

ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

eclass: PHYS215

Π. Παπαγιάννης

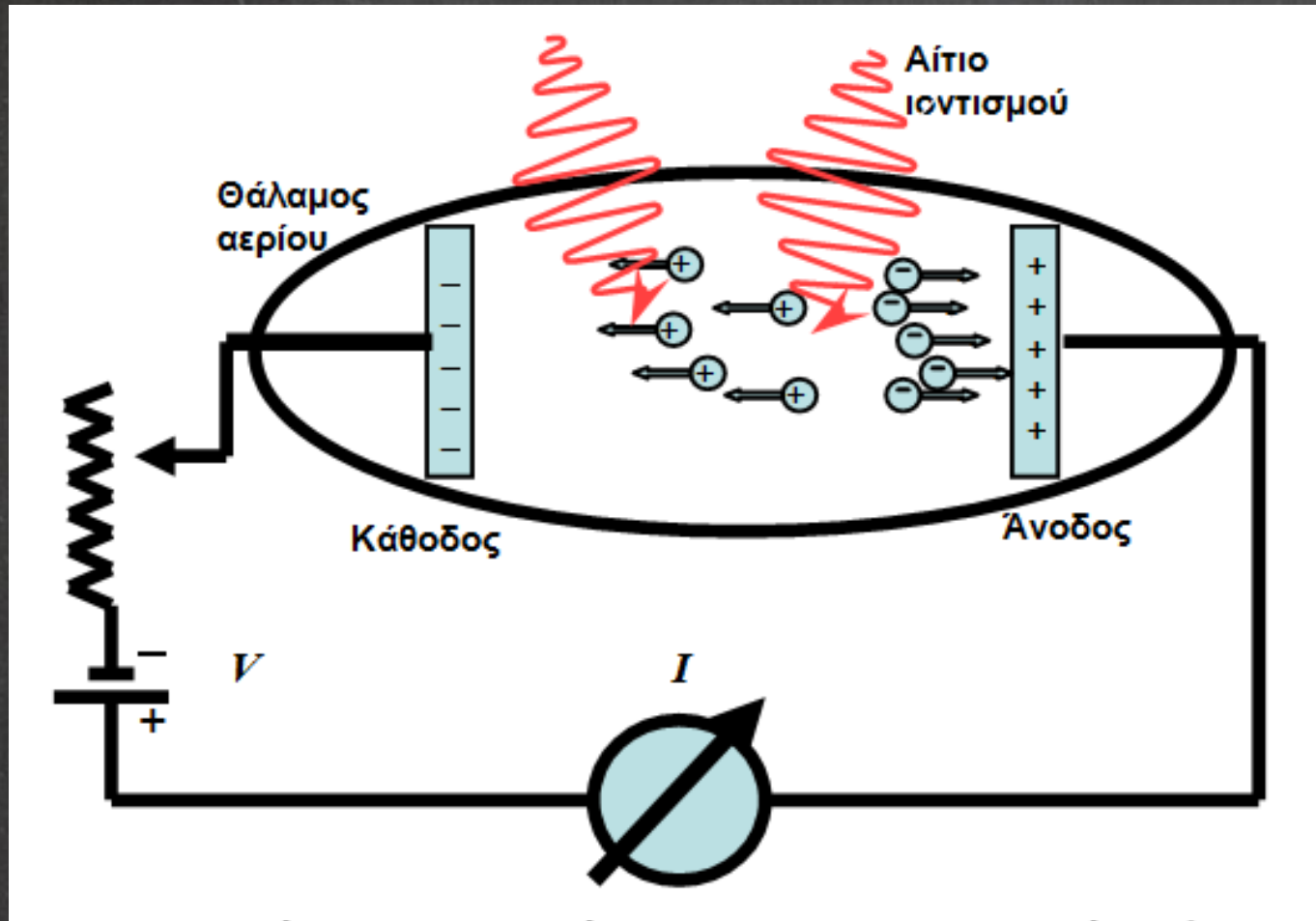
Αν. Καθηγητής,
Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής,
Ιατρική Σχολή Αθηνών.

Γραφείο 21

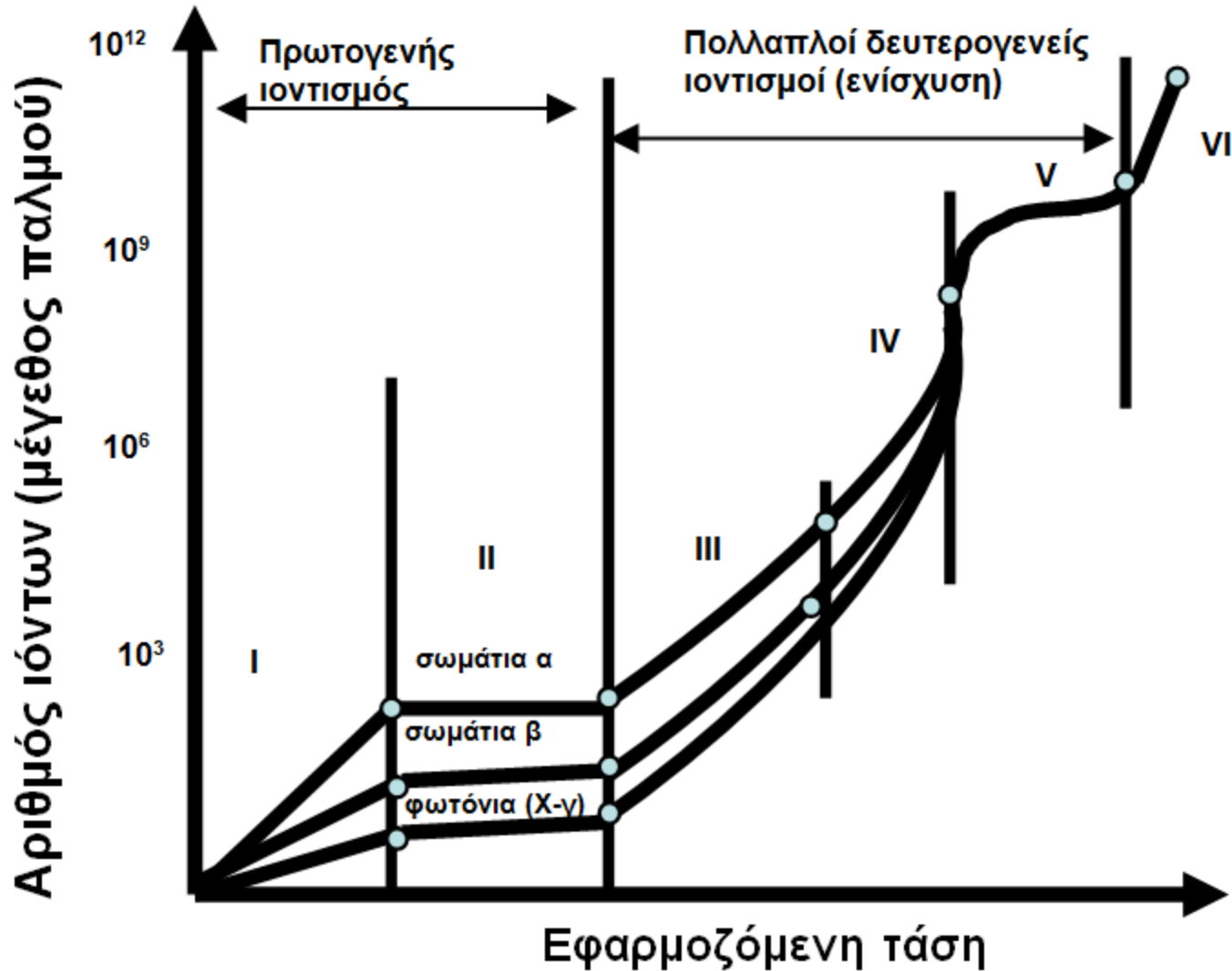
210-746 2442

ppapaqi@phys.uoa.gr

Πειραματική δοσिमετρία: θάλαμοι ιοντισμού

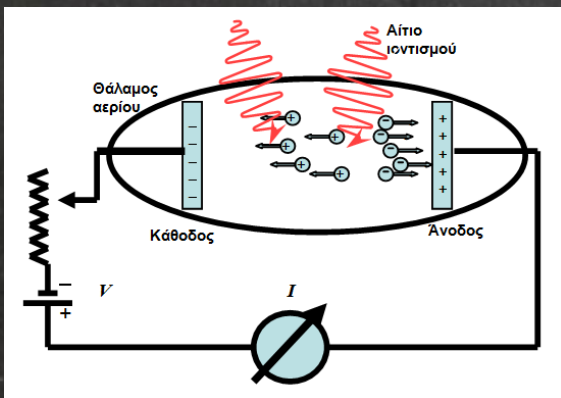


Μέγεθος παραγόμενου ηλεκτρικού παλμού σε σχέση με το εφαρμοζόμενο ηλεκτρικό πεδίο



Πειραματική δοσिमετρία: θάλαμοι ιονισμού

- Έστω $(\bar{W}/e)_{air}$ η μέση ενέργεια που χρειάζεται για την παραγωγή ζεύγους ιόντων σε αέρα υπό δεδομένες συνθήκες.
 - π.χ. $(\bar{W}/e)_{air} = 33.9 \text{ eV/ion pair}$ για ξηρό αέρα
 - η τιμή αυτή διαφέρει μεταξύ διαφορετικών φορτισμένων σωματιδίων
 - η τιμή αυτή είναι περίπου σταθερή για ενέργειες ηλεκτρονίων $>10 \text{ keV}$ και μεταβάλλεται 2% από 1 keV έως 10 keV



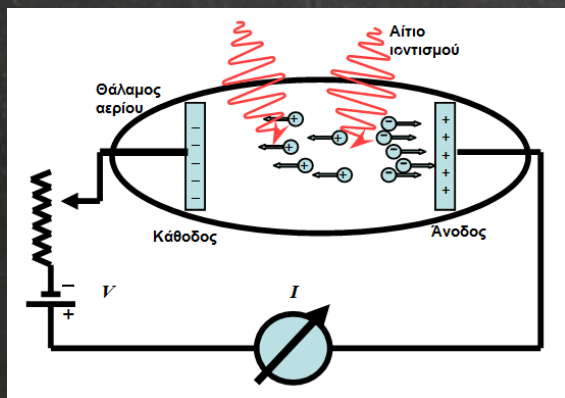
Πειραματική δοσिमετρία: θάλαμοι ιονισμού

Δεδομένου του $(\bar{W}/e)_{air}$, υπό συνθήκες CPE:

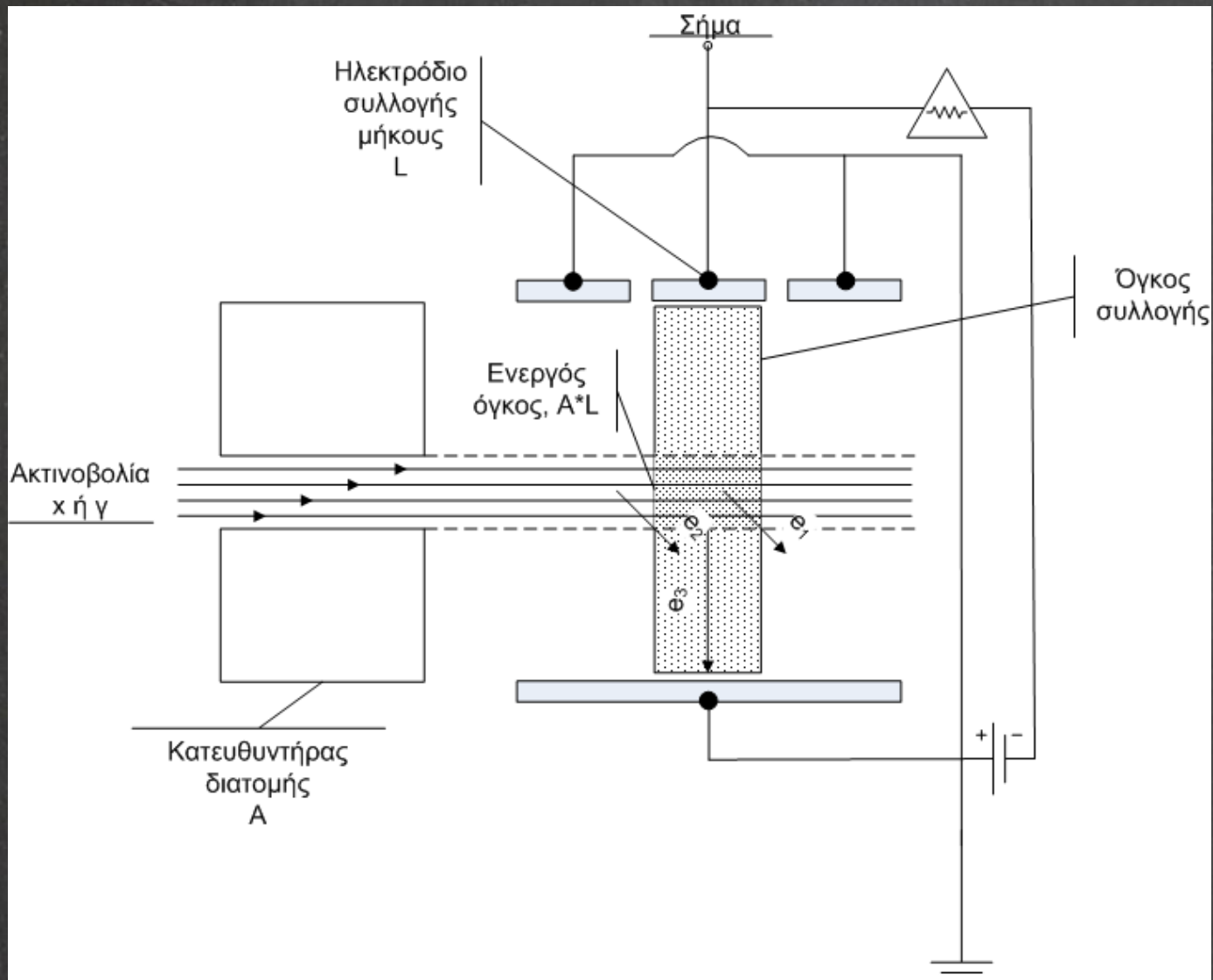
$$\frac{Q_{air}}{m} = \frac{K_{c,air}}{(\bar{W}/e)_{air}}$$

Οπότε υπό συνθήκες CPE:

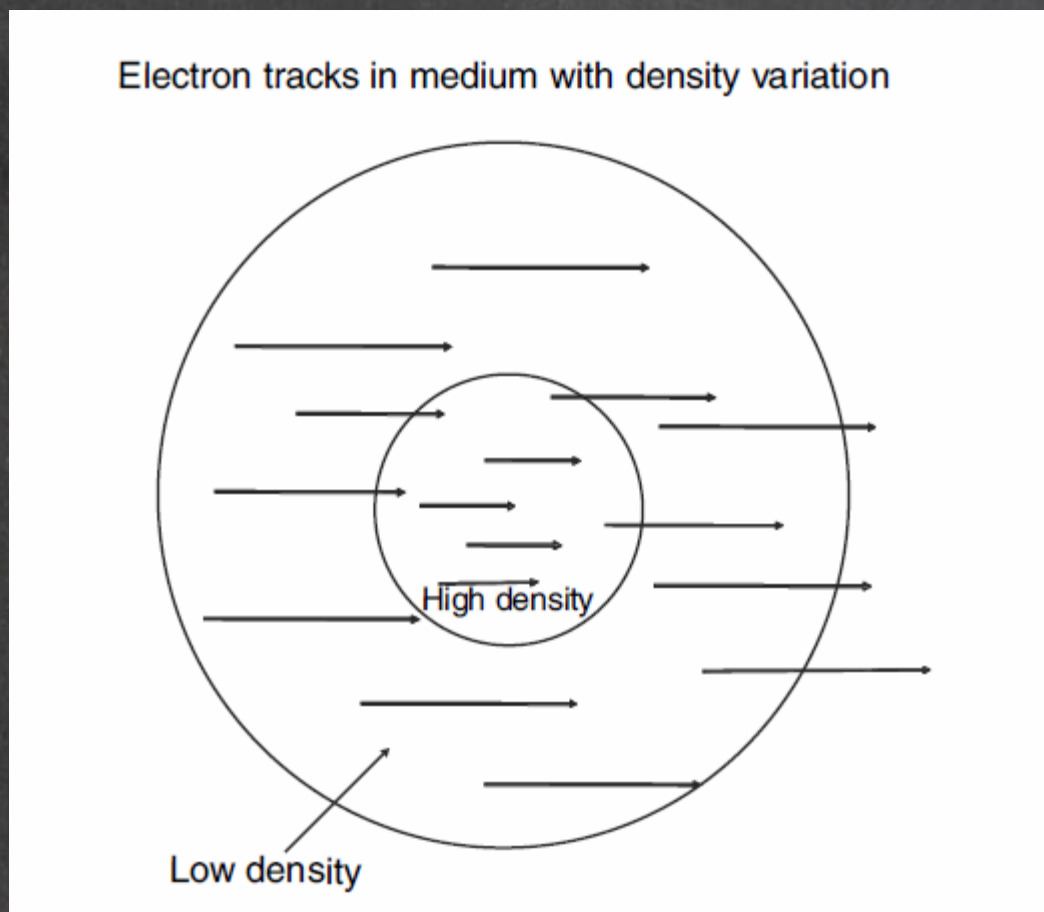
$$D = K_{c,air} = \Psi \left(\frac{\mu_{en}}{\rho} \right)_{air} = (\bar{W}/e)_{air} \frac{Q_{air}}{m}$$



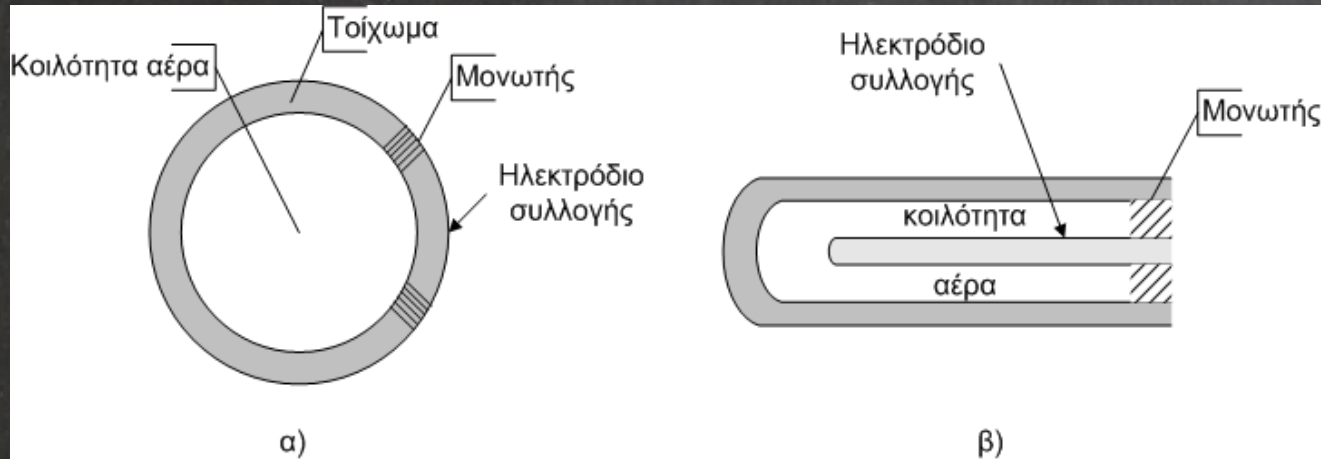
CPE και θάλαμοι ιονισμού: free air chamber



Το θεώρημα Fano:
σε μέσο δεδομένης σύστασης που εκτίθεται σε ομοιόμορφη ροή έμμεσα ιοντίζουσας ακτινοβολίας η ροή της δευτερογενούς ακτινοβολίας είναι επίσης ομοιόμορφη ανεξάρτητα από την πυκνότητα του μέσου ή διακυμάνσεων αυτής



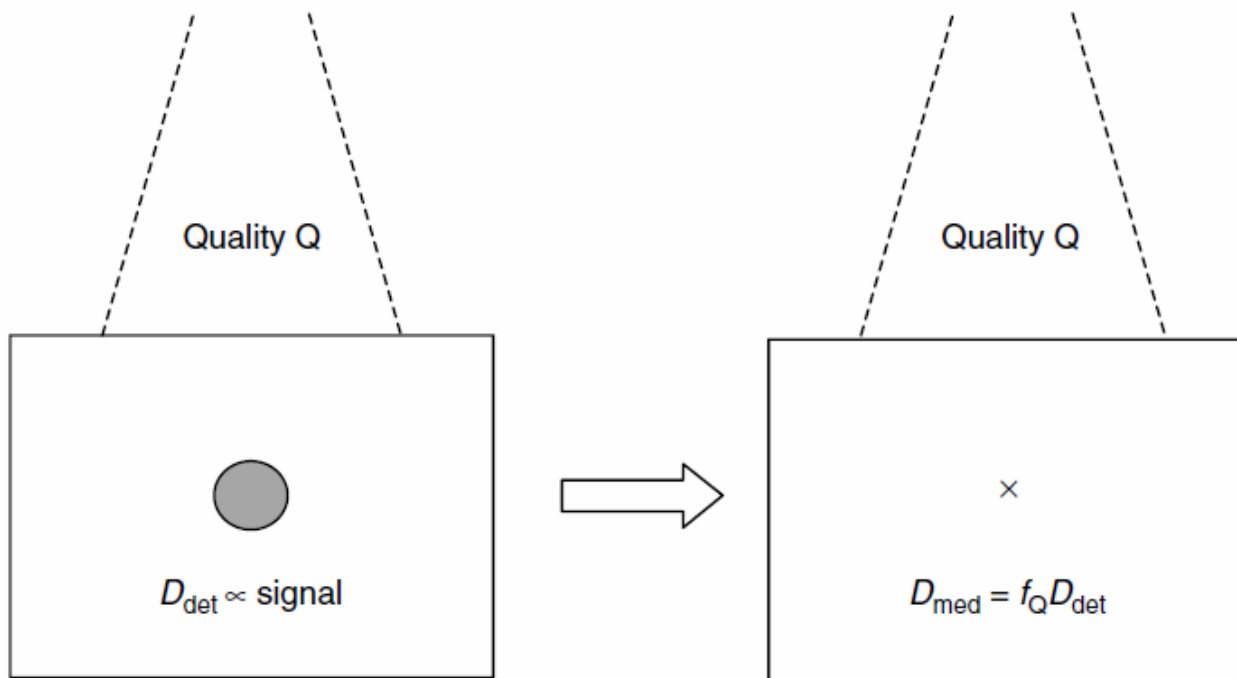
Θάλαμοι ιονισμού τύπου κοιλότητας αερίου:



Μικρές διορθώσεις απαιτούνται για:

- απόδοση συλλογής φορτίου
- density (polarization) effect
- μάζα αερίου σε ανοικτούς θαλάμους
- ...

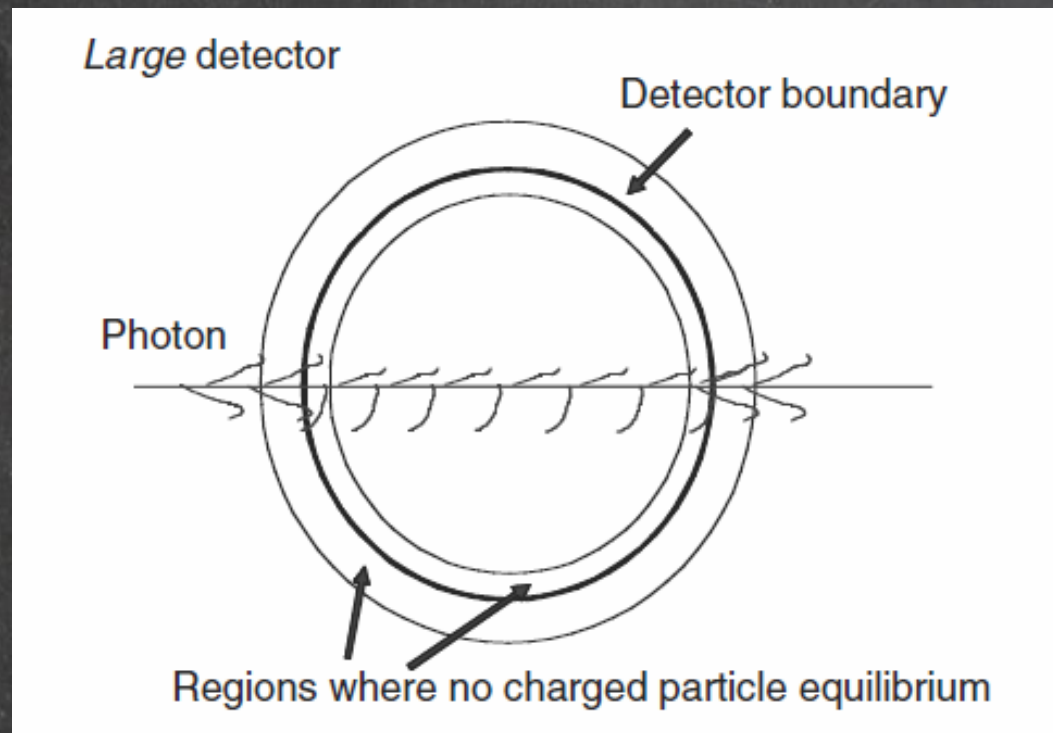
Από τη δόση στο αέριο στη δόση στο μέσο: «θεωρίες κοιλότητας»



$$f_Q = \dots ???$$

Περίπτωση Α:
(large cavity)

διάσταση κοιλότητας μεγαλύτερη από τη μέγιστη εμβέλεια
 e^-
(αλλά μικρότερη από τη μέση ελεύθερη διαδρομή των
φωτονίων)

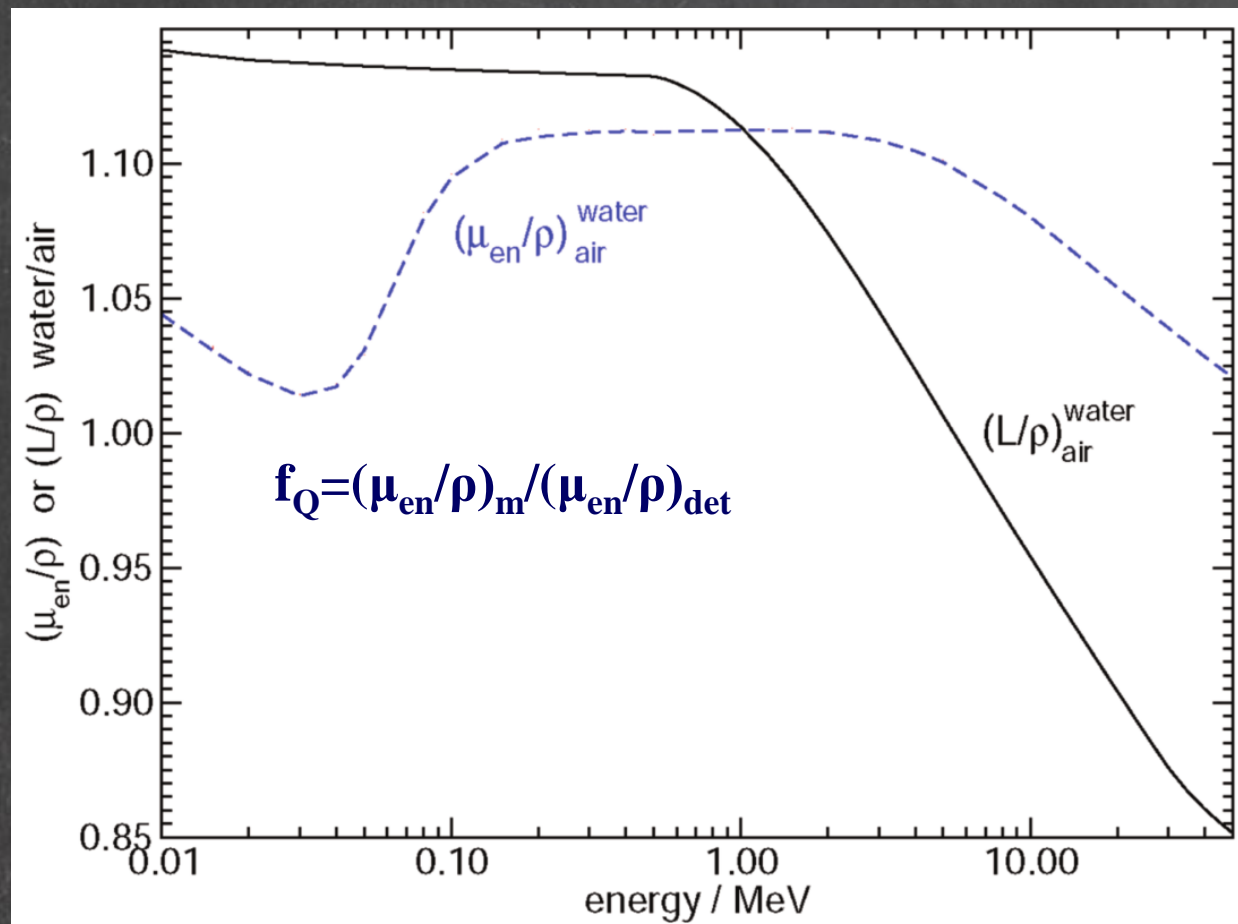


$$f_Q = (\mu_{en}/\rho)_m / (\mu_{en}/\rho)_{det}$$

Περίπτωση Α: (large cavity)

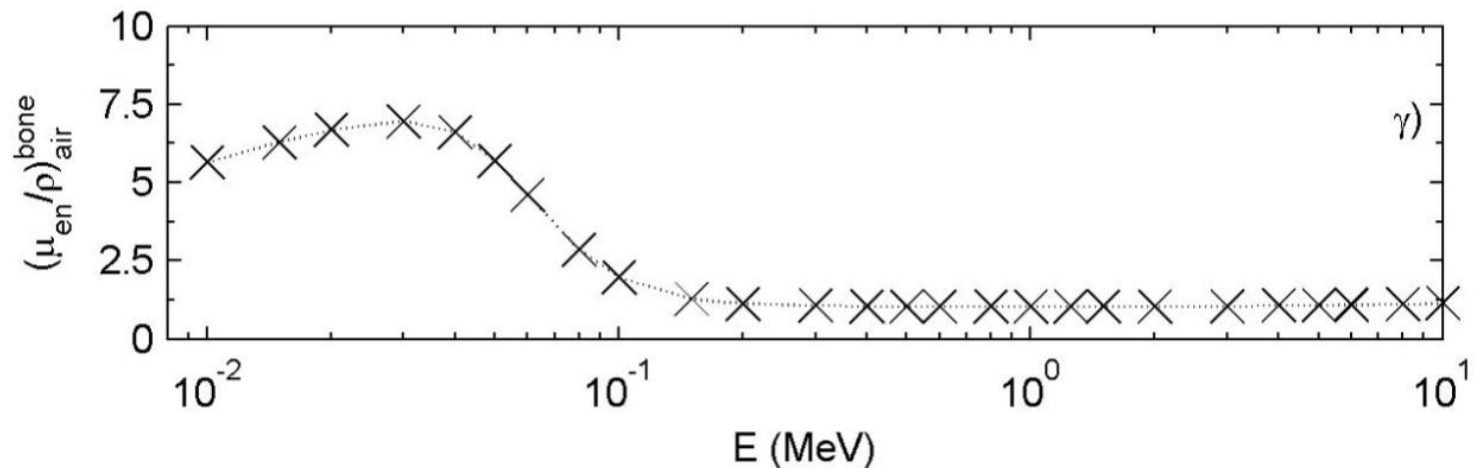
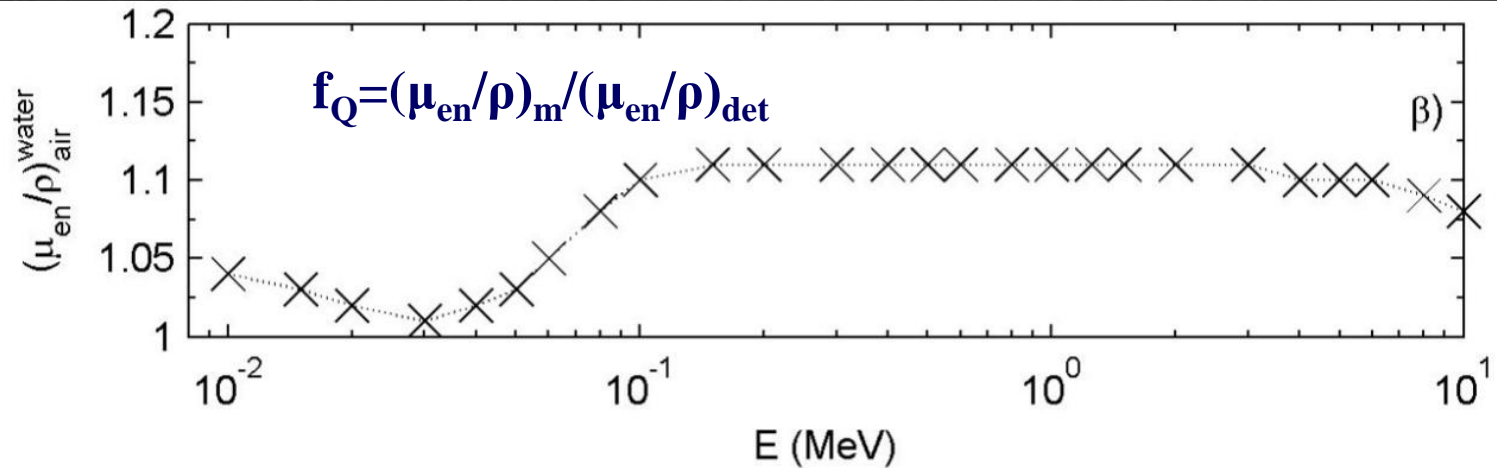
διάσταση κοιλότητας μεγαλύτερη από τη μέγιστη εμβέλεια e^- (αλλά μικρότερη από τη μέση ελεύθερη διαδρομή των φωτονίων)

Material	Photoelectric Effect Z_{eff}	Compton Effect e^-/g
Silicon (diodes) ^a	14	3×10^{23}
LiF (Mg, Ti) ^b	8.14	2.79×10^{23}
LiF (Mg, Ti, Na) ^b	8.14	2.79×10^{23}
Li ₂ B ₄ O ₇ :Mn ^b	7.4	2.92×10^{23}
Li ₂ B ₄ O ₇ :Cu ^c	7.4	2.92×10^{23}
CaSO ₄ :Mn ^b	15.3	3.02×10^{23}
CaSO ₄ :Dy ^b	15.3	3.03×10^{23}
CaF ₂ :Mn ^b	16.3	2.95×10^{23}
CaF ₂ :Dy ^b	16.3	2.95×10^{23}
Air ^d	7.64	3.03×10^{23}
Water ^d	7.42	3.34×10^{23}
Fat ^d	5.92	3.48×10^{23}
Muscle ^d	7.42	3.36×10^{23}
Bone ^d	14	3×10^{23}

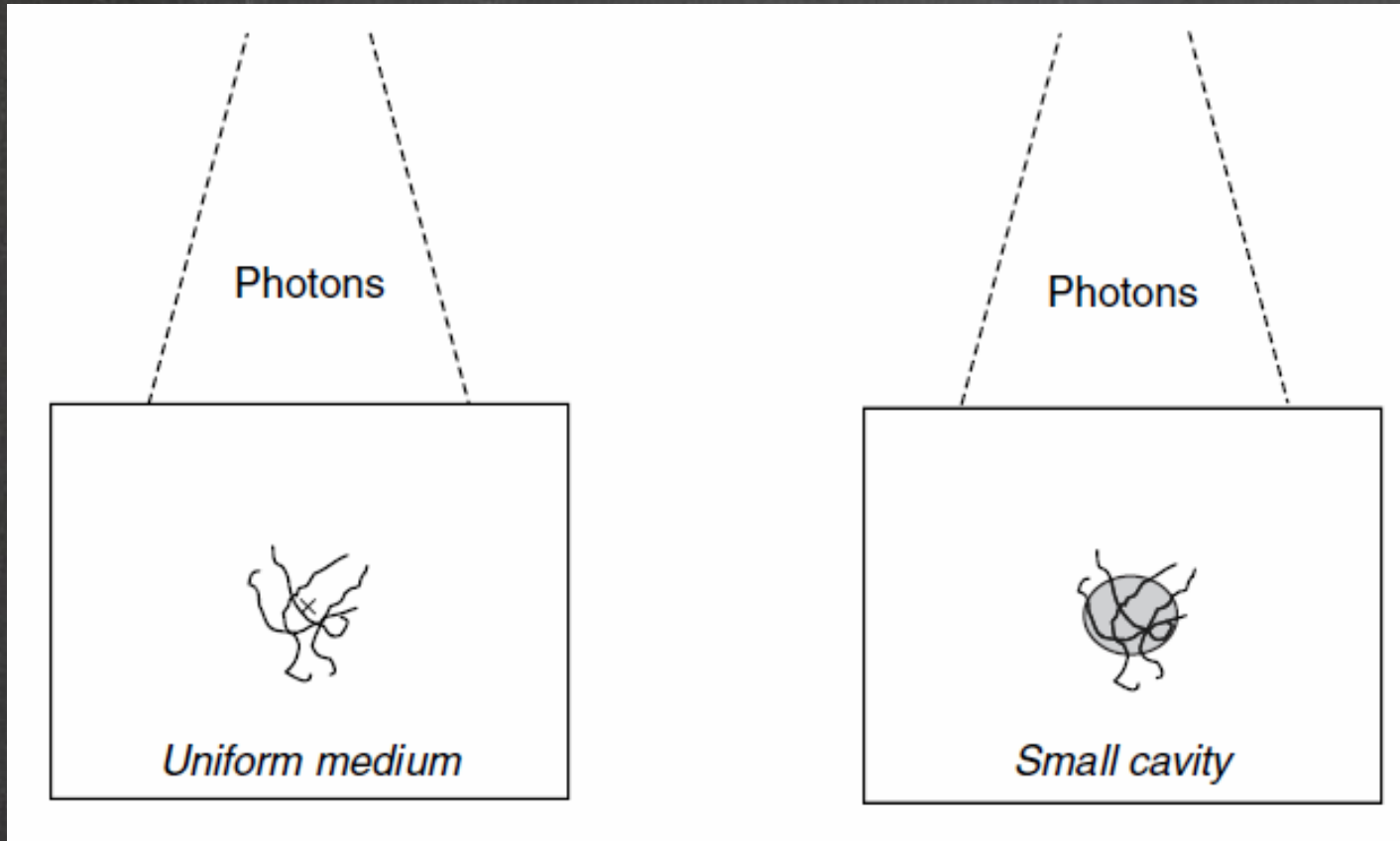


Περίπτωση Α: (large cavity)

διάσταση κοιλότητας μεγαλύτερη από τη μέγιστη εμβέλεια e^- αλλά μικρότερη από τη μέση ελεύθερη διαδρομή των φωτονίων

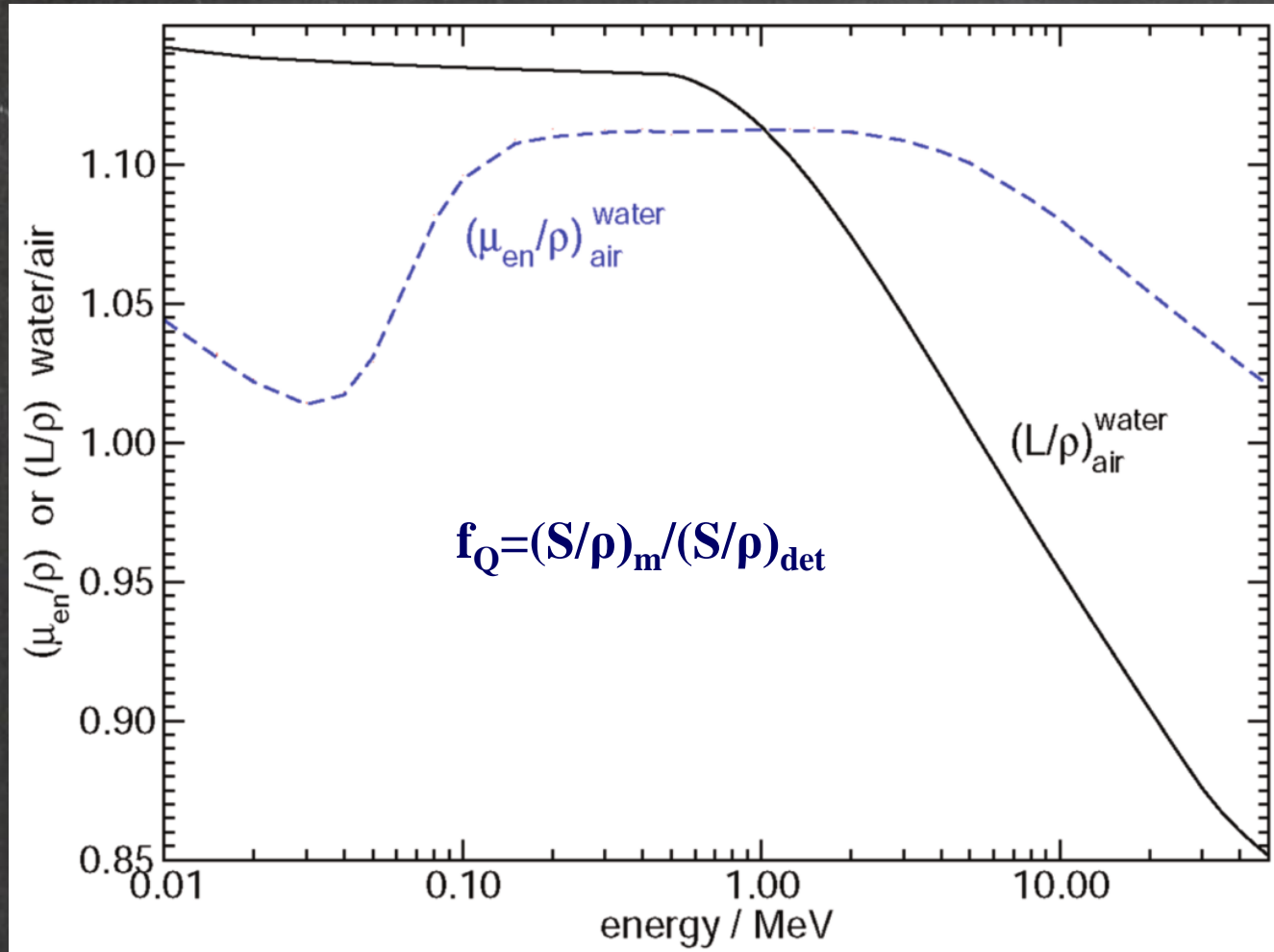


Περίπτωση Β:
(κοιλότητα Bragg-Gray)
διάσταση κοιλότητας μικρή σε σχέση με την εμβέλεια e

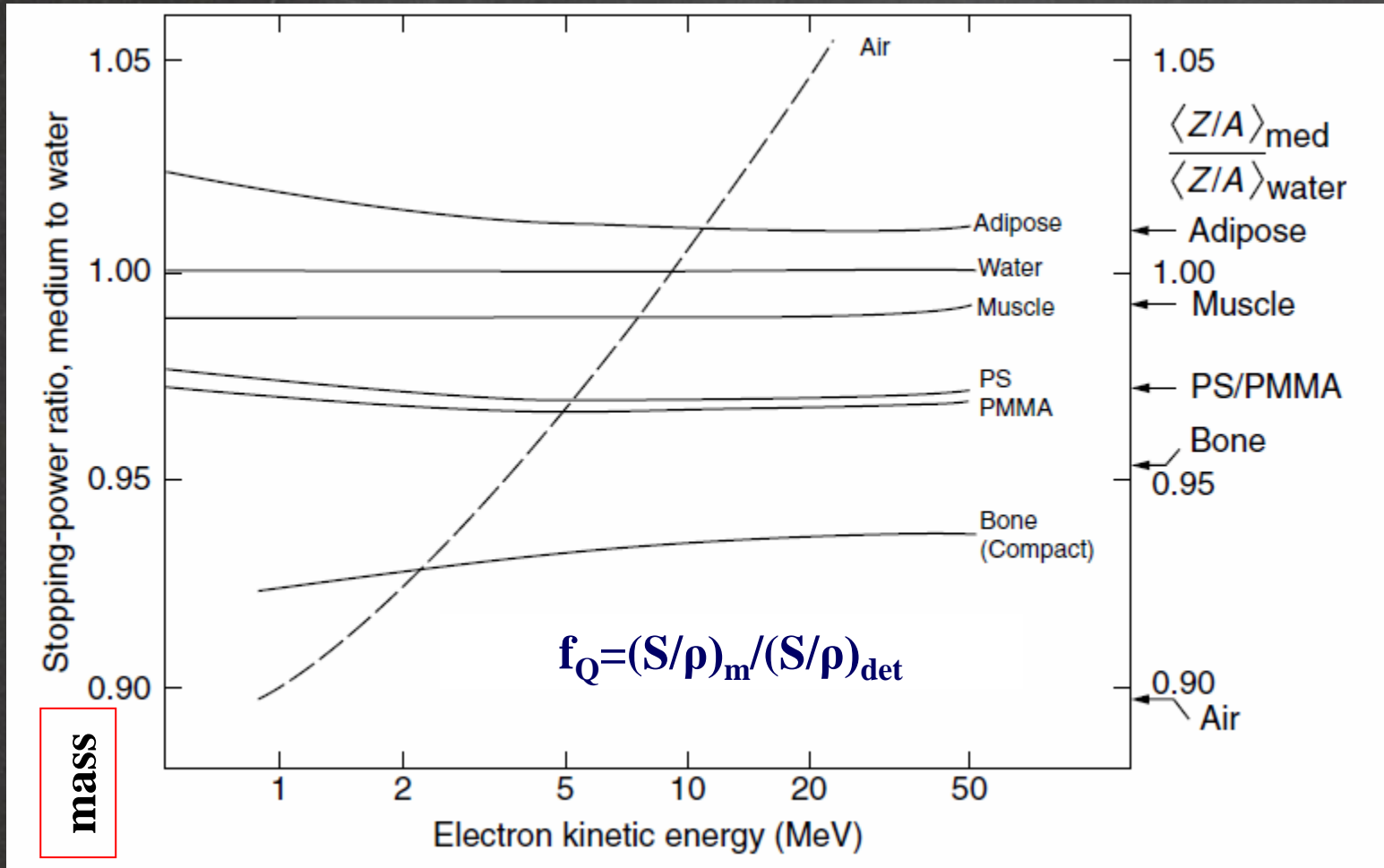


$$f_Q = (S/\rho)_m / (S/\rho)_{det}$$

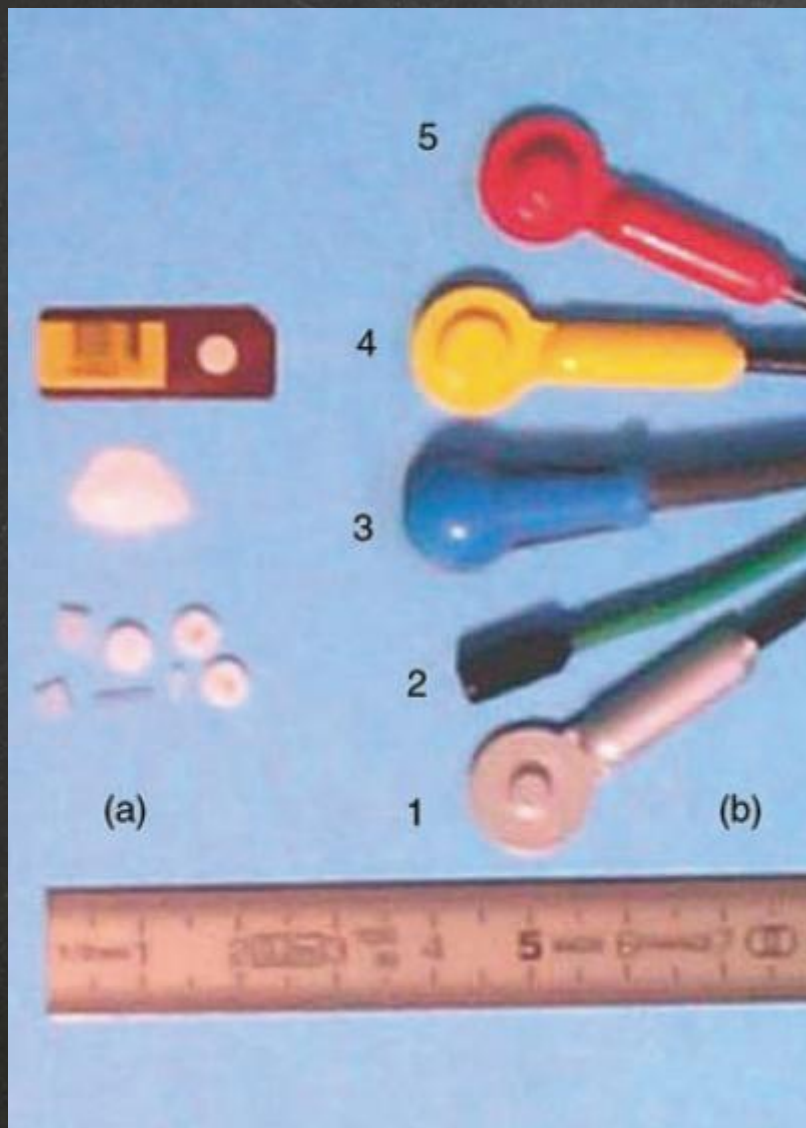
Περίπτωση Β:
(κοιλότητα Bragg-Gray)
διάσταση κοιλότητας μικρή σε σχέση με την εμβέλεια e



**Περίπτωση Β:
(κοιλότητα Bragg-Gray)
διάσταση κοιλότητας μικρή σε σχέση με την εμβέλεια e**



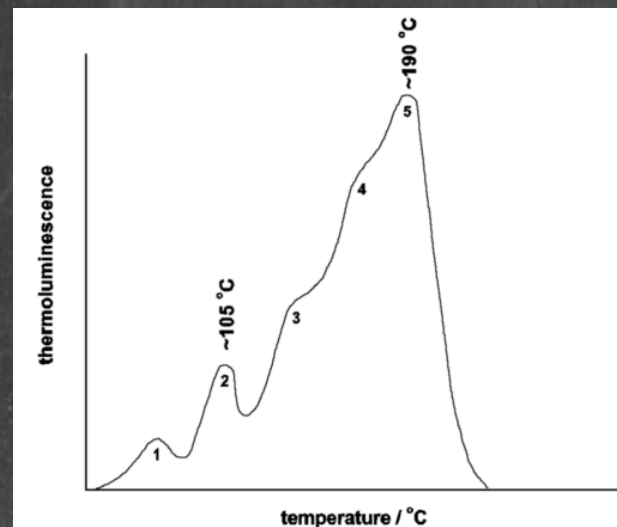
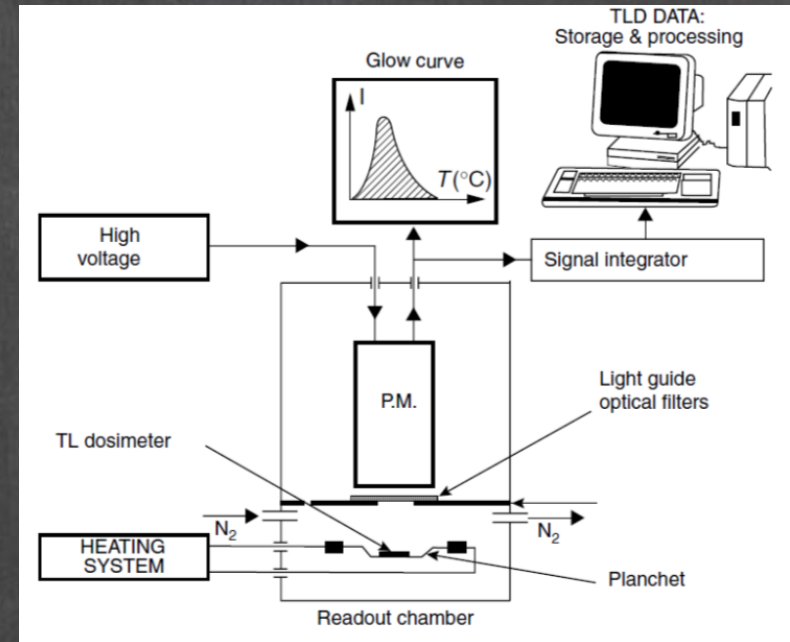
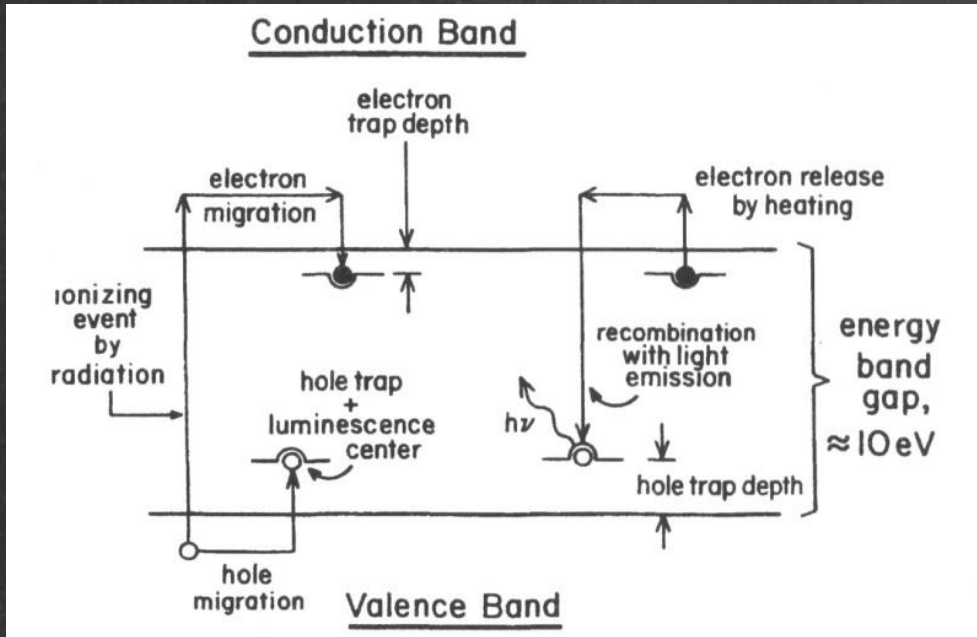
Άλλα δοσιμετρικά συστήματα...;



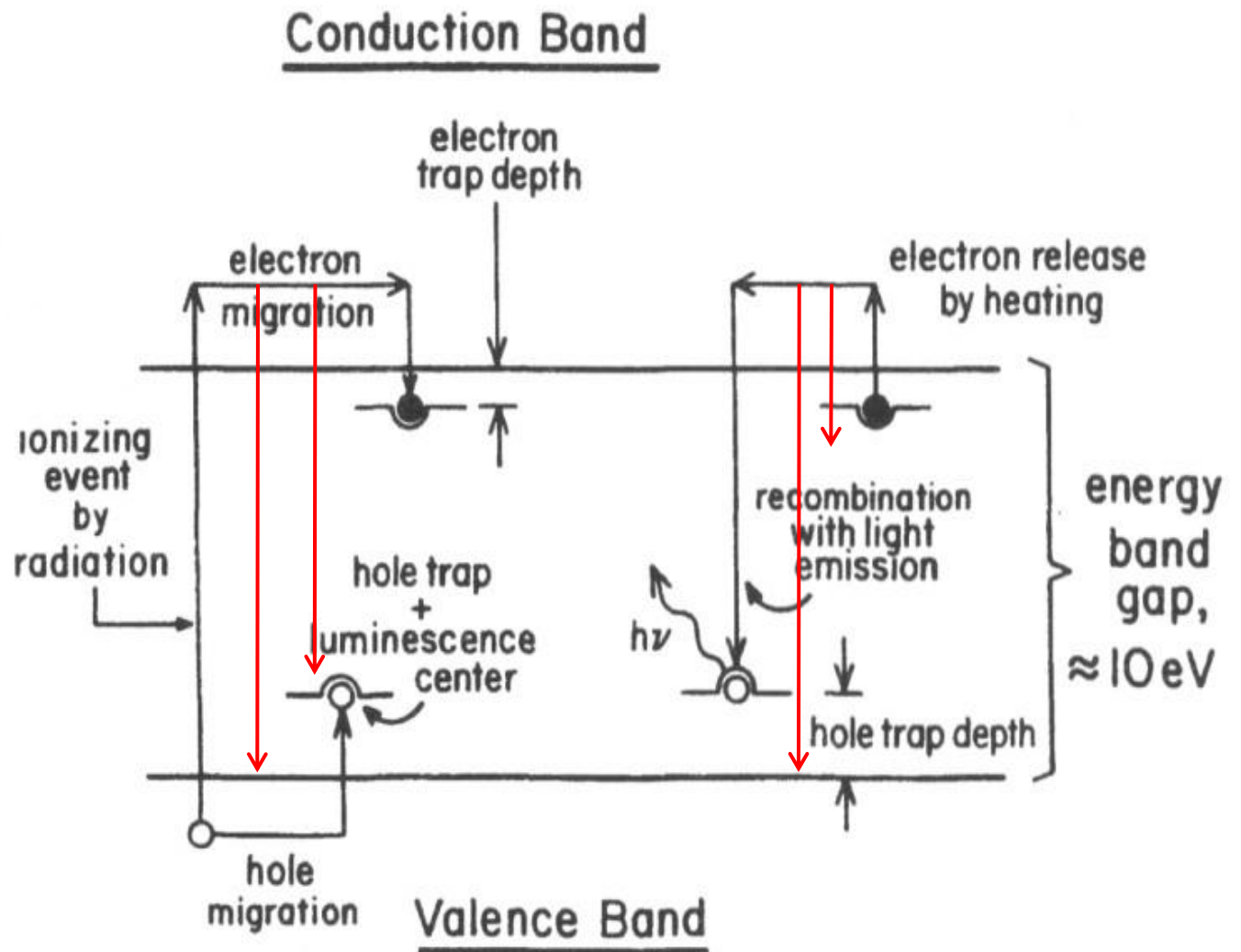
Γενικά χαρακτηριστικά δοσιμετρικών συστημάτων

- (1) Ευαισθησία: αρκετά υψηλή για μέτρηση χαμηλών ρυθμών δόσης. Αν είναι πολύ υψηλή θα προκληθεί κορεσμός σε αυξημένο ρυθμό δόσης
- (2) Επαρκές εύρος μετρούμενων δόσεων και (κατά προτίμηση) γραμμικότητα απόκρισης συναρτήσει δόσης
- (3) Ανεξαρτησία απόκρισης από παράγοντες όπως ρυθμός δόσης, T , P , διεύθυνση σε σχέση με το πεδίο ακτινοβολίας, αθροιστική δόση, κ.τ.λ.
- (4) Ανεξαρτησία απόκρισης από την ενέργεια ακτινοβολίας ή γνωστή σχέση
- (5) Σταθερότητα απόκρισης
- (6) Ακρίβεια / επαναληψιμότητα

Δοσιμετρία θερμοφωταύγειας (TLD)

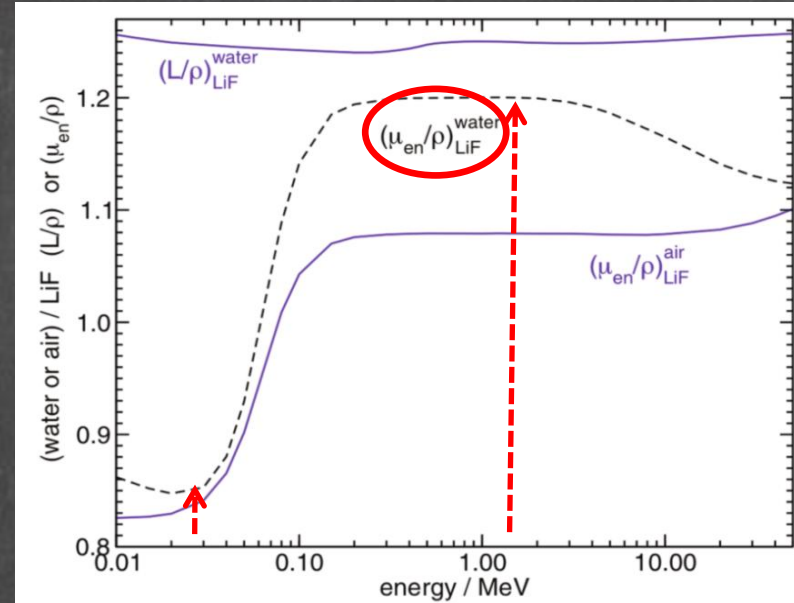


Δοσιμετρία θερμοφωταύγειας (TLD)

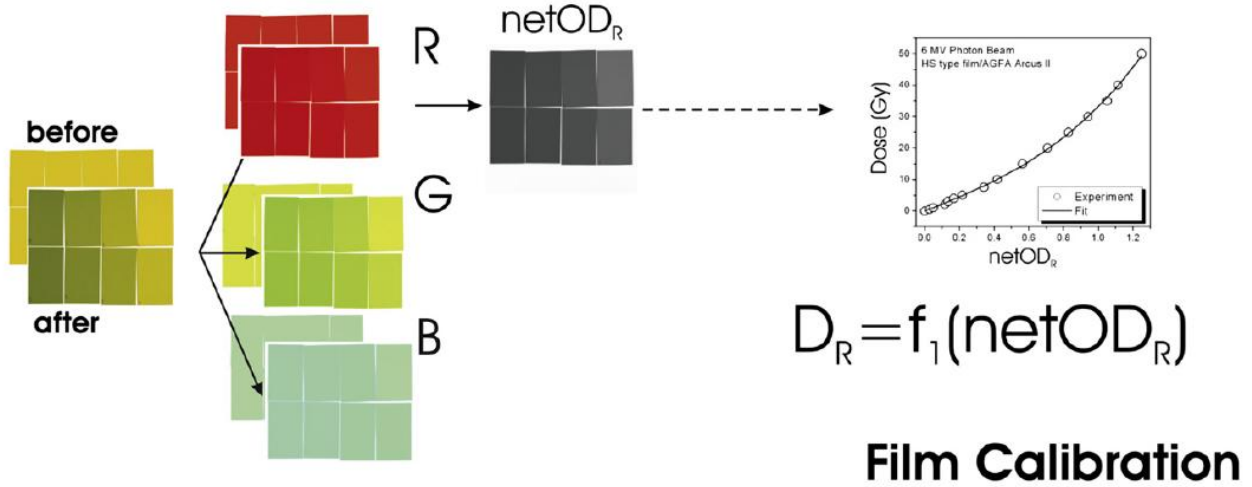


Δοσιμετρία θερμοφωταύγειας (TLD)

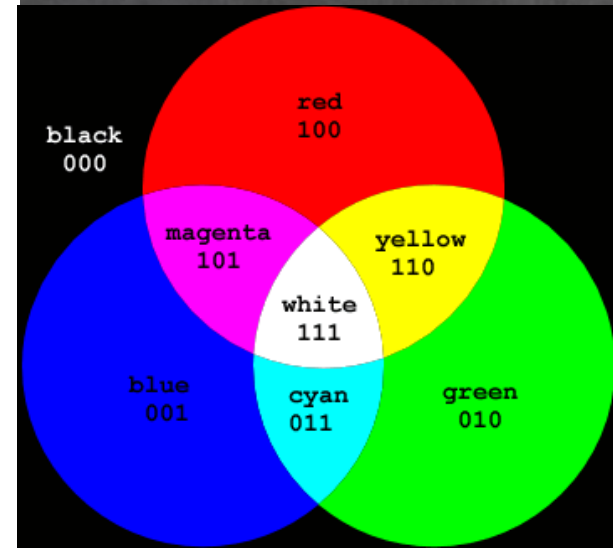
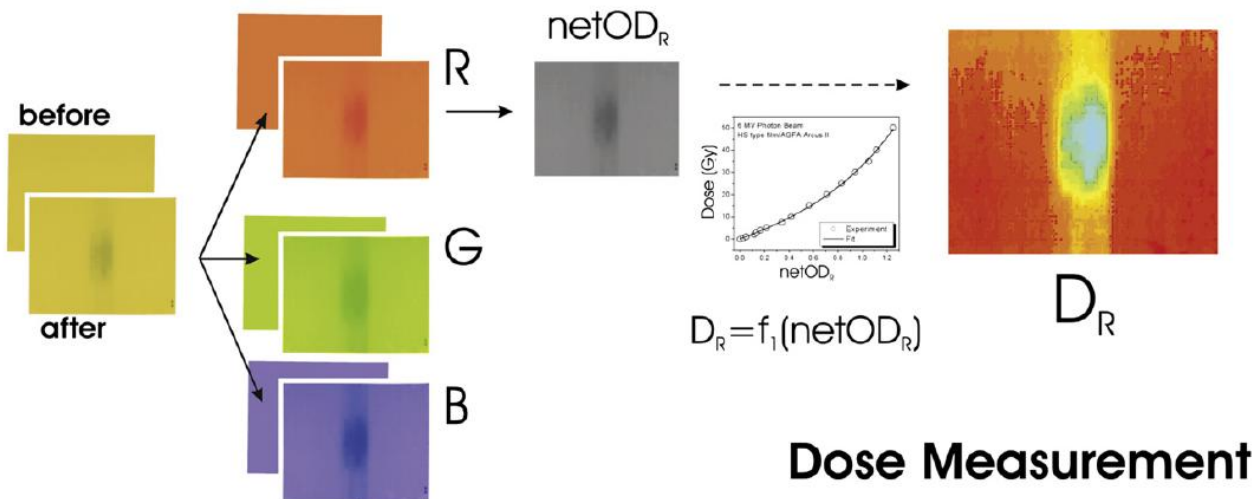
Material	Photoelectric Effect Z_{eff}	Compton Effect e^-/g	Density g/cm^3
Silicon (diodes) ^a	14	3×10^{23}	2.33
LiF (Mg,Ti) ^b	8.14	2.79×10^{23}	2.64
LiF (Mg,Ti,Na) ^b	8.14	2.79×10^{23}	2.64
Li ₂ B ₄ O ₇ :Mn ^b	7.4	2.92×10^{23}	2.30
Li ₂ B ₄ O ₇ :Cu ^c	7.4	2.92×10^{23}	2.30
CaSO ₄ :Mn ^b	15.3	3.02×10^{23}	2.61
CaSO ₄ :Dy ^b	15.3	3.03×10^{23}	2.61
CaF ₂ :Mn ^b	16.3	2.95×10^{23}	3.18
CaF ₂ :Dy ^b	16.3	2.95×10^{23}	3.18
Air ^d	7.64	3.03×10^{23}	1.293×10^{-3}
Water ^d	7.42	3.34×10^{23}	1.00
Fat ^d	5.92	3.48×10^{23}	0.91
Muscle ^d	7.42	3.36×10^{23}	1.04
Bone ^d	14	3×10^{23}	1.01–1.60



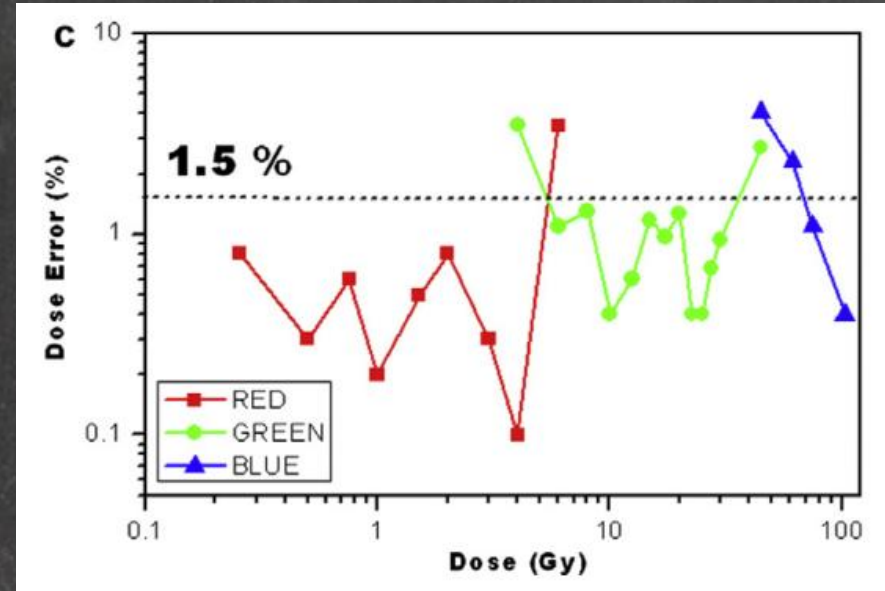
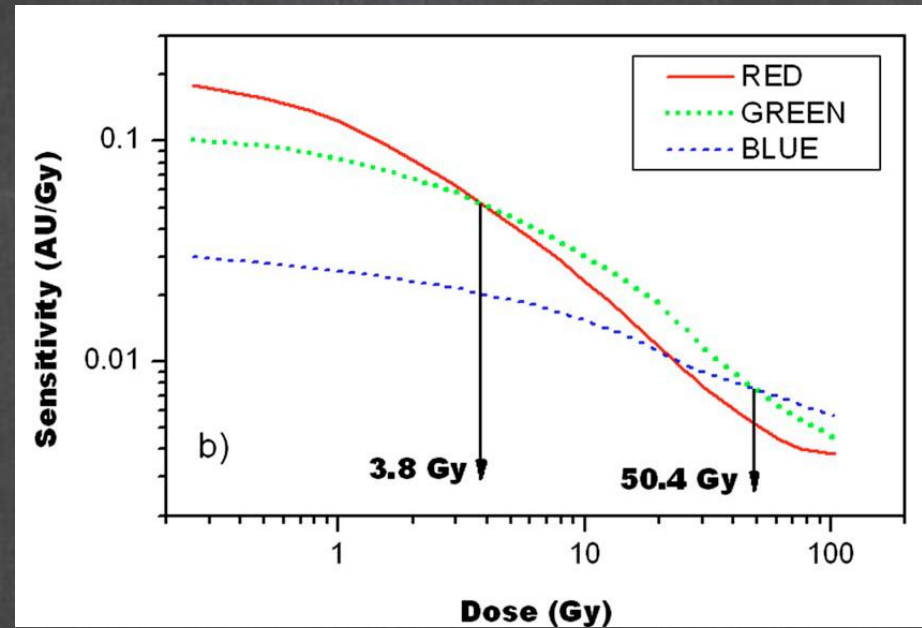
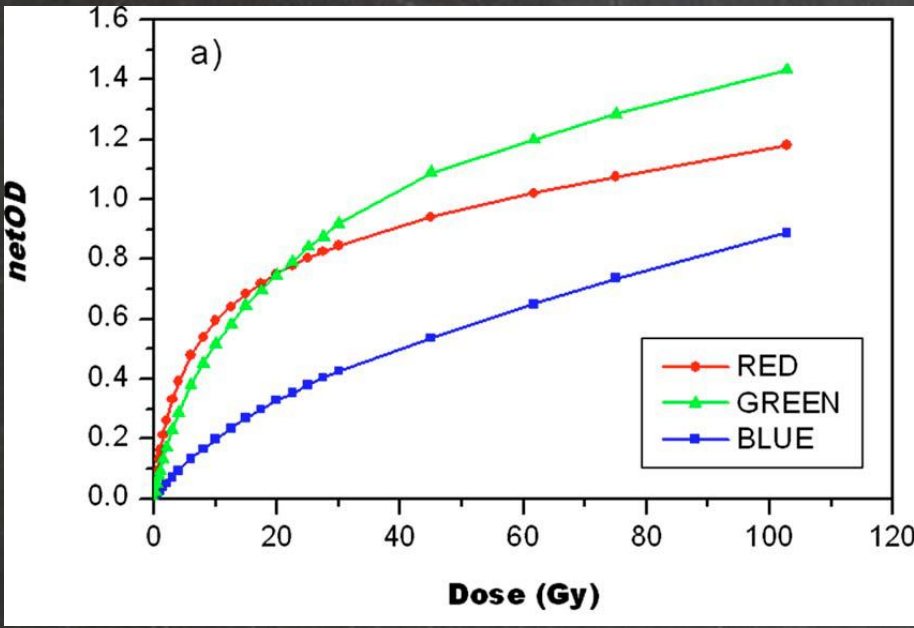
Δοσιμετρία με ραδιοχρωμικά φιλμ



Film Calibration

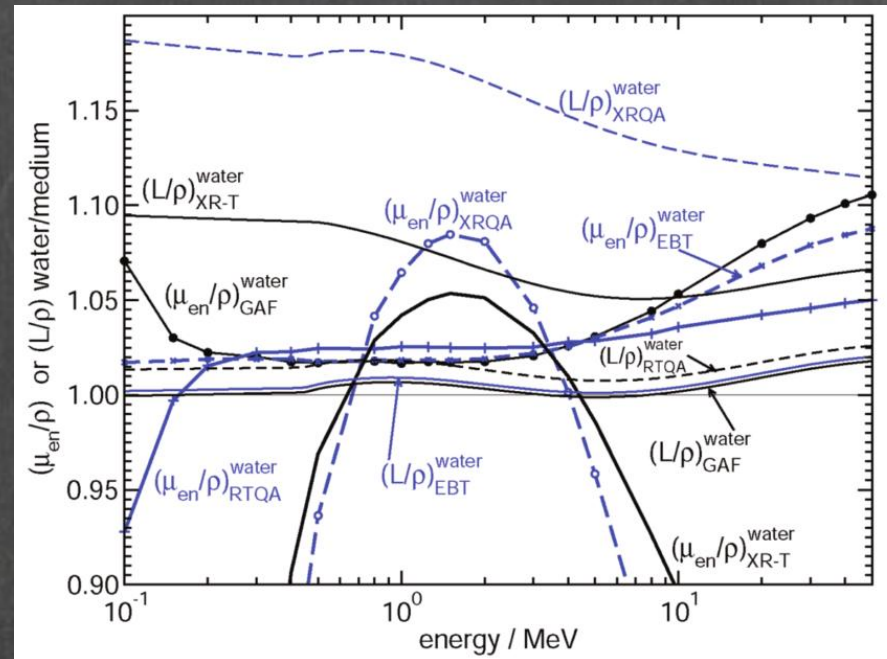


Δοσιμετρία με ραδιοχρωμικά φιλμ

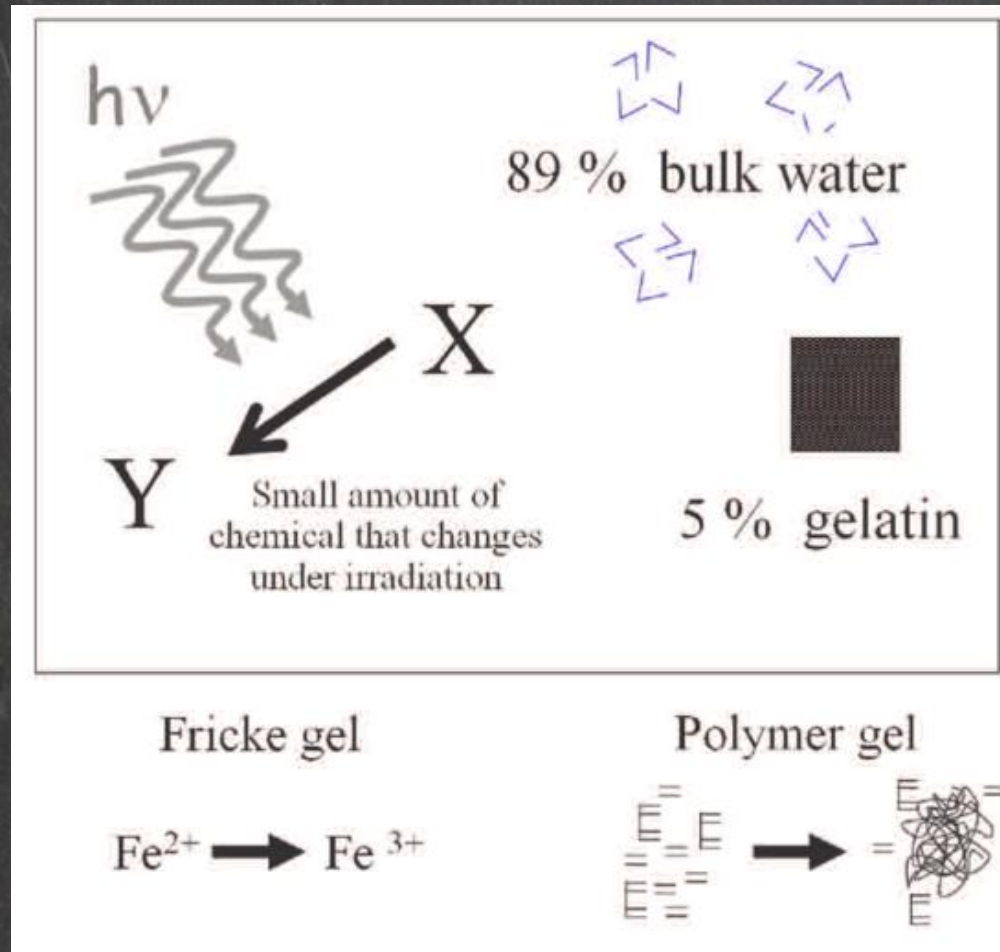


Δοσιμετρία με ραδιοχρωμικά φιλμ

Material	Density g/cm ³	Effective Z	Number of electrons per unit volume 10 ²⁷ /m ³	Elemental composition (percentage by mass)				
				H	C	N	O	Others
GAFCHROMIC emulsion	1.08	6.27	328	9.3	56.6	15.7	18.4	
GAFCHROMIC EBT emulsion	1.1	7.05	328	9.4	57.4	13.2	16.4	0.8 Li; 2.9 Cl
GAFCHROMIC XRQA emulsion	1.2	32.6	303	6.4	38.1	5.5	13.8	0.4 Li; 13.4 Br; 22.3 Cs
GAFCHROMIC RTQA emulsion ^a	~1.1	8.29	326	9.1	53.7	12.7	14.2	1.9 Li; 8.4 Cl
GAFCHROMIC XR-T emulsion ^b	~1.2	26.6	315	7.8	46.2	11.5	14.3	7.6 Br; 12.6 Cs
Surface layer ^c	~1.2	9.90	317	6.5	32.3	21.6	20.5	2.3 Li; 16.8 Cl
Transparent and yellow polyester ^d	1.35	6.64	313	4.2	62.5		33.3	
Adhesive ^d	~1.2	6.26	329	9.4	65.6		24.9	3.5 S; 15.1 Ba
Opaque white polyester ^d	~1.6	27.6	302	3.1	46.6		31.7	
Water ^c	1.00	7.42	334	11.2			88.8	



Χημική Δοσιμετρία



Χημική Δοσिमετρία

