



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών

# Έλεγχος και Διασφάλιση Ποιότητας

Ενότητα 6: Διακρίβωση συσκευών θέρμανσης

Κουμπάρης Μιχαήλ

Τμήμα Χημείας

Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας

# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΩΝ (1)

- Παράμετροι προς εξέταση:
  - Ακρίβεια σε σχέση με διακριβωμένο θερμόμετρο αναφοράς
  - Επαναληψιμότητα μετρήσεων
- Είδη θερμομέτρων / Συχνότητα Διακρίβωσης:
  - Θερμόμετρα αναφοράς (συνήθως υδραργυρικά): ανά 5-ετία
  - Θερμόμετρα εργασίας (υδραργυρικά ή ψηφιακά): ανά έτος



## ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΩΝ (2)

- Υλικά και Συσκευές:
  - Ιχνηλάσιμα διακριβωμένο θερμόμετρο αναφοράς με κατάλληλη διακριτική ικανότητα
  - Υδατόλουτρο ψυχόμενο
  - Υδατόλουτρο θερμαινόμενο
  - Λουτρό ελαίου υψηλού σημείου βρασμού
  - Μίγμα πάγου - νερού



# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΩΝ (3)

- Διαδικασία Ελέγχου Ακρίβειας
  - Ανάλογα με την περιοχή θερμοκρασιών, τα προς διακρίβωση θερμόμετρα και το πρότυπο θερμόμετρο, τοποθετούνται:
    - Σε ψυχόμενο υδατόλουτρο για θερμοκρασίες  $< 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
    - Σε μίγμα νερού – πάγου για θερμοκρασία περίπου  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$
    - Σε υδατόλουτρο με ρυθμιζόμενη θερμοκρασία και ανάδευση για θερμοκρασίες μεγαλύτερες από θερμοκρασία δωματίου μέχρι  $95\text{ }^{\circ}\text{C}$
    - Σε λουτρό με θερμαινόμενο έλαιο για θερμοκρασίες  $> 95\text{ }^{\circ}\text{C}$
    - Για θερμόμετρα συσκευών (ψυγείων, καταψυκτών, υδατολούτρων, φούρνων, κλπ), τοποθετούνται εντός της συσκευής δίπλα – δίπλα
  - Αφού διαπιστωθεί θερμική εξισορρόπηση, καταγράφονται οι ενδείξεις του θερμομέτρου αναφοράς και των θερμομέτρων εργασίες στις θερμοκρασίες που ενδιαφέρουν.



# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΩΝ (4)

- Διαδικασία Ελέγχου Επαναληψιμότητας
  - Επιλέγονται τουλάχιστον δύο θερμοκρασίες, με βάση τη σκοπούμενη χρήση του θερμομέτρου, και καταγράφονται οι ενδείξεις του προτύπου θερμομέτρου και του θερμομέτρου αναφοράς.
  - Η διαδικασία επαναλαμβάνεται τουλάχιστον 6 φορές.



# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΩΝ (5)

- Επεξεργασία Αποτελεσμάτων
  - Ακρίβεια: Υπολογίζεται η απόκλιση (σφάλμα) ως προς το θερμόμετρο αναφοράς. Εάν η απόκλιση είναι μεγαλύτερη από το όριο ανοχής, καθιερώνεται ως διόρθωση των μετρήσεων.
  - Επαναληψιμότητα: Υπολογίζεται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση επαναληψιμότητας  $s_r$ . Επίσης υπολογίζεται και η μέση απόκλιση από τη μέση ένδειξη του θερμομέτρου αναφοράς. Ελέγχεται εάν είναι εντός των προδιαγραφών.



# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΩΝ (6)

## Υπολογισμός Αβεβαιότητας

- Χρησιμοποιείται η τυπική απόκλιση επαναληψιμότητας ( $s_r$ ), η τυπική αβεβαιότητα του θερμομέτρου αναφοράς ( $u_{ref} = \alpha/\sqrt{3}$ ) και το σφάλμα μέτρησης ( $u_{bias}$ ) (διαφορά μέσω των όρων).

$$U = 2u_c = 2 \sqrt{\left(\frac{s_r}{\sqrt{n}}\right)^2 + u_{ref}^2 + u_{bias}^2}$$



# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΥΔΑΤΟΛΟΥΤΡΟΥ (1)

- Αποσκοπεί στη διασφάλιση ότι η θερμοκρασία είναι εντός των ορίων ανοχής, παραμένει σταθερή στους κύκλους λειτουργίας και είναι ομοιόμορφα κατανεμημένη.
- Εξετάζονται:
  - Θερμική σταθερότητα
  - Επαναληψιμότητα
- Διάστημα διακρίωσης 6 – 12 μήνες, ανάλογα με χρήση.
- Απαιτούμενα υλικά: Διακριβωμένο θερμόμετρο.

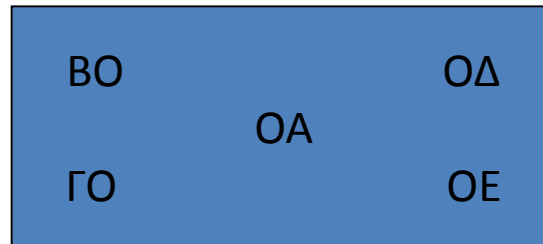




# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΥΔΑΤΟΛΟΥΤΡΟΥ (2)

## Διαδικασία

- Ρυθμίζεται η ένδειξη της θερμοκρασίας στην επιθυμητή (π.χ. 65 °C)
- Τοποθετείται το διακριβωμένο θερμόμετρο σε μία από τις πέντε θέσεις:



# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΥΔΑΤΟΛΟΥΤΡΟΥ (3)

## Διαδικασία (2)

- Τίθεται σε λειτουργία η συσκευή, και λαμβάνονται μετρήσεις ανά 5 min. Όταν η θερμοκρασία σταθεροποιηθεί εντός καθορισμένων ορίων για 10 min τουλάχιστον, λαμβάνονται μετρήσεις σταθερότητας και επαναληψιμότητας. Επαναλαμβάνεται η διαδικασία 6 φορές (κύκλοι λειτουργίας).
- Σε περίπτωση που η συσκευή δεν φθάσει ή ξεπεράσει την επιθυμητή θερμοκρασία, γίνεται επαναρύθμιση και επαναλαμβάνεται η διαδικασία.
- Το χρονικό διάστημα στο οποίο η συσκευή φθάσει την επιθυμητή θερμοκρασία λαμβάνεται ως ο απαιτούμενος χρόνος από το άνοιγμα της συσκευής μέχρι τη χρήση της.



# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΥΔΑΤΟΛΟΥΤΡΟΥ (4)

## Διαδικασία (3)

- Μετά τη σταθεροποίηση της θερμοκρασίας λαμβάνονται 10 μετρήσεις ανά 2 min (χωρίς την απομάκρυνση του θερμομέτρου).
- Επαναλαμβάνεται η διαδικασία και στις υπόλοιπες 4 θέσεις.



# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΥΔΑΤΟΛΟΥΤΡΟΥ (4)

## Υπολογισμοί

- Ελέγχεται η σταθερότητα της θερμοκρασίας σε κάθε θέση (μη εμφάνιση ολίσθησης, ανεκτή τυπική απόκλιση).
- Συγκρίνονται οι μέσοι όροι των θερμοκρασιών (έλεγχος ομοιομορφίας κατανομής) στα 5 σημεία και υπολογίζεται η τυπική τους απόκλιση.



# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΥΔΑΤΟΛΟΥΤΡΟΥ (5)

## Υπολογισμός Αβεβαιότητας

- Λαμβάνονται υπόψη:
  - Αβεβαιότητα θερμομέτρου αναφοράς ( $u_{ref}$ ) από το πιστοποιητικό διακρίβωσης
  - Αβεβαιότητα σταθερότητας ( $u_{stab}$ )  $s_r/\sqrt{N}$  στη χειρότερη θέση
  - Αβεβαιότητα επαναληψιμότητας ( $u_r$ ) από την τυπική απόκλιση των γενικών μέσων όρων της κάθε επανάληψης

$$U = 2u_c = 2\sqrt{u_{ref}^2 + u_{stab}^2 + u_r^2}$$



# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΥΔΑΤΟΛΟΥΤΡΟΥ (6)

## Επισήμανση Συσκευής

- Ημερομηνία τελευταίας διακρίβωσης
- Ημερομηνία επόμενης διακρίβωσης
- Θερμοκρασία στην οποία έγινε διακρίβωση



# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΘΕΡΜΟΛΟΥΤΡΩΝ (THERMOBLOCK) (1)

- Εξετάζονται:
  - Θερμική σταθερότητα
  - Θερμική επαναληψιμότητα
- Διάστημα διακριβώσεων: ανά έτος
- Διαδικασία:
  - Εξισορρόπηση για τουλάχιστον 12 ώρες
  - Ρύθμιση θερμοκρασίας στην επιθυμητή τιμή
  - Τοποθέτηση διακριβωμένου θερμομέτρου σε επιλεγμένες οπές
  - Αναμονή 10 min για εξισορρόπηση θερμοκρασίας
  - Λήψη 10 μετρήσεων ανά 2 min, χωρίς την απομάκρυνση του θερμομέτρου



# ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΘΕΡΜΟΛΟΥΤΡΩΝ (THERMOBLOCK) (2)

- Σύγκριση θερμοκρασιών διακριβωμένου θερμομέτρου με αυτές ενσωματωμένου ηλεκτρονικού θερμομέτρου
- Έλεγχος ομοιομορφίας θερμοκρασίας σε διάφορες οπές





# ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΥΚΛΟΠΟΙΗΤΩΝ (ΣΥΣΚΕΥΕΣ PCR) (1)

- Εξετάζονται οι παράμετροι:
  - Ακρίβεια ενσωματωμένου θερμομέτρου
  - Θερμική σταθερότητα και επαναληψιμότητα
  - Ακρίβεια ενσωματωμένου χρονομέτρου
- Διάστημα ελέγχου: ανά έτος
- Απαιτούμενος εξοπλισμός:
  - Διακριβωμένες αντιστάσεις ακριβείας για θερμοκρασίες 60 και 90 °C
  - Διακριβωμένο ηλεκτρονικό θερμόμετρο
  - Διακριβωμένοι θερμικοί ανιχνευτές (probes)



# ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΥΚΛΟΠΟΙΗΤΩΝ (ΣΥΣΚΕΥΕΣ PCR) (2)

- Διαδικασία:
  - Έλεγχος διακριβωμένου ηλεκτρονικού θερμομέτρου με αντιστάσεις ακριβείας
  - Εξισορρόπηση κυκλοποιητή για 1 ώρα
  - Τοποθέτηση σταγόνας ορυκτελαίου σε κεντρικές θέσεις της κεφαλής και τοποθέτηση των δύο θερμικών ανιχνευτών A και B
  - Σύνδεση με το ηλεκτρονικό θερμόμετρο και μέτρηση θερμοκρασίας
  - Έλεγχος διαφοράς θερμοκρασιών των δύο θέσεων
  - Επανάληψη ελέγχου σε υψηλότερη θερμοκρασία
  - Έλεγχος σταθερότητας με το χρόνο



Τέλος

# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.

Έχουν προηγηθεί οι κάτωθι εκδόσεις:

- Έκδοση διαθέσιμη [εδώ](#).



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Κουμπάρης Μιχαήλ 2015. Κουμπάρης Μιχαήλ. «Έλεγχος και Διασφάλιση Ποιότητας». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<http://opencourses.uoa.gr/courses/CHEM103/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.





# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

