

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Καθαρή ουσία

Καθαρή ουσία ονομάζεται μια ουσία που έχει εξολοκλήρου σταθερή χημική σύσταση (π.χ. νερό, άζωτο, ήλιο, διοξείδιο του άνθρακα).

Φάση Ορισμένη περιοχή του χώρου όπου κάθε εντατική ιδιότητα έχει παντού την ίδια τιμή, σε κάθε χρονική στιγμή.

Υπάρχουν τρεις βασικές φάσεις η **στερεά**, η **υγρή** και η **αέρια**. Η κατάσταση στην οποία θα βρεθεί μια ουσία εξαρτάται από τη **θερμοκρασία** και τη **πίεση** του περιβάλλοντός της.

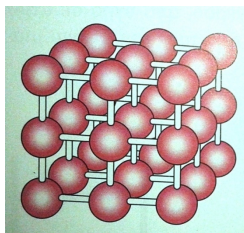
Μία ουσία μπορεί να έχει διάφορες φάσεις, εντός μιας κύριας φάσης, κάθε μία με μια διαφορετική μοριακή δομή.

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Φάσεις μιας καθαρής ουσίας

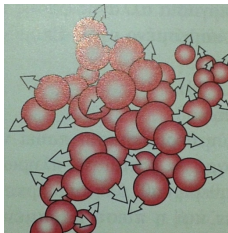
Διάταξη των μορίων σε διάφορες φάσεις:

Στερεή



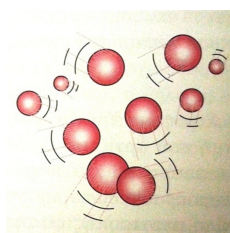
Τα μόρια είναι διατεταγμένα σε μια τρισδιάστατη διάταξη (πλέγμα) και βρίσκονται σε σχετικά σταθερές θέσεις.

Υγρή



Τα μόρια μπορούν να περιστρέφονται και να αλλάζουν μορφή ελεύθερα. Ομάδες μορίων μετακινούνται η μια ως προς την άλλη.

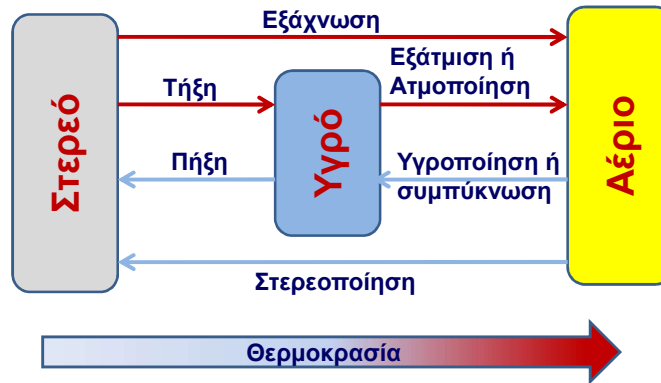
Αέρια



Τα μόρια βρίσκονται πολύ μακριά το ένα από το άλλο, κινούνται μεταξύ τους τυχαία και συγκρούονται συνεχώς το ένα με το άλλο και με τα τοιχώματα του δοχείου που τα περιέχει.

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Μετατροπές φάσεων καθαρών ουσιών



Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Κανόνας φάσεων του GIBBS για μη αντιδρώντα συστήματα σε ισορροπία

Η **εντατική** κατάσταση ενός συστήματος που περιέχει **N** συστατικά κατανεμημένα σε **Φ** φάσεις μπορεί να καθοριστεί πλήρως από έναν αριθμό **F** ανεξάρτητων εντατικών ιδιοτήτων, αυθαίρετα επιλεγμένων, ο οποίος δίνεται από τη σχέση:

$$F = N - \Phi + 2$$

βαθμοί ελευθερίας

αριθμός συστατικών

αριθμός φάσεων

$$F \geq 0$$

Αν $F=0 \Rightarrow$ αμετάβλητο σύστημα

$F=1 \Rightarrow$ μονομεταβλητό

$F=2 \Rightarrow$ διμεταβλητό

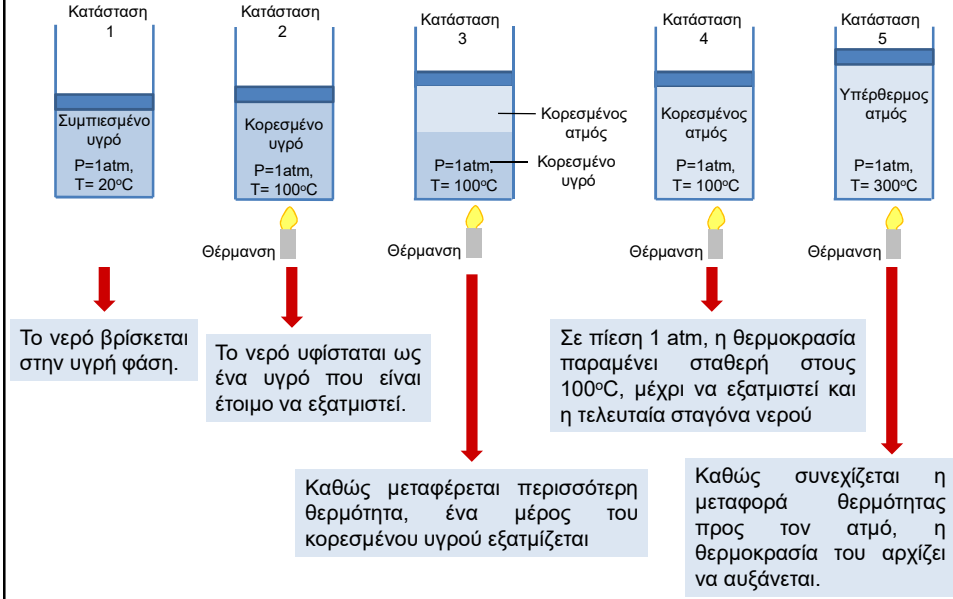
κ.ο.κ.

Ο κανόνας φάσεων του Gibbs δίνει τον αριθμό των μεταβλητών που πρέπει να καθοριστούν, αυθαίρετα, ώστε να προσδιοριστεί η εντατική, αλλά όχι και η εκτατική κατάσταση του συστήματος.

Οι μεταβλητές αυτές επαρκούν ώστε να καθοριστεί πλήρως η κατάσταση κάθε φάσης του συστήματος, αλλά δεν είναι αρκετές ώστε να προσδιοριστεί και η ποσότητα αυτών.

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

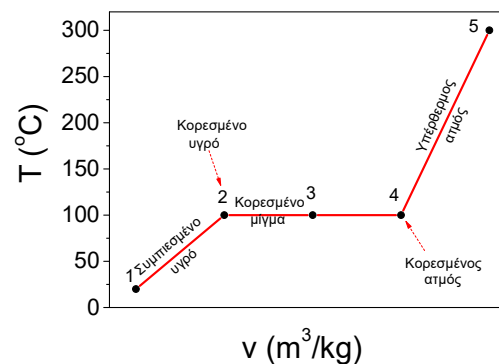
Διεργασίες Μετατροπών φάσης καθαρών ουσιών



Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Διεργασίες Μετατροπών φάσης καθαρών ουσιών

Η διεργασία μετατροπής φάσης υπό σταθερή πίεση απεικονίζεται στο διάγραμμα T-v



Διάγραμμα T-v για τη διεργασία θέρμανσης νερού υπό πίεση

Εάν η διεργασία αντιστραφεί, ψύχοντας το νερό, υπό σταθερή πίεση, το νερό θα επιστρέψει στη κατάσταση 1, ακολουθώντας την ίδια διαδρομή, κατά την οποία η ποσότητα θερμότητας που θα απελευθερώνεται θα ισούται με τη ποσότητα θερμότητας που προστέθηκε κατά τη διεργασία θέρμανσης.

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Διεργασίες Μετατροπών φάσης καθαρών ουσιών

Η δήλωση ότι το νερό βράζει στους 100 °C είναι εσφαλμένη. Η σωστή διατύπωση είναι: «**Το νερό βράζει σε θερμοκρασία 100 °C και πίεση 1 atm**».

Η θερμοκρασία στην οποία το νερό αρχίζει να βράζει εξαρτάται από την πίεση.

- Σε μια δεδομένη πίεση, η θερμοκρασία στην οποία μια καθαρή ουσία αλλάζει φάση, ονομάζεται **θερμοκρασία κορεσμού** T_{sat} .
- Σε μια δεδομένη θερμοκρασία, η πίεση στην οποία μια καθαρή ουσία αλλάζει φάση, ονομάζεται **πίεση κορεσμού** P_{sat} .

Πίεση κορεσμού (βρασμού) του νερού για διάφορες θερμοκρασίες

T (°C)	P _{sat} (kPa)
-10	0.26
0	0.61
10	1.23
20	2.34
30	4.25
40	7.39
50	12.35
100	101.4
200	1555.0
300	8588.0

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Διεργασίες Μετατροπών φάσης καθαρών ουσιών

Το ποσό ενέργειας που απορροφάται ή απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια μιας διεργασίας μετατροπής φάσης, ονομάζεται **λανθάνουσα θερμότητα**.

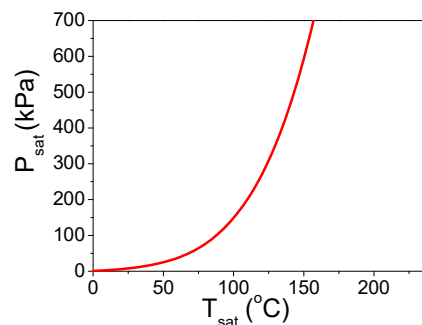
Το πόσο ενέργειας που απορροφάται κατά την εξάτμιση ονομάζεται **λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης** και είναι ισοδύναμο με την ενέργεια που απελευθερώνεται κατά τη συμπύκνωση.

Αντίστοιχα, το πόσο ενέργεια που απορροφάται κατά την τήξη ονομάζεται **λανθάνουσα θερμότητα τήξης** και είναι ισοδύναμο με την ενέργεια που απελευθερώνεται κατά τη πήξη.

Κατά τη διάρκεια μιας διεργασίας μετατροπής φάσης, η πίεση και η θερμοκρασία είναι εξαρτημένες ιδιότητες:

$$T_{sat} = f(P_{sat})$$

Η T_{sat} αυξάνεται με αύξηση της P_{sat} .

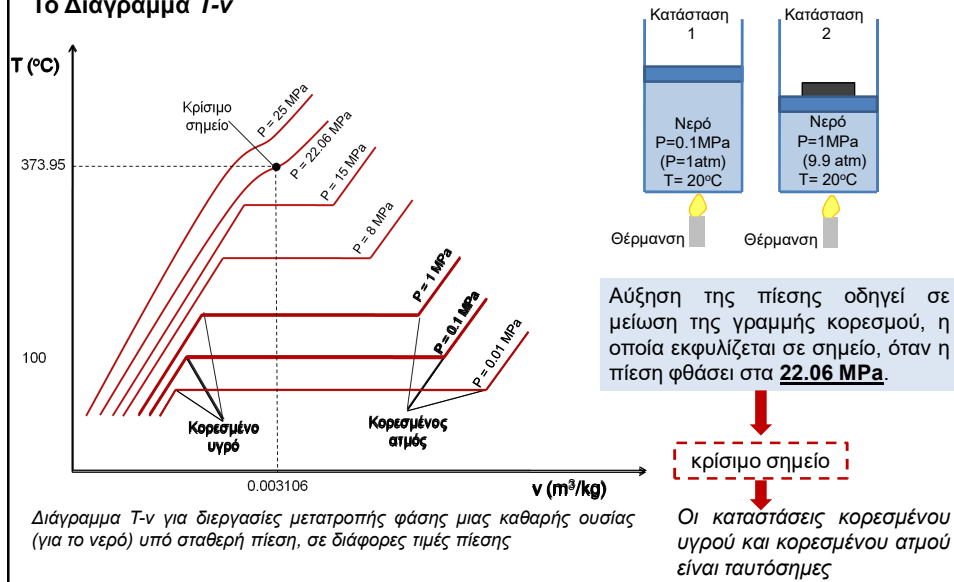


Η καμπύλη κορεσμού υγρού-ατμού για το νερό

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Διαγράμματα Ιδιοτήτων για Διεργασίες Μετατροπών Φάσης

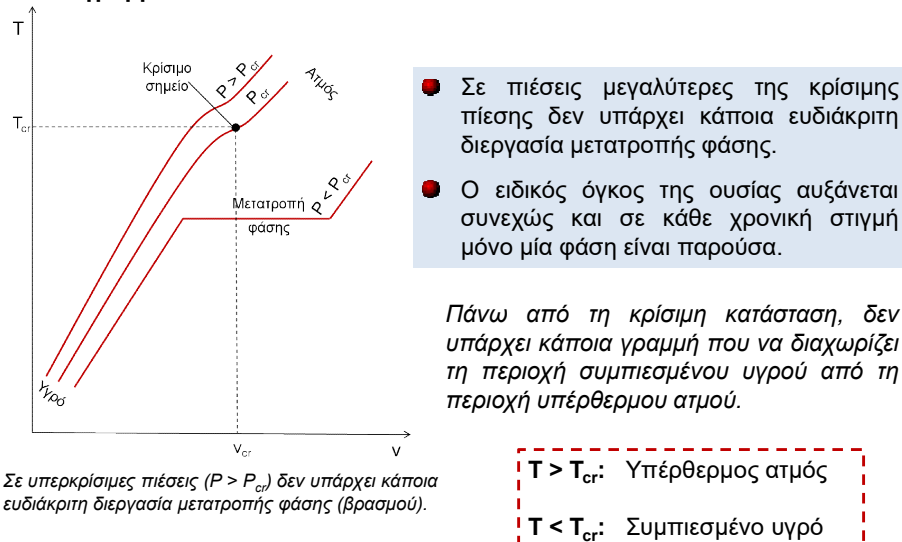
Το Διάγραμμα T-v



Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Διαγράμματα Ιδιοτήτων για Διεργασίες Μετατροπών Φάσης

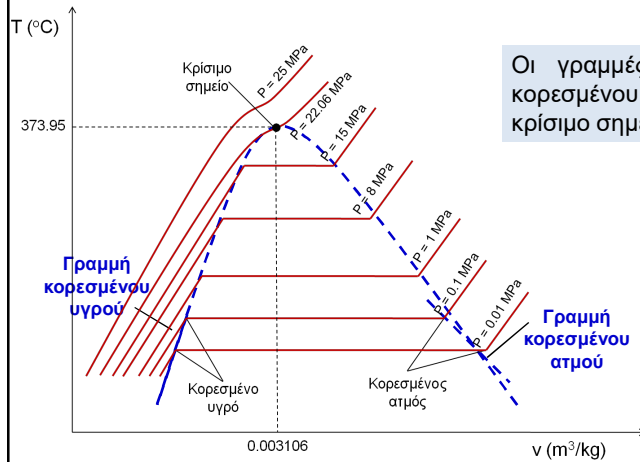
Το Διάγραμμα T-v



Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Διαγράμματα Ιδιοτήτων για Διεργασίες Μετατροπών Φάσης

Το Διάγραμμα T-v



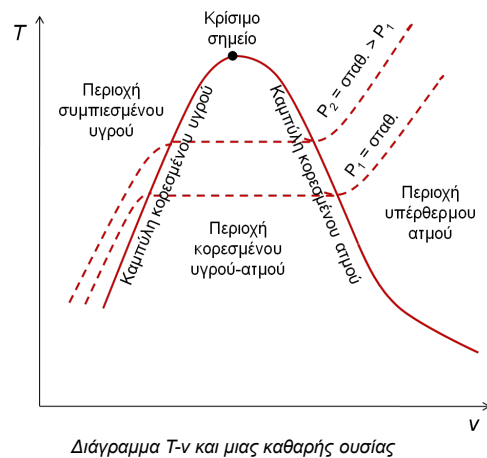
Οι γραμμές κορεσμένου υγρού και κορεσμένου ατμού τέμνονται στο κρίσιμο σημείο σχηματίζοντας ένα θόλο.

Διάγραμμα T-v για διεργασίες μετατροπής φάσης μιας καθαρής ουσίας (για το νερό) υπό σταθερή πίεση, σε διάφορες τιμές πίεσης

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Διαγράμματα Ιδιοτήτων για Διεργασίες Μετατροπών Φάσης

Το Διάγραμμα T-v

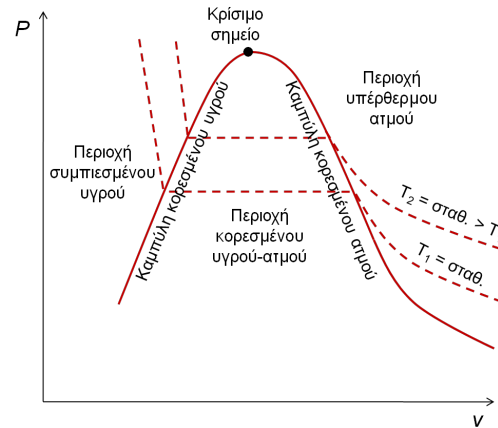


- Όλες οι καταστάσεις συμπίεσμένου υγρού βρίσκονται στην περιοχή αριστερά της γραμμής κορεσμένου υγρού: **περιοχή συμπίεσμένου υγρού**. (η ουσία βρίσκεται στην υγρή φάση)
- Όλες οι καταστάσεις υπέρθερμου ατμού βρίσκονται στη περιοχή δεξιά της γραμμής κορεσμένου ατμού: **περιοχή υπέρθερμου ατμού**. (η ουσία βρίσκεται στην αέρια φάση)
- Όλες οι καταστάσεις που εμπλέκουν δύο φάσεις σε ισορροπία βρίσκονται στο εσωτερικό του θόλου: **περιοχή μίγματος κορεσμένου υγρού-ατμού ή υγρή περιοχή**.

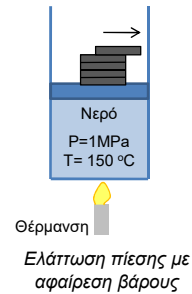
Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Διαγράμματα Ιδιοτήτων για Διεργασίες Μετατροπών Φάσης

Το Διάγραμμα P-v



Διάγραμμα P-v μιας καθαρής ουσίας

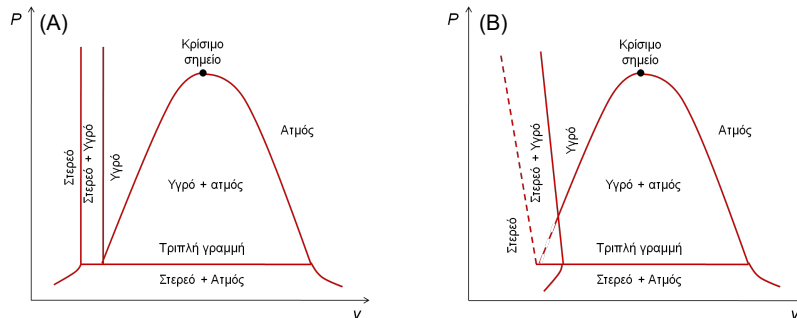


Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Διαγράμματα Ιδιοτήτων για Διεργασίες Μετατροπών Φάσης

Το Διάγραμμα P-v

Τα διαγράμματα ισορροπίας φάσεων μπορούν να επεκταθούν ώστε να περιλαμβάνουν τη στερεή φάση καθώς και τις περιοχές κορεσμού στερεού-υγρού και στερεού-ατμού.



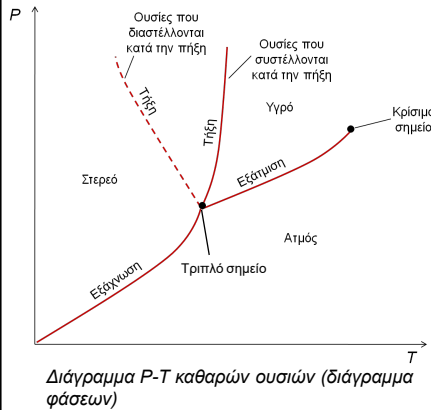
Διάγραμμα P-v μιας ουσίας η οποία (Α) συστέλλεται και (Β) διαστέλλεται κατά την πήξη

- **Τριπλή γραμμή** είναι η γραμμή που σχηματίζεται στις καταστάσεις τριπλής φάσης.
- Στη τριπλή γραμμή οι καταστάσεις μιας ουσίας έχουν την ίδια πίεση και θερμοκρασία αλλά διαφορετικό ειδικό όγκο.
- Στα διαγράμματα P-T η τριπλή γραμμή εμφανίζεται ως ένα σημείο, το οποίο ονομάζεται **τριπλό σημείο**.

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Διαγράμματα Ιδιοτήτων για Διεργασίες Μετατροπών Φάσης

Το Διάγραμμα P-T



- Η γραμμή εξάχνωσης διαχωρίζει τις περιοχές στερεάς και αέριας φάσης.
- Η γραμμή εξάτμισης διαχωρίζει τις περιοχές υγρής και αέριας φάσης.
- Η γραμμή τήξης διαχωρίζει τις περιοχές στερεάς και υγρής φάσης.

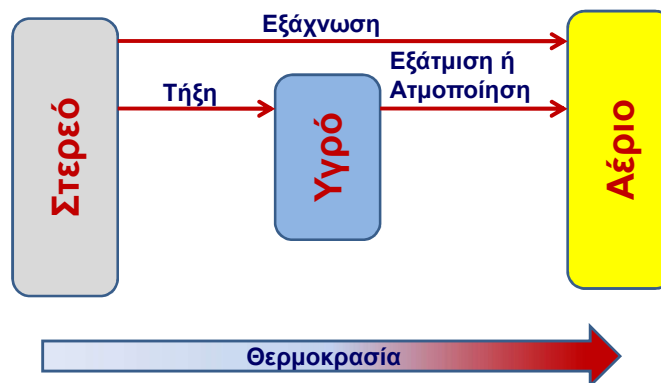


Οι τρεις γραμμές συναντώνται στο τριπλό σημείο όπου και οι τρεις φάσεις συνυπάρχουν σε ισορροπία.

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Διαγράμματα Ιδιοτήτων για Διεργασίες Μετατροπών Φάσης

Το Διάγραμμα P-n

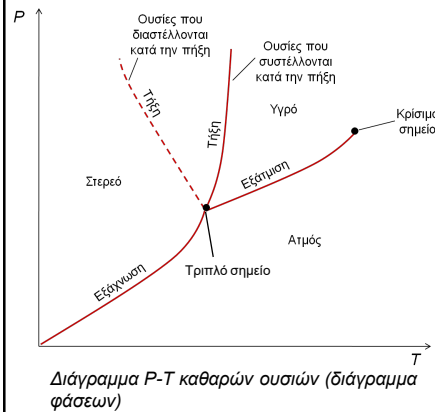


- **Εξάχνωση:** Ονομάζεται η διεργασία κατά την οποία μια ουσία περνάει (απευθείας) από τη στερεή στην αέρια φάση και είναι εφικτή σε πιέσεις χαμηλότερες της τιμής του τριπλού σημείου, επειδή στις πιέσεις αυτές μια ουσία δε μπορεί να υφίσταται στην υγρή κατάσταση.

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Διαγράμματα Ιδιοτήτων για Διεργασίες Μετατροπών Φάσης

Το Διάγραμμα P-T



- Η γραμμή εξάχνωσης διαχωρίζει τις περιοχές στερεάς και αέριας φάσης.
- Η γραμμή εξάτμισης διαχωρίζει τις περιοχές υγρής και αέριας φάσης.
- Η γραμμή τήξης διαχωρίζει τις περιοχές στερεάς και υγρής φάσης.



Οι τρεις γραμμές συναντώνται στο τριπλό σημείο όπου και οι τρεις φάσεις συνυπάρχουν σε ισορροπία.

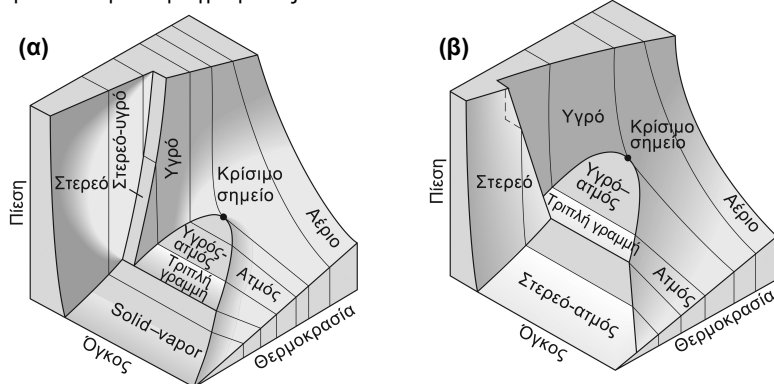
Σημείωση: Πάνω από το κρίσιμο σημείο δε μπορεί να γίνει καμία διάκριση μεταξύ της υγρής και της αέριας φάσης. Οι ουσίες που διαστέλλονται και συστέλλονται κατά την πήξη, διαφέρουν μόνο ως προς τη γραμμή τήξης στο διάγραμμα P-T.

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Διαγράμματα Ιδιοτήτων για Διεργασίες Μετατροπών Φάσης

Το Διάγραμμα P-v-T

Τρισδιάστατο διάγραμμα: το επίπεδο τομής κάθετα σε έναν άξονα δίνει ένα από τα διαγράμματα που παρουσιάστηκαν προηγουμένως



Επιφάνεια P-v-T μιας καθαρής ουσίας που (α) συστέλλεται και (β) διαστέλλεται κατά την πήξη (π.χ. νερό)

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Διαγράμματα Ιδιοτήτων για Διεργασίες Μετατροπών Φάσης

Παραδείγματα:

- 3.1. Μια νοικοκυρά μαγειρεύει για την οικογένειά της σε μια χύτρα, η οποία είναι: (α) ακάλυπτη, (β) καλυμμένη με ελαφρύ καπάκι και (γ) με βαρύ καπάκι. Σε ποια περίπτωση ο χρόνος μαγειρέματος θα είναι ο μικρότερος και γιατί;
- 3.2. Η θερμότητα που απορροφάται κατά το βρασμό 1 kg νερού σε θερμοκρασία 100°C είναι μικρότερη από τη θερμότητα που εκλύεται κατά τη συμπύκνωση του ατμού του νερού στην ίδια θερμοκρασία. Σωστό ή Λάθος;
- 3.3. Σε τι είδους δοχείο θα βράσει ένας δεδομένος όγκος νερού σε υψηλότερη θερμοκρασία, σε ψηλό και στενό ή πλατύ και ρηχό δοχείο; Γιατί;

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Πίνακες Ιδιοτήτων

Οι ιδιότητες των ουσιών παρουσιάζονται συχνά σε μορφή πινάκων.

Για κάθε περιοχή ενδιαφέροντος (π.χ. υπέρθερμου ατμού, συμπιεσμένου υγρού, κορεσμένες περιοχές) συνήθως συντάσσεται ένας ξεχωριστός πίνακας.

Κάποιοι πίνακες δίνονται ως προς τη θερμοκρασία (π.χ. ΠΑ-4) και κάποιοι ως προς τη πίεση (π.χ. ΠΑ-5).

Σε κάθε πίνακα (βλ. Παράρτημα Α-4, Α-5) παρατίθενται τα ακόλουθα:

T	Θερμοκρασία [°C]
P	Πίεση [Pa]
v	Ειδικός όγκος [m ³ /kg]
u	Ειδική εσωτερική ενέργεια [kJ/kg]
h	Ειδική ενθαλπία [kJ/kg]
s	Ειδική εντροπία [kJ/(kg K)]

Η ενθαλπία περιγράφεται από τη σχέση: $H = U + P \cdot V$ [kJ]

Ειδική ενθαλπία: $h = u + p \cdot v$ [kJ/kg]

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Καταστάσεις κορεσμένου υγρού και κορεσμένου ατμού

Δείκτης

- f:** δηλώνει ιδιότητες κορεσμένου υγρού
g: δηλώνει ιδιότητες κορεσμένου ατμού
fg: δηλώνει τη διαφορά τιμών της ίδιας ιδιότητας μεταξύ κορεσμένου υγρού και κορεσμένου ατμού (π.χ. $v_{fg}=v_g-v_f$).

Ενθαλπία εξάτμισης (ή λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης), h_{fg} : Το ποσό ενέργειας που απαιτείται για την εξάτμιση μιας μοναδιαίας μάζας κορεσμένου υγρού σε μια δεδομένη θερμοκρασία ή πίεση.

Ελαττώνεται καθώς η θερμοκρασία ή η πίεση αυξάνεται και μηδενίζεται στο κρίσιμο σημείο.

Θερμοκρασία $T (^{\circ}\text{C})$	Πίεση κορεσμού $P_{\text{sat}} (\text{kPa})$	Ειδικός όγκος (m^3/kg)	
		Κορ. υγρό v_f	Κορ. ατμός v_g
85	57.868	0.001032	2.8261
90	70.183	0.001036	2.3593
95	84.609	0.001040	1.9808

Θερμοκρασία

Αντίστοιχη
πίεση
κορεσμού

Ειδικός όγκος
κορεσμένου
υγρού

Ειδικός όγκος
κορεσμένου
ατμού

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Καταστάσεις κορεσμένου υγρού και κορεσμένου ατμού

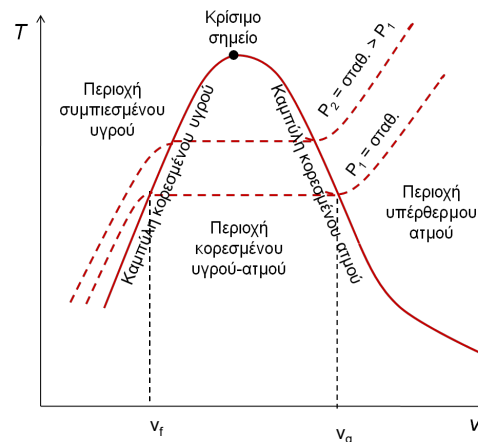
Παραδείγματα

- v_f : ειδικός όγκος κορεσμένου υγρού
 v_g : ειδικός όγκος κορεσμένου ατμού
 v_{fg} : η διαφορά των v_g, v_f , δηλ. $v_{fg}=v_g-v_f$.

- u_f : ειδική εσωτερική ενέργεια κορ. υγρού
 u_g : ειδική εσωτερική ενέργεια κορ. Ατμού
 u_{fg} : η διαφορά των u_g, u_f , δηλ. $u_{fg}=u_g-u_f$.

- h_f : ειδική ενθαλπία κορ. υγρού
 h_g : ειδική ενθαλπία κορ. ατμού
 h_{fg} : ειδική ενθαλπία εξάτμισης, $h_{fg}=h_g-h_f$

- s_f : ειδική εντροπία κορ. υγρού
 s_g : ειδική εντροπία κορ. ατμού
 s_{fg} : η διαφορά των s_g, s_f , δηλ. $s_{fg}=s_g-s_f$.



Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Μίγμα κορεσμένου υγρού-ατμού

Κατά τη διάρκεια μιας διεργασίας εξάτμισης, ένα μέρος της ουσίας υφίσταται στην υγρή και ένα μέρος στην αέρια φάση => **Μίγμα κορεσμένου υγρού-ατμού**.

Για την ανάλυση του μίγματος απαιτείται να γνωρίζουμε τις αναλογίες της υγρής και της αέριας φάσης στο μίγμα. Για το λόγο αυτό ορίζουμε μια νέα ιδιότητα, την **ποιότητα x** ως το λόγο της μάζας του ατμού προς τη συνολική μάζα του μίγματος.

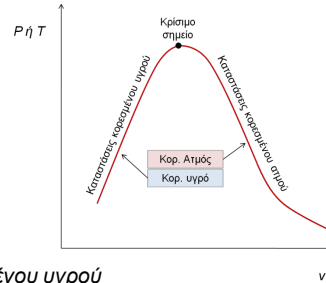
$$x = \frac{m_{\text{vapor}}}{m_{\text{total}}}, \quad 0 < x < 1$$

$$\text{όπου } m_{\text{total}} = m_{\text{liquid}} + m_{\text{vapor}} = m_f + m_g$$



> Έχει νόημα μόνο για κορεσμένα μίγματα.

> Δεν έχει νόημα για τις περιοχές υπέρθερμου ατμού ή συμπιεσμένου υγρού



Σημείωση: Οι ιδιότητες του κορεσμένου υγρού (ή του κορεσμένου ατμού) είναι ίδιες, είτε αυτό υπάρχει μόνο του είτε βρίσκεται σε μίγμα με κορεσμένο ατμό (ή κορεσμένο υγρό).

Κατά τη διάρκεια μιας διεργασίας εξάτμισης αυτό που αλλάζει είναι η ποσότητα του κορεσμένου υγρού (ή κορεσμένου ατμού) και όχι οι ιδιότητες του.

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Μίγμα κορεσμένου υγρού-ατμού

Θεωρούμε ένα δοχείο που περιέχει κορεσμένο μίγμα υγρού-ατμού.

V_f : Ο όγκος που καταλαμβάνει το κορεσμένο υγρό

V_g : Ο όγκος που καταλαμβάνει ο κορεσμένος ατμός

V : Ο συνολικός όγκος του συστήματος

$$\frac{\text{Κορ. Ατμός } v_g}{\text{Κορ. Υγρό } v_f} = \frac{\text{Κορ. μίγμα υγρού-ατμού } v_{\text{avg}}}{v_{\text{avg}}}$$

$$V = V_f + V_g$$

$$V = m v \rightarrow m_{\text{total}} v_{\text{avg}} = m_f v_f + m_g v_g \Rightarrow m_{\text{total}} v_{\text{avg}} = (m_{\text{total}} - m_g) v_f + m_g v_g$$

$$m_{\text{total}} = m_f + m_g \Rightarrow m_f = m_{\text{total}} - m_g$$

Διαιρώντας με την ολική μάζα m_{total} έχουμε:

$$v_{\text{avg}} = (1-x)v_f + x v_g$$

$$\text{αφού } x = \frac{m_g}{m_{\text{total}}}$$

$$v_{\text{avg}} = v_f + x v_{fg} \quad [m^3 / kg]$$

$$\text{όπου } v_{fg} = v_g - v_f$$

$$x = \frac{v_{\text{avg}} - v_f}{v_{fg}}$$

Η ποιότητα μπορεί να σχετίζεται με τις οριζόντιες αποστάσεις σε ένα διάγραμμα P - v ή P - T .

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

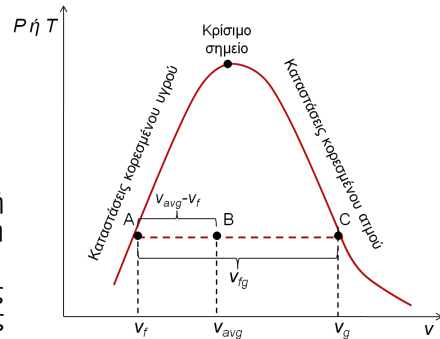
Μίγμα κορεσμένου υγρού-ατμού

$$x = \frac{v_{avg} - v_f}{v_{fg}}$$

Σε μια δεδομένη θερμοκρασία ή πίεση:

$v_{avg} - v_f$: η απόσταση ανάμεσα στην πραγματική κατάσταση και στην κατάσταση κορεσμένου υγρού

v_{fg} : το μήκος ολόκληρης της οριζόντιας γραμμής που συνδέει τις καταστάσεις κορεσμένου υγρού και κορεσμένου ατμού.



Η ποιότητα σχετίζεται με τις οριζόντιες αποστάσεις σε ένα διάγραμμα P-v ή T-v

Μια κατάσταση ποιότητας 50% θα βρίσκεται στο μέσον της οριζόντιας γραμμής.

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Μίγμα κορεσμένου υγρού-ατμού

Η ίδια ανάλυση ισχύει και για την εσωτερική ενέργεια, την ενθαλπία και την εντροπία:

$$u_{avg} = u_f + x u_{fg} \quad [kJ/kg]$$

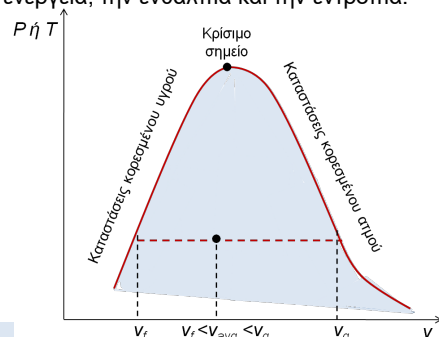
$$h_{avg} = h_f + x h_{fg} \quad [kJ/kg]$$

$$s_{avg} = s_f + x s_{fg} \quad [kJ/(kg \cdot K)]$$

Συνοψίζοντας σε μία γενική εξίσωση

$$y_{avg} = y_f + x y_{fg}, \quad y_f \leq y_{avg} \leq y_g$$

όπου y : v, u, h, s



Η τιμή v_{avg} ενός κορεσμένου μίγματος υγρού-ατμού βρίσκεται μεταξύ των τιμών v_f και v_g , στα προσδιορισμένα T ή P .

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Υπέρθερμος ατμός

Πίνακες ιδιοτήτων για μίγματα υπέρθερμου ατμού (π.χ. Πίνακας A-6):

Για δεδομένη T και P βρίσκουμε:

- Ειδικό όγκο, v
- Ειδική εσωτερική ενέργεια, u
- Ειδική ενθαλπία, h
- Ειδική εντροπία, s

Συγκριτικά με το κορεσμένο ατμό, ο **υπέρθερμος ατμός** χαρακτηρίζεται από:

$P < P_{\text{sat}}$ για δεδομένη T

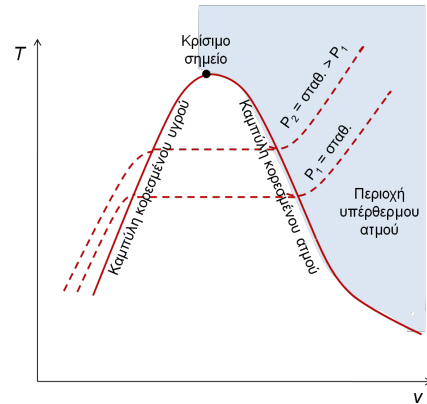
$T > T_{\text{sat}}$ για δεδομένη P

$v > v_g$ για δεδομένη T ή P

$u > u_g$ για δεδομένη T ή P

$h > h_g$ για δεδομένη T ή P

$s > s_g$ για δεδομένη T ή P



Η υπέρθερμη περιοχή είναι περιοχή μιας φάσης (ατμού) => οι T και P δεν είναι πλέον εξαρτημένες ιδιότητες και μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν ως οι δύο ανεξάρτητες ιδιότητες στους πίνακες.

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Συμπιεσμένο υγρό

Πίνακες συμπιεσμένων υγρών δεν είναι συχνά διαθέσιμοι (π.χ. Πίνακας A-7). Ο λόγος είναι ότι υπάρχει σχετική ανεξαρτησία των ιδιοτήτων του συμπιεσμένου υγρού από την πίεση με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν αρκετά δεδομένα για τα συμπιεσμένα υγρά.

Για δεδομένη T και P βρίσκουμε:

- Ειδικό όγκο, v
- Ειδική εσωτερική ενέργεια, u
- Ειδική ενθαλπία, h
- Ειδική εντροπία, s

Συγκριτικά με το κορεσμένο υγρό, **το συμπιεσμένο υγρό** χαρακτηρίζεται από:

$P > P_{\text{sat}}$ για δεδομένη T

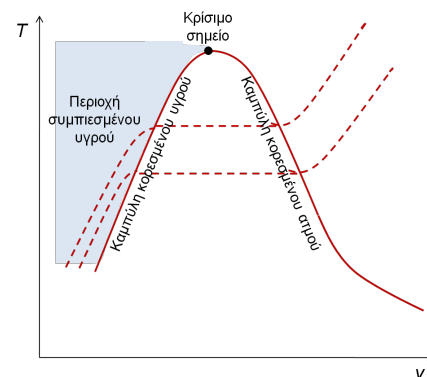
$T < T_{\text{sat}}$ για δεδομένη P

$v < v_f$ για δεδομένη T ή P

$u < u_f$ για δεδομένη T ή P

$h < h_f$ για δεδομένη T ή P

$s < s_f$ για δεδομένη T ή P



Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Συμπιεσμένο υγρό

Προσέγγιση: Απουσία δεδομένων θεωρούμε το συμπιεσμένο υγρό ως κορεσμένο υγρό σε μια δεδομένη θερμοκρασία.

$$y \cong y_{f@T}, \quad \text{όπου } y: v, u, h \text{ ή } s$$

Αυτό γίνεται επειδή οι ιδιότητες του συμπιεσμένου υγρού εξαρτώνται πολύ πιο ισχυρά από τη θερμοκρασία σε σχέση με τη πίεση.

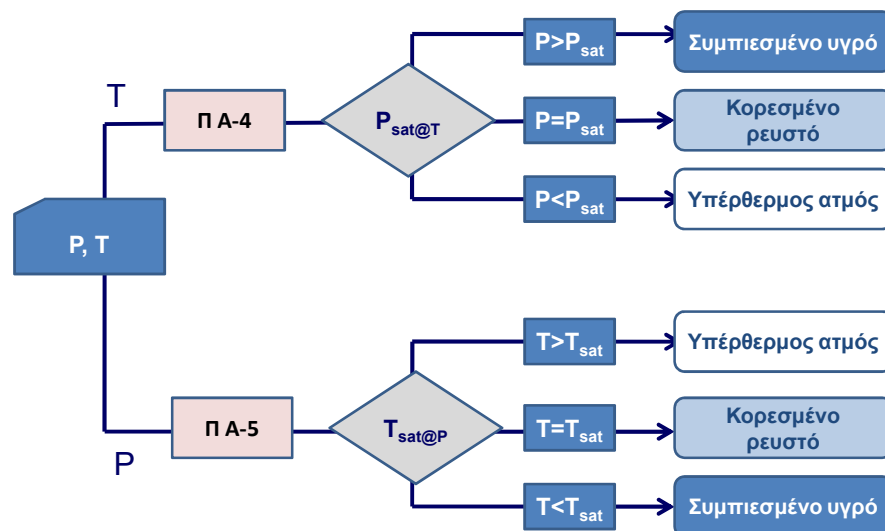
Ωστόσο, η ενθαλπία είναι πιο ευαίσθητη στις μεταβολές της πίεσης, με αποτέλεσμα το σφάλμα που μπορεί να επέλθει από τη παραπάνω προσέγγιση να είναι σημαντικό.

Για χαμηλές έως μεσαίου μεγέθους πιέσεις και θερμοκρασίες το σφάλμα μπορεί να ελαττωθεί σημαντικά, υπολογίζοντας την ενθαλπία από τη σχέση:

$$h \cong h_{f@T} + v_{f@T} (P - P_{\text{sat}@T})$$

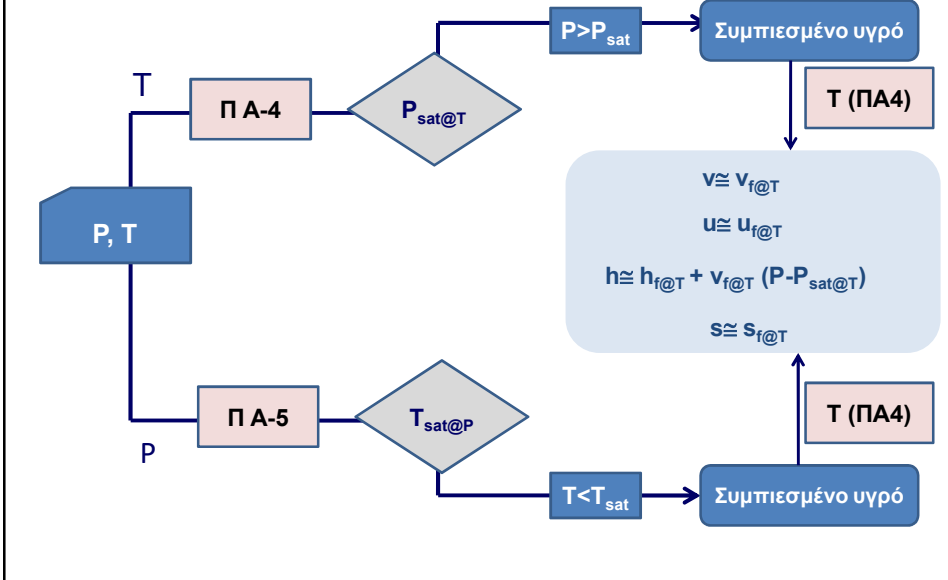
Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Μεθοδολογία εύρεσης κατάστασης και ιδιοτήτων



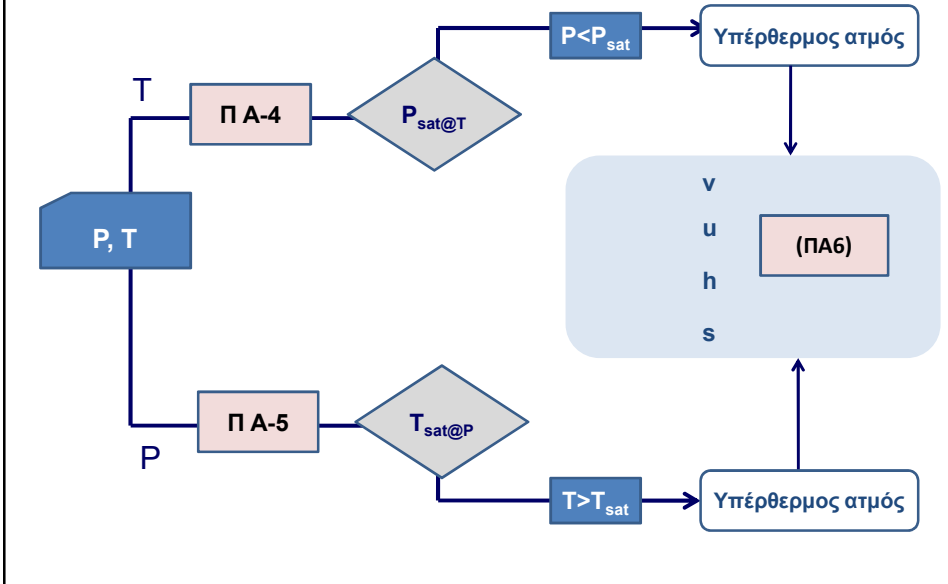
Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Μεθοδολογία εύρεσης κατάστασης και ιδιοτήτων



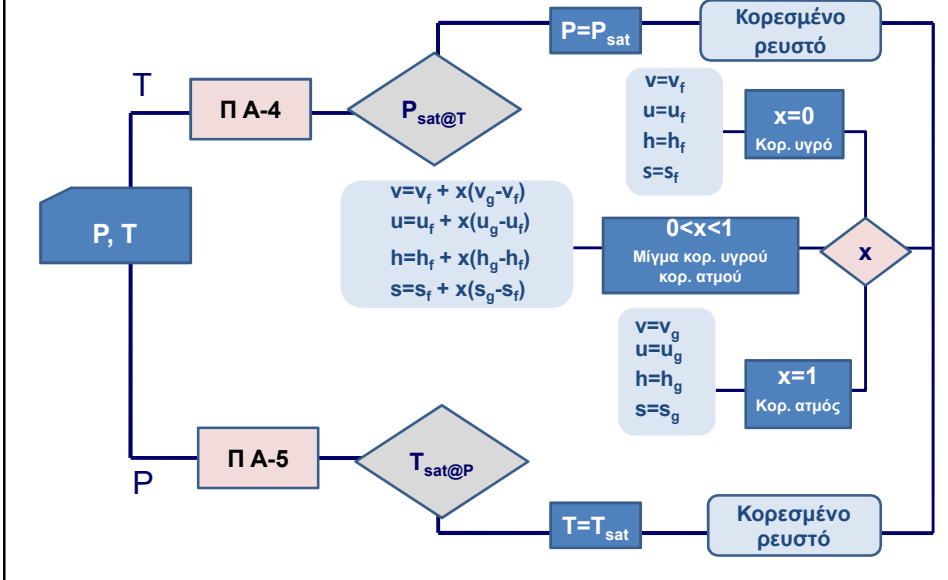
Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Μεθοδολογία εύρεσης κατάστασης και ιδιοτήτων



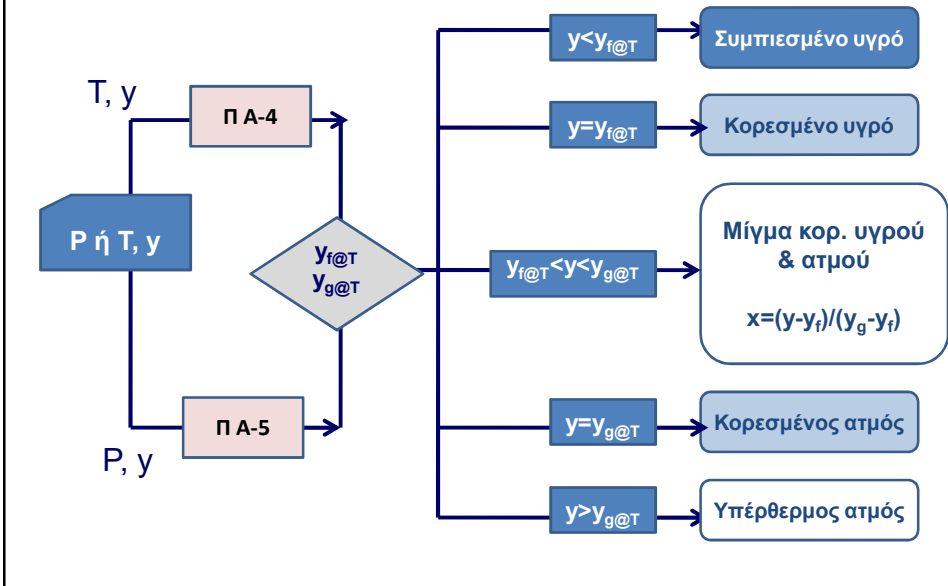
Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Μεθοδολογία εύρεσης κατάστασης και ιδιοτήτων

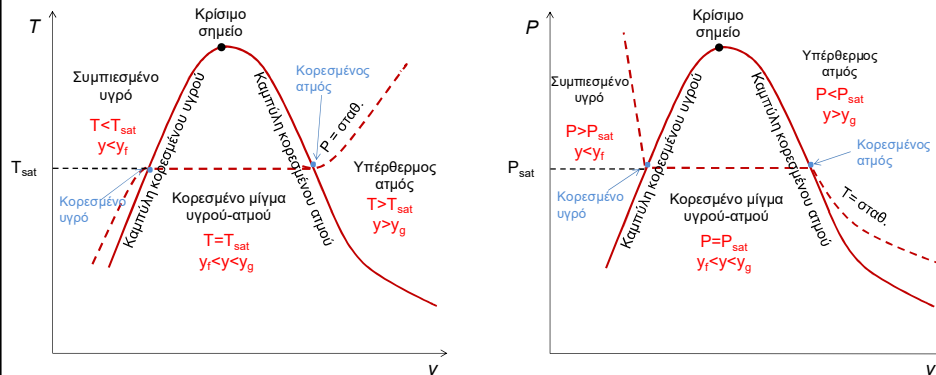


Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Μεθοδολογία εύρεσης κατάστασης και ιδιοτήτων



Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών



Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Παραδείγματα:

- 3.4. Η ποιότητα x δεν ορίζεται στο κρίσιμο σημείο. Σωστό ή Λάθος;
- 3.5. Νερό πίεσης 1 bar και θερμοκρασίας 200°C έχει ποιότητα $x > 1$. Σωστό ή Λάθος;
- 3.6. Πώς υπολογίζονται οι τιμές των εξαρτημένων μεταβλητών μιας καθαρής χημικής ουσίας όταν η ακριβής κατάσταση αυτής δεν υπάρχει στο διαθέσιμο πίνακα ιδιοτήτων;

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Παραδείγματα:

3.7. Να συμπληρωθούν τα κενά στον παρακάτω πίνακα ιδιοτήτων του νερού:

	T (°C)	P (kPa)	v (m ³ /kg)	Είδος κατάστασης
1	140		0.05	
2		550		Κορεσμένο υγρό
3	125	750		
4	300		0.523	

Ιδιότητες Καθαρών Ουσιών

Παραδείγματα:

3.8. Ένα κλειστό άκαμπτο δοχείο όγκου 1.8 m³ περιέχει κορεσμένο μίγμα νερού σε θερμοκρασία 220 °C. Το 1/3 του όγκου βρίσκεται στην υγρή φάση και το υπόλοιπο στην αέρια. Να υπολογισθεί (α) η πίεση του ατμού, (β) η ποιότητα του μίγματος και (γ) η πυκνότητα του μίγματος.