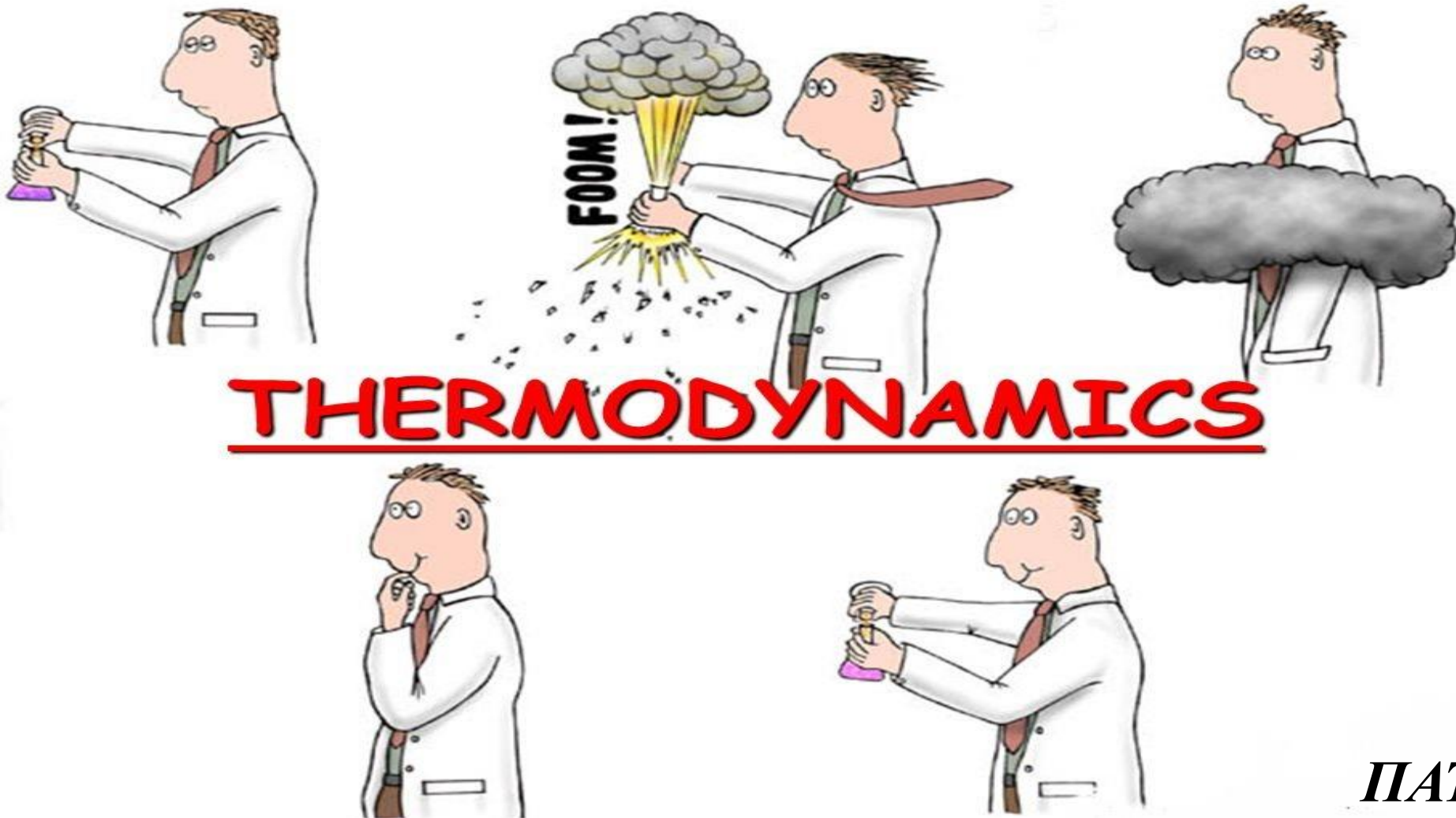


ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ 6 ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ Ι



ΠΑΤΡΑ 12/1/2026

ΑΣΚΗΣΗ 1

Η θερμότητα εξάτμισης του νερού είναι $560 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1}$. Υπολογίστε την τάση ατμών του νερού στους 40°C .

ΑΣΚΗΣΗ 1

Η θερμότητα εξάτμισης του νερού είναι $560 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1}$. Υπολογίστε την τάση ατμών του νερού στους 40°C .

Εξίσωση Clausius-Clapeyron:

$$\frac{dp}{dT} = \frac{L}{T\Delta v} \quad (1)$$

L : Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης ή ενθαλπία εξαερώσεως

Όταν η μία από τις δύο φάσεις είναι αέρια, δηλαδή έχουμε υγρό-αέριο ή στερεό-αέριο έχουμε:

$$\Delta v \approx v_g \quad (2)$$

Έστω ότι το αέριο είναι ιδανικό:

$$v_g = \frac{RT}{p} \quad (3)$$

$$(1), (2), (3) \Rightarrow \frac{dp}{dT} = \frac{Lp}{RT^2} \Rightarrow \frac{dp}{p} = \frac{L}{RT^2} dT \Rightarrow$$

$$\frac{d \ln p}{dT} = \frac{L}{RT^2}$$

$$\left. \begin{array}{l} L = 560 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \\ M_{r_{\text{H}_2\text{O}}} = 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \end{array} \right\}$$

$$L = 560 \frac{\text{cal}}{\text{g}} * 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 10080 \frac{\text{cal}}{\text{mol}}$$

ΑΣΚΗΣΗ 1

$$\frac{d \ln p}{dT} = \frac{L}{RT^2} \Rightarrow \int_{p_1}^{p_2} d \ln p = \int_{T_1}^{T_2} \frac{L}{RT^2} dT \Rightarrow$$

$$\ln \left(\frac{p_2}{p_1} \right) = -\frac{L}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) = -\frac{10080 \frac{\text{cal}}{\text{mol}}}{1.987 \frac{\text{cal} * L}{\text{mol} * K}} \left(\frac{1}{313K} - \frac{1}{373K} \right) \Rightarrow \boxed{\frac{p_2}{p_1} = 0.074 \text{ atm}}$$

Άρα: $p_1 = 0.074 \text{ atm}$
(για $T_1 = 373 \text{ K}$: έχω $p_1 = 1 \text{ atm}$)

ΑΣΚΗΣΗ 2

Από τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα που αφορούν το freon-11, υπολογίστε τη λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης του στους 32.78 °C.

Υπόδειξη: Θέστε $\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta p}{\Delta T}$ και θεωρείστε ότι για το μικρό θερμοκρασιακό διάστημα η τάση ατμών είναι γραμμική ως προς T.

T, °C	Τάση ατμών $10^3 \cdot p$, Pa	$v(g)$, $m^3 kg^{-1}$	$v(l)$, $m^3 kg^{-1}$
32.22	135048	0.1304	0.0007
32.78	137551	0.1282	0.0007
33.33	140089	0.1260	0.0007

ΑΣΚΗΣΗ 2

Για μετασχηματισμό $(l) \rightarrow (g)$ η εξίσωση Clausius-Clapeyron είναι:

$$\frac{dp}{dT} = \frac{L}{T\Delta v} \Rightarrow L = (T\Delta v) \frac{dp}{dT} \quad (1)$$

Από τον πίνακα για $T = 32.78^\circ\text{C}$ (305.78K) προκύπτει: $\Delta v = v_g - v_l = (0.1282 - 0.0007) \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \Rightarrow \Delta v = 0.1275 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \quad (2)$

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta p}{\Delta T} = \frac{(140089 - 135048) 10^{-3} \text{Pa}}{(33.33 - 32.22) \text{K}} \Rightarrow \frac{dp}{dT} = 4.541 \frac{\text{Pa}}{\text{K}} \quad (3)$$

$$L = 305.78 \text{K} * 0.1275 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} * 4.541 \frac{\text{Pa}}{\text{K}} \Rightarrow L = 177.040 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Ασκηση 3: Υπολογίστε τη θερμότητα εξαέρωσης του νερού στους 60°C από τις ακόλουθες μετρήσεις της τάσης ατμών του σε διάφορες θερμοκρασίες:

$\theta/^{\circ}\text{C}$	20	40	60	80	100
$P(\text{H}_2\text{O})/\text{mmHg}$	17.535	55.324	149.38	355.1	760.0

Ασκηση 3: Υπολογίστε τη θερμότητα εξαέρωσης του νερού στους 60°C από τις ακόλουθες μετρήσεις της τάσης ατμών του σε διάφορες θερμοκρασίες:

$\theta/^{\circ}\text{C}$	20	40	60	80	100
$P(\text{H}_2\text{O})/\text{mmHg}$	17.535	55.324	149.38	355.1	760.0

Λύση:

$$\frac{d \ln p}{dT} = \frac{\Delta h_{\text{εξατμ}}}{RT^2} \Rightarrow \frac{dR \ln p}{d\left(\frac{1}{T}\right)} = -\Delta h_{\text{εξατμ}}$$

Η θερμότητα εξαέρωσης θα βρεθεί από την κλίση διαγράμματος $R \ln p$ ως προς $1/T$

$R \ln p$ cal mol ⁻¹ K ⁻¹	-7.49	-5.21	-3.23	-1.51	0
$1/T, 10^{-3} \text{ K}^{-1}$	3.41	3.19	3.00	2.83	2.68

Τα δεδομένα αυτά καταχωρούνται στο ακόλουθο διάγραμμα:

Διότι:

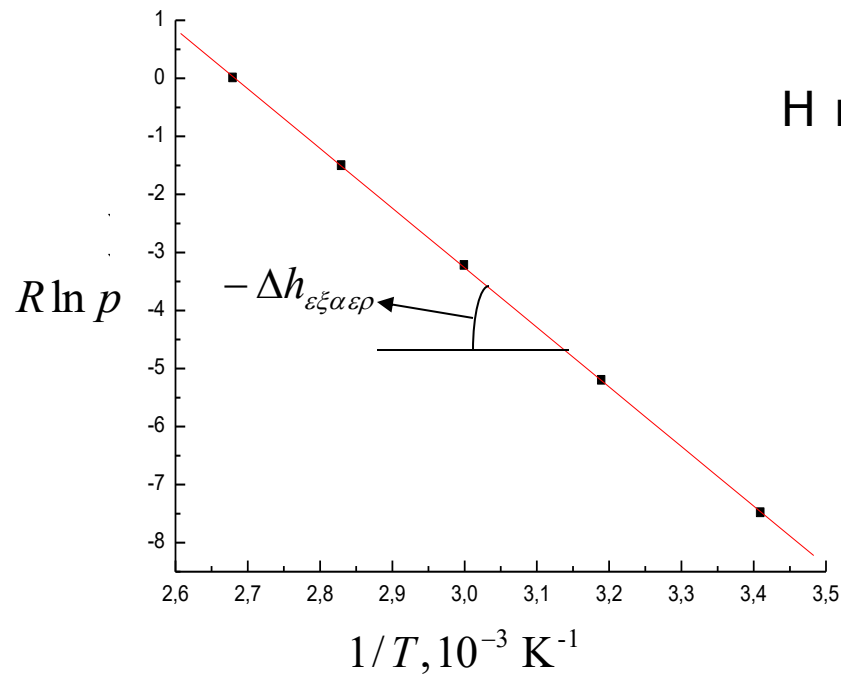
$$\ln p \propto \frac{1}{T}$$

$$-\frac{\Delta H}{R}$$

$$R \ln p \propto \frac{1}{T}$$

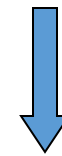
$$-\Delta H$$

$$p = \frac{760 \text{ mmHg}}{760 \text{ mmHg}} = 1$$



Η κλίση της ευθείας είναι $-10300 \text{ cal mol}^{-1}$

άρα $\Delta h_{\epsilon\xi\alpha\epsilon\rho} = 10300 \text{ cal mol}^{-1}$



Αναφέρεται στους 60°C
που είναι το μέσο του
διαστήματος $20-100^\circ\text{C}$

$\text{H}_2\text{O}.$

Στους 0°C : $\Delta H_{\epsilon\zeta} \sim 45300 \text{ J mol}^{-1}$

60°C : $\Delta H_{\epsilon\zeta} \sim 43100 \text{ J mol}^{-1}$

100°C : $\Delta H_{\epsilon\zeta} \sim 41400 \text{ J mol}^{-1}$