



ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

eclass: MED1114

Π. Παπαγιάννης

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

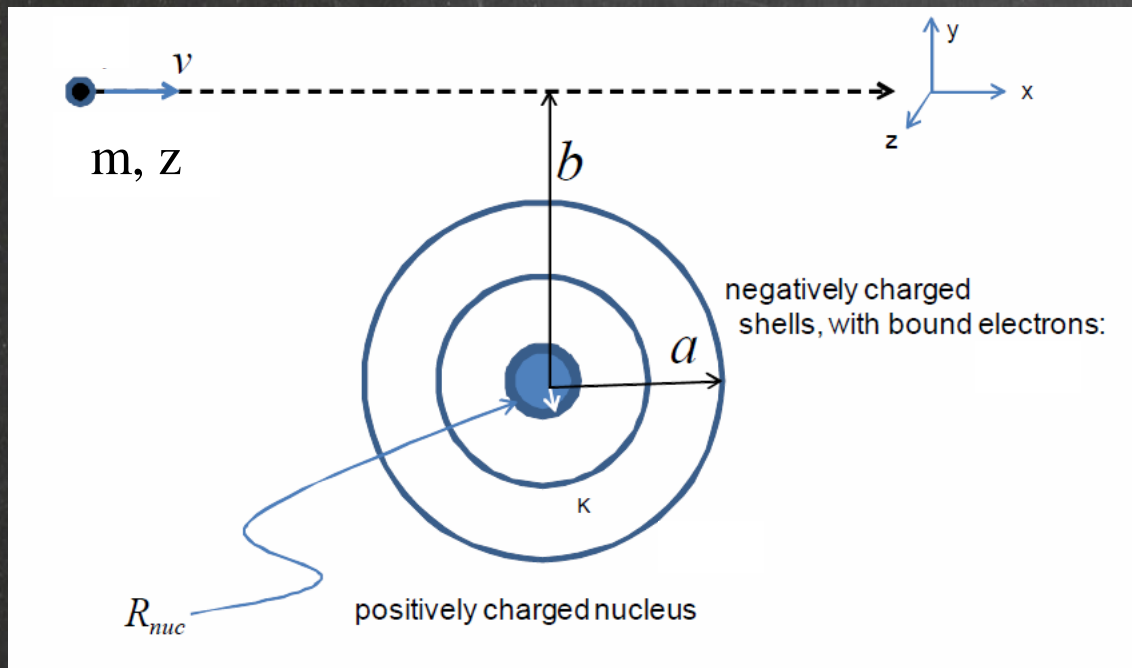
Γραφείο 21

210-746 2442

ppapagi@med.uoa.gr

**Αλληλεπίδραση Ιοντίζουσας Ακτινοβολίας
φορτισμένων σωματιδίων - Ύλης**

Αλ/δραση Ιοντίζουσας Ακτινοβολίας φορτισμένων σωματιδίων-Υλης



$b \gg a$: soft collisions

Διεγέρσεις, ιονισμοί

$b \sim a$: hard collisions

Διεγέρσεις, ιονισμοί με
πιθανή μεγάλη
μεταφορά E

$b \sim R_{nuc}$: elastic collisions +
bremsstrahlung

Εκπομπή Η/Μ ακτινοβολίας

$b < R_{nuc}$: nuclear reactions

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

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

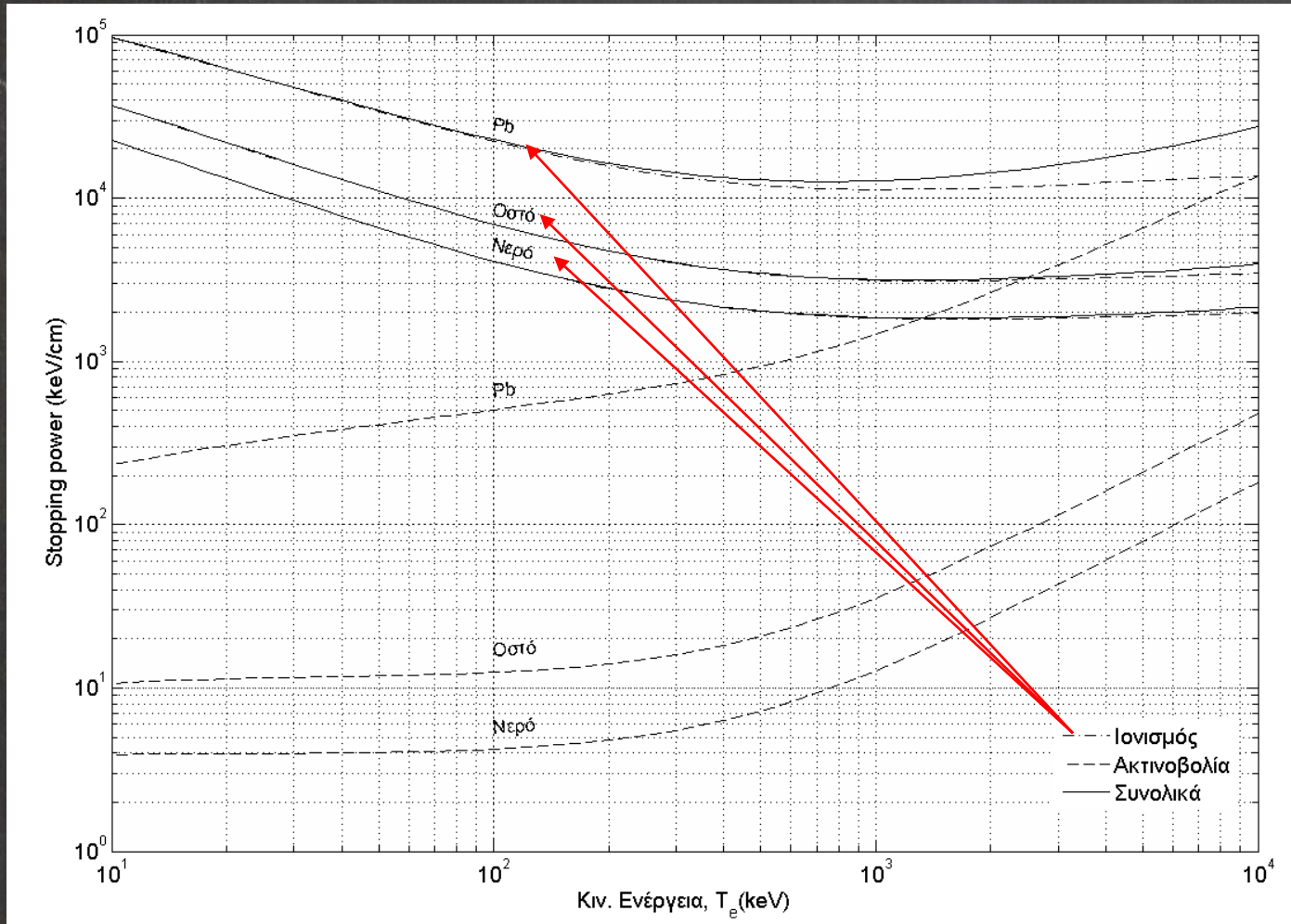
Απώλεια ενέργειας e⁻ λόγω διεγέρσεων & ιονισμών

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

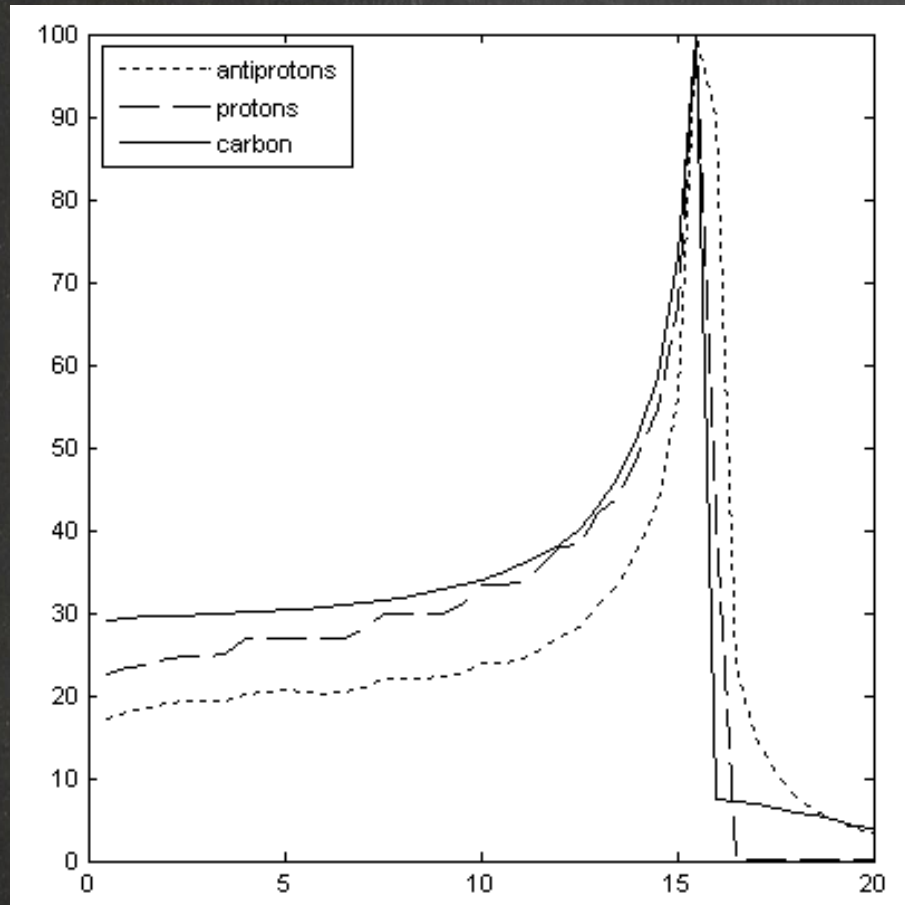
Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η απώλεια ενέργειας ανά μονάδα διαδρομής ή ανασχετική ισχύς ενός υλικού ???

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

Απώλεια ενέργειας e⁻ λόγω διεγέρσεων & ιονισμών



Καμπύλη Bragg για **βαρέα** φορτ. σωμάτια...

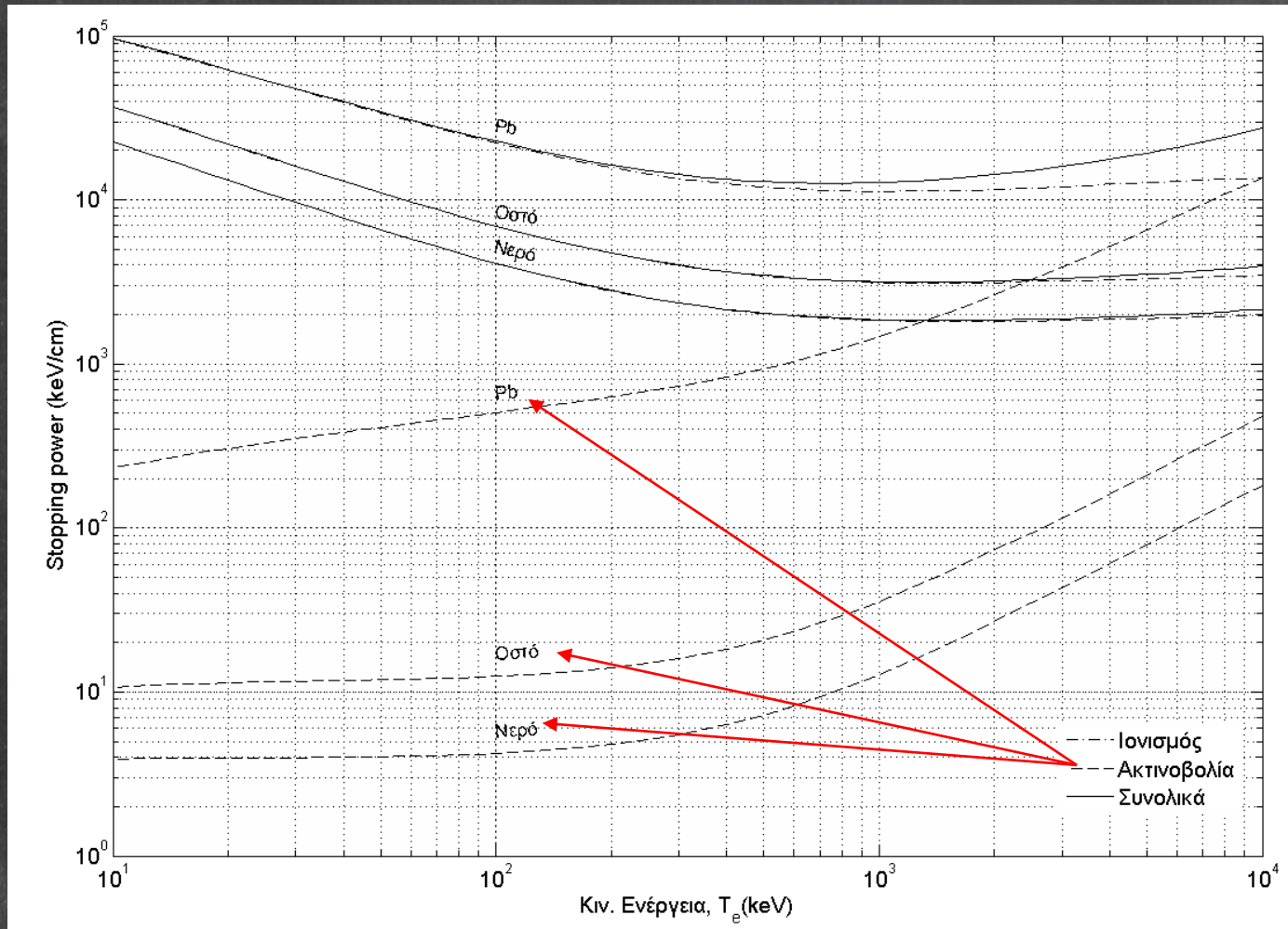


Το ποσοστό της ενέργειας που μεταφέρεται στο νερό κατά τη διέλευση διαφορετικών φορτισμένων σωματιδίων συναρτήσει του βάθους σε cm.

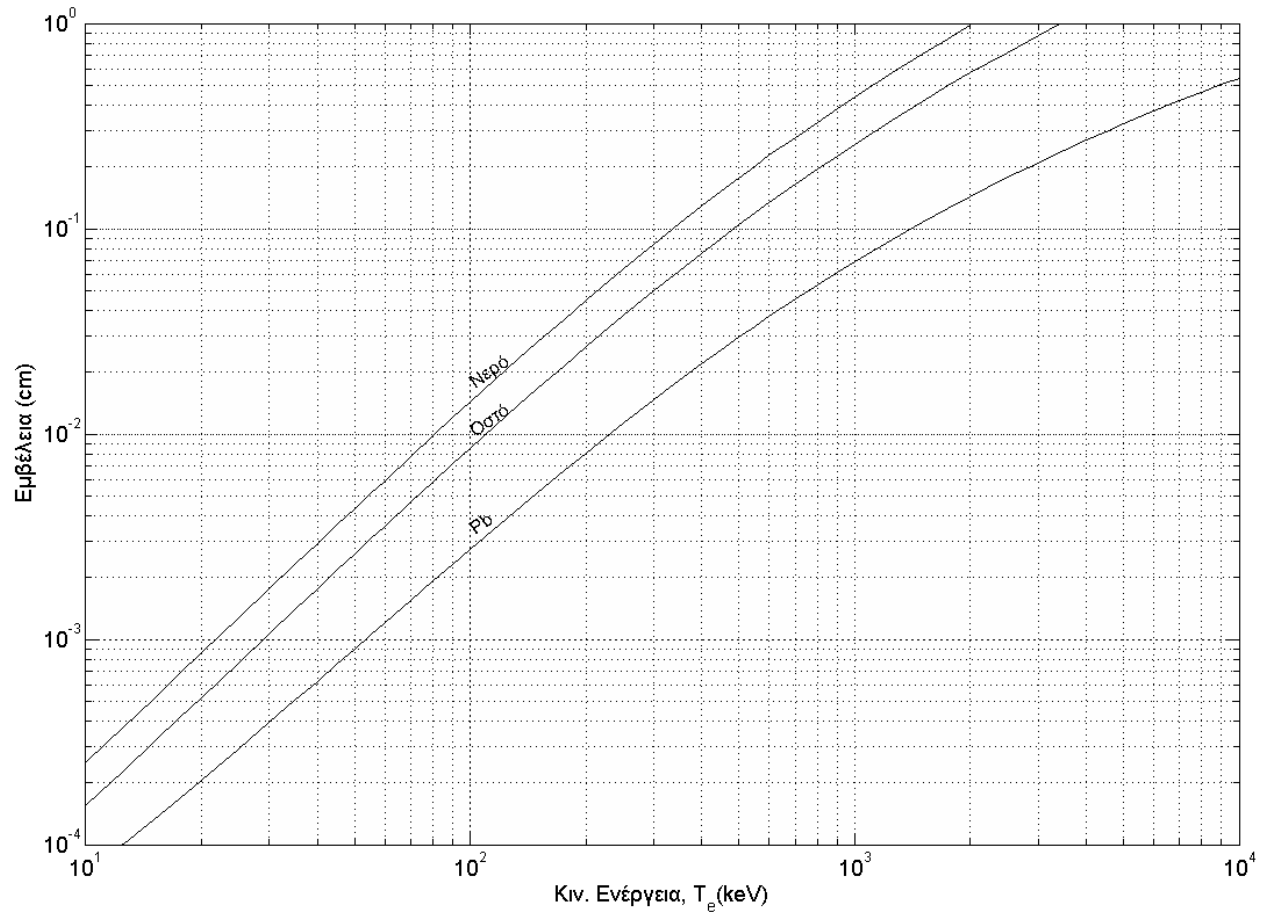
Απώλεια ενέργειας φορτισμένων σωματιδίων λόγω εκπομπής ακτινοβολίας

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

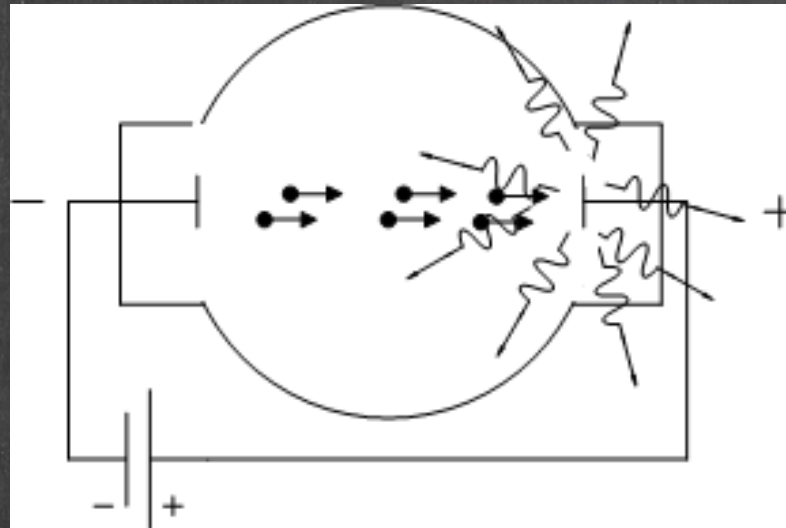
$$\frac{dE}{dx} \propto \rho \frac{N_A}{AB}, \frac{Z^2}{m^2}, E$$



Εμβέλεια ηλεκτρονίων σε διάφορα υλικά



Λυχνία ακτίνων χ...

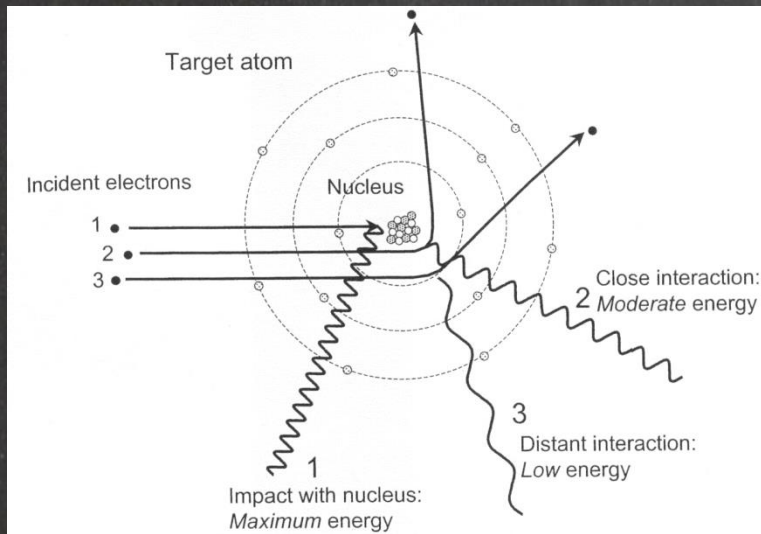


Λυχνία ακτίνων x: φάσμα ακτίνων x

ακτινοβολία πέδησης

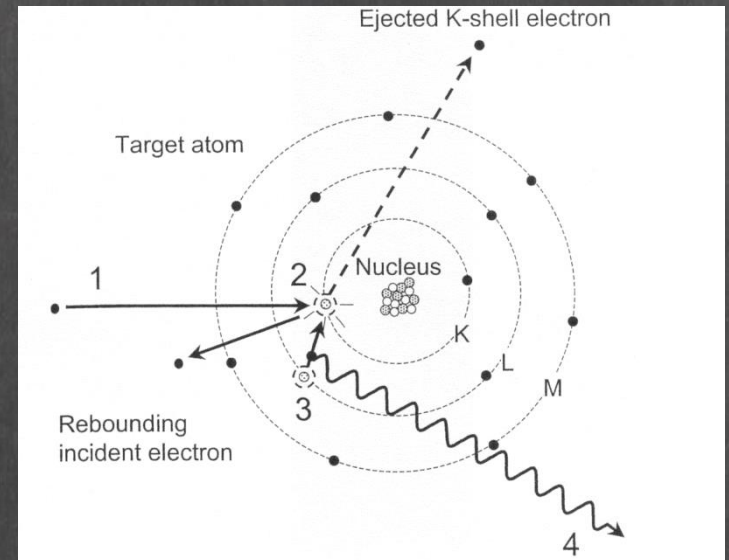
$$K_{e^-} = qV = E_{\phi \max} = hf_{\max} = hc/\lambda_{\min},$$

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



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:

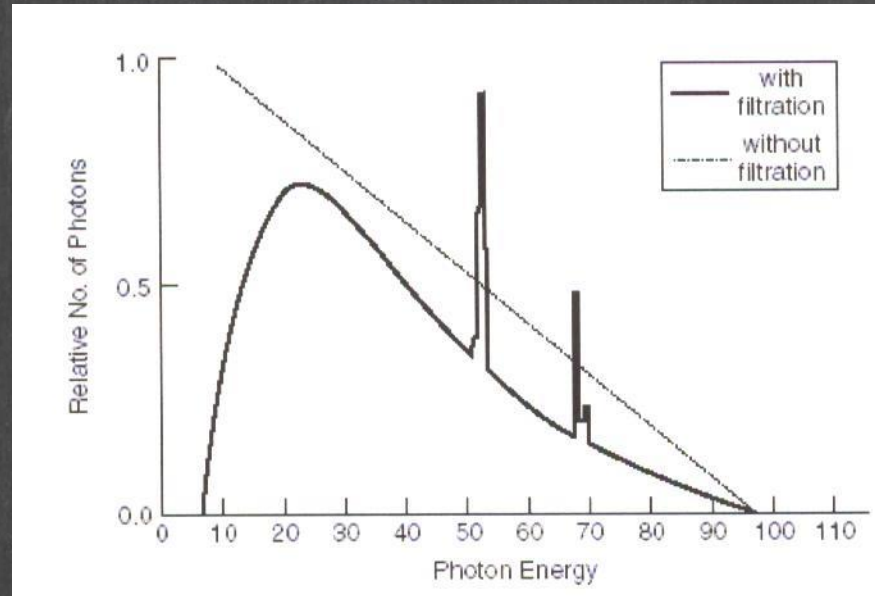
$$\sim I Z V^2$$

Η θεωρητική φασματική
κατανομή ακτινοβολίας πέδησης
είναι:

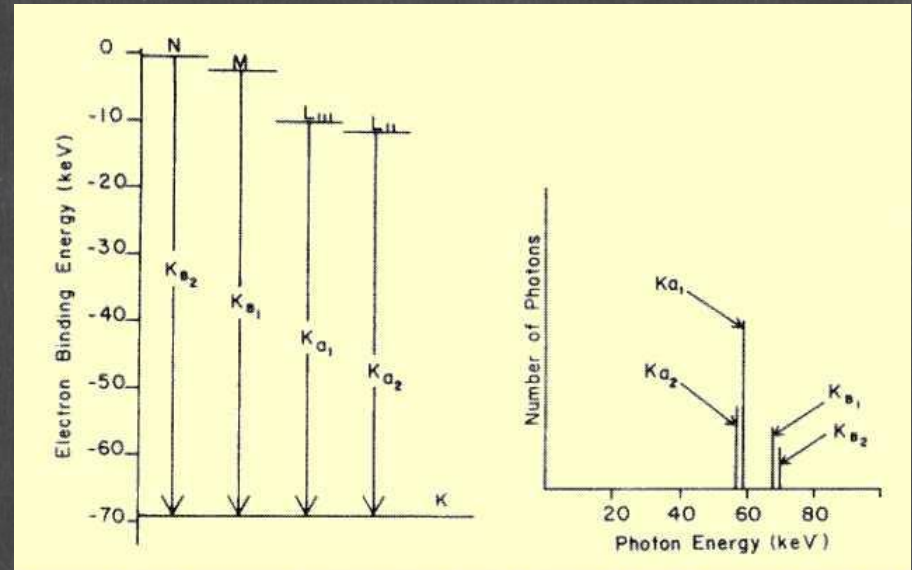
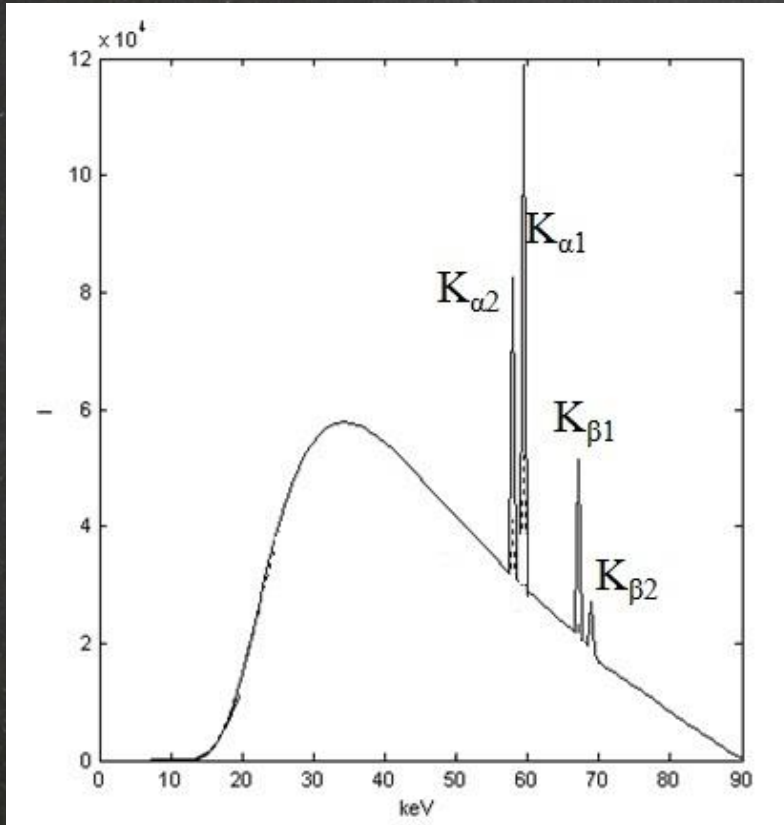
$$\sim IZ(E_{\max} - E)$$

Στην πράξη όμως:

- Εξασθένιση
- Χαρακτηριστική ακτινοβολία



Λυχνία ακτίνων x: φάσμα ακτίνων x



E_K του ${}_{74}\text{W}$: 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

Παράγοντες που επηρεάζουν το φάσμα ακτίνων x: 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

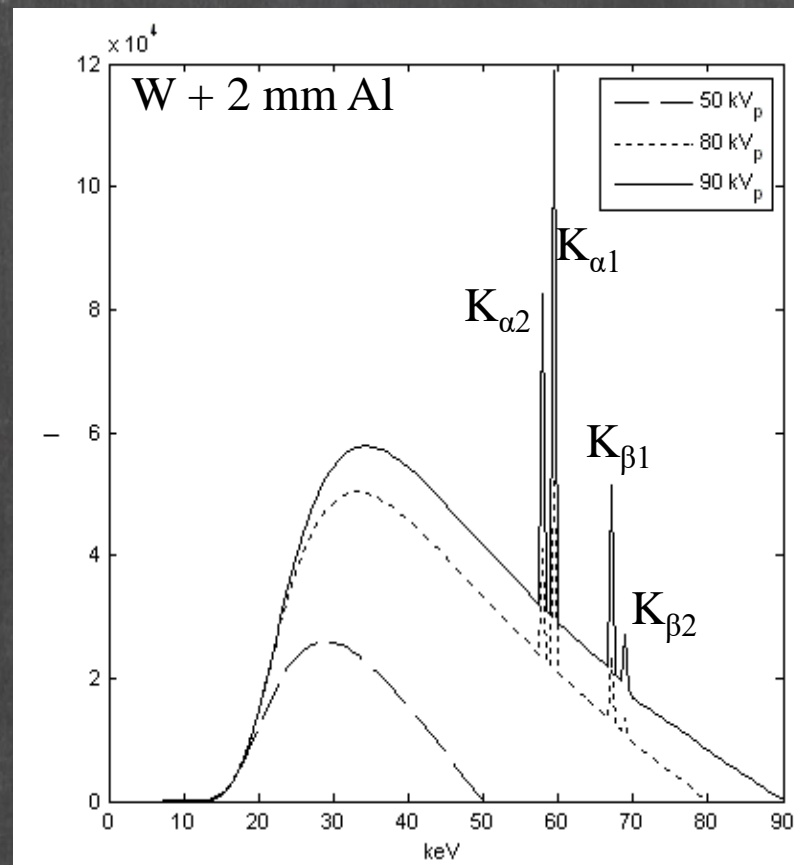
$K_{\alpha 1}$: $L_{III} \rightarrow K$: 59.32 keV

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

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

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

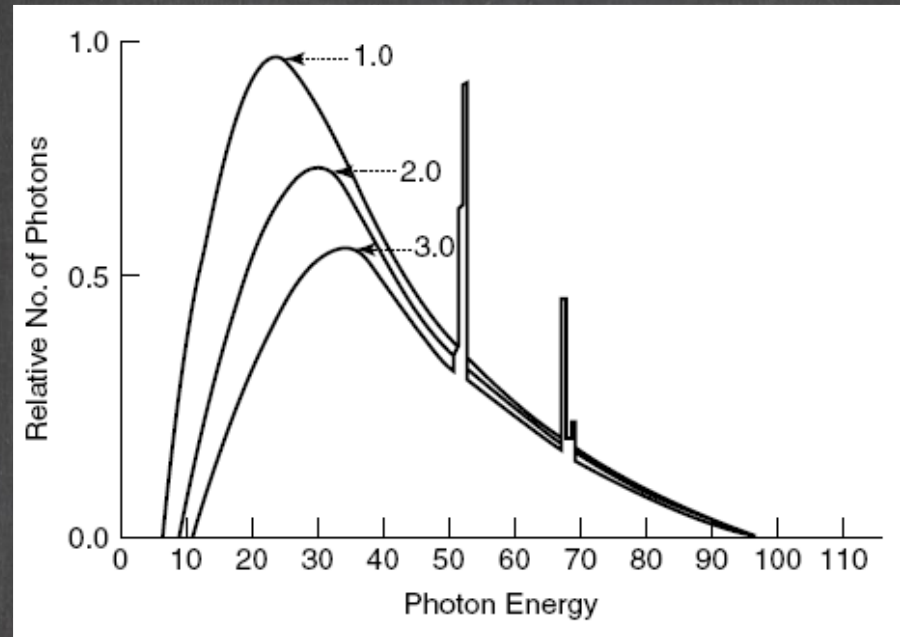
E_K του ${}_{13}\text{Al}$: 1.56 keV



φάσμα ακτίνων x: πρόσθετο φίλτρο

Επηρεάζει:

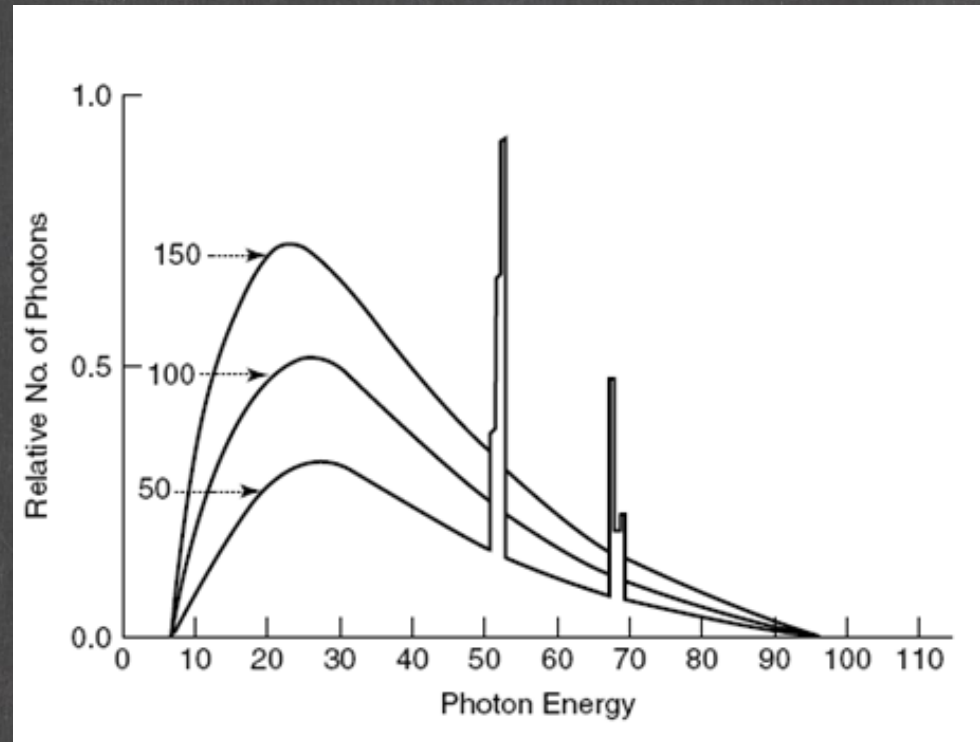
- τη μέση ενέργεια
- την ένταση



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

