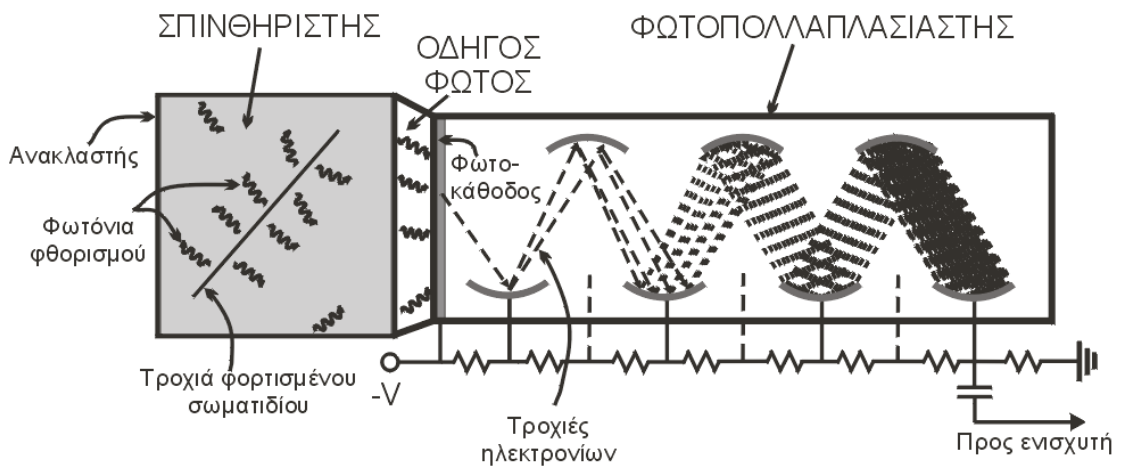


## ΜΕΡΟΣ 2

# ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕ ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ ΣΠΙΝΘΗΡΙΣΜΩΝ

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι σπινθηριστές ήταν από τα πρώτα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανίχνευση της ραδιενέργειας, χρησιμοποιούνται δε ευρέως έως και σήμερα. Η λειτουργία των ανιχνευτών σπινθηρισμών βασίζεται στον φθορισμό που παράγουν ορισμένα υλικά όταν φορτισμένο σωματίδιο διέλθει μέσα από αυτά. Τα φωτόνια φθορισμού που παράγονται, ανιχνεύονται και μετατρέπονται σε ηλεκτρικό παλμό από τον φωτοπολλαπλασιαστή (Σχήμα 1.1). Στα επόμενα θα περιγραφεί η λειτουργία του σπινθηριστή και του φωτοπολλαπλασιαστή.



Σχήμα 1.1 Αρχή λειτουργίας απεριθμητή σπινθηρισμών

## 2. ΣΠΙΝΘΗΡΙΣΤΗΣ

Η απώλεια ενέργειας φορτισμένου σωματιδίου κατά την διέλευσή του μέσα από την ύλη περιγράφεται από την σχέση Bethe - Bloch (Τμήμα 1, σχέση 2.2.7), η οποία δεν περιλαμβάνει την ακτινοβολία πέδησης και την ακτινοβολία Cerenkov. Ένα μεγάλο μέρος της ενέργειας που χάνει το φορτισμένο σωματίδιο προκαλεί ιονισμό ενώ ένα άλλο διέγερση ατόμων ή ιόντων του μέσου. Η ενέργεια διέγερσης τελικά παρουσιάζεται με μορφή φωτονίων που, στα περισσότερα υλικά, απορροφώνται μέσα στο ίδιο το υλικό με αποτέλεσμα αύξηση της θερμικής ενέργειας του υλικού. Στις περιπτώσεις αυτές έχουμε υλικά αδιαφανή στην ακτινοβολία που αυτά εκπέμπουν μετά την διέγερσή τους από ιονιστική ακτινοβολία.

Υπάρχουν όμως κάποια διηλεκτρικά υλικά που είναι διαφανή σε κάποιο τμήμα του φάσματος εκπομπής τους και τα παραγόμενα κατά την αποδιέγερσή τους φωτόνια, μπορούν να διανύσουν αρκετή απόσταση μέσα σε αυτά χωρίς να απορροφηθούν. Ο αριθμός αυτών των φωτονίων είναι ανάλογος προς την ενέργεια που απέθεσε το σωματίδιο στο υλικό, ιδιότητα που χρησιμοποιείται στην ενεργειακή διεκρίνιση των ακτινοβολιών. Τα υλικά αυτά λέγονται **σπινθηριστές**. Υπάρχουν και οργανικές ενώσεις που έχουν ιδιότητες σπινθηριστή και ανόργανες.

Ο φθορισμός των οργανικών σπινθηριστών οφείλεται στον βενζολικό δακτύλιο που περιέχεται στο μόριό τους. Συνεπώς οι οργανικές ουσίες που χρησιμοποιούνται σαν σπινθηριστές παρουσιάζουν το φαινόμενο του φθορισμού ανεξάρτητα από την φυσική κατάσταση της ουσίας.

Ο φθορισμός των ανόργανων σπινθηριστών είναι ιδιότητα της κρυσταλλικής κατάστασης του υλικού. Έτσι ο φθορισμός των υλικών αυτών είναι συνδεδεμένος με την στερεά κρυσταλλική φάση και δεν παρατηρείται στις άλλες φάσεις. Για τις ανάγκες των εργαστηρίων θα αναφερθούμε μόνο στους ανόργανους σπινθηριστές.

### 2.1 ΑΝΟΡΓΑΝΟΙ ΣΠΙΝΘΗΡΙΣΤΕΣ

Η πλειοψηφία των ανόργανων σπινθηριστών ενεργοποιείται από προσμίξεις (ενεργοποιητές) έτσι ώστε η φωταύγειά τους να οφείλεται κυρίως στην παρουσία μικρών συγκεντρώσεων πολύ καθορισμένων ακαθαρσιών. Αυτοί οι ενεργοποιημένοι

ανόργανοι σπινθηριστές έχουν ονομαστεί **φωσφόροι**. Οι καλύτερα γνωστοί ανόργανοι κρυσταλλικοί σπινθηριστές είναι το NaI και CsI με μικρή προσθήκη Θαλίου το οποίο βρίσκεται σε μορφή  $Tl^+$ .

Ο μηχανισμός σπινθηρισμού στους ανόργανους φωσφόρους είναι πολύπλοκος και μόνο μια πάρα πολύ απλοποιημένη εικόνα για την ιδιαίτερη περίπτωση των ανόργανων κρυσταλλικών σπινθηριστών θα δοθεί εδώ.

Σ' έναν ιοντικό κρύσταλλο η ηλεκτρονική δομή μπορεί να περιγραφεί με βάση την θεωρία των ζωνών στα κρυσταλλικά στερεά. Τα ηλεκτρόνια σθένους, σε τέτοιους κρυστάλλους, βρίσκονται σε μια ευρεία ενεργειακή ζώνη παρά σε διακριτές στάθμες συνδεδεμένες με κάποια άτομα ή μόρια. Οι χαμηλότερες ενεργειακές ζώνες είναι πλήρεις και ξεχωρίζουν η μια από την άλλη μ' απαγορευμένες για τα ηλεκτρόνια ενεργειακές περιοχές γνωστές σαν **απαγορευμένες ζώνες**. Αυτή η συμπεριφορά δείχνεται στο σχήμα 2.1. Στους ιοντικούς κρυστάλλους η ενεργειακή ζώνη που καταλαμβάνεται από τα ηλεκτρόνια σθένους, **ζώνη σθένους**, είναι πλήρης και η επόμενη επιτρεπτή ζώνη είναι εντελώς κενή, χωρίζεται δε από την ζώνη σθένους, με μια μεγάλη απαγορευμένη περιοχή. Το ενεργειακό χάσμα αυτό είναι πολύ μεγάλο συγκρινόμενο με την μέση θερμική ενέργεια των φωνονίων<sup>1</sup> στον κρύσταλλο. Η κίνηση των ηλεκτρονίων στην υψηλότερη, κενή κάτω από κανονικές συνθήκες, ζώνη συνεισφέρει στην αγωγιμότητα. Για τον λόγο αυτό η πρώτη κενή ζώνη πάνω από την ζώνη σθένους λέγεται **ζώνη αγωγιμότητας**. Αν ένα ηλεκτρόνιο από την ζώνη αγωγιμότητας μεταπέσει στην ζώνη σθένους θα εκπεμφθεί ένα φωτόνιο στην περιοχή του υπεριώδους.

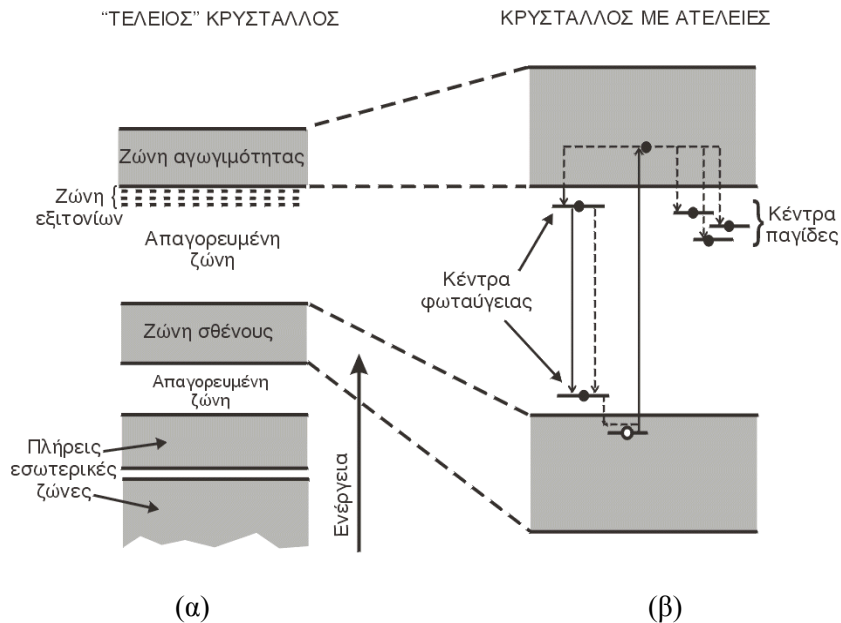
Ο μηχανισμός σε κρυστάλλους με ατέλειες όπου συμπεριλαμβάνονται κι αυτοί που έχουν ενεργοποιηθεί με κάποιο βαρύ μέταλλο, όπως Θάλιο, δείχνεται στο σχήμα 2.1. Σ' έναν κρύσταλλο με ατέλειες υπάρχουν εντοπισμένες ενεργειακές στάθμες στα όρια της απαγορευμένης ζώνης. Υπάρχουν πολλές πηγές αυτών των σταθμών αλλά γενικά μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες:

1. **κέντρα φωταύγειας** που έχουν στάθμες συνδεδεμένες με βασικές και διεγερμένες καταστάσεις και

---

<sup>1</sup> Υπενθυμίζουμε ότι οι συχνότερες ταλάντωσης του πλέγματος είναι κβαντισμένες και καλούνται φωνόνια με ενέργεια  $h\nu$  (κατ' αναλογία με τα φωτόνια) όπου  $h$  η σταθερά του Planck και  $\nu$  η συχνότητα ταλάντωσης.

2. παγίδες που παρουσιάζουν μόνο μία κατάσταση στο πάνω μέρος της απαγορευμένης ζώνης.



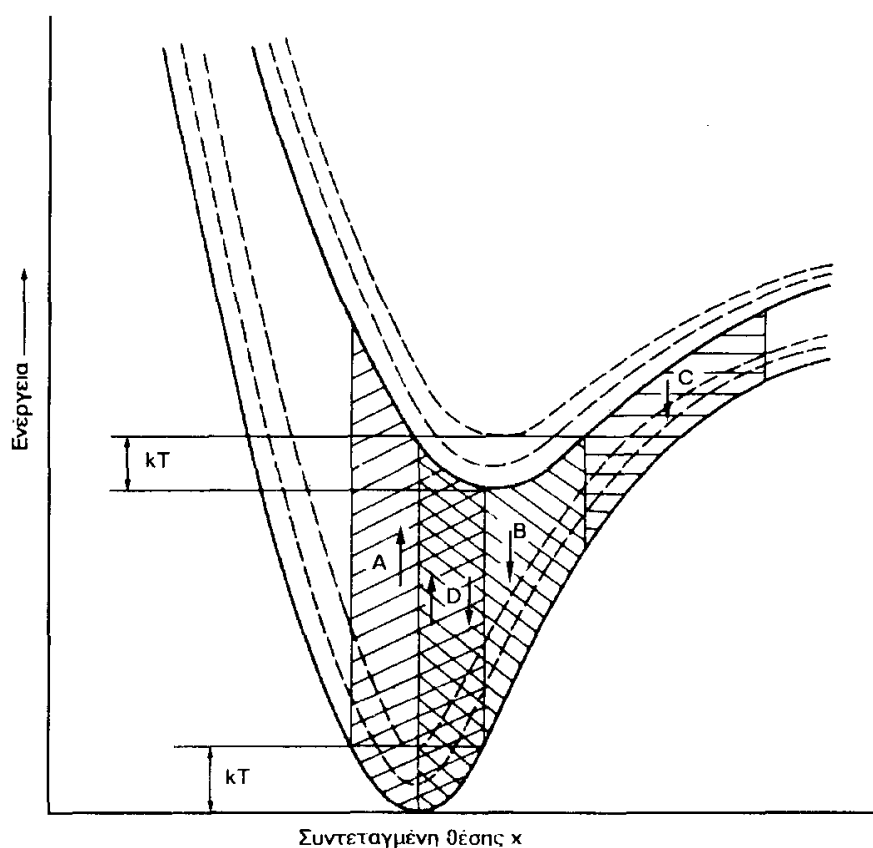
**Σχήμα 2.1** Σχηματική παράσταση της δομής των ηλεκτρονικών ζωνών σ' ένα μονωτικό υλικό. α) Τέλειος ιοντικός κρύσταλλος. (β) Ιοντικός κρύσταλλος με ατέλειες.

Τα κέντρα φωταύγειας προέρχονται από ακαθαρσίες, ενδόθετα ιόντα όπως  $\text{Ti}^{3+}$  και  $\text{Na}^+$ , στοιχειομετρικές ανωμαλίες κι άλλες ατέλειες που είναι θερμοδυναμικά ευνοϊκό να σχηματισθούν. Η διέγερση ενός κέντρου φωταύγειας απαιτεί την σύλληψη ενός ηλεκτρονίου από την ζώνη αγωγιμότητας και μιας θετικής οπής από την ζώνη σθένους είτε από απ' ευθείας σύλληψη εξιτονίου, ή από ταυτόχρονη σύλληψη ηλεκτρονίου κι οπής που ακολουθεί κάποιο μηχανισμό δυαδικής διάχυσης.

Ο μηχανισμός σπινθηρισμού έχει ως ακολούθως. Τα ηλεκτρόνια κατά την διέγερση του σπινθηριστή μεταβαίνουν από την ζώνη σθένους στην ζώνη αγωγιμότητας είτε με απ' ευθείας κρούση, είτε με διεγέρσεις Coulomb, είτε με απορρόφηση φωτονίων στο υπεριώδες. Αλληλεπιδρούν με τα φωνόνια του κρυστάλλου και τους δίνουν κάποιο μικρό ποσό της ενέργειάς τους ώστε να σχηματίσουν εξιτόνιο με μια οπή. Το εξιτόνιο συλλαμβάνεται από ένα κέντρο φωταύγειας εκπέμποντας φωνόνιο για να σχηματίσει διεγερμένη κατάσταση του κέντρου φωταύγειας. Η διεγερμένη κατάσταση του κέντρου μπορεί να αποδιεγερθεί στην βασική κατάσταση με δύο τρόπους:

1. εκπέμποντας φωτόνιο φθορισμού
2. χωρίς την εκπομπή φωτονίου αλλά φωνονίου.

Αυτή η απλή εικόνα δεν εξηγεί γιατί ένας κρύσταλλος μ' ατέλειες είναι διαφανής στην ακτινοβολία φθορισμού γιατί κατ' αρχήν τα φωτόνια φθορισμού μπορούν ν' απορροφηθούν από άλλα κέντρα φωταύγειας, κατόπιν να ξαναεκπεμφθούν κ.ο.κ. Για να εξηγήσουμε την διαφάνεια του κρυστάλλου είναι απαραίτητο να δούμε με μεγαλύτερη λεπτομέρεια τις ενεργειακές στάθμες του κέντρου και να λάβουμε υπόψη τις αλληλεπιδράσεις του με τα θερμικά φωνόνια που υπάρχουν στον κρύσταλλο.



**Σχήμα 2.2** Σχηματική παράσταση των ενεργειακών σταθμών ενός κέντρου φωταύγειας. Οι πλήρεις γραμμές είναι οι βασικές στάθμες του κέντρου κι οι διακεκομμένες είναι οι υποστάθμες κάθε στάθμης. Α μόνο φάσμα απορρόφησης, Β μόνο φάσμα εκπομπής, C αποδιέγερση χωρίς εκπομπή φωτονίου και D ή φάσμα απορρόφησης ή φάσμα εκπομπής.

Η δυναμική ενέργεια ενός κέντρου φωταύγειας σαν συνάρτηση της απόστασης του από κάποιο θετικό ιόν σε μια θέση του πλέγματος θα είναι της μορφής που δείχνεται στο σχήμα 2.2. Επάνω στην κυρίως δυναμική ενέργεια του κέντρου επικάθονται υποστάθμες ταλάντωσης που σχηματίζονται από τις αλληλεπιδράσεις του

κέντρου με τα φωνόνια. Αυτές οι υποστάθμες σημειώνονται με διακεκομμένες γραμμές. Η θερμική ταλάντωση του κέντρου σε κανονικές θερμοκρασίες εξαναγκάζει το κέντρο να βρίσκεται κοντά στο ελάχιστο της δυναμικής ενέργειας  $kT$ . Η δυναμική ενέργεια της διεγερμένης κατάστασης του κέντρου δείχνεται επίσης στο σχήμα 2.2 με τις δικές της υποστάθμες ταλάντωσης. Το ελάχιστο της δυναμικής ενέργειας της διεγερμένης κατάστασης βρίσκεται σ' άλλη απόσταση απ' ότι της βασικής κατάστασης. Αυτή η διαφορά οδηγεί στα παρακάτω παρατηρούμενα φαινόμενα.

Η μετάπτωση από την βασική κατάσταση στην πρώτη διεγερμένη κατάσταση συμβαίνει λόγω της απορρόφησης ενός φωτονίου στο υπεριώδες ή από την σύλληψη ενός εξιτονίου. Αυτό δείχνεται με τις κατακόρυφες ζώνες A και D στο σχήμα 2.2 και συμβαίνει για μια περιοχή αποστάσεων κοντά στο ελάχιστο της δυναμικής ενέργειας. Η περιοχή αποστάσεων καθορίζεται από την θερμική ενέργεια του κέντρου που είναι  $kT$ . Οι διεγερμένες υποστάθμες της πρώτης διεγερμένης στάθμης, που γέμισαν με τον προηγούμενο μηχανισμό, αποδιεγείρονται χωρίς εκπομπή φωτονίων αλλά μ' εκπομπή φωνονίων στην περιοχή της θερμικής ταλάντωσης γύρω από το ελάχιστο του δυναμικού. Από εκεί αποδιεγείρονται στην βασική κατάσταση, ζώνες D και B. Αν η απόσταση είναι τέτοια ώστε οι διεγερμένες καταστάσεις να βρίσκονται στην ζώνη C τότε αποδιεγείρονται χωρίς να εκπέμπονται φωτόνια γιατί επικαλύπτονται με τις υποστάθμες ταλάντωσης της βασικής κατάστασης. Συνεπώς η ζώνη C αντιστοιχεί σ' αποπνιγμένη συνιστώσα της αποδιέγερσης της διεγερμένης κατάστασης ενός κέντρου φωταύγειας. Έτσι απορρόφηση ενέργειας συμβαίνει στις ζώνες A και D κι εκπομπή φωτονίων φθορισμού στις ζώνες D και B. Η στενή περιοχή D αντιστοιχεί στην αλληλεπικάλυψη του φάσματος εκπομπής και του φάσματος απορρόφησης.

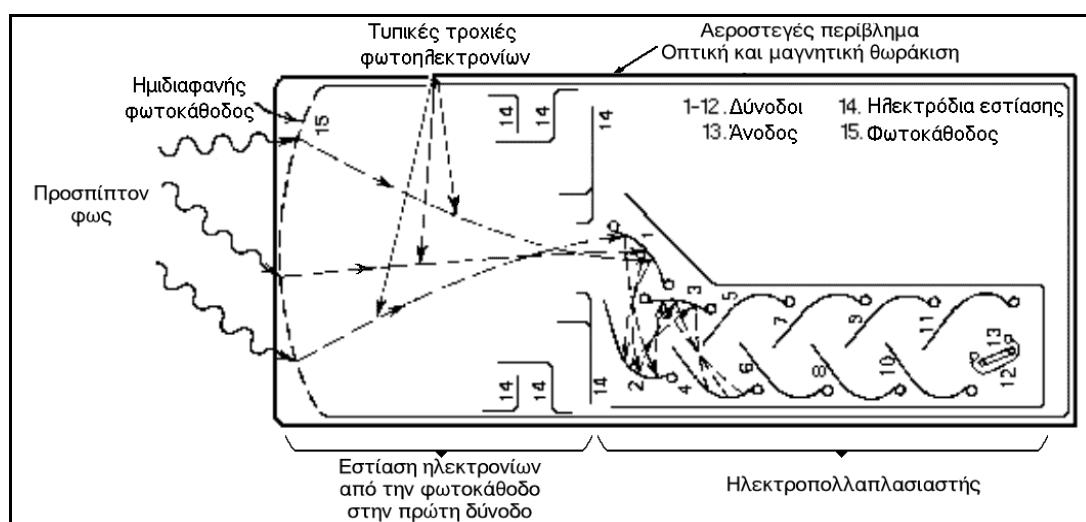
Ο κρύσταλλος λοιπόν είναι διαφανής στην ακτινοβολία φθορισμού μόνο στην ζώνη B κι αδιαφανής ή ημιδιαφανής στην ζώνη D. Έτσι, το παρατηρούμενο φάσμα φθορισμού αντιστοιχεί σε φωτόνια στην ζώνη B.

Το παρατηρούμενο φάσμα φθορισμού προέρχεται από την μετατροπή ενός μικρού ποσοστού της αρχικής ενέργειας του φορτισμένου σωματιδίου π.χ. για το  $\text{NaI(Tl)}$  το ποσοστό αυτό είναι περίπου 12%.

### 3. ΦΩΤΟΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΗΣ

Η ευρεία χρήση των απαριθμητών σπινθηρισμών για την ανίχνευση ακτινοβολιών και την φασματοσκοπία θα ήταν αδύνατη χωρίς την ύπαρξη συσκευών που να μετατρέπουν τον εξαιρετικά μικρής έντασης φωτεινό παλμό ενός σπινθηριστή σε μετρήσιμο ηλεκτρικό σήμα. Ο φωτοπολλαπλασιαστής είναι ακριβώς το όργανο που μετατρέπει το φωτεινό σήμα που εκπέμπει ο σπινθηριστής και αποτελείται από μερικές εκατοντάδες φωτόνια σε ισχυρό ηλεκτρικό παλμό.

Πιο κάτω θα αναφερθούν μερικά από τα κύρια χαρακτηριστικά των φωτοπολλαπλασιαστών που έχουν ενδιαφέρον από την πλευρά των απαριθμητών σπινθηρισμών.



**Σχήμα 3.1** Χαρακτηριστικά στοιχεία ενός φωτοπολλαπλασιαστή τύπου εστίασης. 1-12 δύνοδοι, 14 ηλεκτρόδια εστίασης, 13 άνοδος, 15 φωτοκάθοδος.

Μια απλοποιημένη μορφή ενός φωτοπολλαπλασιαστή δείχνεται στο σχήμα 3.1. Ο φωτοπολλαπλασιαστής αποτελείται από δύο κυρίως στοιχεία: την φωτοκάθοδο και την πολλαπλασιαστική στήλη. Η φωτοκάθοδος αποτελείται από κράμα μικρού έργου εξόδου που αποτίθεται με εξάχνωση σε κάποιο υλικό διαφανές στο φως που εκπέμπει ο χρησιμοποιούμενος σπινθηριστής και μετατρέπει ένα μέρος από τα προσπίπτοντα φωτόνια σε ηλεκτρόνια. Τα ηλεκτρόνια αυτά, φωτοηλεκτρόνια, είναι πολύ λίγα και το παραγόμενο σήμα είναι πάρα πολύ μικρό και δεν είναι ανιχνεύσιμο. Ο φωτοπολλαπλασιαστής συλλέγει αυτά τα ηλεκτρόνια με όσο το δυνατό καλύτερη γεωμετρία και κατόπιν τα πολλαπλασιάζει αυξάνοντας τον αριθμό τους.

Ο μηχανισμός πολλαπλασιασμού του φωτοπολλαπλασιαστή είναι συνοπτικά ο ακόλουθος. Τα ηλεκτρόνια μετά την φωτοκάθοδο οδηγούνται με ένα ηλεκτρόδιο εστίασης στην πρώτη δύνοδο από εκεί στην δεύτερη κλπ μέχρι την άνοδο. Σε κάθε στάδιο τα ηλεκτρόνια επιταχύνονται ώστε με την πρόσπτωσή τους στο επόμενο ηλεκτρόδιο, που αποτελείται από υλικό με μικρό έργο εξόδου, να εξάγουν πιο πολλά ηλεκτρόνια.

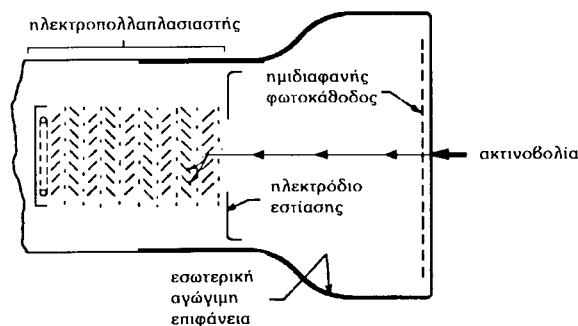
Το φορτίο συλλέγεται στην άνοδο ή στο ηλεκτρόδιο εξόδου του φωτοπολλαπλασιαστή. Εκείνο που επιδιώκεται στις πιο πολλές περιπτώσεις είναι η ενίσχυση να είναι γραμμική μ' αποτέλεσμα το φορτίο του παλμού στην έξοδο να είναι ανάλογο του αριθμού των φωτοηλεκτρονίων. Μετά τον πολλαπλασιασμό ένας τυπικός παλμός περιέχει  $10^7 - 10^{10}$  ηλεκτρόνια ικανά να δώσουν ένα ισχυρό σήμα. Αν ένας φωτοπολλαπλασιαστής έχει  $N$  δυνόδους κι ο παράγοντας πολλαπλασιασμού κάθε δυνόδου είναι  $\delta$ , τότε η ολική ενίσχυση του φωτοπολλαπλασιαστή θα είναι:

$$\text{ολική ενίσχυση} = \alpha \cdot \delta \cdot N$$

όπου  $\alpha$  το κλάσμα των φωτοηλεκτρονίων που φτάνουν στην πρώτη δύνοδο.

Οι φωτοπολλαπλασιαστές ανάλογα με τον τύπο και την διεύθυνση των δυνόδων χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες:

1. Βενετσιάνικου παραθυρόφυλλου
2. Εστίασης.



Σχήμα 3.2 Φωτοπολλαπλασιαστής τύπου βενετσιάνικου παραθυρόφυλλου.

### 3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΩΤΟΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΗ

1. **Φασματική απόκριση.** Είναι η εικόνα της απόκρισης του φωτοπολλαπλασιαστή σαν συνάρτηση του μήκους κύματος του φωτός που

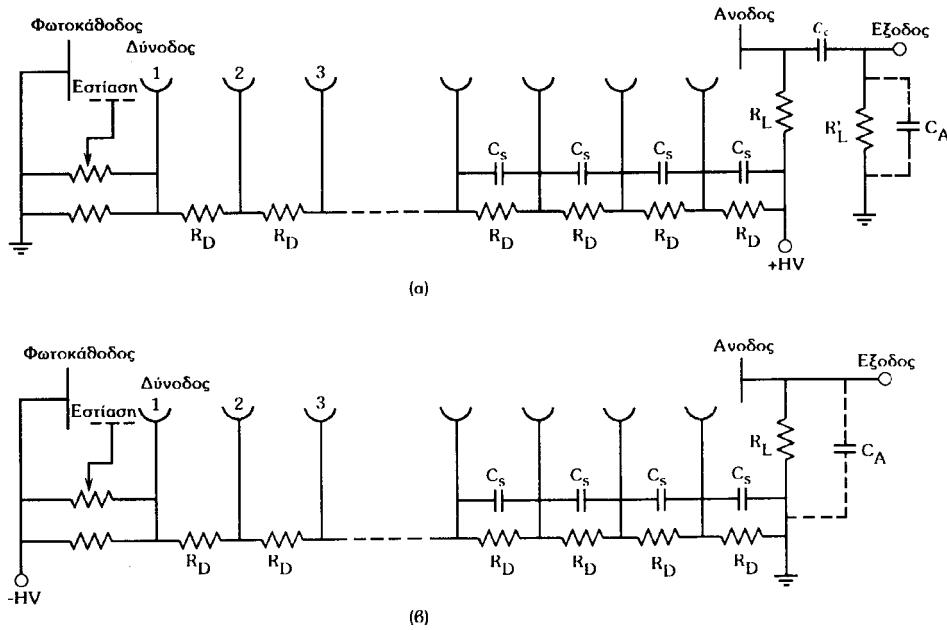


προσπίπτει στη φωτοκάθοδο. Καθορίζεται από το υλικό του παραθύρου και της καθόδου. Είναι πολύ σημαντικό να επιλέγεται το σύστημα σπινθηριστής-φωτοπολλαπλασιαστής έτσι ώστε να υπάρχει η μεγαλύτερη δυνατή επικάλυψη του φάσματος εκπομπής του σπινθηριστή με την φασματική απόκριση του φωτοπολλαπλασιαστή.

2. **Κβαντική απόδοση.** Είναι ο μέσος αριθμός φωτοηλεκτρονίων που εκπέμπονται από την φωτοκάθοδο ανά προσπίπτον φωτόνιο. Εξαρτάται από το υλικό της φωτοκαθόδου κι από το μήκος κύματος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Η κβαντική απόδοση δεν μπορεί να αυξάνεται απεριόριστα. Πέραν των φυσικών περιορισμών υπάρχει και ο περιορισμός από την αύξηση του ρεύματος σκότους.
3. **Ενίσχυση.** Είναι ο ολικός παράγοντας πολλαπλασιασμού.
4. **Ρεύμα σκότους.** Είναι το ρεύμα που διαρρέει τον φωτοπολλαπλασιαστή όταν η κάθοδος δεν φωτίζεται. Η κύρια πηγή του ρεύματος σκότους είναι η θερμοϊονική εκπομπή από την κάθοδο και τις πρώτες δυνόδους. Το ρεύμα σκότους περιορίζει την ευαισθησία του φωτοπολλαπλασιαστή σε παλμούς φωτός πολύ μικρής έντασης. Το ρεύμα σκότους μπορεί, αν είναι αναγκαίο π.χ. ανίχνευση πολύ ασθενών φωτεινών παλμών, να μειωθεί με ψύξη του φωτοπολλαπλασιαστή.
5. **Χρονικά χαρακτηριστικά.** Είναι ο χρόνος ανόδου του παλμού στην άνοδο, το εύρος του παλμού (FWHM), ο χρόνος που χρειάζονται τα ηλεκτρόνια για να διανύσουν την απόσταση καθόδου - ανόδου (χρόνος διέλευσης), η διασπορά του χρόνου αυτού ανάλογα με την θέση της καθόδου που πέφτει το φωτόνιο. Οι χρόνοι αυτοί καθορίζουν την χρήση και την ποιότητα του φωτοπολλαπλασιαστή.

### 3.2 ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΦΩΤΟΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΗ

Η τροφοδοσία του φωτοπολλαπλασιαστή γίνεται με τροφοδοτικό υψηλής τάσης και χρήση κατάλληλου διαιρέτη τάσης. Είναι δυνατόν η φωτοκάθοδος να τροφοδοτείται με αρνητική τάση και η άνοδος να γειώνεται μέσω μιας μικρής αντίστασης ή η φωτοκάθοδος να είναι σε δυναμικό γης και η άνοδος να έχει θετική υψηλή τάση. Στην δεύτερη περίπτωση το σήμα από την άνοδο λαμβάνεται μέσω κατάλληλου πυκνωτή.



**Σχήμα 3.3** Διαιρέτες τάσης για την τροφοδοσία φωτοπολλαπλασιαστή. α) Η κάθοδος γειωμένη και θετική υψηλή τάση στην άνοδο. (i) Η άνοδος γειώνεται μέσω μιας μικρής αντίστασης  $R_L$  (50 Ω - 10 kΩ) κι αρνητική υψηλή τάση στην κάθοδο.

### 3.3 ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΘΩΡΑΚΙΣΗ ΦΩΤΟΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΗ

Ο φωτοπολλαπλασιαστής επηρεάζεται από εξωτερικά μαγνητικά πεδία λόγω της χαμηλής ενέργειας των ηλεκτρονίων (της τάξης των 100 eV) ιδιαίτερα στο πρώτο στάδιο από την φωτοκάθοδο στην πρώτη δύνοδο. Ακόμα και το μαγνητικό πεδίο της γης είναι αρκετό για να επηρεάσει τις τροχιές των ηλεκτρονίων. Στις περιπτώσεις που ο φωτοπολλαπλασιαστής πρέπει να λειτουργεί κοντά σε μαγνητικά πεδία, πρέπει να προβλέπεται μαγνητική θωράκισή του για να προληφθούν μεταβολές της ενίσχυσής του. Ο πιο κοινός τρόπος θωράκισης των φωτοπολλαπλασιαστών είναι να περιτυλιχθούν μ' ένα φύλλο από μ-metal. Το μήκος του φύλλου πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να περιβάλλει και μια περιοχή πέρα από την φωτοκάθοδο σε μήκος ίσο με την διάμετρο της φωτοκαθόδου για να υπάρχει πλήρης προστασία της φωτοκαθόδου. Το φύλλο αυτό πρέπει να διατηρείται στο δυναμικό της φωτοκαθόδου για να αποφεύγονται επιδράσεις ηλεκτροστατικών πεδίων στην φωτοκάθοδο και στην πρώτη δύνοδο, όπως και η ηλεκτρόλυση της φωτοκαθόδου.