

## 4<sup>ο</sup> ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ

- 19.04.2024 (11.15-12.00): Άσκηση Φ13

### Άσκηση Φ13

Η καταλυτική σύνθεση της αμμωνίας στους  $450\text{ }^{\circ}\text{C}$  από  $\text{N}_2$  και  $\text{H}_2$  αποδίδει αέριο μείγμα που περιέχει 12% mol  $\text{NH}_3$ . Το αέριο μείγμα ψύχεται στους  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  υπό πίεση 250 atm. Να βρεθεί το ποσοστό της αμμωνίας που υγροποιείται σε αυτές τις συνθήκες. Στους  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  η τάση ατμών της υγρής αμμωνίας είναι 11.5 atm και η πυκνότητά της  $0.595\text{ g cm}^{-3}$ .

### Λύση

### Άσκηση Φ13

Η καταλυτική σύνθεση της αμμωνίας στους  $450\text{ }^{\circ}\text{C}$  από  $\text{N}_2$  και  $\text{H}_2$  αποδίδει αέριο μείγμα που περιέχει 12% mol  $\text{NH}_3$ . Το αέριο μείγμα ψύχεται στους  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  υπό πίεση 250 atm. Να βρεθεί το ποσοστό της αμμωνίας που υγροποιείται σε αυτές τις συνθήκες. Στους  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  η τάση ατμών της υγρής αμμωνίας είναι 11.5 atm και η πυκνότητά της  $0.595\text{ g cm}^{-3}$ .

### Λύση

Εδώ πρέπει να λάβουμε υπόψη μας την επίδραση της ολικής πίεσης στην τάση ατμών της  $\text{NH}_3(\text{l})$ , υπό  $T=\text{σταθ}$ .

## Άσκηση Φ13

Η καταλυτική σύνθεση της αμμωνίας στους 30 °C από N<sub>2</sub> και H<sub>2</sub> αποδίδει αέριο μείγμα που περιέχει 12% mol NH<sub>3</sub>. Το αέριο μείγμα ψύχεται στους 30 °C υπό πίεση 250 atm. Να βρεθεί το ποσοστό της αμμωνίας που υγροποιείται σε αυτές τις συνθήκες. Στους 30 °C η τάση ατμών της υγρής αμμωνίας είναι 11.5 atm και η πυκνότητά της 0.595 g cm<sup>-3</sup>.

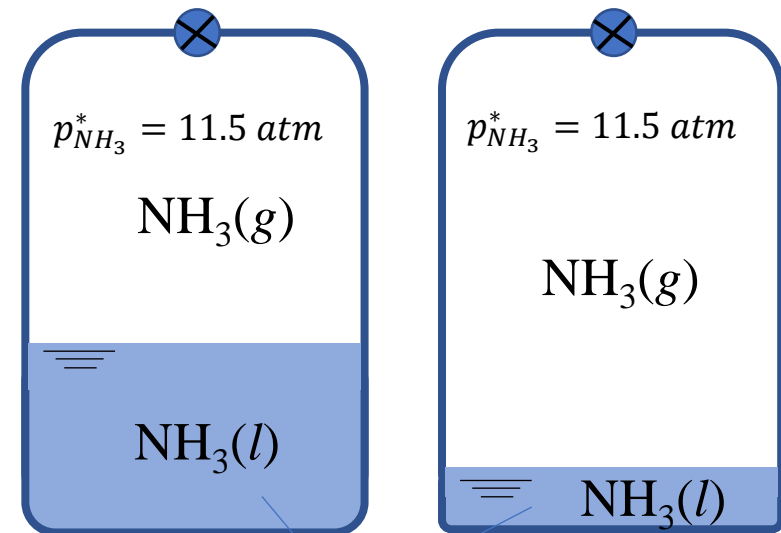
### Λύση

Εδώ πρέπει να λάβουμε υπόψη μας την επίδραση της ολικής πίεσης στην τάση ατμών της NH<sub>3</sub>(l), υπό T=σταθ.

$$p_{NH_3(l,30^\circ C)}^* = 11.5 \text{ atm}$$

$$d_{NH_3(l,30^\circ C)} = 0.595 \times 10^3 \text{ g L}^{-1}$$

Η πίεση ισορροπίας καθορίζεται από τη θερμοκρασία και όχι από την ποσότητα/στάθμη του υγρού



30°C

## Άσκηση Φ13

Η καταλυτική σύνθεση της αμμωνίας στους 30 °C από N<sub>2</sub> και H<sub>2</sub> αποδίδει αέριο μείγμα που περιέχει 12% mol NH<sub>3</sub>. Το αέριο μείγμα ψύχεται στους 30 °C υπό πίεση 250 atm. Να βρεθεί το ποσοστό της αμμωνίας που υγροποιείται σε αυτές τις συνθήκες. Στους 30 °C η τάση ατμών της υγρής αμμωνίας είναι 11.5 atm και η πυκνότητά της 0.595 g cm<sup>-3</sup>.

### Λύση

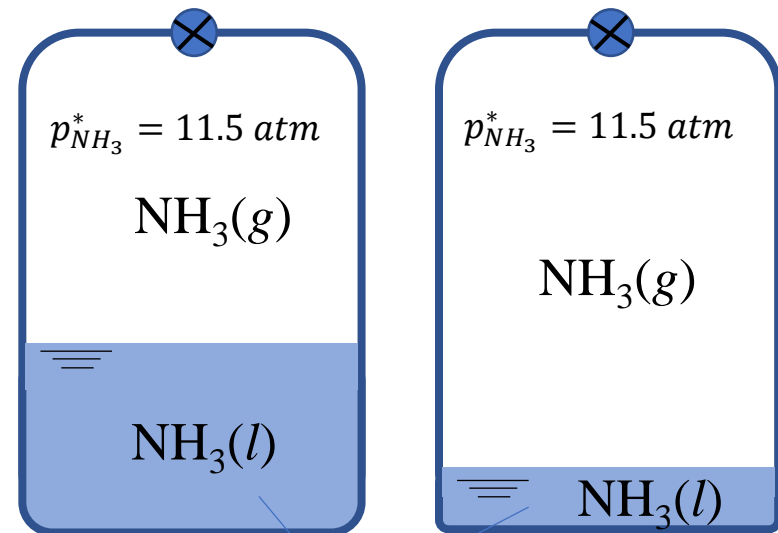
Εδώ πρέπει να λάβουμε υπόψη μας την επίδραση της ολικής πίεσης στην τάση ατμών της NH<sub>3</sub>(l), υπό T=σταθ.

$$\left(\bar{S}_{NH_3(g)} - S_{NH_3(l)}\right) dT + v_{NH_3(l)} dp = RT d \ln p_{NH_3}, \quad T = \text{σταθ}$$

$$p_{NH_3(l,30^\circ C)}^* = 11.5 \text{ atm}$$

$$d_{NH_3(l,30^\circ C)} = 0.595 \times 10^3 \text{ g L}^{-1}$$

Η πίεση ισορροπίας καθορίζεται από τη θερμοκρασία και όχι από την ποσότητα/στάθμη του υγρού



30°C

## Άσκηση Φ13

Η καταλυτική σύνθεση της αμμωνίας στους 30 °C από N<sub>2</sub> και H<sub>2</sub> αποδίδει αέριο μείγμα που περιέχει 12% mol NH<sub>3</sub>. Το αέριο μείγμα ψύχεται στους 30 °C υπό πίεση 250 atm. Να βρεθεί το ποσοστό της αμμωνίας που υγροποιείται σε αυτές τις συνθήκες. Στους 30 °C η τάση ατμών της υγρής αμμωνίας είναι 11.5 atm και η πυκνότητά της 0.595 g cm<sup>-3</sup>.

### Λύση

Εδώ πρέπει να λάβουμε υπόψη μας την επίδραση της ολικής πίεσης στην τάση ατμών της NH<sub>3</sub>(l)

$$(\bar{S}_{NH_3(g)} - S_{NH_3(l)}) dT + v_{NH_3(l)} dp = RT d \ln p_{NH_3}, \quad T = \text{σταθ}$$

$$\left( \frac{\partial \ln p_{NH_3}}{\partial p} \right)_{T=30^\circ C} = \frac{v_{NH_3(l)}}{RT} \Rightarrow d \ln p_{NH_3} = \frac{v_{NH_3(l)}}{RT} dp \Rightarrow$$

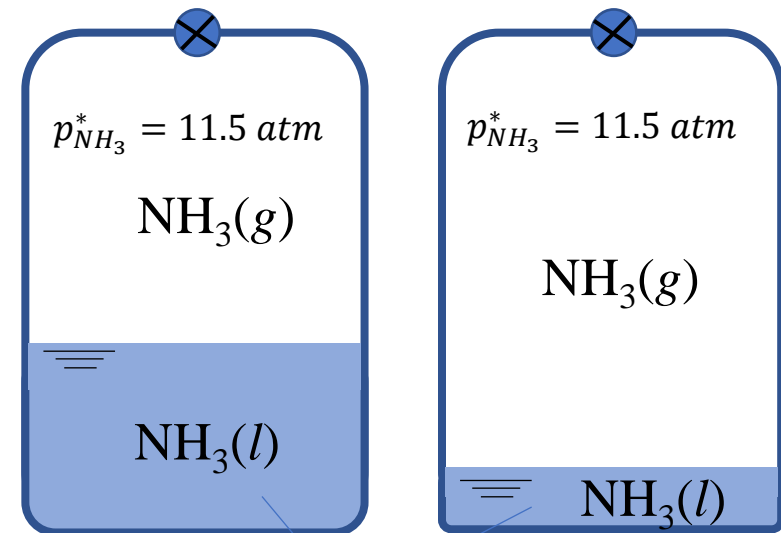
$$\int_{p_{NH_3}^*}^{p_{NH_3}'} d \ln p_{NH_3} = \int_{p_{NH_3}^*}^{p_{ολ}} \frac{v_{NH_3(l)}}{RT} dp$$

$$\ln \frac{p_{NH_3}'}{p_{NH_3}^*} = \frac{v_{NH_3(l)}}{RT} (p_{ολ} - p_{NH_3}^*)$$

Η πίεση ισορροπίας καθορίζεται από τη θερμοκρασία και όχι από την ποσότητα/στάθμη του υγρού

$$p_{NH_3(l, 30^\circ C)}^* = 11.5 \text{ atm}$$

$$d_{NH_3(l, 30^\circ C)} = 0.595 \times 10^3 \text{ g L}^{-1}$$



30°C

### Άσκηση Φ13 (συν)

Η καταλυτική σύνθεση της αμμωνίας στους 30 °C από N<sub>2</sub> και H<sub>2</sub> αποδίδει αέριο μείγμα που περιέχει 12% mol NH<sub>3</sub>. Το μείγμα ψύχεται στους 30 °C υπό πίεση 250 atm. Να βρεθεί το ποσοστό της αμμωνίας που υγροποιείται σε αυτές τις συνθήκες. Στους 30 °C η τάση ατμών της υγρής αμμωνίας είναι 11.5 atm και η πυκνότητά της 0.595 g cm<sup>-3</sup>.

#### Λύση

Εδώ πρέπει να λάβουμε υπόψη μας την επίδραση της ολικής πίεσης στην τάση ατμών της NH<sub>3</sub>(l), υπό T=σταθ.



Για  $p_{ολ} = 250 \text{ atm}$

$$\ln \frac{p_{NH_3}^{*'}}{p_{NH_3}^*} = \frac{v_{NH_3(l)}}{RT} (p_{ολ} - p_{NH_3}^*)$$

$$p_{NH_3(l, 30^\circ C)}^* = 11.5 \text{ atm}$$

$$d_{NH_3(l, 30^\circ C)} = 0.595 \times 10^3 \text{ g L}^{-1}$$

$$v_{NH_3(l, 30^\circ C)} = \frac{M_w}{d} [=] \frac{\text{g mol}^{-1}}{\text{g L}^{-1}} [=] \text{L mol}^{-1}$$

## Άσκηση Φ13 (συν)

Η καταλυτική σύνθεση της αμμωνίας στους 30 °C από N<sub>2</sub> και H<sub>2</sub> αποδίδει αέριο μείγμα που περιέχει 12% mol NH<sub>3</sub>. Το μείγμα ψύχεται στους 30 °C υπό πίεση 250 atm. Να βρεθεί το ποσοστό της αμμωνίας που υγροποιείται σε αυτές τις συνθήκες. Στους 30 °C η τάση ατμών της υγρής αμμωνίας είναι 11.5 atm και η πυκνότητά της 0.595 g cm<sup>-3</sup>.

### Λύση

Εδώ πρέπει να λάβουμε υπόψη μας την επίδραση της ολικής πίεσης στην τάση ατμών της NH<sub>3</sub>(l), υπό T=σταθ.

$$p_{NH_3(l, 30^\circ C)}^* = 11.5 \text{ atm}$$

$$d_{NH_3(l, 30^\circ C)} = 0.595 \times 10^3 \text{ g L}^{-1}$$

Για  $p_{ολ} = 250 \text{ atm}$

$$v_{NH_3(l, 30^\circ C)} = \frac{M_w}{d} [=] \frac{\text{g mol}^{-1}}{\text{g L}^{-1}} [=] \text{L mol}^{-1}$$

$$\ln \frac{p_{NH_3}^{*'}}{p_{NH_3}^*} = \frac{v_{NH_3(l)}}{RT} (p_{ολ} - p_{NH_3}^*) \Rightarrow \ln \frac{p_{NH_3}^{*'}}{(11.5 \text{ atm})} = \frac{\frac{17 \text{ g mol}^{-1}}{0.595 \times 10^3 \text{ g L}^{-1}}}{(0.082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) \times (303 \text{ K})} \times (250 \text{ atm} - 11.5 \text{ atm}) = 0.274$$

$$p_{NH_3}^{*'} = 15.13 \text{ atm}$$

Αυτή είναι η τάση ατμών της NH<sub>3</sub> σε ισορροπία με υγρή NH<sub>3</sub> σε ολική πίεση 250 atm




### Άσκηση Φ13 (συν)

Η καταλυτική σύνθεση της αμμωνίας στους 30 °C από N<sub>2</sub> και H<sub>2</sub> αποδίδει αέριο μείγμα που περιέχει 12% mol NH<sub>3</sub>. Το μείγμα ψύχεται στους 30 °C υπό πίεση 250 atm. Να βρεθεί το ποσοστό της αμμωνίας που υγροποιείται σε αυτές τις συνθήκες. Στους 30 °C η τάση ατμών της υγρής αμμωνίας είναι 11.5 atm και η πυκνότητά της 0.595 g cm<sup>-3</sup>.

Εάν είχαμε 100 mol αρχικό αέριο μείγμα, τότε 12 mol από τα 100 είναι NH<sub>3</sub>(g).

Μετά την εφαρμογή της πίεσης και τη ψύξη, έστω ότι υγροποιούνται  $n$  moles.

  $y_{NH_3} = \frac{12 - n}{100 - n}$

### Άσκηση Φ13 (συν)

Η καταλυτική σύνθεση της αμμωνίας στους 30 °C από N<sub>2</sub> και H<sub>2</sub> αποδίδει αέριο μείγμα που περιέχει 12% mol NH<sub>3</sub>. Το μείγμα ψύχεται στους 30 °C υπό πίεση 250 atm. Να βρεθεί το ποσοστό της αμμωνίας που υγροποιείται σε αυτές τις συνθήκες. Στους 30 °C η τάση ατμών της υγρής αμμωνίας είναι 11.5 atm και η πυκνότητά της 0.595 g cm<sup>-3</sup>.

Εάν είχαμε 100 mol αρχικό αέριο μείγμα, τότε 12 mol είναι NH<sub>3</sub>(g).

Μετά την εφαρμογή της πίεσης και τη ψύξη, έστω ότι υγροποιούνται  $n$  moles.



$$y_{NH_3} = \frac{12 - n}{100 - n}$$

N. Dalton:

### Άσκηση Φ13 (συν)

Η καταλυτική σύνθεση της αμμωνίας στους 30 °C από N<sub>2</sub> και H<sub>2</sub> αποδίδει αέριο μείγμα που περιέχει 12% mol NH<sub>3</sub>. Το μείγμα ψύχεται στους 30 °C υπό πίεση 250 atm. Να βρεθεί το ποσοστό της αμμωνίας που υγροποιείται σε αυτές τις συνθήκες. Στους 30 °C η τάση ατμών της υγρής αμμωνίας είναι 11.5 atm και η πυκνότητά της 0.595 g cm<sup>-3</sup>.

Εάν είχαμε 100 mol αρχικό αέριο μείγμα, τότε 12 mol είναι NH<sub>3</sub>(g).

Μετά την εφαρμογή της πίεσης και τη ψύξη, έστω ότι υγροποιούνται  $n$  moles.



$$y_{NH_3} = \frac{12 - n}{100 - n}$$

N. Dalton:

$$p'_{NH_3} = p_{ολ} y_{NH_3}$$

### Άσκηση Φ13 (συν)

Η καταλυτική σύνθεση της αμμωνίας στους 30 °C από N<sub>2</sub> και H<sub>2</sub> αποδίδει αέριο μείγμα που περιέχει 12% mol NH<sub>3</sub>. Το μείγμα ψύχεται στους 30 °C υπό πίεση 250 atm. Να βρεθεί το ποσοστό της αμμωνίας που υγροποιείται σε αυτές τις συνθήκες. Στους 30 °C η τάση ατμών της υγρής αμμωνίας είναι 11.5 atm και η πυκνότητά της 0.595 g cm<sup>-3</sup>.

Εάν είχαμε 100 mol αρχικό αέριο μείγμα, τότε 12 mol είναι NH<sub>3</sub>(g).

Μετά την εφαρμογή της πίεσης και τη ψύξη, έστω ότι υγροποιούνται  $n$  moles.

→  $y_{NH_3} = \frac{12 - n}{100 - n}$

N. Dalton:  $p'_{NH_3} = p_{ολ} y_{NH_3}$

→  $p_{NH_3}^* = 11.5 \text{ atm}$   
 $p_{ολ} = 250 \text{ atm}$

### Άσκηση Φ13 (συν)

Η καταλυτική σύνθεση της αμμωνίας στους 30 °C από N<sub>2</sub> και H<sub>2</sub> αποδίδει αέριο μείγμα που περιέχει 12% mol NH<sub>3</sub>. Το μείγμα ψύχεται στους 30 °C υπό πίεση 250 atm. Να βρεθεί το ποσοστό της αμμωνίας που υγροποιείται σε αυτές τις συνθήκες. Στους 30 °C η τάση ατμών της υγρής αμμωνίας είναι 11.5 atm και η πυκνότητά της 0.595 g cm<sup>-3</sup>.

Εάν είχαμε 100 mol αρχικό αέριο μείγμα, τότε 12 mol είναι NH<sub>3</sub>(g).

Μετά την εφαρμογή της πίεσης και τη ψύξη, έστω ότι υγροποιούνται  $n$  moles.

→  $y_{NH_3} = \frac{12 - n}{100 - n}$       N. Dalton:  $p'_{NH_3} = p_{ολ} y_{NH_3}$        $\begin{matrix} p^*_{NH_3} = 15.13 \text{ atm} \\ p_{ολ} = 250 \text{ atm} \end{matrix}$  →  $y_{NH_3} = \frac{15.13 \text{ atm}}{250 \text{ atm}} = 6.05 \times 10^{-3}$

### Άσκηση Φ13 (συν)

Η καταλυτική σύνθεση της αμμωνίας στους 30 °C από N<sub>2</sub> και H<sub>2</sub> αποδίδει αέριο μείγμα που περιέχει 12% mol NH<sub>3</sub>. Το μείγμα ψύχεται στους 30 °C υπό πίεση 250 atm. Να βρεθεί το ποσοστό της αμμωνίας που υγροποιείται σε αυτές τις συνθήκες. Στους 30 °C η τάση ατμών της υγρής αμμωνίας είναι 11.5 atm και η πυκνότητά της 0.595 g cm<sup>-3</sup>.

Εάν είχαμε 100 mol αρχικό αέριο μείγμα, τότε 12 mol είναι NH<sub>3</sub>(g).

Μετά την εφαρμογή της πίεσης και τη ψύξη, έστω ότι υγροποιούνται  $n$  moles.

$$\begin{aligned} \rightarrow y_{NH_3} &= \frac{12 - n}{100 - n} & p'_{NH_3} &= p_{ολ} y_{NH_3} & \rightarrow y_{NH_3} &= \frac{15.13 \text{ atm}}{250 \text{ atm}} = 6.05 \times 10^{-3} \\ & & & & & \rightarrow y_{NH_3} &= \frac{12 - n}{100 - n} = 6.05 \times 10^{-3} \Rightarrow n = 6.33 \text{ mol} \end{aligned}$$

Αρα, το ποσοστό υγροποίησης είναι:  $\frac{6.33}{12} \times 100 = 52.75\%$