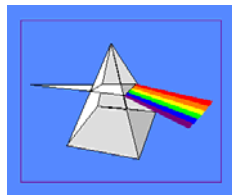


# Ειδικές Φασματοχημικές Τεχνικές

✦

## ΑΤΟΜΙΚΗ ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΙΑ



1

### Ατομική Φασματομετρία:

Αλληλεπίδραση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με άτομα →

#### ΣΤΟΙΧΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Το δείγμα εκτίθεται σε **θερμική** ή **ηλεκτρική** ενέργεια:

→ **Εξαέρωση**

→ **Ατομοποίηση**

- Διέγερση με επιπλέον ενέργεια και **εκπομπή χαρακτηριστικής ακτινοβολίας (AES)**
- **Απορρόφηση μονοχρωματικής ακτινοβολίας (AAS)**
- Διέγερση με τη βοήθεια ακτινοβολίας και **εκπομπή ατομικού φθορισμού (AFS)**

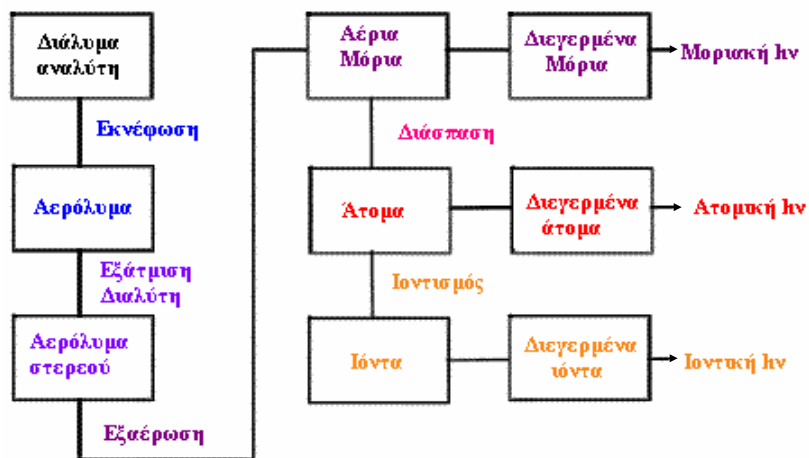
2

Πηγές που χρησιμοποιούνται για ατομοποίηση:

- Φλόγα
- Ηλεκτρικά θερμαινόμενος φούρνος γραφίτη
- Επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα αργού
- Ηλεκτρικό τόξο ή σπινθήρας εκκένωσης συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος

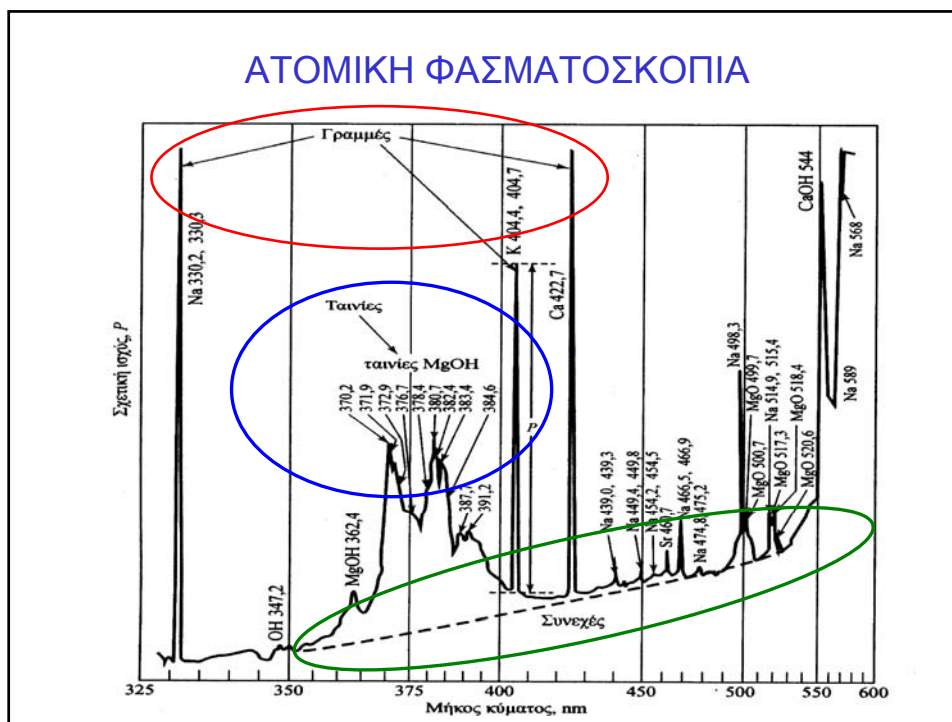
3

## Διεργασίες



4

## ΑΤΟΜΙΚΗ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ



### ΤΕΧΝΙΚΕΣ:

- Φασματομετρία Ατομικής Απορρόφησης (AAS: FAAS, ETAAS, HGAAS, CVAAS, κ.ά.)
- Φλογοφωτομετρία Ατομικής Εκπομπής (FAES)
- Ατομικός Φθορισμός (AFS)
- Φασματομετρία Ατομικής Εκπομπής σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-AES)
- Φασματομετρία ατομικών μαζών σε επαγωγικά συζευγμένο πλάσμα (ICP-MS)

# ΑΤΟΜΙΚΗ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ

- ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ:

D.A. Skoog, F.J. Holler, T.A. Nieman «Αρχές της Ενόργανης Ανάλυσης», Εκδόσεις Κωσταράκη, Αθήνα, 2002: Κεφ. 6 – 9

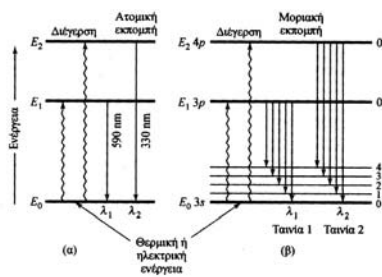
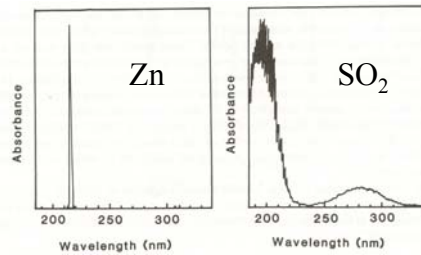
Spectroscopy

7

## ΑΤΟΜΙΚΟ ΦΑΣΜΑ

$$\lambda_1 = \frac{hc}{(E_1 - E_0)}$$

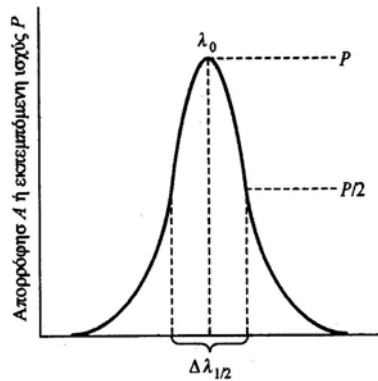
$$\lambda_2 < \lambda_1$$



## ΜΟΡΙΑΚΟ ΦΑΣΜΑ

8

## ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ:



### ΔΙΕΥΡΥΝΣΗ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ:

- ΦΥΣΙΚΗ ΔΙΕΥΡΥΝΣΗ
- ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ DOPPLER
- ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΙΕΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΟΥΣΕΩΝ (LORENTZ)
- ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ (ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΖΕEMAN)

Κατατομή (profile) μιας ατομικής γραμμής, στην οποία δείχνεται το πώς ορίζεται το δραστικό εύρος της γραμμής  $\Delta\lambda_{1/2}$ .

9

## ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΑ ΦΑΣΜΑΤΑ

Κατανομή Boltzmann:

$$\frac{N_j}{N_o} = \frac{g_j}{g_o} \exp\left(-\frac{\Delta E_j}{kT}\right)$$

Ο λόγος  $N_j/N_o$  :

- Αυξάνεται με αύξηση της T
- Μειώνεται εκθετικά με ελάττωση του λ

10

## ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΑ ΦΑΣΜΑΤΑ

- Η ευαισθησία των μεθόδων ΑΕ αυξάνεται όσο το  $\lambda$  είναι μεγαλύτερο (αλκάλια και αλκαλικές γαίες)

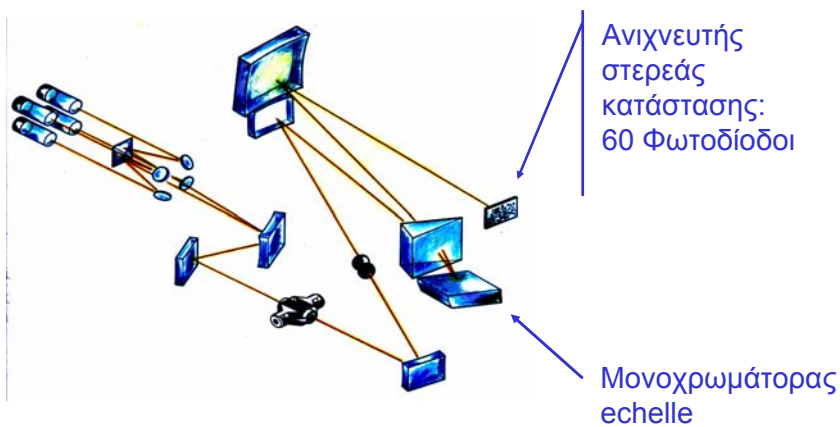
Στοιχείο	Γραμμή συν/σμού (nm)	$\frac{g_j}{g_0}$	Ενέργεια διεγέρσεως (eV)	$N_j/N_0$		
				2000K	3000K	4000K
Cs	852,1	2	1,46	$4,44 \times 10^{-4}$	$7,24 \times 10^{-3}$	$2,98 \times 10^{-2}$
Na	589,0	2	2,11	$9,86 \times 10^{-6}$	$5,88 \times 10^{-4}$	$4,44 \times 10^{-3}$
Ca	422,7	3	2,93	$1,21 \times 10^{-7}$	$3,69 \times 10^{-5}$	$6,04 \times 10^{-4}$
Zn	213,9	3	5,80	$7,29 \times 10^{-15}$	$5,38 \times 10^{-10}$	$1,48 \times 10^{-7}$

1.  $N_j \ll N_0$  ( $N_j \rightarrow$  AES, ενώ  $N_0 \rightarrow$  AAS)
2. Μικρή μεταβολή στην T επηρεάζει σημαντικά την ισχύ της ΑΕ

11

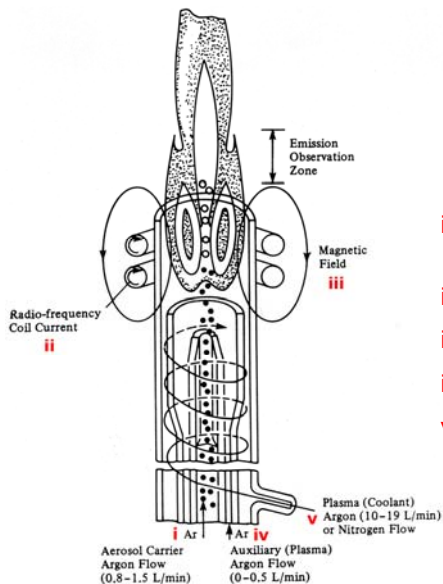
## Πολυστοιχειακή Φασματομετρία Ατομικής Απορρόφησης (SIMAA)

4-6 στοιχεία προσδιορίζονται ταυτόχρονα – THGA



12

## Φασματομετρία Ατομικής Εκπομπής με Επαγωγικά Συζευγμένο Πλάσμα Αργού (Inductively Coupled Plasma AES - ICP AES)

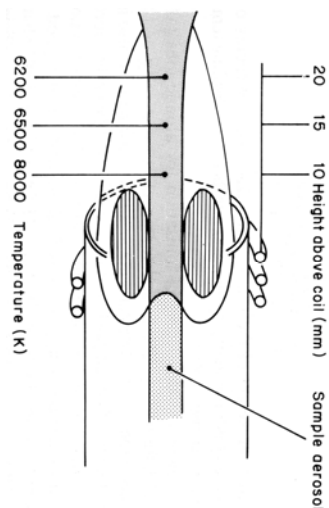


**Πλάσμα:** αεριώδες, ηλεκτρικά αγώγιμο μίγμα κατιόντων και  $e^-$

Πυρός πλάσματος (Plasma torch)

- i. Μεταφορά αερολύματος δείγματος με ρεύμα Ar
- ii. Επαγωγικό πηνίο RF
- iii. Μαγνητικό πεδίο
- iv. Βοηθητική ροή Ar
- v. Εφαπτομενική βοηθητική ροή Ar ή  $N_2$

13



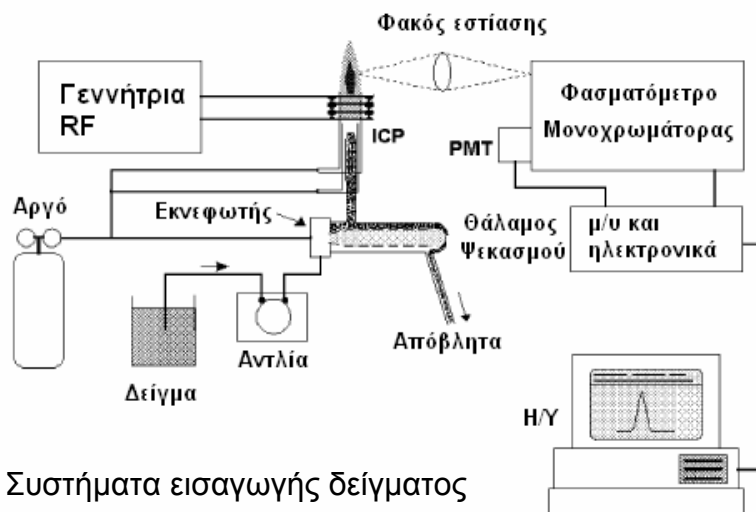
Κατανομή θερμοκρασιών στο πλάσμα

### Διεργασίες στο πλάσμα

- i. Αποδιαλύτωση - σχηματισμός αερολύματος
  - ii. Ατομοποίηση
  - iii. Διέγερση
  - iv. Ιοντισμός
- ✓ Οι θερμοκρασίες είναι 2-3 φορές υψηλότερες από τις τεχνικές φλόγας
  - ✓ Δεν υπάρχουν χημικές παρεμποδίσεις (χημικά αδρανές περιβάλλον)
  - ✓ Δεν υπάρχουν παρεμποδίσεις ιοντισμού (περίσσεια  $e^-$  από τον ιοντισμό του Ar)
  - ✓ Δεν υπάρχει αυτοαπορρόφηση
  - ✓ Μεγάλες γραμμικές περιοχές

14

## ΟΡΓΑΝΟΛΟΓΙΑ ICP-AES

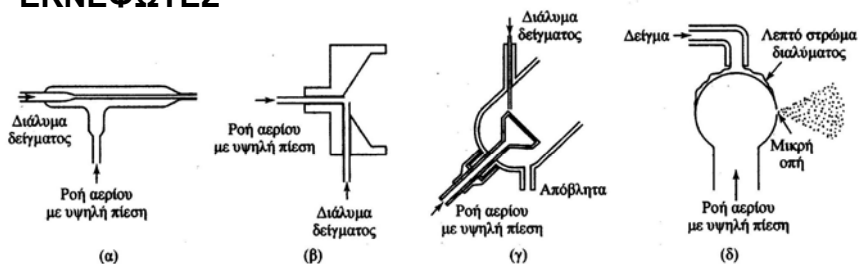


- Συστήματα εισαγωγής δείγματος
- Φασματοόμετρα-Μονοχρωμάτορες

15

## Εισαγωγή δείγματος στην ICP-AES

### ΕΚΝΕΦΩΤΕΣ



Διάφοροι τύποι εκνεφωτών: (α) συγκεντρικός σωλήνας, (β) διασταυρούμενη ροή, (γ) πορώδης δίσκος, (δ) εκνεφωτής Babington.

- Εκνεφωτής υπερήχων
  - Παραγωγή υδριδίων (HG)
  - Ηλεκτροθερμικοί εξαερωτές (ETV)
  - Αποσύνθεση με λέιζερ (laser ablation, LA)
- } Στερεά δείγματα

16



## Φασματόμετρα ICP AES

Επιθυμητές ιδιότητες φασματομέτρου εκπομπής με ICP:

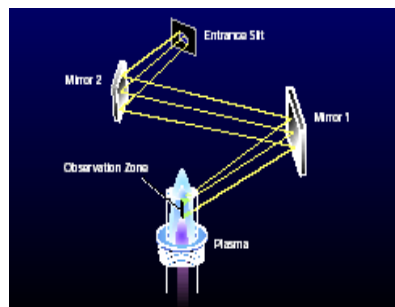
1. Υψηλή διακριτική ικανότητα ( $0,01 \text{ nm}$  ή  $\lambda/\Delta\lambda > 100000$ )
2. Ταχεία συλλογή και επεξεργασία δεδομένων
3. Χαμηλή παράσιτη ακτινοβολία
4. Μεγάλη δυναμική περιοχή
5. Ακριβής και επαναλήψιμη αναγνώριση και επιλογή  $\lambda$
6. Επαναλήψιμες μετρήσεις ( $< 1\% \text{ RSD}$  σε  $C=500 \times \text{LOD}$ )
7. Υψηλή σταθερότητα
8. Εύκολη διόρθωση υποβάθρου
9. Λειτουργία με H/Y

17

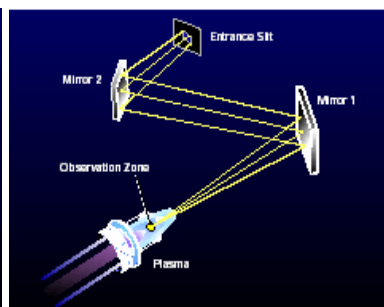
## Φασματόμετρα ICP AES

- Όργανα αλληλουχίας (sequential ICP)
- Παράλληλα πολυδιαυλικά όργανα (simultaneous ICP)
- Όργανα μετασχηματισμού Fourier

Radial-View



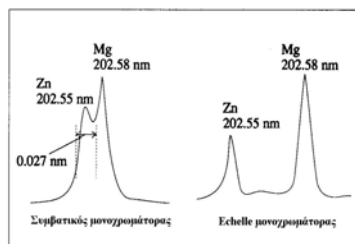
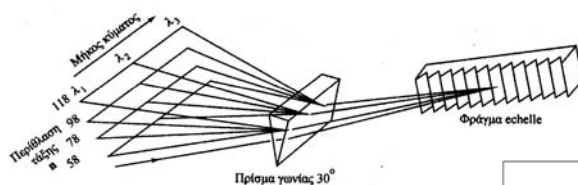
Axial-View



18

## Πολυδιαυλικά φασματόμετρα ICP AES

Μονοχρωμάτορες echelle:



Ανιχνευτές μεταφοράς φορτίου:

Μεταλλάκτης έκχυσης φορτίου (CID)

Μεταλλάκτης σύζευξης φορτίου (CCD)

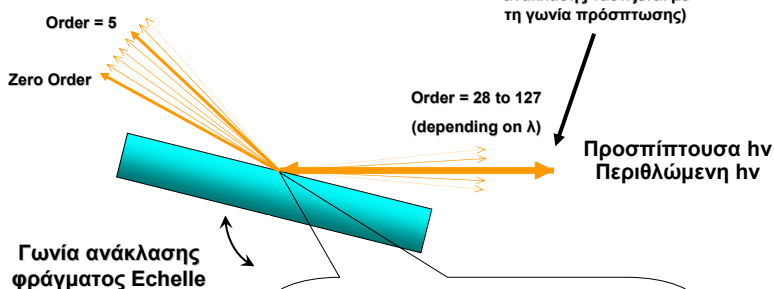
19

## Περίθλαση από φράγμα Echelle

Επειδή το φράγμα echelle χρησιμοποιείται με πολύ μεγάλες τάξεις, τα μήκη κύματος σε μια τάξη διασπείρονται σημαντικά

Η μέγιστη διασπορά επιτυγχάνεται σε μεγάλες τάξεις περίθλασης

(εκεί όπου η γωνία ανάκλασης ταυτίζεται με τη γωνία πρόσπτωσης)



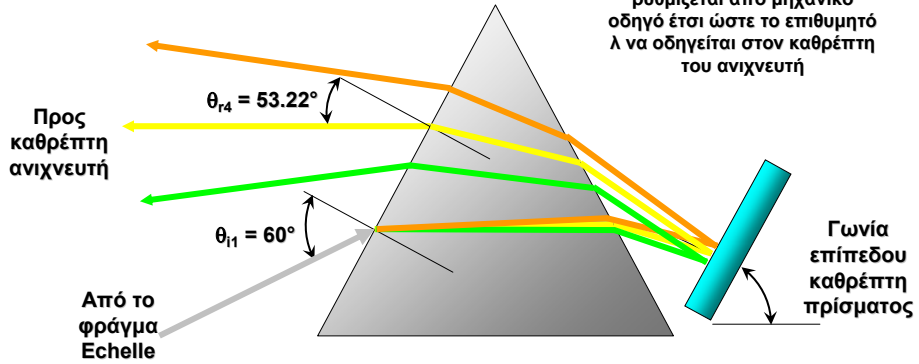
Η γωνία ανάκλασης στο φράγμα Echelle καθορίζεται από μηχανικό οδηγό έτσι ώστε το επιθυμητό  $\lambda$  της κατάλληλης τάξης να οδηγείται στο πρίσμα

20

## Διασπορά λ από το πρίσμα

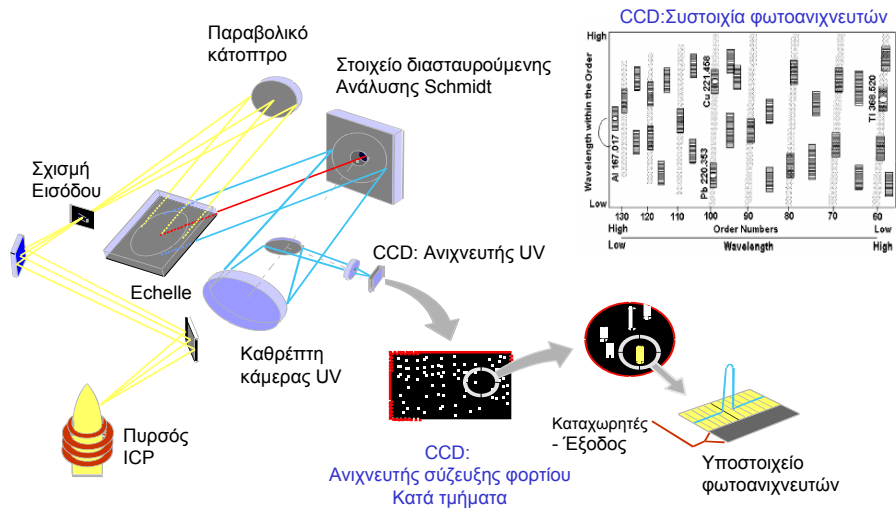
Η διασπορά του λ στο πρίσμα είναι σημαντικά χαμηλότερη από ότι στο φράγμα Echelle  
Χρησιμοποιείται μόνο για να αποφευχθούν επικαλύψεις

Η γωνία του επίπεδου καθρέπτη του πρίσματος ρυθμίζεται από μηχανικό οδηγό έτσι ώστε το επιθυμητό λ να οδηγείται στον καθρέπτη του ανιχνευτή



21

## Πολυδιαυλικό φασματοόμετρο echelle με ανιχνευτή CCD κατά τμήματα



22

## ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ICP-AES

### Φυσικές – Παρεμποδίσεις εκνέφωσης:

- Διαφορετικές φυσικές ιδιότητες του πρότυπου διαλύματος και του δείγματος (ιξώδες, επιφανειακή τάση, πυκνότητα)
- Διαφορά στην εκνέφωση του δείγματος

### Φασματικές:

Προκύπτουν επειδή υπάρχουν πολλές γραμμές εκπομπής στο ICP (Li:30, Ca:662, Cr:2277, Fe:4757, Ce:5755)

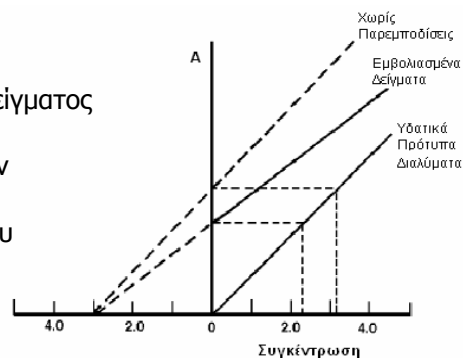
- ◆ Άμεση επικάλυψη φασματικών γραμμών
- ◆ Επικάλυψη φασματικής γραμμής από διευρυμένη πλευρική κορυφή (wing)
- ◆ Συνεχές φάσμα εκπομπής
- ◆ Παράσιτη ακτινοβολία

23

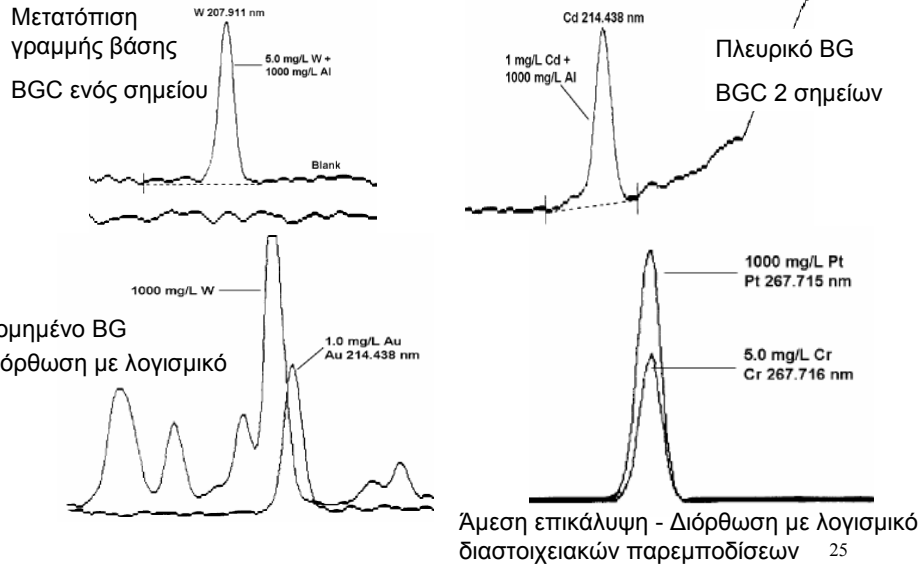
## ΦΥΣΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ICP-AES

- Αλλαγή των φυσικών ιδιοτήτων του διαλύματος (ιξώδες, επιφανειακή τάση, πυκνότητα)
- Άλατα ή οργανικοί διαλύτες
- Μεταβολή στην ταχύτητα εκνέφωσης και στη διάμετρο των σωματιδίων του αερολύματος.

- ❖ Προσαρμογή στη μήτρα του δείγματος
- ❖ Μέθοδος σταθερών προσθηκών
- ❖ Μέθοδος Εσωτερικού Προτύπου



## ΦΑΣΜΑΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ICP-AES



## ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΤΗΝ ICP-AES

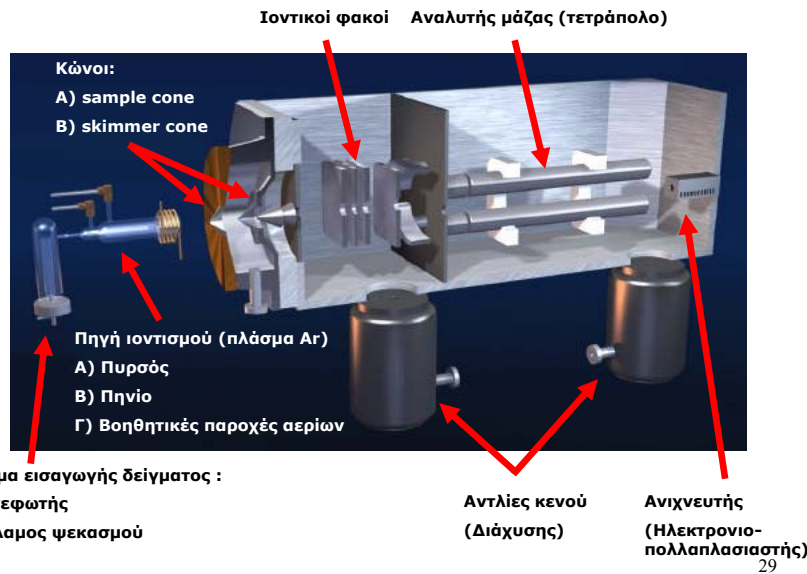
- ⇒ Επιλογή μήκους κύματος (φασματικές επικαλύψεις – περιοχή συγκεντρώσεων αναλύτη στο δείγμα, ιοντική ή ατομική εκπομπή)
  - ⇒ Βαθμονόμηση μήκους κύματος με πρότυπα διαλύματα και δείγματα (πχ Cd 228.802 nm)
  - ⇒ Βαθμονόμηση οργάνου (μεγάλη γραμμική περιοχή: 6 τάξεις). Αποκλίσεις μόνο αν δεν γίνεται σωστή διόρθωση υποβάθρου
    - ✓ Δυνατότητα χρήσης εσωτερικού προτύπου
- ✗ Περιοδική αναβαθμονόμηση για έλεγχο ολίσθησης

**Βελτιστοποίηση** συνθηκών λειτουργίας:

ροή Ar στον εκνεφωτή, τάση PMT, ισχύς RF, ύψος παρατήρησης.



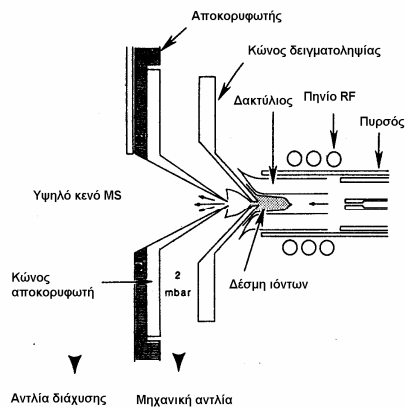
## Αρχή λειτουργίας ICP-MS



## Σημείο διασύνδεσης του ICP με το MS

### Στάδιο διαστολής:

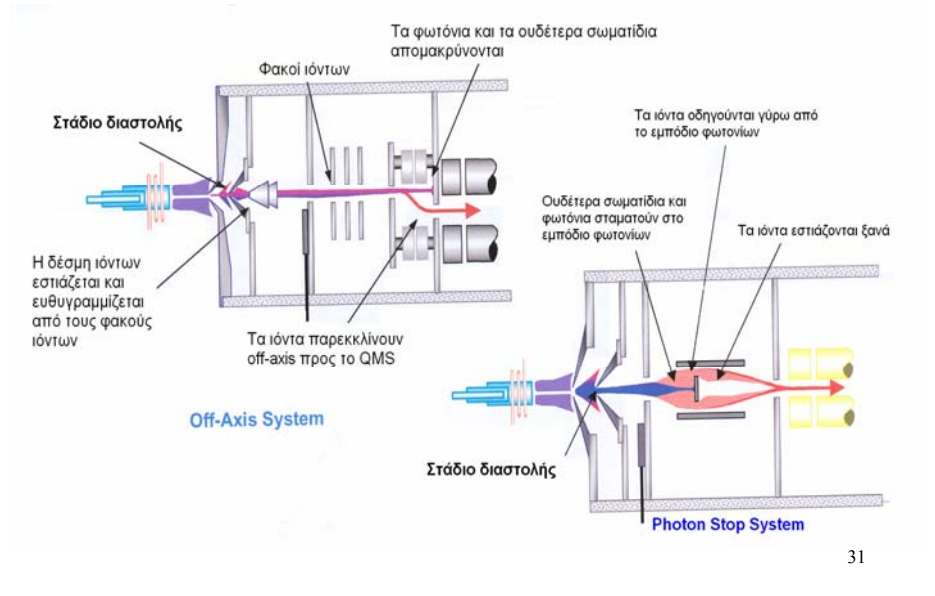
Διασύνδεση ICP (ατμ. Πίεση) με QMS (υπό κενό)



Κώνος δειγματοληψίας: Ni ή Pt  
 Λόγω διαστολής το αέριο ψύχεται  
 Ένα τμήμα αερίου από τον **αποκορυφωτή** μεταφέρεται στους **φακούς ιόντων**.

Τα θετικά ιόντα διαχωρίζονται από τα e, τα φωτόνια και τα ουδέτερα σωματίδια με εφαρμογή αρνητικού δυναμικού

## Σημείο διασύνδεσης του ICP με το MS



31

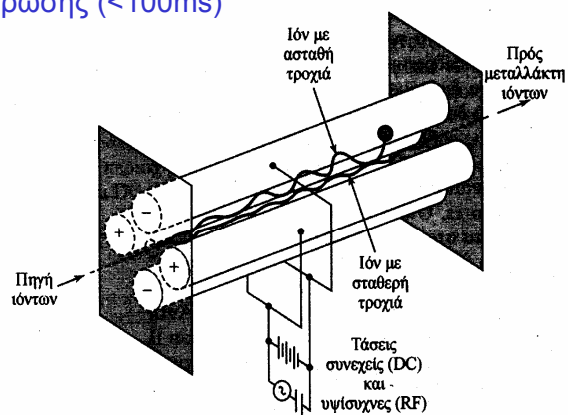
## ΤΕΤΡΑΠΟΛΙΚΟΣ ΑΝΑΛΥΤΗΣ ΜΑΖΩΝ

- ✓ Μικρό μέγεθος
- ✓ Το μικρότερο κόστος
- ✓ Υψηλή ταχύτητα σάρωσης (<100ms)

Μόνο τα ιόντα με συγκεκριμένο  $m/z$  φτάνουν στον μεταλλάκτη ιόντων

Διακριτική ικανότητα: ~1Da (u)

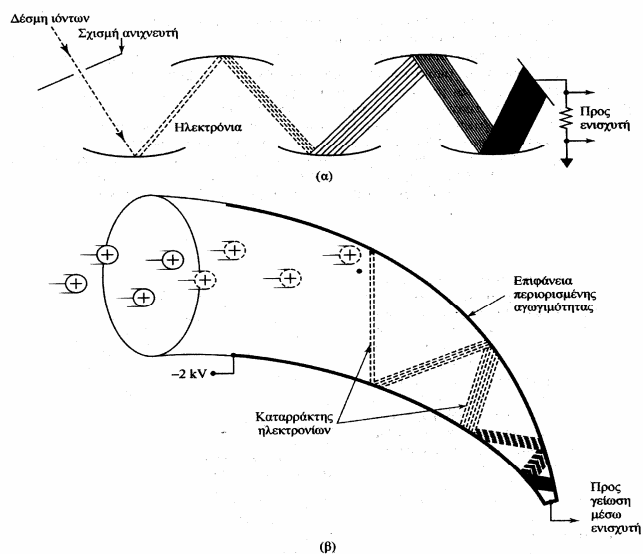
- Φίλτρο μαζών



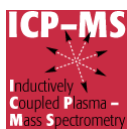
Τετραπολικό φασματόμετρο μαζών.



## Μεταλλάκτες: Ηλεκτροπολλαπλασιαστές



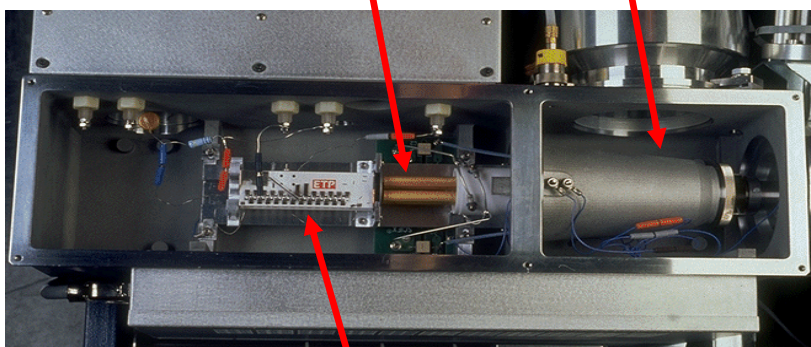
(α) Ηλεκτροπολλαπλασιαστής διακριτών δυνόδων. Οι δύνοδοι βρίσκονται σε διαδοχικά αυξανόμενα δυναμικά μέσω διαίρετη τάσης πολλαπλών σταδίων. (β) Ηλεκτροπολλαπλασιαστής συνεχούς δυνόδου.



## Εσωτερικό οργάνου ICP-MS

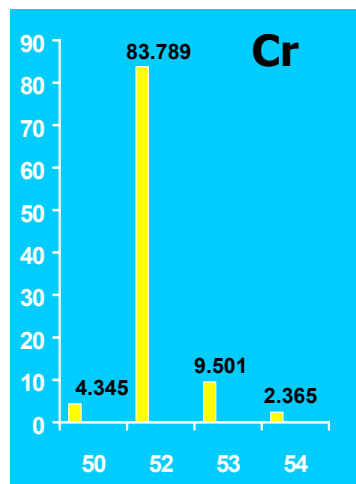
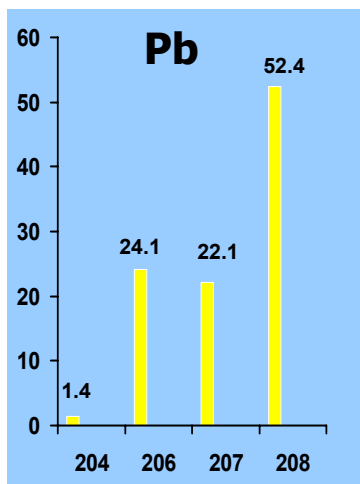
Αναλυτής μάζας (τετράπολο)

Ιοντικοί φακοί



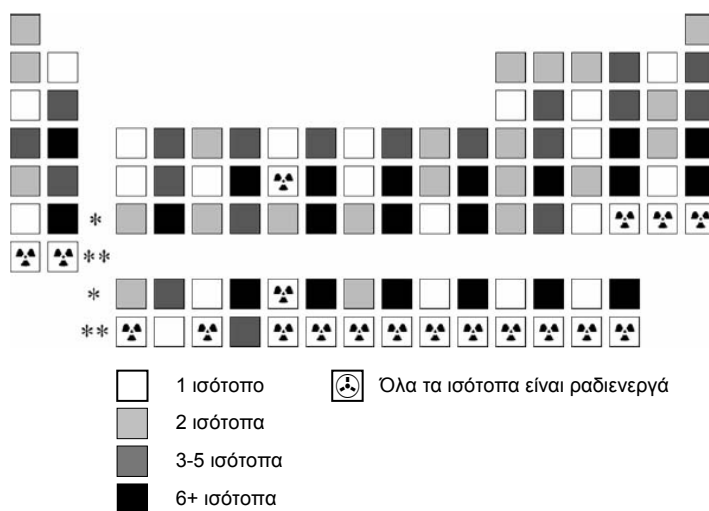
Ηλεκτροπολλαπλασιαστής Διακριτών δυνόδων

## Πλεονέκτημα ICP-MS: Απλότητα φάσματος



35

## Επιλογή Ισοτόπων



36

## ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΕΙΣ

**Φασματικές παρεμποδίσεις:**

**Ισοβαρικές παρεμποδίσεις:**  $^{40}\text{Ar}^+$  στο  $^{44}\text{Ca}^+$

**Παρεμποδίσεις πολυατομικών ιόντων:**  $^{40}\text{Ar}^{16}\text{O}^+$  στο  $^{56}\text{Fe}^+$

Μάζα	Πολυατομικό ίον	Οξύ			Αναλύτης
		$\text{HNO}_3$	$\text{HCl}$	$\text{H}_2\text{SO}_4$	
51	$\text{ClO}^+$	0.12	12.0	0.84	V
52	$\text{ArC}^+$ , $\text{ArO}^+$	0.53	1.2	0.71	Cr
53	$\text{ClO}^+$	0.79	43.8	1.75	Cr
54	$\text{ArN}^+$	90.9	108	85.9	Fe, Cr
55	$\text{ArNH}^+$	0.71	0.56	0.84	Mn
56	$\text{ArO}^+$	18.0	15.8	15.1	Fe
57	$\text{ArOH}^+$	29.3	28.4	30.6	Fe
64	$\text{SO}_2^+$	1.26	1.21	480	Zn
66	$\text{SO}_2^+$	0.74	0.52	41.6	Zn
67	$\text{SO}_2\text{H}^+$	2.35	2.06	12.9	Zn
75	$\text{ArCl}^+$	0.19	2.1	0.46	As
80	$\text{Ar}_2^+$	1221	1257	1319	Se

**Παρεμποδίσεις από οξειδία και υδροξειδία:**  $^{40}\text{Ca}^{16}\text{O}$  στο  $^{56}\text{Fe}^+$

37

## Επιλογή Ισοτόπων

- Αποφυγή ισοβαρικών παρεμποδίσεων από το υπόβαθρο:
  - Χρήση του  $^{57}\text{Fe}$  ή του  $^{54}\text{Fe}$  αντί του  $^{56}\text{Fe}$  για την αποφυγή του  $^{40}\text{Ar}^{16}\text{O}$
  - Χρήση του  $^{43}\text{Ca}$  ή του  $^{44}\text{Ca}$  αντί του  $^{40}\text{Ca}$  ( $^{40}\text{Ar}$ )
- Αποφυγή του  $^{65}\text{Cu}$ ,  $^{64}\text{Zn}$ ,  $^{57}\text{Fe}$  σε δείγματα πλούσια σε Ca:
  - $^{48}\text{Ca}^{16}\text{OH}$ ,  $^{48}\text{Ca}^{16}\text{O}$ ,  $^{40}\text{Ca}^{16}\text{OH}$
- Αποφυγή του  $^{63}\text{Cu}$  σε δείγματα πλούσια σε Na:
  - $^{40}\text{Ar}^{23}\text{Na}$
- Αποφυγή ισοτόπων με ισοβαρικές παρεμποδίσεις:
  - $^{114}\text{Cd}$  ( $^{114}\text{Sn}$ )

38

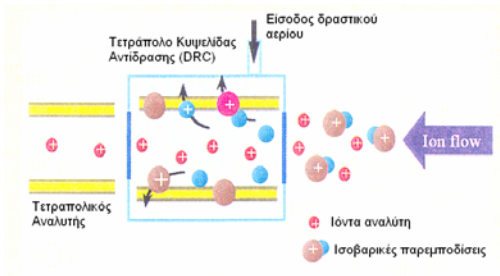
## Κοινές Μοριακές Ισοβαρικές Παρεμπόδισεις

Μοριακό Ιόν	Αφθονία (%)	Ισότοπο αναλύτη	Αφθονία (%)
$^{35}\text{Cl}^{16}\text{O}$	75.3	$^{51}\text{V}$	99.76
$^{35}\text{Cl}^{17}\text{O}$	0.03	$^{52}\text{Cr}$	83.76
$^{35}\text{Cl}^{18}\text{O}$	0.15	$^{53}\text{Cr}$	9.55
$^{35}\text{Cl}^{16}\text{O}^1\text{H}$	75.3	$^{52}\text{Cr}$	
$^{35}\text{Cl}^{17}\text{O}^1\text{H}$	0.03	$^{53}\text{Cr}$	
$^{35}\text{Cl}^{18}\text{O}^1\text{H}$	0.15	$^{54}\text{Fe}$	5.82
		$^{54}\text{Cr}$	2.38
$^{37}\text{Cl}^{16}\text{O}$	24.4	$^{53}\text{Cr}$	
$^{37}\text{Cl}^{17}\text{O}$	0.01	$^{54}\text{Fe}$	
		$^{54}\text{Cr}$	

39

## ΑΡΣΗ ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΕΩΝ

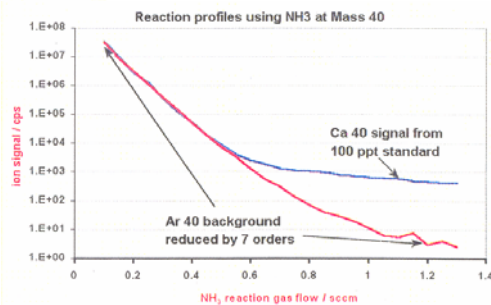
### Κυβελίδες αντιδράσεων ή συγκρούσεων:



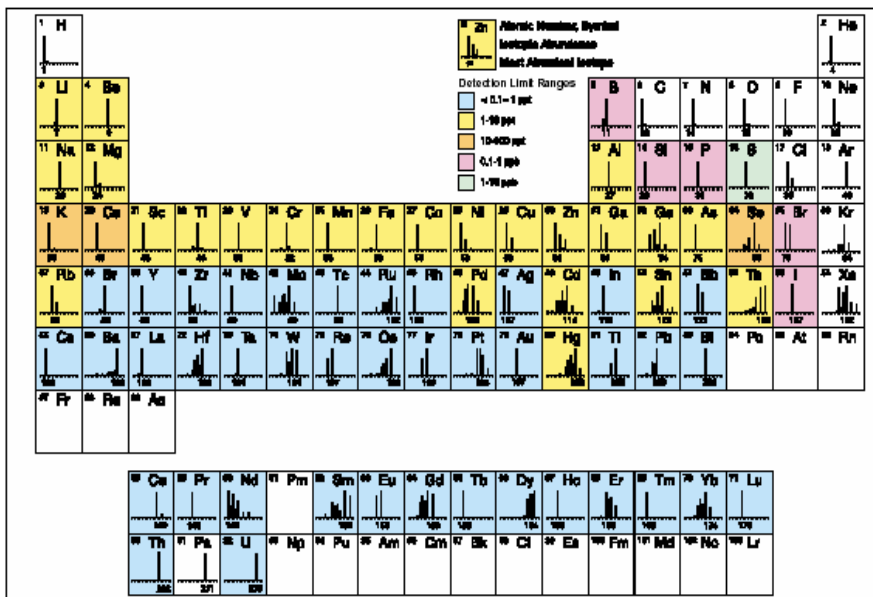
Δραστικά αέρια  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ , αλλά και  $\text{He}$ , αντιδρούν με τα πολυατομικά ιόντα.

Άρση παρεμπόδισης  $^{40}\text{Ar}$  στο  $^{40}\text{Ca}$  με  $\text{NH}_3$ :

Μείωση σήματος, αλλά βελτίωση λόγου S/N



## Κάλυψη στοιχείων ΠΠ από ICP-MS



## Ποσοτικές και ημιποσοτικές εφαρμογές της τεχνικής ICP-MS

- Πολυστοιχειακή** ποσοτική ανάλυση :  
 73 στοιχεία (> 75% του Περιοδικού Πίνακα)  
 Καμπύλες ταυτόχρονης βαθμονόμησης για  
 ιχνοστοιχεία και κύρια στοιχεία – Μέθοδος  
 εσωτερικού προτύπου
- Ταχύτατη ημιποσοτική ανάλυση
- Ισοτοπική ανάλυση
- Τεχνική ισοτοπικής αραιώσης: υψηλή ακρίβεια και  
 ανθεκτικότητα
- Οικονομικά ασύμφορη για ανάλυση ενός μόνο  
 στοιχείου ανά δείγμα (εκτός από ισοτοπική  
 ανάλυση ή ανάλυση σπανίων γαιών)

### Εφαρμογή μεθόδου Εσωτερικού Προτύπου (I.S.) στην τεχνική ICP-MS

- Η μάζα του I.S. πρέπει να είναι παραπλήσια με αυτή των αναλυτών
- Το δυναμικό ιονισμού του I.S. πρέπει να ταιριάζει με αυτό των αναλυτών
- Γενικές οδηγίες:
  - Ένα με τρία I.S.
  - Εύρη m/z: 6-50, 51-175, 176-238

43

### Εφαρμογή μεθόδου Εσωτερικού Προτύπου (I.S.) στην τεχνική ICP-MS

- Το I.S. δεν πρέπει να υπάρχει στο δείγμα
- Επιλέγουμε μονοϊσοτοπικό στοιχείο, αν είναι δυνατό
- Τυπική συγκέντρωση 10-50 μg/L
- Πιθανά ισότοπα για I.S.:
  - $^9\text{Be}$ ,  $^{45}\text{Sc}$ ,  $^{59}\text{Co}$ ,  $^{89}\text{Y}$ ,  $^{103}\text{Rh}$ ,  $^{115}\text{In}$ ,  $^{175}\text{Lu}$ ,  $^{187}\text{Re}$ ,  $^{158}\text{Tb}$ ,  $^{165}\text{Ho}$ ,  $^{209}\text{Bi}$
  - $^{72}\text{Ge}$  (για As, Se, Zn σε δείγματα πλούσια σε Na)

44

## Πλεονεκτήματα της τεχνικής ICP-MS

(σε σχέση με όλες τις άλλες τεχνικές)

Το ICP-MS παρέχει:

- Τα **χαμηλότερα** όρια ανίχνευσης (<ppt)
- Τη **μεγαλύτερη** ταχύτητα: 150 δείγματα x 72 στοιχεία / 8 ώρες = 10800 αναλύσεις ανά 8h
- **Αποκλειστική δυνατότητα** ισοτοπικής ανάλυσης
- Ανάλυση **σπανίων γαιών**
- **Μηδενικές χημικές** παρεμποδίσεις
- Τη **μεγαλύτερη** δυναμική περιοχή (8-9 τάξεις μεγέθους)

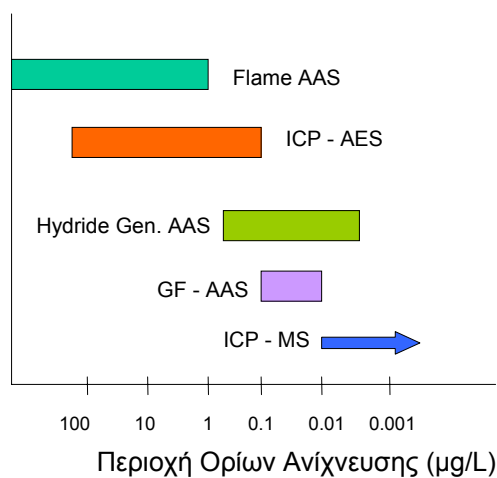
### Μειονέκτημα:

- Υψηλό κόστος λειτουργίας, εκτός αν εκτελούνται πολλοί προσδιορισμοί

45

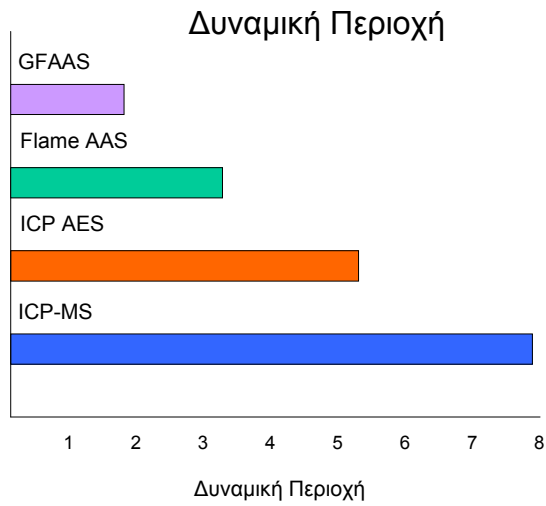
## Συγκριτική Παρουσίαση Τεχνικών Ατομικής Φασματομετρίας

### Όρια Ανίχνευσης



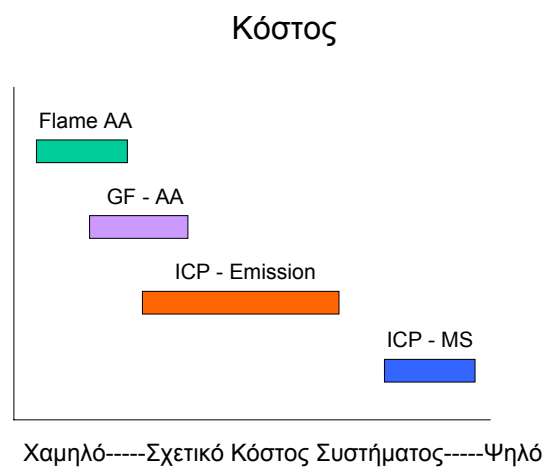
46

## Συγκριτική Παρουσίαση Τεχνικών Ατομικής Φασματομετρίας



47

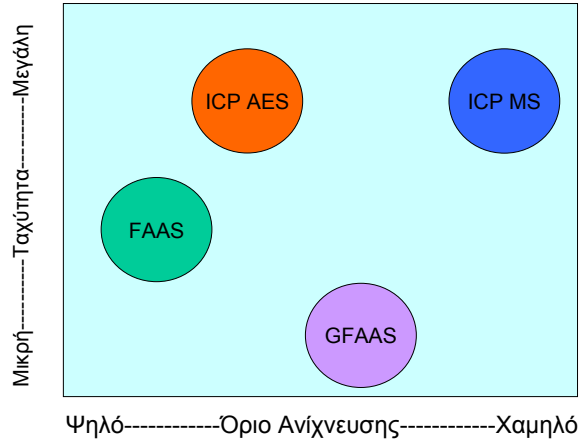
## Συγκριτική Παρουσίαση Τεχνικών Ατομικής Φασματομετρίας



48

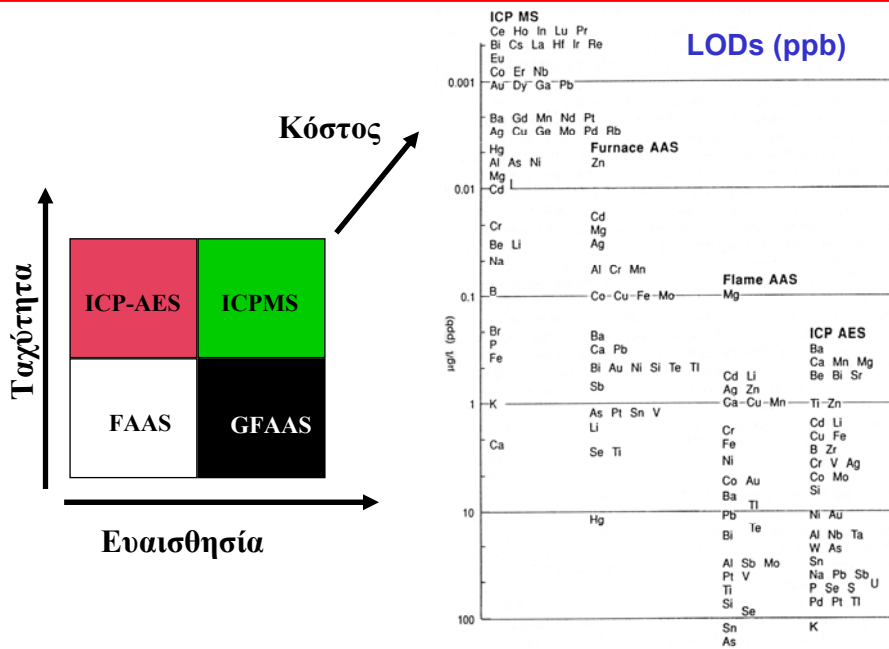


## Συγκριτική Παρουσίαση Τεχνικών Ατομικής Φασματομετρίας



49

## Συγκριτικός πίνακας τεχνικών ΑΦ



## Σύγκριση τεχνικών Ατομικής Φασματομετρίας

### Flame AAS:

- Υψηλή εκλεκτικότητα
- Ευκολία χειρισμού
- Χαμηλού κόστους
- RSDs 0.3-1%
- Μόνο υγρά δ/τα

### ICP AES:

- Υψηλή θερμοκρασία πλάσματος, προσδιορισμός «δύσκολων» στοιχείων
- Πολυστοιχειακή
- Μεγάλη δυναμική περιοχή
- RSDs 0.5-2%
- Ασφαλής, ταχεία και εύκολη ανάλυση
- Φασματικές παρεμποδίσεις

### GF AAS:

- Υψηλή εκλεκτικότητα
- Χαμηλά όρια ανίχνευσης
- Στερεά δείγματα
- Χημικές παρεμποδίσεις
- Αργή τεχνική

### ICP MS:

- Χαμηλότερα όρια ανίχνευσης
- Μεγάλη δυναμική περιοχή
- Πολυστοιχειακή
- Ταχεία ημιποσοτική ανάλυση
- Ισοτοπική ανάλυση
- Απλότητα φάσματος
- Ισοβαρικές παρεμποδίσεις
- Υψηλό κόστος

51

## Συγγράμματα

- D.A. Skoog, F.J. Holler, T.A. Nieman «Αρχές της Ενόργανης Ανάλυσης», Εκδόσεις Κωσταράκη, Αθήνα, 2002: Κεφ. 7E-3, 8Γ, 10A και 11Γ
- Ι.Α. Στράτη, Δ.Γ. Θεμελή, Γ.Α. Ζαχαριάδη, Α.Ν. Ανθεμίδα, Α.Σ. Οικονόμου, «Ενόργανη Χημική Ανάλυση II», Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 2004, Κεφ. 3

52

## Σχήματα

Τα σχήματα της παρουσίασης ήταν από τις παρακάτω πηγές:

- D.A. Skoog, F.J. Holler, T.A. Nieman «Αρχές της Ενόργανης Ανάλυσης», Εκδόσεις Κωσταράκη, Αθήνα, 2002: Κεφ. 7E-3, 8Γ, 10Α και 11Γ
- A.R.Date and A.L.Gray, "Applications of Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry", Blackie, 1989
- Joachim Nolte, "ICP Emission Spectrometry – A practical guide", Wiley, 2003
- Perkin Elmer
- Agilent