

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΛΕΞΗΣ

- Ισοζύγια Μάζας
- Παραδείγματα

ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Διεθνές σύστημα μονάδων (SI)

Μήκος $\longrightarrow$ m

Πως θα εκφραστούν μήκη όπως:

- Πάχος ατμόσφαιρας
- Απόσταση Γης – Πλανητών
- Μεγέθη μικροοργανισμών
- Μήκη κύματος ακτινοβολιών

ΠΡΟΘΕΜΑΤΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Ποσότητα	Πρόθεμα	Σύμβολο
10^{-12}	pico	p
10^{-9}	nano	n
10^{-6}	micro	μ
10^{-3}	mili	m
10^3	Kilo	K
10^6	Mega	M
10^9	giga	G

ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Συγκεντρώσεις ουσιών στο νερό:

“μάζα ουσίας ανά μονάδα όγκου του διαλύματος”

1 mg/l

1 µg/l

1 ng/l

1 ppm

1 ppb

1ppt

ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Σχέση mg/l με ppm = ?

1 mg/l $\Rightarrow$ 10^{-3} g ουσίας σε 10^3 gr νερού $\Rightarrow$ 1 ppm

1 μ g/l $\Rightarrow$ 10^{-6} g ουσίας σε 10^3 gr νερού $\Rightarrow$ 1 ppb

1 ng/l $\Rightarrow$ 10^{-9} g ουσίας σε 10^3 gr νερού $\Rightarrow$ 1 ppt

Σχέση ppm, ppb, ppt = ?

ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Συγκεντρώσεις ουσιών στο έδαφος ή άλλο ξηρό υλικό:

“μάζα ουσίας ανά μονάδα μάζας του ξηρού υλικού”

$1 \text{ mg/Kg} \Rightarrow 10^{-3} \text{ g ουσίας σε } 10^3 \text{ gr ξηρού υλικού} \Rightarrow 1 \text{ ppm}$

$1 \text{ } \mu\text{g/Kg} \Rightarrow 10^{-6} \text{ g ουσίας σε } 10^3 \text{ gr ξηρού υλικού} \Rightarrow 1 \text{ ppb}$

$1 \text{ ng/Kg} \Rightarrow 10^{-9} \text{ g ουσίας σε } 10^3 \text{ gr ξηρού υλικού} \Rightarrow 1 \text{ ppt}$

ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Συγκεντρώσεις ουσιών σε αέριο:

“μάζα ουσίας ανά μονάδα όγκου αέρα”

1 mg ουσίας / m³ αέρα

1 μg ουσίας / m³ αέρα

1 ng ουσίας / m³ αέρα

ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

$$\text{mg/m}^3 = \left(\frac{ppm \times MB}{22,414} \right) \times \left(\frac{273,15(K)}{T(K)} \right) \times \left(\frac{P(atm)}{1(atm)} \right)$$

P: ατμοσφαιρική πίεση (atm)

MB: μοριακό βάρος ουσίας

T: απόλυτη θερμοκρασία (K)

Παράδειγμα



ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Παράμετρος	Μονάδες	Συντελεστής Μετατροπής	Μονάδες
Μήκος	m	3,2808	ft
Μάζα	Kg	2,2046	lb
Θερμοκρασία	$^{\circ}\text{C}$	$1,8(^{\circ}\text{C})+32$	$^{\circ}\text{F}$
Θερμοκρασία	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C} + 273,15$	$^{\circ}\text{K}$
Εμβαδόν	m^2	10,7639	ft^2
Όγκος	m^3	35,3147	ft^3
Όγκος	l	0,2667	gal
Ενέργεια	KJ	0,9478	Btu
Ισχύς	W	3,4121	Btu/ώρα
Ισχύς	W	1	J/s
Ταχύτητα	m/s	2,2369	mi/ώρα
Παροχή	m^3/s	35,3147	ft^3/s
Πυκνότητα	Kg/m^3	0,06243	lb/ft^3

ΙΣΟΖΥΓΙΑ ΜΑΖΑΣ



Πως ένας ρύπος διαχέεται στο περιβάλλον

ΙΣΟΖΥΓΙΑ ΜΑΖΑΣ

Αρχή Διατήρησης Μάζας:

“Η ύλη ούτε δημιουργείται ούτε καταστρέφεται”

Α Βήμα: Καθορισμός Χωροχρόνου

Όρια συστήματος και χρονικό διάστημα που αναφερόμαστε
(λίμνη, $t = 24:00$)

Β Βήμα: Καθορισμός Χημικού Είδους – Ουσίας

(χρώμιο, νερό)

ΙΣΟΖΥΓΙΑ ΜΑΖΑΣ

Εισροές



Μετατροπές
Συσσωρεύσεις

Εκροές



$$\text{Εισροές} = \text{Εκροές} + \text{Συσσωρεύσεις} + \text{Μετατροπές}$$

- Εκροές : μέρος ουσίας που απομακρύνεται αμετάβλητο
- Συσσωρεύσεις: μέρος ουσίας που συσσωρεύεται (π.χ. σε λίμνη μέρος του εισερχόμενου φωσφόρου κατακρημνίζεται)
- Μετατροπές: μέρος της ουσίας μετατρέπεται σε μία άλλη ($\text{CO} \longrightarrow \text{CO}_2$)

Ως πρωτοετείς φοιτητές, οι γονείς σας επιδοτούν τις σπουδές σας με 600 € το μήνα.

Επιπλέον, εσείς αποφασίζετε να εργαστείτε τα Σαββατοκύριακα σε ένα μπαράκι με αμοιβή 50 € κάθε Σαββατοκύριακο.

Κάθε μήνα ξοδεύετε:

ενοίκιο του σπιτιού: 250 €

φαγητό και προμήθειες του σπιτιού: 150 €

λογαριασμοί (τηλέφωνο, ρεύμα, νερό, κ.τ.λ.):
120 €

διασκέδαση: 200 €.

Σκοπός σας είναι στο τέλος του πέμπτου έτους να έχετε αποταμιεύσει αρκετά χρήματα ώστε να πραγματοποιήσετε ένα μεγάλο ταξίδι στην Ευρώπη το οποίο εκτιμάτε ότι θα σας κοστίσει περίπου 4500 €.

Τι λέτε, θα τα καταφέρετε;

$$\begin{array}{l} 600 + 200 \\ \hline = 800 \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{Συστημα} \end{array} \quad \begin{array}{l} 250 + 150 + 120 \\ \hline + 200 \\ \hline = 720 \end{array}$$

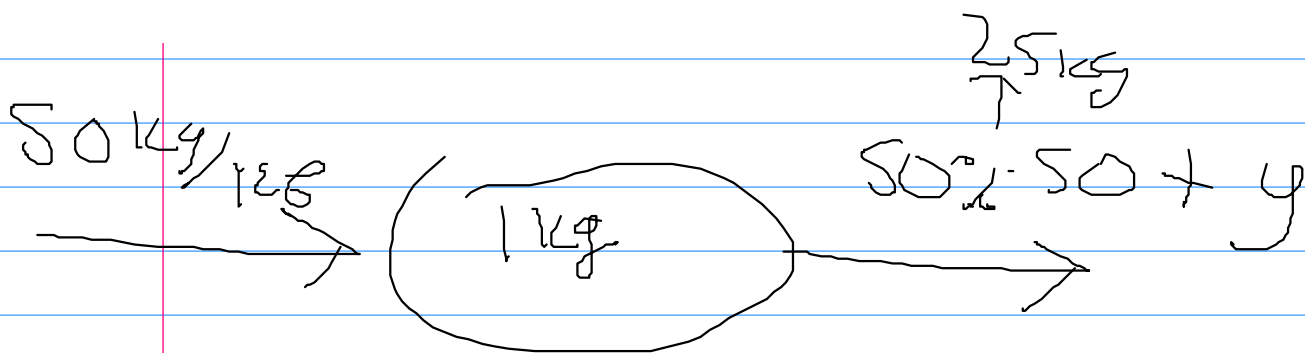
$$\begin{aligned} A_{\text{Net}} &= \sum \text{Gda} - \sum \text{Gda} + \text{NAVt} \\ &= 800 - 720 \\ &= 80 \text{ €} \end{aligned}$$

$$80 \cdot 12 \cdot 5 = 4800 \text{ €}$$

Ένα ζευγάρι, ο Ανδρέας και η Μαρία, αγοράζουν και φέρνουν στο σπίτι τους κάθε εβδομάδα, κατά μέσο όρο, περίπου 50 kg καταναλωτικά αγαθά (τρόφιμα, βιβλία, περιοδικά, εφημερίδες, οικιακές συσκευές, έπιπλα, και τα συνοδευτικά υλικά συσκευασίας). Από αυτήν την ποσότητα, το 50% είναι τρόφιμα τα οποία καταναλώνει το ζευγάρι, ενώ περίπου 1 kg καταναλωτικών αγαθών συσσωρεύεται στο σπίτι τους κάθε εβδομάδα.

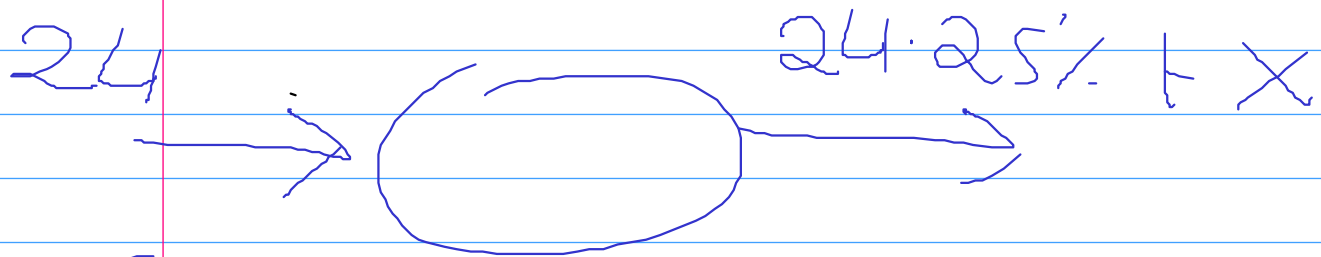
Επίσης, ο Ανδρέας και η Μαρία ανακυκλώνουν περίπου το 25% των στερεών απορριμμάτων του σπιτιού.

Να υπολογίσετε την ποσότητα των στερεών μη ανακυκλώσιμων απορριμμάτων τα οποία ο Ανδρέας και η Μαρία τοποθετούν στους κοινούς κάδους απορριμμάτων κάθε εβδομάδα.



$$\Sigma = \mathbb{C} + \Sigma \text{ (not } \mathbb{A})$$

$$SO = (25 + y) + 1 = y + 26$$



$$E = E + \cancel{5} \pm \cancel{A} \circ$$

$$24 = 6 + x \Rightarrow x = 18 \text{ kg/w}$$

Η Μαρία γεμίζει την μπανιέρα της με νερό για να κάνει μπάνιο αλλά ξέχασε να τοποθετήσει το πώμα στον πυθμένα της μπανιέρας.

Ο όγκος της μπανιέρας είναι $360,0 \text{ L}$ η ροή του νερού της βρύσης είναι $11,32 \text{ L/min}$ και η ροή της αποχέτευσης της μπανιέρας είναι $8,32 \text{ L/min}$.

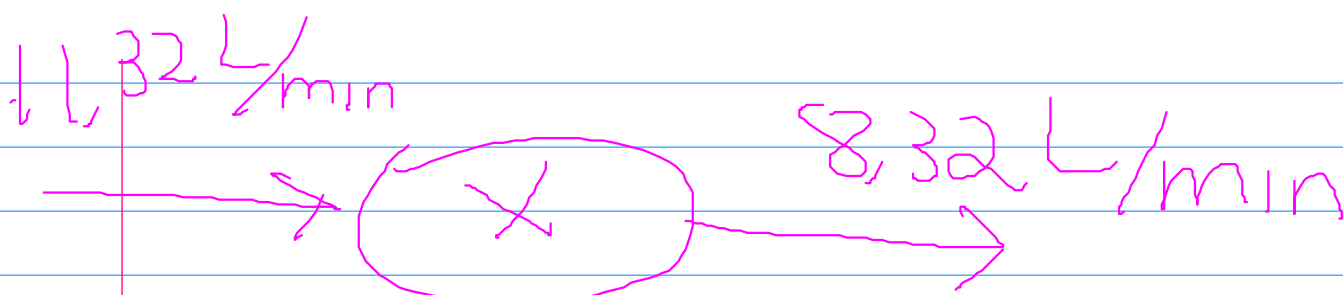
Σε πόση ώρα θα γεμίσει η μπανιέρα με νερό;

Η Μαρία κλείνει τη βρύση μόλις γεμίσει η μπανιέρα, ώστε να μην πλημμυρίσει το σπίτι της!

Πόσο νερό σπατάλησε η Μαρία μέχρι να γεμίσει την μπανιέρα της;

Σε πόση ώρα θα αδειάσει η μπανιέρα μόλις η Μαρία κλείσει τη βρύση;

Σε πόση ώρα θα γέμιζε η μπανιέρα αν η Μαρία είχε τοποθετήσει το πώμα;



$$E = E + \Sigma \pm \cancel{AO}$$

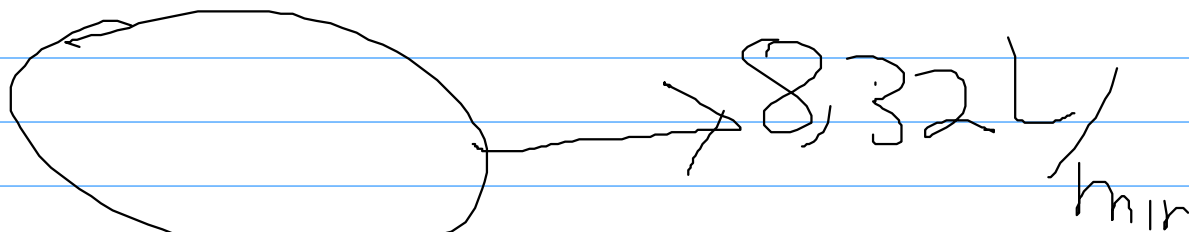
$$11,32 = 8,32 + X$$

$$X = 3 \text{ L/min}$$

$$Q = \frac{V}{t} = 360 = \frac{3 \text{ L}}{t} \text{ min}$$

$$3t = 360$$

$$t = 120 \text{ min}$$



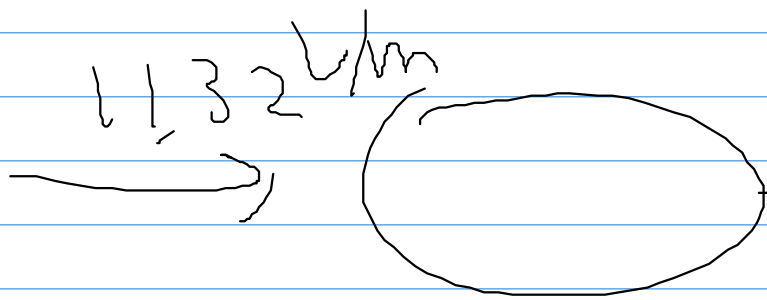
$$\cancel{E} = \cancel{E} + \cancel{E} + \cancel{A} \cdot \cancel{O}$$

$$0 = 8,32 \Rightarrow Q = 8,32 \text{ L/min}$$

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$8,32 = \frac{360}{t} \Rightarrow t = \frac{360}{8,32}$$

$$t = 43,3 \text{ min}$$



$$Q = \frac{V}{t} \Rightarrow \frac{360}{11,32} = t$$

$$t = 31,8 \text{ min}$$

Ένας αγωγός μίας μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων εκβάλλει $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ αποβλήτων, τα οποία περιέχουν $5,0 \text{ mg/L P}$ (φωσφόρου), σε ένα ποτάμι με ροή $25 \text{ m}^3/\text{s}$, τα νερά του οποίου περιέχουν $0,010 \text{ mg/L P}$ (φωσφόρου).

Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του P (φωσφόρου), εκφρασμένη ως mg/L , στο ποτάμι μετά την απόρριψη των αποβλήτων.

$$\frac{25 \text{ m}^3}{\text{s}} \quad \frac{1 \text{ m}^3}{\text{s}}$$

0,01

$$C = C + \cancel{C} + \cancel{C}$$

$$Q_{in} \cdot C_{in} = Q_{out} \cdot C_{out}$$

$$\frac{1 \text{ m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{5 \text{ mg}}{\text{L}} + \frac{25 \text{ m}^3}{\text{s}} \cdot 0,01 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = Q_{out} \cdot C_{out}$$

$$\frac{5 \text{ mg} \cdot \text{m}^3}{\text{L} \cdot \text{s}} + \frac{2,5 \text{ mg} \cdot \text{m}^3}{\text{L} \cdot \text{s}} = 26 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

C_{out}

$\Rightarrow$

$25 \text{ m}^3/\text{s}$

Ένας ποταμός Α έχει ροή υδάτων ίση με ~~20 m³/s~~ και έχει συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών ίση με 250 mg/L.

Ο ποταμός αυτός συναντάει ένα μικρότερο παραπόταμό του Β και συνενώνεται μαζί του σχηματίζοντας ένα μεγαλύτερο ποτάμι Γ.

Ο παραπόταμος Β έχει ροή $8,64 \times 10^8 \text{ L/d}$ και συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών ίση με 1,5 g/L.

Να βρείτε τη συγκέντρωση των αιωρούμενων στερεών στον ποταμό Γ ο οποίος προκύπτει από τη συνένωση των ποταμών Α και Β.

A

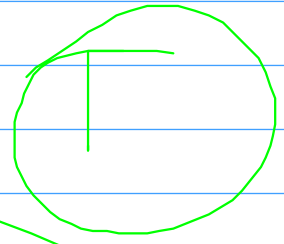
$$25 \text{ m/s}$$

$$250 \text{ mg/L}$$

✓/B

$$8,64 \cdot 10^8 \text{ L/s}$$

$$1,5 \text{ g/L}$$



$$\text{metatdown L/s} \rightarrow \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\frac{8,64 \cdot 10^8 \text{ L}}{\text{s}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}}$$

$$864000 \text{ m}^3/\text{s}$$

mutipowon g/L $\rightarrow$ mg/L

$$\frac{1.5 \cancel{\text{g}}}{\cancel{\text{L}}} \cdot \frac{1 \text{ mg}}{1000 \cancel{\text{g}}} = 1.5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$E = E + \cancel{Z} \pm \cancel{A}$$

$$\sum (Q_{in} \cdot C_{in}) = \sum (Q_{out} \cdot C_{out})$$

$$Q_A C_A + Q_B C_B = Q_T C_T$$

$$25 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 250 \frac{\text{mg}}{\text{L}} + 864000 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$1.5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mg}}{\text{L}} = \frac{Q_A + Q_B}{Q_T} = \frac{25 + 864000}{\text{L}}$$

$$G = \frac{7546}{86400 \text{ s}} = 8,73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mg}}{\text{s}}$$

Ισοζύγια Μάζας σε Σταθερά Συστήματα με Μη-Μετατρέψιμα Χημικά Είδη

Αν σε ένα σύστημα:

- Επικρατούν σταθερές συνθήκες (συσσώρευση μηδενική)
- Μη μετατρέψιμα χημικά είδη (μετατροπή μηδενική)

Τότε: $\text{Εισροές} = \text{Εκροές}$

Παραδείγματα 1.1, 1.2



Ισοζύγια Μάζας $\xrightarrow{\text{Αρχή διατήρησης μάζας}}$ **Ροές υλικών σε ένα σύστημα**

Ισοζύγια Ενέργειας $\xrightarrow{\text{Νόμοι θερμοδυναμικής}}$ **Ροές ενέργειας σε ένα σύστημα**

Ενέργεια = ικανότητα πραγματοποίησης έργου

[Joule (J), British thermal unit (Btu), Kcal]

1KJ = 0,9478 Btu (πίνακας 2.1 σελ 7)

Ισχύς = ρυθμός πραγματοποίησης έργου —————> ενέργεια/χρόνο

[J/sec, Btu/h, Watt (W)]

1 J/sec = 1 W = 3,412 Btu/h (πίνακας 2.1 σελ 7)

Ισοζύγια Ενέργειας

Α Θερμοδυναμικός Νόμος

“Η ενέργεια ούτε δημιουργείται ούτε καταστρέφεται, αλλά αλλάζει μορφή”

Παράδειγμα Ατμοηλεκτρικού Σταθμού

$E_{\text{χημική}} \text{ (καύσιμο)} \longrightarrow E_{\text{θερμική}} \longrightarrow E_{\text{ηλεκτρική}}$

Παράδειγμα Υδροηλεκτρικού Σταθμού

$E_{\text{δυναμική}} \text{ (νερού)} \longrightarrow E_{\text{μηχανική}} \longrightarrow E_{\text{ηλεκτρική}}$

Ορισμός Συστήματος (μηχανή, εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας, Γη...)

Ισοζύγια Ενέργειας

Α Θερμοδυναμικός Νόμος

“Η ενέργεια ούτε δημιουργείται ούτε καταστρέφεται, αλλά αλλάζει μορφή”

Ορισμός Συστήματος (μηχανή, εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας, Γη...)

Για κάθε σύστημα ισχύει:

$$\text{Εισρέουσα } E = \text{Εκρέουσα } E + \text{Μεταβολή } E_{\text{εσωτ}}$$

Όπου $E_{\text{εσωτ}}$: αποθηκευμένη ενέργεια στο σύστημα (άθροισμα ενεργειών μορίων)

$$E_{\text{in}} = E_{\text{out}} + \Delta E$$

$$E \text{ : J}$$

Ισοζύγια Ενέργειας Α Θερμοδυναμικός Νόμος

Προσθήκη Ενέργειας => Αύξηση θ συστήματος

Ειδική θερμότητα, c : ποσό ενέργειας που προκαλεί αύξηση της θ μίας μονάδας μάζας ενός υλικού κατά 1°C ($\text{Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$)

1 Btu = ενέργεια που απαιτείται για αύξηση της θ 1 lb νερού κατά 1°F

1 Kcal = ενέργεια που απαιτείται για αύξηση της θ 1 Kg νερού κατά 1°C

$$1 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C} = 1 \text{ Btu/lb}^{\circ}\text{F} = 4,184 \text{ KJ/Kg}^{\circ}\text{C}$$

Ισοζύγια Ενέργειας Α Θερμοδυναμικός Νόμος

Ειδική θερμότητα, c (KJ/Kg $^{\circ}\text{C}$)

Νερό 4,18

Χαλκός 0,39

Έδαφος 0,84

Πάγος 2,1

Ατμός (100 $^{\circ}\text{C}$) 2,0

Σελ 37
+
39

Ρόλος ωκεανών στις παρατηρούμενες μικρές αλλαγές θερμοκρασίας παράκτιων περιοχών

Ισοζύγια Ενέργειας Α Θερμοδυναμικός Νόμος

Στα περιβαλλοντικά συστήματα ισχύει:

$$\Delta E_{\text{εσωτ.}} = m c \Delta T$$

$\Delta E_{\text{εσωτ.}}$: μεταβολή $E_{\text{εσωτ}}$

m : μάζα (Kg)

c : ειδική θερμότητα (Kcal/Kg $^{\circ}\text{C}$)

ΔT : μεταβολή θερμοκρασίας ($^{\circ}\text{C}$)

$$\Delta H = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Ισοζύγια Ενέργειας Α Θερμοδυναμικός Νόμος

Ισχύει:

$$\text{Εισερχόμενη } E = \text{Εξερχόμενη } E + (m c \Delta T)$$

$$E_{in} = E_{out} + \Sigma$$

Παράδειγμα 1.7

2. Θεωρείστε ένα κουτάκι Coca-Cola (όγκου 330 mL) που είναι αρκετά παγωμένο έτσι ώστε να προκαλέσει συμπύκνωση των υδρατμών του αέρα στην εξωτερική του επιφάνεια. Αν όλη η θερμότητα που απελευθερώνεται όταν 5 ml υδρατμών συμπυκνώνονται επάνω στο κουτάκι μεταφέρεται στην Coca-Cola, πόσο θα αυξηθεί η θερμοκρασία του υγρού μέσα στο κουτάκι. Υποθέστε ότι η πυκνότητα και η ειδική θερμότητα της Coca-Cola είναι ίδια με το νερό. Θεωρείστε τιμή της λανθάνουσας θερμότητας εξάτμισης ίση με 2500 KJ/Kg.

$$c_v = 4,18 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$E_{\text{μεε}} = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$m = V \cdot \rho$$

$$= 330 \cdot 1 \text{ kg/L}$$

$$= 330 \text{ mL} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ L}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}}$$

$$m = 0,33 \text{ kg}$$

$$E = m \cdot L$$

$$E = 5 \text{ mL} \cdot \frac{2500 \text{ kJ}}{\text{kg}}$$

$$E = 5 \text{ mL} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \cdot \frac{2500 \text{ kJ}}{\text{kg}}$$

$$E = 0,005 \cdot 2500 \text{ kJ} \\ = 12,5 \text{ kJ}$$

$$E = m \cdot C \cdot \Delta T$$

$$12,5 \text{ kJ} = 0,33 \text{ kg} \cdot 4,18 \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = 12,5 \text{ kJ}$$

$$\frac{0,33 \text{ kg} \cdot 4,18 \text{ kJ}}{\text{kg}^\circ \text{C}}$$

$$\Delta T = 906^\circ \text{C}$$

$$E_H = \cancel{m} \cdot \cancel{\omega} \cdot T$$

$$m = 5 \text{ ml}$$

$$C = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$V = 354 \text{ mL}$$

$$m = V \cdot \rho$$

$$m = 354 \text{ mL} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$$

$$= 354 \text{ mL} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}}$$

$$m = 0,354 \text{ kg}$$

$$E_{\mu} = m \cdot L$$

$$\begin{aligned} E_{\mu} &= 5 \text{ mL} \cdot 2500 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \\ &= 5 \cancel{\text{g}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{kg}}}{1000 \cancel{\text{g}}} \cdot 2500 \frac{\text{kJ}}{\cancel{\text{kg}}} \end{aligned}$$

$$E_{\mu} = 12,5 \text{ kJ}$$

$$E_{\mu} = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$\Rightarrow 12,5 = 0,354 \cdot 4,18 \cdot \Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta T = 8,45^{\circ}\text{C}$$

Азунан 3^н

Дэс оролца / Энтропийн хэмжээ

$$E_{in} = 500 \text{ мВатт} \quad \eta = ?$$

$$\eta = 36\%$$

$$\Delta T = 20^\circ \text{C}$$

$$4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ \text{C}}$$

$$m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

20°C

$$E_{in} = \cancel{E_{out}} + E_{heat}$$

$$\underline{E_{in}} = \frac{500 \text{ мВатт}}{0,36} = 1388,88 \text{ мВатт}$$

$$E = 0,8 \cdot$$

$$= 1111,1 \text{ мВатт}$$

$$1111,11 \text{ MW} = m \cdot 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}$$

$$\cdot 20^\circ$$

$$1111,11 \text{ MW} = m \cdot 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}$$

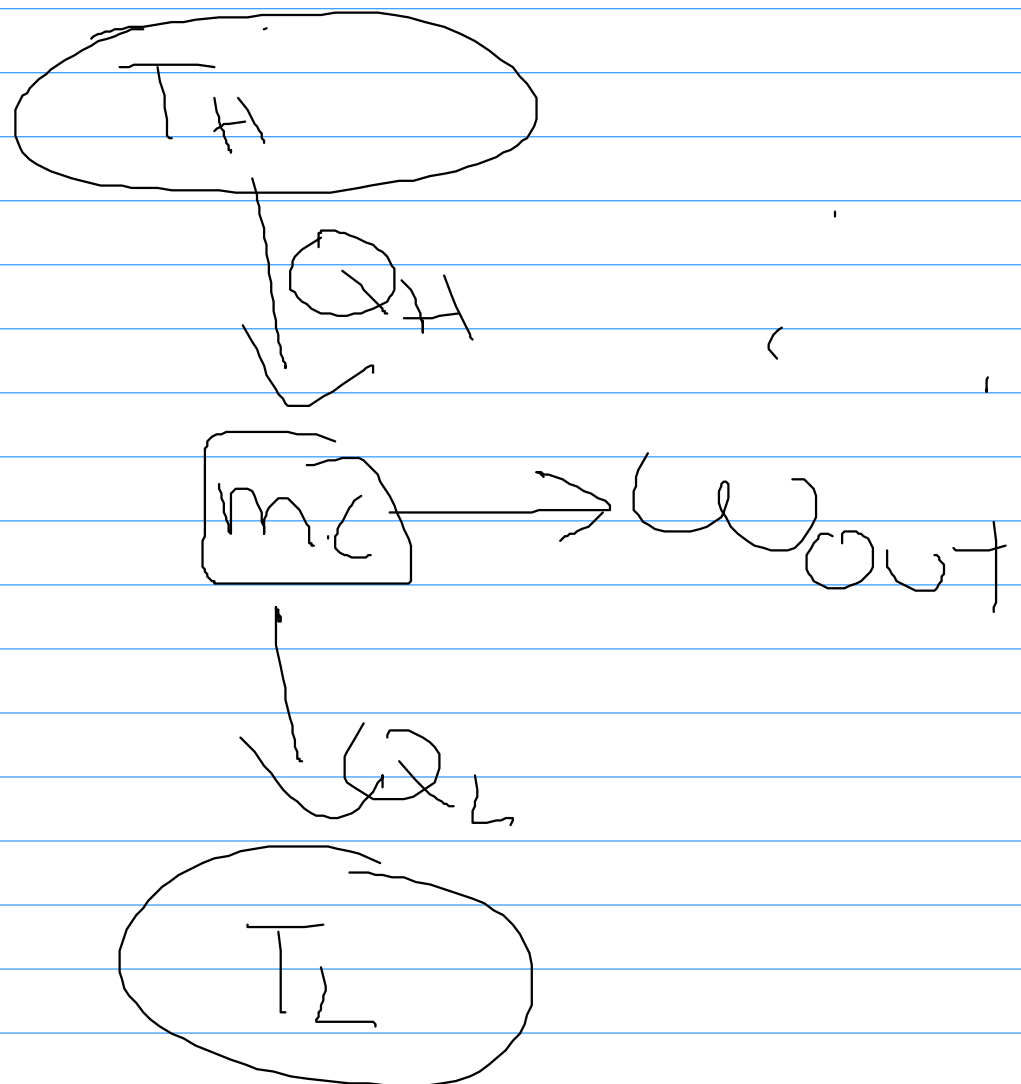
$$\cdot 20$$

$$1111,11 \text{ MW} = m \cdot 4180 \text{ J} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}$$

$$1111,11 \text{ MW} = m \cdot 4180 \text{ J} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}$$

$$m = 13290,79 \text{ kg}$$

$$\frac{dK}{dt} = C_0 e^{-kt}$$



Ισοζύγια Ενέργειας Α Θερμοδυναμικός Νόμος

Ισχύει:

$$\text{Εισερχόμενη } E = \text{Εξερχόμενη } E + (m \cdot c \cdot \Delta T)$$

- Η c παραμένει σταθερή για το δεδομένο θερμοκρασιακό εύρος (μικρή απόκλιση για διαφορετικές θ)
- Δεν έχουμε μεταβολή φάσης υλικού

Ισοζύγια Ενέργειας

Α Θερμοδυναμικός Νόμος

Όταν ένα υλικό αλλάζει φάση:

Απορροφάται ή Απελευθερώνεται Ενέργεια χωρίς μεταβολή της θ

Λανθάνουσα Θερμότητα Τήξης:

ενέργεια για αλλαγή φάσης 1 μονάδας μάζας υλικού από τη στερεή στην υγρή φάση ($P_{\sigma\tau\alpha\theta}$)

Λανθάνουσα Θερμότητα Εξάτμισης:

ενέργεια για αλλαγή φάσης 1 μονάδας μάζας υλικού από την υγρή στην αέρια φάση ($P_{\sigma\tau\alpha\theta}$)

Ισοζύγια Ενέργειας

Α Θερμοδυναμικός Νόμος

Ιδιότητες Νερού	Μονάδες SI	Μονάδες USCS
Ειδική Θερμότητα (15 °C)	4,184 KJ/Kg °C	1,0 Btu/lb °F
Ειδική Θερμότητα (< 0 °C)	2,1 KJ/Kg °C	
Ειδική Θερμότητα (> 100 °C)	2,0 KJ/Kg °C	
Λανθάνουσα Θερμότητα Εξάτμισης	2257 KJ/Kg	972 Btu/lb
Λανθάνουσα Θερμότητα Τήξης	333 KJ/Kg	144 Btu/lb
Πυκνότητα (4 °C)	1000 Kg/m ³	62,4 lb/ft ³

Ισοζύγια Ενέργειας Α Θερμοδυναμικός Νόμος

Ενέργεια που απελευθερώνεται ή απορροφάται κατά τη μεταβολή φάσης:

$$E = m L$$

m: μάζα υλικού

L: λανθάνουσα θερμότητα τήξης ή εξάτμισης



Ισοζύγια Ενέργειας Α Θερμοδυναμικός Νόμος

Σε περιπτώσεις ανοικτών συστημάτων (ροή μάζα και ενέργειας):

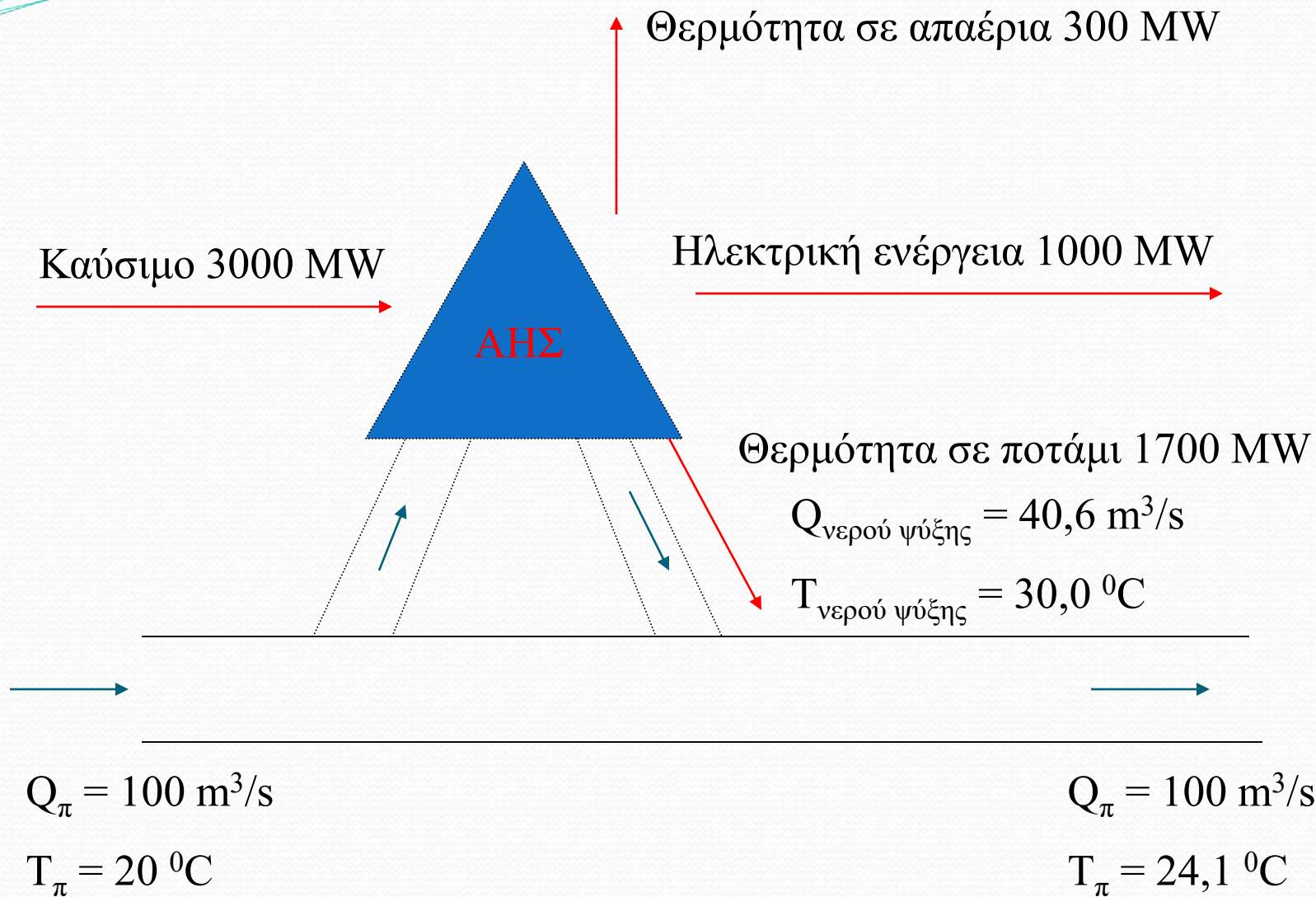
$$\text{Ρυθμός μεταφοράς ενέργειας} = \Delta E_{\text{εσωτ}} = m^0 c \Delta T$$

m^0 : ρυθμός μεταφοράς μάζας στο σύστημα ($\text{m}^3/\text{s} \times \text{Kg}/\text{m}^3$)

ΔT : αλλαγή θερμοκρασίας ρευστού που είναι φορέας της θερμοκρασίας

$\Delta^0 E_{\text{εσωτ}}$: ρυθμός μεταφοράς ενέργειας (J/s ή W)

Παράδειγμα 1.9



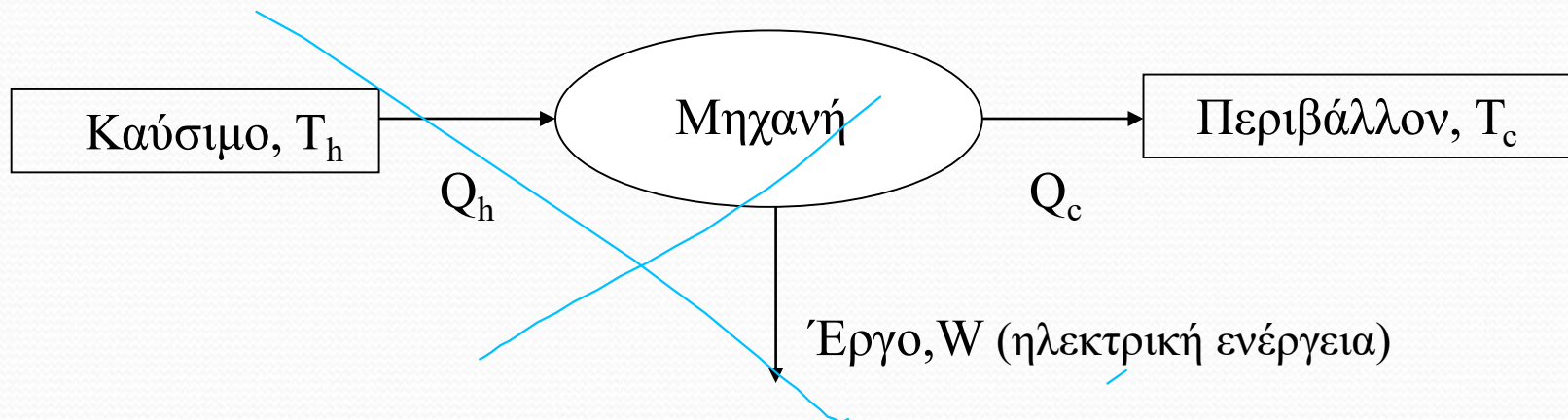


Ισοζύγια Ενέργειας

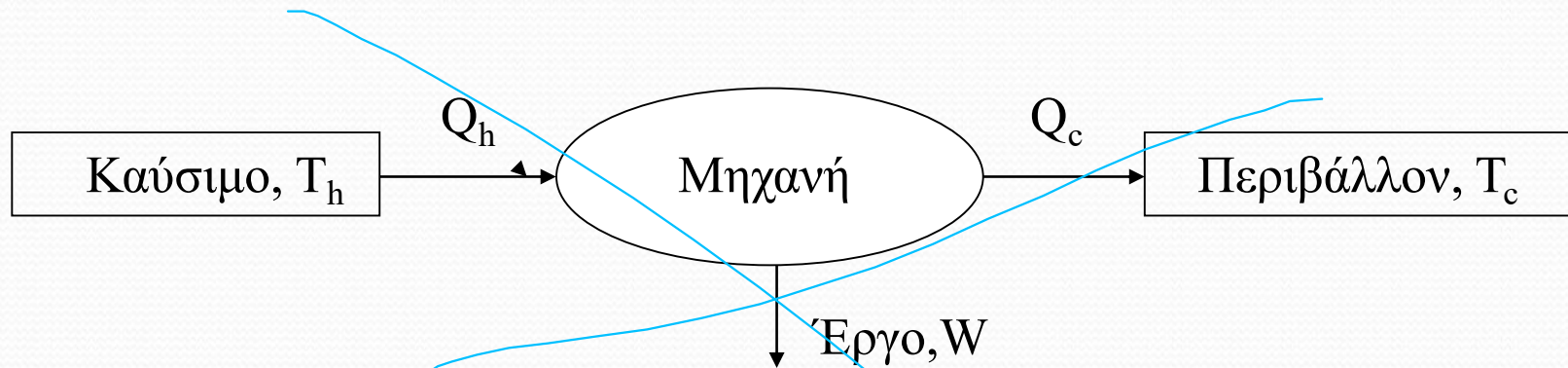
Β' Θερμοδυναμικός Νόμος

Β' Θερμοδυναμικός Νόμος

“Καμία μετατροπή ενέργειας δεν είναι απόλυτα αποδοτική, αλλά πάντα υπάρχουν απώλειες ενέργειας ”



Ισοζύγια Ενέργειας Β' Θερμοδυναμικός Νόμος



Απόδοση Μηχανής

$$n = \frac{W}{Q_h} = \frac{(Q_h - Q_c)}{Q_h} = 1 - \frac{Q_c}{Q_h}$$

Μηχανή Carnot

$$n_{\max} = 1 - \frac{T_c(K)}{T_h(K)}$$

Ισοζύγια Ενέργειας Β' Θερμοδυναμικός Νόμος

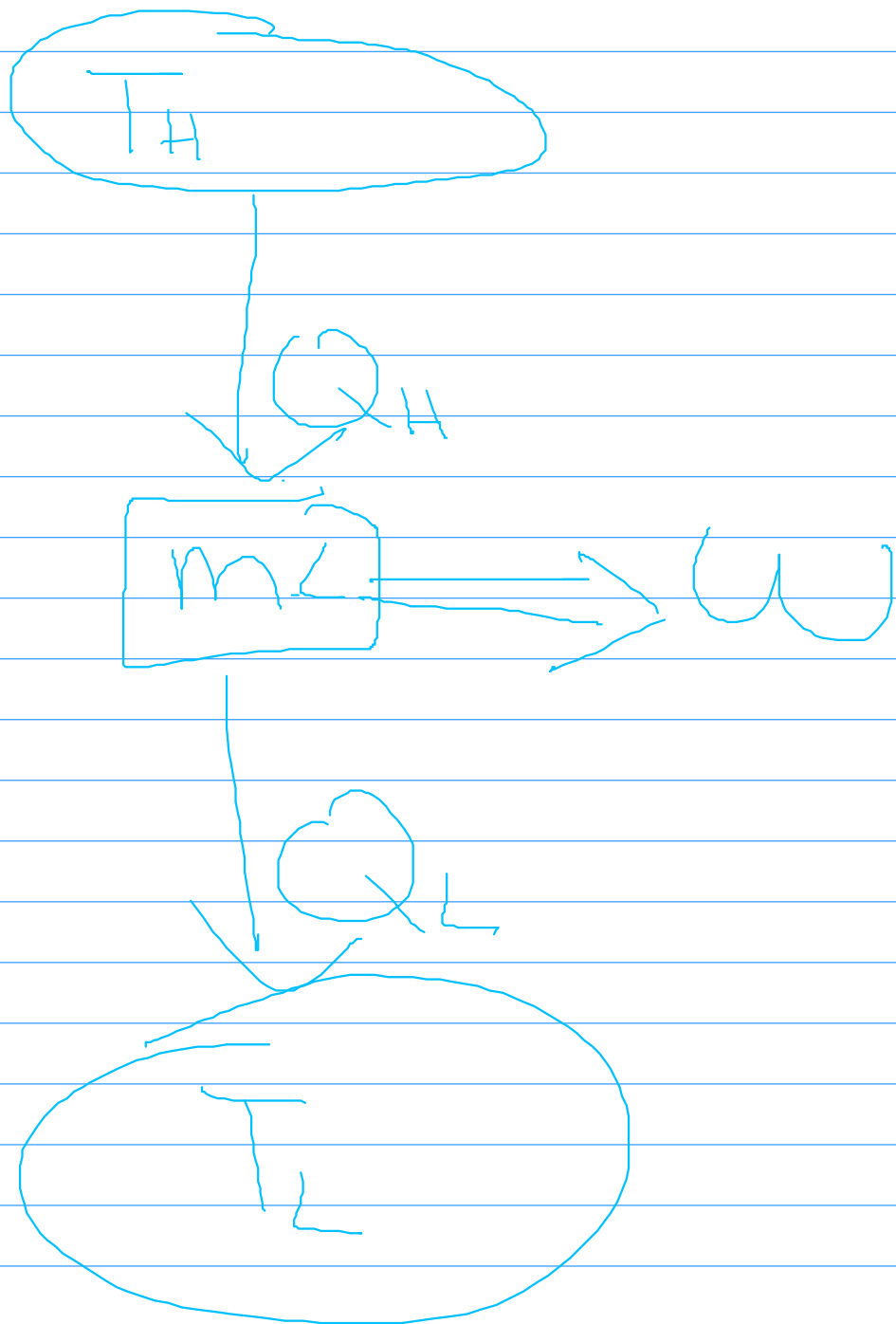
Θερμοηλεκτρικός
σταθμός

$$n_{\max} = 1 - \frac{T_c}{T_h} = 1 - \frac{(20 + 273)}{(600 + 273)} = 0,66 \rightarrow n = 0,33$$

Χρήση νερού
ωκεανών για
παραγωγή
ρεύματος

$$n_{\max} = 1 - \frac{T_c}{T_h} = 1 - \frac{(5 + 273)}{(30 + 273)} = 0,08 \rightarrow n = 0,03$$

Παράδειγμα 1.10



ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ:

(Α) Θερμικές μηχανές:

Ισοζύγιο ενέργειας:

$$W_{net,out} = Q_H - Q_L$$

$$\dot{W}_{net,out} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L$$

Θερμική απόδοση:

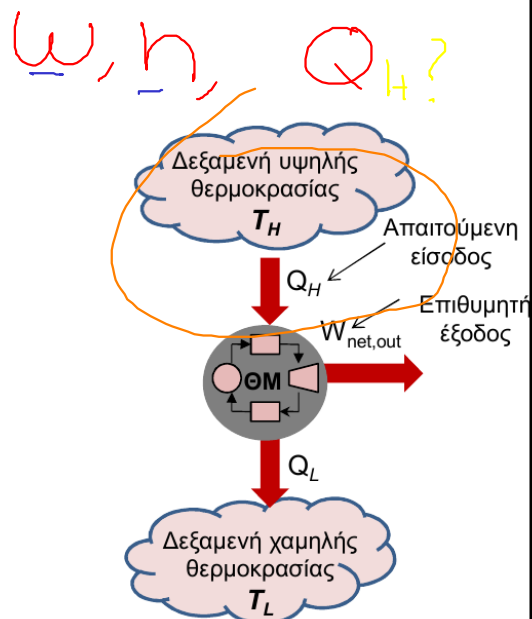
$$n_{th} = \frac{W_{net,out}}{Q_H} = \frac{\dot{W}_{net,out}}{\dot{Q}_H}$$

$$n_{th} < 1$$

$$n_{th} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{\dot{Q}_L}{\dot{Q}_H}$$

Για αντιστρεπτικές θερμικές μηχανές:

$$n_{th,rev} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$



here to search

2019_ασπ.jpg

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Θέμα 2 (20%)

Ένα άκωστο δοχείο χωρητικότητας 3 m^3 περιέχει υδρογόνο (H_2) υπό πίεση 250 kPa και θερμοκρασία 550 K . Το αέριο ψύχεται μέχρι η θερμοκρασία να γίνει ίση με 350 K . Να προσδιορίσετε (α) τη μάζα του H_2 , (β) την τελική πίεση στο δοχείο και (γ) τη μεταφερόμενη θερμότητα κατά τη διάρκεια της διεργασίας. Να θεωρήσετε ότι το H_2 συμπεριφέρεται σαν ιδανικό αέριο με σταθερές ειδικές θερμότητες. Δίνονται για το H_2 : $R=4.1242 \text{ kJ/(kg K)}$, $C_v=10.377 \text{ kJ/(kg K)}$.

Θέμα 3 (20%)

Το έργο εξόδου και η θερμική απόδοση μιας θερμικής μηχανής Carnot είναι 400 kJ και 30% , αντίστοιχα. Αν η θερμοκρασία του θερμοδοχείου είναι 1000°C , να υπολογίσετε (α) τη θερμότητα που προσλαμβάνει η θερμική μηχανή ανά κύκλο, (β) τη θερμότητα που αποβάλλει η θερμική μηχανή στο ψυγροδοχείο και (γ) τη θερμοκρασία του ψυγροδοχείου.

Θέμα 4 (20%)

Υδροπνέος με πυροσφύ 5 kg/s εισέρχεται σε αδιαβατικό στρόβιλο σε πίεση 4 MPa και θερμοκρασία 350°C και εξέρχεται σε πίεση 50 kPa . Αν η διεργασία είναι αντιστρεπτή, ποια είναι η ισχύς που παράγει ο στρόβιλος;

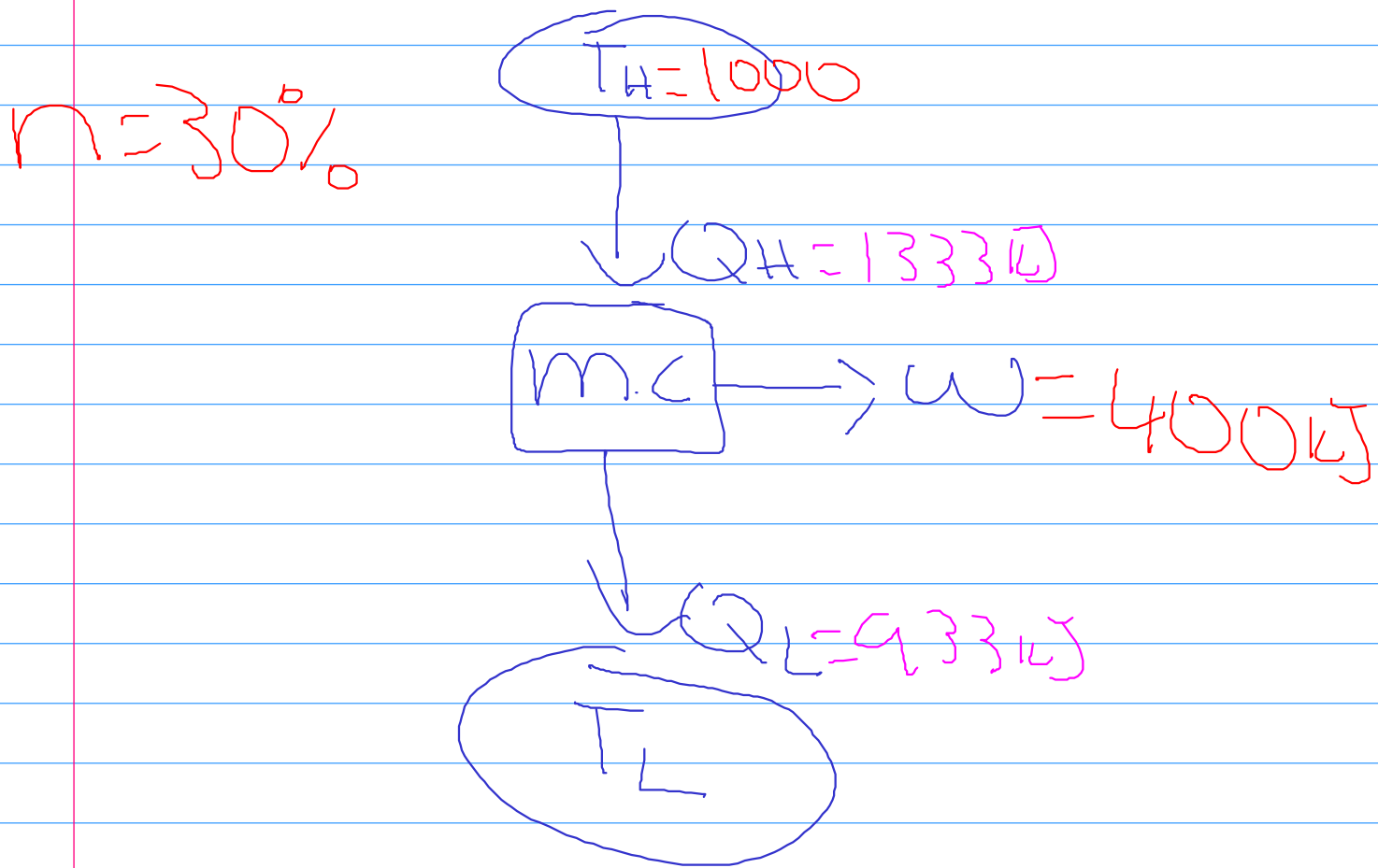
Θέμα 5 (20%)

Να υπολογίσετε την ειδική ενθαλπία του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) σε πίεση 7.4 MPa και θερμοκρασία 456 K χρησιμοποιώντας (α) την παραδοχή του ιδανικού αερίου και (β) το γενικευμένο διάγραμμα απόκλισης της ενθαλπίας. Για το CO_2 δίνονται: $M=44.01 \text{ kg/kmol}$, $R=0.1889 \text{ kJ/(kg K)}$, $T_{cr}=304.2 \text{ K}$ και $P_{cr}=7.39 \text{ MPa}$.

1152 x 2048 362.9 KB 87%

Type here to search COMPO -2.07% 4:44 PM 5/23/2025

Βημα 1^ο Φτιαχνω σχημα



Βημα 2^{οο} Βεβαιω τα δεδομένα μου στο σχημα

Βημα 3^{οο} βγαλω τους τωους Carnot

$$W = Q_H - Q_L \quad (1)$$

$$\eta = \frac{W}{Q_H} \quad (2)$$

$$\eta = 1 - \frac{T_L}{T_H} \quad (3)$$

Berechnung 4^o von η_{WW}

a) Q_H ?

$$(2) \Rightarrow \eta = \frac{W}{Q_H}$$

$$0,3 = \frac{400 \text{ kJ}}{Q_H} \Rightarrow Q_H = 1333,3 \text{ J}$$

b)

$$(1) \Rightarrow W = Q_H - Q_L$$

$$400,3 \text{ J} = 1333,3 \text{ J} - Q_L$$

$$400 - 1333 = -Q_L$$

$$Q_L = 933 \text{ kJ}$$

$$x) \quad \textcircled{0,3} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

$$0,3 = 1 - \frac{T_L}{(1000^\circ\text{C} + 273)\text{K}}$$

$$0,3 = 1 - \frac{T_L}{1273\text{K}}$$

$$(0,3 - 1) = - \frac{T_L}{1273}$$

$$\neq 0,7 \cdot 1273 = T_L$$

$$T_L = 891,1\text{K}$$

Μεταφορά Θερμότητας

- Μέσω επαφής (στερεά σώματα)
- Καλοί αγωγοί θερμότητας, (μέταλλα)
- Κακοί αγωγοί θερμότητας ή μονωτές (μαλλί, ξύλο, πάγος) => δεν επιτρέπουν απώλεια θερμότητας
- Διαμέσου του υγρού ή αέριου μέσου που παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο αντικειμένων
- Μέσω ακτινοβολίας (ηλεκτρομαγνητικά κύματα)

Μεταφορά Θερμότητας

$$q = \frac{A(T_i - T_o)}{R} \quad (\sigma\epsilon\lambda\ 49)$$

q = ρυθμός μεταφοράς θερμότητας (W ή Btu/ώρα)

A = επιφάνεια μεταφοράς (m^2)

T_i = θερμοκρασία στη μία πλευρά της επιφάνειας ($^{\circ}C$)

T_o = θερμοκρασία στην άλλη πλευρά της επιφάνειας ($^{\circ}C$)

R = ολική θερμική αντίσταση ($m^2\ ^{\circ}C/W$)

Παράδειγμα 1.11



Μεταφορά Θερμότητας Μέσω Ακτινοβολίας

➤ Κάθε σώμα εκπέμπει θερμική ακτινοβολία – Σύγκριση με μέλαν σώμα

➤ Μέλαν σώμα: τέλειος πομπός και δέκτης ενέργειας

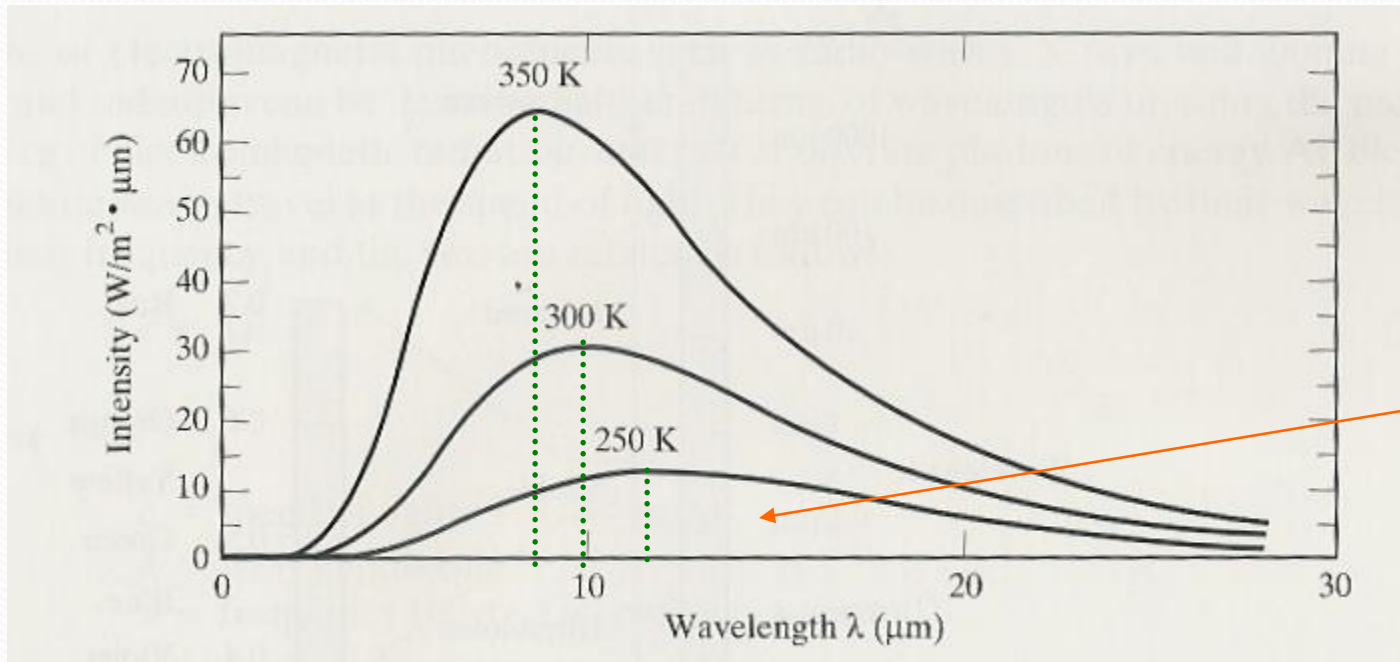
➤ Ικανότητα εκπομπής, ε : ακτινοβολία που εκπέμπει ένα αντικείμενο / ακτινοβολία που εκπέμπει ένα μέλαν σώμα ίδιας θ

$\varepsilon = 0,9$ (έρημος)

$\varepsilon = 0,95$ (νερό)

$\varepsilon = 0,96$ (ανθρώπινο σώμα)

Μεταφορά Θερμότητας Μέσω Ακτινοβολίας



Συνολική
ενέργεια που
εκπέμπεται

- Αντικείμενα με υψηλότερη θερμοκρασία εκπέμπουν περισσότερη ενέργεια
- Η μέγιστη ενέργεια εκπέμπεται σε χαμηλότερα μήκη κύματος

Μεταφορά Θερμότητας Μέσω Ακτινοβολίας

$$E = \sigma A T^4$$

E = συνολικός ρυθμός εκπομπής μέλαν σώματος (W)

σ = σταθερά Stefan-Boltzmann = $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$

T = απόλυτη θερμοκρασία αντικειμένου (K)

A = επιφάνεια αντικειμένου (m^2)

Μεταφορά Θερμότητας Μέσω Ακτινοβολίας

$$\lambda_{\max} = \frac{2898}{T}$$

$\lambda_{\max}$ = Μήκος κύματος που παρατηρείται η μέγιστη εκπομπή ακτινοβολίας

T = απόλυτη θερμοκρασία αντικειμένου (K)

Παράδειγμα 1.12



