

Ενισχυτικές πινακίδες, Ε.Π. Intensifying screens

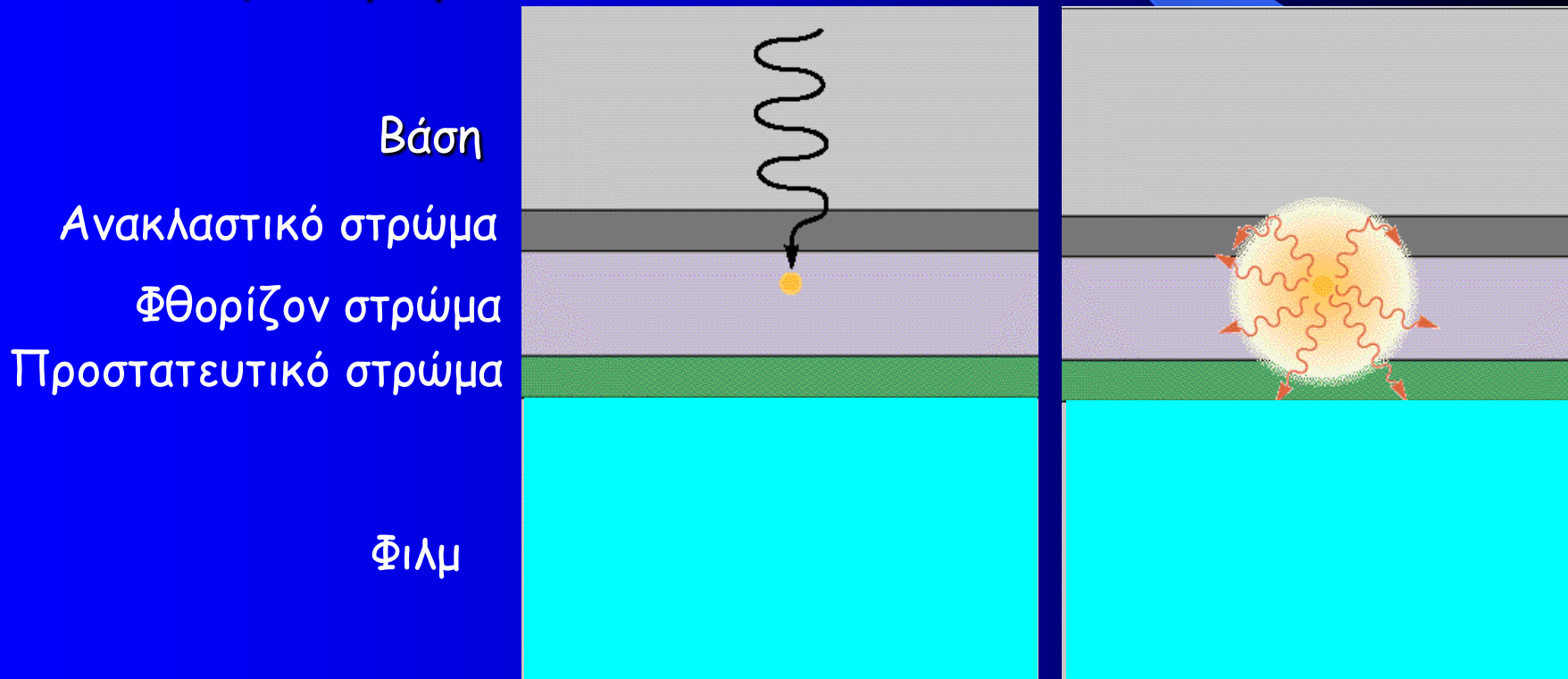
ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑ Ι-4

Ενισχυτικές πινακίδες, Ε.Π.

- Η δημιουργία της ακτινολογικής εικόνας είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης των φωτονίων που φθάνουν στο φιλμ με τους κρυστάλλους της φωτοπαθούς επίστρωσης του φιλμ.
- Επειδή η ακτινοβολία-Χ είναι πολύ διεισδυτική μόνο το 1% από αυτήν αλληλεπιδρά με τη φωτοπαθή επίστρωση του ακτινολογικού φιλμ. Οι υπόλοιπες το διαπερνούν χωρίς να αλληλεπιδράσουν.
- Θυμηθείτε το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, ως τρόπο αύξησης της αποδοτικότητας της αλληλεπίδρασης φωτονίων και ακτινολογικού φιλμ.

Τι κάνει η Ε.Π.

- Μετατρέπει την ενέργεια των φωτονίων-Χ σε ενέργεια ορατών φωτονίων (> μήκος κύματος) στα οποία είναι πολύ ευαίσθητο το ακτινολογικό φιλμ.

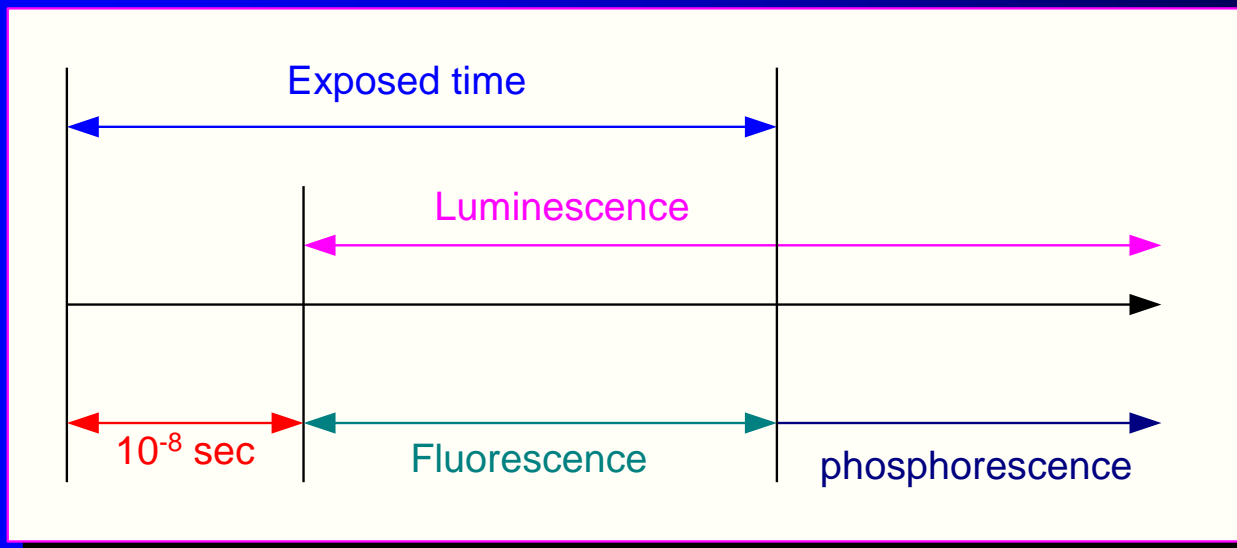


ΟΙ Ε.Π. ΕΊΝΑΙ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΈΣ ΤΗΣ ΕΝΈΡΓΕΙΑΣ ΦΩΤΟΝΊΩΝ-Χ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΦΩΤΟΝΊΩΝ ΟΡΑΤΟΎ ΦΩΤΌΣ

- Καθώς τα φωτόνια-Χ περνούν από το φθορίζον στρώμα της Ε.Π. απορροφώνται από τους κρυστάλλους οι οποίοι διεγείρονται και φθορίζουν εκπέμποντας υπεριώδες ή ορατό φως.
- Για κάθε φωτόνιο-Χ που απορροφάται από τους κρυστάλλους εκατοντάδες ορατών φωτονίων παράγονται από την Ε.Π.
- Πρόκειται για μετατροπή ενέργειας από ένα μήκος κύματος (-Χ) στο οποίο δεν είναι ευαίσθητο το φιλμ, σε άλλο (ορατό φως) στο οποίο το φιλμ είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο.
- Έτσι έχουμε σαν αποτέλεσμα σημαντική αύξηση του ποσοστού της ενέργειας που χρησιμοποιείται από το φιλμ για την παραγωγή της ακτινολογικής εικόνας
- Με όφελος τη σημαντική μείωση της δόσης ακτινοβολίας που δέχεται ο ασθενής.

Φθορισμός - Φωσφορισμός

- Φωταύγεια ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο παράγεται φως από μια ουσία που ακτινοβολείται
- Φθορισμός είναι η παραγωγή φωτός μόνο κατά τη διάρκεια της ακτινοβολίας.
- Φωσφορισμός η παραγωγή φωτός συνεχίζεται για κάποιο χρονικό διάστημα και μετά τη διακοπή της ακτινοβολίας.



↓ Προσπίπτουσα δέσμη ↓

Βάση (240 μm)

Συνδετικό στρώμα (25 μm)

Φθορίζον στρώμα (100 to 400 μm)

Προστατευτικό στρώμα (20 μm)

(Light-sensitive film)

Ε.Π.

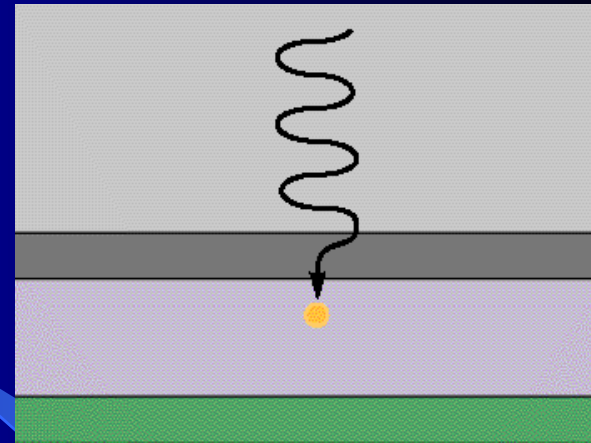
Δομή της Ε.Π.

Βάση

Συνδετικό στρώμα

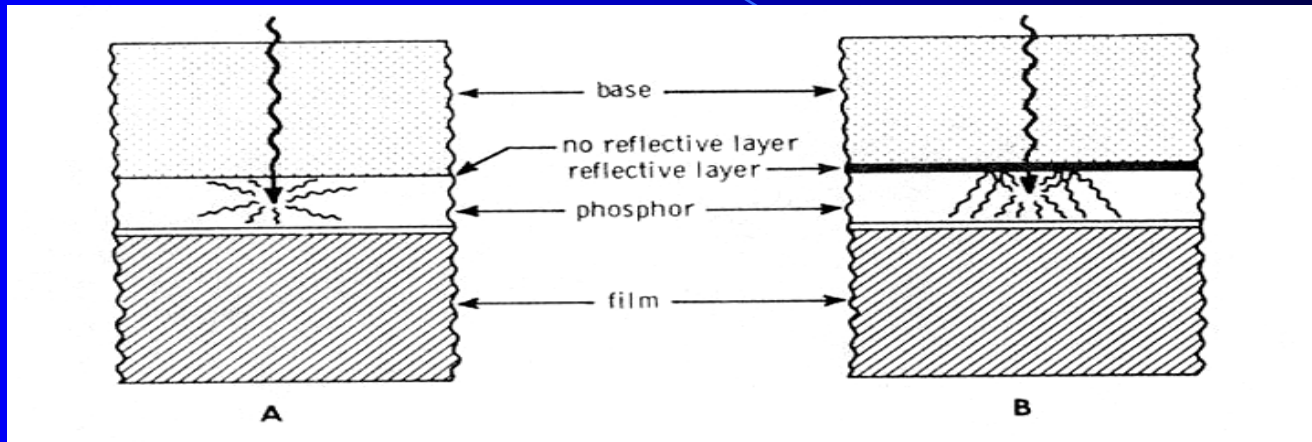
Φθορίζον στρώμα

Προστατευτικό στρώμα



- Βάση: από χαρτί, χαρτόνι ή καθαρό πλαστικό, αποτελεί ισχυρό, ομαλό αλλά εύκαμπτο στήριγμα για το φθορίζον στρώμα
 - Ιδιότητες: χημικά αδρανής, ομοιόμορφα ακτινοδιαφανής, ανθεκτική στην υγρασία, σταθερή στο χρόνο και την ακτινοβολία
- Συνδετικό στρώμα: το στρώμα σύνδεσης της βάσης με το φθορίζον στρώμα
- Φθορίζον στρώμα
- Προστατευτικό στρώμα: προστατεύει από εκδορές, λεπτό

Δομή της Ε.Π. - Συνδετικό στρώμα

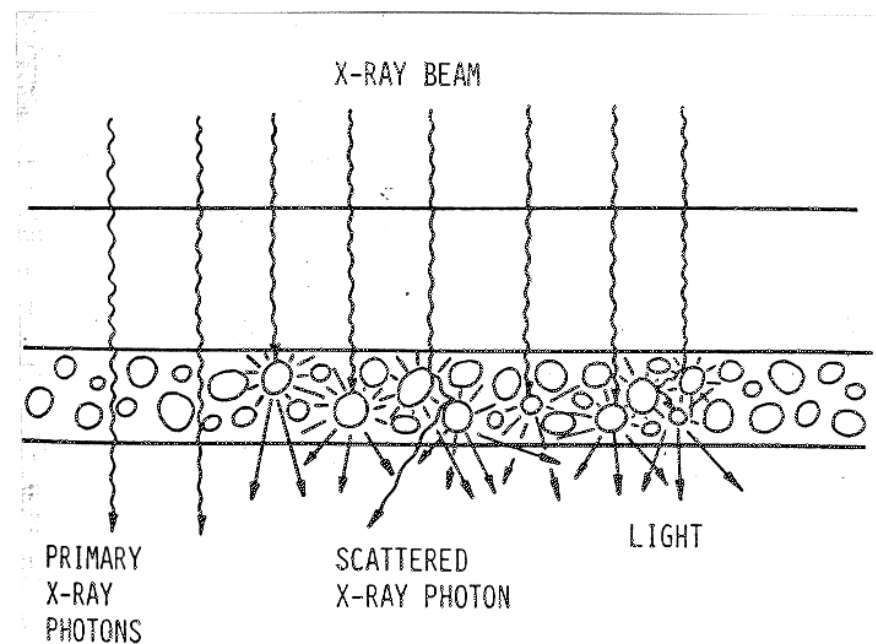
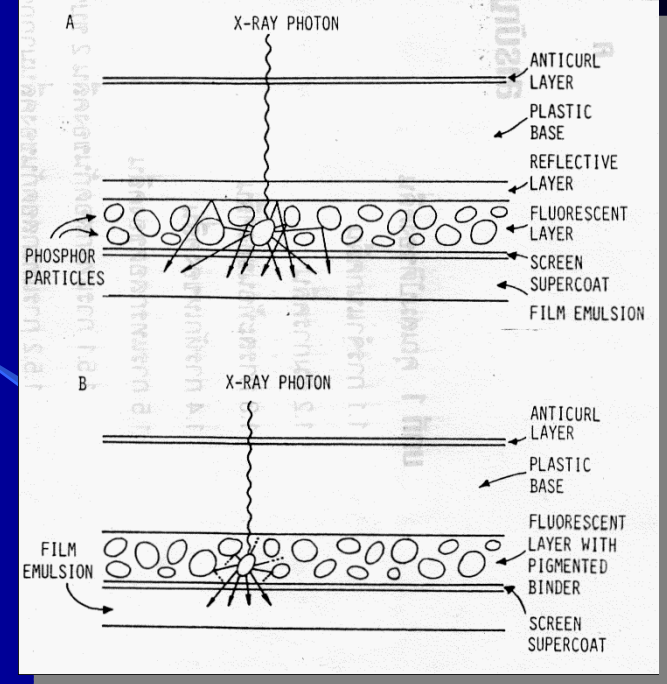


- Συνδετικό στρώμα: το στρώμα σύνδεσης της βάσης με το φθορίζον στρώμα.
- Μπορεί να περιέχει:
 - Ανακλαστική ουσία (οξείδιο τιτανίου): μεγιστοποιεί την επίδραση της Ε.Π.
 - Απορροφητικό στρώμα (χρωστική): βελτιώνει την σαφήνεια

Φθορίζον στρώμα Το ενεργό στρώμα των Ε.Π.

Περιέχει:

- Φθορίζοντες κρυστάλλους
- Σε διαφανές υλικό (πολυουρεθάνη ιδεώδης μόνωση, κρύσταλλοι υγροσκοπικοί)
- Κόκκους άνθρακος ή χρωστική (απορρόφηση των πλαγίων φωτονίων)



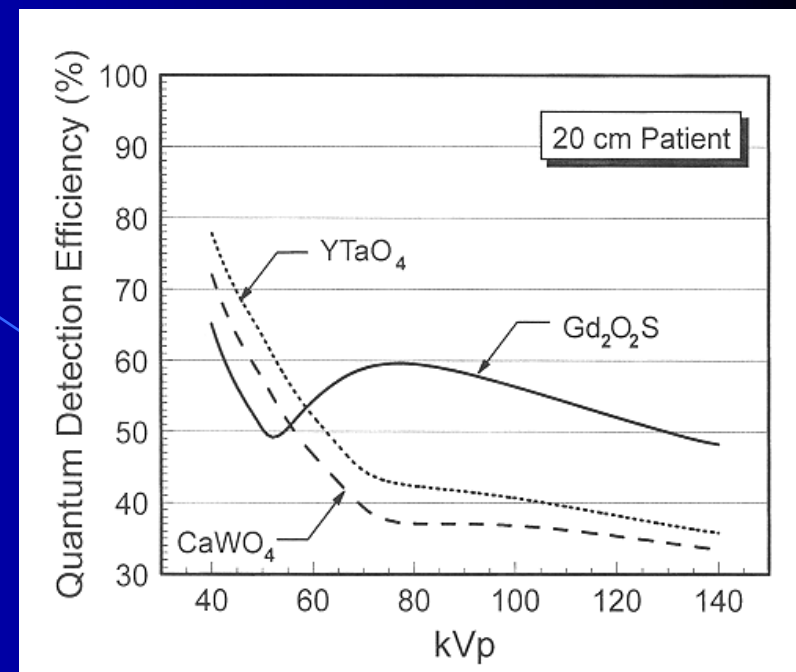
Φθορίζον στρώμα Το ενεργό των Ε.Π.

Φθορίζουσες ουσίες στις Ε.Π.

- Βολφραμικό ασβέστιο (CaWO_4 , Calcium tungstate) έως το 1972,
→ μπλε φως
- Σπάνιες γαίες (LaOBr:Tm) ($\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S:Tb}$)
Rare earths από το 1970
→ πιο ευαίσθητες και αποδοτικές από το (CaWO_4)
→ πράσινο ή μπλε φως

Επιλέγονται γιατί χαρακτηρίζονται από:

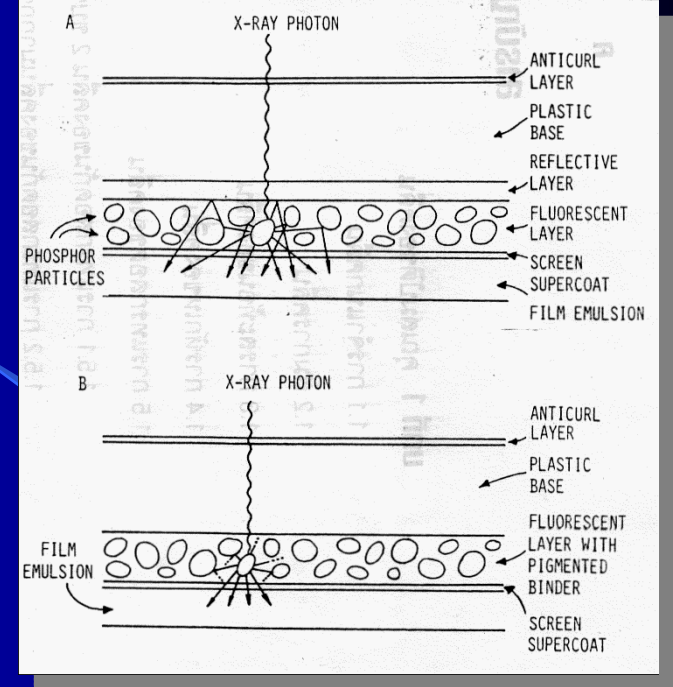
- Υψηλή απορρόφηση φωτονίων-Χ
- Υψηλή μετατροπή σε ορατά φωτόνια
- Φθορισμός, όχι φωσφορισμός



Φθορίζον στρώμα Το ενεργό στρώμα των Ε.Π.

Περιέχει:

- Λανθάνιο, Γαδολίνιο, Τέρβιο, Θούλιο, και ύτριο..
- Σε μορφή Βρωμιούχων και Θειούχων αλάτων των γαιών.



Εσωτερική απόδοση κρυστάλλων

- Απορροφητική ικανότητα: Ποσοστό φωτονίων-Χ που απορροφώνται από τον κρύσταλλο (QDE)
- Μετατροπική ικανότητα: Ποσότητα ορατών φωτονίων για κάθε φωτόνιο -Χ
 - CaWO_4 : 3-5%
 - Σπάνιες γαίες: 15-20%

Απορροφητική ικανότητα (%)	40kVp	60kVp	80kVp
CaWO_4	33	13	27
$(\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb})$	37	51	28

light energy emitted

x-ray energy absorbed



↓ μετατροπική ↑
ικανότητα

- Άλλο οι φθορίζοντες κρύσταλλοι !!!
 - Ο τύπος του κρυστάλλου έχει σχέση μόνο με τη σαφήνεια

- Άλλο ή Ε.Π. !!!
 - Ταχύτητα (δυσ ΕΠ ίδιας ταχύτητας προκαλούν την ίδια ΟΠ για ίδια δόση ακτινοβολίας όποια και αν είναι τα κατασκευαστικά τους χαρακτηριστικά)
 - Σαφήνεια (εξαρτάται και από την ταχύτητα και από τον τύπο του κρυστάλλου)

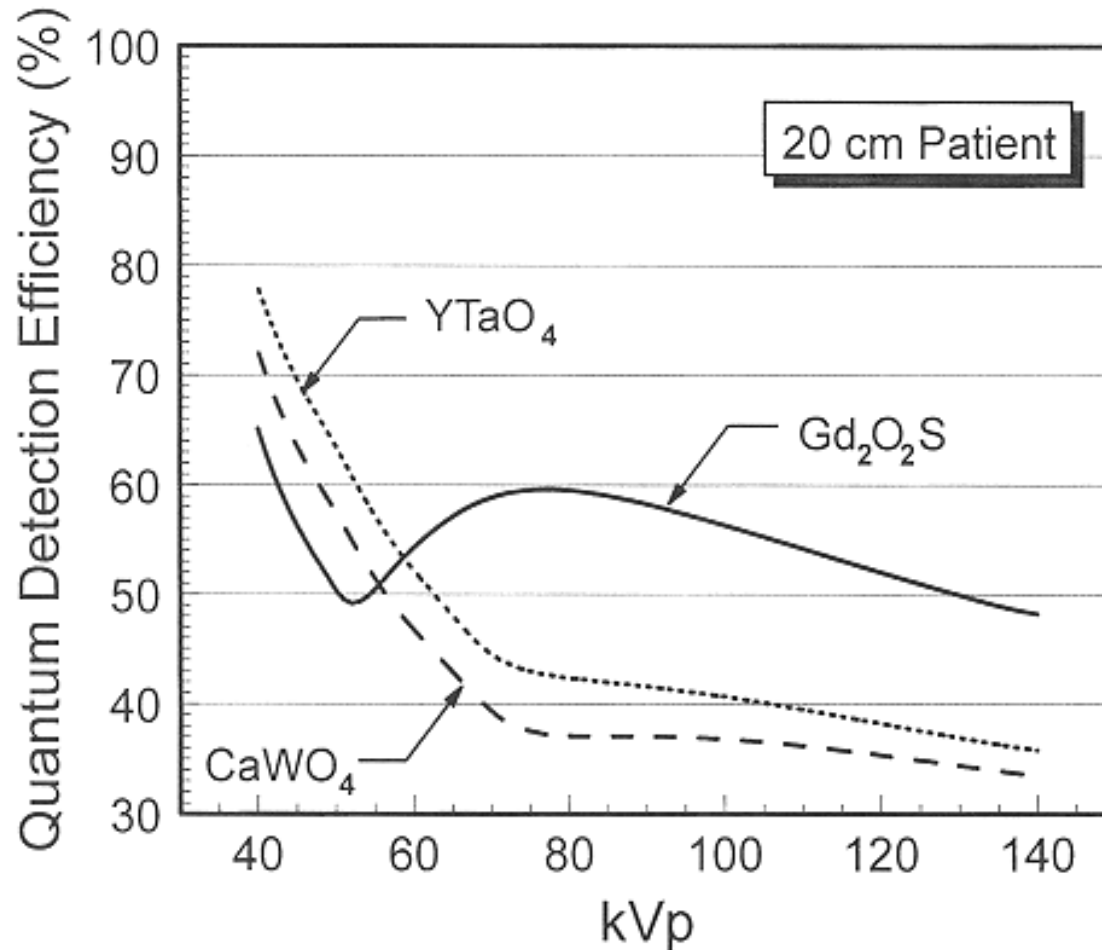
Ταχύτητα / Ευαισθησία των Ε.Π.

- Μέτρο της έκθεσης (mAs) που χρειάζεται για να επιτευχθεί μια τιμή Ο.Π. με τη χρήση Ε.Π.

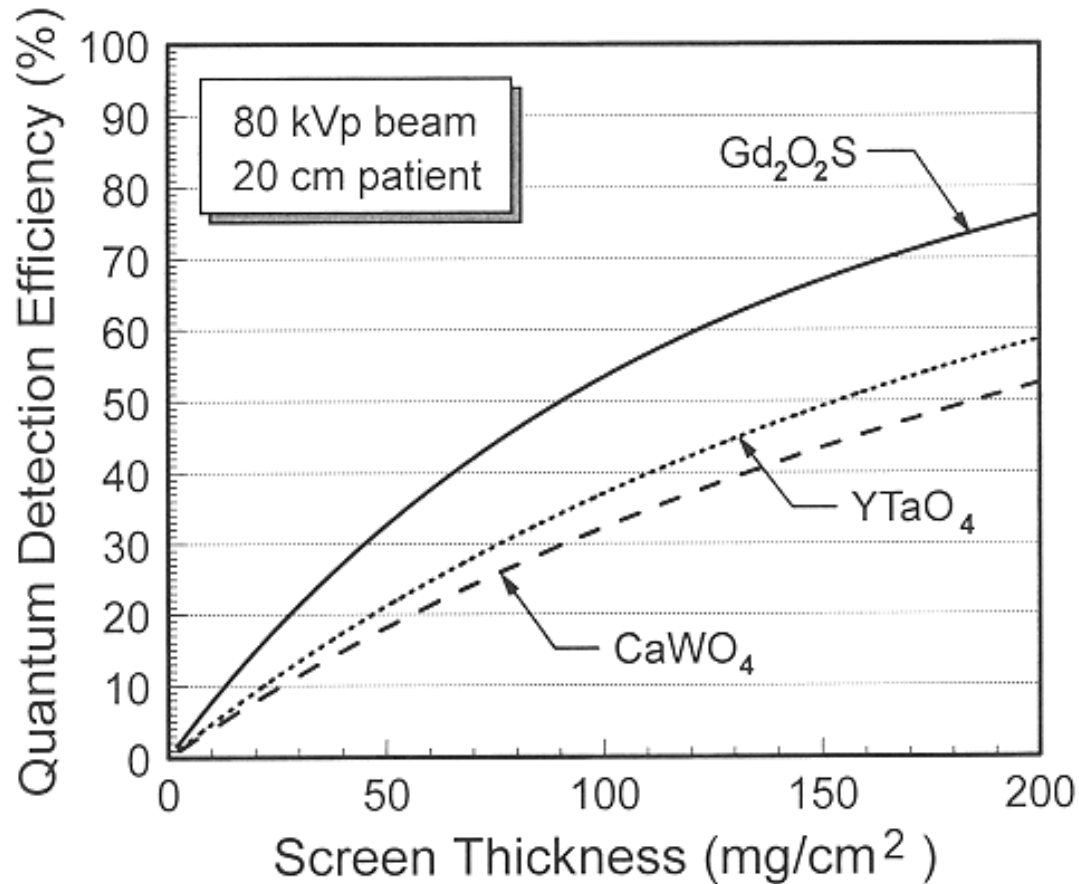
Η ταχύτητα / ευαισθησία των Ε.Π. ρυθμίζεται από τα κατασκευαστικά τους χαρακτηριστικά:

- Τύπο του φθορίζοντος κρυστάλλου (εσωτερική απόδοση)
- Μέγεθος κρυστάλλων (> περισσότερο φως)
- Πυκνότητα / αριθμός των κρυστάλλων
- Πάχος του φθορίζοντος στρώματος (περισσότεροι κρύσταλλοι)
- Παρουσία χρωστικής (λιγότερο φως)
- Παρουσία ανακλαστικού στρώματος (περισσότερο φως)
απορροφητικού στρώματος (λιγότερο φως)

Τύπος κρυστάλλου



Πάχος φθορίζοντος στρώματος



Παράγων ενίσχυσης Ε.Π.

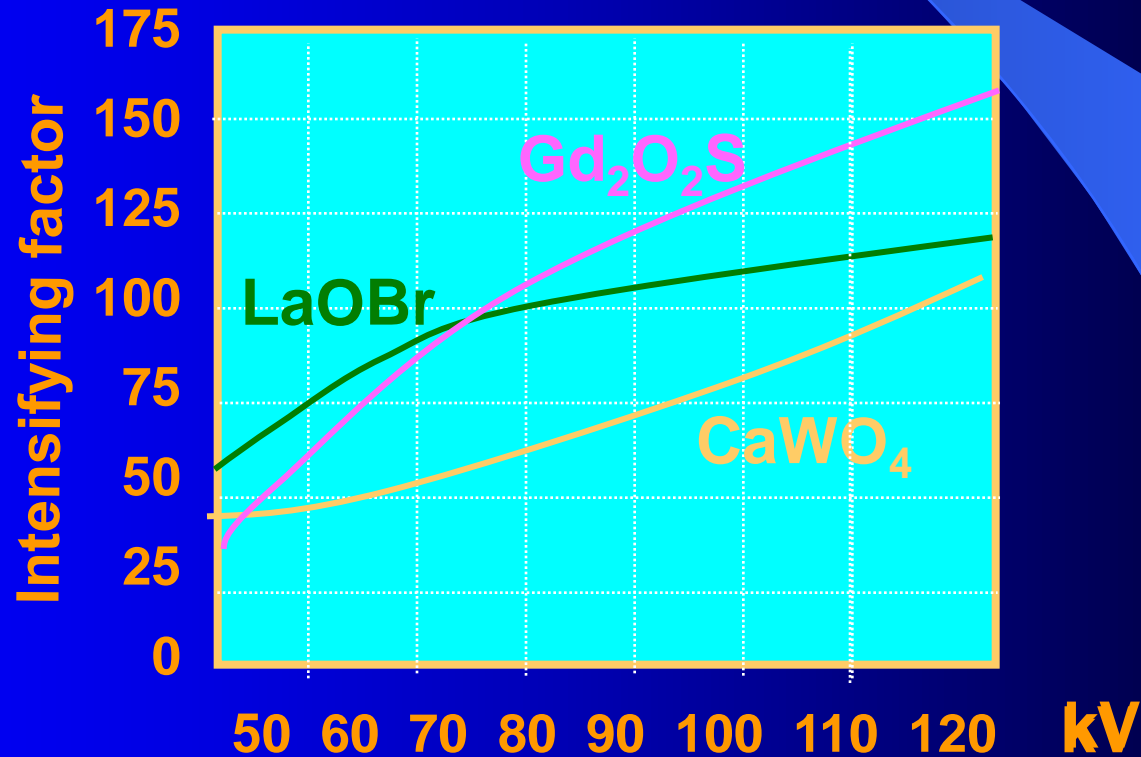
- Ο αριθμός με τον οποίο πολλαπλασιάζεται η ακτινολογική έκθεση (mAs) ώστε να προκύψει ένα φιλμ ίδιας οπτικής πυκνότητας με αυτή από έκθεση του φιλμ χωρίς Ε.Π.
- Μετρά πόσο ενισχύει η Ε.Π. την επίδραση των φωτονίων-Χ στο φιλμ.
- Αναφέρεται πάντα:
 - στον ίδιο τύπο φιλμ
 - σε συγκεκριμένα kVp
 - σε συγκεκριμένη Ο.Π.

$$\text{Παράγων ενίσχυσης (Π.Ε.)} = \frac{\text{Έκθεση χωρίς Ε.Π.}}{\text{Έκθεση με Ε.Π.}}$$

Έκθεση χωρίς Ε.Π.

Παράγων ενίσχυσης (Π.Ε.) =

Έκθεση με Ε.Π.



Ταχύτητα / Ευαισθησία των Ε.Π.

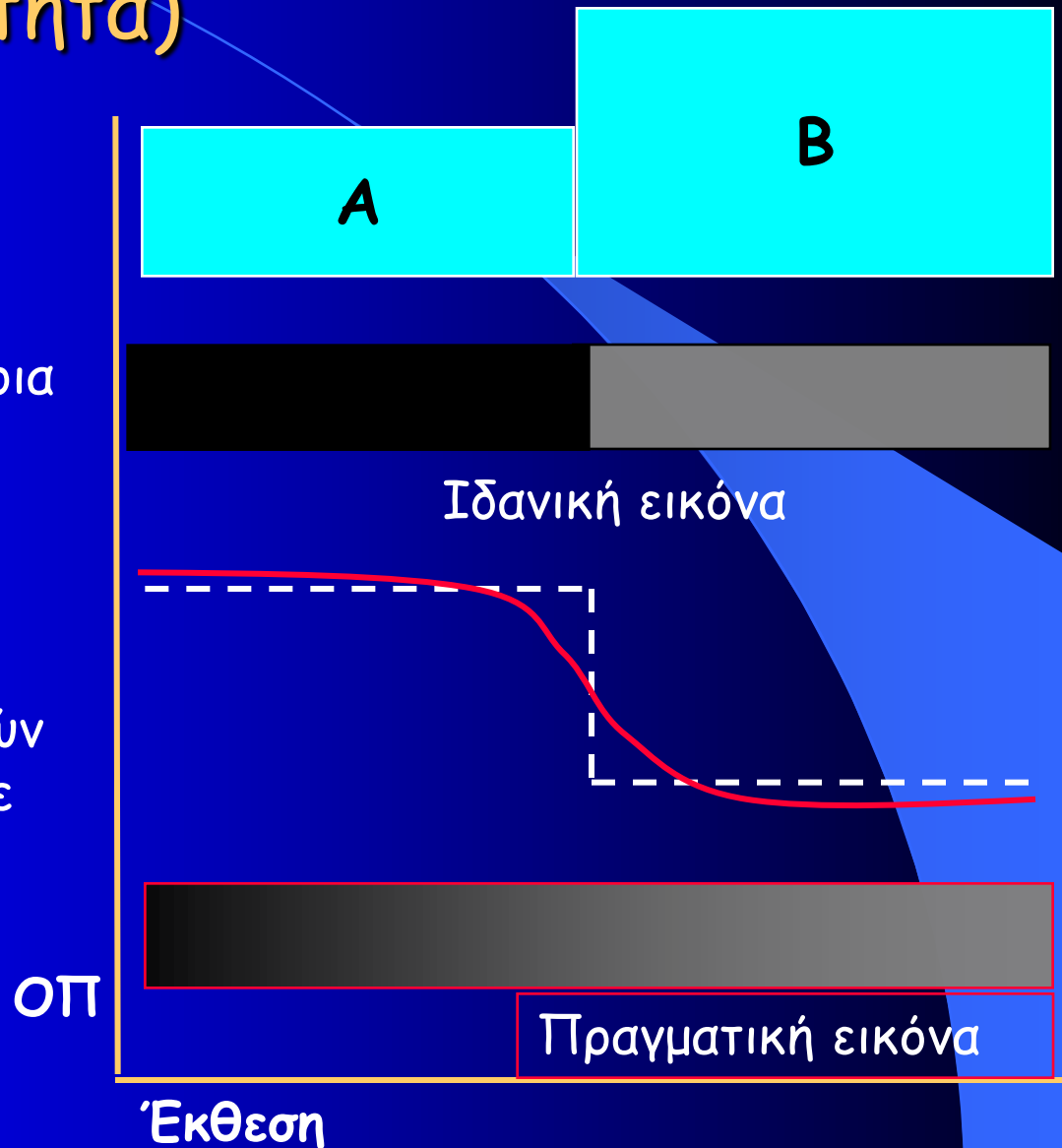
$$\frac{E.P.1}{E.P.2} = \frac{mAs2}{mAs1}$$

Ταχύτητα	mAs
Χωρίς Ε.Π.	800
50	20
100	10
200	5
400	2.5
800	1.25
1000	1
1200	0.83

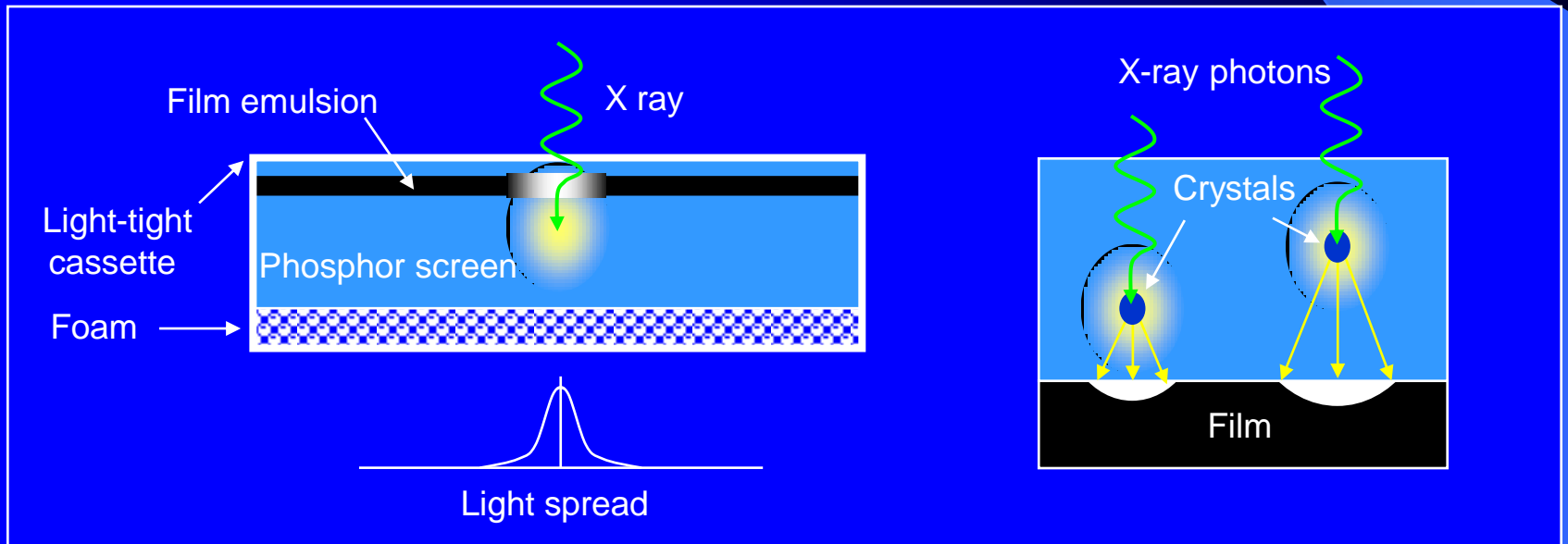
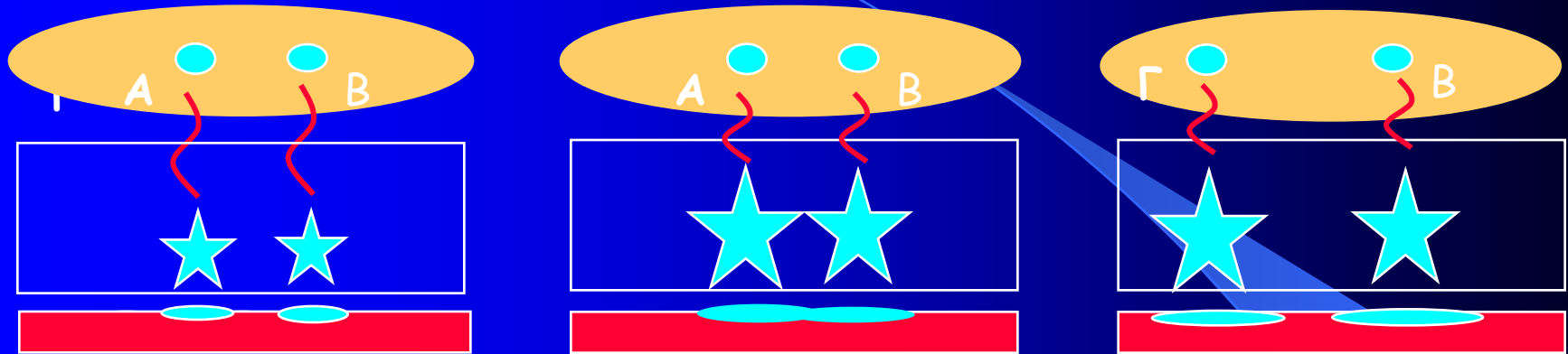
- Η αύξηση της ταχύτητας συνεπάγεται ανάλογη μείωση της έκθεσης (mAs) για την ίδια οπτική πυκνότητα
- Δηλαδή ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
- Αλλά

Σαφήνεια - Οριακή Ευκρίνεια (Διακριτική ικανότητα)

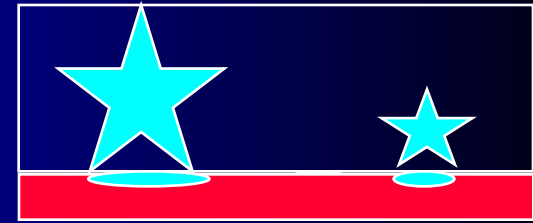
- Η ακρίβεια με την οποία αποδίδονται στο φιλμ τα όρια ανατομικών δομών (σημείο — κηλίδα, γραμμή — λωρίδα)
- Καθορίζει τη μικρότερη απόσταση μεταξύ δύο δομών που επιτρέπει να τις δούμε ξεχωριστά στο φιλμ



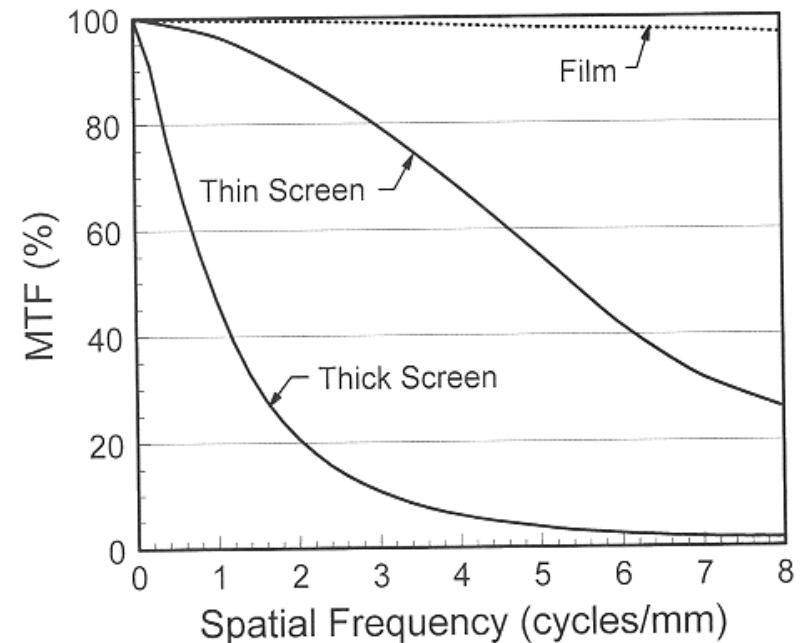
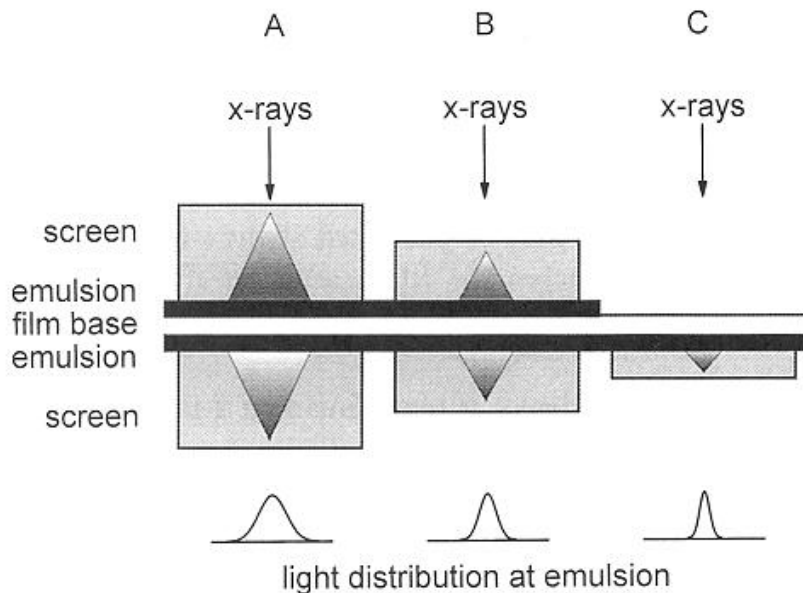
Σαφήνεια - Οριακή ευκρίνεια



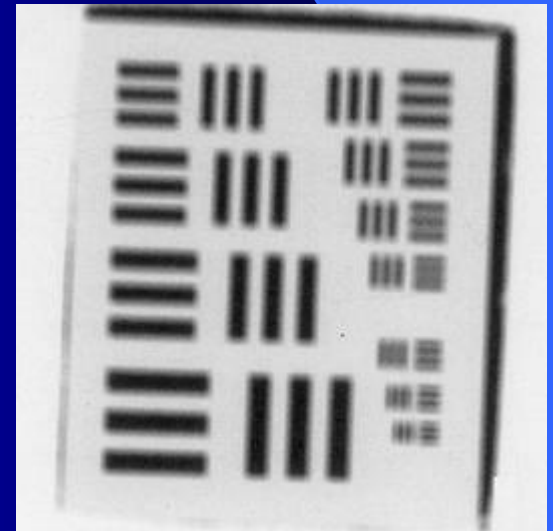
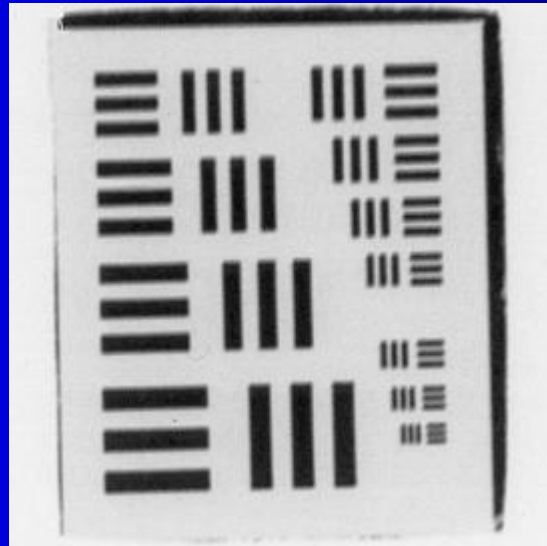
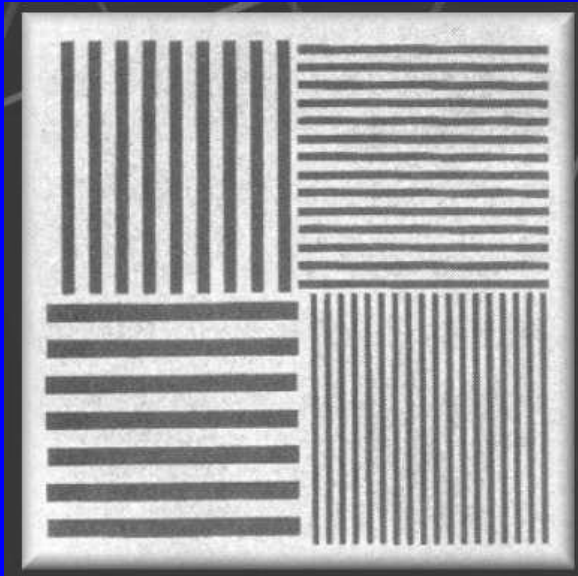
Πάχος - Μέγεθος κρυστάλλου



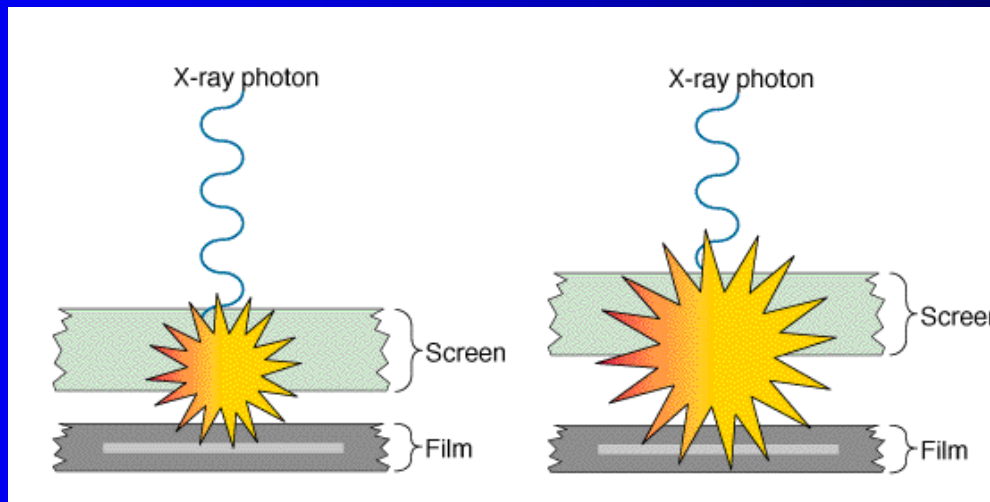
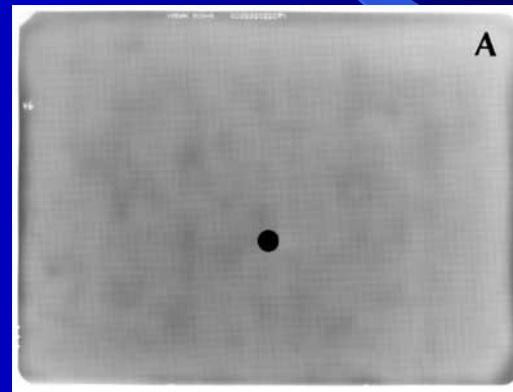
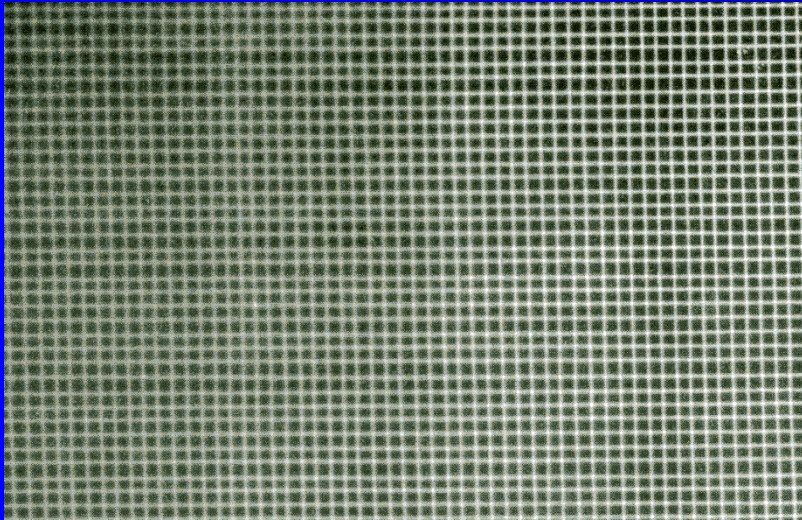
- Όσο παχύτερο το φθορίζον στρώμα τόσο μεγαλύτερη η διάχυση του παραγομένου φωτός
- Όσο μεγαλύτερος ο κρύσταλλος, τόσο μεγαλύτερη και η διάχυση
- Δηλαδή, η αύξηση της ταχύτητας σημαίνει ελάττωση της σαφήνειας για τον ίδιο τύπο κρυστάλλου



Οριακή ευκρίνεια

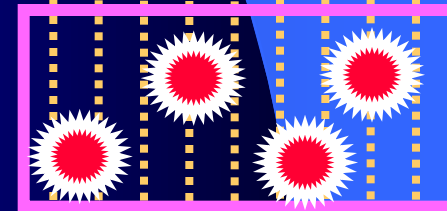
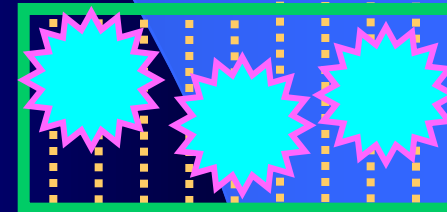
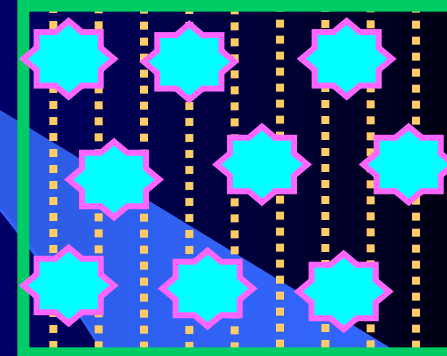
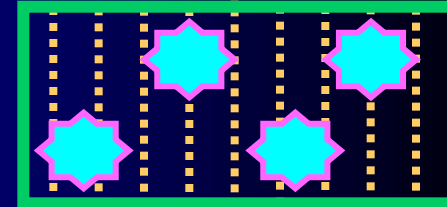


Επαφή ΕΤΠ - φιλμ



Συμπέρασμα 1



- Οι Ε.Π. μετατρέπουν την ενέργεια των φωτονίων-Χ σε ενέργεια φωτονίων ορατού φωτός (για φωτοηλεκτρική απορρόφηση από το φιλμ)
- Η ταχύτητα / ευαισθησία μετρά την αποδοτικότητα της διαδικασίας (100, 200, 400, 800, 1200)
- Ταχύτητα συνάρτηση του παράγοντα ενίσχυσης (>60)
- Κατασκευαστικά αύξηση της ταχύτητας επιτυγχάνεται με μεταβολή:
 - Πάχους του φθορίζοντος στρώματος
 - Πυκνότητας των κρυστάλλων
 - Μεγέθους των κρυστάλλων
 - Χρήση αποδοτικότερου κρυστάλλου
 - Παρουσία χρωστικών (στο ανακλαστικό ή φθορίζον στρώμα)



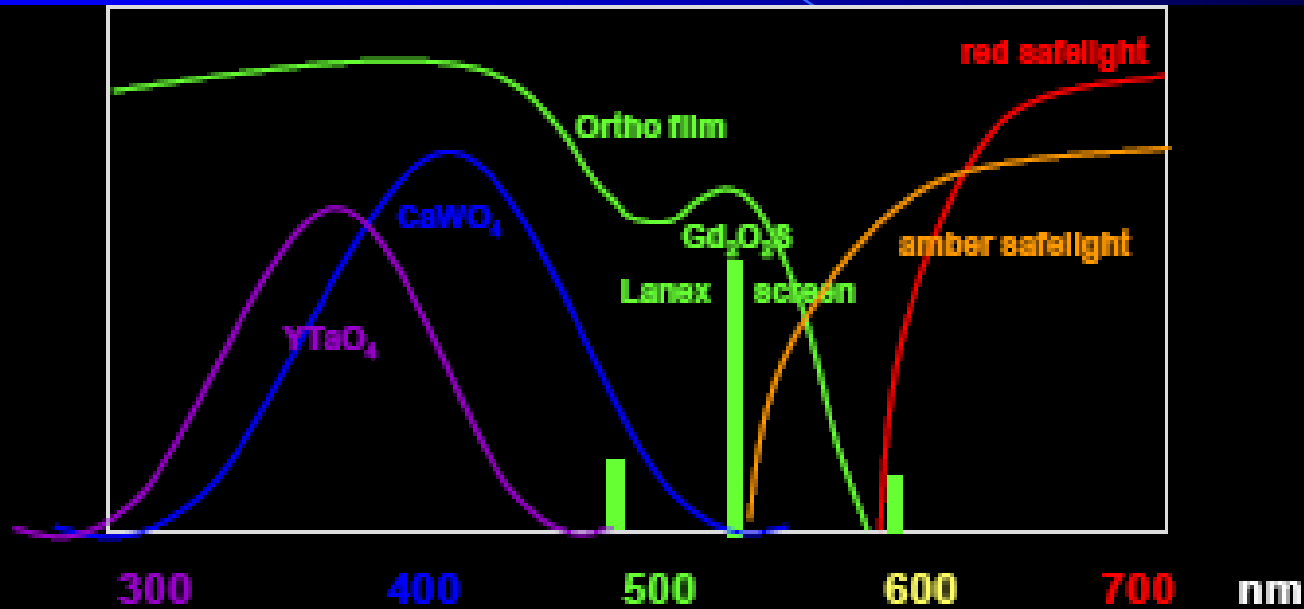
Συμπέρασμα 2

- Αύξηση της ταχύτητας της Ε.Π.
 - αύξηση της ακτινοπροστασίας
 - μείωση της οριακής ευκρίνειας (για τον ίδιο τύπο κρυστάλλου)
- Η μείωση της έκθεσης (mAs) έχει δευτερεύοντα πλεονεκτήματα:
 - Προστασία λυχνίας
 - Χρήση μικρής εστίας
 - Αποφυγή κινήσεως

Συμπέρασμα 3

- Πλεονέκτημα Ε.Π.  Ακτινοπροστασία
- Μειονέκτημα Ε.Π.  Ασάφεια
- Οι σπάνιες γαίες λόγω υψηλής εσωτερικής απόδοσης επιτρέπουν υψηλές ταχύτητες με μικρή επιδείνωση της σαφήνειας (CaWO₄ vs σπάνιες γαίες)
- Η κάθε Ε.Π. χαρακτηρίζεται από:
 - Την ταχύτητα
 - Το χρώμα φωτός που εκπέμπει
 - Το είδος του κρυστάλλου
- Δεν μπερδεύουμε τις φυσικές ιδιότητες των κρυστάλλων με τη συνολική συμπεριφορά της Ε.Π. !!
 - Η ταχύτητα καθορίζει την έκθεση (mAs) ανεξάρτητα από τον τύπο κρυστάλλου
 - Ο τύπος κρυστάλλου επηρεάζει τη σαφήνεια
- Σχέση Ε.Π. και σκιαγραφικής αντίθεσης !!

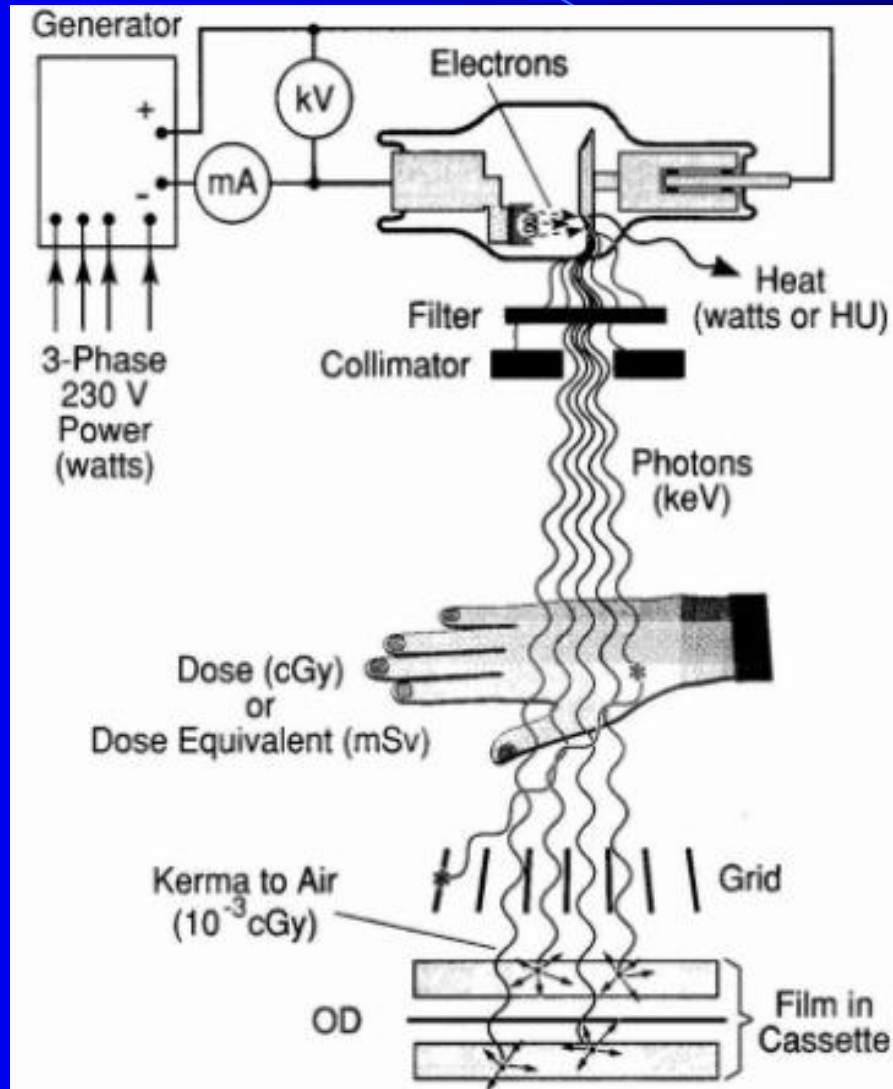
Φασματική σύζευξη

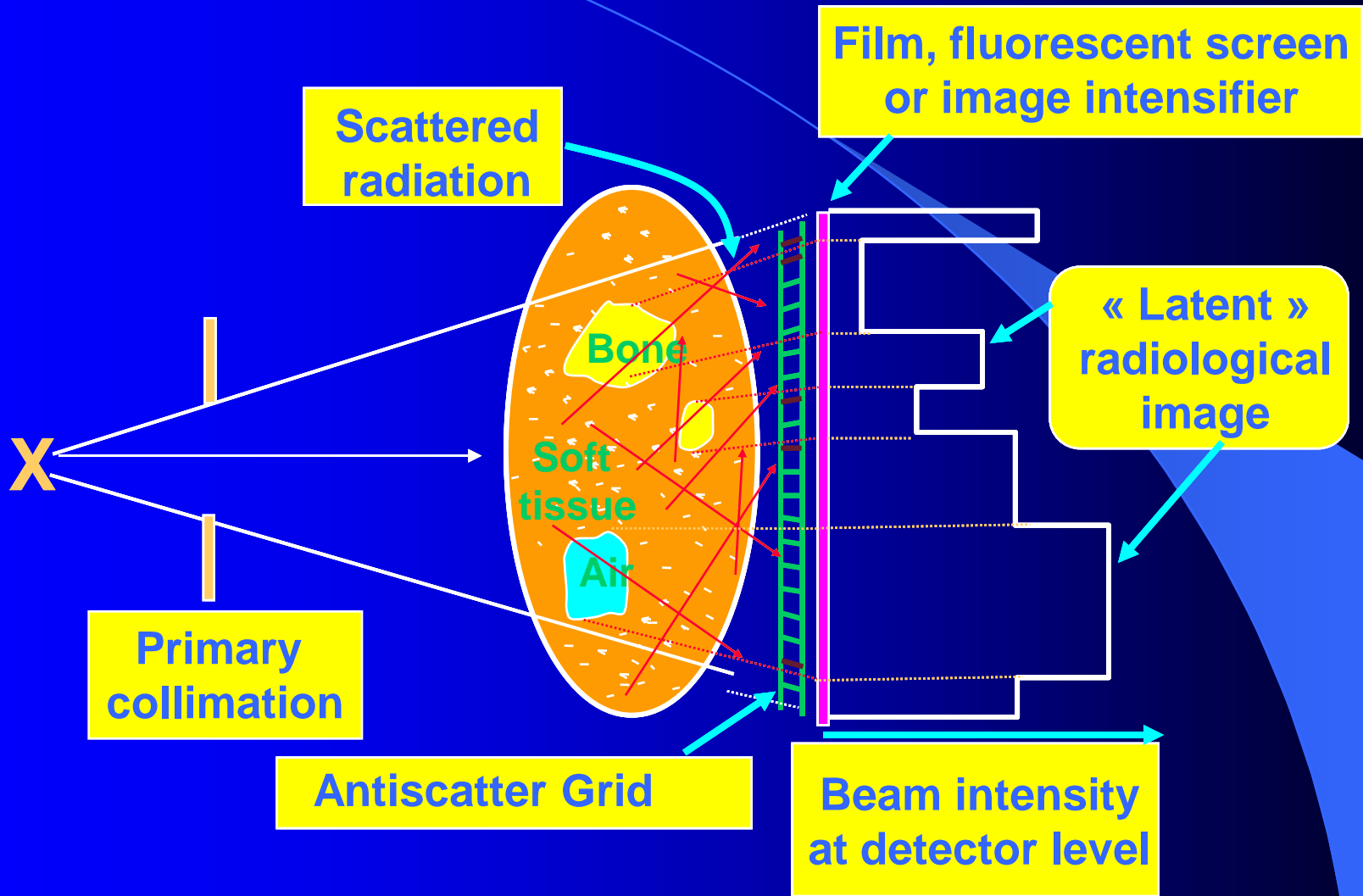


Χρωματική ευαισθησία
του φιλμ να καλύπτει το
φάσμα εκπομπής των
πινακίδων

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

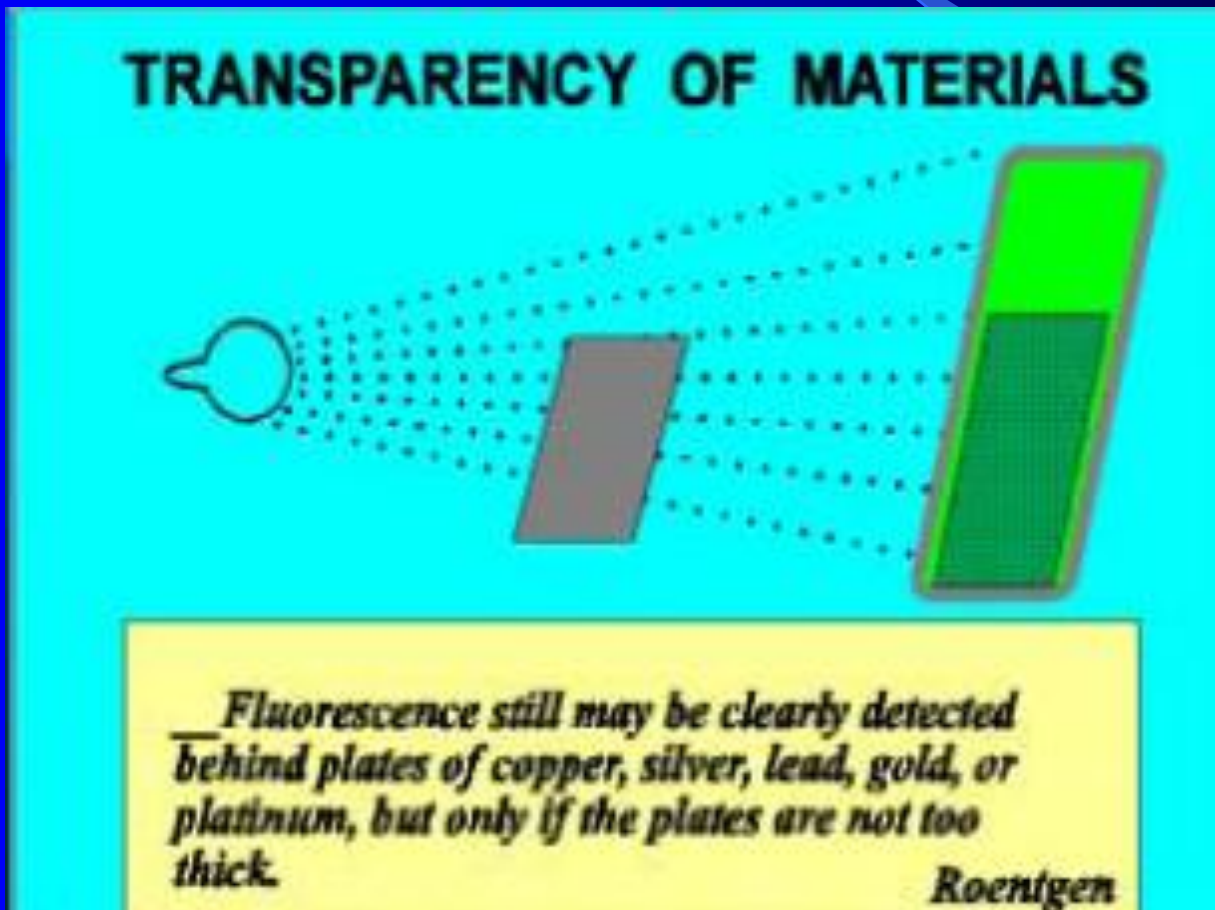
Σχηματισμός της ακτινολογικής εικόνας





Ιστορικά πειράματα

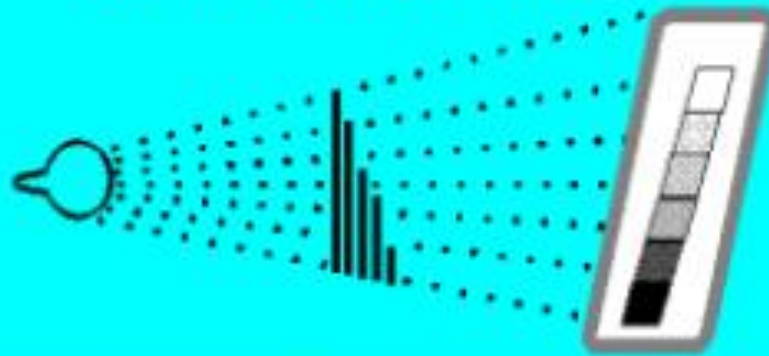
- Δεκέμβριος 1895



Ιστορικά πειράματα

- Δεκέμβριος 1895

EFFECT OF THICKNESS ON TRANSPARENCY



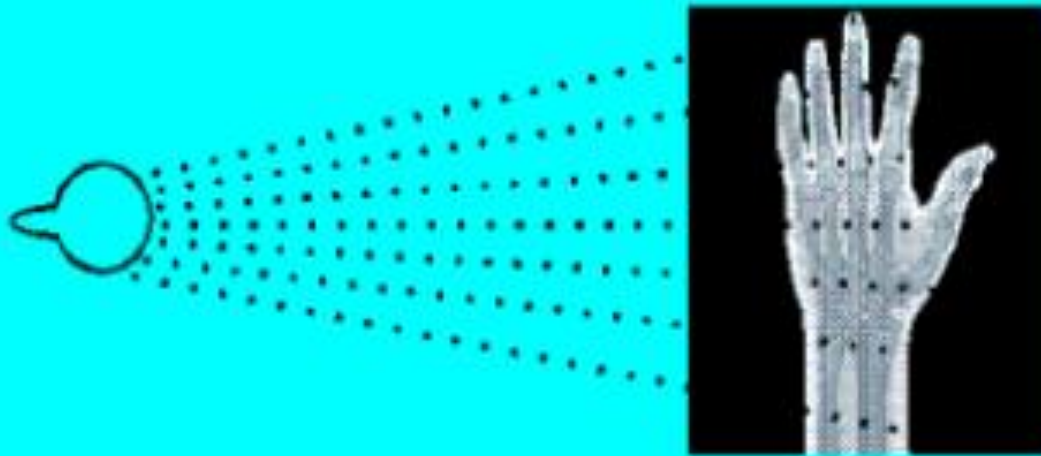
As the thickness increases all materials become less transparent. In order to find a possible relationship ...I made photographs in which the plate was partly covered with ... layers of tinfoil in a steplike arrangement...

Roentgen

Ιστορικά πειράματα

- Δεκέμβριος 1895

IMAGING



__If one holds the hand between the discharge apparatus and the screen, one sees the darker shadows of the bones within the much fainter shadow picture of the hand itself.

Roentgen