

ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟ ΦΙΛΜ

ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑ Ι-5



ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΟΜΕΤΡΙΑ

- Κλάδος της Ακτινοτεχνολογίας.
- Είναι η μελέτη και αντικειμενοποίηση της *ευαισθησίας του* φιλμ στην επίδραση της ακτινοβολίας.
- Σε ακτινοβολημένο φιλμ.
- Σε μη ακτινοβολημένο φιλμ στα πλαίσια του ποιοτικού ελέγχου.
- Ποσοτικές μετρήσεις, οπτική παρατήρηση από έμπειρους επαγγελματίες.

- Ποικιλία διαβαθμίσεων τόνων του γκρι σε φως.
- Ποσοστό αμαύρωσης ή σκίασης.
- Διαφανοσκόπιο.
- Καθορισμένης έντασης φωτός.
- Παρατήρηση ή μέτρηση της έντασης που τελικά περνάει.
- Ένταση προσπίπτοντος φωτισμού και Ένταση διερχόμενου.

- Διέλευση = Ένταση διερχόμενου / Ένταση προσπίπτοντος
- Σκιερότητα = Ένταση προσπίπτοντος / Ένταση διερχόμενου
- Οπτική πυκνότητα = \log_{10} Σκιερότητα

Διέλευση = Ένταση διερχ / Ένταση προσπίπτοντος

- Ένταση προσπίπτοντος 100,
- Ένταση διερχ 10
- Διέλευση 10%
- Δεν εκφράζει αμαύρωση, οι τιμές του λόγου μικραίνουν όσο αυξάνει η αμαύρωση.

Σκιερότητα= Ένταση προσπίπτοντος / Ένταση διερχ

- Οι τιμές του λόγου αυξάνουν όσο αυξάνει η αμαύρωση (μεγαλ από το 1).
- Μεγάλες τιμές, όχι στατιστική επεξεργασία
- Αριθμητικές τιμές με δυο η τρία δεκαδικά ψηφία, άρα δύσκολο μαθηματικό χειρισμό.

Οπτ πυκν = \log_{10} Σκιερότητα

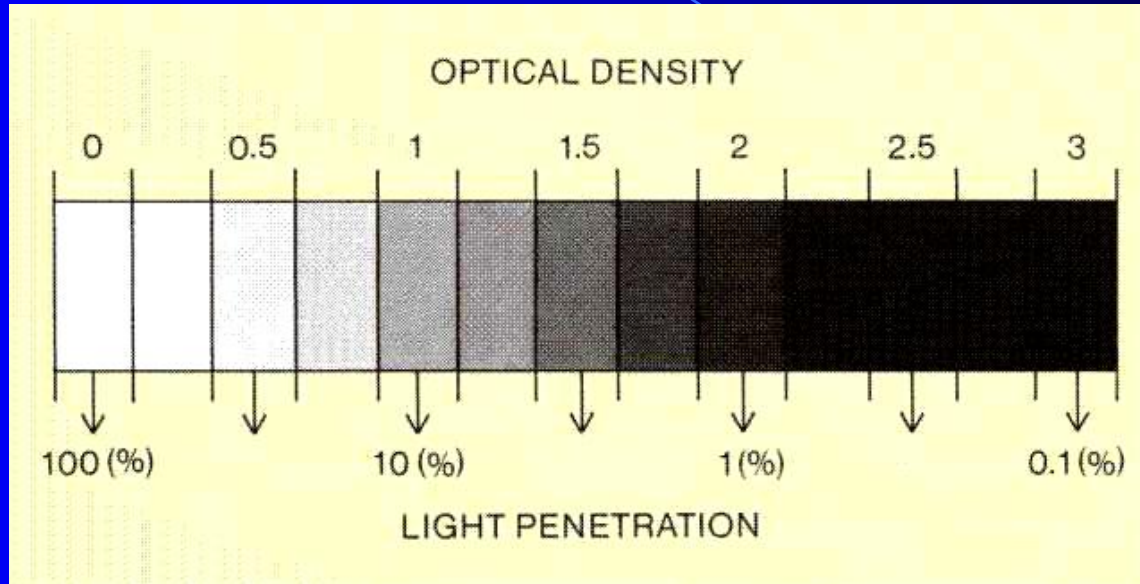
- Οι τιμές του λόγου αυξάνουν όσο αυξάνει η αμαύρωση (τιμές 0.10-4.0).
- Οπτ πυκν ανάλογη με την παρουσία μεταλλικού αργύρου στο φιλμ
- Περιορισμός του εύρους της κλίμακας
- Λογαριθμική έκφραση διευκολύνει μαθηματικούς χειρισμούς
- Το ανθρώπινο μάτι τις διαφορές αμαύρωσης κατά ένα λογαριθμικό τρόπο

Δεκαδικός λογάριθμος

- Λογάριθμος ενός αριθμού είναι η δύναμη στην οποία πρέπει να υψωθεί ένας δεδομένος αριθμός, η βάση, ώστε να παραχθεί αυτός ο αριθμός.
- Για παράδειγμα ο λογάριθμος του 1000 με βάση το 10 είναι 3, επειδή το 1000 ισούται με 10 υψωμένο εις την 3: $1000 = 10^3 = 10 \times 10 \times 10$. Πιο γενικά, αν $x = by$ τότε το y είναι ο λογάριθμος του x με βάση το b , και γράφεται $\log_b(x)$, έτσι $\log_{10}(1000) = 3$.

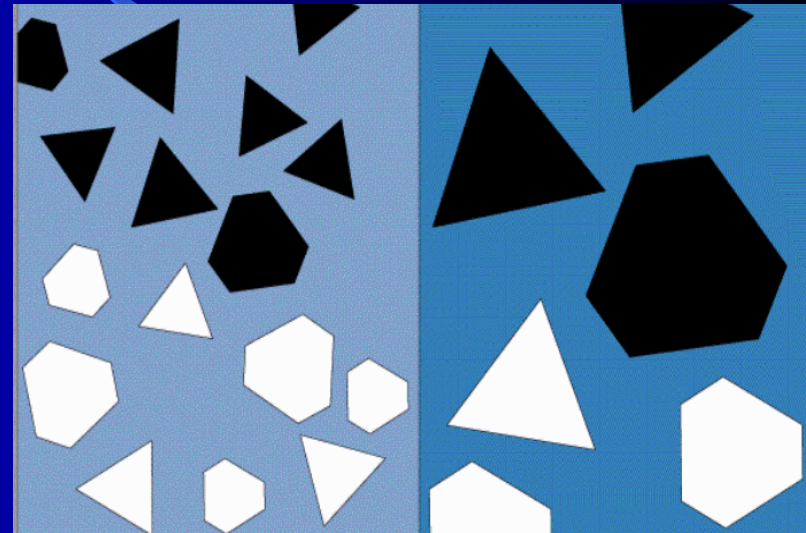
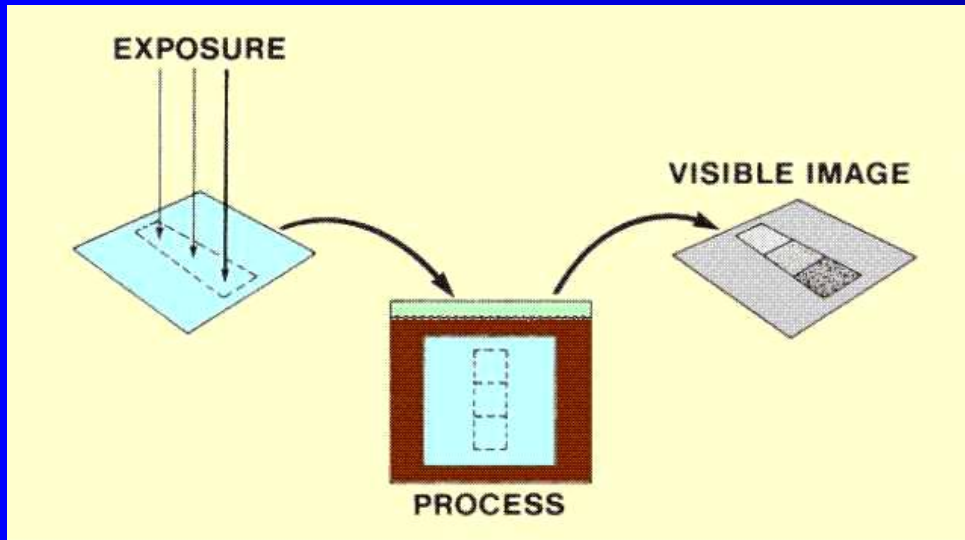
- **Το οπτικό πυκνόμετρο** γνωστό και από την ευαισθησιομετρία είναι ηλεκτρονική συσκευή που μέσω αισθητήρα φωτός (φωτοδιόδου) μετατρέπει το φως σε ηλεκτρικό σήμα (τιμές 0.25-2,5).

Σκιερότητα vs ΟΠ

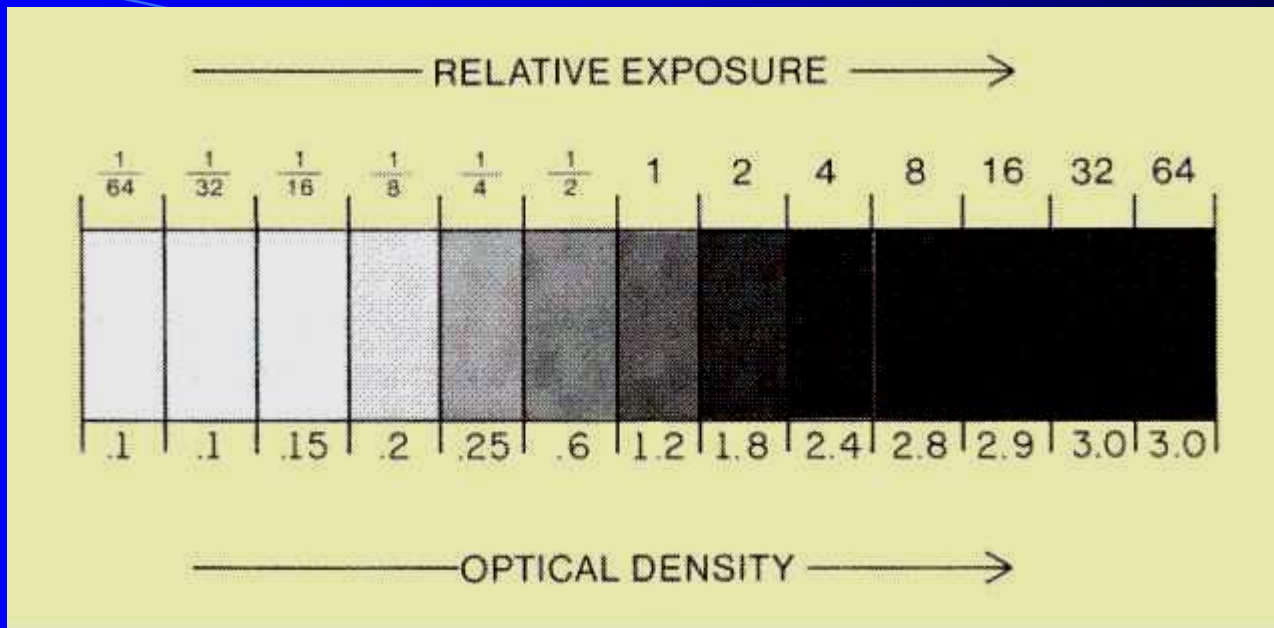


- Διαφάνεια $I_{\pi} = I_{\delta} \rightarrow \text{ΟΠ} = \log_{10} I_{\pi}/I_{\delta} = 1$
- Μεταβολή ΟΠ κατά μια μονάδα σημαίνει μεταβολή κατά 10% στην ποσότητα του διερχομένου φωτός

- Έκθεση
- Χημική επεξεργασία (ΧΕ)

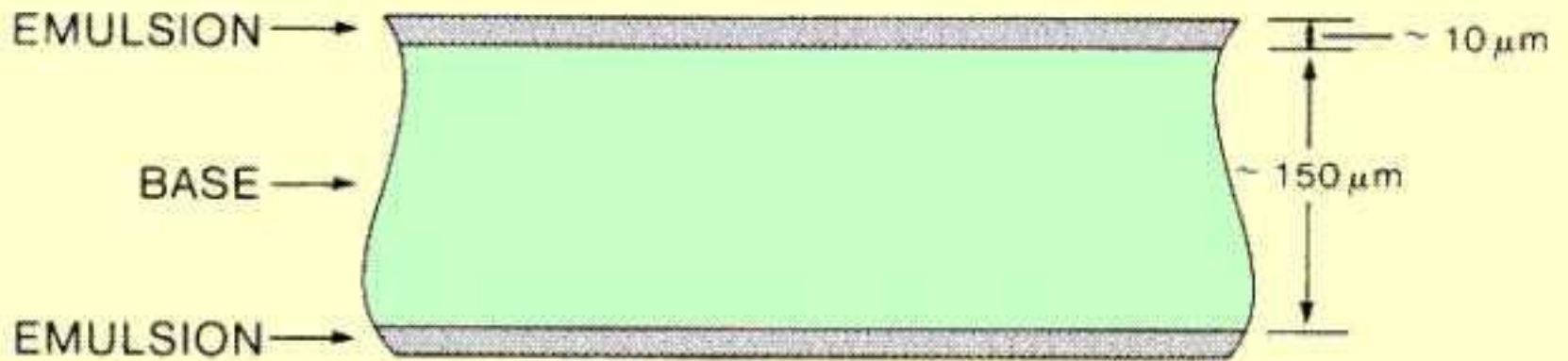


- Κρύσταλλοι που εκτίθενται στην ακτινοβολία γίνονται μαύροι μετά τη ΧΕ
- Οι ανέκθετοι απομακρύνονται



- Το φιλμ (ανιχνευτής) είναι ένας μετατροπέας
 - Μετατρέπει την ενέργεια των φωτονίων (στην περίπτωση μας το ορατό κυρίως φως) σε εικόνα με διαφορετικές αποχρώσεις του γκρι
- 3 λειτουργίες ταυτόχρονα
 - καταγράφει, αναδεικνύει και αποθηκεύει την εικόνα (μειονέκτημα ?? - ψηφιακή)

Δομή του Α Φ



Δομή του Α Φ: βάση

- Κατασκευασμένη από πολυεστέρα
- Πλεονεκτήματα
 - σταθερότητα διαστάσεων
 - οπτική καθαρότητα
 - αδιάβροχη
 - μη εύφλεκτη
 - διαπερατή από το φως
- Έχει γαλάζια απόχρωση που διευκολύνει την ανάγνωση
- Δεν είναι ευαίσθητη στην ακτινοβολία -Χ
- Δεν σχηματίζει ή περιέχει εικόνα

Γυάλινα,
Νιτρική
Κυτταρίνη

Δομή του Α Φ

- Συνδετικό υπόστρωμα
 - Διασφαλίζει την πρόσφυση της φωτοπαθούς επιστρώσεως στη βάση
- Προστατευτικό στρώμα
 - Προστατεύει τη φωτοπαθή επίστρωση από μηχανικές κακώσεις (εκδορές)
 - Οι συνηθέστερες κακώσεις οφείλονται σε κακούς χειρισμούς

Προστατευτικό κάλυμμα

Συνδετικό υπόστρωμα

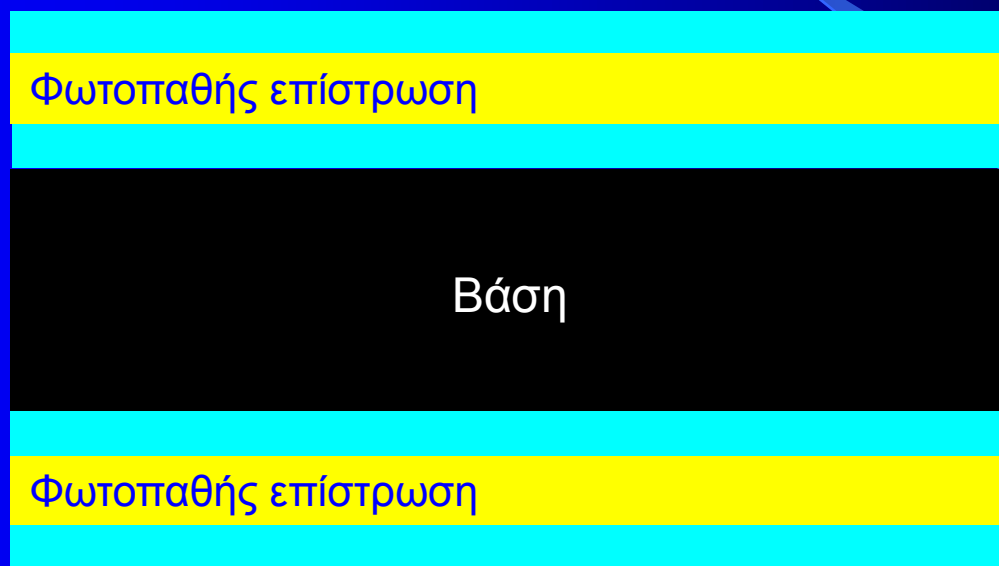


Φιλμ Μονής επίστρωσης

Απορροφητικό στρώμα: Δεν επιτρέπει σε φως να σκεδασθεί πίσω προς τη φωτοπαθή επίστρωση με αποτέλεσμα υψηλότερη σαφήνεια

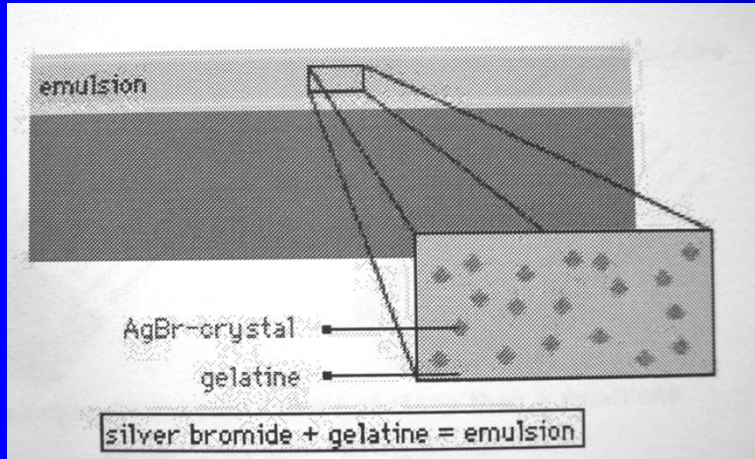
Προστατευτικό κάλυμμα

Συνδετικό υπόστρωμα



Φιλμ διπλής επίστρωσης:
φωτοπαθής επίστρωση και στις δύο πλευρές της βάσεως

Φωτοπαθής επίστρωση: Χημικές ουσίες

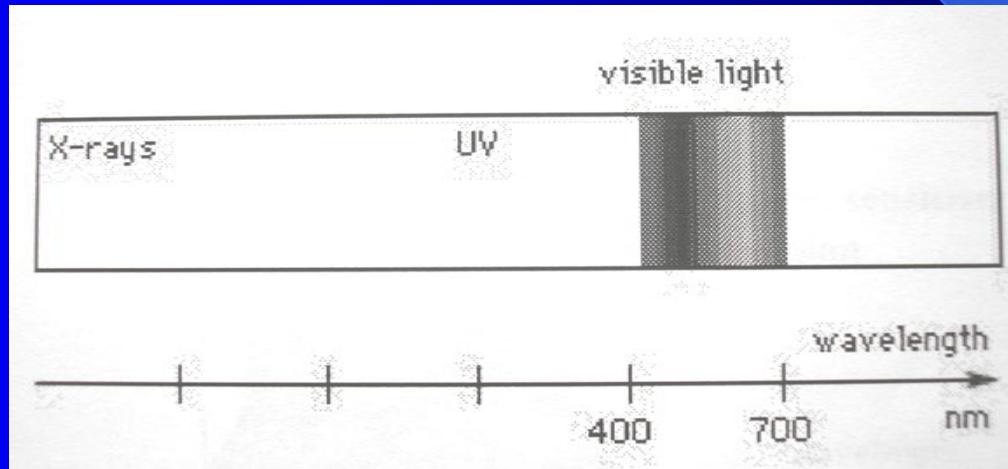


- Ζελατίνη
 - Διατηρεί τους κρυστάλλους στη σωστή διάταξη
 - Επιτρέπει τη διείσδυση των χημικών επεξεργασίας μεταβάλλεται από στερεά σε υγρή κατά την Χ Ε
 - Προσθήκη χρωστικών, ευαισθητοποιητών

- Γαλάκτωμα : Συγκρατεί σε εναιώρημα
- Αλογονίδια του αργύρου
 - AgBr
 - AgI
 - AgCl
- Ο βρωμιούχος άργυρος περιέχεται σε ποσοστό >95%

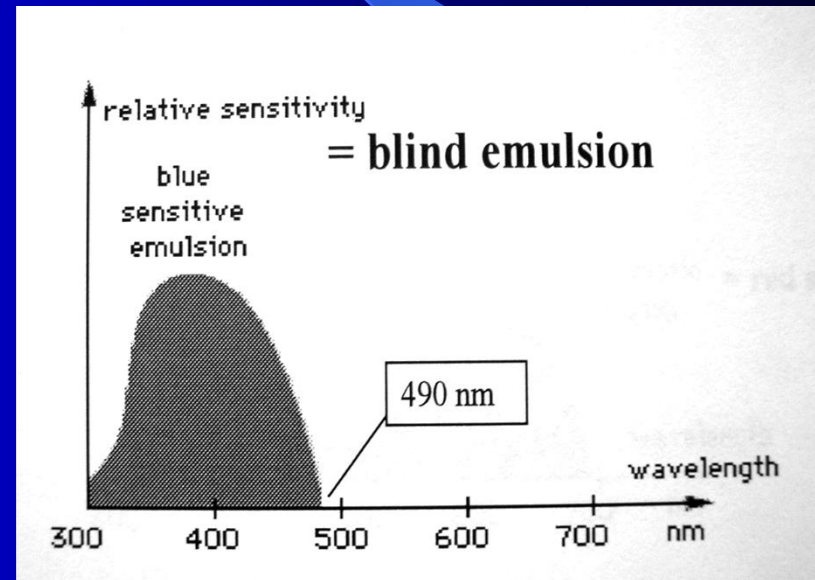


Χρωματική ευαισθησία

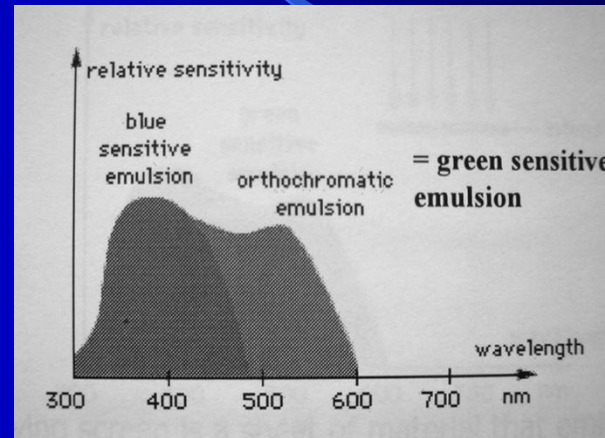
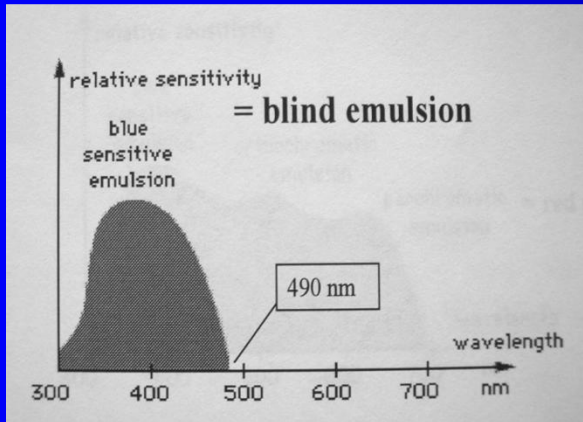


Χρωματική ευαισθησία

- Ο βρωμιούχος άργυρος είναι ευαίσθητος:
 - Ακτινοβολία - γ
 - Ακτινοβολία-Χ (5%)
 - Υπεριώδες
 - Μπλε φως (95%)

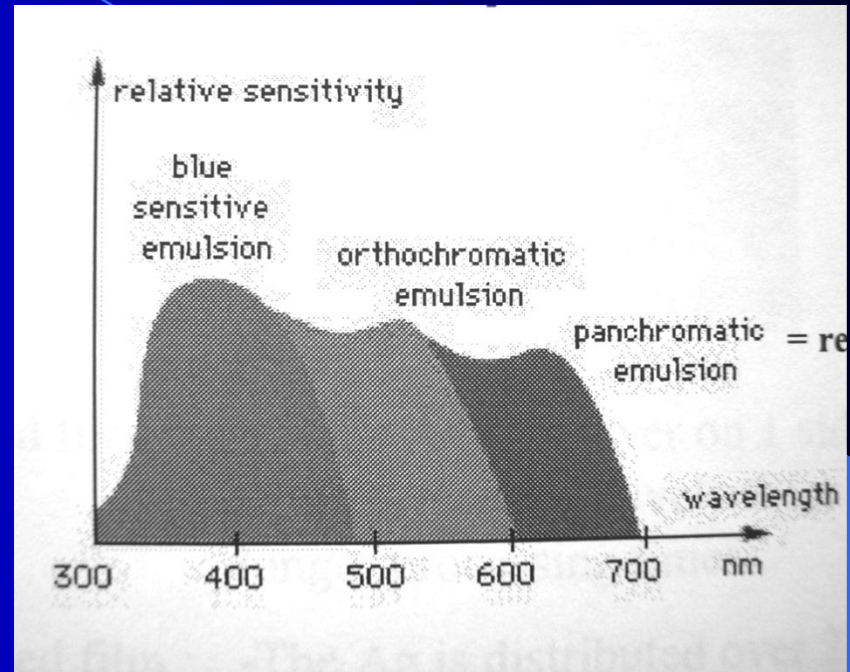
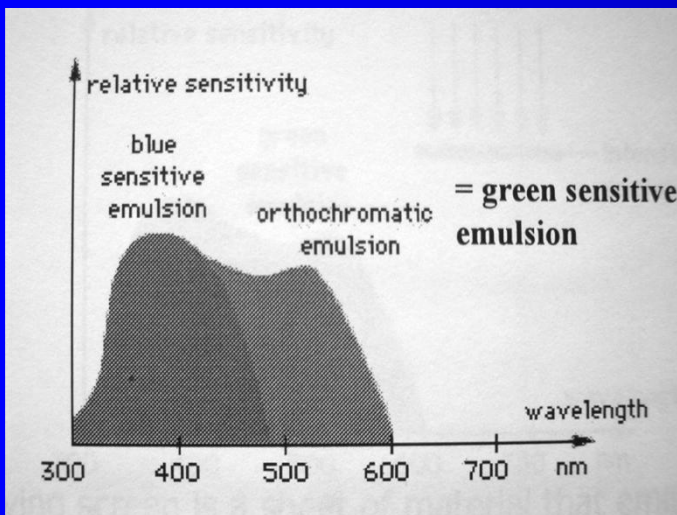
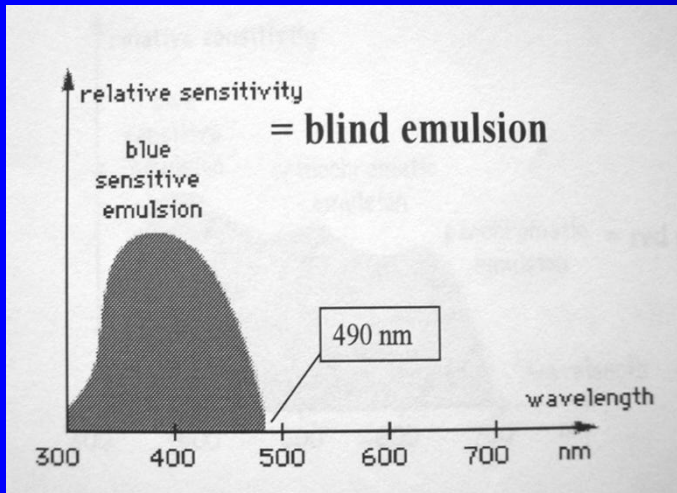


Χρωματική ευαισθησία



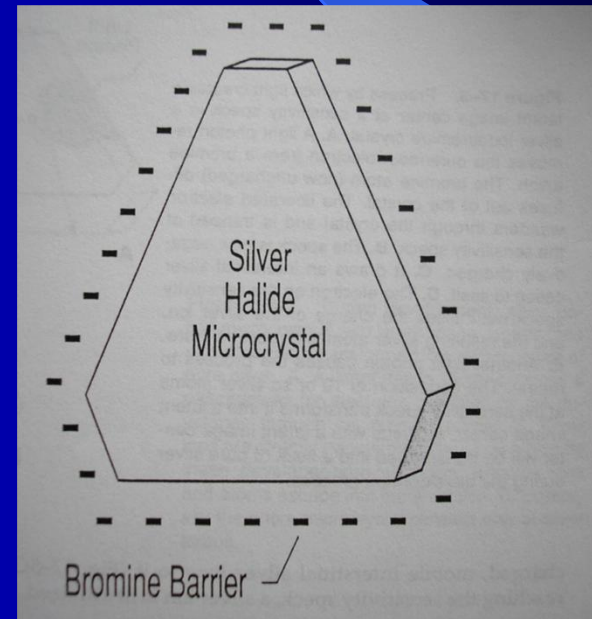
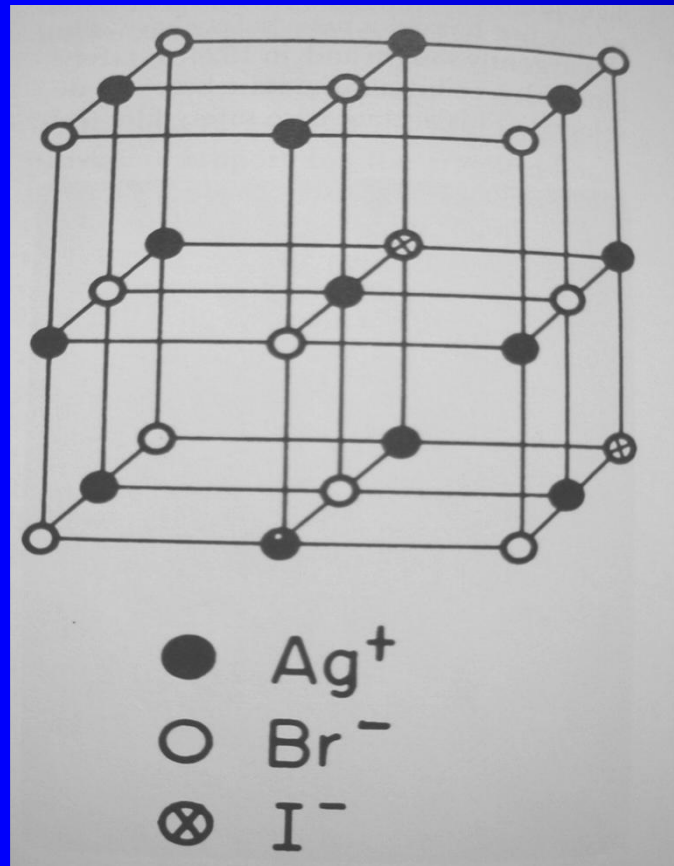
- Είναι δυνατό να επεκτείνουμε το φάσμα ευαισθησίας του κρυστάλλου AgBr με προσθήκη χρωστικών στην Φ . Ε. κατά την παρασκευή της
- Ορθοχρωματικό φιλμ

Χρωματική ευαισθησία



- Παγχρωματικό φιλμ δεν χρησιμοποιείται στην κλασσική ακτινολογία

Κρύσταλλοι Φ.Ε. Μολυσμα με Σουλφίδιο του Αργύρου, δημιουργεί τα Κ Ευαισθ



Κρύσταλλοι Φ. Ε.

- Στην επεξεργασία τα άτομα του Ar έλκονται και συγκεντρώνονται στο κέντρο Ευαισθησίας.
- Κατανομή, κατασκευή, αριθμός κέντρων ευαισθησίας, συγκέντρωση κρυστάλλων, μέγεθος = συμπεριφορά και χαρακτηριστικά του φιλμ.

- Τα άτομα είναι ιόντα Ag^+
- Κρύσταλλος μη άκαμπτos, άρα κίνηση
- Αλογόνα περισσότερα στο εξωτερικό
- Ag^+ περισσότερα στο εσωτερικό

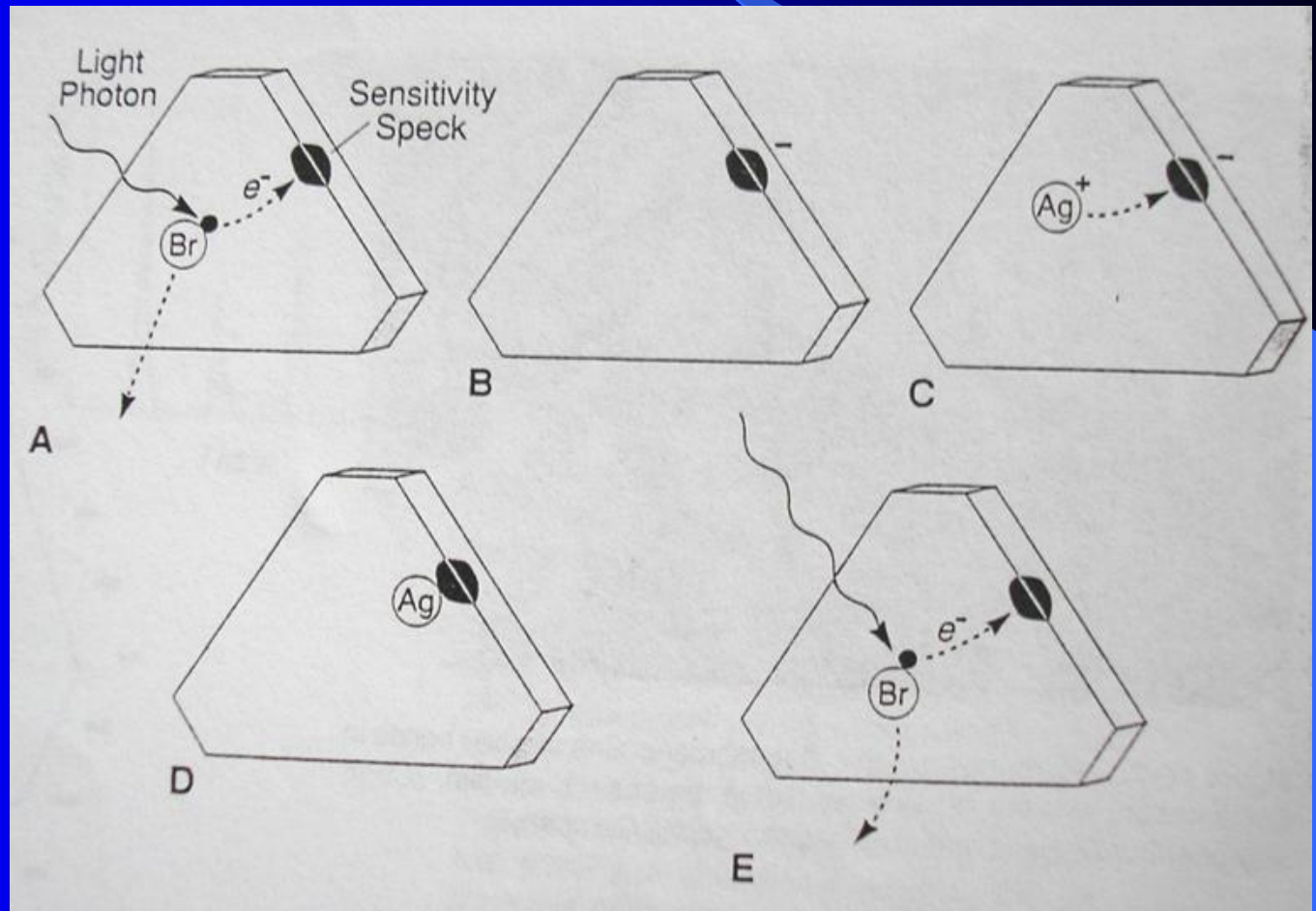
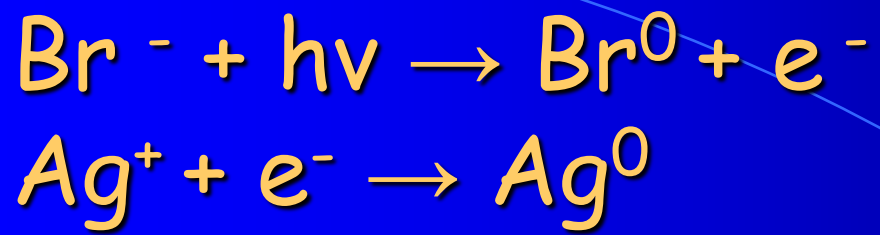
- Παραγωγή από φωτοηλεκτρόνια
- $Br^- + h\nu \rightarrow Br^0 + e^-$
Μερικά περνούν κοντά η μέσα στο ΚΕ
- $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag^0$
- Ουδέτερα άτομα και άρα διάσπαση του κρυστάλλου

- Br^- , ελεύθερο περνάει στη ζελατίνη· διάσπαση του κρυστάλλου δεν επιτρέπει την μετακίνηση του Ag^0
- Η συγκέντρωση των e στο ΚΕ δημιουργεί αρνητικό φορτίο και έλκει τα ιόντα Ag^0 , περισσότερα από 10 άτομα Ag^0 αποτελούν το κέντρο λανθάνουσας εικόνας
- Οι κρύσταλλοι με Ag^0 στο ΚΕ μετά την εμφάνιση μετατρέπονται σε μαύρους κόκκους, οι άλλοι διατηρούν την κρυσταλλική δομή.

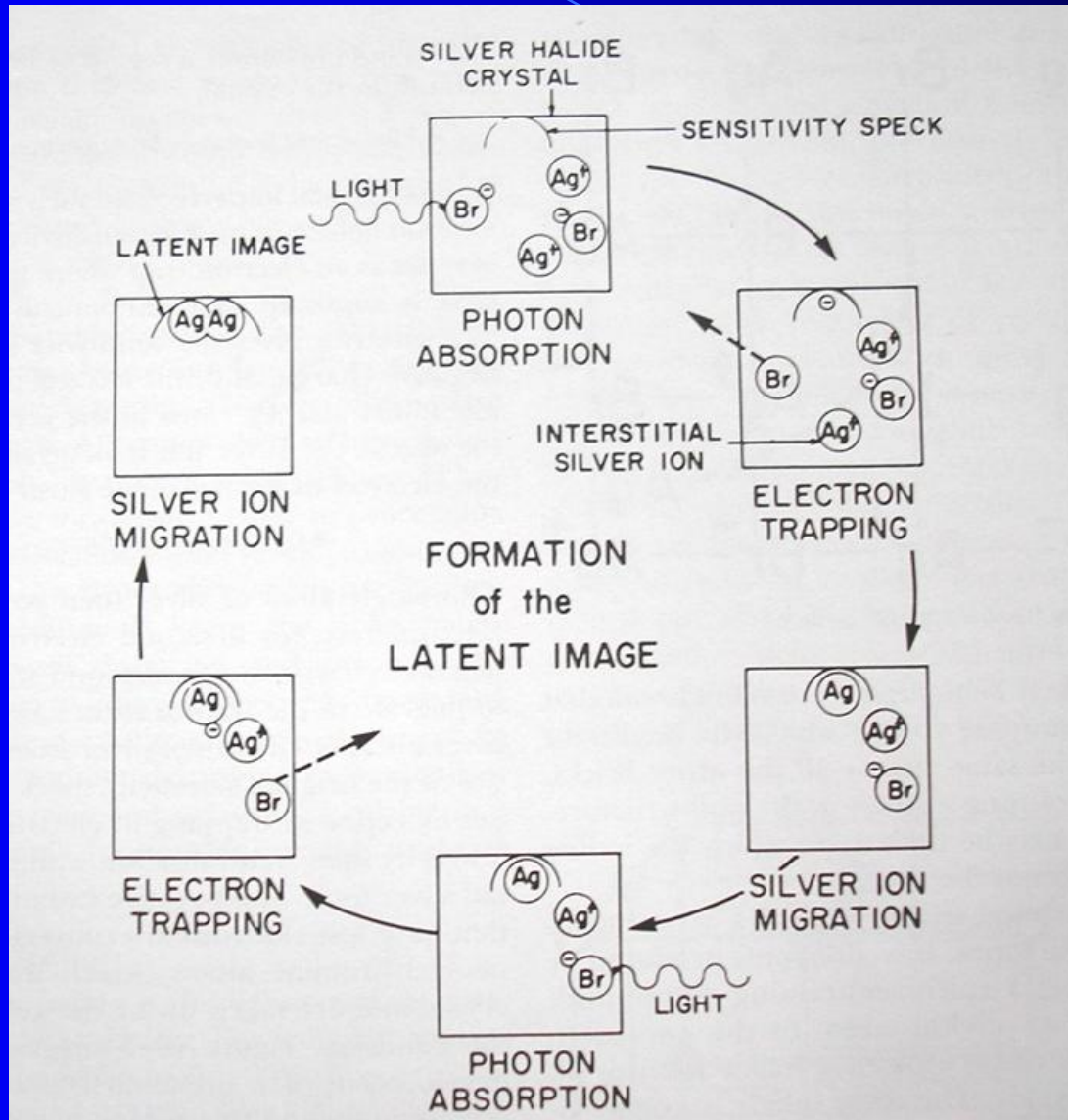
Λανθάνουσα Εικόνα

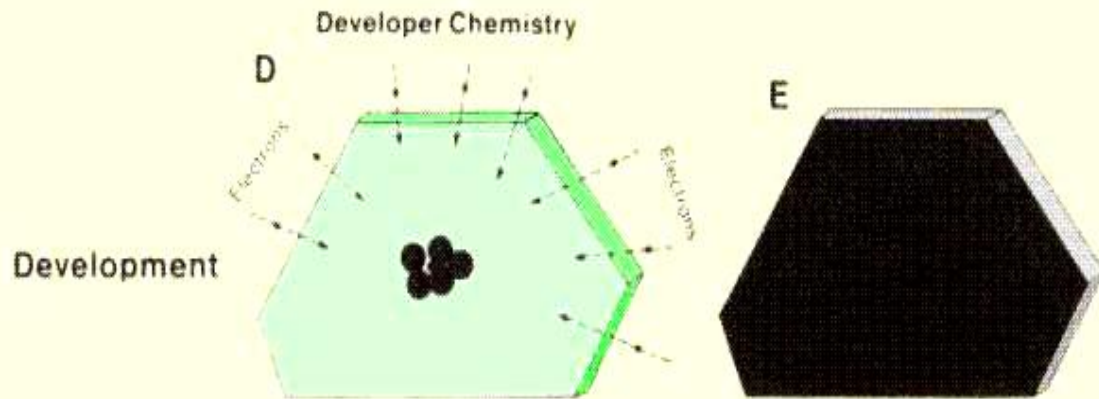
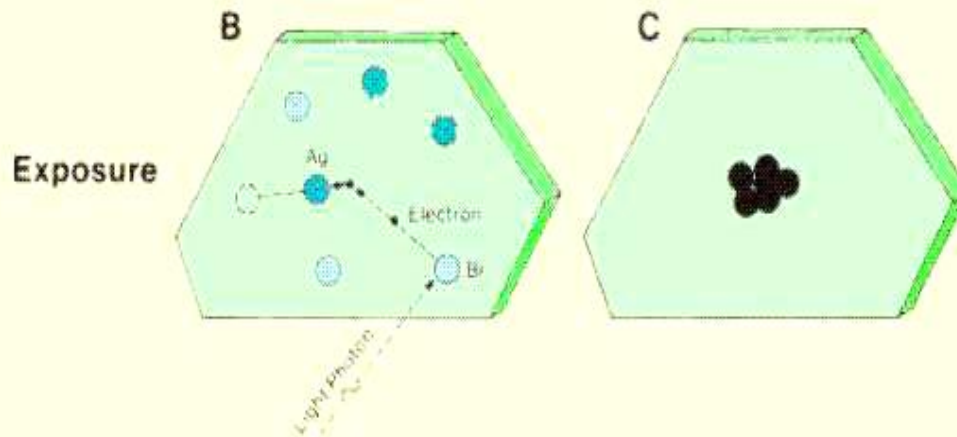
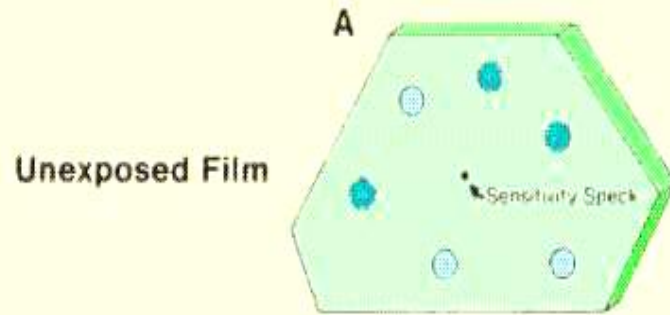
- Η μη ορατή πληροφορία που υπάρχει στους ενεργοποιημένους και μη κρυστάλλους από το φως αποτελεί την λανθάνουσα εικόνα.





Λανθάνουσα εικόνα

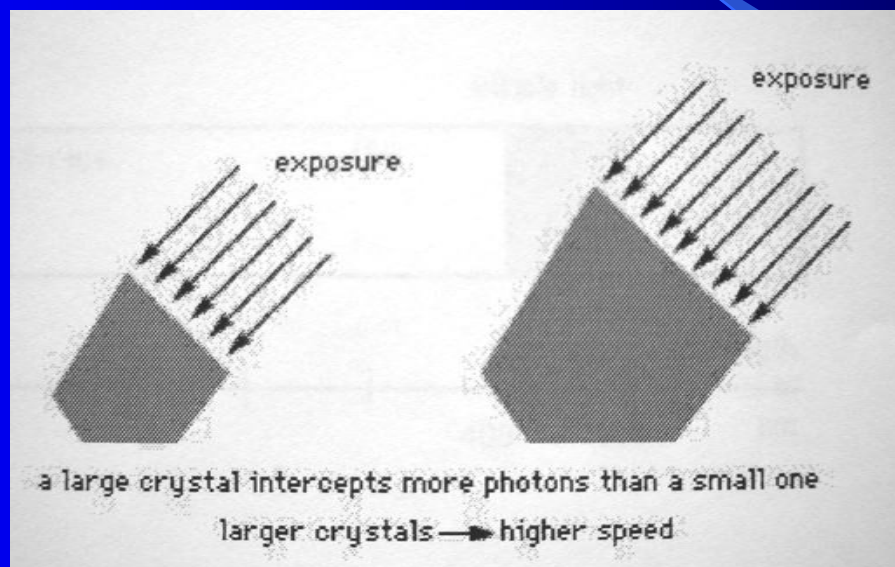




Στάδια κατασκευής ΑΦ

- Δημιουργία κρυστάλλων - μέγεθος
- Διασπορά κρυστάλλων σε ζελατίνη και νερό
- Ευαισθητοποίηση χημική και φασματική
- Σταθεροποίηση κρυστάλλων
- Τοποθέτηση στη βάση και προστατευτική κάλυψη
- Κοπή σε κατάλληλα μεγέθη
- Το φιλμ κατασκευάζεται σε απόλυτο σκοτάδι

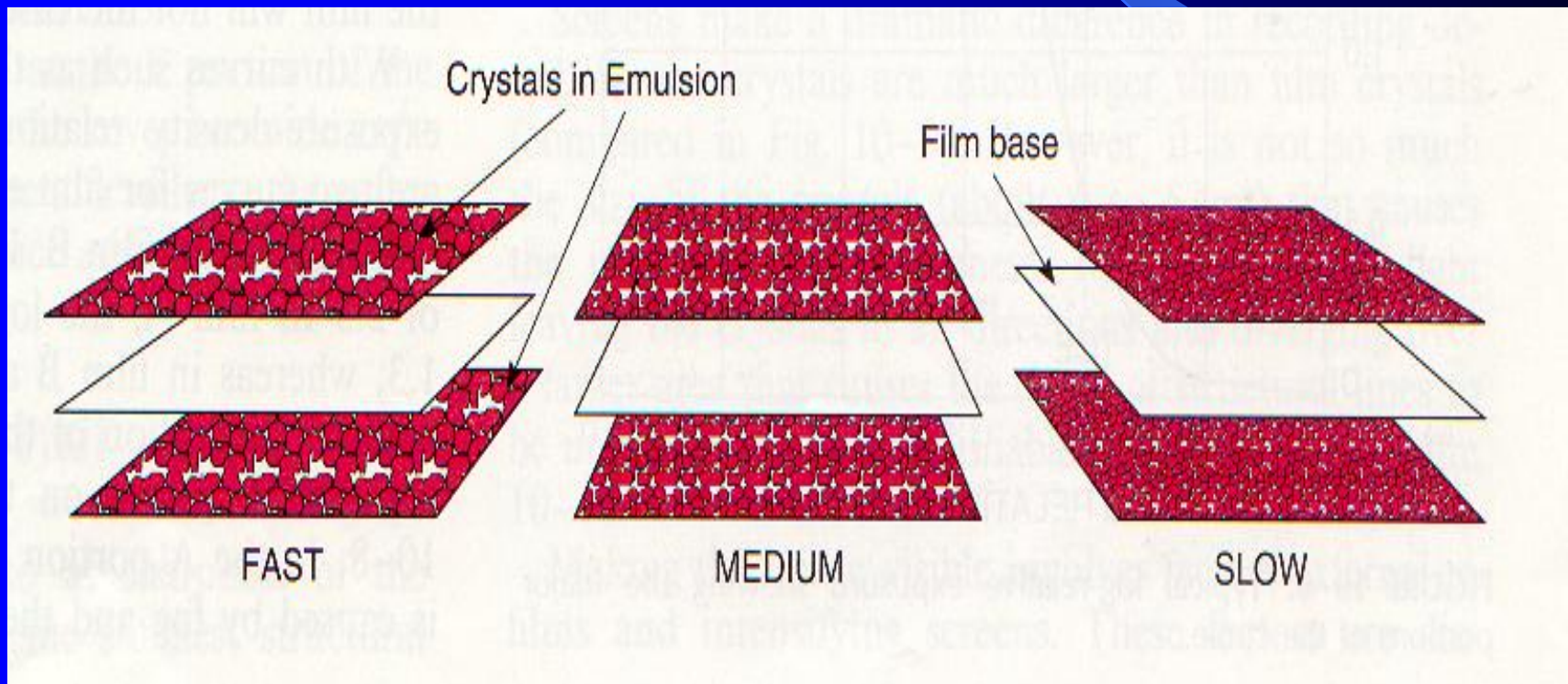
Μέγεθος κρυστάλλων



Μεγάλοι κρύσταλλοι πιο ευαίσθητοι από μικρούς

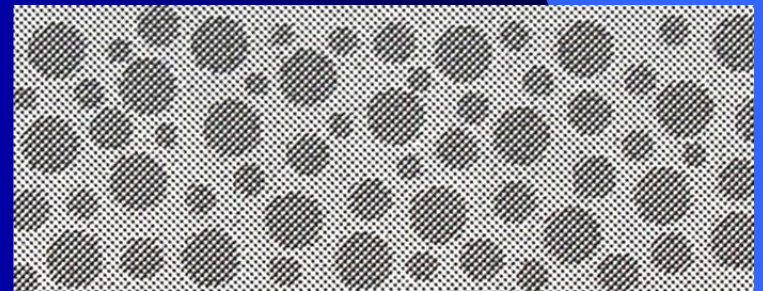
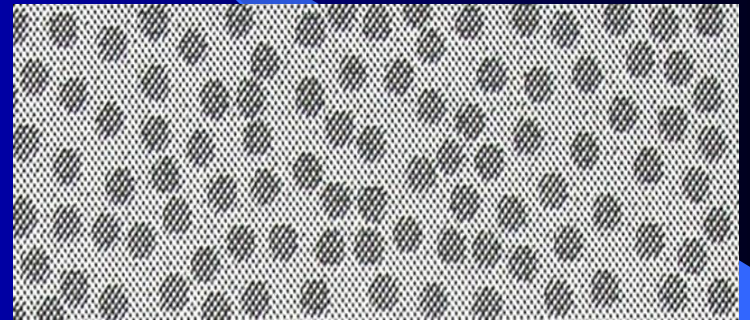
- Μεγάλοι κρύσταλλοι μεγαλύτερη επιφάνεια
- περισσότερο Ag → ↑ ΟΤΠ

Μέγεθος κρυστάλλων και ταχύτητα

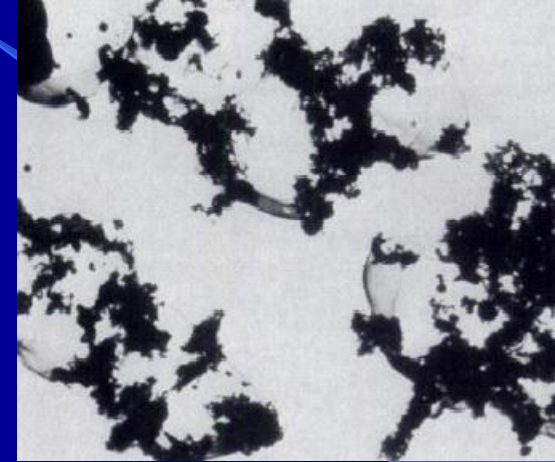
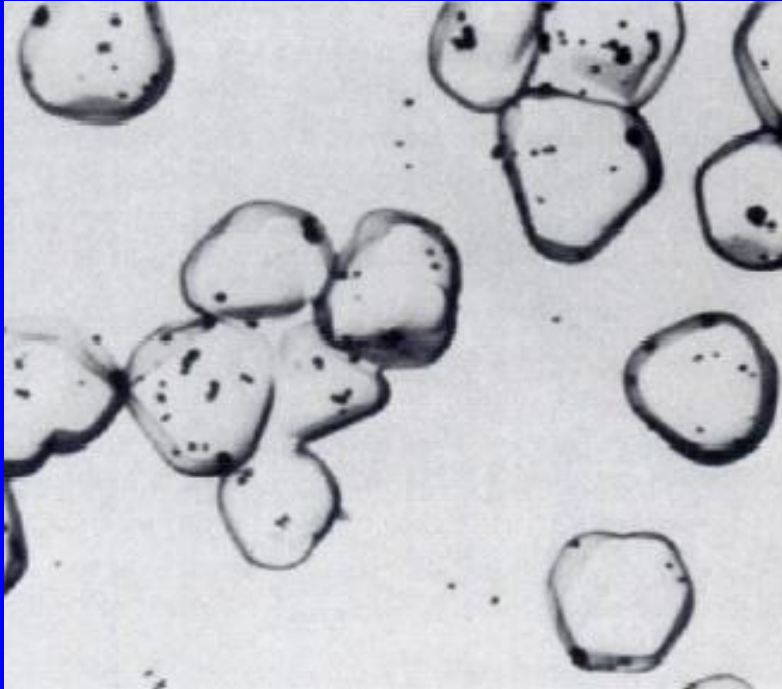


Μέγεθος - κατανομή μεγεθών κρυστάλλων

- Μικροί κρύσταλλοι
→ ↓ ευαισθησία
- Μεγάλοι κρύσταλλοι
→ ↑ ευαισθησία
- Όμοιο μέγεθος κρυστάλλων
→ ↑ σκιαγραφική αντίθεση
- Διαφορετικό μέγεθος
κρυστάλλων
→ ↓ χαμηλή σκιαγραφική
αντίθεση

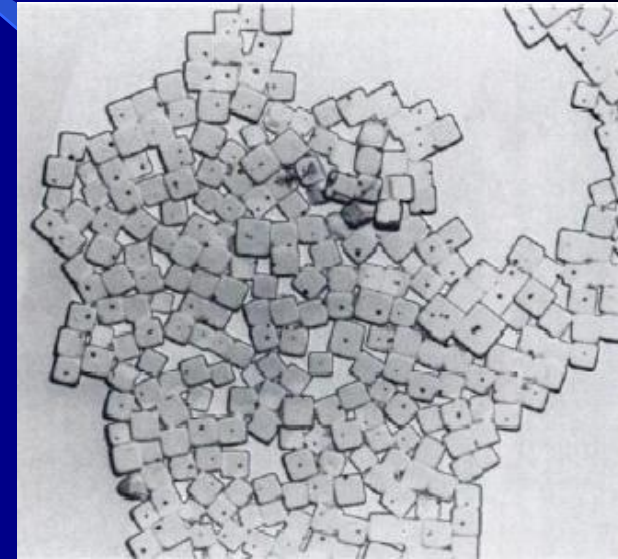
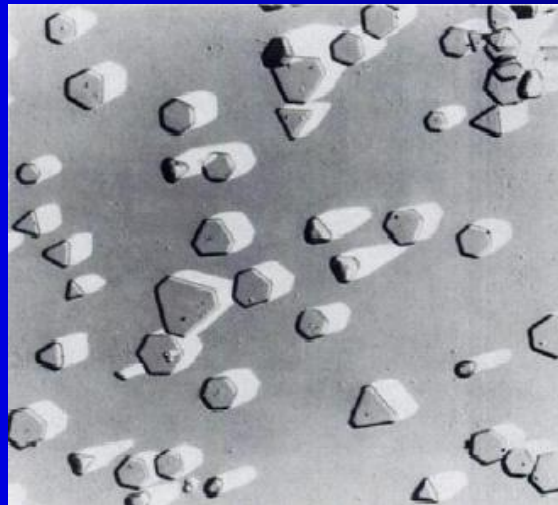


Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο



RadioGraphics 1996; 16:1467-1479

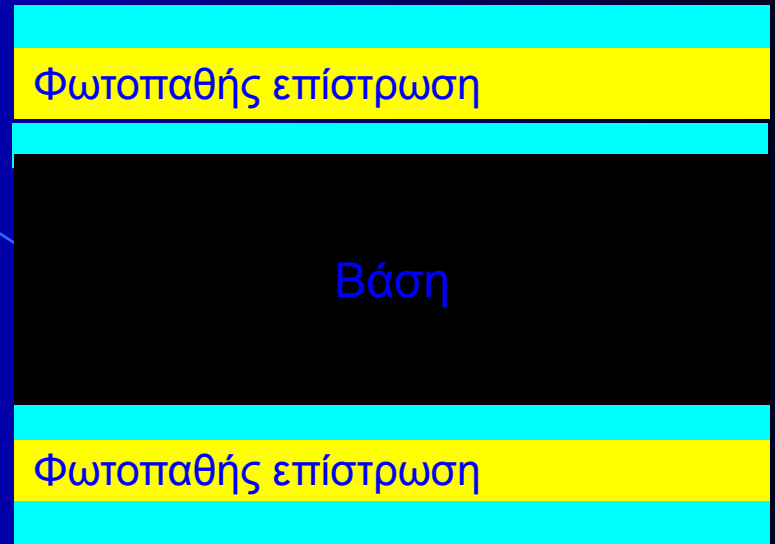
Διαφορετικοί κρύσταλλοι



RadioGraphics 1996; 16:1467-1479

Μία ή Δύο Φ. Ε. ??

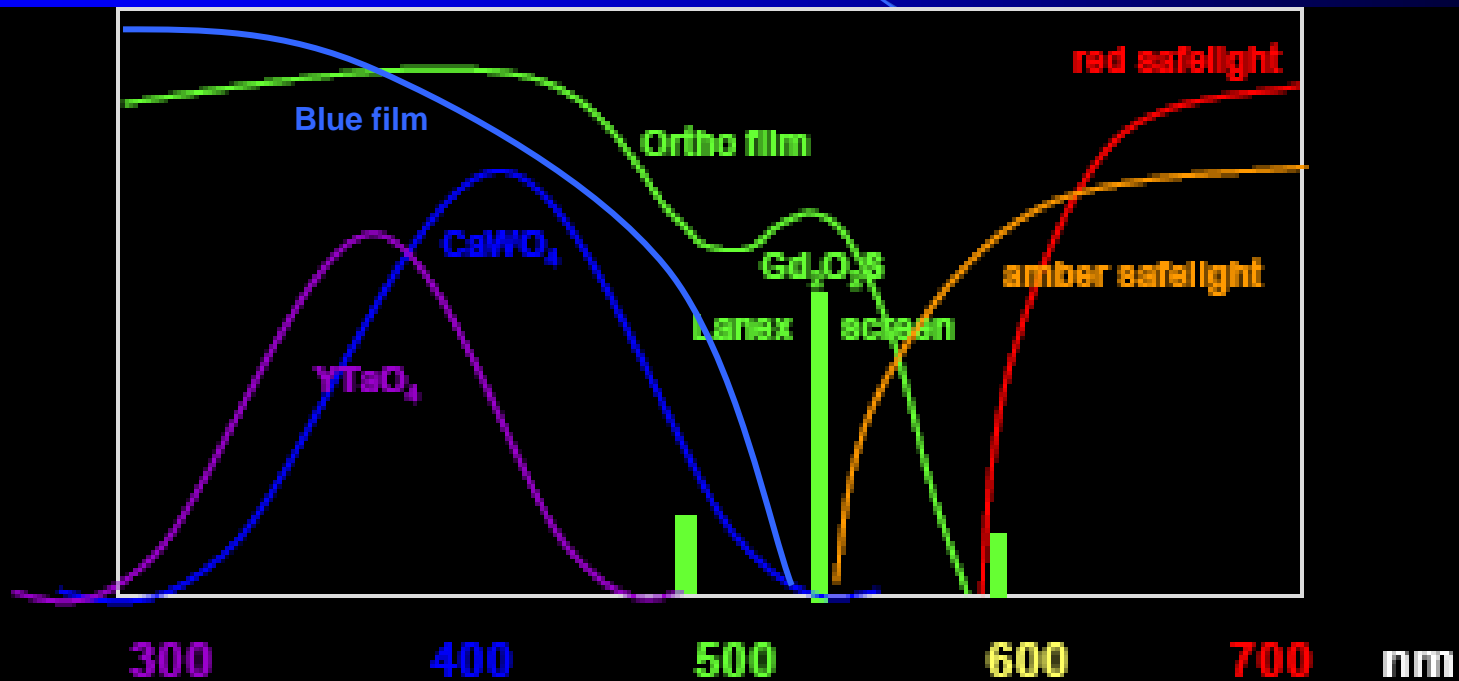
- 1 vs 2 Φ. Ε.
 - Όλος ο Ag σε μία πλευρά → μακρύς χρόνος Χ. Ε.
 - Φως μόνο στην επιφάνεια
- Δύο Φ. Ε.
 - ↑ ευαισθησία
 - ↑ Contrast (σκιαγραφική αντίθεση)
 - ↑ D_{max}



Χαρακτηριστικά του φιλμ

- **Εύρος έκθεσης:** Περιγράφει πόσο λάθος μπορεί να είναι η έκθεση και παρόλα αυτά να προκύψει διαγνωστικό φιλμ. Είναι αντίστροφο του contrast.
- **Σκιαγραφική αντίθεση (contrast):** διαφορά ΟΠ γειτονικών σημείων του φιλμ. Επηρεάζεται και από πολλές άλλες παραμέτρους.
- **Ταχύτητα:** όπως και στη φωτογραφία. Γρήγορο φιλμ → μικρότερη έκθεση → ακτινοπροστασία + λιγότερη κίνηση, όμως + περισσότερο κόκκο (θόρυβο)
- **Σαφήνεια:** μια επίστρωση, γενικά αντιστρόφως ανάλογη της ταχύτητας
- **Φασματική σύζευξη:** το φιλμ πρέπει να μπορεί να χρησιμοποιήσει αποτελεσματικά όλο το φως που εκπέμπει η ΕΠ.

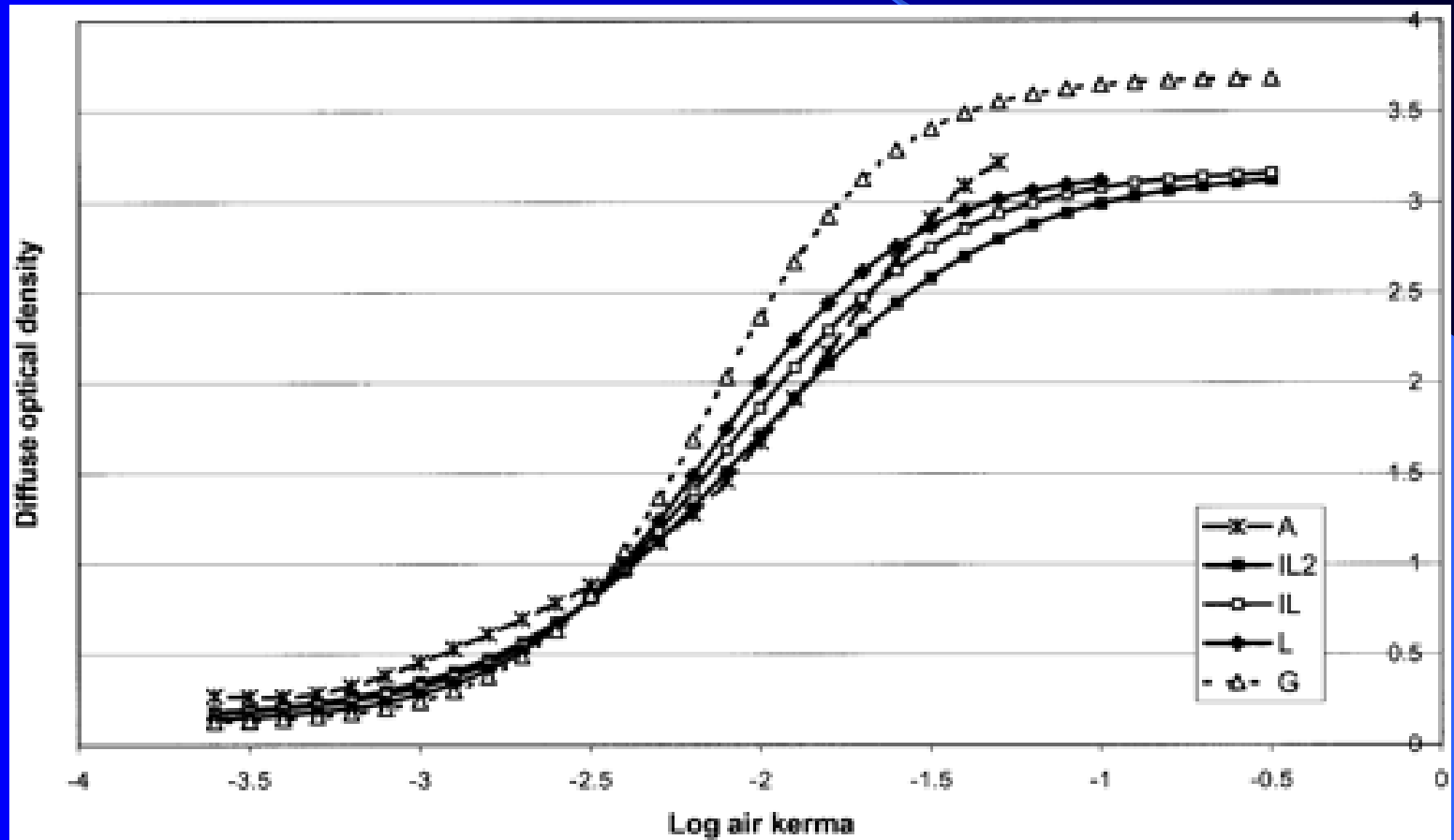
Φασματική σύζευξη



- ◆ film sensitivity must match phosphor output
 - color depends on phosphor & dopant

- ◆ calcium tungstate
- ◆ gadolinium oxysulfide
- ◆ yttrium oxysulfide
- ◆ lanthium oxybromide

Ευαισθησιομετρία - H&D curve



Είδη - Μεγέθη ακτινολογικών φιλμ

- Κλασσικά φιλμ
 - 13X18
 - 18X24
 - 24X30
 - 30X40
 - 20X40
 - 35X35
 - 35X43
- Μονής ΦΕ (μαστογραφίας, video, εκτυπωτές laser, αντιγραφής)
- Διπλής ΦΕ
 - Μπλε -συμβατικά
 - Πράσινα- Ορθοχρωματικά
- Αντιγραφής
- Οδοντιατρικό
- Βιομηχανικό
- Σινε - video
- Εκτυπώσεις Laser
- Θερμικές

Κανόνες χρήσης - Φύλαξης

- Ασφάλεια φωτός - ακτινοβολίας
- Μηχανικοί χειρισμοί, πίεση, καθαριότητα
- Αποθήκευση
- Χρόνος λήξεως
- Το εκτεθειμένο μη εμφανισμένο φιλμ πιο ευαίσθητο από το ανέκθετο

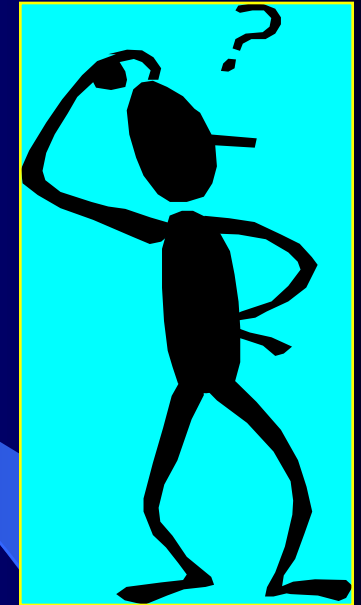


Photo Courtesy of AGFA-Gevaert Group

Φιλμ Artifacts

- Ψευδείς εικόνες: περιοχές μη αναμενόμενης ΟΤΠ
- Οπτική πυκνότητα που δεν είναι ανατομία
- Δυσκολεύουν τη διάγνωση

Kyle Thornton



Φιλμ Artifacts

Δημιουργούνται:

- Κατά την έκθεση
- Κατά τη χημική επεξεργασία (ΧΕ)
- Κατά τη μεταχείριση και αποθήκευση

- Είναι εμφανέστερα στα φιλμ μονής επίστρωσης και σε φιλμ CR
- Διακρίνονται σε χαμηλότερης και υψηλότερης πυκνότητας από την περιβάλλουσα

Φιλμ Artifacts - Έκθεση

- Σφάλμα σύζευξης ΕΠ-φιλμ
- Κακή επαφή ΕΠ-Φιλμ
- Λάθος χρήση / τοποθέτηση του Αντιδιαχυτικού Διαφράγματος
- Διπλή έκθεση
- Κίνηση ασθενούς
- Λάθος τοποθέτηση ασθενούς
- Κακή προετοιμασία ασθενούς
 - Ρούχα, κοσμήματα, γυαλιά, ζώνες κλπ

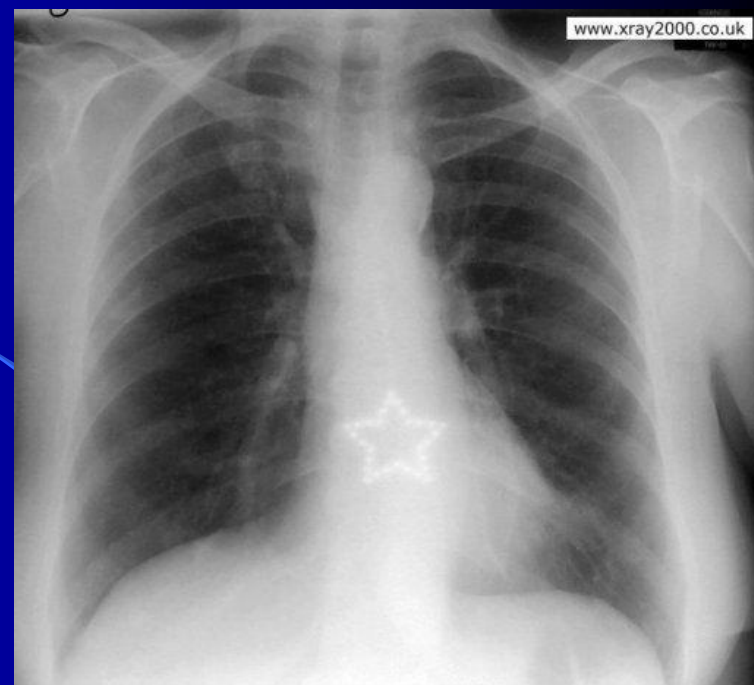
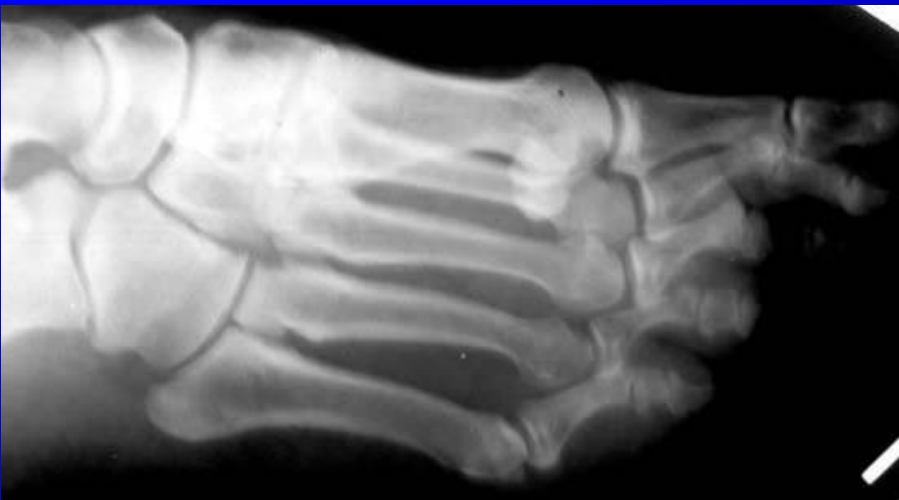


Φιλμ Artifacts - Έκθεση

- Κακή επαφή ΕΠ-φιλμ



Φιλμ Artifacts - Έκθεση

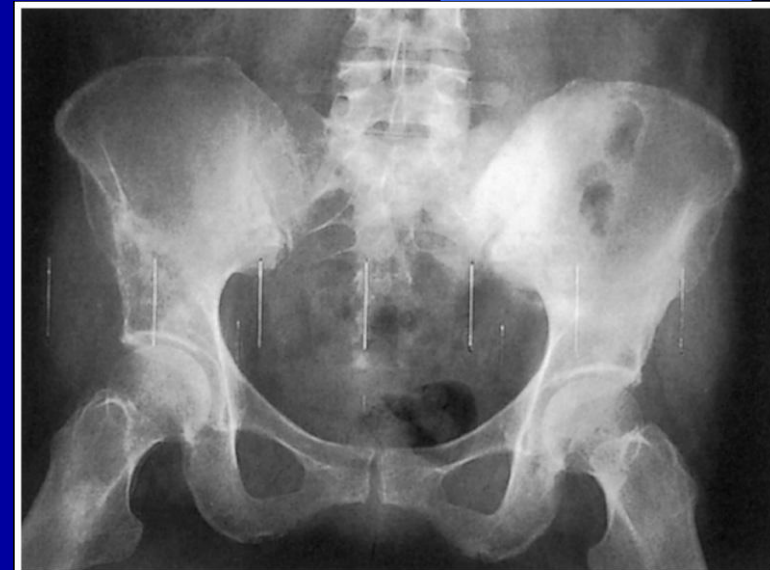
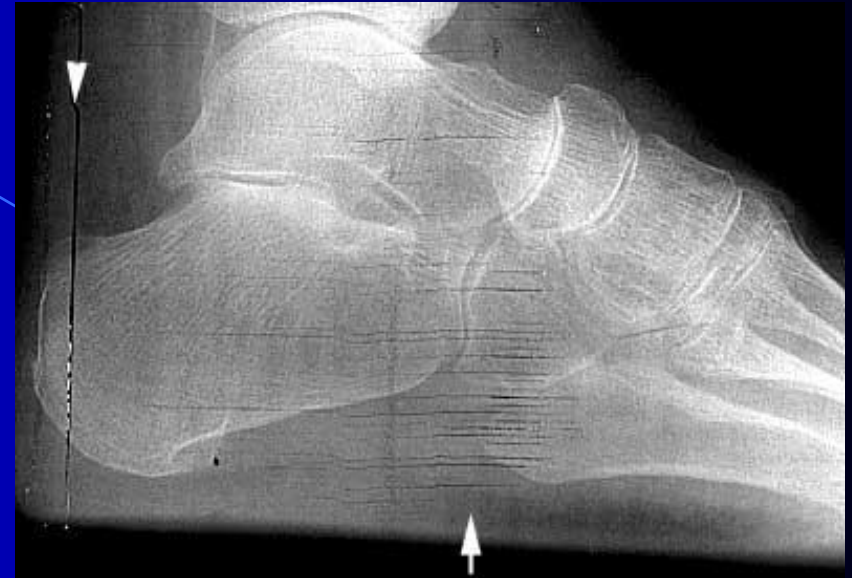


Φιλμ Artifacts - ΧΕ

- Ακάθαρτοι κύλινδροι
 - Αφήνουν σημάδια στο φιλμ
 - Περιοχές αυξημένης ή χαμηλής πυκνότητας
 - Λάσπη που δεν ξεπλένεται και στεγνώνει στο φιλμ
- Χημική ομίχλωση
 - Ακατάλληλη ή ανεπαρκής ΧΕ
 - Αφήνει ομοιόμορφη ασαφή γκρίζα απόχρωση στο φιλμ
 - Διχρωμία
 - dichroic stain

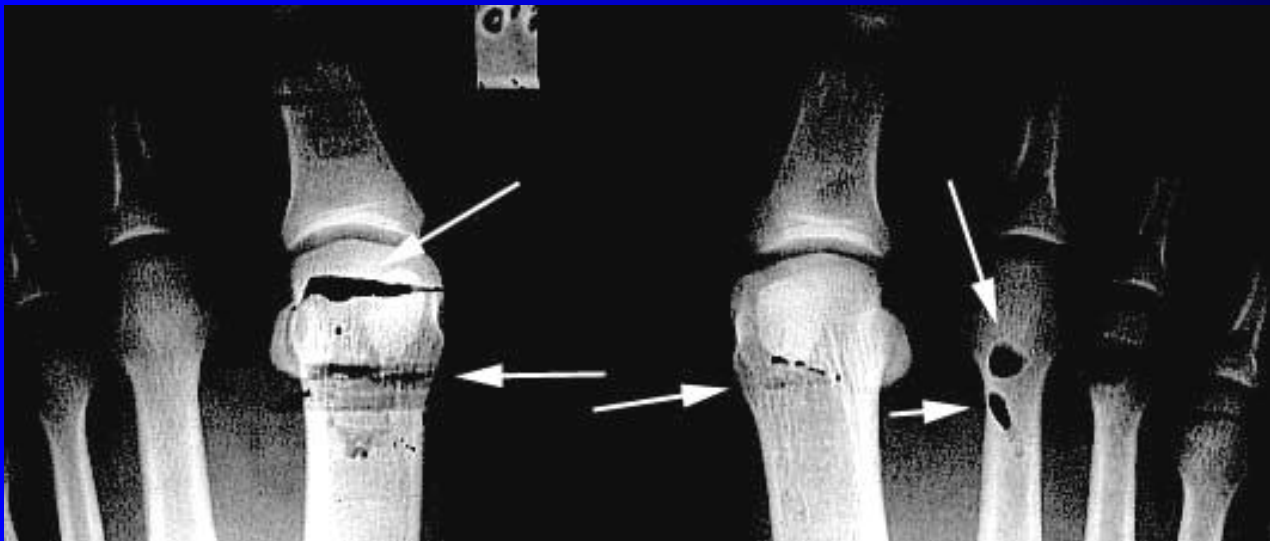
Φιλμ Artifacts - ΧΕ

- Οδηγοί του εμφανιστηρίου σκεβρωμένοι ή σε λάθος θέση
 - Οι αιχμές πιέζουν το φιλμ και προκαλούν σημάδια
- Γραμμές - Π
 - Λερωμένοι κύλινδροι
 - 7.5 εκ. Απόσταση
- Σημάδια από πίεση
 - Ανώμαλοι ή λερωμένοι κύλινδροι
 - Παράγουν μικρά κυκλικά σχήματα



Φιλμ Artifacts - ΧΕ

- Σημάδια από εμφάνιση
- Σημάδια από νερό



Φιλμ Artifacts - Μεταχείριση / Αποθήκευση

- α. Ομίχλωση από φως
- β. Ομίχλωση από ακτινοβολία
 - Άσπρες ραβδώσεις
 - Φως ασφαλείας πολύ κοντά ή λάθος έντασης
 - Κασέτα που έμεινε στο θάλαμο κατά την έκθεση ασθενούς
- Στατικός ηλεκτρισμός
- Τσάκισμα
- Εκδορές
- Λερωμένες κασέτες



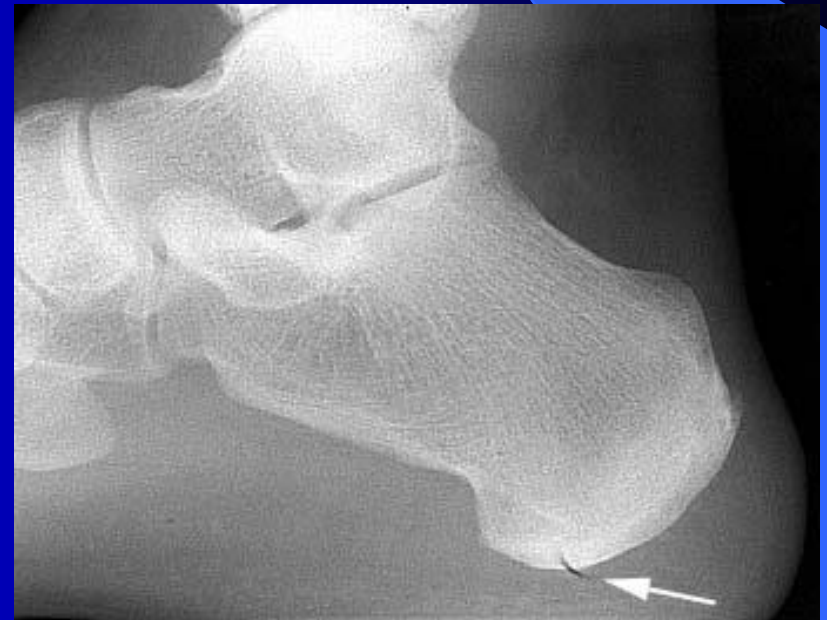
Φιλμ Artifacts - Μεταχείριση / Αποθήκευση

- Λερωμένη πινακίδα
- Γδάρσιμο της ΦΕ



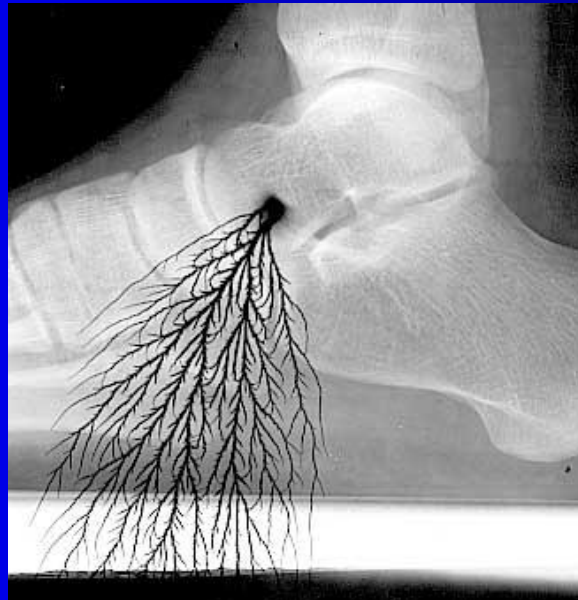
Φιλμ Artifacts - Μεταχείριση / Αποθήκευση

- Τσάκισμα
 - Φαίνεται σαν αποτύπωμα νυχιού



Φιλμ Artifacts - Μεταχείριση / Αποθήκευση - Στατικός ηλεκτρισμός

- Από συσσώρευση ηλεκτρονίων στη φωτοπαθή επίστρωση
- Τρεις τύποι:
 - Κορώνα
 - Δένδρο
 - κηλίδα



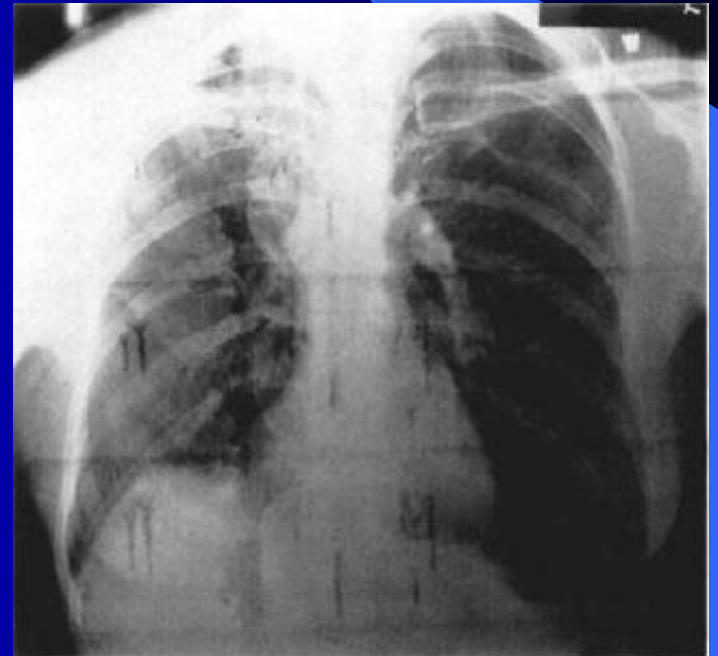
Φιλμ Artifacts - ΧΕ

Κατακράτηση υγρο

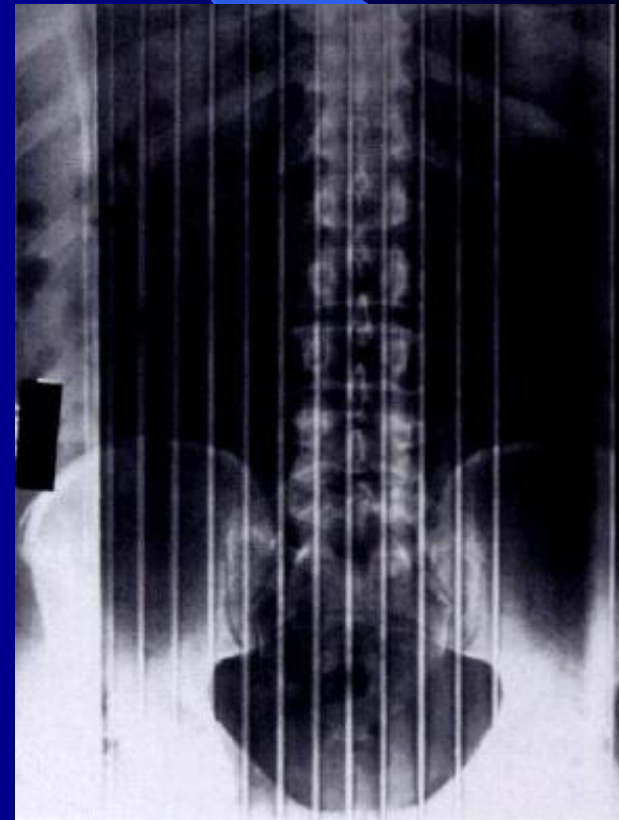
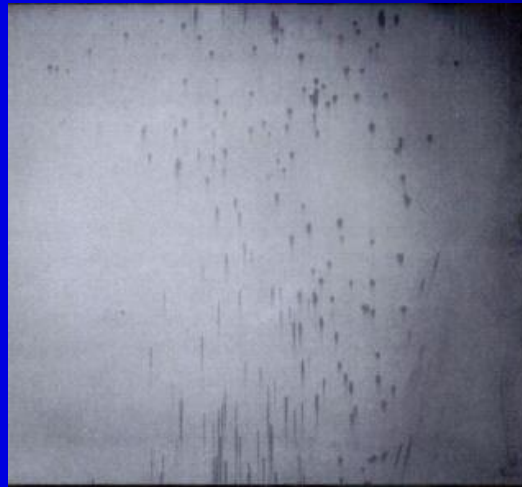
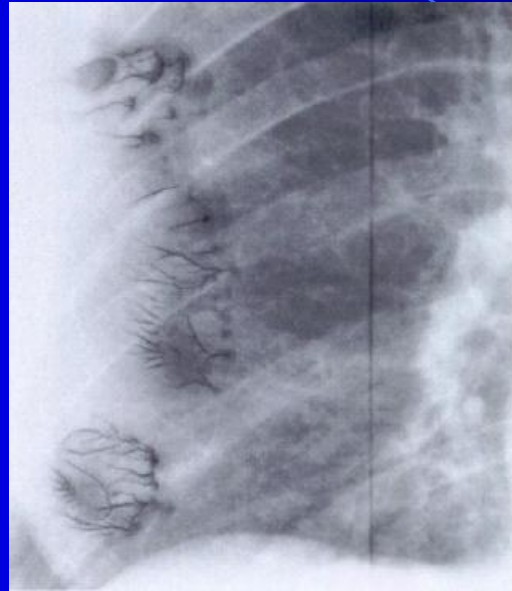
- Κιτρινωπή απόχρωση που εμφανίζεται στην τελική εικόνα με την πάροδο του χρόνου
- Οφείλεται σε ανεπαρκές πλύσιμο
- Παραμονή thiosulfate από τη στερέωση



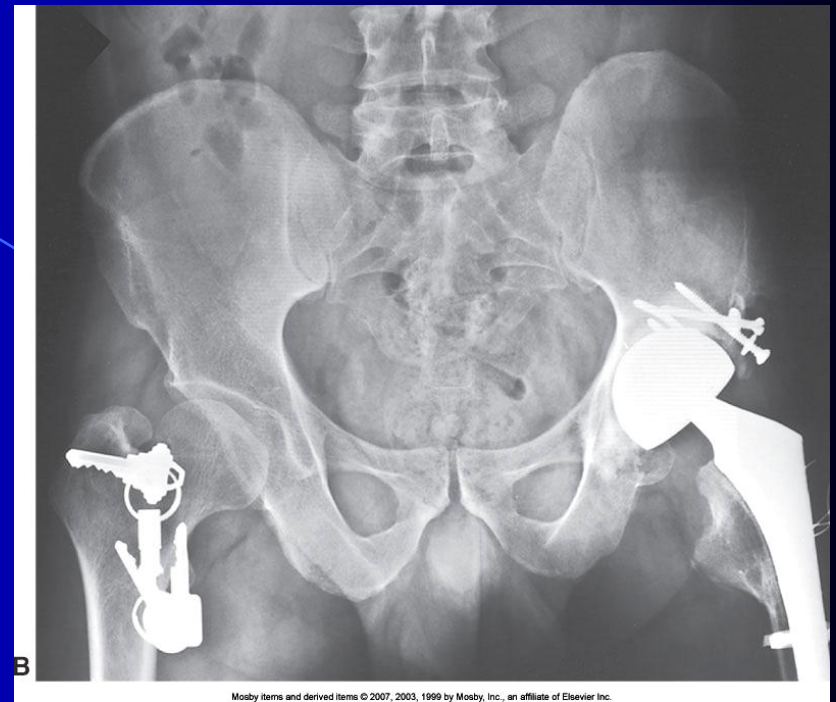
Φιλμ Artifacts



Φιλμ Artifacts



Φιλμ Artifacts



Mosby items and derived items © 2007, 2003, 1999 by Mosby, Inc., an affiliate of Elsevier Inc.



Copyright © 2006 Elsevier, Inc. All rights reserved.

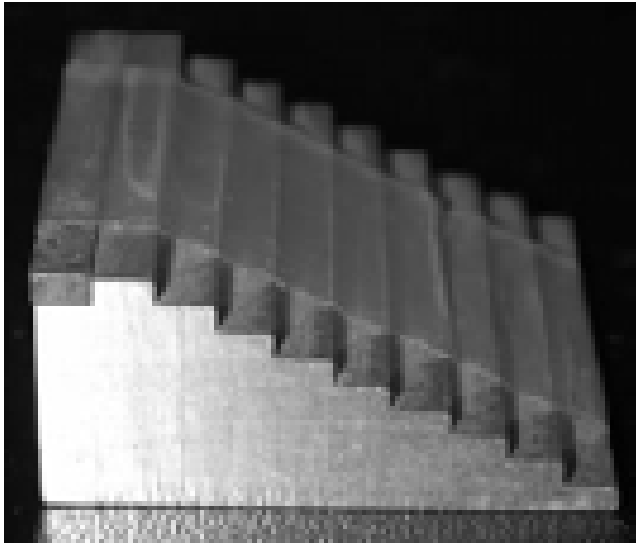
- Όλα τα φιλμ πρέπει να φέρουν απαραίτητες πληροφορίες που δείχνουν
 - Το όνομα του νοσοκομείου ή κέντρου
 - Την ημερομηνία
 - Τα στοιχεία του ασθενούς (ονοματεπώνυμο αριθμός)
- Διάφορες μέθοδοι καταγραφής του ονόματος
 - Με μεταλλικούς δείκτες, με μαρκαδόρο
 - Κόψιμο της ΕΠ
 - Ταινία μονωτική
 - Σύστημα απευθείας έκθεσης του φιλμ
- Επιπλέον αναγκαίες πληροφορίες
 - Δεξί / αριστερό
 - Είδος προβολής
 - Ώρα από το αρχικό φιλμ μιας εξέτασης στο επόμενο
 - Προ- και μετεγχειρητικές εικόνες

Ευχαριστώ

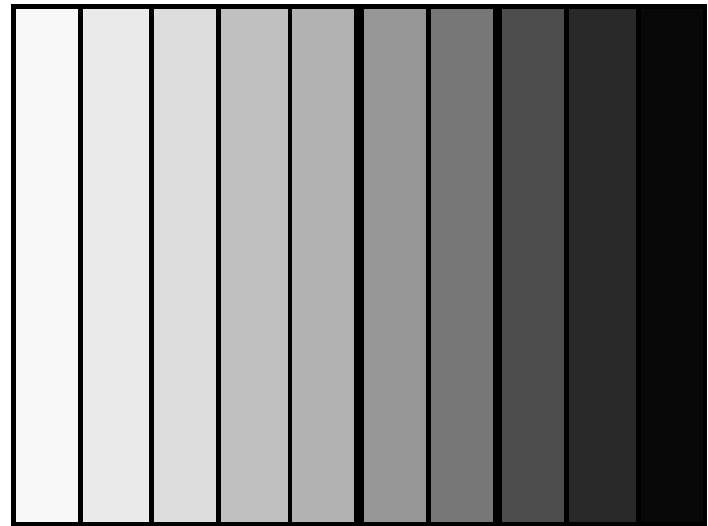


Sunflower

Σφηνοειδής κλίμακα



Step Wedge



Step Wedge Pattern



Radiographics. 2003;23:1149-1154.

Meadow Flowers