

## Εργαστηριακή άσκηση 12

### ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΦΑΣΗΣ – ΒΡΑΣΜΟΣ

#### ΣΤΟΧΟΙ

Οι στόχοι αυτής της εργαστηριακής άσκησης είναι:

1. Να επιβεβαιώνεις πειραματικά ότι κατά τη διάρκεια του βρασμού ενός σώματος η θερμοκρασία του παραμένει σταθερή, αν και μεταφέρεται σε αυτό θερμότητα.
2. Να μετράς τη θερμοκρασία βρασμού ενός υγρού σώματος και να επιβεβαιώνεις πειραματικά ότι η θερμοκρασία βρασμού εξαρτάται από το είδος και τη σύσταση του σώματος.

#### ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ

Ο βρασμός πραγματοποιείται σε ανοικτό δοχείο. Κατά το βρασμό παρατηρείται μετατροπή του υγρού σε αέριο από όλη τη μάζα του υγρού.

Για να πραγματοποιηθεί η μεταβολή αυτή, το σώμα πρέπει να απορροφήσει ένα συγκεκριμένο ανά μονάδα μάζας ποσό θερμότητας, που ονομάζεται θερμότητα βρασμού. (LB: λανθάνουσα θερμότητα βρασμού).

Ολόκληρο το ποσό της θερμότητας βρασμού χρησιμοποιείται αποκλειστικά για τη μετατροπή του υγρού σε αέριο και κατά συνέπεια, δεν προκαλεί καμία μεταβολή στη θερμοκρασία του σώματος. Επομένως σε όλη τη διάρκεια του βρασμού η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή.

Η σταθερή θερμοκρασία, στην οποία βράζει ένα σώμα, είναι χαρακτηριστική του σώματος και ονομάζεται θερμοκρασία βρασμού.

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση:

- ✓ Μελετάμε πειραματικά πως μεταβάλλεται η θερμοκρασία μιας ποσότητας νερού σε συνάρτηση με τη θερμότητα που του προσφέρουμε.
- ✓ Επιβεβαιώνουμε πειραματικά ότι κατά τη διάρκεια του βρασμού η θερμοκρασία του νερού παραμένει σταθερή και τη μετράμε.
- ✓ Επιβεβαιώνουμε ότι κατά το βρασμό η μάζα του υγρού νερού ελαττώνεται, λόγω της μετατροπής του σε ατμό (αέριο).
- ✓ Υπολογίζουμε τη λανθάνουσα θερμότητα βρασμού του νερού.
- ✓ Επαναλαμβάνουμε το βρασμό για υδατικό διάλυμα αλατόνευρου και επισημαίνουμε τη διαφορά της θερμοκρασίας βρασμού του αλατόνευρου από αυτή του καθαρού νερού.

## ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΟΡΓΑΝΑ, ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

- ✓ Ένα θερμόμετρο εργαστηρίου  $-10...110^{\circ}\text{C}$  ή ένα ψηφιακό θερμόμετρο.
- ✓ Δοχείο ζέσης 250 ml.
- ✓ Ηλεκτρική εστία θέρμανσης.
- ✓ Βάση στήριξης, ορθοστάτης, σύνδεσμοι, μεταλλικοί ράβδοι 80 και 30cm.
- ✓ Χρονόμετρο
- ✓ Ζυγός
- ✓ Νερό βρύσης, αλάτι, θερμομονωτικό πανί ή γάντι.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

1. Πραγματοποιήστε την πειραματική διάταξη της εικόνας:



2. Ζύγισε το δοχείο ζέσης και κατέγραψε τη μάζα του στον πίνακα 1. Ρίξε μέσα στο δοχείο **100g** νερό βρύσης.

3. Άναψε την εστία και ρύθμισέ την, ώστε η παροχή θερμότητας να είναι ήπια. Όταν παρατηρήσεις άνοδο της θερμοκρασίας που δείχνει το θερμόμετρο, βάλε σε λειτουργία το χρονόμετρο. Λάβε μετρήσεις της θερμοκρασίας ανά **1min** στον πίνακα Α.



*Σημείωση:* Πρόσεξε, ώστε η παρεχόμενη **θερμότητα/min** να είναι σταθερή, έτσι ώστε κάθε λεπτό να μεταφέρεται στο νερό το ίδιο, σταθερό, ποσό θερμότητας.

4. Από τη στιγμή που αρχίζει ο βρασμός λάβε ακόμα **5 μετρήσεις**. Μόλις λάβεις την τελευταία μέτρηση, σβήσε αμέσως την εστία και σταμάτησε το χρονόμετρο.

*Επισήμανση:* Ο ολικός χρόνος μέτρησης στο πείραμα πρέπει να είναι υπερδιπλάσιος του χρόνου που αφήνουμε το  $H_2O$  να βράσει Δηλαδή, αν αφήσουμε το νερό να βράζει επί 5 min, ο χρόνος από τη στιγμή που ανάψαμε την εστία θέρμανσης και αρχίσαμε τις μετρήσεις μέχρι τη στιγμή που πήραμε την τελευταία μέτρηση και σβήσαμε την εστία, πρέπει να είναι πάνω από 10min.

5. Ζύγισε πάλι το δοχείο με το νερό και υπολόγισε τη μάζα του νερού που έχει απομείνει, καθώς και αυτού που έχει γίνει ατμός και κατέγραψε τις μετρήσεις σου στον πίνακα 1.

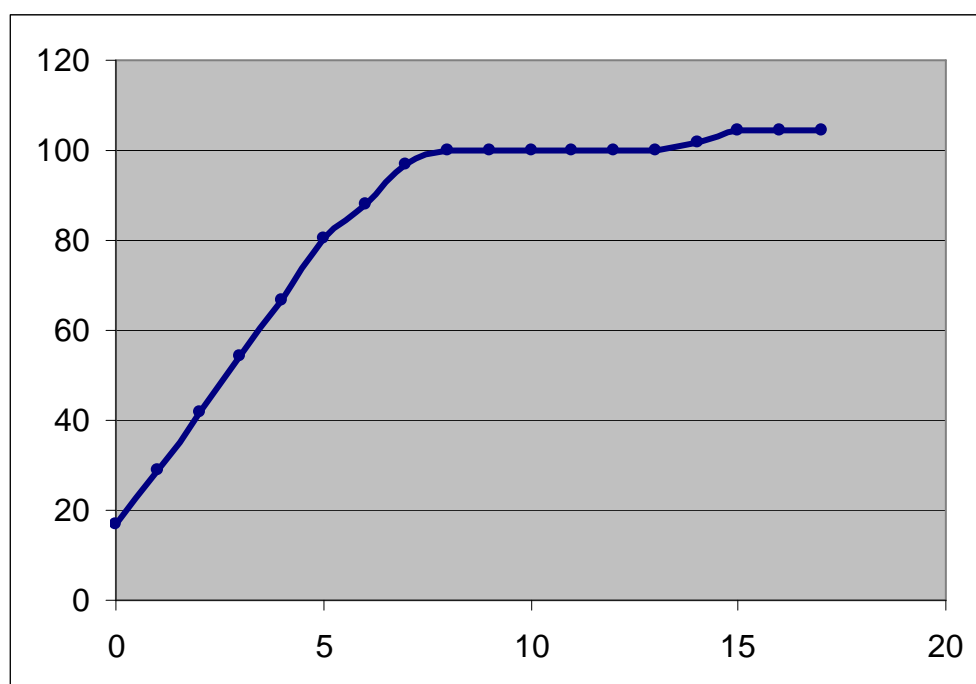
6. Τη στιγμή που βράζει το καθαρό νερό ρίξε και 25 g αλάτι και ανακάτεψε το διάλυμα.. Λάβε αντίστοιχες μετρήσεις και συμπλήρωσε τον πίνακα Β.

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 1</b>	
Μάζα δοχείου	$m_{\text{δοχείου}}=105g$
Αρχική μάζα νερού	$m_{1\text{νερού}}=100g$
Μάζα δοχείου και νερού μετά ο βρασμό	$m=193g$
Μάζα νερού που έχει απομείνει στο δοχείο	$m_{2\text{νερού}}=m- m_{\text{δοχείου}}=88g$
Μάζα νερού που έγινε ατμός	$m_{\text{ατμού}}= m_{1\text{νερού}}- m_{2\text{νερού}}=12g$

ΠΙΝΑΚΑΣ Α		
ΝΕΡΟ		
a/a	t(min)	θ (°C)
1	0	16,7
2	1	28,8
3	2	41,6
4	3	54,4
5	4	66,8
6	5	80,6
7	6	88
8	7	96,7
9	8	100,5
10	9	100,5
11	10	100,5
12	11	100,5
13	12	100,5

ΠΙΝΑΚΑΣ Β		
ΑΛΑΤΟΝΕΡΟ		
a/a	t(min)	θ (°C)
1	13	104,5
2	14	104,5
3	15	104,5

Στους εικονιζόμενους άξονες σχεδιάσε τις γραφικές παραστάσεις θερμοκρασίας – χρόνου για το νερό και το αλατόνερο, με βάση τις τιμές των πινάκων Α και Β .



8. Η θερμοκρασία βρασμού του νερού είναι:

$$\theta_{\text{νερού}} = 100,5^{\circ}\text{C}$$

Η θερμοκρασία βρασμού του αλατόνερου είναι:

$$\theta_{\text{αλατ.}} = 104,5^{\circ}\text{C}$$

9. Πως μεταβάλλεται η θερμοκρασία του νερού και του αλατόνευρου κατά τη διάρκεια του βρασμού τους; Πως εξηγείς το φαινόμενο αυτό;

*Τόσο η θερμοκρασία του καθαρού νερού όσο και η θερμοκρασία του αλατόνευρου κατά τη διάρκεια του βρασμού τους παραμένουν*

*σταθερές. Η θερμότητα που προσφέρεται χρησιμοποιείται για την μετατροπή φάσης από την υγρή στην αέρια φυσική κατάσταση.*

10. Ποια θερμοκρασία βρασμού είναι μεγαλύτερη, του νερού ή του αλατόνευρου;

*Μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία βρασμού του αλατόνευρου.*

11. Πόσο χρόνο διήρκεσε ο βρασμός κατά τη διεξαγωγή του πειράματος βρασμού του νερού; Πόση μάζα νερού έγινε ατμός στο χρόνο αυτό;

$$\Delta t = \text{χρόνος βρασμού} = \dots\dots\dots 4 \dots\dots\dots \text{min}$$

$$m_{\text{ατμού}} = \dots\dots\dots 12 \dots\dots\dots \text{g}$$

12. Υπολογίζουμε το ποσό της θερμότητας (Q) που μεταφέρθηκε στο νερό σε όλη τη διάρκεια του βρασμού του (χρόνος Δt). Για να το πετύχουμε, αρκεί να βρούμε από το γράφημα πόσο μεταβλήθηκε η θερμοκρασία του νερού σε ίσο χρόνο (Δt), από την αρχή της θέρμανσής του.

Δεδομένου ότι η παροχή θερμότητα /min στο νερό είναι σταθερή, η θερμότητα (Q) που χρειάστηκε για να θερμάνει το νερό από την αρχική του θερμοκρασία κατά Δθ βαθμούς σε χρόνο Δt, είναι ίσο με τη θερμότητα που απορρόφησε το νερό μέσα στον ίδιο χρόνο (Δt) που διήρκεσε ο βρασμός.

Έτσι, αν σε χρονικό διάστημα Δt=4min (όσο ο χρόνος βρασμού), η θερμοκρασία του νερού μεταβλήθηκε από την αρχική της τιμή κατά Δθ βαθμούς, το ποσό της θερμότητας που ζητάμε βρίσκεται από την εξίσωση:

$$Q = m_{\text{νερού}} \cdot c \cdot \Delta\theta \quad (1)$$

όπου:  $c = 4,2 \text{ J/g } ^{\circ}\text{C}$ ,  $m_{\text{νερού}}$  είναι η αρχική μάζα του νερού και Δθ η μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού στον παραπάνω χρόνο Δt.

1. Με βάση το διάγραμμα θερμοκρασία νερού – χρόνος, υπολόγισε πόσο μεταβλήθηκε η θερμοκρασία του νερού από την αρχική της τιμή σε χρόνο  $\Delta t$  (ίσο με το χρόνο που διήρκεσε ο βρασμός,  $\Delta t=4\text{min}$ ).

$$\Delta\theta = \dots 83,8 \dots ^\circ\text{C}$$

2. Χρησιμοποίησε την εξίσωση (1) και υπολόγισε το ποσό της θερμότητας  $Q$ , που μεταφέρεται από την ηλεκτρική εστία θέρμανσης στο νερό μέσα στο χρονικό διάστημα των 5min

$$Q = \dots 35196 \dots \text{J}$$

Σε 4 min είναι  $Q' = 35196/2 = 17598\text{J}$

3. Υπολόγισε τη θερμότητα που χρειάζεται για να βράσει ένα γραμμάριο νερού. Σύγκρινε την τιμή που βρήκες με αυτή που υπάρχει στον αντίστοιχο πίνακα του βιβλίου σου και σχολίασε το αποτέλεσμα:

$$q = \dots 17598/12 = 1466,5 \dots \text{J/g}$$

.....  
*Η θεωρητική τιμή που δίνει το βιβλίο είναι 2256J/g. Η διαφορά οφείλεται στο ότι το φαινόμενο της εξάτμισης*  
.....

*είναι έντονο αρκετά πριν τους 100°C, οπότε η μάζα των ατμών που*  
.....

*υπολογίζουμε δεν είναι μόνο αυτή που παίρνουμε κατά τη διάρκεια*  
.....

*του βρασμού.*  
.....

## ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΦΑΣΗΣ – ΒΡΑΣΜΟΣ

### ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ (I)

1. Ρίχνουμε μέσα στο βραστήρα  $m_1=1000\text{g}$  νερό βρύσης.
2. Ανάβουμε το βραστήρα και καταγράφουμε τη θερμοκρασία που δείχνει το θερμόμετρο, ανά  $0,5\text{min}$  με το χρονόμετρο. Συμπληρώνουμε έτσι τον πίνακα Α.

ΠΙΝΑΚΑΣ Α	
t(min)	$\theta$ °C
0	19,9
0,5	31,9
1	42
1,5	54
2	66
2,5	78
3	89
3,5	100
4	100
4,5	100
5	100
5,5	100
6	100
6,5	100
7	100



3. Με βάση τις τιμές του πίνακα, υπολογίζουμε πόσο μεταβλήθηκε η θερμοκρασία του νερού από την αρχική της τιμή σε χρόνο  $\Delta t$  (ίσο με το χρόνο που διήρκεσε ο βρασμός,  $\Delta t=3,5\text{min}$ ).

$$\Delta\theta=80,1\text{ }^{\circ}\text{C}$$

4. Έτσι, αν σε χρονικό διάστημα  $\Delta t=3,5\text{min}$  (όσο ο χρόνος βρασμού), η θερμοκρασία του νερού μεταβλήθηκε από την αρχική της τιμή κατά  $\Delta\theta=80,1$  βαθμούς, το ποσό της θερμότητας που ζητάμε βρίσκεται από την εξίσωση:

$$Q=m_{\text{νερού}} \cdot c \cdot \Delta\theta = 1000 \cdot 4,2 \cdot 80,1 = 336.420 \text{ J}$$

5. Άρα στον ίδιο χρόνο  $\Delta t=3,5\text{min}$  που διαρκεί ο βρασμός η παροχή θερμότητας από τον βραστήρα είναι επίσης  $Q=336.420 \text{ J}$ .

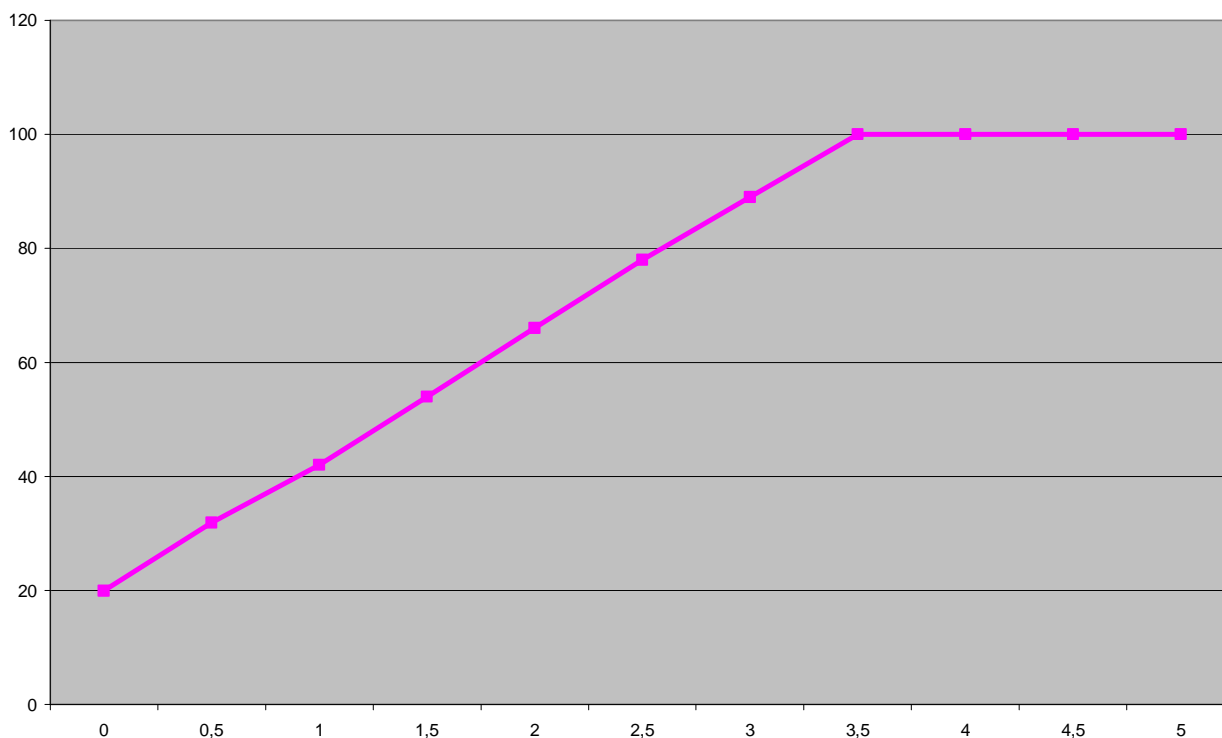
6. Υπολογίζουμε τη μάζα νερού έγινε ατμός στο χρόνο αυτό ζυγίζοντας ξανά το νερό ( $m_2$ ) που έμεινε στο βραστήρα μετά το βρασμό:  $m_2=844\text{g}$  νερό.

7. Η μάζα των ατμών κατά τη διάρκεια του βρασμού είναι:  $m=1000-844=156\text{g}$ .

Άρα η θερμότητα που χρειάζεται για να βράσει ένα γραμμάριο νερού, είναι  $q=336.420/156=2156\text{J/g}$ .

- ✓ Αυτή είναι και η λανθάνουσα θερμότητα του νερού  $L_B=2156\text{J/g}$ .
- ✓ Παρατηρούμε ότι σε αυτή την περίπτωση με τον βραστήρα φτάνουμε γρηγορότερα στη θερμοκρασία βρασμού και διαπιστώνουμε πειραματικά ότι έχουμε μειώσει πολύ τις πιθανές απώλειες π.χ από φαινόμενα εξάτμισης κ.λπ.

8. Σχεδιάζουμε τη γραφική παράσταση θερμοκρασίας – χρόνου:





## ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΦΑΣΗΣ – ΒΡΑΣΜΟΣ

### ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ (II)

1. Ρίχνουμε μέσα στο δοκιμαστικό σωλήνα  $m_1= 50\text{g}$  νερό βρύσης.
2. Ανάβουμε το γκαζάκι και καταγράφουμε τη θερμοκρασία που δείχνει το θερμόμετρο, ανά  $10\text{sec}$  με το χρονόμετρο. Συμπληρώνουμε έτσι τον πίνακα Α.

ΠΙΝΑΚΑΣ Α	
t(sec)	$\theta$ °C
0	19,5
30	46
40	60
50	66
60	72
70	79
80	90
90	95
94 (1:34 min)	100
...	100
188( 3:08 min)	100



3. Με βάση τις τιμές του πίνακα, υπολογίζουμε πόσο μεταβλήθηκε η θερμοκρασία του νερού από την αρχική της τιμή σε χρόνο  $\Delta t$  (ίσο με το χρόνο που διήρκεσε ο βρασμός,  $\Delta t=1,34\text{min}$ ).

$$\Delta\theta=80,5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

4. Έτσι, αν σε χρονικό διάστημα  $\Delta t=1,34\text{min}$  (όσο ο χρόνος βρασμού), η θερμοκρασία του νερού μεταβλήθηκε από την αρχική της τιμή κατά  $\Delta\theta=80,5$  βαθμούς, το ποσό της θερμότητας που ζητάμε βρίσκεται από την εξίσωση:

$$Q=m_{\text{νερού}} \cdot c \cdot \Delta\theta = 50 \cdot 4,2 \cdot 80,5 = 16.905 \text{ J}$$

5. Άρα στον ίδιο χρόνο  $\Delta t=1,34\text{min}$  που διαρκεί ο βρασμός η παροχή θερμότητας από τον βραστήρα είναι επίσης  $Q=16.905 \text{ J}$ .

6. Υπολογίζουμε τη μάζα νερού έγινε ατμός στο χρόνο αυτό ζυγίζοντας ξανά το νερό ( $m_2$ ) που έμεινε στο δοκιμαστικό σωλήνα μετά το βρασμό:  $m_2 = 43\text{g}$  νερό.

7. Η μάζα των ατμών κατά τη διάρκεια του βρασμού είναι:  $m = 50 - 43 = 7\text{g}$ .

Άρα η θερμότητα που χρειάζεται για να βράσει ένα γραμμάριο νερού, είναι  $q = 16.905/7 = 2415\text{J/g}$ .

✓ Αυτή είναι και η λανθάνουσα θερμότητα του νερού  $L_B = 2415\text{J/g}$ .

✓ Παρατηρούμε ότι και σε αυτή την περίπτωση με το δοκιμαστικό σωλήνα, φτάνουμε γρηγορότερα στη θερμοκρασία βρασμού και διαπιστώνουμε πειραματικά ότι έχουμε μειώσει πολύ τις πιθανές απώλειες.

8. Σχεδιάζουμε τη γραφική παράσταση θερμοκρασίας – χρόνου:

