

Αλληλεπίδραση ακτινοβολίας – ύλης

Γεώργιος Χ. Καγκάδης

<https://3dmi.upatras.gr>

Email: gkagad@gmail.com

Τηλ.: 2613 – 603861

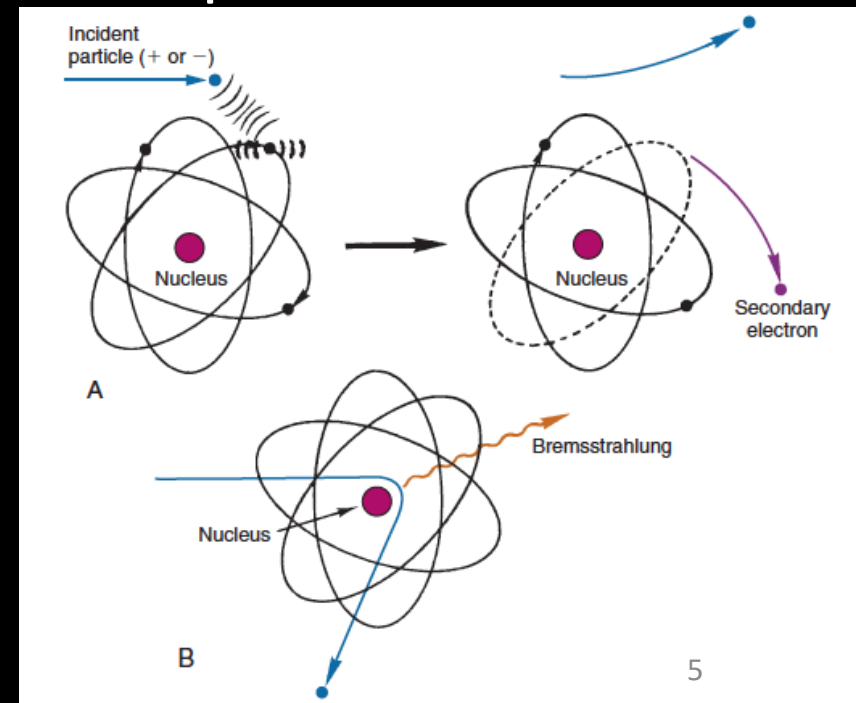
- Κατά τη διάρκεια της ραδιενεργού φθοράς οι βασικότεροι τρόποι εκπομπής ακτινοβολίας είναι:
 - Φορτισμένα σωματίδια, π.χ. α και β , και
 - Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, π.χ. ακτίνες γ και x
- Στη συνέχεια αυτή η ακτινοβολία μεταφέρει την ενέργειά της ή μέρος αυτής στην ύλη (ανθρώπινο σώμα) κατά το πέρασμά της μέσα από αυτή.
- Οι βασικότεροι μηχανισμοί μεταφοράς ενέργειας είναι ο ιοντισμός και η διέγερση ατόμων και μορίων. Το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα.

Αλληλεπίδραση φορτισμένων σωματιδίων με την ύλη

- Ο συγκεκριμένος όρος επισημαίνει ότι δεν είναι μόνο η ύλη που υφίσταται την επίδραση της ακτινοβολίας, αλλά και η ακτινοβολία που επηρεάζεται από την ύλη όταν αλληλεπιδρά με αυτή.
- Η ακτινοθεραπεία σχετίζεται πιο άμεσα με την επίδραση της ακτινοβολίας στην ύλη
 - Στην ακτινοθεραπεία στόχος μας είναι να αλλοιώσουμε βιολογικά τον όγκο
- Η ακτινοδιαγνωστική από την άλλη μεριά – με την επίδραση της ύλης στην ακτινοβολία
 - Στην ακτινοδιαγνωστική εκπέμπεται προς τον εξεταζόμενο δέσμη π.χ. ακτίνων Χ και στη συνέχεια μελετάμε την ακτινοβολία που εξέρχεται από τη συγκεκριμένη περιοχή ενδιαφέροντος

- Τα υψηλής ενέργειας φορτισμένα σωματίδια, όπως τα σωματία α και β , χάνουν ενέργεια και επιβραδύνονται κατά το πέρασμά τους από την ύλη (αποτέλεσμα σύγκρουσης με άτομα και μόρια)
- Τα υψηλής ενέργειας e είναι υποπροϊόντα των συγκρούσεων αυτών
- Επίσης υψηλής ενέργειας e δημιουργούνται όταν ακτίνες γ και X αλληλεπιδρούν με την ύλη \rightarrow εκπέμπονται κατά την εσωτερική μετατροπή και το φαινόμενο Auger.
- Εκτός από τη διαφοροποίηση στο σύμβολο (+ ή -) οι δυνάμεις που δέχονται τα β^+ και β^- είναι ταυτόσημες
- Οι συγκρούσεις που λαμβάνουν χώρα μεταξύ ενός φορτισμένου σωματιδίου και ατόμων ή μορίων αφορούν πιο πολύ ηλεκτρικές δυνάμεις έλξης ή απώθησης παρά πραγματική μηχανική επαφή

- Για παράδειγμα, ένα φορτισμένο σωματίδιο που περνά κοντά σε ένα άτομο εξασκεί ηλεκτρικές δυνάμεις στα τροχιακά e αυτού του ατόμου. Η ένταση αυτών των δυνάμεων μπορεί να είναι αρκετή για την απομάκρυνση ενός τροχιακού e και με αυτό τον τρόπο να προκληθεί ιοντισμός.

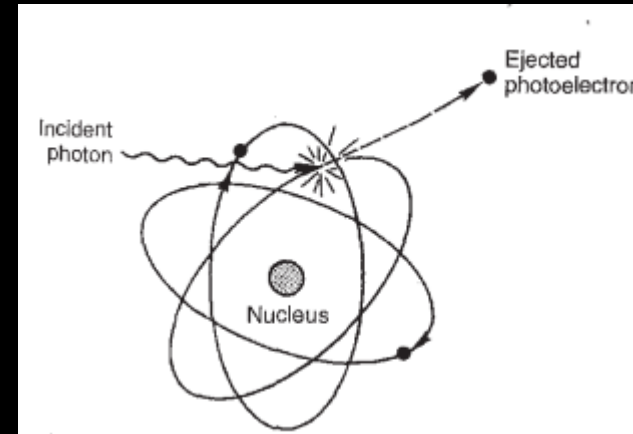


- Τα βαριά σωματίδια έχουν τροχιές που είναι σχεδόν ευθείες γραμμές κατά την αλληλεπίδρασή τους με την ύλη, με μια συνεχή επιβράδυνση όπου χάνουν μικρά ποσά ενέργειας σε ένα μεγάλο αριθμό συγκρούσεις.
- Σε αντίθεση τα e σκεδάζονται σε μεγάλες γωνίες κατά τη σύγκρουσή τους με τροχιακά e και μπορούν να χάσουν μεγάλο ποσοστό της ενέργειάς τους σε αυτές τις συγκρούσεις. Όταν συγκρούονται με πυρήνες σκεδάζονται επίσης σε μεγάλες γωνίες και έχουμε ακτινοβολία πέδησης. Για τους λόγους αυτούς οι τροχιές των e είναι ακανόνιστες, ενώ το σχήμα και το μήκος τους είναι απρόβλεπτο.
- Για συγκεκριμένο ποσό κινητικής ενέργειας τα e ταξιδεύουν με μεγαλύτερες ταχύτητες. Στα 4 MeV σωματίδια α ταξιδεύουν με 10% τ.φ. ενώ τα e με 90% τ.φ.
- Τα e έχουν μια μονάδα ηλεκτρικού φορτίου σε σχέση με τα σωματίδια α και για αυτό εξασκούν ασθενέστερες δυνάμεις στα τροχιακά e . Για τους λόγους αυτούς τα e δεν έχουν πολύ συχνές αλληλεπιδράσεις και χάνουν την ενέργειά τους πιο αργά σε σχέση με τα σωματίδια α .

- Τα υψηλής ενέργειας φωτόνια μεταφέρουν την ενέργειά τους στην ύλη μέσω αλληλεπιδράσεων με άτομα, πυρήνες και e . Ουσιαστικά έχουμε συγκρούσεις και όχι άμεσους ιοντισμούς όπως στην περίπτωση των φορτισμένων σωματιδίων. Κάποιες από αυτές τις συγκρούσεις όμως οδηγούν στην απελευθέρωση κάποιων τροχιακών e ή στη δημιουργία ζευγών $\beta^+ \beta^-$. Τα φορτισμένα αυτά σωματίδια μπορεί να προκαλέσουν φαινόμενα ιοντισμού. Στο φαινόμενο αυτό βασίζεται η ανίχνευση φωτονίων υψηλής ενέργειας αλλά και τα ραδιοβιολογικά φαινόμενα.
- Για τους ανωτέρω λόγους τα υψηλής ενέργειας φωτόνια κατηγοριοποιούνται ως δευτερογενώς ιοντίζουσα ακτινοβολία.

Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο

- Το άτομο απορροφά πλήρως την ενέργεια του προσπίπτοντος φωτονίου. Το φωτόνιο εξαφανίζεται και έχουμε την απελευθέρωση ενός τροχιακού e του ατόμου, το οποίο καλείται φωτοηλεκτρόνιο. Η κινητική του ενέργεια ισούται με τη διαφορά ενέργειας του προσπίπτοντος φωτονίου και της ενέργειας σύνδεσης του τροχιακού e .

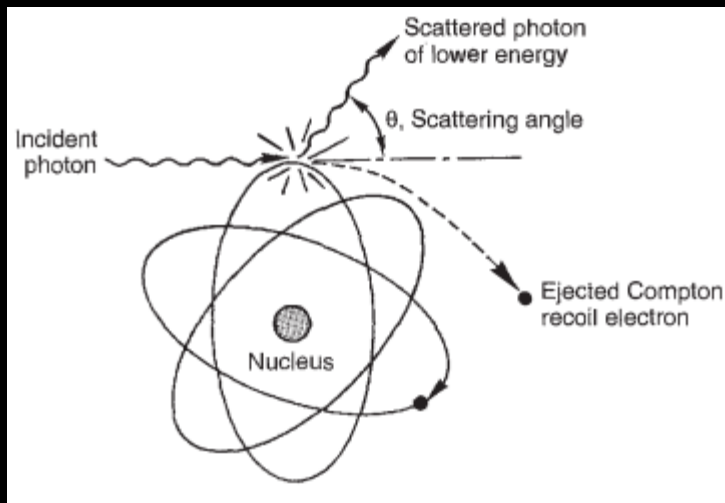


- Το φωτοηλεκτρόνιο συνήθως απελευθερώνεται από τις 'πιο' εσωτερικές στοιβάδες του ατόμου.

- Η απελευθέρωση του φωτοηλεκτρονίου δημιουργεί ένα κενό το οποίο στη συνέχεια οδηγεί στην εκπομπή χαρακτηριστικών ακτίνων x (ή ηλεκτρονίων Auger)
- Η $E_{K_{L\gamma}}$ των φωτοηλεκτρονίων εναποτίθεται κοντά στο χώρο της δημιουργίας τους.

Σκέδαση Compton

- Στη σκέδαση Compton έχουμε 'σύγκρουση' ενός φωτονίου με ένα χαλαρά συνδεδεμένο e εξωτερικής στοιβάδας.
- Μέρος της ενέργειας του φωτονίου χρησιμοποιείται για την απελευθέρωση του e . Το $h\nu$ σκεδάζεται με το υπόλοιπο της ενέργειάς του. Η ενέργεια που μένει στο φωτόνιο σχετίζεται με τη γωνία σκέδασης θ σύμφωνα με:



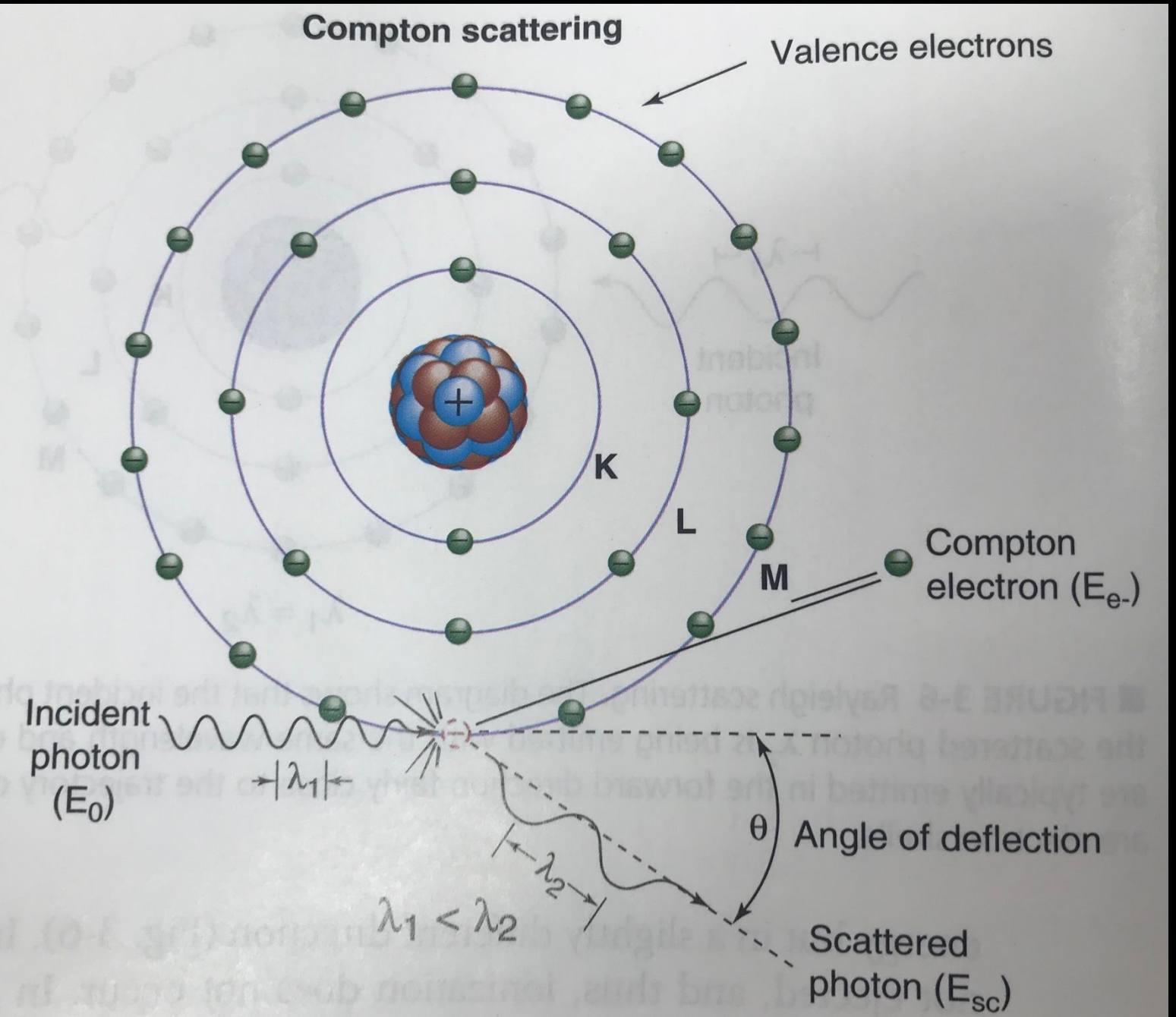
$$E_{sc} = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0}{0.511}(1 - \cos \theta)}$$

$$E_{re} = E_0 - E_{sc}$$

- Η ενέργεια που μεταφέρεται δεν εξαρτάται από την πυκνότητα, Z , ή άλλη ιδιότητα του απορροφητικού μέσου.
- Η ενέργεια στο e παίρνει τιμές από 0 για $\theta = 0^\circ$ έως μια μέγιστη τιμή για $\theta = 180^\circ$ όπου έχουμε οπισθοσκέδαση.

$$E_{sc}^{\min} = \frac{E_0}{1 + \frac{2E_0}{0.511}}$$

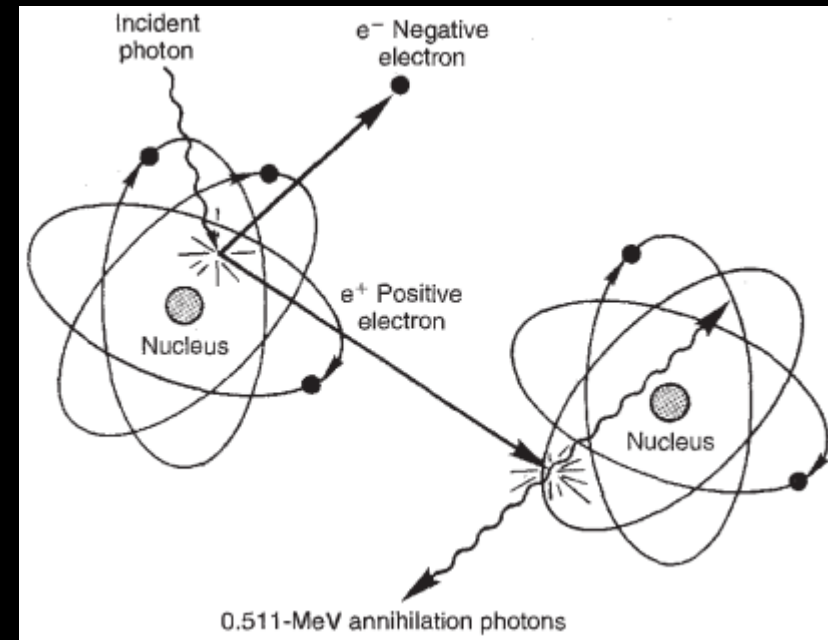
$$E_{re}^{\max} = E_0 - E_{sc}^{\min} = \frac{E_0^2}{E_0 + 0.2555}$$



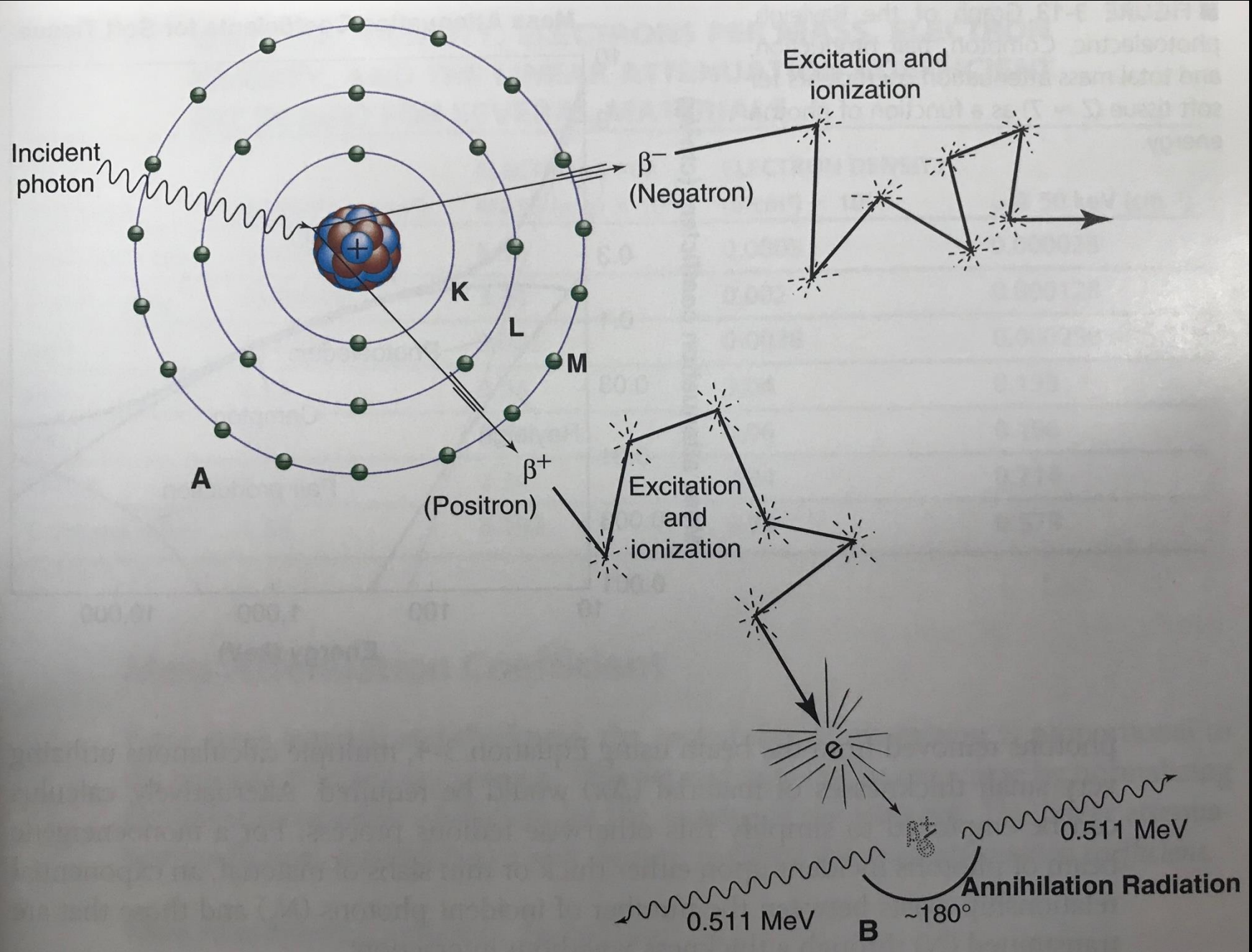
Δίδυμος γένεση

- Δίδυμο γένεση έχουμε όταν ένα φωτόνιο αλληλεπιδρά με το ηλεκτρικό πεδίο ενός φορτισμένου σωματιδίου. Συνήθως η αλληλεπίδραση συμβαίνει μέσα σε ένα ατομικό πυρήνα και σπάνια στο περιβάλλον ενός e .
- Στη δίδυμο γένεση ένα φωτόνιο εξαφανίζεται και η ενέργειά του χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ενός ζεύγους $\beta^+ - \beta^-$. Για να συμβεί αυτό, επειδή κάθε e έχει ενέργεια ηρεμίας ίση με 0.511 MeV , το $h\nu$ θα πρέπει να έχει ενέργεια μεγαλύτερη ή ίση με $2 \times 0.511 \text{ MeV} = 1.022 \text{ MeV}$. Το πλεόνασμα ενέργειας $E_0 - 1.022 \text{ MeV}$ δίδεται ως κινητική ενέργεια στο ζεύγος $\beta^+ - \beta^-$. Δεν μοιράζεται εξίσου και στα 2.

- Τα παραγόμενα e εναποθέτουν την ενέργειά τους στην ύλη μέσω ιοντισμών.
- Όταν το β^+ χάσει όλη την κινητική του ενέργεια και σταματήσει τότε εξαϋλώνεται με ένα e^- και ένα ζεύγος φωτονίων εξαϋλωσης δημιουργείται που λαμβάνουν από 0.511 MeV και κατευθύνονται αντίθετα.



- Τα υψηλής ενέργειας e που περιγράφονται στις ανωτέρω περιγραφόμενες αντιδράσεις είναι υπεύθυνα για την εναπόθεση ενέργειας στην ύλη. Επίσης είναι υπεύθυνα για τις ραδιοβιολογικές επιδράσεις των ακτίνων x , γ .



Εξασθένιση ακτινοβολίας

- Όταν ένα φωτόνιο περνά από ένα απορροφητικό υλικό συγκεκριμένου πάχους, η πιθανότητα να αλληλεπιδράσει εξαρτάται από την ενέργειά του, τη σύσταση και το πάχος του υλικού. Όσο πιο μεγάλο το πάχος του τόσο μεγαλύτερη η πιθανότητα να συμβεί μια αλληλεπίδραση. Η εξάρτηση από τη σύσταση του υλικού και την ενέργεια του φωτονίου είναι πιο σύνθετη.

Για ένα λεπτό απορροφητή έχει βρεθεί ότι

$$\frac{\Delta I}{I} = -\mu_l \times \Delta x$$

Όπου μ_l = γραμμικός συντελεστής εξασθένισης

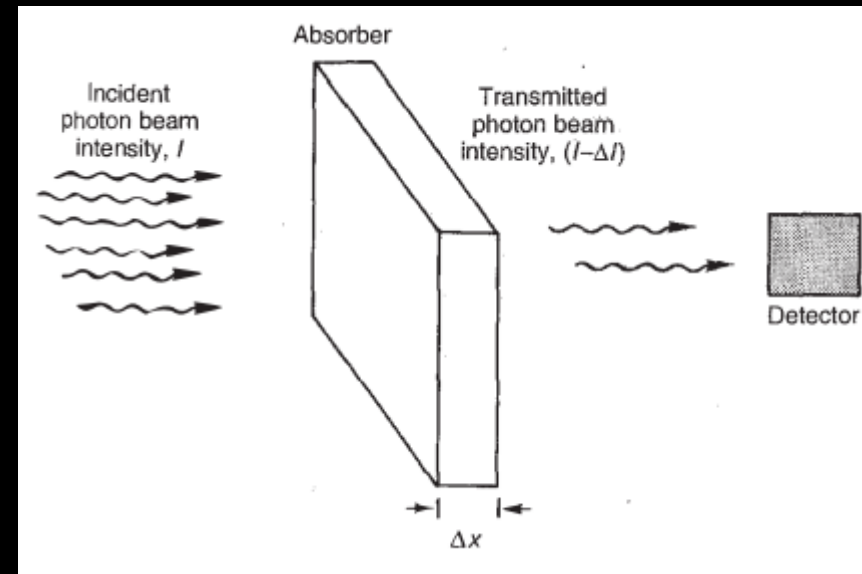
μ_m = μαζικός συντελεστής εξασθένισης

μ_l/ρ εξαρτάται από το Z του

απορροφητή και την ενέργεια των

φωτονίων E και δεν εξαρτάται από την

πυκνότητα του υλικού ρ

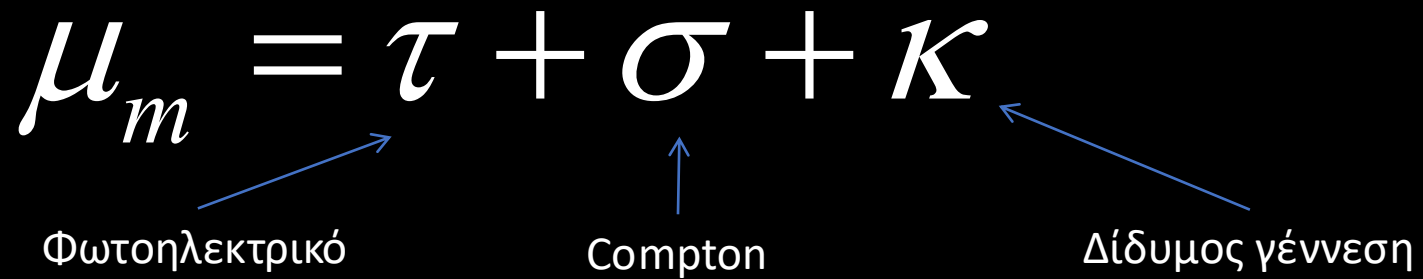


- Για μίγμα υλικών ισχύει:

$$\mu_m(mix) = \mu_{m,1}f_1 + \mu_{m,2}f_2 + \dots$$

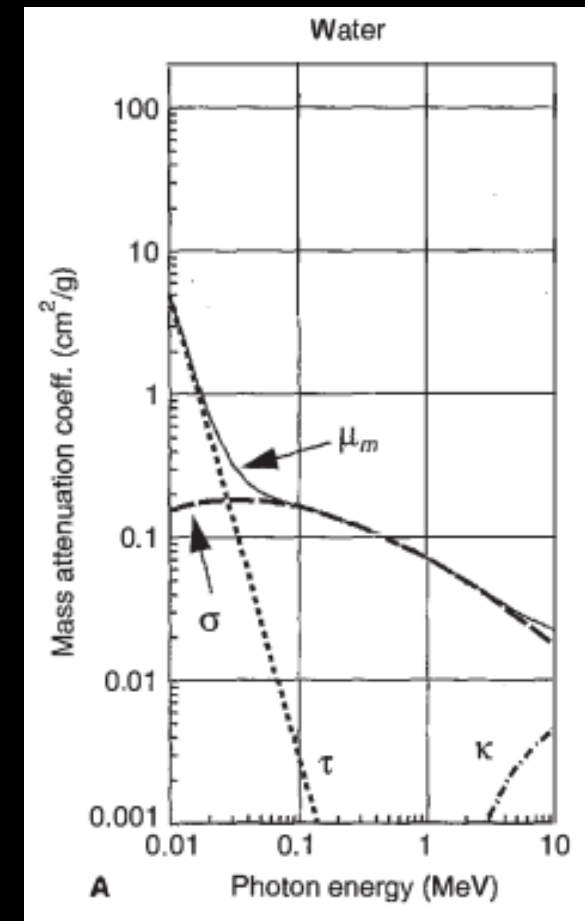
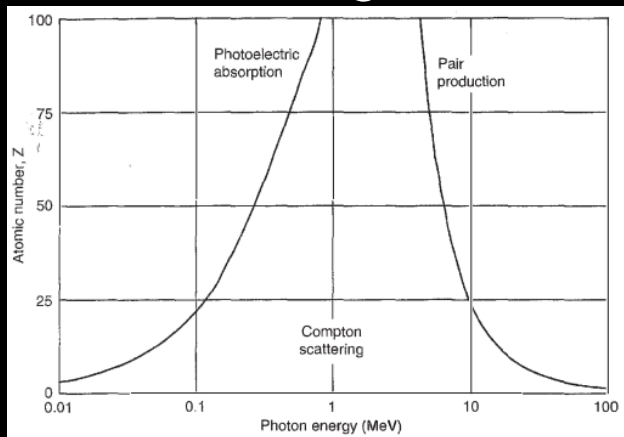
$$\mu_m = \tau + \sigma + \kappa$$

Φωτοηλεκτρικό Compton Δίδυμος γέννηση



- Οι τιμές των τ , σ και κ μεταβάλλονται με το Z και την ενέργεια E .
- Π.χ. για το H_2O
 - Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο είναι κυρίαρχο για υλικά με υψηλό Z και χαμηλές ενέργειες φωτονίων
 - Η σκέδαση Compton είναι κυρίαρχη για ενδιάμεσα Z και E
 - Η δίδυμος γέννηση δεν υφίσταται για ενέργειες φωτονίων < 1.022 MeV. Για μεγαλύτερες ενέργειες ισχύει:

$$\kappa \approx Z \log E$$



- Για συνθήκες στενής γεωμετρίας δέσμης ισχύει:

$$I(x) = I(0)e^{-\mu x}$$

- Half Value Layer (HVL), πάχος υποδιπλασιασμού

$$I_x = I_0 e^{-\mu x} \rightarrow \frac{I_0}{2} = I_0 e^{-\mu x} \rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\mu x} \rightarrow 2 = e^{\mu x} \rightarrow \ln 2 = \mu x \rightarrow x = \frac{\ln 2}{\mu}$$


$$HVT = \frac{\ln 2}{\mu_l}, \mu_l = \frac{\ln 2}{HVT}$$


- Πάχος του απορροφητή που μειώνει την ένταση της δέσμης στο μισό
- TVT: tenth value thickness

Δυνατότητες για μετακινήσεις στο πλαίσιο των σπουδών σας

https://erasmus.upatras.gr

Ελληνικά English Συχνές Ερωτήσεις / Σύνδεση / Εγγραφή

 Πλατφόρμα Erasmus+ Μνημόνια Συνεργασίας | Δι-ιδρυματικές Συμφωνίες | Διεθνής Κινητικότητα | Επικοινωνία



Καλώς ήλθατε στην πλατφόρμα ηλεκτρονικής διαχείρισης του Erasmus+ Πανεπιστημίου Πατρών!

Από εδώ μπορείτε να έχετε πρόσβαση σε όλες τις on line υπηρεσίες:

- > Να βρείτε χρήσιμες πληροφορίες για το Erasmus+
- > Να εγγραφείτε για να συμμετάσχετε στις δράσεις κινητικότητας για: **σπουδές, πρακτική άσκηση, διδασκαλία και επιμόρφωση !**
- > Να δείτε όλες τις δι-ιδρυματικές συμφωνίες (Inter-Institutional Agreements) που έχει συνάψει το Πανεπιστήμιο με τα Ανώτατα Ιδρύματα του εξωτερικού!

Η πλατφόρμα απευθύνεται:

- > Στους φοιτητές του Πανεπιστημίου μας
- > Στους εισερχόμενους φοιτητές Erasmus+ που υποδεχόμαστε



School of Medicine

University of Patras



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

[The Department](#) ▾[Staff](#) ▾[Undergraduate](#) ▾[Postgraduate studies](#) ▾[Research](#) ▾[Mobility](#)

Mobility

[Home](#) > [Mobility](#)

Mobility

International mobility for undergraduate and postgraduate students in Medicine

The University of Patras / School of Medicine participates in various bilateral academic agreements that aim to promote research and teaching exchanges through mobility of students and staff. The opportunities are offered mainly through the Erasmus+ program, however several mobility opportunities through ad hoc agreements with institutions in the USA are also available.

The School of Medicine has the following active bilateral agreements under the **Erasmus+** program:

Austria:

- Erasmus+ code: A WIEN 64: Medical University of Wien, Austria, for all study cycles; i.e. undergraduate, postgraduate and doctoral studies. 3 incoming students, 3 outgoing students (valid till academic year 2020-2021).



Πλατφόρμα Τηλεκπαίδευσης

Βασικές Επιλογές

Μαθήματα

Εγγραφή

Εγχειρίδια

Σχετικά

Επικοινωνία

Ανοικτά μαθήματα

Σύνδεση χρήστη

Όνομα χρήστη (username)

Συνθηματικό (password)

Είσοδος

Ξεχάσατε το συνθηματικό σας;

Η πλατφόρμα **upatras eclass** αποτελεί ένα ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Ηλεκτρονικών

Συνδεδεμένοι χρήστες: 333

Σύνδεση χρήστη

kagadis



.....



Είσοδος

Ξεχάσατε το συνθηματικό σας;

Χαρτοφυλάκιο χρήστη

✓ Εγγραφή σε μάθημα

➕ Δημιουργία μαθήματος

Τα μαθήματά μου

Όλα τα μαθήματα

Αναζήτηση...



Φυσική (PHA1628)

Ελένη Κωσταρίδου, Γεώργιος Καγκάδης, Αναστάσιος Μπεζεριάνος,
Γεώργιος Σακελλαρόπουλος



Ιατρική Φυσική (MED853)

Παναγιωτάκης Γ., Μπεζεριάνος Α., Κωσταρίδου Ε., Σακελλαρόπουλος Γ.,
Καγκάδης Γ.



Το ημερολόγιό μου



Οκτώβριος 2018



Κυριακή Δευτέρα Τρίτη Τετάρτη Πέμπτη Παρασκευή Σάββατο

30	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20

Ιατρική Φυσική

Παναγιωτάκης Γ., Μπεζεριάνος Α., Κωσταρίδου Ε., Σακελλαρόπουλος Γ., Καγκάδης Γ.

Περιγραφή

Κωδικός: MED853

Κατηγορία: Ιατρικής » Προπτυχιακό



▼ Ενεργά εργαλεία

📣 Ανακοινώσεις

📁 Έγγραφα

📅 Ημερολόγιο

ℹ️ Πληροφορίες

🔗 Σύνδεσμοι

> Ανενεργά εργαλεία

🏠 Χαρτοφυλάκιο / Ιατρική Φυσική / Έγγραφα

Ιατρική Φυσική

Έγγραφα 🗄️

Αρχικός κατάλογος 📄

Τύπος	Όνομα ▾
📄	CT Lecture for iatriki_Dec 2015.pdf ©
📄	CT Lecture for iatriki_Dec 2017 f.pdf ©
📄	Image Quality_LC Dec 2015.pdf ©
📄	Image Quality_Med_Nov 2017 revised.pdf