,389		
72,1	0,400	0,457		
71,8	0,500	0,516		
71,8	0,540	0,540		
71,9	0,600	0,576		
72,2	0,700	0,644		
73,0	0,800	0,726		
74,78	0,900	0,837		
76	0,950	0,914		
77,1	1,00	1,00		

Γνωρίζουμε ότι για δυαδικά μίγματα ισχύουν οι εξής σχέσεις για τα γραμμομοριακά κλάσματα $x_A + x_B = 1$ καθώς και $y_A + y_B = 1$.
Επιπρόσθετα δεδομένα:

$T(^{\circ}F)$	K_A	k_B	x_A	y_A
61,3	0,00	1,00	0,00	1,00
56,2	1,00	0,00	1,00	0,00