



ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ
Περιβαλλοντική Θερμοδυναμική

ΔΙΔΑΣΚΟΥΣΑ: Παρασκευή Παναγιωτοπούλου



1^η ΟΜΑΔΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

Προθεσμία υποβολής : 14:00, 19 Μαρτίου, 2020

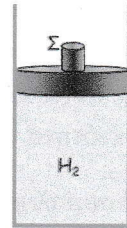
Ονοματεπώνυμο:	Πανίος Αγγελος
Αριθμός μητρώου:	2018050055

Απαντήστε τις ερωτήσεις χειρόγραφα στο χώρο που σας δίδεται ή στην πίσω πλευρά της κάθε σελίδας. Ψάξτε στο βιβλίο και στο e-Class [MHPER257] για δεδομένα που πιθανόν να λείπουν από τις ερωτήσεις. Προσοχή στις (σωστές) μονάδες. Όλες οι ερωτήσεις είναι ισοδύναμες, με 10 μονάδες για τη σωστή απάντηση, ενώ μη πλήρεις απαντήσεις θα παίρνουν ανάλογα λιγότερες μονάδες. Παρακαλώ να φέρετε τις απαντήσεις στο γραφείο μου μέχρι την ώρα που λήγει η προθεσμία υποβολής. **Εκπρόθεσμες υποβολές δεν μπορούν να γίνουν δεκτές.** Η βαθμολογία των ασκήσεων θα συνεισφέρει στον τελικό βαθμό του μαθήματος μόνο θετικά με 10%. Η παράμετρος «A1» στις ασκήσεις αντιστοιχεί στο **άθροισμα που δίνουν τα δύο τελευταία ψηφία του αριθμού μητρώου σας**, όπως καταγράφεται στην πρώτη σελίδα, και πρέπει να αντικατασταθεί από αυτόν. Π.χ. αν AM=2013050009 τότε A1=9, αν AM=20130500155 τότε A1=10 και αν AM=20130500098 τότε A1=17.

A1=	20
-----	----

Μην ξεχάσετε να γράψετε το όνομα, το επώνυμο και τον αριθμό μητρώου σας. Αναφέρετε σαφώς όλες τις παραδοχές σας. Προσοχή στις σωστές μονάδες!

Σε μια διάταξη εμβόλου-κυλίνδρου περιέχονται $[3.0+0.5 \cdot A1]$ mol αέριο υδρογόνο (H_2). Η βάση του εμβόλου απέχει από τον πυθμένα του κυλίνδρου $[80+A1 \cdot 2]$ cm ενώ η διάμετρος του εμβόλου είναι 40 cm. Η μάζα του σώματος Σ και του εμβόλου είναι συνολικά $[50+A1]$ kg. Η τοπική ατμοσφαιρική πίεση είναι ίση με $[95+A1]$ kPa, και η επιτάχυνση της βαρύτητας 9.80 m/s^2 . Να υπολογιστούν: (α) ο όγκος V , (β) η μάζα m (γ) η πυκνότητα ρ , και (δ) ο ειδικός όγκος του υδρογόνου v . Επίσης (ε) αν, σε κατάσταση ισορροπίας του εμβόλου, η απόσταση βάση εμβόλου-πυθμένα υποδιπλασιαστεί ποιες θα είναι οι νέες τιμές της πίεσης του αερίου και της πυκνότητάς του. Δίνεται το ατομικό βάρος του υδρογόνου $A_r=1$.



Να συμπληρωθούν για το $A1 = \dots$ σας:

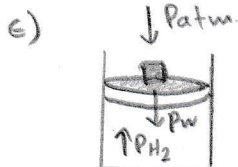
Μάζα υδρογόνου	$[3.0+0.5 \cdot A1] \text{ mol} = 8 \text{ mol}$
Υψος αερίου στον κύλινδρο	$[80+A1 \cdot 2] \text{ cm} = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$
Μάζα σώματος Σ και εμβόλου	$[50+A1] \text{ kg} = 60 \text{ kg}$
Τοπική ατμοσφαιρική πίεση	$[95+A1] \text{ kPa} = 105 \text{ kPa}$

α) $V = A \cdot h = \pi \cdot 0.2^2 \cdot 1 = 0.125 \text{ m}^3$

β) $n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow 8 \text{ mol} = \frac{m}{2 \text{ g/mol}} \Rightarrow m = 16 \text{ g}$

γ) $\rho = \frac{m}{V} = \frac{0.016 \text{ kg}}{0.125 \text{ m}^3} = 0.128 \text{ kg/m}^3$

δ) $v = \frac{V}{m} = \frac{0.125 \text{ m}^3}{0.016 \text{ kg}} = 7.8125 \text{ m}^3/\text{kg} (= \frac{1}{\rho})$



→ Σταθερή θερμοκρασία, η μάζα δεν μεταβάλλεται
→ Υπόθεση ιδανικών αερίων
→ $P_1 V_1 = P_2 V_2$

Για την P_1 : Ισορροπία συν αερίων κατάστασης

$P_{atm} + P_{emb} = P_{gas} \Rightarrow 105 \text{ kPa} + \frac{60 \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ m/s}^2}{0.125 \text{ m}^2} = P_1 = 105 + 4.7 = 109.7 \text{ kPa}$

β) $\Rightarrow P_2 = 109.7 \cdot \frac{A_1}{A_2} = 218.4 \text{ kPa}$ (με $\frac{A_1}{A_2} = \frac{1}{2}$)

$\rho_2 = 2\rho_1 = 2 \cdot 0.128 = 0.256 \text{ kg/m}^3$, γιατί $\rho_2 = \frac{m}{\frac{V}{2}} = 2\rho_1$



Ένα δείγμα $[10.0+0.10 \cdot A1]$ g στερεού τοποθετείται σε ένα δοχείο χωρητικότητας $[30.0+A1]$ mL. Το δοχείο το γεμίζουμε με ένα ομοιογενές διάλυμα δύο ιδανικά αναμειγμένων υγρών A και B, σε αναλογία όγκων $V_A/V_B=3/1$. Η μάζα του υγρού B είναι 5 g. Τα υγρά A και B έχουν σχετική πυκνότητα 1.2 και 0.8 αντίστοιχα. Το περιεχόμενο του δοχείου έχει μάζα $[25.0+0.50 \cdot A1]$ g. Να υπολογιστεί η πυκνότητα του στερεού. Θεωρήστε ότι η πυκνότητα του νερού είναι 1000 kg/m^3 .

Να συμπληρωθούν για το A1 = ... σας:

• Μάζα στερεού	$m_{\text{στ.}} = [10.0+0.1 \cdot A1] \text{ g} = 11 \text{ g}$
• Χωρητικότητα δοχείου	$V_{\text{tot}} = [30.0+A1] \text{ mL} = 40 \text{ mL}$
• Μάζα στερεού και υγρών A & B	$m_{\text{tot.}} = [25.0+0.50 \cdot A1] \text{ g} = 30 \text{ g}$

$$\frac{V_A}{V_B} = 3 \Rightarrow V_A = 3V_B$$

$$\rho_A = 1.2 \Rightarrow \rho_A = 1.2 \cdot \rho_w = 1200 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_B = 0.8 \Rightarrow \rho_B = 0.8 \cdot \rho_w = 800 \text{ kg/m}^3$$

Πυκνότητα μίγματος $\rightarrow \rho_{AB} = \frac{m_{AB}}{V_{AB}} \quad (1), \quad m_{AB} = \rho_A V_A + \rho_B V_B = 1200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3V_B \text{ mL} + V_B \text{ mL} \cdot 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$$\Rightarrow m_{AB} = 4400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot V_B (\text{mL}) \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow \rho_{AB} = \frac{4400 (\text{kg/m}^3) \cdot V_B (\text{mL})}{4V_B (\text{mL})}$$

$$\Rightarrow \rho_{AB} = 1100 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{και } V_{AB} = V_A + V_B = 4V_B$$

$$m_{AB} = 30 \text{ g} - 11 \text{ g} = 19 \text{ g}$$

$$\rho_{AB} = \frac{m_{AB}}{V_{AB}} \Rightarrow V_{AB} = \frac{19 \text{ g}}{1100 \text{ kg/m}^3} = \frac{0.019 \text{ m}^3}{1100} = 17.27 \text{ mL}$$

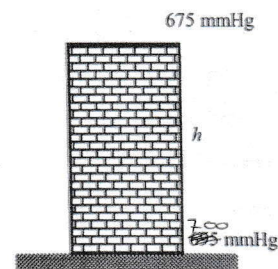
$$V_{\text{total}} = V_{AB} + V_{\text{solid}} \Rightarrow V_{\text{solid}} = 40 - 17.27 = 22.73 \text{ mL}$$

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} = \frac{11 \text{ g}}{22.73 \text{ mL}} = 0.48 \text{ kg/L} = 0.48 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$



Το απλό βαρόμετρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση του ύψους ενός κτιρίου. Εάν οι βαρομετρικές ενδείξεις στην κορυφή και τη βάση του κτιρίου είναι 675 mmHg και $[695+0.5 \cdot A1]$ mmHg, αντίστοιχα, να προσδιορίσετε το ύψος του κτιρίου. Θεωρείστε ότι η πυκνότητα του αέρα είναι ίση με 1.18 kg/m^3 και του υδραργύρου ίση με $[13600-100 \cdot A1] \text{ kg/m}^3$.

Να συμπληρωθούν για το $A1=1.2$ σας:



▪ Η βαρομετρική ένδειξη του υδραργύρου στη βάση του κτιρίου	$[695+0.5 \cdot A1] \text{ mmHg} = 700 \text{ mmHg}$
▪ Η πυκνότητα του υδραργύρου	$[13600-100 \cdot A1] \text{ kg/m}^3 = 12600 \text{ kg/m}^3$

$$P = \rho g h$$

$$P_{Hg \text{ top}} = 12600 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 675 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 83349 \text{ Pa} \left(\frac{\text{kg}}{\text{s}^2 \text{ m}} \right)$$

$$P_{Hg \text{ bott.}} = 12600 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 700 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 86436 \text{ Pa}$$

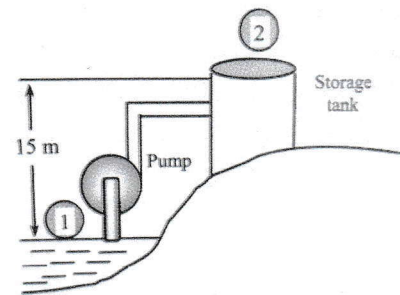
$$\text{Ισχύει: } P_{\text{top}} + \rho_{\text{air}} \cdot g \cdot h = P_{\text{bott.}} \Rightarrow 86436 = 83349 + 1.18 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot h (\text{m})$$

$$\Rightarrow h = 266.9 \approx 267 \text{ m}$$



apant!s

Νερό αντλείται από μία λίμνη σε μια δεξαμενή αποθήκευσης τοποθετημένη 15 m υψηλότερα με ρυθμό άντλησης $[70+0.2 \cdot A1]$ L/h καταναλώνοντας $[15.4+0.1 \cdot A1]$ W ηλεκτρικής ισχύος. Παραβλέποντας τις όποιες απώλειες λόγω τριβών στους αγωγούς και οποιαδήποτε μεταβολή στην κινητική ενέργεια, να υπολογίσετε τη συνολική απόδοση της μονάδας αντλίας-κινητήρα.



Θεωρείστε ότι η πυκνότητα του νερού είναι 1000 kg/m^3 και η επιτάχυνση της βαρύτητας ίση με 9.81 m/s^2 .

Να συμπληρωθεί για το $A1=10$ σας:

▪ Ο ρυθμός άντλησης νερού	$[70+0.2 \cdot A1] \text{ L/h} = 72 \text{ L/h}$
▪ Η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνεται	$[15.4+0.1 \cdot A1] \text{ W} = 16.4 \text{ W}$

$$\frac{dW}{dt} = P_{\text{pump}} = \frac{dK}{dt} + \frac{dU}{dt} = \frac{dm \cdot gh}{dt} \quad \frac{P = \frac{W}{t}}{W = eV} \quad \frac{dV}{dt} \cdot egh = \pi egh$$

$$\Rightarrow \frac{dW}{dt} = P_{\text{pump}} = \frac{72 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{3600 \text{ s}} \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 15 \text{ m} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2.94 \text{ W} \quad (1 \text{ W} = \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^3})$$

$$\eta \% = \frac{\text{παραγόμενη}}{\text{καταναλωμένη}} \cdot 100\% = \frac{2.94 \text{ W}}{16.4 \text{ W}} \cdot 100\% = 17.8\%$$



Μια γεωθερμική αντλία ανακυκλοφορεί άλμη πυκνότητας $[2000+10 \cdot A1]$ kg/m^3 με παροχή $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$ σε βάθος $[150+4 \cdot A1]\text{m}$. Αν η απόδοση της αντλίας είναι $[70+A1]\%$, ποια θα πρέπει να είναι η ισχύς της; Να θεωρήσετε την πίεση στο βάθος που σας δίνεται ίση με την ατμοσφαιρική και τις απώλειες ενέργειας αμελητέες.

Να συμπληρωθούν για το $A1=10$ σας:

▪ Πυκνότητα άλμης	$[2000+10 \cdot A1] \text{ kg/m}^3 = 2100 \text{ kg/m}^3$
▪ Βάθος	$[150+4 \cdot A1]\text{m} = 190 \text{ m}$
▪ Απόδοση αντλίας	$[70+A1]\% = 80\%$

$$\eta = \frac{\text{αποτέλεσμα}}{\text{απαιτούμενη είσοδος}} = \frac{x}{\text{ισχύς}} = 0.8 \quad (1)$$

$$x = \frac{dW}{dt} = \rho g h = 0.4 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 2100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 190 \text{ m} = 1565 \text{ kW}$$

$$\Rightarrow \text{ισχύς} : \frac{1565}{0.8} = 1956 \text{ kW}$$

Άσκηση 6

/10

Σε μια διάταξη κυλίνδρου-εμβόλου περιέχονται $[0.60+0.01 \cdot A1]$ kg υδρατμού θερμοκρασίας 200°C και πίεσης 0.5 MPa . Ο ατμός ψύχεται υπό σταθερή πίεση μέχρι να συμπυκνωθεί το ήμισυ της μάζας του.

(α) Να υπολογίσετε την τελική θερμοκρασία

(β) Να υπολογίσετε τη μεταβολή του όγκου κατά τη διάρκεια της διεργασίας

(γ) Να δείξετε τη διεργασία σε διάγραμμα T-v σε σχέση με τις γραμμές κορεσμού

Να συμπληρωθούν για το **A1=1.0...** σας:

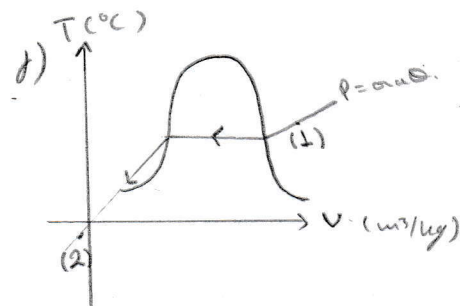
■ Η μάζα του ατμού στην αρχική κατάσταση

$[0.60+0.01 \cdot A1]\text{ kg} = 0.7\text{ kg}$

a) $P = \text{σταθ}$
 $P = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{P}$
 $V_2 = \frac{\frac{m}{2}}{P} = \frac{V_1}{2}$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{P_1 V_1}{T_1} &= \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{V_2 T_1}{V_1} = \frac{\frac{V_1}{2} T_1}{V_1} = \frac{T_1}{2} = \frac{200 + 273}{2} \text{ K} \\ &= 236.5 \text{ K} = -36.5^\circ\text{C} \end{aligned} \right.$$

b) $T = 200^\circ\text{C}$ $\xrightarrow{\text{ΠAG}}$ $P_{\text{sat @ } 200^\circ\text{C}} = 1.55 \text{ MPa} > P \Rightarrow \text{υπερθερμός ατμός}$
 $\text{AG} \rightarrow V_{\text{Aex}} = 0.4249 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \xrightarrow{v = V/m} V_{\text{Aex}} = 0.29743 \text{ m}^3$
 $V_{\text{TE}} = \frac{V_{\text{Aex}}}{2} = \Delta V = 0.148715 \text{ m}^3 \approx 149 \text{ L}$



Σε μια διάταξη κυλίνδρου εμβόλου χωρητικότητας 2 m^3 περιέχεται ψυκτικό R-134a αρχικά σε θερμοκρασία $[20.1+A1/2]^\circ\text{C}$ και πίεση 400 kPa. (α) Σε τι κατάσταση βρίσκεται το ψυκτικό; (β) Ποια είναι η μάζα του; (γ) Να υπολογιστεί η εσωτερική ενέργεια του ψυκτικού στην αρχική κατάσταση. Στη συνέχεια το ψυκτικό R-134a ψύχεται αργά ώστε να μετατραπεί σε κορεσμένο υγρό. Ποια είναι η τελική τιμή (δ) της θερμοκρασίας και (ε) της εσωτερικής ενέργειας του ψυκτικού. (στ) Να δείξετε τη διεργασία ψύξης σε διάγραμμα T-v σε σχέση με τις γραμμές κορεσμού.

Να συμπληρωθεί για το $A1=10$ σας:

■ Αρχική θερμοκρασία $[20.1+A1/2]^\circ\text{C} = 25.1^\circ\text{C}$

a) $p = 400 \text{ kPa} = 0.4 \text{ MPa} \xrightarrow{\text{ΠΑΙ2}} T_{\text{sat}} = 8.93^\circ\text{C} < T \Rightarrow \text{υπερθερμός ατμός ψυκτικού}$

b) $p = 0.4 \text{ MPa}$
 $T = 25.1^\circ\text{C} \left\{ \begin{array}{l} \text{ΠΑΙ3} \\ \text{Παρεμβολή μεταξύ } T = 20^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C} \end{array} \right.$

	$T (^\circ\text{C})$	$v (\text{m}^3/\text{kg})$
top	20	0.05397
	25.1	v
bottom	30	0.05662

$$\frac{v - v_{\text{top}}}{v_{\text{bottom}} - v_{\text{top}}} = \frac{T - T_{\text{top}}}{T_{\text{bottom}} - T_{\text{top}}}$$

$$\Rightarrow \frac{v - 0.05397}{0.05662 - 0.05397} = \frac{25.1 - 20}{30 - 20} \Rightarrow v = 0.0553215 \text{ kg/m}^3$$

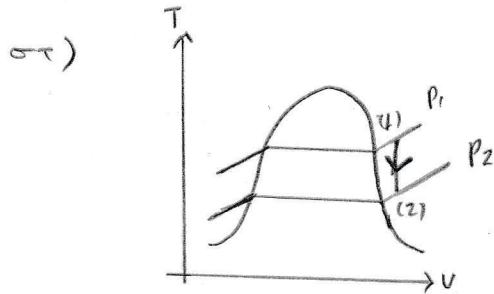
$$V = \frac{v}{m} \Rightarrow m = \frac{V}{v} = \frac{2 \text{ m}^3}{0.0553215 \text{ kg/m}^3} \Rightarrow m = 36.15 \text{ kg}$$

δ) $p = 0.4 \text{ MPa} \xrightarrow{\text{ΠΑΙ3}} \frac{5.1}{10} = \frac{u - 241.37}{249.89 - 241.37} \Rightarrow u = 245.71 \text{ kJ/kg}$

ε) $T = 8.93^\circ\text{C} \xrightarrow{\text{ΠΑΙ1}} \text{Παρεμβολή μεταξύ } 8^\circ\text{C} - 12^\circ\text{C} \text{ για } u$

$$\frac{8.93 - 8}{12 - 8} = \frac{u - 60.43}{65.83 - 60.43} \Rightarrow u = 61.68 \text{ kJ/kg}$$

$U = u \cdot m = 61.68 \cdot 36.15 = 2229.73 \text{ kJ}$



apantits

Μια διάταξη κυλίνδρου-εμβόλου περιέχει αρχικά $[1.4 + 0.1 \cdot A1]$ kg κορεσμένου υγρού νερού σε θερμοκρασία 200°C . Στη συνέχεια μεταφέρεται θερμότητα στο νερό, ενώ παράλληλα μεταβάλλεται η πίεση που ασκείται στο έμβολο, μέχρι ο όγκος του νερού να τετραπλασιαστεί και ο κύλινδρος να περιέχει μόνο κορεσμένους υδρατμούς. Να προσδιορίσετε (α) τον όγκο (σε m^3) του αερίου στην αρχική και τελική κατάσταση, (β) την τελική θερμοκρασία και πίεση, και (γ) τη μεταβολή στην εσωτερική ενέργεια.

Να συμπληρωθούν για το $A1 = \dots$ σας:

▪ Μάζα κορεσμένου υδρατμού	$[1.4 + 0.1 \cdot A1] \text{ kg} = 2,4 \text{ kg}$
----------------------------	--

α) $T = 200^\circ\text{C} \xrightarrow{\text{ΠΑ4}} v_f = 0,001157 \text{ m}^3/\text{kg}$

$V_1 = v_f \cdot m = 0,001157 \cdot 2,4 = 0,002777 \text{ m}^3$

$V_2 = 4V_1 = 0,01111 \text{ m}^3$

β) $v_2 = \frac{V_2}{m_g (=m_f)} = \frac{0,01111}{2,4} = 0,004625 \text{ m}^3/\text{kg}$

Υάνω παρεμβολή στον Α4 για να βρω T , τότε $370^\circ\text{C} - 373,95^\circ\text{C}$

$\frac{0,004625 - 0,004925}{0,003106 - 0,004925} = \frac{T_2 - 370}{373,95 - 370} \Rightarrow T_2 = 370,65^\circ\text{C}$

$\frac{370,65 - 370}{373,95 - 370} = \frac{p - 21,03}{22,064 - 21,03} \Rightarrow p = 21,20 \text{ MPa}$

γ) Κατ.1 $T = 200^\circ\text{C} \xrightarrow{\text{ΠΑ4}} u (=u_f) = 850,65 \text{ kJ/kg}$

Κατ.2 $T = 370,65^\circ\text{C} \xrightarrow{\text{ΠΑ4}} \text{παρεμβολή} \rightarrow \frac{370,65 - 370}{373,95 - 370} = \frac{u_g - 2228,5}{2015,7 - 2228,5}$
 $\Rightarrow u_g = 2193,48 \text{ kJ/kg}$

$\Delta u = m \Delta u = 1342,83 \cdot 2,4$
 $= 3222,8 \text{ kJ}$

$\Delta u = 1342,83 \text{ kJ/kg}$

Αζωτο σε πίεση $[1.7 \text{ MPa} + 0.001 \cdot A1] \text{ MPa}$ και θερμοκρασία 202 K θερμαίνεται υπό σταθερή πίεση μέχρι ο όγκος του να αυξηθεί κατά 20% . Να προσδιορίσετε την τελική του θερμοκρασία, χρησιμοποιώντας (α) την καταστατική εξίσωση ιδανικών αερίων και (β) τον παράγοντα συμπίεσότητας.

Να συμπληρωθούν για το $A1 = 1.0$ σας:

▪ Αρχική πίεση	$[550 + 0.001 \cdot A1] \text{ kPa} = 1.71 \text{ MPa}$
----------------	---

a) $V_2 = 1.2 V_1$

$$\begin{aligned} \text{υαζ. 1: } P_1 V_1 &= R T_1 \\ \text{υαζ. 2: } P_2 V_2 &= R T_2 \end{aligned} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{202} = \frac{1.2 V_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = 1.2 \cdot 202 = 242.4 \text{ K}$$

b) ΠΑΙ για N_2 : $R = 0.2968 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$
 $T_{cr} = 126.2 \text{ K}$ $\rightarrow T_R = \frac{T}{T_{cr}} = \frac{202}{126.2} = 1.6$
 $P_{cr} = 3.39 \text{ MPa}$ $\rightarrow P_R = \frac{P}{P_{cr}} = \frac{1.71}{3.39} = 0.5$
 $V_{cr} = 0.0899 \text{ m}^3/\text{kmol}$

υαζ. 1
 $z = 0.97$
 $U_R = 3.3$
 (από πίνακα)

υαζ. 2

$$\frac{P_1}{P_{cr}} = \frac{P_2}{P_{cr}} \Rightarrow P_{R1} = P_{R2}$$

$$V_2 = 1.2 V_1 \Rightarrow \frac{V_2}{V_{cr}} = 1.2 \frac{V_1}{V_{cr}} \Rightarrow U_{R2} = 1.2 U_{R1} = 1.2 \cdot 3.3 = 3.96$$

$$\left. \begin{aligned} P_R &= 0.5 \\ U_{R2} &= 3.96 \end{aligned} \right\} z_2 = 1, z_2 = \frac{P_2 V_2}{R T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{P_2 V_2}{z_2 R} \quad (1)$$

$$V_2 = U_{R2} \cdot \frac{R T_{cr}}{P_{cr}} \xrightarrow{(1)} T_2 = \frac{P_2 U_{R2} T_{cr}}{P_{cr} \cdot z_2} = \frac{1.71 \text{ MPa} \cdot 3.96 \cdot 126.2 \text{ K}}{3.39 \text{ MPa} \cdot 1} \Rightarrow T_2 = 252 \text{ K}$$

Αιθάνιο εντός άκαμπτου δοχείου πρόκειται να θερμανθεί από τις αρχικές συνθήκες 360 kPa και 30°C μέχρι η θερμοκρασία του να ανέλθει σε $[80+A1]^{\circ}\text{C}$. Να προσδιορίσετε την τελική του πίεση, χρησιμοποιώντας την καταστατική εξίσωση ιδανικών αερίων και τον παράγοντα συμπιεστότητας.

Να συμπληρωθεί για το $A1=10$ σας:

Τελική Θερμοκρασία	$[80+A1]^{\circ}\text{C} = 90^{\circ}\text{C}$
--------------------	--

$$a) V = \text{const} \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{(90+273) \text{ K} (360 \text{ kPa})}{(30+273) \text{ K}} = 431 \text{ kPa}$$

$$b) \text{ ΠΑΙ για αιθάνιο} \rightarrow \begin{aligned} P_{cr} &= 4,48 \text{ MPa} \\ T_{cr} &= 305,5 \text{ K} \\ V_{cr} &= 0,148 \text{ m}^3/\text{kmol} \\ R &= 0,2765 \text{ kJ/kg K} \end{aligned}$$

Λατ.1

$$\left. \begin{aligned} P_{R1} &= \frac{9,36}{4,48} = 2,08 \\ T_{R1} &= \frac{303}{305,5} = 0,99 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} Z_1 &= 0,97 \\ V_R &= 12 \end{aligned}$$

Λατ.2

$$\left. \begin{aligned} T_{R2} &= \frac{363}{305,5} = 1,18 \\ V_1 &= \text{const} \Rightarrow V_{R2} = V_{R1} = 12 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} Z &= 0,98 = \frac{P_2 V_2}{R T_2} \\ \Rightarrow P_2 &= \frac{Z_2 R T_2}{V_2} \quad (1) \end{aligned}$$

$$V_2 = V_{R2} \cdot R \frac{T_{cr}}{P_{cr}} = 0,226 \quad (2)$$

$$(1)(2) \Rightarrow P_2 = \frac{0,98 \cdot 0,2765 \text{ kJ/kg K} (90+273) \text{ K}}{0,226} = 435,2 \text{ kPa}$$