



ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

eclass: MED808

Π. Παπαγιάννης

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

Γραφείο 21

210-746 2442

ppapagi@phys.uoa.gr

**Αλληλεπίδραση Ιοντίζουσας Ακτινοβολίας
φορτισμένων σωματιδίων - Ύλης**

Αλ/δραση Ιοντιζουσας Ακτινοβολιας φορτισμενων σωματιδιων-Υλης

Απώλεια ενέργειας λόγω
διεγέρσεων & ιονισμών

Μεγάλος αριθμός αλλ/σεων
με την κατανομή e^- του
υλικού, μικρής κατά μέσο
όρο απώλειας ενέργειας

Απώλεια ενέργειας λόγω
εκπομπής Η/Μ ακτινοβολίας

Μικρός αριθμός αλλ/σεων με
τους πυρήνες του υλικού
σημαντικής απώλειας
ενέργειας

Απώλεια ενέργειας φορτισμένων σωματιδίων λόγω διεγέρσεων & ιονισμών

$$\frac{dE}{dx} = 4\pi r_0^2 \rho \frac{ZN_A}{AB} \frac{z^2 mc^2}{\beta^2} \left[\ln \frac{2mc^2 \beta^2}{I(1-\beta^2)} - \dots \right]$$

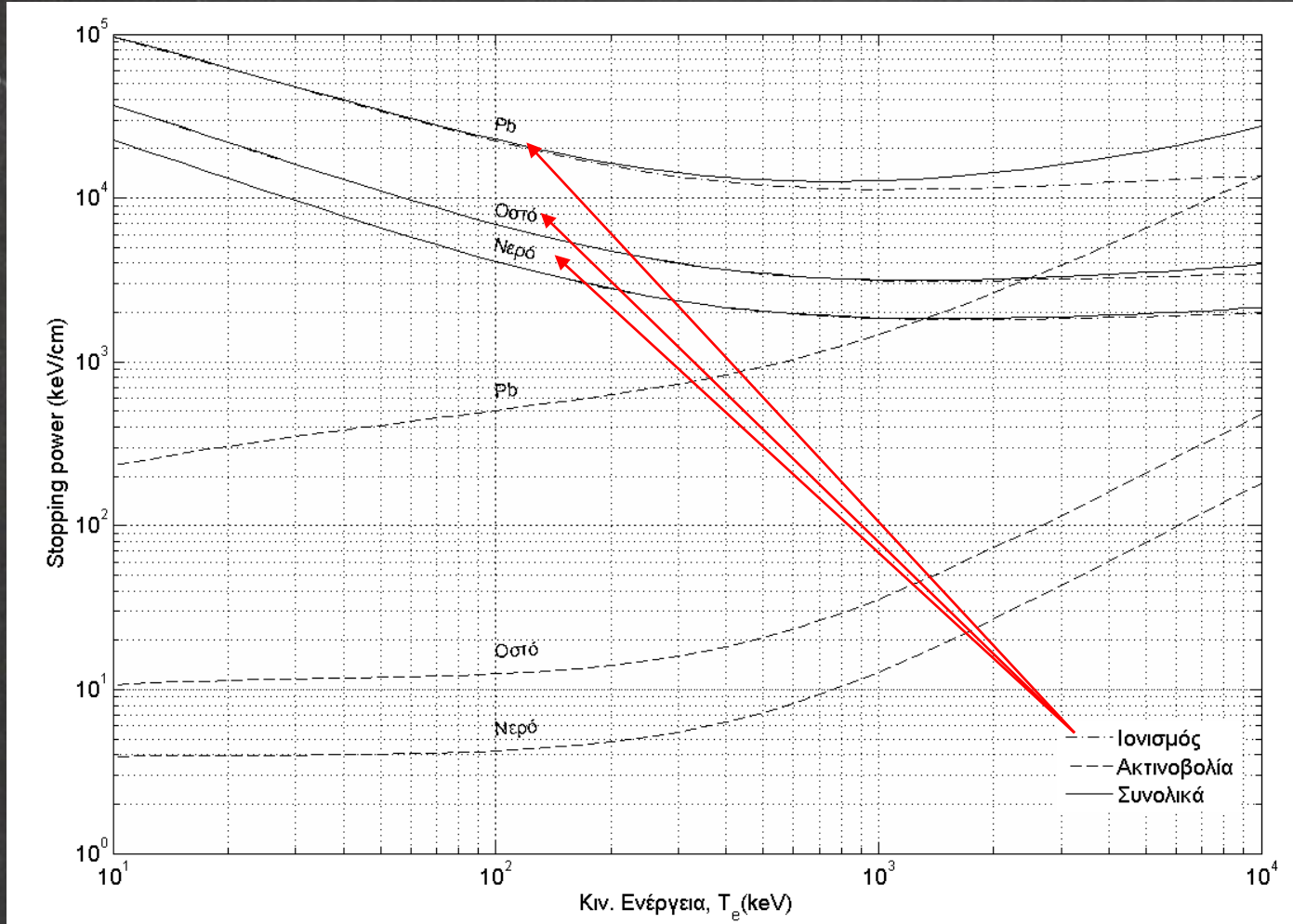
Απώλεια ενέργειας e⁻ λόγω διεγέρσεων & ιονισμών

$$\frac{dE}{dx} = 2\pi r_0^2 \rho \frac{ZN_A}{AB} \frac{mc^2}{\beta^2} \left[\ln \frac{E^2(E+2mc^2)}{2mc^2 I^2} - \dots \right]$$

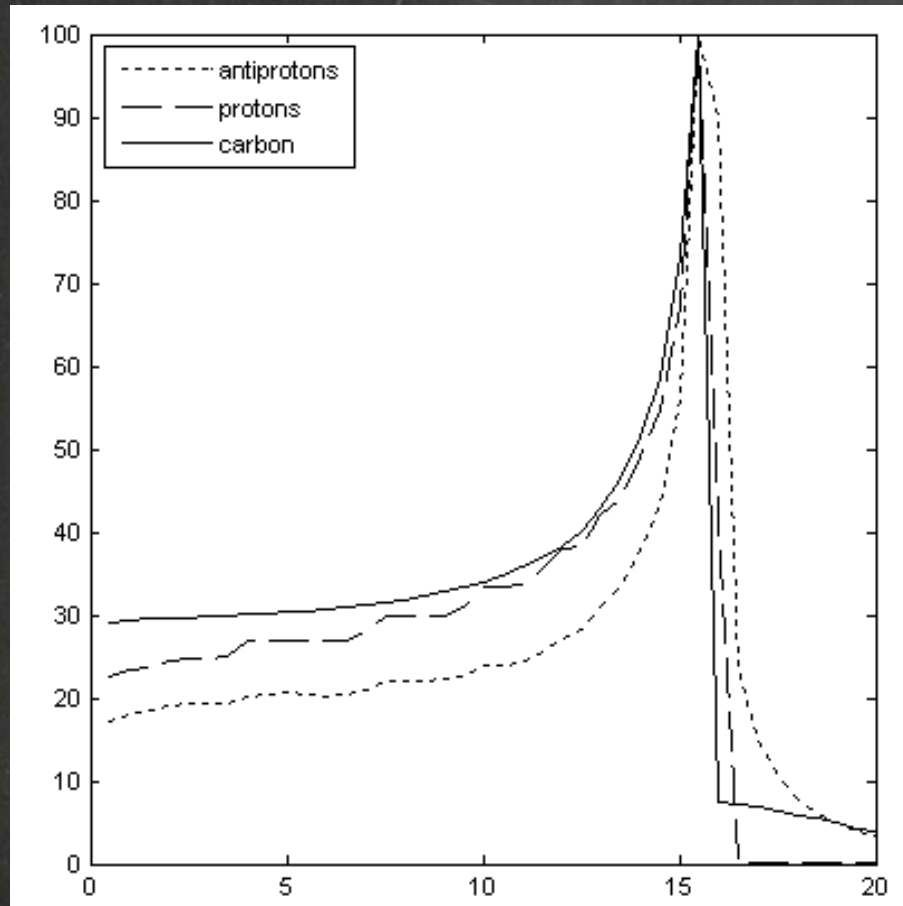
Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η απώλεια ενέργειας ανά μονάδα διαδρομής ή ανασχετική ισχύς ενός υλικού ???

$$\frac{dE}{dx} \propto \rho \frac{ZN_A}{AB} z^2 \frac{1}{E^2} \ln \frac{E}{I}$$

Απώλεια ενέργειας e⁻ λόγω διεγέρσεων & ιονισμών



Καμπύλη Bragg...

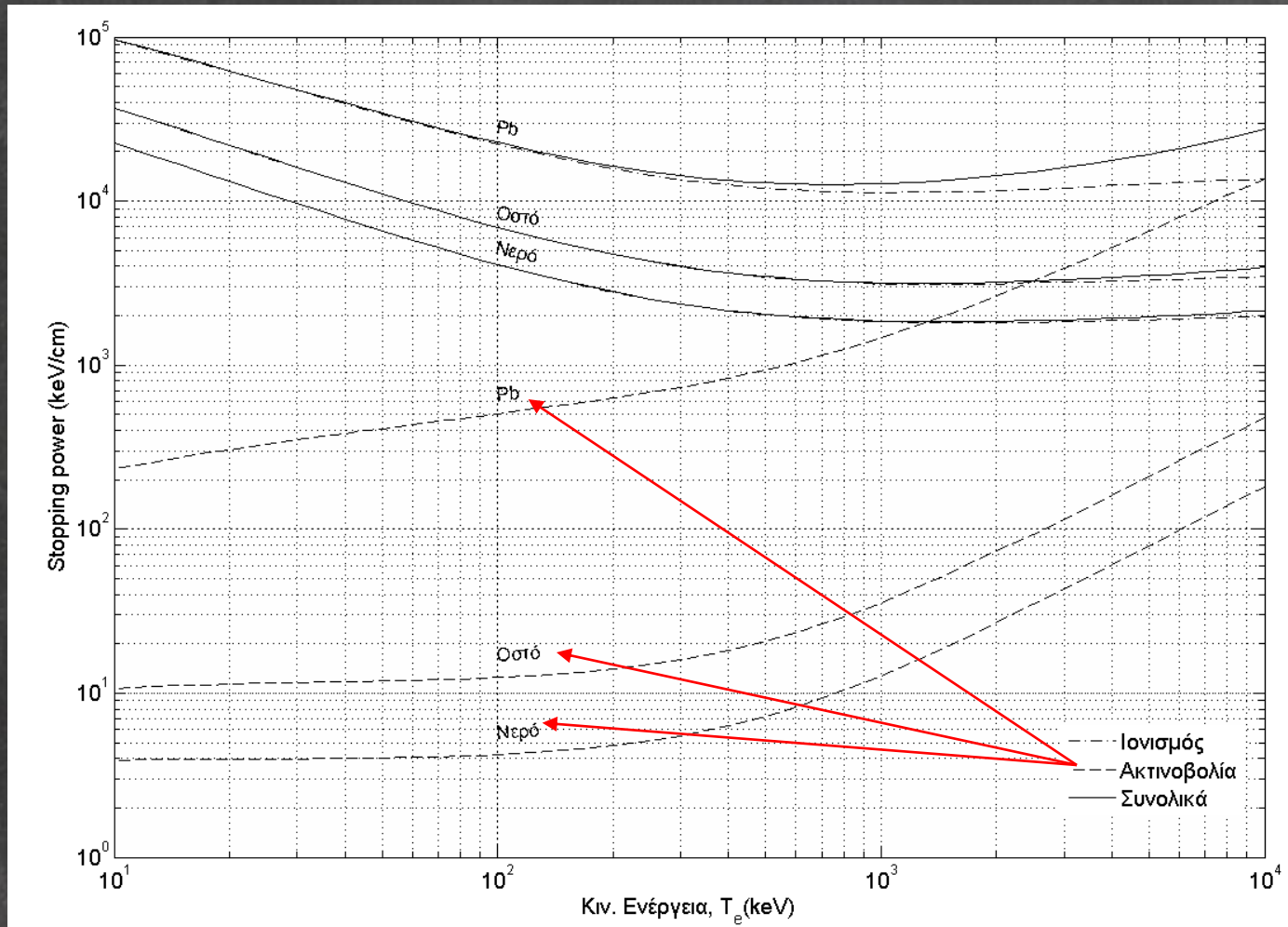


Το ποσοστό της ενέργειας που μεταφέρεται στο νερό κατά τη διέλευση διαφορετικών φορτισμένων σωματιδίων συναρτήσει του βάθους σε cm.

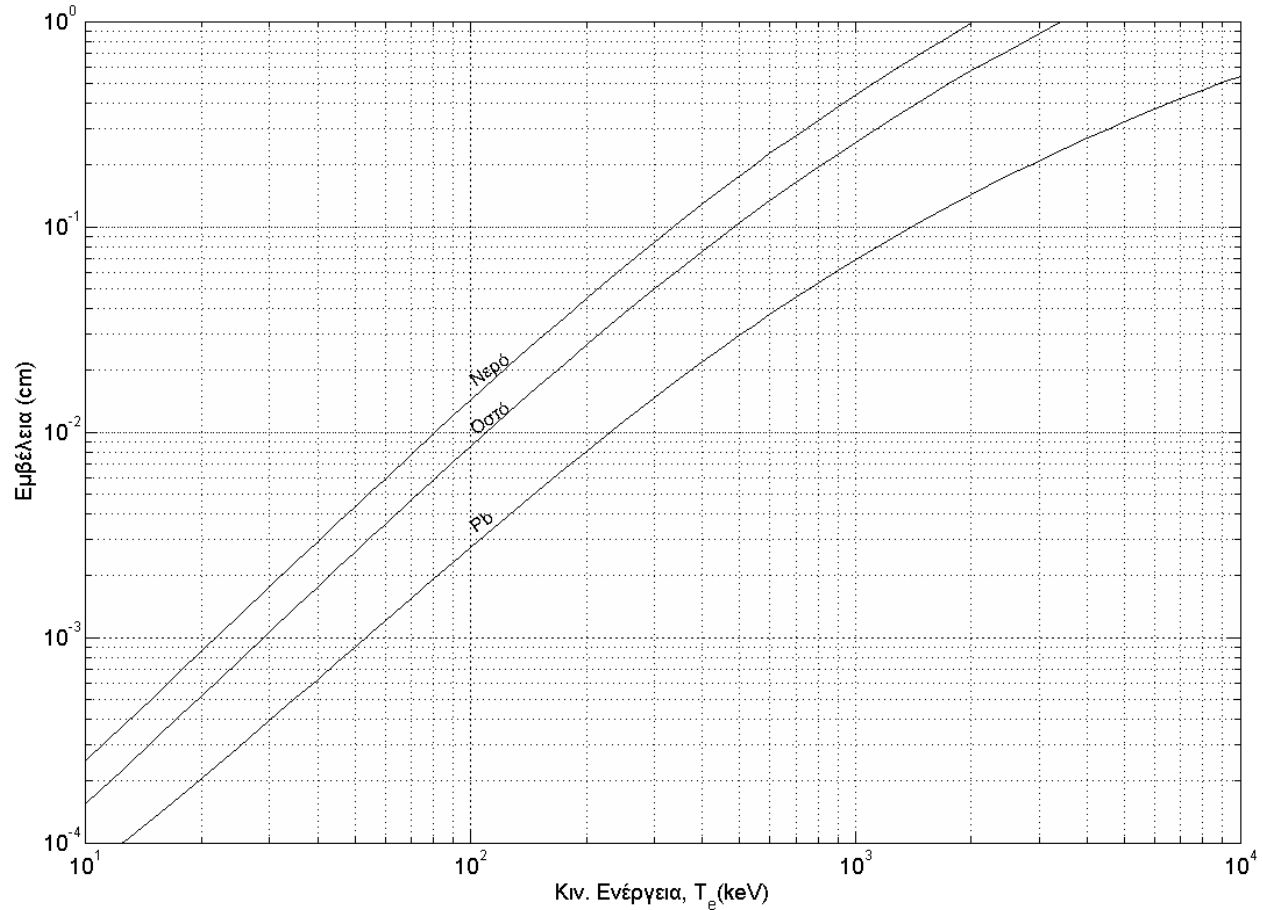
Απώλεια ενέργειας φορτισμένων σωματιδίων λόγω εκπομπής ακτινοβολίας

Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η απώλεια ενέργειας ανά μονάδα διαδρομής ή ανασχετική ισχύς ενός υλικού ???

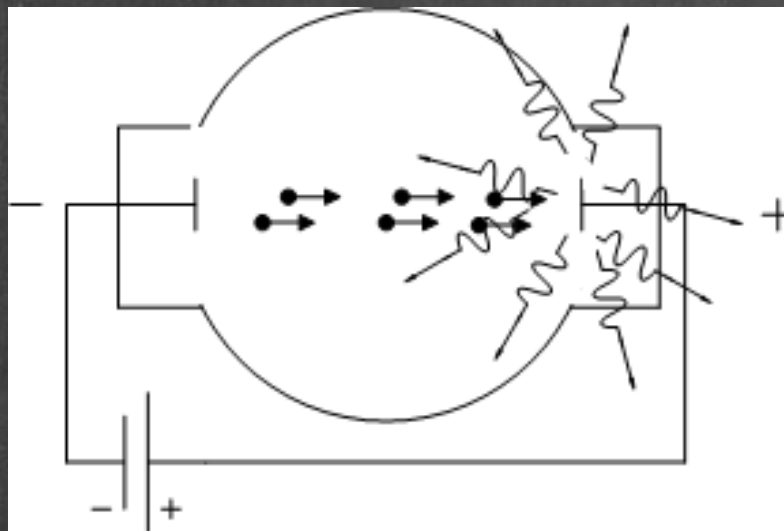
$$\frac{dE}{dx} \propto \rho \frac{N_A}{A_B}, \frac{Z^2}{m^2}, E$$



Εμβέλεια ηλεκτρονίων σε διάφορα υλικά



Λυχνία ακτίνων χ...

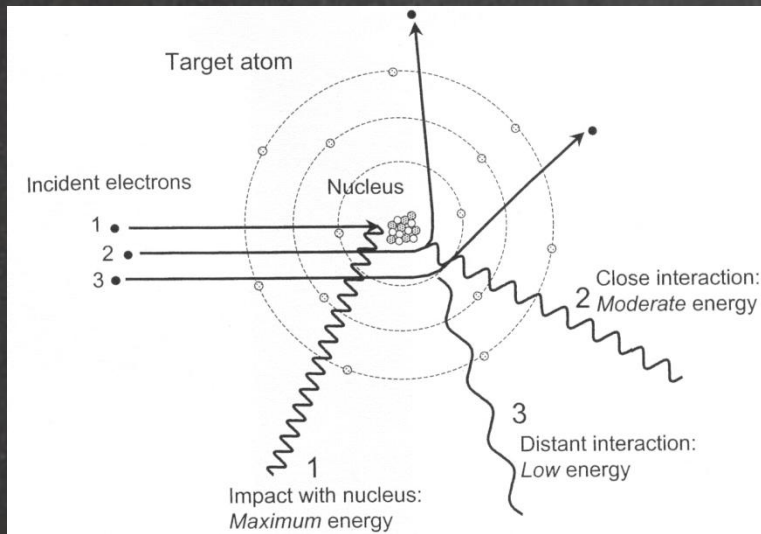


Λυχνία ακτίνων χ: φάσμα ακτίνων χ

ακτινοβολία πέδησης

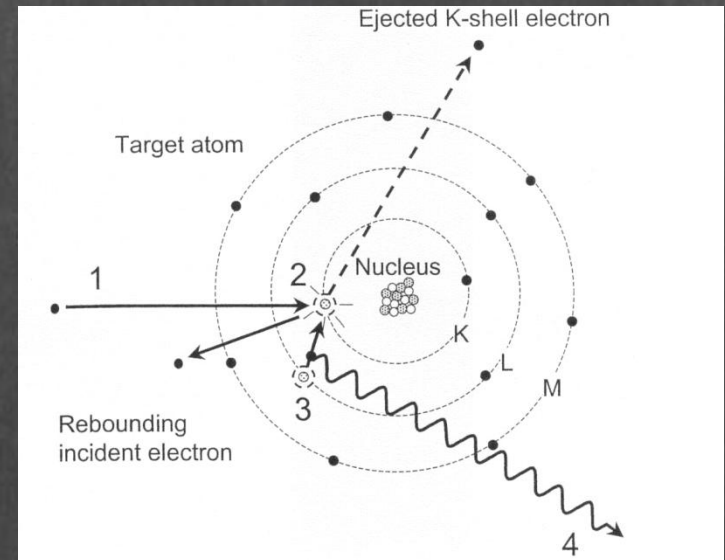
$$K_{e^-} = qV = E_{\phi \max} = hf_{\max} = hc/\lambda_{\min},$$

$$I(E) \sim (E_{\max} - E)$$



χαρακτηριστική ακτινοβολία

$$E_n - E_1 = 13.6 (Z-1)^2 (1 - 1/n^2)$$



Λυχνία ακτίνων x: φάσμα ακτίνων x

Ο ρυθμός παραγωγής ακτίνων-x
είναι:

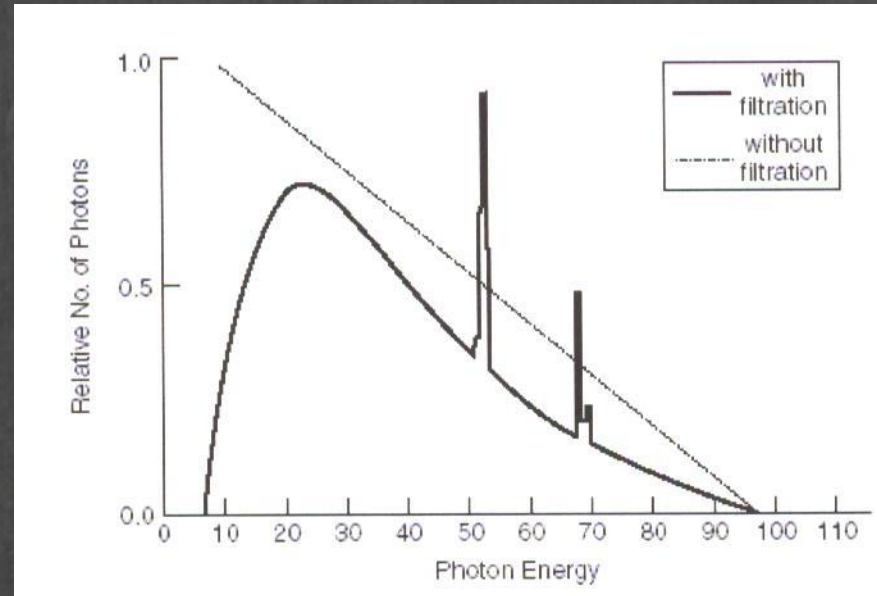
$$\sim I Z V^2$$

Η θεωρητική φασματική
κατανομή ακτινοβολίας πέδησης
είναι:

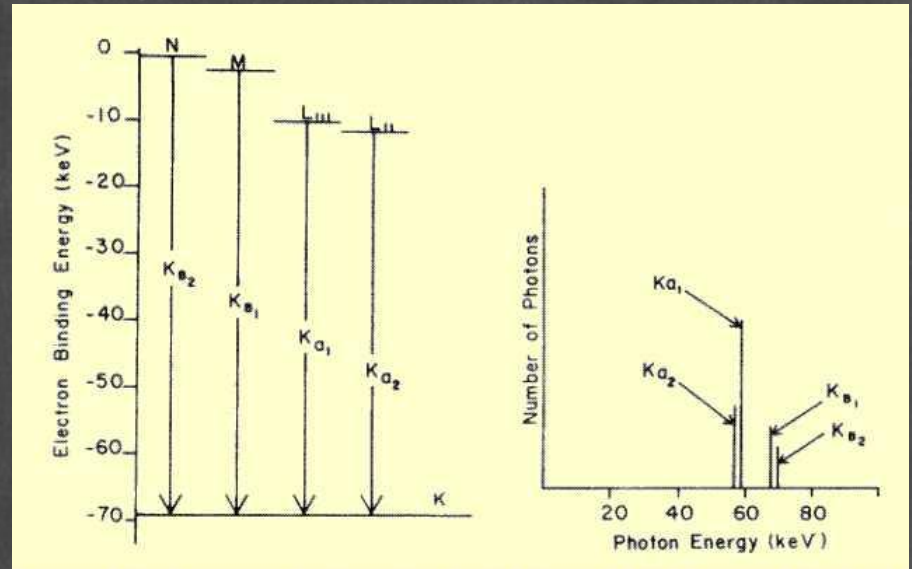
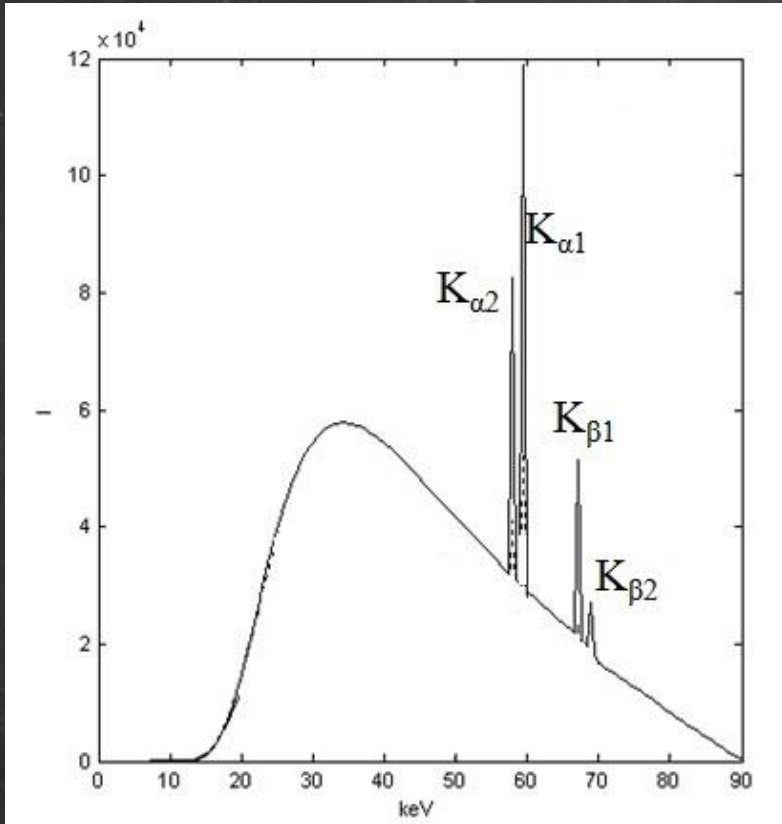
$$\sim IZ(E_{\max} - E)$$

Στην πράξη όμως:

- Εξασθένιση
- Χαρακτηριστική ακτινοβολία



Λυχνία ακτίνων x: φάσμα ακτίνων x



E_K του ^{74}W : 69.53 keV

| | | |
|------------------|---------------------------|-----------|
| $K_{\alpha 1}$: | $L_{III} \rightarrow K$: | 59.32 keV |
| $K_{\alpha 2}$: | $L_{II} \rightarrow K$: | 57.98 keV |
| $K_{\beta 1}$: | $M_{III} \rightarrow K$: | 67.24 keV |
| $K_{\beta 2}$: | $N_{III} \rightarrow K$: | 69.10 keV |

Παράγοντες που επηρεάζουν το φάσμα ακτίνων χ: υψηλή τάση

Επηρεάζει:

- τη μέγιστη ενέργεια
- τη μέση ενέργεια
- την ένταση ($I \sim kV_p^2$)
- την εμφάνιση ή μη χαρακτηριστικής ακτινοβολίας

E_K του ${}_{74}\text{W}$: 69.53 keV

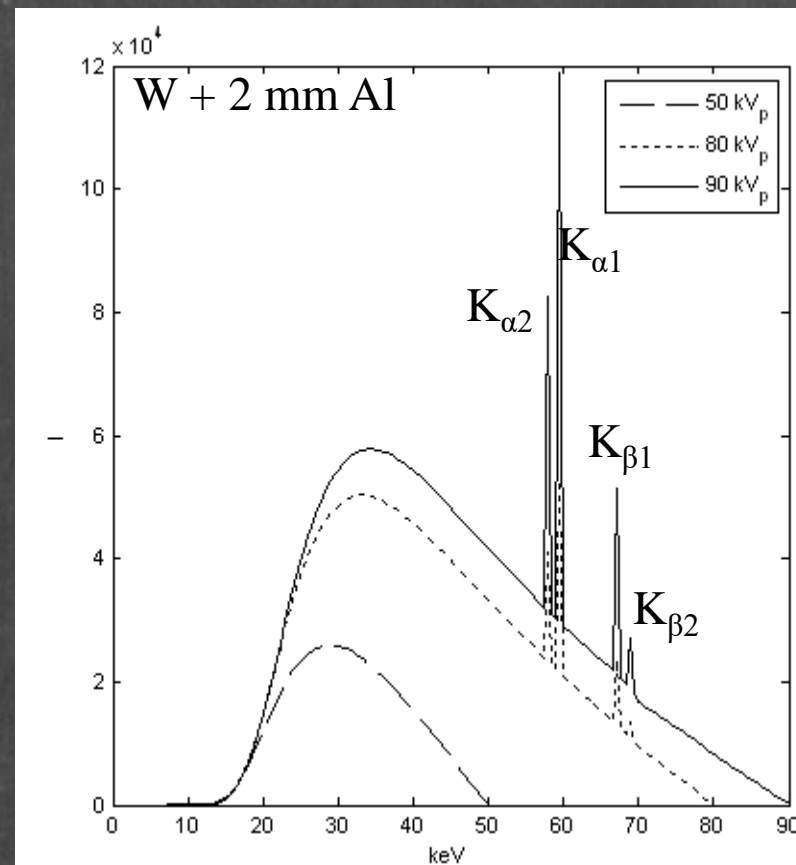
$K_{\alpha 1}$: $L_{III} \rightarrow K$: 59.32 keV

$K_{\alpha 2}$: $L_{II} \rightarrow K$: 57.98 keV

$K_{\beta 1}$: $M_{III} \rightarrow K$: 67.24 keV

$K_{\beta 2}$: $N_{III} \rightarrow K$: 69.10 keV

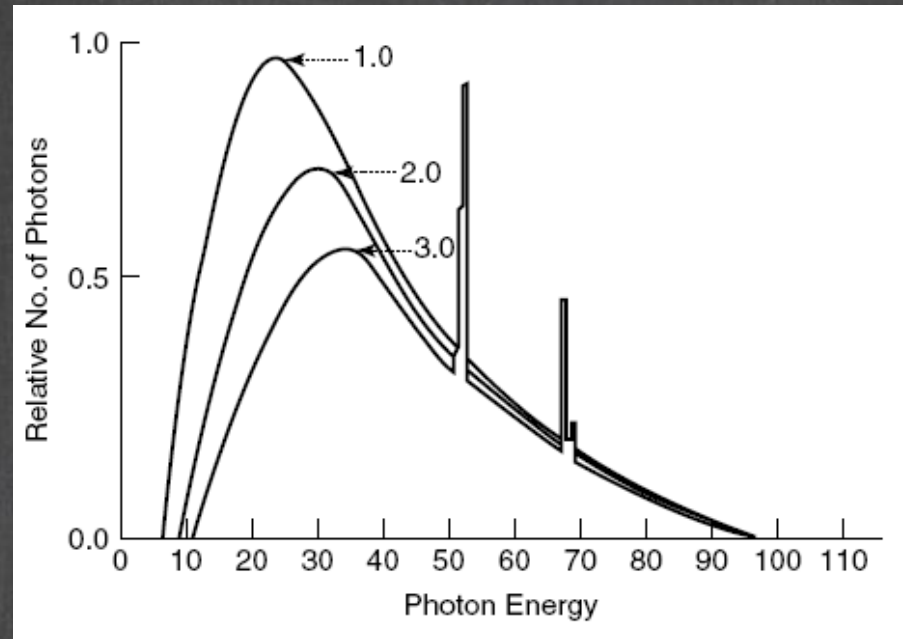
E_K του ${}_{13}\text{Al}$: 1.56 keV



φάσμα ακτίνων x: πρόσθετο φίλτρο

Επηρεάζει:

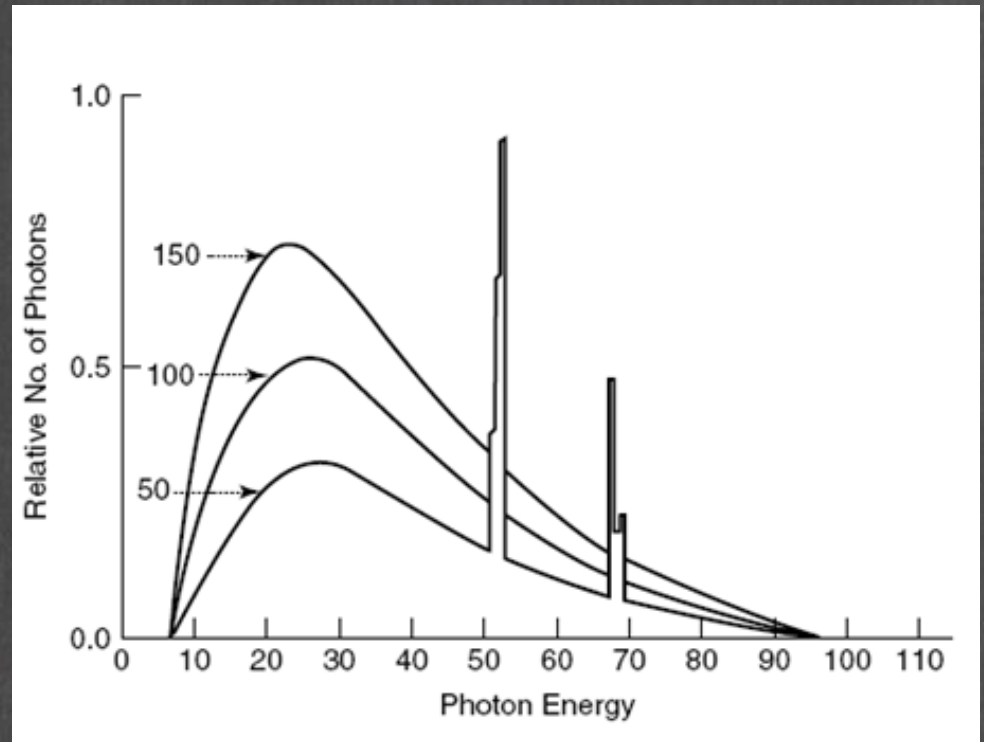
- τη μέση ενέργεια
- την ένταση



φάσμα ακτίνων x: ρεύμα λυχνίας / χρόνος έκθεσης

Επηρεάζουν:

- την ένταση ($N \sim \text{mAs}$, $I \sim \text{mA}$)



φάσμα ακτίνων χ: υλικό ανόδου

Επηρεάζει:

- την ένταση ($I \sim Z$)
- την ενέργεια χαρακτηριστικής ακτινοβολίας

E_K του $_{42}\text{Mo}$: 20.00 keV

$K\alpha_1$: $L_{III} \rightarrow K$: 17.48 keV

$K\alpha_2$: $L_{II} \rightarrow K$: 17.37 keV

$K\beta_1$: $M_{III} \rightarrow K$: 19.61 keV

$K\beta_2$: $N_{III} \rightarrow K$: 19.96 keV

E_K του $_{74}\text{W}$: 69.53 keV

$K\alpha_1$: $L_{III} \rightarrow K$: 59.32 keV

$K\alpha_2$: $L_{II} \rightarrow K$: 57.98 keV

$K\beta_1$: $M_{III} \rightarrow K$: 67.24 keV

$K\beta_2$: $N_{III} \rightarrow K$: 69.10 keV

