

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΚΛΙΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΟΡΓΑΝΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Ε.Σ.ΛΙΑΝΙΔΟΥ
ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

lianidou@chem.uoa.gr

ΑΘΗΝΑ 2018

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

- Αντικείμενο έρευνας:
- Χημικός χαρακτηρισμός (ταυτοποίηση) και ποσοτικός προσδιορισμός της ύλης.
- Κύριος σκοπός:
- Καθορισμός ποιοτικής και ποσοτικής σύστασης ενός χημικού συστήματος.
-
- Για την επίτευξη του σκοπού αυτού:
- Εκμεταλλεύεται κάθε χαρακτηριστική ιδιότητα της ύλης, χημική, φυσική, βιοχημική και βιολογική.

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

- ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ
- Αντικείμενο έρευνας:
- Χημικός χαρακτηρισμός (ταυτοποίηση) των στοιχείων (ιόντων ή ενώσεων που υπάρχουν σε ένα άγνωστο δείγμα
- Παροχή ενδείξεων για τις σχετικές αναλογίες των συστατικών του δείγματος
- ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ
- Αντικείμενο έρευνας:
- Ακριβής προσδιορισμός ενός ή περισσότερων συστατικών ενός δείγματος
- Απαιτείται σταθερή και αναπαραγώγιμη σχέση μεταξύ του μετρούμενου μεγέθους και της ποσότητας της ουσίας
- Χρησιμοποιούνται χημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται ποσοτικά και με καθορισμένη στοιχειομετρική αναλογία

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

- Καθοριστική και ουσιαστική συμβολή στην καθημερινή ερευνητική ή επαγγελματική απασχόληση κάθε επιστήμονα.
-
- Μεγάλη συνεισφορά στην ανάπτυξη άλλων επιστημών.
-
- Ιατρική: ανάλυση βιολογικών υγρών, κλινική αναλυτική χημεία
-
- Βιολογία: ανάλυση, χαρακτηρισμός και ποσοτικός προσδιορισμός βιομορίων σε πολύπλοκα βιολογικά δείγματα
-
- Περιβάλλον: ανάλυση δειγμάτων αέρα (νέφος, παρουσία ρύπων), νερού, βιομηχανικών αποβλήτων, διοξειδίων.
-
- Γεωπονία: χημική ανάλυση εδάφους, γεωργικών προϊόντων
-
- Τομέας τροφίμων και ποτών: έλεγχος ποιότητας
-
- Τομέας φαρμάκων και καλλυντικών: έλεγχος ποιότητας
-
- Εγκληματολογία-Ιατροδικαστική: χημική ανάλυση πειστηρίων εγκλήματος
-
- Αρχαιολογία: ανάλυση αρχαιολογικών ευρημάτων

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

- Η ανάπτυξη των αναλυτικών τεχνικών ακολούθησε στενά την ανάπτυξη της τεχνολογίας των σκευών και των οργάνων μετρήσεως
- Ανακάλυψη ζυγού ακριβείας => σταθμική ανάλυση
- Κατασκευή βαθμολογημένων υάλινων σκευών => ογκομετρική ανάλυση
- Ανακάλυψη φασματοσκοπίου (19ος αιώνας) => φωτομετρία
νεφελομετρία
- Ηλεκτρονική τεχνολογία => αυτοματοποιημένα αναλυτικά όργανα,
πλήρως ελεγχόμενα από μικροϋπολογιστές

ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Α. ΧΗΜΙΚΕΣ Ή ΚΛΑΣΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

- Σταθμικές και Ογκομετρικές Τεχνικές
 - Βασίζονται σε χημικές αντιδράσεις
 - Ασχολούνται με τη μάζα
 - Χρησιμοποιούν ζυγό, προχοΐδα και απλά γυάλινα σκεύη

ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Β. ΕΝΟΡΓΑΝΕΣ Ή ΦΥΣΙΚΕΣ Ή ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

- Βασίζονται στη μέτρηση μιας **φυσικής ιδιότητας** που σχετίζεται με τη μάζα ή τη συγκέντρωση του συστατικού.
- Μέτρηση με διάφορα όργανα:
 - Ποτενσιόμετρα
 - Φασματοφωτόμετρα
 - Κουλόμετρα, κλπ
- **Διάκριση ιστορική**, συνήθως οι αναλυτικές μέθοδοι είναι μεικτές, και αλληλοσυμπληρώνονται.

ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

β) ΜΟΡΙΑΚΗ: άμεση ταυτοποίηση ουσιών που υπάρχουν στο άγνωστο δείγμα

Κυριότερες μέθοδοι ποιοτικής μοριακής ανάλυσης:

- Φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (NMR)
- Φασματοσκοπία ηλεκτρονικού παραμαγνητικού συντονισμού (EPR)
- Φασματοσκοπία απορρόφησης (UV, Visible)
- Ανάλυση ακτίνων Χ
- Φασματομετρία μάζας, (MS)
- Υγρή χρωματογραφία υψηλής αποδόσεως (HPLC)
- φθορισμομετρία

ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ΣΤΟΙΧΕΙΑΚΗ

ΜΟΡΙΑΚΗ

Ανάλυση στοιχείων
στο άγνωστο δείγμα

διάταξη στο χώρο
NMR (nuclear magnetic resonance)
IR (infra red)
MS (mass spectrometry)
GC (gas chromatography)
GC-MS (gas chromatography – mass spectrometry)
HPLC (High performance liquid chromatography)
UV-Visible
Φθορισμομετρία (fluorimetry)
Χημειοφωταύγεια (chemiluminescence)

κλασσική μεθοδολογία

ενόργανη ανάλυση
(φυσικοχημικές ιδιότητες)

σταθμική
(μέτρηση βάρους)

ογκομετρική ανάλυση
(μέτρηση όγκου)

Ταξινόμηση μεθόδων ποσοτικής ανάλυσης με βάση το μέγεθος του δείγματος

μέθοδος	Μάζα δείγματος, mg
Μακρο-	>100
Ημιμικρο-	10-100
Μικρο-	1-10
Υπερμικρο-	<1 (βιολογικά δείγματα)

Χρήσιμες υποδιαίρέσεις μονάδων

μονάδα	σύμβολο	υποδιαίρέσεις	Αριθμός μορίων
milli	m	10^{-3}	
micro	μ	10^{-6}	
nano	n	10^{-9}	
pico	p	10^{-12}	
femto	f	10^{-15}	600,000,000
atto	a	10^{-18}	600,000
zepto	z	10^{-21}	600

Βασικά στάδια ποσοτικής ανάλυσης

- Δειγματοληψία
- Μετατροπή προσδιοριζόμενου συστατικού στην επιθυμητή μορφή για ανάλυση
- Μέτρηση βάρους, όγκου, φυσικοχημικής ιδιότητας της προσδιοριζόμενης ουσίας
- Επεξεργασία αναλυτικών δεδομένων και παρουσίαση αποτελεσμάτων

Μέθοδοι ποσοτικής ανάλυσης

Απόλυτες μέθοδοι:

- Ο υπολογισμός βασίζεται σε θεμελιώδεις σταθερές όπως το ατομικό βάρος, γνωστού με μεγάλη ακρίβεια, πχ σταθμική ανάλυση

Σχετικές μέθοδοι:

- Ο υπολογισμός βασίζεται στη σύγκριση με διάλυμα επακριβώς γνωστής συγκεντρώσεως
- Απαιτούν βαθμονόμηση της διάταξης μετρήσεως
- Απαιτούν καμπύλη αναφοράς με χρήση προτύπων του συστατικού που πρόκειται να προσδιορίσουμε

ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Αποτελέσματα ποσοτικής χημικής αναλύσεως

Σειρά αριθμητικών δεδομένων, π.χ.

- Βάρος
- Μοριακότητα διαλύματος
- Απορρόφηση
- Μονάδες φθορισμού
- Συγκέντρωση ουσίας

Μαθηματική επεξεργασία

- Ποια είναι η καλύτερη εκτίμηση του αληθινού ή πραγματικού μεγέθους που μετρείται?
- Πόσο αξιόπιστος είναι αυτός ο αριθμός ως μέτρο της αληθινής τιμής?

ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ -Χρήσιμοι ορισμοί

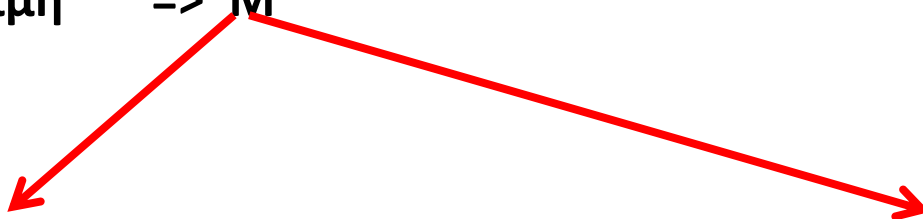
Πραγματική τιμή $\Rightarrow \mu$

Μέση τιμή $\Rightarrow \bar{x} \left(\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_N}{N} \right)$

Διάμεση τιμή $\Rightarrow M$

N περιττός αριθμός
Μεσαία κατά μέγεθος τιμή

N άρτιος αριθμός
ημιάθροισμα δύο μεσαίων τιμών



ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ -Χρήσιμοι ορισμοί

Ακρίβεια (accuracy)

Χαρακτηρίζει => την εγγύτητα της πειραματικής τιμής προς την «αληθινή ή παραδεκτή» τιμή μ

Εκφράζεται => με το απόλυτο σφάλμα (E), διαφορά μεταξύ πειραματικής τιμής και πραγματικής τιμής $E=x-\mu$

Επαναληψιμότητα (precision)

Χαρακτηρίζει =>τη συμφωνία των αποτελεσμάτων μεταξύ τους

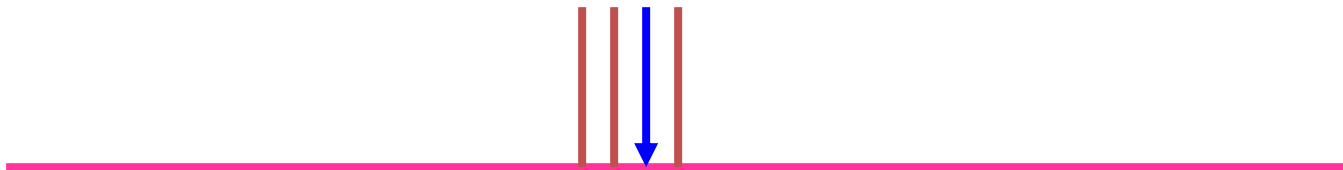
Η ακρίβεια και η επαναληψιμότητα αποτελούν το μέτρο της αξιοπιστίας ενός αναλυτικού αποτελέσματος ή μιας αναλυτικής μεθόδου

Ακρίβεια (accuracy)

μας δείχνει πόσο κοντά είναι οι μετρήσεις μας στην σωστή ή πραγματική τιμή

καλή ακρίβεια

πραγματική τιμή



κακή ακρίβεια

πραγματική τιμή



Επαναληψιμότητα (Precision)

μας δείχνει πόσο συμφωνούν οι μετρήσεις
μας μεταξύ τους

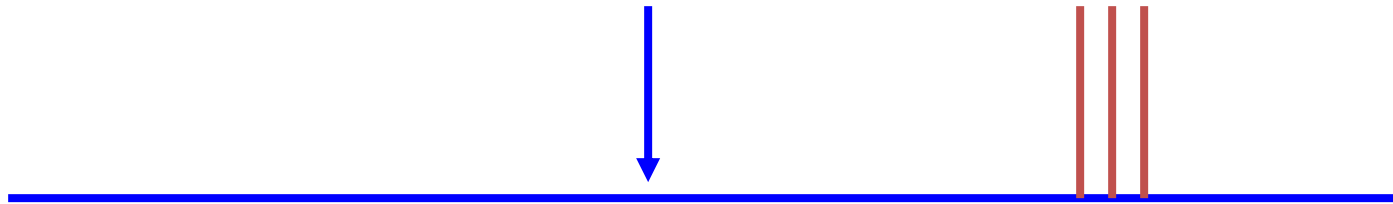
καλή επαναληψιμότητα



κακή επαναληψιμότητα



Ακρίβεια και επαναληψιμότητα

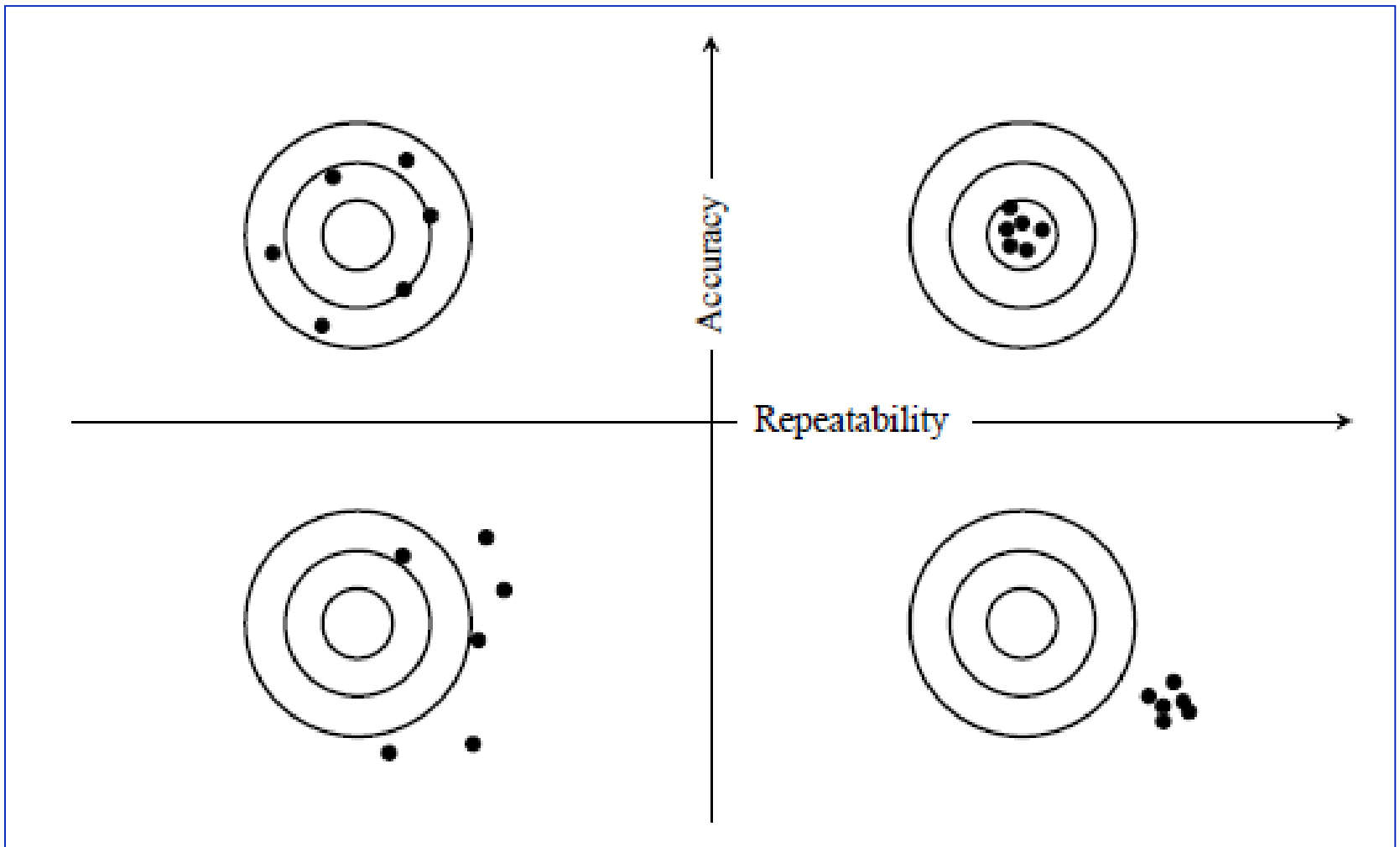


καλή επαναληψιμότητα αλλά κακή ακρίβεια

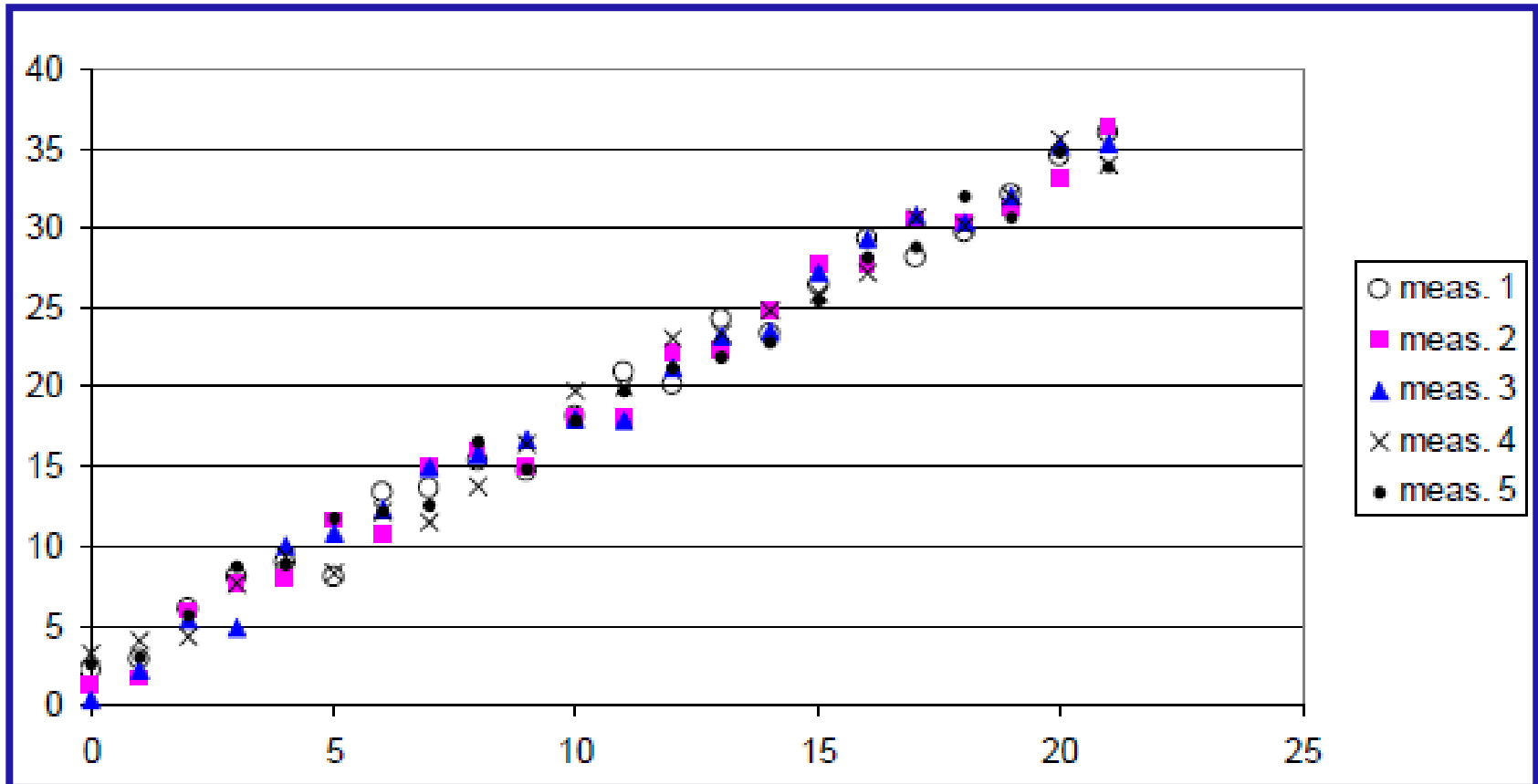


καλή επαναληψιμότητα και καλή ακρίβεια

Ακρίβεια και επαναληψιμότητα



Επαναληψιμότητα (Precision)



επαναληψιμότητα (precision)

- Η επαναληψιμότητα (Precision) μιας σειράς μετρήσεων χαρακτηρίζει τη συμφωνία των αποτελεσμάτων μεταξύ τους, μας δείχνει δηλαδή πόσο κοντά βρίσκονται μεταξύ τους τα αποτελέσματα.
- Η επαναληψιμότητα είναι τόσο καλύτερη όσο μικρότερη είναι η διασπορά των αποτελεσμάτων
- ως μέτρο επαναληψιμότητας χρησιμοποιείται κυρίως η μέση απόκλιση, τυπική απόκλιση και το εύρος

εκφράζεται:

μέση απόκλιση

τυπική απόκλιση
(standard deviation)

εύρος
(range)

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^N |x_i - \bar{x}|}{N}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

$$R = X_{\text{μεγ}} - X_{\text{ελαχ}}$$

S^2 : Διασπορά
(μεταβλητότητα ή διακύμανση)

$$s^2 = \frac{\sum x_i^2 - N\bar{x}^2}{N-1} = \frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{N}}{N-1}$$

Τυπική απόκλιση πληθυσμού σ :
την χρησιμοποιούμε μόνο όταν
έχουμε πολύ μεγάλο αριθμό
μετρήσεων

Τυπική απόκλιση μέσης τιμής:
ονομάζεται και τυπικό σφάλμα
(Standard error)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}}$$

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{N}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N(N-1)}}$$

Χρήσιμοι ορισμοί

Σφάλμα

$$E = \chi - \mu$$

Σχετικό σφάλμα

$$E_r = E/\mu$$

Σχετική μέση απόκλιση

$$d_r = d/\chi$$

Σχετική τυπική απόκλιση

$$s_r = s/\chi$$

Σχετικό εύρος

$$R_r = R/\chi$$

% Σχετικό σφάλμα

$$E_r \times 100$$

% Σχετική τυπική απόκλιση
(RSD% , CV%)

$$S_r \times 100$$

ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Πειραματικά αποτελέσματα =>

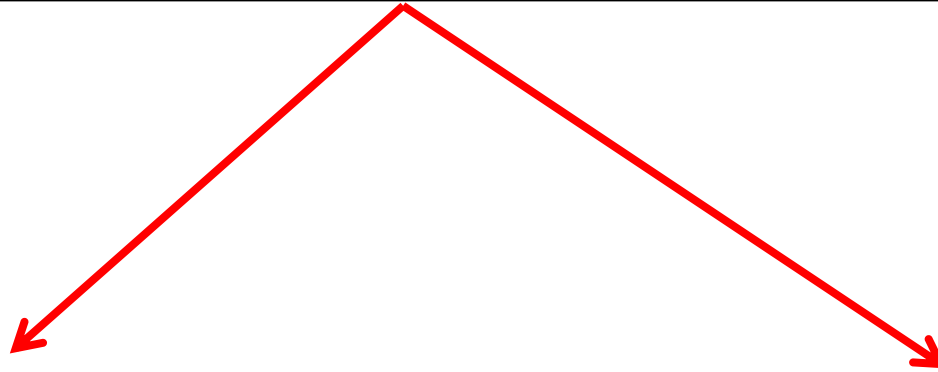
Χαρακτηρίζονται από ένα βαθμό αβεβαιότητας

Σε κάθε μέθοδο απαιτείται =>

**Καθορισμός της απαιτούμενης αξιοπιστίας των
πειραματικών αποτελεσμάτων**

**Σφάλματα => αναπόφευκτα σε κάθε πειραματική
μέτρηση**

ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ



Καθορισμένα ή συστηματικά

τυχαία

Οφείλονται σε
συγκεκριμένες αιτίες

οφείλονται σε μη
ελεγχόμενες και
μη μόνιμες αιτίες

ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Καθορισμένα ή συστηματικά

Μονοκατευθυνόμενα (σταθερά ή αναλογικά)

Σταθερά => το απόλυτο μέγεθος του σφάλματος E είναι το ίδιο σε όλα τα δείγματα ανεξάρτητα από την ποσότητα του προσδιοριζόμενου συστατικού

Αναλογικά => το απόλυτο σφάλμα είναι ανάλογο προς την ποσότητα του συστατικού ενώ το σχετικό σφάλμα (E/μ) είναι σταθερό

Σύνθετα => συνδυασμός σταθερών και αναλογικών σφαλμάτων

ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Καθορισμένα ή συστηματικά

καθορισμός είδους και μεγέθους

προσδιορισμός γνωστών προτύπων δειγμάτων μεταβαλλόμενης περιεκτικότητας (μi)

γραφική παράσταση πειραματικών τιμών x_i ως προς μi

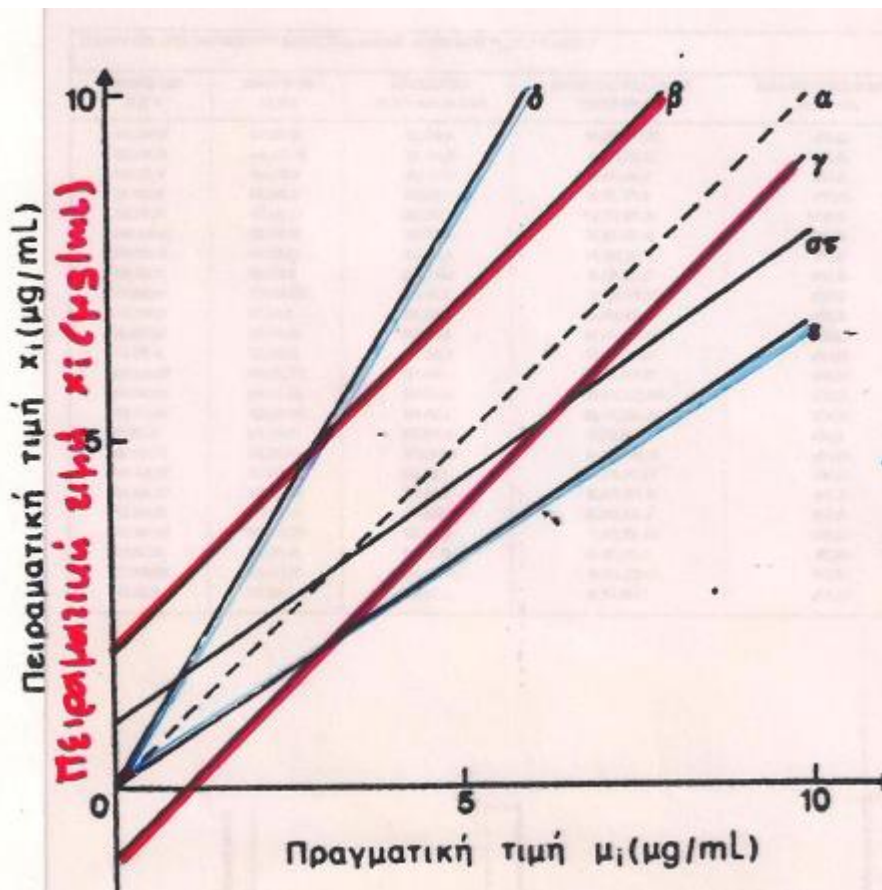
μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων

$x_i = \alpha \mu\text{i} + \beta$, όπου

$\beta \Rightarrow$ σταθερό καθορισμένο σφάλμα

$(\alpha - 1) \times 100 \Rightarrow$ % σχετικό αναλογικό σφάλμα

ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ



α : απουσία
σφάλματος
 β : σταθερό +
 γ : σταθερό -
 δ : αναλογικό +
 ϵ : αναλογικό -
 $\sigma\tau$: σύνθετο

ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

A) Σφάλματα μεθόδου

- Ενυπάρχουν στην αναλυτική μέθοδο
- Διορθώνονται με μεταβολή πειραματικών συνθηκών
- Π.χ. Απώλεια δείγματος, μη ποσοτική αντίδραση κατά 100 %, μη αντιστρεπτή προσρόφηση ουσίας σε στήλη, κα

B) σφάλματα οργάνων

- Βαθμονόμηση οργάνων
- Ζυγός, προχοίδα, φωτόμετρο, πιπέττες, πεχάμετρο

Γ) προσωπικά σφάλματα

- Κακή εκτέλεση πειράματος
- Απώλεια δείγματος κατά τη ζύγιση
- Απώλεια διαλύματος κατά την εξάτμιση
- Προσμίξεις σε αντιδραστήρια

Επίδραση καθορισμένου σφάλματος στα αποτελέσματα της ανάλυσης

- Μείωση της ακρίβειας της μεθόδου
- Τόσο σοβαρότερη, όσο μικρότερο το μέγεθος του δείγματος
- Σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις μικρότερη ακρίβεια

Εύρεση και διόρθωση συστηματικών σφαλμάτων

- **Ανάλυση προτύπων δειγμάτων (standards)**
- **Ανάλυση γνωστών δειγμάτων (control samples)**
- **Ανάλυση ενισχυμένων δειγμάτων (spiked samples)**

Κυριότερες μέθοδοι ελάττωσης καθορισμένων σφαλμάτων

- Θεωρητικός υπολογισμός
- Συχνή βαθμονόμηση και διακρίβωση των οργάνων
- Καλή συντήρηση οργάνων
- Μέτρηση τυφλού (blank) => περιέχει ό,τι ακριβώς και τα άγνωστα δείγματα εκτός από το προσδιοριζόμενο συστατικό
- Ανάλυση προτύπων δειγμάτων

ΤΥΧΑΙΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ

Συνοδεύουν κάθε μέτρηση

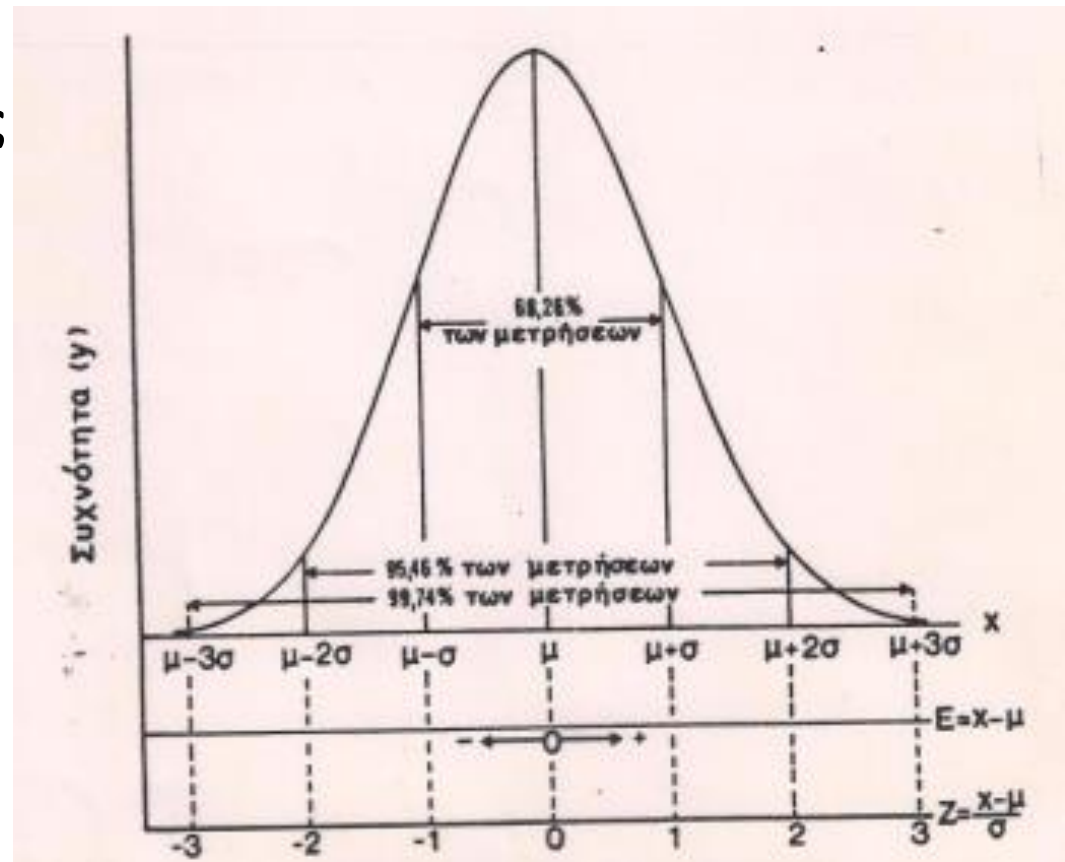
Προέρχονται από μη μόνιμες αιτίες

Δικατευθυνόμενα

Επιδρούν ακανόνιστα στο αποτέλεσμα

Μείωση μέσω αύξησης αριθμού μετρήσεων

Κατανομή κατά Gauss



ΕΝΟΡΓΑΝΕΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

- Αφορούν κυρίως στη μέτρηση μιας φυσικοχημικής χαρακτηριστικής ιδιότητας ενός χημικού συστατικού (στοιχείου, ιόντος ή ενώσεως), της οποίας το μέγεθος είναι συνάρτηση της μάζας ή της συγκεντρώσεως του συστατικού αυτού
- Συσχέτιση της φυσικής ιδιότητας ή παραμέτρου με τη συγκέντρωση (ποσότητα) του προσδιοριζόμενου συστατικού
- Οι περισσότερες ενόργανες τεχνικές δεν είναι αποκλειστικά ενόργανες διότι περιλαμβάνουν και χημικά στάδια πριν από την ενόργανη μέτρηση

ΕΝΟΡΓΑΝΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Πλεονεκτήματα

- Ταχύτητα
- Ευαισθησία
- Ανάλυση μικρών ποσοτήτων δείγματος
- Δυνατότητα αυτοματοποίησης

Μειονεκτήματα

- κόστος απαιτούμενων οργάνων

Ενόργανες τεχνικές ανάλυσης ηλεκτροχημικές

τεχνική	μετρούμενο μέγεθος
Ποτενσιομετρία	Δυναμικό
Κουλομετρία	Ποσότητα ηλεκτρισμού
Πολαρογραφία	Ένταση ρεύματος
Αμπερομετρία	Ένταση ρεύματος
Ηλεκτρανάλυση (ηλεκτρόλυση)	Βάρος
Αγωγιμομετρία	Αγωγιμότητα
Τεχνικές υψηλών συχνοτήτων	Χωρητικότητα

Ενόργανες τεχνικές ανάλυσης ειδικές

τεχνική

μετρούμενο μέγεθος

Κινητικές-Ενζυμικές τεχνικές

Ταχύτητα αντιδράσεως

Θερμομετρικές τεχνικές (θερμοσταθμική, διαφορική θερμοσταθμική ή θερμική ανάλυση)

Μεταβολή βάρους ή ταχύτητα μεταβολής βάρους ή θερμότητα

Ραδιοχημικές τεχνικές

Εκπεμπόμενη ακτινοβολία α , β , γ

Φασματομετρία μαζών

Λόγος μάζας προς φορτίο προϊόντων αποσυνθέσεως

Χρωματογραφικές τεχνικές

Φυσικοχημικές ιδιότητες της προσδιοριζόμενης ουσίας (μετά διαχωρισμό)

Ανοσοχημικές τεχνικές

Φυσικοχημικές ιδιότητες (μετά από αντίδραση αντιγόνου-αντισώματος)

ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΕΡΗΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ

- Δυνατότητα εφαρμογής στο συγκεκριμένο δείγμα
-
- Διαθέσιμη ποσότητα δείγματος
-
- Περιοχή συγκεντρώσεων (απαιτούμενη ευαισθησία)
-
- Κόστος
-
- Χρόνος αναλύσεως
-
- Είδος δείγματος (αρχαιολογικό εύρημα, πολύτιμο βιολογικό υγρό)
-
- Πολυπλοκότητα δείγματος
-
- Συχνότητα αναλύσεων



Η πρώτη τεχνική ενόργανης ανάλυσης ήταν η φλογοφωτομετρία, η οποία αναπτύχθηκε από τον [Robert Bunsen](#) και τον [Gustav Kirchhoff](#) που ανακάλυψαν το [rubidium](#) (Rb) και το [caesium](#)(Cs) στα 1860



Arikawa, Yoshiko (2001). "[Basic Education in Analytical Chemistry](#)" (pdf). *Analytical Sciences* (The Japan Society for Analytical Chemistry) **17** (Supplement): i571–i573. Retrieved 10 January 2014.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΟΡΓΑΝΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΡΟΛΟΓΙΑ

- Αναλυτική Τεχνική: Γενική περιγραφή της εφαρμογής ενός φυσικοχημικού φαινομένου (π.χ. στην απορρόφηση ακτινοβολίας από μια ουσία βασίζεται η τεχνική της Φασματοφωτομετρίας).
- Αναλυτική Μέθοδος: Εφαρμογή μιας ΤΕΧΝΙΚΗΣ για τον προσδιορισμό ενός συγκεκριμένου συστατικού. Π.χ. φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός σιδήρου, φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός πρωτεϊνών με τη μέθοδο Bradford.
- Πορεία (procedure) ή πρωτόκολλο: Η λεπτομερής περιγραφή μιας μεθόδου για τον προσδιορισμό ενός συστατικού, η οποία περιλαμβάνει βάρη και όγκους αντιδραστηρίων, κλπ.

Πορεία (procedure) ή πρωτόκολλο

Η λεπτομερής περιγραφή μιας μεθόδου για τον προσδιορισμό ενός συστατικού, η οποία περιλαμβάνει διαδικασία επεξεργασίας ενός δείγματος, τα βάρη και τους όγκους αντιδραστηρίων, ακριβείς χρόνους, υλικά, στροφές φυγοκέντρησης, κλπ.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΝΟΡΓΑΝΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ (Εναντι Κλασικών)

- Ταχύτητα
- Ευαισθησία / Ανιχνευσιμότητα (προσδιορισμός ιχνοποσοτήτων)
- Ανάλυση μικρών ποσοτήτων δείγματος
- Δυνατότητα αυτοματοποιήσεως μερικών ή όλων των σταδίων

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΝΟΡΓΑΝΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ

1. Ηλεκτροχημικές ή Ηλεκτρικές
2. Φασματοχημικές ή Οπτικές
3. Μέθοδοι διαχωρισμού

1. ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

- Βασίζονται στη μέτρηση με όργανα **ηλεκτρικών ιδιοτήτων** των ουσιών
 - Ικανότητα οξειδώσεως ή αναγωγής
 - Ικανότητα αναπτύξεως διαφοράς δυναμικού σε επαφή με ηλεκτροχημική μεμβράνη

2. ΦΑΣΜΑΤΟΧΗΜΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

- Βασίζονται στην **αλληλεπίδραση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και δείγματος**:
 - Μέτρηση **εκπεμπόμενης** ακτινοβολίας
 - Μέτρηση **απορροφούμενης** ακτινοβολίας
 - Μέτρηση **σκεδαζόμενης** ακτινοβολίας
 - κτλ

3. ΕΙΔΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

- Οι υπόλοιπες (π.χ. κινητικές, θερμομετρικές, ραδιοχημικές, ανοσοχημικές, κλπ)
- Χρωματογραφικές (κυρίως)
 - Τα συστατικά του δείγματος **διαχωρίζονται** και **ανιχνεύονται** με οπτικές ή ηλεκτρικές τεχνικές

ΣΤΑΔΙΑ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ

1. Παραγωγή **σήματος**
2. Ανίχνευση σήματος ή μετατροπή του με **μεταλλάκτη** σε σήμα καταλληλότερο για μέτρηση
3. Ενίσχυση σήματος και παρουσίαση σε ψηφιακή μορφή

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΗΜΑΤΟΣ

- Παράγεται από το δείγμα
 - Π.χ. Εκπομπή κίτρινης ακτινοβολίας από νάτριο σε φλόγα.
- Υπάρχει στο όργανο και τροποποιείται από το δείγμα
 - Π.χ. Απορρόφηση ακτινοβολίας (λυχνίας) από την ουσία.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΝΟΡΓΑΝΟΥ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ
(ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΕΣ)

ΤΕΧΝΙΚΗ	ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΙΔΙΟΤΗΤΑ
1. Ποτενσιομετρία	Δυναμικό
2. Κουλομετρία	Ποσότητα ηλεκτρισμού
3. Πολαρογραφία	Ένταση ρεύματος
4. Αμπερομετρία	Ένταση ρεύματος

ΟΠΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

1. Φλογοφωτομετρία	Εκπεμπόμενη ακτινοβολία
2. Φθορισμομετρία	Εκπεμπόμενη ακτινοβολία
3. Φασματοφωτομετρία απορροφήσεως	Απορροφούμενη ακτινοβολία
4. Φασματοφωτομετρία ατομικής απορροφήσεως	Απορροφούμενη ακτινοβολία
5. Φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (NMR)	Απορροφούμενη ακτινοβολία
6. Φασματοσκοπία Raman	Σκεδαζόμενη ακτινοβολία
7. Νεφελομετρία	Σκεδαζόμενη ακτινοβολία
8. Θολωσιμετρία	Σκεδαζόμενη ακτινοβολία
9. Πολωσιμετρία	Στροφή επιπέδου πολωμένου φωτός
10. Διαθλασιμετρία	Δείκτης διαθλάσεως

ΕΙΔΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

1. Κινητικές - Ενζυμικές	Ταχύτητα αντιδράσεως
2. Θερμομετρικές	Μεταβολή βάρους με θερμότητα
3. Ραδιοχημικές	Εκπεμπόμενη ακτινοβολία α, β, γ
4. Φασματομετρία μαζών	Λόγος μάζας προς φορτίο προϊόντων αποσυνθέσεως
5. Χρωματογραφικές	Φυσικοχημικές ιδιότητες ουσιών μετά το διαχωρισμό
6. Ανοσοχημικές	Φυσικοχημικές ιδιότητες μετά από αντίδραση αντιγόνου – αντισώματος
7. Μικροβιολογικές	Φυσικοχημικές ιδιότητες μετά από δράση σε καλλιέργεια μικροβίων

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΕΝΟΡΓΑΝΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ

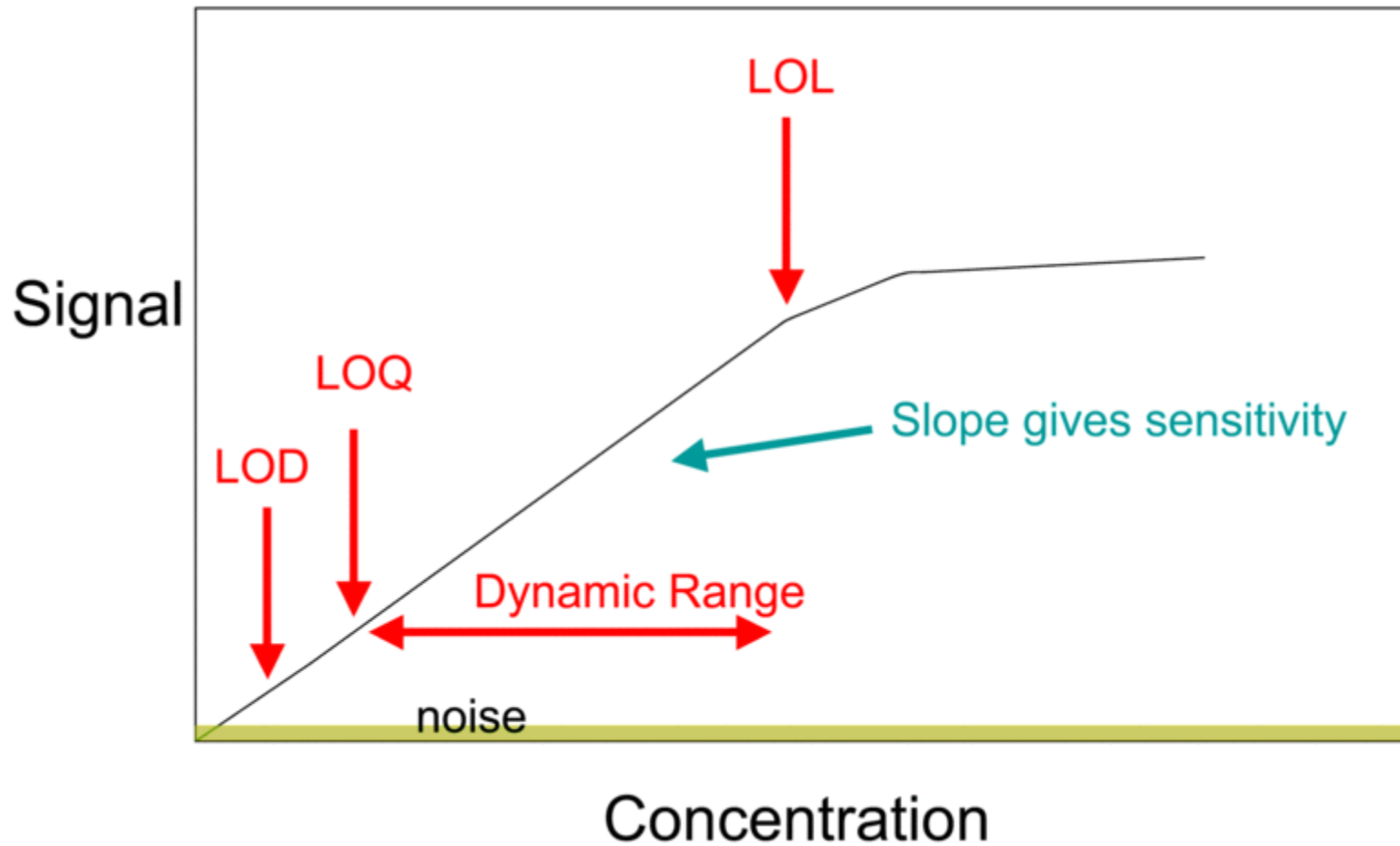
- **Ισχύς:** Δυνατότητα εφαρμογής σε συγκεκριμένο δείγμα
- **Αξιοπιστία:** Ακρίβεια και Επαναληψιμότητα
- **Ευαισθησία:** $\Delta P/\Delta C$ (κλίση καμπύλης αναφοράς)
- **Όριο Ανιχνεύσεως (Limit of detection):** Μικρότερη ανιχνευόμενη συγκέντρωση ή ποσότητα
- **Χρήσιμη Αναλυτική Περιοχή Συγκεντρώσεων**
- **Εκλεκτικότητα:**
 - Μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση παρεμποδιστή για αποδεκτό σφάλμα
 - Λόγος [παρεμποδιστή] / [προσδιοριζόμενη ουσία] για αποδεκτό σφάλμα, π.χ. 5%.

ΓΕΝΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ

1. Μέθοδος **πολλαπλών εξωτερικών προτύπων / Καμπύλης αναφοράς** (multiple external standards / calibration curve).
2. Μέθοδος **παρεμβολής** (bracketing).
3. Μέθοδος **ενός εξωτερικού προτύπου** (single external standard).
4. Μέθοδος **προσθήκης γνωστής ποσότητας** (standard addition method)
5. Μέθοδος **πολλαπλών προσθηκών γνωστών ποσοτήτων** (multiple standard addition).
6. Μέθοδος **μειώσεως κατά γνωστή ποσότητα** (standard subtraction).
7. Μέθοδος **εσωτερικού προτύπου** (internal standard).
8. Μέθοδος **κανονικοποίησης** (normalization).

ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ / ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ (1)

- Βασίζεται στη βαθμονόμηση της μετρητικής διατάξεως και γενικότερα της μεθόδου με χρήση προτύπων εργασίας (working standards) του αναλύτη.
- Τα πρότυπα εργασίας μπορεί να είναι καθαρά διαλύματα αναλύτη στο χρησιμοποιούμενο διαλύτη, στην περίπτωση όμως που το μητρικό υλικό των δειγμάτων (matrix) επηρεάζει την απόκριση της μεθόδου, τα πρότυπα πρέπει να παρασκευασθούν στο ίδιο μητρικό υλικό.
- Τα πρότυπα πρέπει να είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα στη γραμμική περιοχή και οπωσδήποτε να περικλείουν τις αναμενόμενες συγκεντρώσεις αγνώστων.
- Τα πρότυπα αναλύονται πριν και μετά τα άγνωστα ή μεταξύ των αγνώστων.



ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

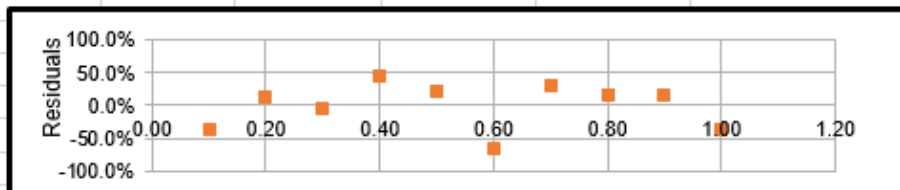
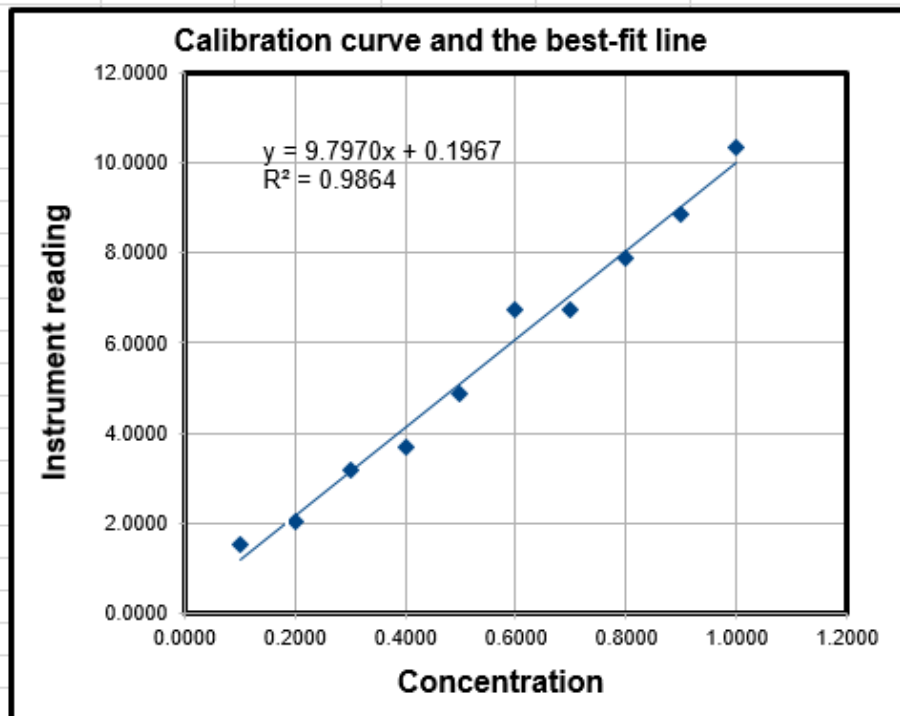
ΚΑΜΠΥΛΗ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Calibration data

Concentration of standards	Instrument readings
0.1000	1.5400
0.2000	2.0300
0.3000	3.1700
0.4000	3.6700
0.5000	4.8900
0.6000	6.7300
0.7000	6.7400
0.8000	7.8700
0.9000	8.8600
1.0000	10.3500

Application to unknowns

Readings of the unknowns	Calculated concentration	Estimated error (σ)	Estimated % relative error
1.5400	0.1371	0.026	19.27%
2.0300	0.1871	0.027	14.40%
3.1700	0.3035	0.029	9.47%
3.6700	0.3545	0.030	8.38%
4.8900	0.4791	0.033	6.81%
6.7300	0.6669	0.038	5.68%
6.7400	0.6679	0.038	5.68%
7.8700	0.7832	0.042	5.31%
8.8600	0.8843	0.045	5.08%
10.3500	1.0364	0.050	4.85%



ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ / ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ (2)

- Από τα ζεύγη τιμών (x_i, y_i) χαράσσεται σε υπολογιστή γραφικά η καμπύλη βαθμονόμησης (αναφοράς) και υπολογίζεται η εξίσωση της ευθείας παλινδρόμησης (regression equation) με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων:

$$y = a(\pm s_a) + b(\pm s_b) \quad C, r = \dots\dots\dots$$

- Ο υπολογισμός του αγνώστου γίνεται υπολογιστικά με βάση την εξίσωση

$$C_x = \frac{y_x - a}{b}$$

ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ / ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ (3)

- Η συχνότητα κατασκευής της καμπύλης αναφοράς εξαρτάται από την ανθεκτικότητα (robustness) της μεθόδου. Η καθημερινή κατασκευή της εξασφαλίζει αξιοπιστία, αλλά συνεπάγεται κόστος και χρόνο. Σε μεθόδους αυξημένης ανθεκτικότητας μπορεί να ελέγχεται με την ανάλυση ενός προτύπου.
- Ο αριθμός των προτύπων, σε περίπτωση γραμμικής σχέσεως βαθμονόμησης μπορεί να είναι 3-6, σε περιπτώσεις ρουτίνας, για απλό έλεγχο μπορεί να είναι και 1-2.
- Αποτελεί την πλέον αξιόπιστη μέθοδο ποσοτικοποίησης.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΑΡΕΜΒΟΛΗΣ

- Χρησιμοποιείται όταν η καμπύλη βαθμονόμησης δεν είναι γραμμική. πχ. στη φλογοφωτομετρία, όπου λόγω αυτοαπορρόφησης υπάρχει καμπύλωση προ τα κάτω.
- Απαιτείται μεγάλος σχετικά αριθμός προτύπων και χαράσσεται η μη γραμμική καμπύλη βαθμονόμησης.
- Ο υπολογισμός του αγνώστου γίνεται γραφικά, χρησιμοποιώντας το τμήμα της καμπύλης μεταξύ δυο σημείων / προτύπων που περικλείουν (bracketing) το σήμα του αγνώστου και το οποίο τμήμα, χωρίς μεγάλο σφάλμα, θεωρείται γραμμικό.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΝΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ (1)

- Χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις όπου η μέθοδος αποδεδειγμένα παρουσιάζει γραμμική καμπύλη βαθμονόμησης και διέρχεται από την αρχή των αξόνων, δηλαδή τομή $a = \text{μηδέν}$.
- Εάν P_x το σήμα του αγνώστου και P_s το σήμα του προτύπου συγκεντρώσεως C_s τότε:

$$C_x = \frac{P_x}{P_s} x C_s$$

- Παράδειγμα: προσδιορισμός γλυκόζης σε αυτόματο βιοχημικό αναλυτή
- Στην περίπτωση που η μέθοδος εμφανίζει και σήμα λευκού δείγματος (blank) (από τα αντιδραστήρια ή διαλύτη) η τιμή του αφαιρείται από τις τιμές P_x και P_s .

ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ ΓΝΩΣΤΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ

- Εφαρμόζεται στις περιπτώσεις όπου το μητρικό υλικό του δείγματος (matrix) ασκεί μεγάλη επίδραση στην συνάρτηση βαθμονόμησης (στατιστικά διαφορετική κλίση b) και δεν είναι δυνατή η παρασκευή προτύπων όμοιας σύστασης με τα άγνωστα.
- Απαιτείται γραμμική σχέση της καμπύλης βαθμονόμησης και υποχρεωτική διέλευση από αρχή αξόνων ($a = 0$).
- Εκτελείται μέτρηση του σήματος του αγνώστου P_0 , προσθήκη στο άγνωστο μικρού όγκου (ώστε να μην αλλάξει ο όγκος του αγνώστου) και μεγάλης σχετικά συγκέντρωσης προτύπου του αναλύτη έτσι, ώστε να προκύψει γνωστή αύξηση της συγκέντρωσης ΔC και ακολούθως επαναμέτρηση του σήματος P_1 . Η συγκέντρωση του αγνώστου C_x δίνεται από την σχέση:

$$C_x = \frac{P_0 \Delta C}{P_1 - P_0}$$

ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ ΓΝΩΣΤΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ (2)

$$C_x = \frac{P_0 \Delta C}{P_1 - P_0}$$

- • Έτσι δεν απαιτείται η γνώση της κλίσεως b της καμπύλης βαθμονόμησης. Η επιλογή της συγκεντρώσεως του προστιθέμενου προτύπου πρέπει να είναι τέτοια έτσι, ώστε $\Delta C/C_x = 0,5-2$.
- • Η μέθοδος ενδείκνυται όταν μέρος του αναλύτη βρίσκεται συνδεδεμένο με το μητρικό υλικό (π.χ. πρωτεΐνες), οπότε επιτυγχάνεται προσδιορισμός ολικής συγκέντρωσης του αναλύτη.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΙΩΣΕΩΣ ΚΑΤΑ ΓΝΩΣΤΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ

- • Είναι παραλλαγή της μεθόδου προσθήκης γνωστής ποσότητας και έχει σχετικά περιορισμένη εφαρμογή, ιδιαίτερα στην ποτενσιομετρία εκλεκτικών ηλεκτροδίων.
- Εκτελείται με προσθήκη γνωστής ποσότητας αντιδραστηρίου το οποίο αντιδρώντας με τον αναλύτη προκαλεί γνωστή μείωση ΔC .
- Από την προκαλούμενη μεταβολή του σήματος, π.χ. του δυναμικού ΔE , υπολογίζεται η συγκέντρωση του αγνώστου.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ (1)

- Εφαρμόζεται στην περίπτωση που αναμένονται μεταβολές στην ευαισθησία της μετρητικής διατάξεως από μέτρηση σε μέτρηση και σε μη απόλυτα επαναλαμβανόμενη επίδραση του μητρικού υλικού του δείγματος σε διαδικασίες της μεθόδου, όπως την εκχύλιση του αναλύτη και άλλες κατεργασίες του δείγματος.
- Η φιλοσοφία είναι ότι οι σχετικές αυξομειώσεις της ευαισθησίας της μεθόδου σε συστατικό A του δείγματος θα είναι ίδιες για το συστατικό B.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ (2)

- Εφαρμόζεται κυρίως στις χρωματογραφικές τεχνικές (GLC, HPLC) και στις ηλεκτροχημικές τεχνικές (πολαρογραφία, αναδιαλυτική βολταμετρία) στις οποίες είναι δυνατή η σύγχρονη μέτρηση σημάτων περισσότερων του ενός συστατικού.
- Επίσης στη φλογοφωτομετρία με δυνατότητα σύγχρονης μέτρησης σε 2 μήκη κύματος.
- Συνδυάζεται κυρίως με τη μέθοδο πολλαπλών ή ενός εξωτερικών προτύπων.
- Στα πρότυπα και στα άγνωστα προστίθεται αυστηρά **ΙΔΙΑ** συγκέντρωση μιας ουσίας (εσωτερικό πρότυπο, internal standard, IS) (που δεν υπάρχει στο δείγμα) με την ίδια αναλυτική συμπεριφορά με τον αναλύτη.
- Η συγκέντρωσή του επιλέγεται έτσι, ώστε το σήμα του να είναι παρόμοιου μεγέθους με τα αναμενόμενα άγνωστα.
- Μετρούνται τα σήματα P_x και P_{ID} , και ο λόγος P_x / P_{ID} χρησιμοποιείται ως το «διορθωμένο σήμα» του αγνώστου για την κατασκευή της καμπύλης αναφοράς ή/και τον υπολογισμό του αγνώστου.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ (3)

Το ιδανικό εσωτερικό πρότυπο πρέπει να παρουσιάζει παρόμοιες φυσικοχημικές ιδιότητες με τον αναλύτη και η μέθοδος να αποκρίνεται κατά τον ίδιο τρόπο με τον αναλύτη, αλλά να μπορεί να μετράται εκλεκτικά.

Στην περίπτωση υπάρξεως σταδίου κατεργασίας του δείγματος (π.χ. εκχύλισης) το εσωτερικό πρότυπο πρέπει να δείχνει συμπεριφορά παρόμοια με τον αναλύτη.

ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΦΥΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

2018-19

Συντονιστές: Ε. Λιανίδου

Διδάσκοντες (αλφαβητική σειρά) : Β. Αϊδίνης, Μ. Βλάσση, Ν. Θωμαΐδης, Μ. Θωμαΐδου, Μ. Κουπάρης, Ε. Λιανίδου, Μ. Μικρός, Τ. Οικονόμου, Γ. Παναγιώτου, Γ. Παντελιάς, Γ. Τερζούδη, Κ. Ψαρρά.

Ημέρα: Δευτέρα 3μμ-6μμ

ΠΡΟΣΟΧΗ! ΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΘΑ ΓΙΝΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΜΙΚΡΗ ΑΙΘΟΥΣΑ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ, ΑΠΕΝΑΝΤΙ ΑΠΟ ΤΟ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΛΙΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ!!!

a/a	ΗΜ/ΝΙΑ	ΩΡΑ	ΔΙΔΑΣΚΩΝ / ΔΙΔΑΣΚΟΥΣΑ	ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΔΑΞΗΣ
1	ΔΕΥΤΕΡΑ 29/10	3μμ-4μμ	<u>Ε. Λιανίδου</u>	Εισαγωγή στην Ενόργανη Ανάλυση
1	ΔΕΥΤΕΡΑ 29/10	4μμ-6μμ	<u>Μ.Κουπάρης</u>	<u>Φασματοφωτομετρία</u> , <u>Αρχές ποσοτικής φασματοφωτομετρίας</u> , <u>οργανολογία</u> , <u>μεθοδολογία</u> , <u>ειδικές τεχνικές</u> , <u>εφαρμογές στην κλινική ανάλυση</u> . <u>Πυκνομετρία</u> , <u>ανακλαστική φασματοφωτομετρία</u> .
2	ΔΕΥΤΕΡΑ 5/11	3μμ-6μμ	<u>Ν. Θωμαΐδης</u>	<u>Χρωματογραφία</u> . <u>Υγρή χρωματογραφία</u> . <u>Βασικές αρχές</u> . <u>Διασυνδεδεμένες τεχνικές (GC-MS, LC-MS)</u> . <u>Εφαρμογές στην κλινική ανάλυση</u> .
3	ΔΕΥΤΕΡΑ 12/11	3μμ-6μμ	<u>Α. Οικονόμου</u>	<u>Ηλεκτροχημεία</u> . <u>Ποτενσιομετρία</u> . <u>Ηλεκτρόδια αναφοράς</u> , <u>ενδεικτικά ηλεκτρόδια</u> , <u>ηλεκτρόδια μεμβράνης</u> , <u>εκλεκτικά ηλεκτρόδια</u> , <u>εφαρμογές ποτενσιομετρίας στην κλινική ανάλυση</u> . <u>Αγωγιμομετρία</u> . <u>Βιοαισθητήρες</u> .
4	ΔΕΥΤΕΡΑ 19/11		<u>Ε. Λιανίδου</u>	<u>Φθορισμομετρία</u> : <u>Βασικές αρχές</u> , <u>εφαρμογές στην βιοιατρική έρευνα και κλινική ανάλυση</u> . <u>Χημειοφωταύγεια</u> : <u>Βασικές αρχές</u> , <u>εφαρμογές στην βιοιατρική έρευνα και κλινική ανάλυση</u> .
5	ΔΕΥΤΕΡΑ 26/11	3μμ-6μμ	<u>Ε. Λιανίδου</u>	<u>Ανοσοπροσδιορισμοί</u> , <u>Βασικές αρχές</u> , <u>Μη-ισοτοπικά συστήματα ιγνηθέτησης σε ανοσοπροσδιορισμούς</u> . <u>Μέθοδοι επισήμανσης βιομορίων</u> . <u>Ενζυμα-ιγνηθέτες</u> . <u>Οργανολογία</u> , <u>μεθοδολογία</u> , <u>ειδικές τεχνικές</u> ,
				<u>συστήματα μεταφοράς ενέργειας φθορισμού</u> , <u>ομογενή και ετερογενή συστήματα</u> . <u>Παραδείγματα αυτοματοποιημένων συστημάτων ανοσοπροσδιορισμών</u> . <u>Εφαρμογές ανοσοπροσδιορισμών στην κλινική ανάλυση</u> .

6	ΔΕΥΤΕΡΑ 3/12	3μμ-6μμ	N. <u>Θωμαΐδης</u>	<u>Φασματομετρία μαζών</u> . Ατομική απορρόφηση, <u>φλογοφωτομετρική ανάλυση</u>
7	ΔΕΥΤΕΡΑ 10/12	3μμ-6μμ	<u>κενο</u>	Πιθανή αναπλήρωση άλλου μαθήματος???
8	ΔΕΥΤΕΡΑ 17/12	3μμ-6μμ	M. Μικρός	Πυρηνικός Μαγνητικός Συντονισμός (NMR). Βασικές αρχές, Οργανολογία, μεθοδολογία., ειδικές τεχνικές. Εφαρμογές στην κλινική ανάλυση.
9	ΔΕΥΤΕΡΑ 7/1	3μμ-6μμ	<u>K.Ψαρρά</u>	<u>Κυτταρομετρία ροής</u> . Βασικές αρχές, Οργανολογία, μεθοδολογία., ειδικές τεχνικές, Εφαρμογές στην κλινική ανάλυση.
10	ΔΕΥΤΕΡΑ 14/1	3μμ-6μμ	Ελένη Ευθυμιάδου	Καινοτόμα <u>νανοσωματίδια</u> ως μέσα διάγνωσης και θεραπείας σύγχρονων ασθενειών
11	ΔΕΥΤΕΡΑ 21/1	3μμ- 4.30μμ	<u>Ιερονυμος Zoidakis, Ph.D.</u>	Ανακάλυψη και διαγνωστική αξιολόγηση <u>βιοδεικτών</u> με τεχνικές <u>πρωτεομικής</u> .
12	ΔΕΥΤΕΡΑ 28/1	3μμ- 4.30μμ	M. Βλάσση	Βασικές αρχές κρυσταλλογραφίας <u>ακτίνων x</u> . Εφαρμογή στη μελέτη της δομής πρωτεϊνών.
12	ΔΕΥΤΕΡΑ 28/1	4.30μμ- 6μμ	<u>Γ. Παντελιάς Γ. Τερζούδη</u>	Μέθοδοι ποιοτικού και ποσοτικού προσδιορισμού <u>χρωμοσωματικών αλλοιώσεων</u> : Βασικές αρχές. Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός <u>χρωμοσωματικών αλλοιώσεων</u> : Βιολογική <u>δοσιμετρία</u> και εκτίμηση ευαισθησίας ατόμων του πληθυσμού στις <u>ιοντίζουσες ακτινοβολίες</u> .
13	ΔΕΥΤΕΡΑ 4/2	3μμ- 4.30μμ	<u>Κωνσταντίνος Ταμβακόπουλος</u>	Σύγχρονες πρακτικές/νέες τεχνολογίες για την ανακάλυψη και ανάπτυξη νέων φαρμάκων. Ο ρόλος της <u>φαρμακοκινητικής</u> , <u>φαρμακογονιδιοματικής</u> , <u>πρωτεομικής</u> και των σύγχρονων αναλυτικών εργαλείων
13	ΔΕΥΤΕΡΑ 4/2	4.30μμ- 6μμ	M. <u>Θωμαΐδου</u>	<u>Συνεστιακή Μικροσκοπία</u> . Βασικές αρχές, επεξεργασία αποτελεσμάτων
14	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 8/2	10-12μμ	Γ. Παναγιώτου	Σύγχρονες μέθοδοι ανάλυσης πρωτεϊνών (<u>φασματομετρία μαζών</u> και <u>βιοαισθητήρες</u>). ΑΙΘΟΥΣΑ ΕΚΕΒΕ ΑΛ. ΦΛΕΜΙΝΓΚ

14	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 8/2	10-12 <u>μμ</u>	Γ. Παναγιώτου	Σύγχρονες μέθοδοι ανάλυσης πρωτεϊνών (<u>φασματομετρία</u> μαζών και <u>βιοαισθητήρες</u>). ΑΙΘΟΥΣΑ ΕΚΕΒΕ ΑΛ. ΦΛΕΜΙΝΓΚ
14	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 8/2	12-2 <u>μμ</u>	Β. Αϊδίνης	Λειτουργική <u>γονιδιοματική</u> και <u>βιοιατρική</u> έρευνα ΑΙΘΟΥΣΑ ΕΚΕΒΕ ΑΛ. ΦΛΕΜΙΝΓΚ