ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ

7ο ΕΞΑΜΗΝΟ-ΣΕΜΦΕ 2005-06

30 Σεπτεμβρίου 2006

ΕΞΕΤΑΣΗ **ΧΩΡΙΣ** ΒΙΒΛΙΑ, ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ, **ΚΙΝΗΤΑ** ΚΑΙ ΚΛΠ !

Χρόνος Εξέτασης 2½ ΩΡΕΣ

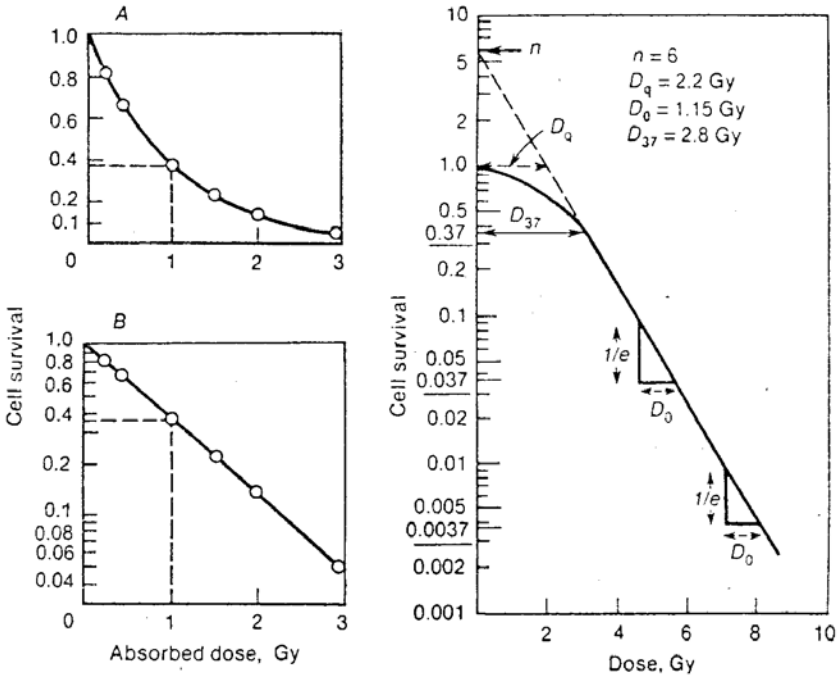
Θέμα 1. Θεωρείστε την αντίδραση:

$$p + {}^{?}_{?}X \rightarrow 2\alpha$$

βρείτε (α) αν είναι εφικτή αυτή η αντίδραση από κινηματικής πλευράς και (β) πόση είναι η κινητική ενέργεια των σωματιδίων-α και σε πόση απόσταση θα φτάσουν μέσα σε αέρα με 1 ατμοσφαιρική πίεση, έχοντας υπόψη ότι ο παράγοντας απώλειας ενέργειας κυμαίνεται από 0.862 cm/MeV έως 0.961 cm/MeV.

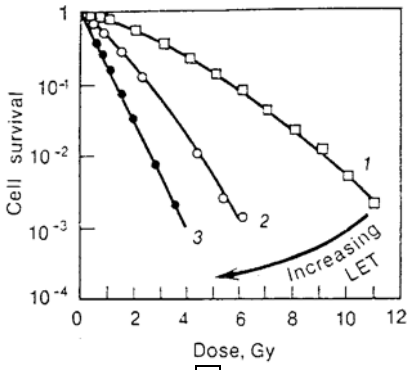
Θέμα 2. (α) Μία πηγή κοβαλτίου-60 χρησιμοποιείται για τον βομβαρδισμό κυττάρων λευχαιμίας με ρυθμό δόσης 40 mSv/h σε απόσταση 1m. Προκειμένου να προστατευθεί το προσωπικό που κάνει την έρευνα από πόση απόσταση πρέπει να εργάζεται προκειμένου ο ρυθμός δόσης να μην ξεπερνάει τα 40 μSv/h, (β) τί πάχος θωράκισης μολύβδου απαιτείται να τοποτεθεί στην αρχική απόσταση για να επιτύχουμε την ίδια ακτινοπροστασία. (HVL_{Pb} = 2.5 mm)

Θέμα 3.
(α) Εξηγείστε τι παριστάνουν τα διαγράμματα και σε ποιές αρχές στηρίζεται το καθένα,
(β) Τί φυσική σημασία έχει η ποσότητα Do και D_{37}στο διάγραμμα Γ.



Θέμα 4.

(α) Εξηγείστε τι παριστάνουν τα διαγράμματα Α και Β και σε ποιές αρχές στηρίζεται το καθένα, (β) Τί φυσική σημασία έχει η ποσότητα LET στο διάγραμμα Α, (γ) Ποιά σημασία έχει η υποξυγόνωση στη θεραπεία κακοήθους όγκου.



A

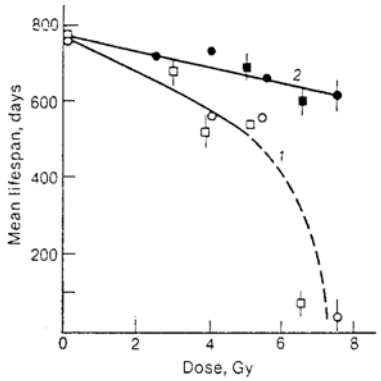


Fig. 141. Shortening of the mean life-span of mice after whole-body irradiation in the air (*1*) or in hypoxia—6-6.5% O_2 (*2*). Data of two experiments

B

ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

$$m_p = 1.6726\times10^{-27}\,Kg = 1.0073\,amu = 939.6\,\frac{MeV}{c^2}$$

$$m_e = 9.1096\times10^{-31}\,Kg = 5.4859\times10^{-4}\,amu = 0.511\,\frac{MeV}{c^2}$$

$$c^2 = 8.98755\times10^{16}\,J/Kg$$

$$\frac{J}{MeV} = 1.6022\times10^{-13}$$

$$m_a = 4.0026amu, m_H = 1.00783amu, m_{Li} = 7.01601amu,$$

$$1amu = 1.660566\times10^{-27}\,Kg$$

$$\alpha = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{e^2}{\hbar c} = \frac{1}{137}, \quad \lambda\!\!\!^{-} = \frac{\hbar}{m_e c} = 386\ fm$$

$$-\frac{dE}{dx} = \frac{1}{(4\pi\varepsilon_o)^2}\frac{4\pi z^2 e^4}{m_e u^2} NZ \ln\left(\frac{2m_e u^2}{I}\right) Jm^{-1}$$

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_o} = 8.99\times10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}, \quad e = 1.6\times10^{-19}\,C$$

$$D_1 r_1^2 = D_2 r_2^2$$

$$N = N_o e^{-t/\tau}$$

ΛΥΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

<u>Θέμα 1.</u>

$$ {}_{1}^{1}H + {}_{3}^{7}Li \rightarrow {}_{2}^{4}He + {}_{2}^{4}He $$

$$ \left.\begin{array}{l} m_a = 4.0026amu, m_H = 1.00783amu, m_{Li} = 7.01601amu, \\ 1amu = 1.660566 \times 10^{-27} Kg \end{array}\right\} \Rightarrow $$

$$ \Rightarrow \Delta m = \left[(1.00783 + 7.01601) - 2 \times 4.0026\right]amu = 0.01864amu $$

$$ \Delta mc^2 = \frac{0.01864amu \times 1.660566 \times 10^{-27} \, {}^{Kg}\!/_{amu} \, 8.98755 \times 10^{16} \, {}^{J}\!/_{Kg}}{1.6022 \times 10^{-13} \, {}^{J}\!/_{MeV}} = 17.42MeV $$

Αρα κάθε σωματίδιο-α θα πάρει από 8.71 MeV κινητική ενέργεια και θα διανύσει απόσταση μέσα στον αέρα ίση με 7.51 –8.37 cm.

<u>Θέμα 2.</u>

(α) $D_1 r_1^2 = D_2 r_2^2 \Rightarrow r_2 = r_1 \sqrt{\frac{D_1}{D_2}} = 1m\sqrt{\frac{4000}{40}} = 1m10 = 10m$

(β) Με πάχος θωράκισης 10 HVL = 10 X 2.5 mm = 25 mm = 2.5 cm, τότε ο ρυθμός δόσης θα γίνει 1/1000 ➔ από τα 40 mSv θα έχουμε 40/1000 mSv = 40 μSv.

<u>Θέμα 3.</u>

(α)

<u>Διάγραμμα Α:</u> Είναι το διάγραμμα επιβίωσης κυττάρων μετά από κάποια δόση σε γραμμική κλίμακα (ΑΑ) και λογαριθμική (ΑΒ). Παρατηρείται ότι με δόση 1 Gy επιβιώνει το 37% του πληθυσμού.

<u>Διάγραμμα Β:</u> Είναι το αποτέλεσμα της απώλειας ενέργειας διαφόρων ακτινοβολιών και ο ιοντισμός που προκαλείται σε ιστό. Η πιο χαρακτηριστική περίπτωση είναι του δευτερίου με ενέργεια 0.8 MeV.

(β) Η ποσότητα Do είναι εκείνη η απαραίτητη δόση για να μειωθεί ο πληθυσμός των κυττάρων κατά 1/e. Ισχύει $N = N_o e^{-D/Do}$

(γ) Ο πρωτογεννής ιοντισμός είναι αυτός που προκαλείται κατευθείαν από την ιοντίζουσα ακτινοβολία. Δευτερογεννής ιοντισμός είναι αυτός που προκαλείται από τον πρωτογεννή ιοντισμό.

<u>Θέμα 4</u>

ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

$$m_p = 1.6726 \times 10^{-27}\, Kg = 1.0073\, amu = 939.6\, \frac{MeV}{c^2}$$

$$m_e = 9.1096 \times 10^{-31}\, Kg = 5.4859 \times 10^{-4}\, amu = 0.511\, \frac{MeV}{c^2}$$

$$c^2 = 8.98755 \times 10^{16}\, J / Kg$$

$$\frac{J}{MeV} = 1.6022 \times 10^{-13}$$

$$\alpha = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{e^2}{\hbar c} = \frac{1}{137}, \quad \lambda\!\!\!^{-} = \frac{\hbar}{m_e c} = 386\ fm$$

$$-\frac{dE}{dx} = \frac{1}{\left(4\pi\varepsilon_o\right)^2}\frac{4\pi z^2 e^4}{m_e u^2} NZ \ln\left(\frac{2m_e u^2}{I}\right) Jm^{-1}$$

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_o} = 8.99 \times 10^9\, \frac{Nm^2}{C^2}, \quad e = 1.6 \times 10^{-19}\, C$$

$$D_1 r_1^2 = D_2 r_2^2$$

$$N = N_o e^{-t/\tau}$$