

## ***Η ενέργεια διατηρείται, αλλά και υποβαθμίζεται.***

Σύμφωνα με τον 1<sup>ο</sup> Θερμοδυναμικό νόμο, η ενέργεια διατηρείται. Η μεταβολή στην εσω-τερική ενέργεια ενός συστήματος, μπορεί να προκύψει αν το σύστημα ανταλλάξει ενέργεια με δύο ισοδύναμους τρόπους. Είτε μέσω έργου, είτε μέσω θερμότητας.

**Δηλαδή το έργο και η θερμότητα εμφανίζονται σαν δυο ισοδύναμοι τρόποι μεταφοράς ενέργειας.**

Θα μπορούσε λοιπόν κάποιος να πει, ότι είτε έχω αποθηκευμένη μια ενέργεια 1000J σε μια ποσότητα νερού, με τη μορφή της δυναμικής ενέργειας (έχοντας το νερό αυτό σε κάποιο ύψος) είτε με τη μορφή της εσωτερικής (θερμικής) ενέργειας (έχοντας αυξήσει τη θερμοκρασία της ίδιας ποσότητας νερού) το αποτέλεσμα είναι το ίδιο.

Εδώ όμως έρχεται ο 2<sup>ος</sup> Θερμοδυναμικός νόμος για να μας πει, ότι τα πράγματα δεν είναι έτσι. Και αυτό γιατί:

Ενώ μπορούμε να πάρουμε έργο  $W=1000J$ , αν αφήσουμε το νερό να πέσει από την πρώτη δεξαμενή, δεν μπορούμε να κατασκευάσουμε μια θερμική μηχανή, μέσω της οποίας να αντλήσουμε θερμότητα 1000J από την δεύτερη δεξαμενή και να πάρουμε έργο 1000J. Η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη σαν θερμική ενέργεια είναι χειρότερης ποιότητας από την αντίστοιχη μηχανική ενέργεια...

Έτσι συνηθίζουμε να λέμε ότι η θερμότητα είναι κατώτερης ποιότητας ενέργεια, σε σύγκριση με το έργο.

Αλλά ένα ποσό θερμότητας έχει πάντα την ίδια αξία; Η απάντηση είναι όχι.

**«Σε όσο μικρότερη θερμοκρασία βρίσκεται ένα ποσό θερμότητας τόσο υποβαθμισμένο είναι».**

Ας το δούμε με μια εφαρμογή.

### **Άσκηση:**

Πρόκειται να εκμεταλλευτούμε ένα ποσό θερμότητας  $Q_h=1000J$ , το οποίο θα αντλήσουμε από μια δεξαμενή A, χρησιμοποιώντας μια θερμική μηχανή η οποία θα χρησιμοποιεί σαν δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας την ατμόσφαιρα σε θερμοκρασία 27°C. Πόσο είναι το μέγιστο ποσό έργου που μπορούμε να πάρουμε στην περίπτωση που η θερμοκρασία της δεξαμενής A είναι:

- i)  $\theta_1=227^\circ C$
- ii)  $\theta_2= 127^\circ C$
- iii)  $\theta_3= 20^\circ C$

### **Απάντηση:**

Τη μέγιστη ποσότητα έργου μπορούμε να την πάρουμε αν χρησιμοποιήσουμε μια μηχανή

Carnot που να απορροφά θερμότητα από τη δεξαμενή Α, θα παράγει έργο και θα αποδίδει κάποια θερμότητα στο περιβάλλον.

Η απόδοση της μηχανής αυτής θα είναι:

$$e = 1 - \frac{T_c}{T_h}$$

Αλλά και

$$e = \frac{W}{Q_h}$$

Από (1) και 2) παίρνουμε:

$$W = Q_h \left( 1 - \frac{T_c}{T_h} \right)$$

i) Με αντικατάσταση στην τελική εξίσωση (3) έχουμε:

$$W_1 = 1000\text{J} \cdot (1 - 300/500) = 400\text{J}$$

ii) Αντίστοιχα:

$$W_2 = 1000\text{J} \cdot (1 - 300/400) = 250\text{J}$$

iii) Στην τρίτη περίπτωση προφανώς η μηχανή μας δεν μπορεί να λειτουργήσει, αφού δεν μπορεί να αντληθεί θερμότητα από τη δεξαμενή Α, που έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από την ατμόσφαιρα ( δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας). Συνεπώς το ποσό της θερμότητας αυτής είναι πλήρως μη εκμεταλλεύσιμο.

### Υλικό Φυσικής - Χημείας.

Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους...

Επιμέλεια:

*Διονύσης Μάργαρης*