



ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ
Περιβαλλοντική Θερμοδυναμική

ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ: 4,38/10

ΔΙΔΑΣΚΟΥΣΑ: Παρασκευή Παναγιωτοπούλου

1^η ΟΜΑΔΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

Προθεσμία υποβολής : 14:00, 31 Μαρτίου, 2022

Ονοματεπώνυμο:	Γιώργος Δεσφράκης
Αριθμός μητρώου:	2016050030

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 «ανεβάσετε» σκαναρισμένες τις απαντήσεις σας σε ένα μόνο pdf στο Eclass 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=	3
-----	---

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

Ένα κυλινδρικό δοχείο διαμέτρου $[20+A1]$ cm και ύψους 40 cm είναι γεμάτο με υγρό A μάζας $[20+A1]$ kg που αντιστοιχεί σε $[200+2 \cdot A1]$ mol A. Να υπολογιστούν (α) το μοριακό βάρος της ουσίας A, (β) η πυκνότητα της ουσίας A, (γ) ο γραμμομοριακός όγκος της ουσίας A, (δ) η σχετική πυκνότητα και το (ε) το ειδικό βάρος της ουσίας A. Δίνονται η πυκνότητα του νερού ίση με 1000 kg/m^3 και η επιτάχυνση της βαρύτητας ίση με 9.81 m/s^2 .

ΠΡΟΣΟΧΗ στις μονάδες!

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

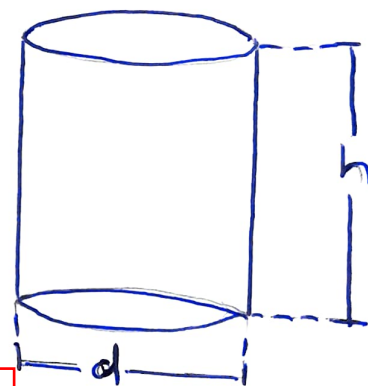
▪ Διάμετρος	$D = [20+A1] \text{ cm} = 23 \text{ cm}$
▪ Μάζα ουσίας A	$m = [20+A1] \text{ kg} = 23 \text{ kg}$
▪ Γραμμομόρια ουσίας A	$n = [200+2 \cdot A1] \text{ mol} = 206 \text{ mol}$

$$\alpha) n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M_{rA} = \frac{m_A}{n_A} = \frac{23 \text{ kg}}{206 \text{ mol}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M_{rA} = 0,11 \text{ kg/mol}$$

Είτε σε kg/kmol είτε σε g/mol. Όχι σε kg/mol!!



$$\beta) \rho_A = \frac{m_A}{V} \quad V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h = \frac{\pi \cdot 0,23^2}{4} \text{ m}^2 \cdot 0,4 \text{ m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = 0,017 \text{ m}^3$$

$$\rho_A = \frac{m_A}{V} = \frac{23 \text{ kg}}{0,017 \text{ m}^3} = 1352,94 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma) \bar{v} = \frac{V}{n_A} = \frac{0,017 \text{ m}^3}{206 \text{ mol}} = 8,25 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol}$$

$$\delta) \quad EB = \frac{\rho_A}{\rho_{H_2O}} = \frac{1352,94}{1000} = 0,1352$$

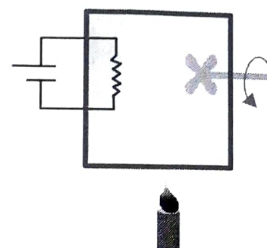
1.352 Πρόσεχε!

$$\Sigma) \quad \gamma_s = \rho_A \cdot g = 1352,94 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma_s = 13272,34 \text{ N/m}^3$$

καλύτερα kN/m³

Αέριο παγιδευμένο σε κλειστό δοχείο υπόκειται σε ενεργειακές αλληλεπιδράσεις που φαίνονται στο σχήμα για $[30+5 \cdot A1]$ δευτερόλεπτα: η ηλεκτρική θερμική αντίσταση λαμβάνει $[0.10+0.10 \cdot A1]$ A από πηγή 120 V, ο αναδευτήρας στρέφεται με 40 rpm όταν στον άξονα εφαρμόζεται ροπή $[5.00+0.20 \cdot A1]$ N·m και $[100+10 \cdot A1]$ J μεταφέρονται στο αέριο από το κερί. Να υπολογιστεί η μεταφορά ενέργειας στο αέριο υπό (α) μορφή έργου, και (β) υπό μορφή θερμότητας. (γ) Ποια μορφή ενέργειας του αερίου θα μεταβληθεί μετά το τέλος της διεργασίας και (δ) κατά πόσο;



Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Χρόνος διεργασίας	$[30+5 \cdot A1] \text{ s} = 45 \text{ s}$
▪ Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	$[0.10+0.10 \cdot A1] \text{ A} = 0,4 \text{ A}$
▪ Ροπή	$[5.00+0.20 \cdot A1] \text{ N} \cdot \text{m} = 5,6 \text{ m}$
▪ Θερμότητα από το κερί	$[100+ 10 \cdot A1] \text{ J} = 130 \text{ J}$

a) $\Delta E_{\text{sys}} = W_{\text{net}}$

$$W_{\text{net}} = W_{\text{mg}} + W_{\text{a3}} \quad \text{①}$$

$$W_{n2} = \int_0^{45} V \cdot I \cdot dt = V \cdot I \cdot t \Big|_0^{45} = 120 \cdot V \cdot 0,4 A \cdot 45 s \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_{\text{на}} = 2160 \text{ Дж}, \text{ а по } A \cdot f = C \text{ кэ } C \cdot V = J$$

$$W_{\text{az}} = \int_0^{45} 2 \cdot \pi \cdot n \cdot T dt = 2\pi \cdot 0,66 \text{ s}^{-1} \cdot 5,6 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot 45 \text{ s} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_{a3} = 1045 \text{ J}$$

$$\textcircled{1} \Rightarrow W_{\text{net}} = W_{H_2} + W_{O_2} = (2160 + 1045) \text{ J} = 3205 \text{ J}$$

3,205 kJ

β) Θερμότητα εισέρχεται στο δοχείο μόνο από το κερύ οπότε:

$$\Delta E_{\text{sys}} = Q_{\text{κερύ}} = 130 \text{ J}$$

γ) Η μορφή ενέργειας που θα μεταβληθεί θα είναι η κινητική λόγω πάωσης του ακαδυστήρα.

. Θα έχει μεταβληθεί η εσωτερική ενέργεια του αερίου

Κατά $\Delta U = 3.35 \text{ kJ}$

Ένα αερόστατο με διάμετρο $[160+A1]$ dm πληρείται με αέριο ήλιο. Η πυκνότητα του αέρα είναι 1.16 kg/m^3 και η πυκνότητα του He είναι ίση με το $1/7$ της πυκνότητας του αέρα. Να υπολογίσετε το μέγιστο βάρος σε kg των ανθρώπων που μπορεί να μεταφέρει το αερόστατο. Να θεωρήσετε αμελητέα το βάρος του καλαθιού και των σχοινιών του αερόστατου.

Να συμπληρωθεί για το $A1=3$ σας:

▪ Η διάμετρος του αερόστατου

$[160+A1] \text{ dm} = 163 \text{ dm}$

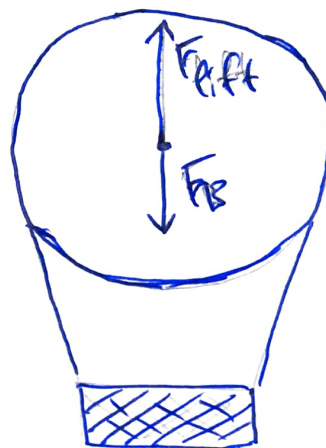
$$d = 16,3 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{He}} = \frac{\rho_{\text{air}}}{7}$$

$$V_{\text{He}} = \frac{\pi \cdot r^3}{3} \cdot 4 = \frac{\pi \cdot 4}{3} \frac{d^3}{8} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{\text{He}} = \frac{\pi \cdot d^3}{6} = \frac{\pi \cdot 16,3^3}{6} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{\text{He}} = 2267,57 \text{ m}^3$$



$$\rho_{\text{He}} = \frac{m_{\text{He}}}{V_{\text{He}}} \Rightarrow m_{\text{He}} = \rho_{\text{He}} \cdot V_{\text{He}} \Rightarrow$$

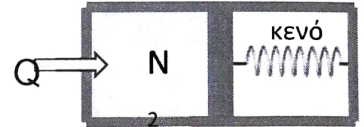
$$\Rightarrow m_{\text{He}} = \frac{\rho_{\text{air}}}{7} \cdot V_{\text{He}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{\text{He}} = \frac{1,16}{7} \cdot 2267,53 \text{ kg} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{\text{He}} = 375,76 \text{ kg}$$

Για να ανυψωθεί το αερόστατο πρέπει το συνολικό βάρος των ανθρώπων να είναι λιγότερο από $375,76 \text{ kg}$.

Θεωρούμε ένα κλειστό κυλινδρικό δοχείο, το οποίο χωρίζεται σε δύο ίσα τμήματα με ένα αβαρές έμβολο, η εγκάρσια διατομή του οποίου είναι $A=0.04 \text{ m}^2$. Το αριστερό τμήμα του δοχείου περιέχει άζωτο σε πίεση $P_1=[150+A1] \text{ kPa}$, ενώ το δεξιό τμήμα περιέχει ένα ελατήριο σε κενό. Η σταθερά του ελατηρίου είναι $k=40 \text{ kN/m}$. Το άζωτο θερμαίνεται με αργό ρυθμό έως ότου η πίεση στο αριστερό τμήμα του δοχείου γίνει ίση με $P_2=[500+A1] \text{ kPa}$. Να υπολογισθεί η μεταβολή του όγκου του αζώτου.



Να συμπληρωθούν για το **A1=3** σας:

▪ Αρχική πίεση αζώτου	$[150+A1] \text{ kPa} = 153 \text{ kPa}$
▪ Τελική πίεση αζώτου	$[500+A1] \text{ kPa} = 503 \text{ kPa}$

$$W_{\Sigma 2} = W_b \Rightarrow$$

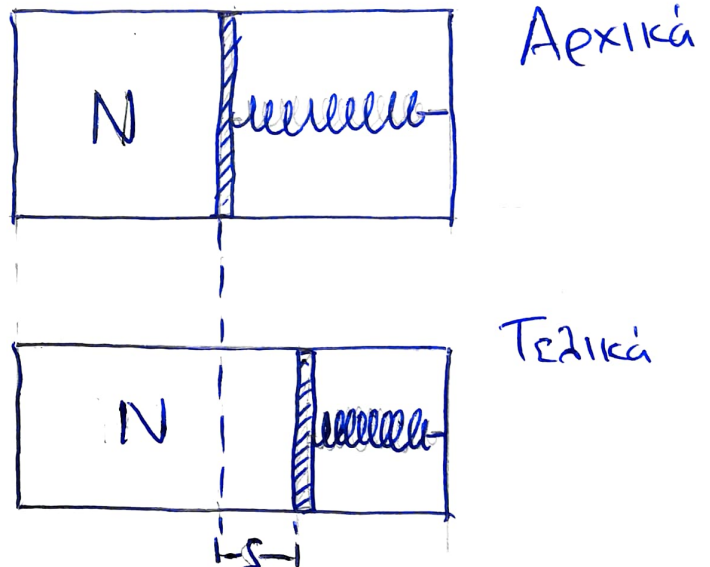
$$\Rightarrow \frac{1}{2} k \cdot s^2 = \frac{(P_1 + P_2) \Delta V}{2} \quad (1)$$

$$\Rightarrow s = \frac{\Delta V}{A}$$

$$(1) \Rightarrow \frac{1}{2} k \cdot \left(\frac{\Delta V}{A} \right)^2 = \frac{(P_1 + P_2) \cdot \Delta V}{2}$$

$$\Rightarrow k \frac{\Delta V^2}{A^2} = (P_{\text{αρχ}} + P_{\text{τελ}}) \Delta V \Rightarrow k \cdot \frac{\Delta V}{A^2} = P_{\text{αρχ}} + P_{\text{τελ}}$$

$$\Rightarrow \Delta V = \frac{(P_{\text{αρχ}} + P_{\text{τελ}}) \cdot A^2}{k} = \frac{(153 + 503) \text{ kPa} \cdot 0,04^2 \text{ m}^4}{40 \frac{\text{kN}}{\text{m}}} \Rightarrow$$



$$\Rightarrow \Delta V = \frac{1,0496 \text{ kPa} \cdot \text{m}^4}{40 \frac{\text{kN}}{\text{m}}} = 0,026 \text{ m}^3$$

$$\left(\frac{\frac{\text{kPa} \cdot \text{m}^4}{1}}{\frac{\text{kN}}{\text{m}}} \right) = \frac{\text{kPa} \cdot \text{m}^5}{\text{kN}} = \left(\frac{\frac{\text{kN} \cdot \text{m}^5}{\text{m}^2}}{\frac{\text{kN}}{1}} \right) = \frac{\text{kN} \cdot \text{m}^3}{\text{kN} \cdot \cancel{\text{m}^2}} = \text{m}^3$$

Μια γεωθερμική αντλία ανακυκλοφορεί άλμη πυκνότητας $[1010+5 \cdot A1]$ kg/m^3 με παροχή $[0.04+0.01 \cdot A1]$ m^3/s σε βάθος 150 m. Αν η ισχύς της αντλίας είναι $[100+20 \cdot A1]$ kW, ποια είναι απόδοση της αντλίας; Να θεωρήσετε την πίεση στο βάθος που σας δίνεται ίση με την ατμοσφαιρική και τις απώλειες ενέργειας αμελητέες. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας ίση με 9.81 m/s^2 .

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

• Πυκνότητα άλμης	$[1010+5 \cdot A1] \text{ kg/m}^3 = 1025 \text{ kg/m}^3$
• Παροχή	$[0.04+0.01 \cdot A1] \text{ m}^3/\text{s} = 0.07 \text{ m}^3/\text{s}$
• Ισχύς αντλίας	$[100+20 \cdot A1] \text{ kW} = 160 \text{ kW}$

Bernoulli ① → ②

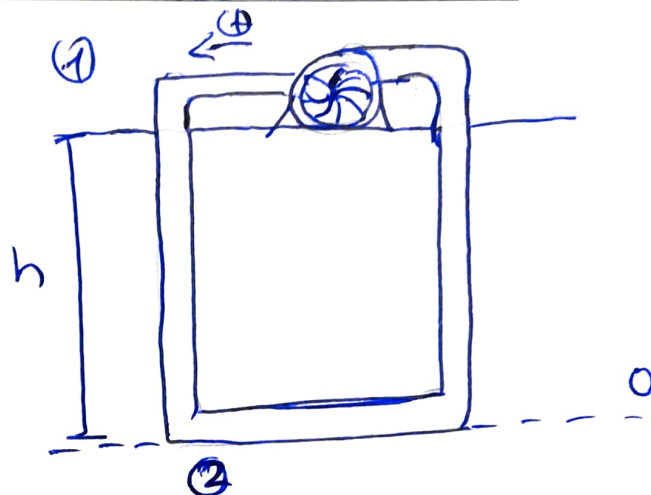
$$h_1 + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_{atm}}{\gamma} = h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_{atm}}{\gamma} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma \cdot h_1 + \cancel{\gamma \cdot \frac{v_1^2}{2g}} + \cancel{\gamma \cdot \frac{P_{atm}}{\gamma}} = \gamma \cdot h_2 + \frac{v_2^2}{2g} \cdot \gamma \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma \cdot h_1 = \frac{v_2^2}{2g} \cdot \gamma \Rightarrow \gamma \cdot h_1 = \frac{v_2^2}{2g} \cdot \rho \cdot g \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_2^2 = \frac{\gamma \cdot h_1 \cdot 2}{\rho} \Rightarrow v_2^2 = v^2 = g \cdot h_1 \cdot 2$$

$$\Rightarrow v^2 = 9.81 \cdot 150 \cdot 2 = 2943 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$



Η Ισχύς της αντλίας είναι ίση με την μεταβολή
της κινητικής ενέργειας της άλμης στη μονάδα του
χρόνου.

$$P_{\text{αντλίας}} = \frac{dK}{dt} = \frac{\frac{dm \cdot v^2}{2}}{dt} = \left(\frac{\frac{\rho \cdot dV \cdot v^2}{2}}{\frac{dt}{1}} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{\text{αντλίας}} = \frac{\rho \cdot dV \cdot v^2}{2 \cdot dt} = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot \frac{dV}{dt} \Rightarrow$$

$$\underbrace{Q = \frac{dV}{dt}}_{\Rightarrow} P_{\text{αντλίας}} = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot Q = \frac{1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2943 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2} \cdot 0,07 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} =$$

$$\Rightarrow P_{\text{αντλίας}} = 105580 \text{ J/s} = 105,580 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} \text{ ή kW}$$

Άρα η απόδοση της αντλίας θα είναι:

$$\eta = \frac{105,580}{160} = 0,659 \text{ ή } 65,9\%$$

Ένα άκαμπτο δοχείο περιέχει αρχικά $[2+0.1 \cdot A1]$ kg κορεσμένου υγρού ψυκτικού R134a σε θερμοκρασία 30°C . Σε αυτή την κατάσταση το $[25+0.1 \cdot A1]$ % του όγκου του δοχείου καταλαμβάνεται από ψυκτικό. Στη συνέχεια προσδίδουμε θερμότητα στο ψυκτικό μέχρι όλο το δοχείο να περιέχει κορεσμένο ατμό ψυκτικού. Να υπολογίσετε:

- (α) Τον όγκο του δοχείου.
 (β) Την τελική θερμοκρασία του ψυκτικού.
 (γ) Την τελική πίεση του ψυκτικού.

Να συμπληρωθεί για το $A1=3$ σας:

▪ Η μάζα ψυκτικού	$[2+0.1 \cdot A1]$ kg = 2,3 kg
▪ Το ποσοστό του όγκου του δοχείου που καταλαμβάνεται από αρχικά από ψυκτικό	$[25+0.1 \cdot A1]$ % = 25,3 %

Αρχική κατάσταση

$$\left. \begin{array}{l} T = 30^\circ\text{C} \\ \text{κορεσμένο υγρό} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{ΠΑΜ}} v_{f@30^\circ\text{C}} = 0,0008417 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\alpha) v_f = \frac{V}{m} \Rightarrow V = m \cdot v_f = 2,3 \text{ kg} \cdot 0,0008417 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = 1,936 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ που αντιστοιχεί στο } 25,3\% \text{ του συνολικού όγκου του δοχείου.}$$

$$\begin{array}{ccc} 0,253 & \rightarrow & 1,936 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ 1 & \rightarrow & V_{\text{ολ}} \text{ m}^3 \end{array}$$

$$V_{\text{ολ}} = \frac{1,936 \cdot 10^{-3}}{0,253} = 7,652 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ ή } 7,652 \text{ L}$$

$$\beta) v_g = \frac{V_{g2}}{m} = \frac{7,652 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{2,3 \text{ kg}} = 0,003327 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$v_g = 0,003327 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \left. \begin{array}{l} \text{ΠΑΜ} \\ \text{κορεσμένος αέρας} \end{array} \right\} \Rightarrow 90 < T_{\text{sat}} < 100$$

Με εφαρμογή γραμμικής παρεμβολής προκύπτει:

$$\frac{\cancel{T_2 - 90}}{\cancel{-1,273 \cdot 10^{-3}}} = \frac{100 - \cancel{T_2}}{0,003327 - 0,0046} = \frac{100 - T_{\text{sat}}}{0,0027 - 0,003327} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\cancel{T_2 - 90}}{\cancel{-1,273 \cdot 10^{-3}}} = \frac{100 - T_{\text{sat}}}{-6,27 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_{\text{sat}} (1,273 \cdot 10^{-3} + 6,27 \cdot 10^{-4}) = 0,05643 + 1,273 \cdot 10^{-1}$$

$$\Rightarrow T_{\text{sat}} = \frac{0,18373}{1,9 \cdot 10^{-3}} = 96,7^\circ\text{C}$$

γ) Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για την εύρεση της τελικής πίεσης:

$$\frac{P_{\text{sat}} - 3,2435}{-1,273 \cdot 10^{-3}} = \frac{3,97420 - P_{\text{sat}}}{-6,27 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{\text{sat}} = \frac{7,09 \cdot 10^{-3}}{1,9 \cdot 10^{-3}} = 3,73307 \text{ MPa}$$

Σε ένα άκαμπτο δοχείο όγκου $[0.5+0.1 \cdot A1] \text{ m}^3$ περιέχεται υδρατμός σε πίεση 400 kPa και θερμοκρασία $[405+A1]^\circ\text{C}$. Το περιεχόμενο του δοχείου ψύχεται μέχρι την τελική θερμοκρασία των 80°C . Να υπολογιστούν (α) η μάζα του υδρατμού (β) η τελική πίεση και (γ) η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του νερού. (δ) Να σχεδιαστεί η διεργασία σε διάγραμμα T-v ως προς τις καμπύλες κορεσμού.

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Όγκος δοχείου	$V=[0.5+0.1 \cdot A1] \text{ m}^3 = 0,8 \text{ m}^3$
▪ Αρχική θερμοκρασία	$T=[405+A1]^\circ\text{C} = 408^\circ\text{C}$

α) Αρχική κατάσταση

$$P_{\text{αρχ}} = 400 \text{ kPa} \quad \text{από ITAS} \Rightarrow T_{\text{sat}@0,4 \text{ MPa}} = 143,61^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{sat}@0,4 \text{ MPa}} < T_{\text{αρχ}} \quad \text{Άρα έχω υπέρθερμο ατμό.}$$

$$\text{Από ITA6} \rightarrow v_{@0,4 \text{ MPa}} \cong 0,7726 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Να κάνεις γραμμική παρεμβολή! 0,7819

$$v_{@0,4 \text{ MPa}} = \frac{V}{m} \Rightarrow m = \frac{V}{v_{@0,4 \text{ MPa}}} = \frac{0,8 \text{ m}^3}{0,7726 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{\text{H}_2\text{O}} = 1,035 \text{ kg} \quad 1,023 \text{ kg}$$

$$\beta) \left. \begin{array}{l} P_{\text{αρχ}} \cdot V_{\text{αρχ}} = m \cdot R \cdot T_{\text{αρχ}} \\ P_{\text{τελ}} \cdot V_{\text{τελ}} = m \cdot R \cdot T_{\text{τελ}} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}, \text{ αφού } V, m, R \text{ σταθ.}$$

Δεν είναι ιδανικό αέριο!

$$P_{\text{sat}} = \frac{P_{\text{apx}} \cdot T_{\text{sat}}}{T_{\text{apx}}} = \frac{400 \text{ kPa} \cdot 353 \text{ K}}{681 \text{ K}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{\text{sat}} = 207,34 \text{ kPa} > P_{\text{sat}@80^\circ\text{C}} = 47,39 \text{ kPa}$$

↳ Συμπιεσμένο υγρό

Μίγμα!!!

γ) $u_{\text{apx}} = u_{@0,4 \text{ MPa}} = 2964,4 \text{ kJ/kg} \rightarrow \text{από TIA6}$

Να κάνεις γραμμική παρεμβολή! 2977,58 kJ/kg

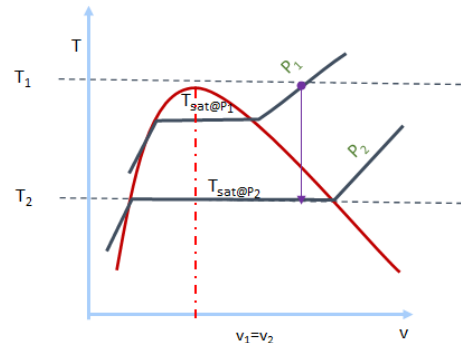
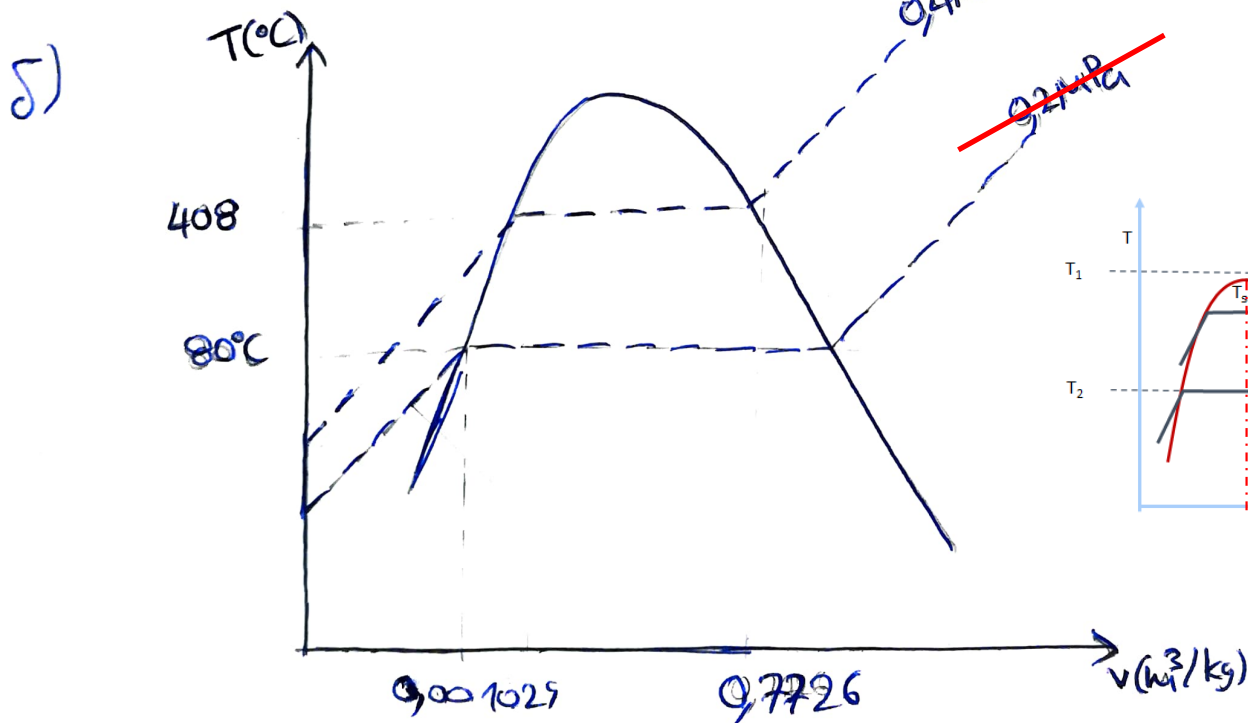
~~$$u_{\text{sat}} = u_f = 334,86 \text{ kJ/kg}$$~~

ακόμη $u = \frac{U}{m} \Rightarrow U = u \cdot m$

$$U_{\text{apx}} = m \cdot u_{\text{apx}} = 1,035 \text{ kg} \cdot 2964,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 3068,15 \text{ kJ}$$

$$U_{\text{sat}} = m \cdot u_{\text{sat}} = 1,035 \text{ kg} \cdot 334,86 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 346,58 \text{ kJ}$$

$$\Delta U = U_{\text{sat}} - U_{\text{apx}} = 2721,57 \text{ kJ}$$



Σε μια διάταξη κυλίνδρου-εμβόλου περιέχονται αρχικά $[70+A1]$ L νερού σε θερμοκρασία $[40+5 \cdot A1]$ °C και πίεση 400 kPa. Στο νερό προσφέρεται θερμότητα υπό σταθερή πίεση, μέχρι η ολική εσωτερική ενέργεια του νερού να γίνει ίση με 229165.89 kJ. Να υπολογίσετε (α) τη μάζα του νερού και (β) την τελική κατάσταση του νερού. (γ) Να σχεδιάσετε τη μεταβολή της διεργασίας σε διάγραμμα P-v ως προς τις καμπύλες κορεσμού.

Να συμπληρωθεί για το $A1=3$ σας:

▪ Ο αρχικός όγκος του νερού	$[70+A1]$ L = 73 L
▪ Η αρχική θερμοκρασία	$[40+5 \cdot A1]$ °C = 55 °C

α)

Αρχική κατάσταση

$$\left. \begin{array}{l} T_1 = 55^\circ\text{C} \\ P_1 = 400 \text{ kPa} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{TIA 4}} P_{\text{sat}@55^\circ\text{C}} = 15,758 \text{ kPa} < P_1$$

Συμπιεσμένο υγρό

$$v_1 = v_{f@55^\circ\text{C}} = 0,001015 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$v_1 = \frac{V_1}{m} \Rightarrow m = \frac{V_1}{v_1} = \frac{0,073 \text{ m}^3}{0,001015 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} = 71,92 \text{ kg}$$

$$\beta) U = 229165,89 \text{ kJ}$$

$$u = \frac{U}{m} = \frac{229165,89 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{71,92} = 3186,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Η τιμή της εσωτερικής ενέργειας μαζί με την

$P_2 = P_1 = 400 \text{ kPa} = 0,4 \text{ MPa}$ αντιστοιχεί στον υπερθερμο
ατμό

Άσκηση 9**/10**

Αέριο μεθάνιο σε πίεση 3.71 MPa και θερμοκρασία 306 K θερμαίνεται υπό σταθερή πίεση, μέχρι ο όγκος του να αυξηθεί κατά $[80+0.05 \cdot A1]$ %. Να υπολογίσετε την τελική θερμοκρασία του μεθανίου χρησιμοποιώντας (α) την καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων και (β) τα γενικευμένο διάγραμμα συμπιεστότητας. (γ) Να υπολογίσετε το σφάλμα που υπεισέρχεται στο (α).

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Ποσοστό αύξησης του όγκου του μεθανίου	$[80+0.05 \cdot A1]\% = 80,15 \%$
--	-----------------------------------

Ένας τεχνικός μετρά τη σχετική πίεση αιθανίου εντός κλειστού άκαμπτου κυλινδρικού δοχείου και τη βρίσκει $[240+A1*2]$ kPa όταν στο περιβάλλον η ατμοσφαιρική πίεση είναι 101 kPa και η θερμοκρασία $[-20+A1]^{\circ}\text{C}$. Ο όγκος του κυλίνδρου είναι 40 L. Την επόμενη ημέρα μετρά τη σχετική πίεση και τη βρίσκει ίση με 160 kPa. Πόση μάζα αιθανίου έχει διαφύγει από το δοχείο σε γραμμάρια; Θεωρήστε ότι το αιθάνιο συμπεριφέρεται ως ιδανικό αέριο και η θερμοκρασία εντός του δοχείου είναι ίση με αυτήν της ατμόσφαιρας και παραμένει σταθερή. (β) Ποια θα ήταν η απάντησή σας αν χρησιμοποιούσατε το γενικευμένο διάγραμμα συμπίεστότητας; Οι ατμοσφαιρικές συνθήκες παραμένουν σταθερές.

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Αρχική σχετική πίεση	$[240+A1*2]$ kPa= 246 kPa
▪ Θερμοκρασία	$[-20+A1]^{\circ}\text{C}= -17^{\circ}\text{C}$



ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ
Περιβαλλοντική Θερμοδυναμική

Βαθμός

ΔΙΔΑΣΚΟΥΣΑ: Παρασκευή Παναγιωτοπούλου

1^η ΟΜΑΔΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

Προθεσμία υποβολής : 14:00, 31 Μαρτίου, 2022

Ονοματεπώνυμο:	Γιώργος Δεσφράκης
Αριθμός μητρώου:	2016050030

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 «ανεβάσετε» σκαναρισμένες τις απαντήσεις σας σε ένα μόνο pdf στο Eclass 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=	3
-----	---

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

Ένα κυλινδρικό δοχείο διαμέτρου $[20+A1]$ cm και ύψους 40 cm είναι γεμάτο με υγρό A μάζας $[20+A1]$ kg που αντιστοιχεί σε $[200+2 \cdot A1]$ mol A. Να υπολογιστούν (α) το μοριακό βάρος της ουσίας A, (β) η πυκνότητα της ουσίας A, (γ) ο γραμμομοριακός όγκος της ουσίας A, (δ) η σχετική πυκνότητα και το (ε) το ειδικό βάρος της ουσίας A. Δίνονται η πυκνότητα του νερού ίση με 1000 kg/m^3 και η επιτάχυνση της βαρύτητας ίση με 9.81 m/s^2 .

ΠΡΟΣΟΧΗ στις μονάδες!

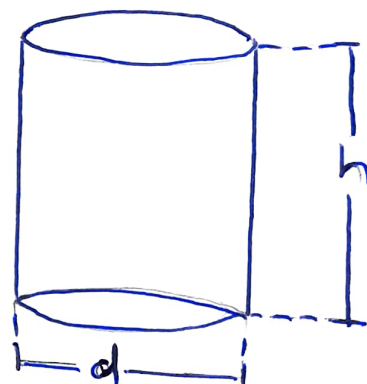
Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Διάμετρος	$D = [20+A1] \text{ cm} = 23 \text{ cm}$
▪ Μάζα ουσίας A	$m = [20+A1] \text{ kg} = 23 \text{ kg}$
▪ Γραμμομόρια ουσίας A	$n = [200+2 \cdot A1] \text{ mol} = 206 \text{ mol}$

$$\alpha) n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M_{rA} = \frac{m_A}{n_A} = \frac{23 \text{ kg}}{206 \text{ mol}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M_{rA} = 0,11 \text{ kg/mol}$$



$$\beta) \rho_A = \frac{m_A}{V} \quad V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h = \frac{\pi \cdot 0,23^2}{4} \text{ m}^2 \cdot 0,4 \text{ m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = 0,017 \text{ m}^3$$

$$\rho_A = \frac{m_A}{V} = \frac{23 \text{ kg}}{0,017 \text{ m}^3} = 1352,94 \text{ kg/m}^3$$

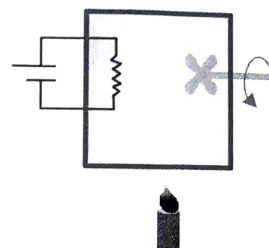
$$\gamma) \bar{v} = \frac{V}{n_A} = \frac{0,017 \text{ m}^3}{206 \text{ mol}} = 8,25 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol}$$

$$\delta) \quad EB = \frac{\rho_A}{\rho_{H_2O}} = \frac{1352,94}{1000} = 0,1352$$

$$\epsilon) \quad \gamma_s = \rho_A \cdot g = 1352,94 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma_s = 13272,34 \text{ N/m}^3$$

Αέριο παγιδευμένο σε κλειστό δοχείο υπόκειται σε ενεργειακές αλληλεπιδράσεις που φαίνονται στο σχήμα για $[30+5 \cdot A1]$ δευτερόλεπτα: η ηλεκτρική θερμική αντίσταση λαμβάνει $[0.10+0.10 \cdot A1]$ A από πηγή 120 V, ο αναδευτήρας στρέφεται με 40 rpm όταν στον άξονα εφαρμόζεται ροπή $[5.00+0.20 \cdot A1]$ N·m και $[100+10 \cdot A1]$ J μεταφέρονται στο αέριο από το κερί. Να υπολογιστεί η μεταφορά ενέργειας στο αέριο υπό (α) μορφή έργου, και (β) υπό μορφή θερμότητας. (γ) Ποια μορφή ενέργειας του αερίου θα μεταβληθεί μετά το τέλος της διεργασίας και (δ) κατά πόσο;



Να συμπληρωθούν για το **A1=3** σας:

▪ Χρόνος διεργασίας	$[30+5 \cdot A1] \text{ s} = 45 \text{ s}$
▪ Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	$[0.10+0.10 \cdot A1] \text{ A} = 0,4 \text{ A}$
▪ Ροπή	$[5.00+0.20 \cdot A1] \text{ N} \cdot \text{m} = 5,6 \text{ N} \cdot \text{m}$
▪ Θερμότητα από το κερί	$[100+ 10 \cdot A1] \text{ J} = 130 \text{ J}$

a) $\Delta E_{\text{sys}} = W_{\text{net}}$

$$W_{\text{net}} = W_{\text{mg}} + W_{\text{a3}} \quad \text{①}$$

$$W_{n2} = \int_0^{45} V \cdot I \cdot dt = V \cdot I \cdot t \Big|_0^{45} = 120 \cdot V \cdot 0,4 A \cdot 45 s \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_{\text{на}} = 2160 \text{ Дж}, \text{ а по } A \cdot f = C \text{ кэ } C \cdot V = J$$

$$W_{\text{az}} = \int_0^{45} 2 \cdot \pi \cdot n \cdot T dt = 2\pi \cdot 0,66 \text{ s}^{-1} \cdot 5,6 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot 45 \text{ s} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_{a3} = 1045 \text{ J}$$

$$\textcircled{1} \Rightarrow W_{\text{net}} = W_{\text{H}_2} + W_{\text{O}_2} = (2160 + 1045) \text{ J} = 3205 \text{ J}$$

β) Θερμότητα εισέρχεται στο δοχείο μόνο από το κεριό οπότε:

$$\Delta E_{\text{sys}} = Q_{\text{κερί}} = 130 \text{ J}$$

γ) Η μορφή ενέργειας που θα μεταβληθεί θα είναι η κινητική λόγω πάωσης του ακαδυστήρα.

Ένα αερόστατο με διάμετρο $[160+A1]$ dm πληρείται με αέριο ήλιο. Η πυκνότητα του αέρα είναι 1.16 kg/m^3 και η πυκνότητα του He είναι ίση με το $1/7$ της πυκνότητας του αέρα. Να υπολογίσετε το μέγιστο βάρος σε kg των ανθρώπων που μπορεί να μεταφέρει το αερόστατο. Να θεωρήσετε αμελητέα το βάρος του καλαθιού και των σχοινιών του αερόστατου.

Να συμπληρωθεί για το $A1=3$ σας:

▪ Η διάμετρος του αερόστατου

$[160+A1] \text{ dm} = 163 \text{ dm}$

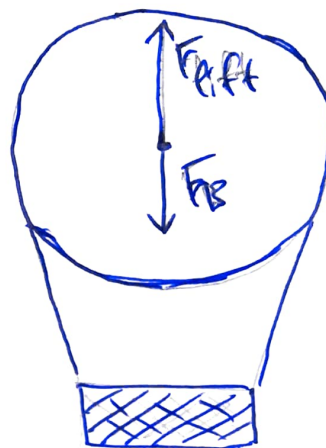
$$d = 16,3 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{He}} = \frac{\rho_{\text{air}}}{7}$$

$$V_{\text{He}} = \frac{\pi \cdot r^3}{3} \cdot 4 = \frac{\pi \cdot 4}{3} \frac{d^3}{8} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{\text{He}} = \frac{\pi \cdot d^3}{6} = \frac{\pi \cdot 16,3^3}{6} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{\text{He}} = 2267,57 \text{ m}^3$$



$$\rho_{\text{He}} = \frac{m_{\text{He}}}{V_{\text{He}}} \Rightarrow m_{\text{He}} = \rho_{\text{He}} \cdot V_{\text{He}} \Rightarrow$$

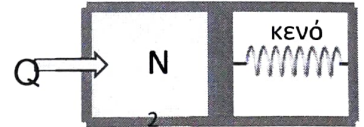
$$\Rightarrow m_{\text{He}} = \frac{\rho_{\text{air}}}{7} \cdot V_{\text{He}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{\text{He}} = \frac{1,16}{7} \cdot 2267,53 \text{ kg} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{\text{He}} = 375,76 \text{ kg}$$

Για να ανυψωθεί το αερόστατο  πρέπει το συνολικό βάρος των ανθρώπων να είναι λιγότερο από $375,76 \text{ kg}$.

Θεωρούμε ένα κλειστό κυλινδρικό δοχείο, το οποίο χωρίζεται σε δύο ίσα τμήματα με ένα αβαρές έμβολο, η εγκάρσια διατομή του οποίου είναι $A=0.04 \text{ m}^2$. Το αριστερό τμήμα του δοχείου περιέχει άζωτο σε πίεση $P_1=[150+A1] \text{ kPa}$, ενώ το δεξιό τμήμα περιέχει ένα ελατήριο σε κενό. Η σταθερά του ελατηρίου είναι $k=40 \text{ kN/m}$. Το άζωτο θερμαίνεται με αργό ρυθμό έως ότου η πίεση στο αριστερό τμήμα του δοχείου γίνει ίση με $P_2=[500+A1] \text{ kPa}$. Να υπολογισθεί η μεταβολή του όγκου του αζώτου.



Να συμπληρωθούν για το **A1=3** σας:

▪ Αρχική πίεση αζώτου	$[150+A1] \text{ kPa} = 153 \text{ kPa}$
▪ Τελική πίεση αζώτου	$[500+A1] \text{ kPa} = 503 \text{ kPa}$

$$W_{\Sigma 2} = W_b \Rightarrow$$

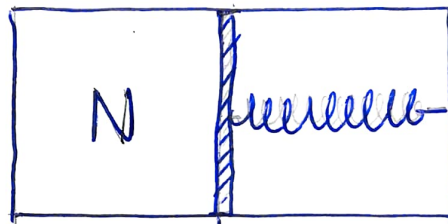
$$\Rightarrow \frac{1}{2} k \cdot s^2 = \frac{(P_1 + P_2) \Delta V}{2} \quad (1)$$

$$\Rightarrow s = \frac{\Delta V}{A}$$

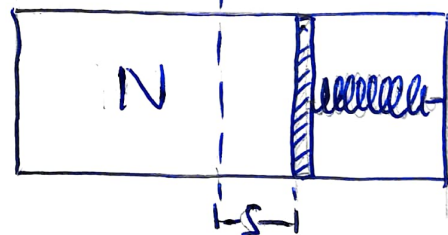
$$(1) \Rightarrow \frac{1}{2} k \cdot \left(\frac{\Delta V}{A} \right)^2 = \frac{(P_1 + P_2) \cdot \Delta V}{2}$$

$$\Rightarrow k \frac{\Delta V^2}{A^2} = (P_{\text{αρχ}} + P_{\text{τελ}}) \Delta V \Rightarrow k \cdot \frac{\Delta V}{A^2} = P_{\text{αρχ}} + P_{\text{τελ}}$$

$$\Rightarrow \Delta V = \frac{(P_{\text{αρχ}} + P_{\text{τελ}}) \cdot A^2}{k} = \frac{(153 + 503) \text{ kPa} \cdot 0,04^2 \text{ m}^4}{40 \frac{\text{kN}}{\text{m}}} \Rightarrow$$



Αρχικά



Τελικά



$$\Rightarrow \Delta V = \frac{1,0496 \text{ kPa} \cdot \text{m}^4}{40 \frac{\text{kN}}{\text{m}}} = 0,026 \text{ m}^3$$

$$\left(\frac{\frac{\text{kPa} \cdot \text{m}^4}{1}}{\frac{\text{kN}}{\text{m}}} = \frac{\text{kPa} \cdot \text{m}^5}{\text{kN}} = \left(\frac{\frac{\text{kN} \cdot \text{m}^5}{\text{m}^2}}{\frac{\text{kN}}{1}} = \frac{\text{kN} \cdot \text{m}^3}{\text{kN} \cdot \cancel{\text{m}^2}} = \text{m}^3 \right.$$

Μια γεωθερμική αντλία ανακυκλοφορεί άλμη πυκνότητας $[1010+5 \cdot A1]$ kg/m^3 με παροχή $[0.04+0.01 \cdot A1]$ m^3/s σε βάθος 150 m. Αν η ισχύς της αντλίας είναι $[100+20 \cdot A1]$ kW, ποια είναι απόδοση της αντλίας; Να θεωρήσετε την πίεση στο βάθος που σας δίνεται ίση με την ατμοσφαιρική και τις απώλειες ενέργειας αμελητέες. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας ίση με 9.81 m/s^2 .

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

• Πυκνότητα άλμης	$[1010+5 \cdot A1] \text{ kg/m}^3 = 1025 \text{ kg/m}^3$
• Παροχή	$[0.04+0.01 \cdot A1] \text{ m}^3/\text{s} = 0.07 \text{ m}^3/\text{s}$
• Ισχύς αντλίας	$[100+20 \cdot A1] \text{ kW} = 160 \text{ kW}$

Bernoulli ① → ②

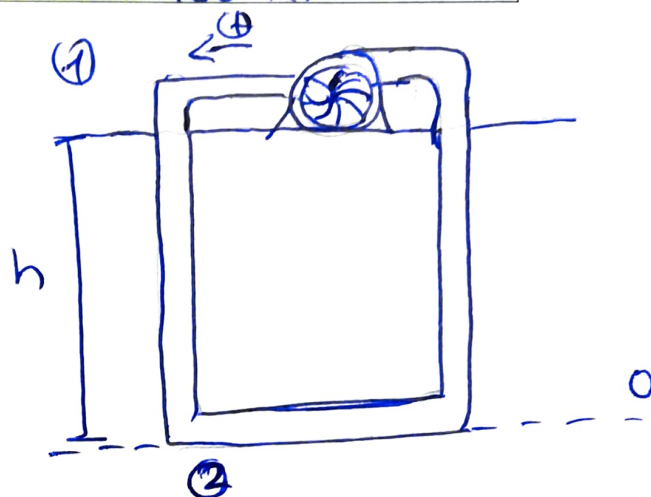
$$h_1 + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_{atm}}{\gamma} = h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_{atm}}{\gamma} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma \cdot h_1 + \cancel{\gamma \cdot \frac{v_1^2}{2g}} = \cancel{\gamma \cdot h_2} + \frac{v_2^2}{2g} \cdot \gamma \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma \cdot h_1 = \frac{v_2^2}{2g} \cdot \gamma \Rightarrow \gamma \cdot h_1 = \frac{v_2^2}{2g} \cdot \rho \cdot g \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_2^2 = \frac{\gamma \cdot h_1 \cdot 2}{\rho} \Rightarrow v_2^2 = v^2 = g \cdot h_1 \cdot 2$$

$$\Rightarrow v^2 = 9.81 \cdot 150 \cdot 2 = 2943 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$



Η Ισχύς της αντλίας είναι ίση με την μεταβολή
της κινητικής ενέργειας της άλμης στη μονάδα του
χρόνου.

$$P_{\text{αντλίας}} = \frac{dK}{dt} = \frac{\frac{dm \cdot v^2}{2}}{dt} = \left(\frac{\frac{\rho \cdot dV \cdot v^2}{2}}{\frac{dt}{1}} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{\text{αντλίας}} = \frac{\rho \cdot dV \cdot v^2}{2 \cdot dt} = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot \frac{dV}{dt} \Rightarrow$$

$$\underbrace{Q = \frac{dV}{dt}}_{\Rightarrow} P_{\text{αντλίας}} = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot Q = \frac{1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2943 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2} \cdot 0,07 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} =$$

$$\Rightarrow P_{\text{αντλίας}} = 105580 \text{ J/s} = 105,580 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} \text{ ή kW}$$

Άρα η απόδοση της αντλίας θα είναι:

$$\eta = \frac{105,580}{160} = 0,659 \text{ ή } 65,9\%$$

Ένα άκαμπτο δοχείο περιέχει αρχικά $[2+0.1 \cdot A1]$ kg κορεσμένου υγρού ψυκτικού R134a σε θερμοκρασία 30°C . Σε αυτή την κατάσταση το $[25+0.1 \cdot A1]$ % του όγκου του δοχείου καταλαμβάνεται από ψυκτικό. Στη συνέχεια προσδίδουμε θερμότητα στο ψυκτικό μέχρι όλο το δοχείο να περιέχει κορεσμένο ατμό ψυκτικού. Να υπολογίσετε:

- (α) Τον όγκο του δοχείου.
- (β) Την τελική θερμοκρασία του ψυκτικού.
- (γ) Την τελική πίεση του ψυκτικού.

Να συμπληρωθεί για το $A1=3$ σας:

▪ Η μάζα ψυκτικού	$[2+0.1 \cdot A1]$ kg = 2,3 kg
▪ Το ποσοστό του όγκου του δοχείου που καταλαμβάνεται από αρχικά από ψυκτικό	$[25+0.1 \cdot A1]$ % = 25,3 %

Αρχική κατάσταση

$$\left. \begin{array}{l} T = 30^\circ\text{C} \\ \text{κορεσμένο υγρό} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{ΠΑΜ}} v_{f@30^\circ\text{C}} = 0,0008417 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$a) v_f = \frac{V}{m} \Rightarrow V = m \cdot v_f = 2,3 \text{ kg} \cdot 0,0008417 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = 1,936 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ που αντιστοιχεί στο } 25,3\% \text{ του συνολικού όγκου του δοχείου.}$$

$$\begin{array}{ccc} 0,253 & \rightarrow & 1,936 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ 1 & \rightarrow & V_{\text{ολ}} \text{ m}^3 \end{array}$$

$$V_{\text{ολ}} = \frac{1,936 \cdot 10^{-3}}{0,253} = 7,652 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ ή } 7,652 \text{ L}$$

$$\beta) v_g = \frac{V_{g2}}{m} = \frac{7,652 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{2,3 \text{ kg}} = 0,003327 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$v_g = 0,003327 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \left. \begin{array}{l} \text{ΠΑΜ} \\ \text{κορεσμένος αέρας} \end{array} \right\} \Rightarrow 90 < T_{\text{sat}} < 100$$

Με εφαρμογή γραμμικής παρεμβολής προκύπτει:

$$\frac{\cancel{T_2 - 90}}{\cancel{-1,273 \cdot 10^{-3}}} = \frac{100 - \cancel{T_2}}{0,003327 - 0,0046} = \frac{100 - T_{\text{sat}}}{0,0027 - 0,003327} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\cancel{T_2 - 90}}{\cancel{-1,273 \cdot 10^{-3}}} = \frac{100 - T_{\text{sat}}}{-6,27 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_{\text{sat}} (1,273 \cdot 10^{-3} + 6,27 \cdot 10^{-4}) = 0,05643 + 1,273 \cdot 10^{-1}$$

$$\Rightarrow T_{\text{sat}} = \frac{0,18373}{1,9 \cdot 10^{-3}} = 96,7^\circ\text{C}$$

γ) Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για την εύρεση της τελικής πίεσης:

$$\frac{P_{\text{sat}} - 3,2435}{-1,273 \cdot 10^{-3}} = \frac{3,97420 - P_{\text{sat}}}{-6,27 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{\text{sat}} = \frac{7,09 \cdot 10^{-3}}{1,9 \cdot 10^{-3}} = 3,73307 \text{ MPa}$$

Σε ένα άκαμπτο δοχείο όγκου $[0.5+0.1 \cdot A1] \text{ m}^3$ περιέχεται υδρατμός σε πίεση 400 kPa και θερμοκρασία $[405+A1]^\circ\text{C}$. Το περιεχόμενο του δοχείου ψύχεται μέχρι την τελική θερμοκρασία των 80°C . Να υπολογιστούν (α) η μάζα του υδρατμού (β) η τελική πίεση και (γ) η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του νερού. (δ) Να σχεδιαστεί η διεργασία σε διάγραμμα T-v ως προς τις καμπύλες κορεσμού.

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Όγκος δοχείου	$V=[0.5+0.1 \cdot A1] \text{ m}^3 = 0,8 \text{ m}^3$
▪ Αρχική θερμοκρασία	$T=[405+A1]^\circ\text{C} = 408^\circ\text{C}$

α) Αρχική κατάσταση

$$P_{\text{αρχ}} = 400 \text{ kPa} \quad \text{από ITAS} \Rightarrow T_{\text{sat}@0,4 \text{ MPa}} = 143,61^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{sat}@0,4 \text{ MPa}} < T_{\text{αρχ}} \quad \text{Άρα έχω υπέρθερμο ατμό.}$$

$$\text{Από ITA6} \rightarrow v_{@0,4 \text{ MPa}} \cong 0,7726 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$v_{@0,4 \text{ MPa}} = \frac{V}{m} \Rightarrow m = \frac{V}{v_{@0,4 \text{ MPa}}} = \frac{0,8 \text{ m}^3}{0,7726 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{\text{H}_2\text{O}} = 1,035 \text{ kg}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_{\text{αρχ}} \cdot V_{\text{αρχ}} = m \cdot R \cdot T_{\text{αρχ}} \\ P_{\text{τελ}} \cdot V_{\text{τελ}} = m \cdot R \cdot T_{\text{τελ}} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}, \text{ αφού } V, m, R \text{ σταθ.}$$

$$P_{\text{cess}} = \frac{P_{\text{apex}} \cdot T_{\text{cess}}}{T_{\text{apex}}} = \frac{400 \text{ kPa} \cdot 353 \text{ K}}{681 \text{ K}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{\text{cess}} = 207,34 \text{ kPa} > P_{\text{sat}@80^\circ\text{C}} = 47,39 \text{ kPa}$$

↳ Συμπιεσμένο υγρό

$$\gamma) u_{\text{apex}} = u_{@0,4 \text{ MPa}} = 2964,4 \text{ kJ/kg} \rightarrow \text{από TIA6}$$

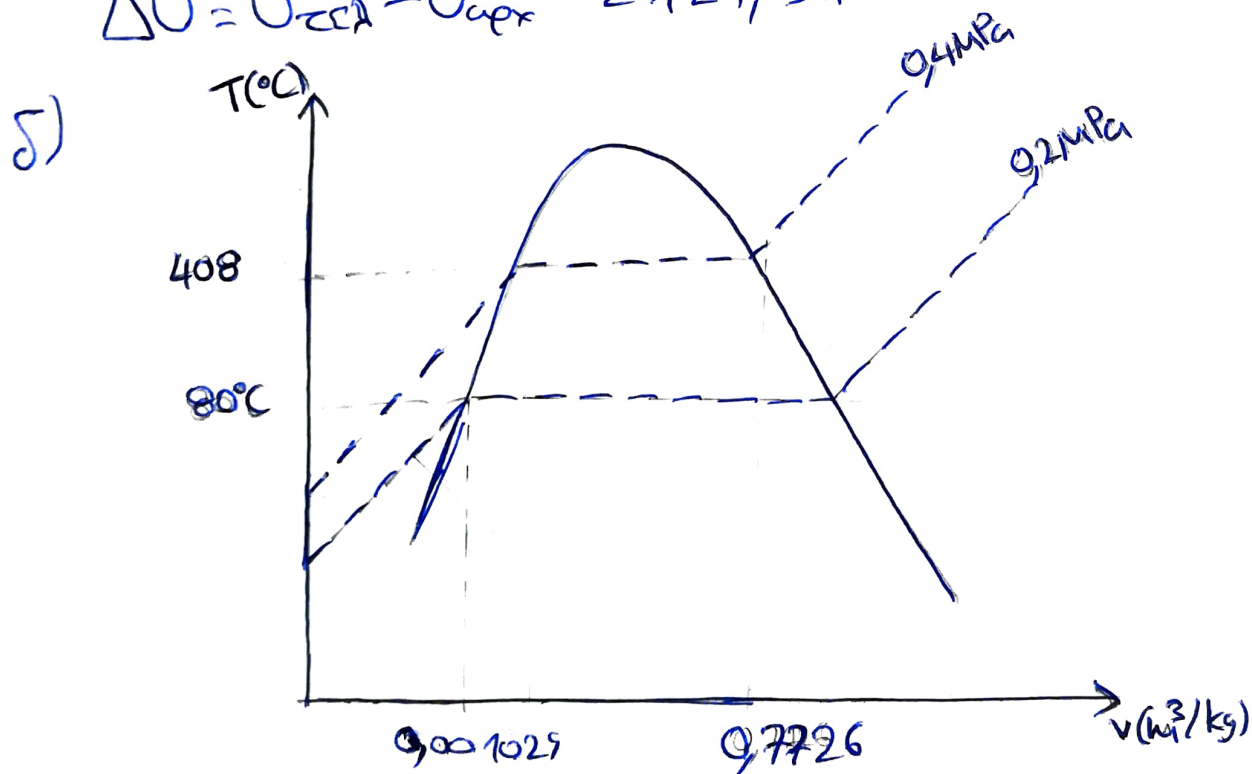
$$u_{\text{cess}} = u_f @ 80^\circ\text{C} = 334,86 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{ακόμη } u = \frac{U}{m} \Rightarrow U = u \cdot m$$

$$U_{\text{apex}} = m \cdot u_{\text{apex}} = 1,035 \text{ kg} \cdot 2964,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 3068,15 \text{ kJ}$$

$$U_{\text{cess}} = m \cdot u_{\text{cess}} = 1,035 \text{ kg} \cdot 334,86 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 346,58 \text{ kJ}$$

$$\Delta U = U_{\text{cess}} - U_{\text{apex}} = 2721,57 \text{ kJ}$$



Σε μια διάταξη κυλίνδρου-εμβόλου περιέχονται αρχικά $[70+A1]$ L νερού σε θερμοκρασία $[40+5 \cdot A1]$ °C και πίεση 400 kPa. Στο νερό προσφέρεται θερμότητα υπό σταθερή πίεση, μέχρι η ολική εσωτερική ενέργεια του νερού να γίνει ίση με 229165.89 kJ. Να υπολογίσετε (α) τη μάζα του νερού και (β) την τελική κατάσταση του νερού. (γ) Να σχεδιάσετε τη μεταβολή της διεργασίας σε διάγραμμα P-v ως προς τις καμπύλες κορεσμού.

Να συμπληρωθεί για το $A1=3$ σας:

▪ Ο αρχικός όγκος του νερού	$[70+A1]$ L = 73 L
▪ Η αρχική θερμοκρασία	$[40+5 \cdot A1]$ °C = 55 °C

α)

Αρχική κατάσταση

$$\left. \begin{array}{l} T_1 = 55^\circ\text{C} \\ P_1 = 400 \text{ kPa} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{ΤΙΑ 4}} P_{\text{sat}@55^\circ\text{C}} = 15,758 \text{ kPa} < P_1$$

Συμπιεσμένο υγρό

$$v_1 = v_{f@55^\circ\text{C}} = 0,001015 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$v_1 = \frac{V_1}{m} \Rightarrow m = \frac{V_1}{v_1} = \frac{0,073 \text{ m}^3}{0,001015 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} = 71,92 \text{ kg}$$

$$\beta) U = 229165,89 \text{ kJ}$$

$$u = \frac{U}{m} = \frac{229165,89 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{71,92} = 3186,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Η τιμή της εσωτερικής ενέργειας μαζί με το 

$P_2 = P_1 = 400 \text{ kPa} = 0,4 \text{ MPa}$ αντιστοιχεί στον υπερθερμό ατμό 



Άσκηση 9**/10**

Αέριο μεθάνιο σε πίεση 3.71 MPa και θερμοκρασία 306 K θερμαίνεται υπό σταθερή πίεση, μέχρι ο όγκος του να αυξηθεί κατά $[80+0.05 \cdot A1]$ %. Να υπολογίσετε την τελική θερμοκρασία του μεθανίου χρησιμοποιώντας (α) την καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων και (β) τα γενικευμένο διάγραμμα συμπιεστότητας. (γ) Να υπολογίσετε το σφάλμα που υπεισέρχεται στο (α).

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Ποσοστό αύξησης του όγκου του μεθανίου	$[80+0.05 \cdot A1]\% = 80,15 \%$
--	-----------------------------------

Ένας τεχνικός μετρά τη σχετική πίεση αιθανίου εντός κλειστού άκαμπτου κυλινδρικού δοχείου και τη βρίσκει $[240+A1*2]$ kPa όταν στο περιβάλλον η ατμοσφαιρική πίεση είναι 101 kPa και η θερμοκρασία $[-20+A1]^{\circ}\text{C}$. Ο όγκος του κυλίνδρου είναι 40 L. Την επόμενη ημέρα μετρά τη σχετική πίεση και τη βρίσκει ίση με 160 kPa. Πόση μάζα αιθανίου έχει διαφύγει από το δοχείο σε γραμμάρια; Θεωρήστε ότι το αιθάνιο συμπεριφέρεται ως ιδανικό αέριο και η θερμοκρασία εντός του δοχείου είναι ίση με αυτήν της ατμόσφαιρας και παραμένει σταθερή. (β) Ποια θα ήταν η απάντησή σας αν χρησιμοποιούσατε το γενικευμένο διάγραμμα συμπίεστότητας; Οι ατμοσφαιρικές συνθήκες παραμένουν σταθερές.

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Αρχική σχετική πίεση	$[240+A1*2]$ kPa= 246 kPa
▪ Θερμοκρασία	$[-20+A1]^{\circ}\text{C}= -17^{\circ}\text{C}$