

## 1<sup>η</sup> ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

### ΠΡΟΒΛΗΜΑ 1

Προβλήματα 2.1 και 2.2/Βιβλίο Ιωάννης Γεντεκάκης

Με τη βοήθεια των δεδομένων τάσης ατμών του Σχήματος 2.1, κατασκευάστε ένα διάγραμμα T έναντι x,y (βρασμού) για το σύστημα εξάνιο -οκτάνιο, σε πίεση **200 psia**. Χρησιμοποιώντας το διάγραμμα βρασμού που προέκυψε, σχεδιάστε το διάγραμμα Ισοροπίας x-y.

Θεωρούμε ότι το n-εξάνιο (A) και το οκτάνιο (B) σχηματίζουν τέλειο μίγμα, οπότε ισχύουν

$$x_A = \frac{P - P_B^0}{P_A^0 - P_B^0} \quad (1)$$

και

$$y_1 = \frac{P_A^0}{P} x_A \quad (2)$$

και επειδή  $x_A + x_B = 1$  έχω

$$x_B = \frac{P_A^0 - P}{P_A^0 - P_B^0} \quad (3)$$

## Σχήμα 2.1 Τάση ατμών μερικών κοινών βιομηχανικών χημικών ουσιών

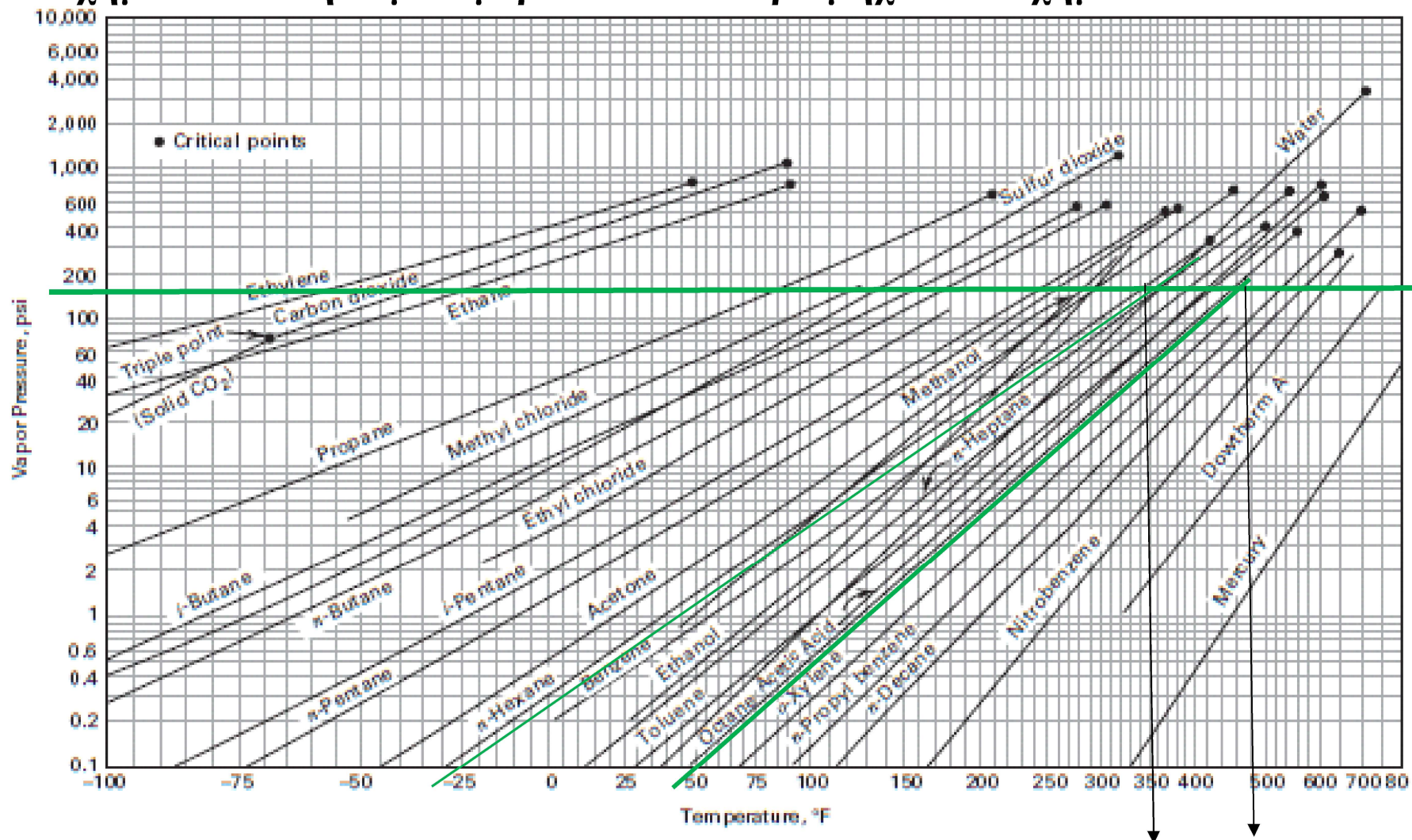
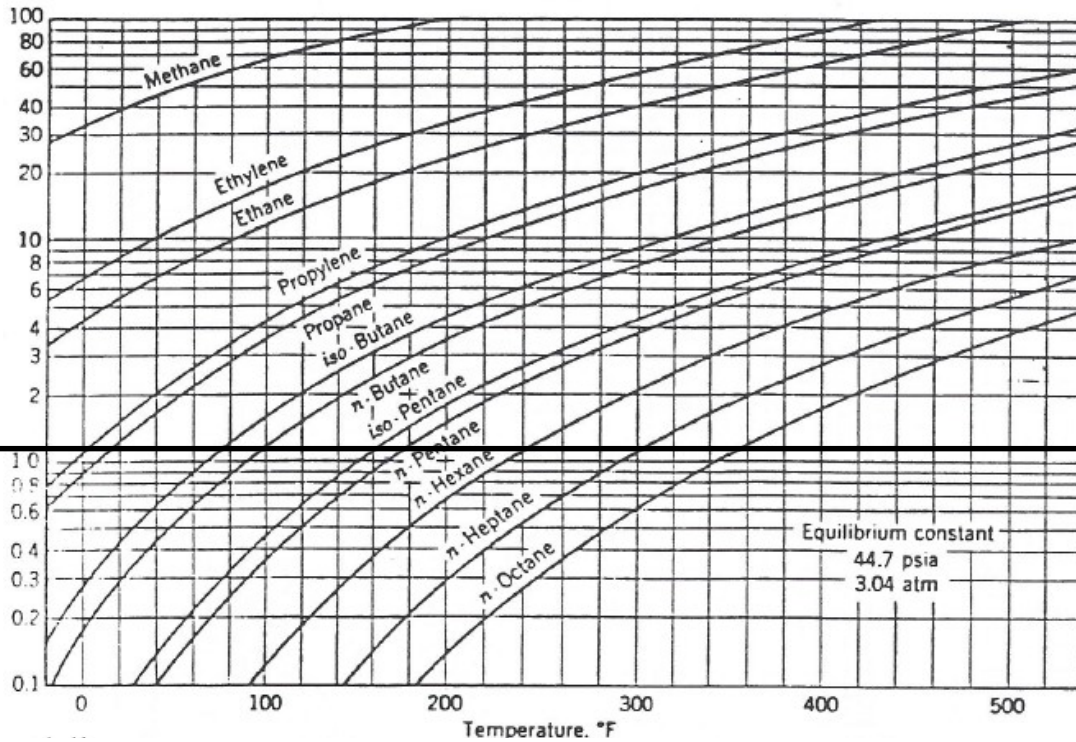


Figure 2.1 Vapor pressure of some common industrial chemicals.

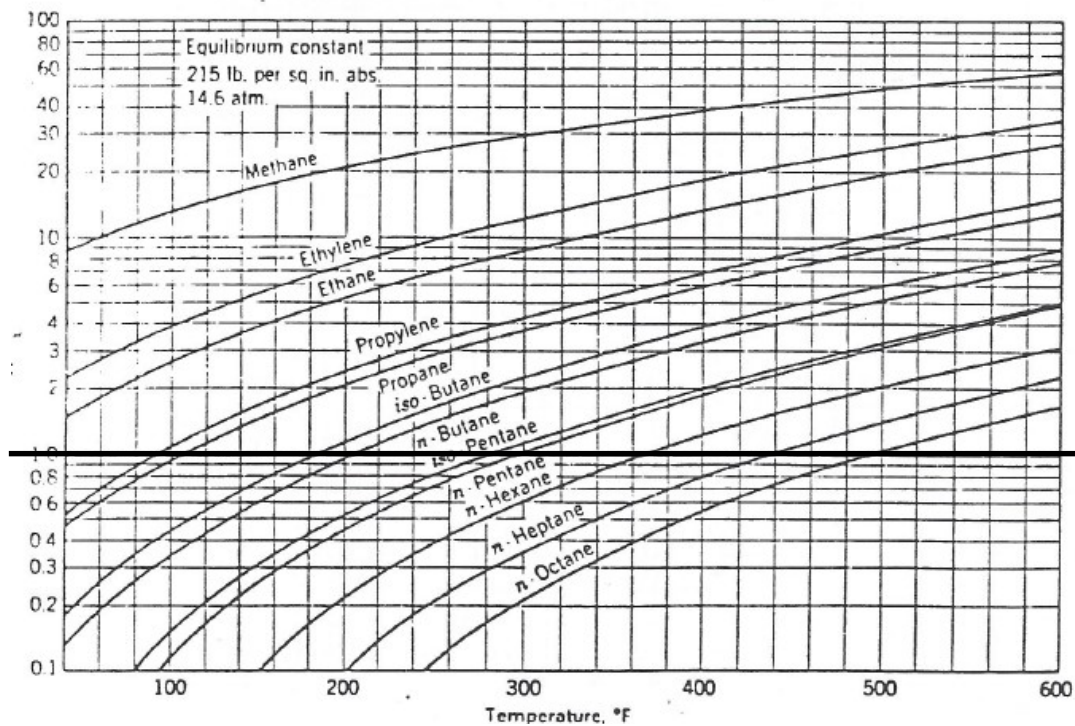
**Πρόβλημα 2. (Προβλήματα 2.3 και 2.4/Βιβλίο Ιωάννη Γεντεκάκη)**

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα των συντελεστών κατανομής του Σχήματος 2.2, κατασκευάστε το διάγραμμα βρασμού για το σύστημα πεντάνιο-οκτάνιο στα 45 psi. Βασίζόμενοι στα ίδια δεδομένα κατασκευάστε το διάγραμμα ισορροπίας x-y. Επαναλάβετε το πρόβλημα 2.3 για πίεση 215 psi. Συγκρίνετε τα διαγράμματα ισορροπίας στις δύο αυτές πιέσεις 45 και 215 psi.

(a) At 44.7 psi (308.2 kN/m<sup>2</sup>) = P



(b) At 215 psi (1482 kN/m<sup>2</sup>) = P



### Πρόβλημα 3.

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>

### ΕΠΑΝΑΛΑΒΑΤΕ ΤΙΣ ΠΡΑΞΕΙΣ ΓΙΑ 80°C

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 **σε Kelvin** και η πίεση σε **atm**  
Εξίσωση 1<sup>α</sup>:

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

$$\log_{10} P_A^o = 4,14366 - \frac{1161,0}{-49 + 333} \Rightarrow \log_{10} P_A^o = 0,05563 \Rightarrow P_A^o = 1,137 atm$$

---

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 **mm Hg**.

Εξίσωση 1<sup>β</sup>:

$$P_i^o = 10^{A - \frac{B}{C+T}} = 10^{7.1327 - \frac{1219.27}{60+230.653}} = 861.74 mmHg = 1,133821 bar$$

Προσέξτε ότι στην εξίσωση 1<sup>α</sup>, η τιμή για την σταθερά C (εκφρασμένη σε Kelvin) είναι αρνητική

---

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**.

Εξίσωση 1<sup>β</sup>:

$$P_i^o = 10^{A - \frac{B}{C+T}} = 10^{6.91630 - \frac{1208.300}{20+218.863}} = 72.06 mmHg = 0.0948 bar$$

---

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)**

Εξίσωση 2:

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

$$P_i^o = \exp\left[9.3051 - \left(\frac{2882.21}{-51.15 + 293.15}\right)\right] = 0.1118 bar$$

---

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].



#### Πρόβλημα 4°:

Σχεδιάστε το Διάγραμμα Πίεσης (P) έναντι των συστάσεων x,y για σταθερή θερμοκρασία, ίση με  $T=60^{\circ}\text{C}$ , 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<sup>α</sup>** (δες προηγούμενη άσκηση)

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

**Πρόβλημα 5.** Σε ένα δοχείο πίεσεως έχουμε ένα μίγμα αποτελούμενο από 90 g αμμωνίας και 110 g νερού.

(α) Ποια η κατάσταση του μίγματος (αριθμός, ποσό και σύσταση φάσεων) για πίεση  $P=10 \text{ atm}$  και θερμοκρασία  $105^{\circ}\text{C}$ .

(β) Κρατώντας την πίεση σταθερή σε  $10 \text{ atm}$  και αυξάνοντας την θερμοκρασία το μίγμα φθάνει στην κατάσταση του κορεσμένου ατμού. Ποια θα είναι η θερμοκρασία δρόσου; Ποια η σύσταση της τελευταίας σταγόνας;

(γ) Αν αφαιρεθεί ένα συγκεκριμένο ποσό θερμότητας από τον κορεσμένο ατμό το μίγμα μετατρέπεται σε κορεσμένο υγρό με πίεση  $10 \text{ atm}$ . Ποια η θερμοκρασία βρασμού και ποια η σύσταση της τελευταίας φυσαλίδας.

Υπόδειξη: Χρησιμοποιήστε την εξίσωση Antoine για την εύρεση των πιέσεων των καθαρών συστατικών:

Αμμωνία:  $a=16.9481$ ,  $b=2132.50$ ,  $c=-32.98$

Νερό:  $a=18.3036$ ,  $b=3816.44$ ,  $c=-46.13$

Για πίεση σε mm Hg και θερμοκρασία σε K (Kelvin)

**Πρόβλημα 6:** 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 απαλειφεί το αζεοτροπικό σημείο;

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

Θερμοκρασία, $T^{\circ}\text{C}$	$x_A$	$y_A$
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, $T^{\circ}\text{C}$	$x_A$	$y_A$
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