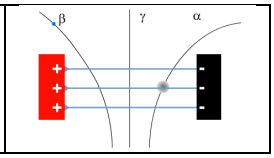
ΜΑΘΗΜΑ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ & ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΣΕΜΦΕ 8^{ο} ΕΞΑΜΗΝΟ	

26 Μαΐου 2015

Χρόνος Παράδοσης **02 Ιουνίου 2015, Πριν το Μάθημα 12:45**

1^{ο} ΘΕΜΑ: Για ακτίνες-γ με ενέργεια των 140 keV ο μαζικός συντελεστής εξάσθένισης σε υδρογόνο και οξυγόνο είναι αντίστοιχα 0,26 και 0,14 cm^2/g. Ποιά είναι η μέση ελευθέρα διαδρομή στο νερό των ακτίνων-γ της ίδιας ενέργειας.
Σημείωση: Μέση Ελευθέρα Διαδρομή ορίζεται εκείνη η απόσταση που ελαττώνεται η αρχική δέσμη κατά e^{-1}.

2^{ο} ΘΕΜΑ: Υποδείξτε ποιά από τις τρεις βασικές διεργασίες αλληλεπίδρασης των ακτίνων-γ με την ύλη είναι κυρίαρχη στις ακόλουθες περιπτώσεις και αιτιολογείστε:

- ακτίνες-γ ενέργειας 1 MeV σε Αλουμίνιο
- ακτίνες-γ ενέργειας 100 keV σε Υδρογόνο
- ακτίνες-γ ενέργειας 100 keV σε Σίδηρο
- ακτίνες-γ ενέργειας 10 MeV σε Άνθρακα
- ακτίνες-γ ενέργειας 10 MeV σε Μόλυβδο

3^{ο} ΘΕΜΑ: Στενές δέσμες φωτονίων ενέργειας (α) 10 keV, (β) 50 keV (γ) 100 keV, (δ) 500 keV, (ε) 1 MeV, (στ) 3 MeV και (ζ) 30 MeV προσπίπτουν διαδοχικά σε πλάκα αλουμινίου πάχους 5 cm. Υπολογίστε το ποσοστό των φωτονίων τα οποία διέρχονται από τη πλάκα χωρίς αλληλεπίδραση. Επαναλάβετε τους υπολογισμούς για πλάκα μολύβδου του ίδιου πάχους. Σχολιάστε τα αποτελέσματα.

4^{ο} ΘΕΜΑ: Γραμμικός επιταχυντής παράγει φωτόνια ισοδύναμα μονοενεργειακής δέσμης 2 MeV. Να βρεθεί το πάχος μολύβδου το οποίο απαιτείται για την ελάττωση του ρυθμού δόσης από 2 Gy/min σε 10-5 Gy/hr.

5^{ο} ΘΕΜΑ: Πόσο πάχος Αργιλίου (μ_{Al} = 0,044 mm^{-1}) είναι ισοδύναμο για την εξασθένιση μονοχρωματικών ακτίνων-γ με φύλλο Μολύβδου πάχους 6,0 mm (μ_{Pb} = 5,8 mm^{-1}).

ΛΥΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

1ο ΘΕΜΑ: Για ακτίνες-γ με ενέργεια των 140 keV ο μαζικός συντελεστής εξάσθένισης σε υδρογόνο και οξυγόνο είναι αντίστοιχα 0,26 και 0,14 cm^2/g. Ποιά είναι η μέση ελευθέρα διαδρομή στο νερό των ακτίνων-γ της ίδιας ενέργειας.
Σημείωση: Μέση Ελευθέρα Διαδρομή ορίζεται εκείνη η απόσταση που ελαττώνεται η αρχική δέσμη κατά e^{-1}.

Έχουμε $I = I_0 e^{-\mu x} \Rightarrow \frac{I_0}{e} = I_0 e^{-\mu\Lambda} \Rightarrow \Lambda = \frac{1}{\mu}$

Ο μαζικός συντελεστής εξασθένισης στο H_2O θα είναι:

$$\mu_{H_2O} = \left[\frac{2}{18}0.26 + \frac{16}{18}0.14\right] cm^2/g = 0.153 cm^2/g$$

Η πυκνότητα ρ του H_2O είναι ρ=1 g/cm^3 ➔ ο γραμμικός συντελεστής εξασθένισης είναι: μ_{H_2O}= 0.153 cm^{-1}

Και η Μέση Ελευθέρα Διαδρομή: Λ = 1/ μ_{H_2O} = 6.54 cm

2ο ΘΕΜΑ: Υποδείξτε ποιά από τις τρεις βασικές διεργασίες αλληλεπίδρασης των ακτίνων-γ με την ύλη είναι κυρίαρχη στις ακόλουθες περιπτώσεις και αιτιολογείστε:

- ακτίνες-γ ενέργειας 1 MeV σε Αλουμίνιο — Compton
- ακτίνες-γ ενέργειας 100 keV σε Υδρογόνο — Photo-Electric
- ακτίνες-γ ενέργειας 100 keV σε Σίδηρο — Photo-Electric
- ακτίνες-γ ενέργειας 10 MeV σε Άνθρακα — Pair production
- ακτίνες-γ ενέργειας 10 MeV σε Μόλυβδο — Pair production

3ο ΘΕΜΑ: Στενές δέσμες φωτονίων ενέργειας (α) 10 keV, (β) 50 keV (γ) 100 keV, (δ) 500 keV, (ε) 1 MeV, (στ) 3 MeV και (ζ) 30 MeV προσπίπτουν διαδοχικά σε πλάκα αλουμινίου πάχους 5 cm. Υπολογίστε το ποσοστό των φωτονίων τα οποία διέρχονται από τη πλάκα χωρίς αλληλεπίδραση. Επαναλάβετε τους υπολογισμούς για πλάκα μολύβδου του ίδιου πάχους. Σχολιάστε τα αποτελέσματα.
Έχουμε:

Al: Z = 13 ρ = 2.7 g/cm^3 x = 5cm
Pb: Z = 82 ρ = 11.4 g/cm^3

Οι τιμές του γραμμικού συντελεστή απορρόφησης δίδονται από τους πίνακες:
http://physics.nist.gov/PhysRefData/XrayMassCoef/tab3.html

	Al	2.7		**Pb**	11.4
Energy	***μ/ρ***	***μ***	**Energy**	***μ/ρ***	***μ***
(MeV)	(cm^2/g)	(cm)	(MeV)	(cm^2/g)	(cm)
1.00E-02	2.62E+01	7.08E+01	1.00E-02	1.31E+02	1.49E+03
5.00E-02	3.68E-01	9.94E-01	5.00E-02	8.04E+00	9.17E+01
1.00E-01	1.70E-01	4.60E-01	1.00E-01	5.55E+00	6.33E+01
5.00E-01	8.45E-02	2.28E-01	5.00E-01	1.61E-01	1.84E+00
1.00E+00	6.15E-02	1.66E-01	1.00E+00	7.10E-02	8.10E-01
3.00E+00	3.54E-02	9.56E-02	3.00E+00	4.23E-02	4.83E-01
3.00E+01	2.17E-02	5.85E-02	3.00E+01	6.21E-02	7.07E-01

Από τη σχέση $N = N_0 e^{-\mu x}$ βρίσκουμε το ποσοστό των διερχομένων φωτονίων για κάθε περίπτωση.

4° ΘΕΜΑ: Γραμμικός επιταχυντής παράγει φωτόνια ισοδύναμα μονοενεργειακής δέσμης 2 MeV. Να βρεθεί το πάχος μολύβδου το οποίο απαιτείται για την ελάττωση του ρυθμού δόσης από 2 Gy/min σε 10^{-5} Gy/hr.

$N = N_0 e^{-\mu x}$ => $\ln(N/N_0) = -\mu x$ => $x = -\ln(N/N_0)/\mu = -\ln(10^{-5}/2)/\mu = 6.73$ cm

5° ΘΕΜΑ: Πόσο πάχος Αργιλίου (μ_{Al} = 0,044 mm^{-1}) είναι ισοδύναμο για την εξασθένιση μονοχρωματικών ακτίνων-γ με φύλλο Μολύβδου πάχους 6,0 mm (μ_{Pb} = 5,8 mm^{-1}).

$\mu_{Al} X_{Al} = \mu_{Pb} X_{Pb}$ => $X_{Al} = (\mu_{Pb} / \mu_{Al}) X_{Pb}$