

Τμήμα Χημείας

Μάθημα: Φυσικοχημεία Ι

Εξέταση: Περίοδος Δεκεμβρίου 2014-15 (12/12/2014)

1. Δίνονται οι ακόλουθες πληροφορίες για τον διθειάνθρακα (CS_2). Γραμμομοριακή μάζα 76.141 g/mol , κανονικό σημείο ζέσεως 46°C , κανονικό σημείο τήξεως -112.1°C , θερμοκρασία κρίσιμου σημείου 279°C , πίεση κρίσιμου σημείου 7.90 MPa , γραμμομοριακός όγκος στο κρίσιμο σημείο $173 \text{ cm}^3/\text{mol}$, γραμμομοριακή ενθαλπία εξατμίσεως σε 46°C 26.74 kJ/mol . Σε 20°C : πυκνότητα 1.256 g/cm^3 , γραμμομοριακή θερμοχωρητικότητα υπό σταθερή πίεση $77.8 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, συντελεστής διαστολής $1.12 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, ισόθερμος συντελεστής συμπίεστότητας $9.38 \times 10^{-10} \text{ Pa}^{-1}$. (Κάποια από τα δεδομένα θα χρησιμεύσουν σε επόμενα ερωτήματα.)

Να υπολογίσετε α) την πυκνότητα στο κρίσιμο σημείο, β) τον αδιαβατικό συντελεστή συμπίεστότητας σε θερμοκρασία 20°C .

Λύση:

α) Από τον ορισμό της πυκνότητας:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{nM}{V} = \frac{M}{\frac{V}{n}} = \frac{M}{v} \Rightarrow \rho_c = \frac{M}{v_c} = \frac{76.141 \text{ g mol}^{-1}}{173 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}} = 0.440 \text{ g cm}^{-3}$$

$$\beta) k_s = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_s = -\frac{1}{V} \left[\left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T + \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_s \right] = k_T - \frac{1}{V} \alpha V \frac{-\left(\frac{\partial S}{\partial P} \right)_T}{\left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_P} = k_T + \alpha \frac{-\left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P}{\frac{C_P}{T}} =$$

όπου χρησιμοποιήσαμε τον ορισμό της συμπίεστότητας, σχέση για αλλαγή μεταβλητής που διατηρείται σταθερή σε παραγωγή, τον ορισμό του συντελεστή διαστολής $\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$, κυκλική εναλλαγή 3

μεταβλητών σε παραγωγή, την σχέση Maxwell που προκύπτει από την θεμελιώδη εξίσωση του dG και, τέλος, την σχέση μεταξύ μεταβολής εντροπίας και θερμοχωρητικότητας.

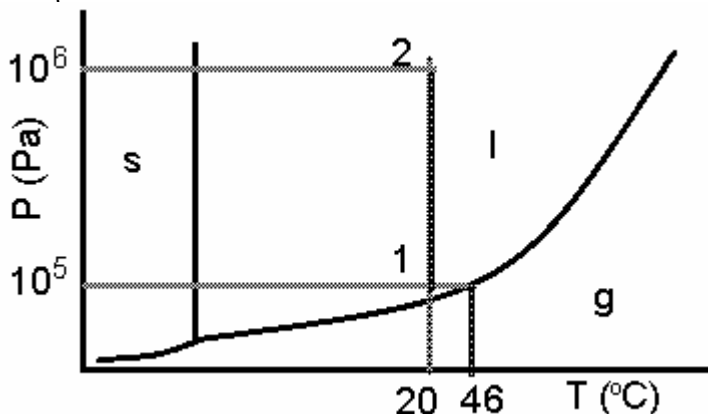
$$= k_T - \alpha \frac{\alpha V}{C_P} T = k_T - \frac{\alpha^2 T m}{nc_p \rho} = k_T - \frac{\alpha^2 TM}{c_p \rho} \Rightarrow$$

$$k_s = 9.38 \times 10^{-10} \text{ Pa} - \frac{(1.12 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1})^2 \times 293.15 \text{ K} \times 76.141 \text{ g mol}^{-1}}{77.8 \text{ J K}^{-1} \times 1.256 \text{ g cm}^{-3}} =$$

$$= 9.38 \times 10^{-10} \text{ Pa} - \frac{(1.12 \times 10^{-3})^2 \times 293.15 \times 76.141}{77.8 \text{ J} \times 1.256 \text{ cm}^{-3}} = 9.38 \times 10^{-10} \text{ Pa} - 2.87 \times 10^{-10} \text{ Pa} = 6.51 \times 10^{-10} \text{ Pa}$$

2. 13 mol CS_2 υποβάλλονται σε ισόθερμη αντιστρεπτή συμπίεση από 10^5 Pa μέχρι 10^6 Pa σε θερμοκρασία 20°C . Να σχεδιάσετε διάγραμμα φάσεων στο οποίο να φαίνεται αυτή η διεργασία. Να υπολογίσετε α) τον αρχικό όγκο καθώς και β) την μεταβολή του όγκου, γ) το έργο και δ) την μεταβολή της εντροπίας του διθειάνθρακα κατά την συμπίεση αυτή.

Λύση:



Εξετάζουμε το σύστημα σε θερμοκρασία μικρότερη από το κανονικό σημείο ζέσεως, άρα έχουμε υγρή φάση.

$$\alpha) V_1 = \frac{m}{\rho} = \frac{nM}{\rho} \Rightarrow V_1 = \frac{13 \text{ mol} \times 76.141 \text{ g mol}^{-1}}{1.256 \text{ g cm}^{-3}} = 788 \text{ cm}^3$$

$$\beta) k_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T \Rightarrow \frac{dV}{V} = -k_T dP \Rightarrow d \ln V = -k_T dP \Rightarrow \int_{V_1}^V d \ln V = \int_{P_1}^P -k_T dP \Rightarrow$$

$$\ln V - \ln V_1 = -k_T (P - P_1) \Rightarrow \ln \frac{V}{V_1} = -k_T (P - P_1) \Rightarrow \frac{V}{V_1} = e^{-k_T (P - P_1)} \Rightarrow V = V_1 e^{-k_T (P - P_1)}$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = V_1 e^{-k_T (P_2 - P_1)} - V_1 = V_1 (e^{-k_T (P_2 - P_1)} - 1) \Rightarrow$$

$$\Delta V = 788 \text{ cm}^3 \times [\exp(-9.38 \times 10^{-10} \text{ Pa}^{-1} \times (10^6 - 10^5) \text{ Pa}) - 1] = 788 \text{ cm}^3 \times (0.999156 - 1) = -0.67 \text{ cm}^3$$

Βλέπουμε ότι επέρχεται πολύ μικρή μεταβολή του όγκου. Ακριβώς για αυτό τον λόγο είναι αποδεκτό να υπολογίσουμε την μεταβολή του όγκου ως εξής. Στον ορισμό του συντελεστή συμπιεστότητας, θα θεωρήσουμε το V σταθερό, οπότε έχουμε:

$$k_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T \Rightarrow dV = -k_T V dP \Rightarrow \int_{V_1}^V dV = \int_{P_1}^P -k_T V dP \Rightarrow V - V_1 = -k_T V_1 (P - P_1) \Rightarrow V = V_1 [1 - k_T V_1 (P - P_1)]$$

$$\text{Για } P = P_2, \Delta V = -788 \text{ cm}^3 \times 9.38 \times 10^{-10} \text{ Pa}^{-1} \times (10^6 - 10^5) \text{ Pa} = -788 \text{ cm}^3 \times 9.38 \times 9 \times 10^{-5} = -0.67 \text{ cm}^3$$

$$\gamma) \text{ Θα υπολογίσουμε το έργο από τον ορισμό του: } W = \int_1^2 dW = \int_1^2 -PdV$$

Γενικά, αν θεωρήσουμε ότι οι ανεξάρτητες μεταβλητές το συστήματος που εξετάζουμε είναι P και T ,

$$dV = \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T dP + \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P dT. \text{ Εφόσον η διεργασία είναι ισόθερμη, } dT = 0. \text{ Άρα, από την έκφραση του}$$

όγκου συναρτήσει πίεσης βρισκόμαστε το dV .

$$dV = \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T dP = V_1 e^{-k_T (P - P_1)} (-k_T) dP = V_1 d e^{-k_T (P - P_1)}$$

$$W = -\int_{P_1}^{P_2} P V_1 d e^{-k_T (P - P_1)} = -V_1 [P e^{-k_T (P - P_1)}]_{P_1}^{P_2} + V_1 \int_{P_1}^{P_2} e^{-k_T (P - P_1)} dP = -V_1 (P_2 e^{-k_T (P_2 - P_1)} - P_1) - \frac{V_1}{k_T} \int_{P_1}^{P_2} d e^{-k_T (P - P_1)} =$$

όπου χρησιμοποιήσαμε την μέθοδο της παραγοντικής ολοκλήρωσης

$$= -V_1 (P_2 e^{-k_T (P_2 - P_1)} - P_1) - \frac{V_1}{k_T} (e^{-k_T (P_2 - P_1)} - 1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W = -788 \text{ cm}^3 \times (10^6 \text{ Pa} \times 0.999156 - 10^5 \text{ Pa}) - \frac{788 \text{ cm}^3}{9.38 \times 10^{-10} \text{ Pa}^{-1}} \times (0.999156 - 1) \Rightarrow$$

$$W = -788 \text{ cm}^3 \times 8.99156 \times 10^5 \text{ Pa} - \frac{788 \text{ cm}^3}{9.38 \times 10^{-10} \text{ Pa}^{-1}} (-8.438 \times 10^{-4}) = -788 \times (10^{-2} \text{ m})^3 \times (899156 - 899620) \text{ Pa}$$

$$\Rightarrow W = 0.366 \text{ J} \text{ ή απλούστερα:}$$

$$W = -\int_{P_1}^{P_2} P (-V_1 k_T dP) = k_T V_1 \frac{1}{2} (P_2^2 - P_1^2) \Rightarrow W = 9.38 \times 10^{-10} \text{ Pa}^{-1} \times 788 \text{ cm}^3 \times \left[\frac{1}{2} (10^{12} - 10^{10}) \text{ Pa}^2 \right] = 0.366 \text{ J}$$

$$\delta) dS = \left(\frac{\partial S}{\partial P} \right)_T dP + \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_P dT \text{ και εδώ } dT = 0 \text{ οπότε, με τη βοήθεια της ίδιας σχέσεως Maxwell έχουμε}$$

$$dS = \left(\frac{\partial S}{\partial P} \right)_T dP = -\left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P dP = -\alpha V dP = -\alpha V_1 e^{-k_T (P - P_1)} dP = \frac{\alpha V_1}{k_T} d e^{-k_T (P - P_1)} \Rightarrow$$

$$\Delta S = \int_1^2 dS = \int_{P_1}^{P_2} \frac{\alpha V_1}{k_T} d e^{-k_T (P - P_1)} = \frac{\alpha V_1}{k_T} (e^{-k_T (P_2 - P_1)} - 1) \Rightarrow$$

$$\Delta S = \frac{1.12 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1} \times 788 \text{ cm}^3}{9.38 \times 10^{-10} \text{ Pa}^{-1}} \times (0.999156 - 1) = -708.85 \text{ J K}^{-1}$$

Το αρνητικό πρόσημο είναι λογικό διότι έχουμε μείωση του όγκου χωρίς μεταβολή θερμοκρασίας.

Ο χαρακτηρισμός της διεργασίας ως αντιστρεπτής χρησίμευσε μόνο στον υπολογισμό του έργου, όπου θέσαμε την εξωτερική πίεση ίση με την εσωτερική, διότι το dW δεν είναι ολικό διαφορικό. Τα υπόλοιπα μεγέθη είναι ολικά διαφορικά, δηλ. η μεταβολή τους εξαρτάται μόνο από την αρχική και την τελική κατάσταση και γι' αυτό τα λέμε καταστατικά μεγέθη.

3. 4 mol CS₂ βρίσκονται υπό σταθερή πίεση 101325 Pa και σε αρχική θερμοκρασία 20°C. Το σύστημα προσλαμβάνει 29.0 kJ υπό μορφή θερμότητας. Να προσδιορισθεί η τελική κατάσταση του συστήματος. Να σχεδιασθεί σε διάγραμμα φάσεων η διεργασία. Να υπολογίσετε την μεταβολή της ενθαλπίας και της εντροπίας του συστήματος.

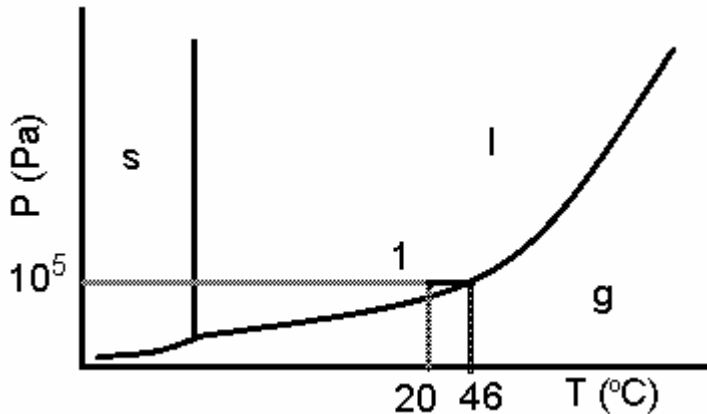
Λύση:

Εφόσον έχουμε σταθερή πίεση, η προσφερόμενη θερμότητα αντιστοιχεί στην μεταβολή της ενθαλπίας του συστήματος, δηλ. $\Delta H = 29.0$ kJ.

Από το μεταβολή επιφέρει στο σύστημα αυτό το ποσό θερμότητας, θα βρούμε ποια είναι η τελική κατάσταση του συστήματος και μετά θα υπολογίσουμε την μεταβολή της εντροπίας.

Αν η θερμότητα είναι λίγη, θα προκληθεί μικρή αύξηση της θερμοκρασίας του υγρού. Αν είναι περισσότερη, θα εξατμισθεί ένα μέρος του υγρού. Αν είναι ακόμη περισσότερη, θα εξατμισθεί όλο το υγρό και θα θερμανθεί το αέριο πέρα από το κανονικό σημείο ζέσεως – κανονικό διότι η πίεση είναι 1 atm.

Για να δούμε ποιο από τα παραπάνω ενδεχόμενα αντιστοιχεί στην περίπτωση μας, ας υπολογίσουμε πόση μεταβολή ενθαλπίας αντιστοιχεί στην αύξηση της θερμοκρασίας ως το κανονικό σημείο ζέσεως.



$$dH = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_P dT + \left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T dP = C_p dT = nc_p dT \Rightarrow \Delta H_1 = \int_{T_1}^{T_b} dH = \int_{T_1}^{T_b} nc_p dT = nc_p(T_b - T_1) \Rightarrow$$

$$\Delta H_1 = 4 \text{ mol} \times 77.8 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times [(46 + 273.15) \text{ K} - (20 + 273.15) \text{ K}] = 4 \times 77.8 \times 26 \text{ J} = 8091 \text{ J}$$

Η προσφερθείσα θερμότητα (29.0 kJ) είναι μεγαλύτερη από τα 8.09 kJ που απαιτούνται για την θέρμανση του CS₂ μέχρι το κανονικό σημείο ζέσεως, άρα θα παρατηρηθεί και εξαέρωση. Για κάθε mol απαιτούνται 26.74 kJ, δηλ. για να εξατμισθούν τα 4 mol θα χρειασθούν $4 \times 26.74 = 106.96$ kJ, συνεπώς δεν προσφέρθηκε αρκετή θερμότητα για να εξατμισθεί όλο το υγρό. Άρα ξέρουμε πλέον ότι η τελική θερμοκρασία του συστήματος θα είναι το κανονικό σημείο ζέσεως του διθειάνθρακα, δηλ. 46°C. Απομένει να προσδιορίσουμε πόση ποσότητα εξατμίσθηκε για να καθορίσουμε πλήρως την κατάσταση του συστήματος.

Ας συμβολίσουμε με n' τα γραμμομόρια που εξατμίσθηκαν. Αυτά χρειάστηκαν $\Delta H_2 = n' \Delta h_{\text{vap}}$.

$$\text{Συνολικά: } \Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 \Rightarrow \Delta H_2 = \Delta H - \Delta H_1 \Rightarrow n' \Delta h_{\text{vap}} = \Delta H - \Delta H_1 \Rightarrow n' = \frac{\Delta H - \Delta H_1}{\Delta h_{\text{vap}}} \Rightarrow$$

$$n' = \frac{29.0 - 8.09}{26.74 \text{ kJ mol}^{-1}} \text{ kJ} = 0.782 \text{ mol}$$

Άρα η τελική κατάσταση του συστήματος είναι 0.782 mol αερίου και 3.218 mol υγρού CS₂ σε θερμοκρασία 46°C.

Ο υπολογισμός της μεταβολής της εντροπίας θα γίνει σε 2 αντίστοιχα στάδια. Στο πρώτο έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας υπό σταθερή πίεση, οπότε

$$dS = \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_P dT = \frac{C_p}{T} dT = \frac{nc_p}{T} dT = nc_p d \ln T \Rightarrow \Delta S_1 = \int_{T_1}^{T_b} nc_p d \ln T = nc_p (\ln T_b - \ln T_1) = nc_p \ln \frac{T_b}{T_1} \Rightarrow$$

$$\Delta S_1 = 4 \text{ mol} \times 77.8 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times \ln \frac{(273.15 + 46) \text{ K}}{(273.15 + 20) \text{ K}} = 311.2 \text{ J K}^{-1} \times \ln \frac{319.15}{293.15} = 26.785 \text{ J K}^{-1}$$

$$\Delta S_2 = \frac{\Delta H_2}{T_b} = \frac{\Delta H - \Delta H_1}{T_b} \Rightarrow \Delta H_2 = \frac{(29.0 - 8.09) \text{ kJ}}{(273.15 + 46) \text{ K}} = 65.518 \text{ J K}^{-1}$$

$$\text{Συνολικά: } \Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 \Rightarrow \Delta S = (26.785 + 65.518) \text{ J K}^{-1} = 92.3 \text{ J K}^{-1}$$

Το σύστημα που εξετάσαμε είναι κλειστό, δηλ. δεν ανταλλάσσει ύλη με το περιβάλλον, αλλά δεν είναι απομονωμένο, αλλιώς πώς θα λάβαινε την θερμότητα;

4. α) Ο διθειάνθρακας είναι αδιάλυτος στο νερό. Ένα δοχείο που περιέχει CS₂ και H₂O διατηρείται σε θερμοκρασία 46°C. Ποιο είναι το γραμμομοριακό κλάσμα του νερού στην αέρια φάση; Δίνεται ότι η τάση ατμών του νερού σε 46°C είναι 10094 Pa.
- β) Το θείο είναι ευδιάλυτο στον διθειάνθρακα. Υγρό μίγμα S – CS₂ με γραμμομοριακό κλάσμα διθειάνθρακα $x_1 = 0.95$ πόση τάση ατμών έχει σε θερμοκρασία 46°C;
- γ) Πόση ωσμωτική πίεση εμφανίζει υδατικό διάλυμα NaCl 0.1 mol/L σε θερμοκρασία 30°C;

Λύση:

α) Εφόσον δεν διαλύεται το ένα υγρό στο άλλο, θα συνυπάρχουν 2 υγρές φάσεις. Σε κάθε μια είναι καθαρή ουσία, δηλ. σε κάθε φάση το γραμμομοριακό κλάσμα της ουσίας θα είναι 1. Άρα και η τάση ατμών κάθε ουσίας θα είναι αυτή που δίνεται για την θερμοκρασία των 46°C. Συμβολίζουμε με δείκτη 1 τον CS₂ και με 2 το H₂O και έχουμε στις υγρές φάσεις $x_1 = x_2 = 1$, ενώ στην αέρια φάση $P_1 = 101325 \text{ Pa}$, $P_2 = 90094 \text{ Pa}$. Σύμφωνα με τον νόμο του Dalton, $P_{\text{ολικό}} = P = P_1 + P_2 = (101325 + 10094) \text{ Pa} = 111419 \text{ Pa}$

$$\text{Στην αέρια φάση } y_2 = \frac{P_2}{P} \Rightarrow y_2 = \frac{10094 \text{ Pa}}{111419 \text{ Pa}} = 0.091$$

β) Μπορεί να μην είναι σαφές σε ποια μορφή βρίσκεται το θείο στο διάλυμα, (άτομα, S₈ ή κάποια άλλη δομή), αλλά δεν χρειάζεται να το ξέρουμε εφόσον δίνεται το γραμμομοριακό κλάσμα του διαλύτη. Επιπλέον, πρόκειται για πολύ αραιό διάλυμα, οπότε θα ισχύει ο νόμος του Raoult για τον διαλύτη:

$$P_1 = P_1^* x_1 \Rightarrow P_1 = 101325 \text{ Pa} \times 0.95 = 86126 \text{ Pa}$$

Αυτή είναι η μερική πίεση του διαλύτη. Η ολική τάση ατμών του διαλύματος πρέπει να λάβει υπόψη και την τάση ατμών των όποιων διαλυμένων συστατικών. Όμως, το θείο, ως στερεή ουσία και επιπλέον σε μικρή περιεκτικότητα, έχει αμελητέα τάση ατμών. Άρα η τάση ατμών του διαλύματος είναι ίση με την τάση ατμών του διαλύτη, δηλ. 86.1 kPa.

γ) Η ωσμωτική πίεση ενός αραιού διαλύματος δίνεται από την σχέση

$$\Pi = CRT$$

C είναι η συγκέντρωση των διαλυμένων σωματιδίων (εκτός αυτών του διαλύτη). Κάθε γραμμομόριο NaCl δίνει 2 mol διαλυμένων ιόντων, άρα $C = 0.2 \text{ mol/L}$. Συνεπώς:

$$\Pi = 0.2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 8.31446 \frac{\text{J}}{\text{K mol}} \times (273.15 + 30) \text{ K} = 504 \frac{\text{J}}{\text{L}} = 504 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{m}^3} = 5.04 \times 10^5 \text{ Pa} = 5.04 \text{ bar}$$

Χρήσιμες σχέσεις:

$R = 8.31446 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} = 1.01325 \text{ bar}$, $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2}$, $1 \text{ J} = 1 \text{ N m}$, $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$.

Ατομικές μάζες σε g/mol: H: 1.00794, C: 12.0107, N: 14.00674, O: 15.9994, Na: 22.98977, Mg: 24.305, Si: 28.0855, S: 32.066, Cl: 35.453, K: 39.0983, Ca: 40.08, Cr: 51.9961, Cu: 63.546, Br: 79.904, Rb: 85.4678, Ag: 107.8682, Au: 196.96655

Οδηγίες:

Να φαίνονται αναλυτικά οι πράξεις και οι τιμές όλων των μεγεθών να γράφονται με τις μονάδες τους σε όλα τα στάδια των πράξεων.

13/12/2014

Σχόλια

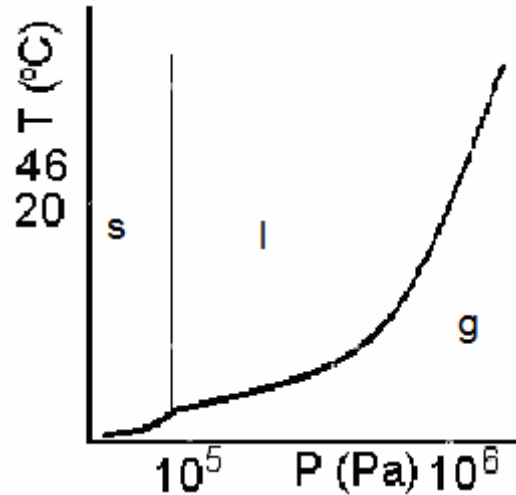
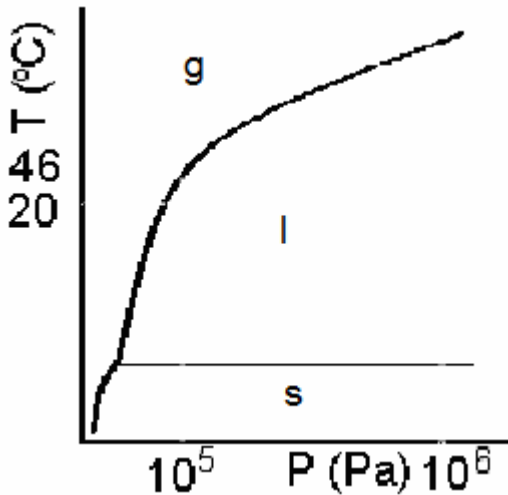
Μία ουσία που βρίσκεται σε θερμοκρασία μεταξύ κανονικού σημείου τήξεως και ζέσεως δεν υπακούει στην καταστατική εξίσωση ιδανικών αερίων, ούτε κανενός άλλου αερίου, γιατί είναι σε υγρή κατάσταση.

Μία ουσία στο κρίσιμο σημείο δεν υπακούει στην καταστατική εξίσωση ιδανικών αερίων γιατί εκεί η συμπεριφορά της εξίσου αερίου και υγρού και σαφέστατα όχι ιδανικού αερίου.

Ένα διάγραμμα φάσεων πρέπει να δείχνει περιοχές μιας φάσεως και γραμμές που οριοθετούν αυτές τις περιοχές, άρα είναι σημεία ισοροπίας μεταξύ των γειτονικών φάσεων.

$$7.9 \text{ MPa} > 10^6 \text{ Pa}$$

Αν προτιμούμε να σχεδιάσουμε διάγραμμα φάσεων με την πίεση στον οριζόντιο άξονα και την θερμοκρασία στον κατακόρυφο, το σχήμα που προκύπτει είναι όπως το αριστερό και όχι το δεξί διάγραμμα



Μια διεργασία είναι αντιστρεπτή, αν μπορούμε να επιστρέψουμε σύστημα και περιβάλλον στην αρχική κατάσταση χωρίς να καταναλώσουμε έργο. Δεν σημαίνει ότι το σύστημα διατήρησε σταθερή την εντροπία του, αλλά η ολική μεταβολή της εντροπίας συστήματος και περιβάλλοντος μαζί είναι μηδενική. Όταν μια ιδανική ψυκτική μηχανή (αντλία θερμότητας) ψύχει ένα σύστημα, μειώνεται η εντροπία του συστήματος (καθότι χάνει θερμότητα), αλλά ιδανικά η εντροπία του περιβάλλοντος αυξάνεται ακριβώς κατά το ίδιο ποσό – στην πράξη αυξάνεται περισσότερο, οπότε έχουμε συνολικά αύξηση της εντροπίας.

$$\int_{x_1}^{x_2} dx = x_2 - x_1, \int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{x} = \int_{x_1}^{x_2} d \ln x = \ln x_2 - \ln x_1 = \ln \frac{x_2}{x_1}, \text{ όχι } \ln(x_2 - x_1)$$

$$\ln \frac{10^6 \text{ Pa}}{10^5 \text{ Pa}} = \ln 10, \text{ όχι } \ln 10 \text{ Pa.}$$

Το σύμβολο $\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_y$ δεν έχει νόημα, διότι μέσα στην παρένθεση ζητούμε να μεταβάλουμε το y και απ' έξω λέμε ότι πρέπει να είναι σταθερό.

$$\Delta S = \frac{\Delta H}{T} \text{ μόνο όταν } \Delta G = 0.$$

Αν $T_1 = 20^\circ\text{C}$ και $T_2 = 46^\circ\text{C}$, $\Delta T = (46-20)^\circ\text{C} = 26^\circ\text{C} = 26 \text{ K}$, όχι $(26+273) \text{ K} = 299 \text{ K}$.

Σε μια ισόθερμη διεργασία δεν μπορεί να υπάρξει μεταβολή εντροπίας λόγω μεταβολής θερμοκρασίας.

Οι σχέσεις Poisson ισχύουν για αδιαβατικές διεργασίες ιδανικών αερίων, όχι για ισόθερμες.

20/12/2014