



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ, Α΄ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΤΟΜΙΚΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ
ΜΕ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ»**

MSc: “Environment and Health. Capacity building for decision making”

Διευθυντής ΠΜΣ

Νικόλαος Καβαντζάς, Καθ. Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ

Επιστημονική Υπεύθυνη ΠΜΣ

Πολυξένη Νικολοπούλου-Σταμάτη, Καθ. Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ

Ακτινοβολίες. Επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου μετά από έκθεση σε αυτές .

Effects in human health after exposure in radiations.

Όνομα : Μπαρτσέας Γεώργιος

Αρ. μητρώου : 20150230

Επάγγελμα : Πυρηνικός Ιατρός

Επιβλέπουσα καθηγήτρια : Π. Νικολοπούλου-Σταμάτη

ΑΘΗΝΑ 2018



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ, Α΄ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΤΟΜΙΚΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ
ΜΕ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ»

MSc: “Environment and Health. Capacity building for decision making”

Διευθυντής ΠΜΣ

Νικόλαος Καβαντζάς, Καθ. Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ

Επιστημονική Υπεύθυνη ΠΜΣ

Πολυξένη Νικολοπούλου-Σταμάτη, Καθ. Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ

Ακτινοβολίες. Επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου μετά από έκθεση σε αυτές .

Effects in human health after exposure in radiations.

Όνομα : Μπαρτσέας Γεώργιος

Αρ. μητρώου : 20150230

Επάγγελμα : Πυρηνικός Ιατρός

Τριμελής επιτροπή

Επιβλέπουσα καθηγήτρια ΜΔΕ. Π. Νικολοπούλου-Σταμάτη

Πρόεδρος καθηγητής ΜΔΕ. Ν. Καβαντζάς

Μέλος καθηγητής ΜΔΕ. Α. Χ. Λάζαρης

ΑΘΗΝΑ 2018

“Ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου και την αδελφή μου που με βοηθούν να εκπληρώσω τα όνειρά μου”

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	5
Abstract	5
Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα	5
1.Μη ιοντίζουσα ακτινοβολία	6
1.1.Ραδιοκύματα	7
1.2.Ηλεκτρομαγνητική επιβάρυνση από πυλώνες της ΔΕΗ	8
1.3.Ηλεκτρομαγνητική επιβάρυνση από τα κινητά τηλέφωνα	8
1.4. Ηλεκτρομαγνητική επιβάρυνση από τους φούρνους μικροκυμάτων	8
1.5.Ακτινοβολία από οθόνες	9
1.6.Ηλεκτρομαγνητική επιβάρυνση από ακτινοβολίες κεραιών ραντάρ	10
1.7. Ορατό Φως	10
1.8. Υπεριώδης ακτινοβολία	10
1.8.1. Είδη υπεριώδους ακτινοβολίας	11
1.9.Υπέρυθρη ακτινοβολία	11
1.9.1. Ιδιότητες υπέρυθρων ακτινοβολιών	12
1.9.2. Χρήση των υπέρυθρων ακτινοβολιών	12
2. Ιοντίζουσες ακτινοβολίες	13
2.1.Το άτομο	13
2.2.Νουκλεοτίδιο ή ισότοπο ή ισομερές	13
2.3.Ραδιονουκλίδιο	14
2.4.Οι νόμοι της ραδιενεργού διάσπασης	14
2.4.1.Διάσπαση Α	14
2.4.2.Διάσπαση Β	15
2.4.3.Ακτινοβολία πέδησης ή φαινόμενο Bremsstrahlung	16
2.4.4.Σύλληψη Ηλεκτρονίου	16
2.4.5.Εκπομπή γ' ακτίνας	17
2.5.Αλληλεπίδραση ακτινοβολίας με την ύλη	17
2.6.Έκθεση σε ιοντίζουσα ακτινοβολία	18
2.6.1.Κοσμική ακτινοβολία	18
2.6.1.1.Πηγές κοσμικής ακτινοβολίας	19
2.6.1.2.Επίδραση της κοσμικής ακτινοβολίας	20
2.6.2.Ραδόνιο	21
2.6.2.1.Τρόποι αντιμετώπισης για την μείωση Ραδονίου	22
2.6.3.Ουράνιο	23
2.6.4.Ράδιο	24
2.6.5.Ιατρικές εφαρμογές της ιοντίζουσας ακτινοβολίας	25
2.6.5.1.Ιοντίζουσα ακτινοβολία και εγκυμοσύνη	26
2.6.5.2.Επιδράσεις των ιοντίζουσων ακτινοβολιών ανάλογα με το στάδιο κύησης	26
2.6.6.Χρήση της ιοντίζουσας ακτινοβολίας στην βιομηχανία	27
Συμπέρασμα	27

Βιβλιογραφία

Εισαγωγή

Στις μέρες μας γίνεται πολύ συχνά λόγος για τις ακτινοβολίες, οι οποίες έχουν γίνει πολύ οικείες λόγω της ραγδαίας εξέλιξης της τεχνολογίας αλλά προκαλούν ταυτόχρονα μια ανησυχία για την επικινδυνότητά τους.

Ο πλανήτης μας, συνεπώς και οι κάτοικοί του, εκτίθενται σε κάθε είδους ακτινοβολίες, είτε φυσικές είτε ανθρώπινης προέλευσης, ξεκινώντας από την κοσμική ακτινοβολία και την ακτινοβολία υποβάθρου ως κατάλοιπο της δημιουργίας του Σύμπαντος, έως την ηλιακή ακτινοβολία, και τις ακτινοβολίες που εκπέμπονται από πάσης φύσεως ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές. Θα πρέπει να υπογραμμισθεί ότι από την ανακάλυψη του ηλεκτρικού ρεύματος από τον Edison το 1879 η έκθεση σε τεχνητές πηγές ακτινοβολίας αυξήθηκε ραγδαία τις τελευταίες δεκαετίες.

Στην εργασία αυτή θα γίνει λόγος για τις ακτινοβολίες που οφείλονται σε φυσικές και τεχνητές πηγές και τις επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό.

Abstract

Nowadays we are talking about the radiation, which due to the rapid development of our technology, has become very familiar, but also there is a concern about their dangers. We must say that our planet and its inhabitants are exposed to any kind of radiation either natural or human origin. Starting from cosmic rays and background radiation as a residue of the creation of the universe, to the solar radiation and resulting radiation emitted by all types of electrical and electronic devices. It should be reported that since Edison's discovered electricity in 1879 exposure to artificial sources of radiation has increased rapidly over the last decades.

In this review we will talk about the radiation caused by natural and artificial sources and the effects on the human body.

Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα

Τα ραδιοκύματα για πρώτη φορά μελετήθηκαν από τον Σκοτσέζο μαθηματικό και φυσικό James Clerk Maxwell το 1867 ο οποίος παρατήρησε τις κυματοειδείς ιδιότητες του φωτός. Το 1887 ο Heinrich Hertz απέδειξε τις εξισώσεις του Maxwell πειραματικά δημιουργώντας ραδιοκύματα στο εργαστήριό του.

Όταν λέμε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία εννοούμε την ενέργεια που διαδίδεται με τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα τα οποία αποτελούνται από κύματα ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου που κινούνται ταυτόχρονα και κάθετα μεταξύ τους στον ελεύθερο χώρο. Κοινό χαρακτηριστικό των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι η ταχύτητα ενώ αυτό που τα διαφοροποιεί είναι το μήκος κύματος και η συχνότητα. Το μήκος κύματος είναι η απόσταση που καλύπτεται από ένα κύκλο κύματος στο χρόνο, ενώ ο αριθμός των κύκλων ορίζει την συχνότητα. Η συχνότητα είναι ο αριθμός των κύκλων

του κύματος που διέρχεται από ένα σημείο κατά την διάρκεια ενός δευτερολέπτου. Η συχνότητα ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος εκφράζεται σε μονάδες Hertz (Hz). Ένα (Hz) ισούται με ένα κύκλο ανά δευτερόλεπτο. Η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κορυφών ενός κύματος που οδεύει στο χώρο με ορισμένη συχνότητα ονομάζεται μήκος κύματος. Για κάθε ηλεκτρομαγνητικό κύμα το γινόμενο του μήκους κύματος και της συχνότητας είναι σταθερό και ισούται με την ταχύτητα του φωτός στο μέσο που διαδίδεται το κύμα.

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα εμφανίζονται με πολλές διαφορετικές μορφές όπως τα μικροκύματα, τα ραδιοκύματα, το ορατό φως έως τις σκληρές ακτίνες X και γ πολύ υψηλών συχνοτήτων. Το σύνολο αυτών των συχνοτήτων συνιστά το λεγόμενο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα. Ο ανθρώπινος οργανισμός δεν αντιλαμβάνεται άμεσα όλες τις συχνότητες της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας παρά μόνο το ορατό φως. Η λοιπή ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία δεν φαίνεται, δεν μυρίζει, δεν ακούγεται, ούτε την αισθανόμαστε, γι' αυτό ενδεχομένως να είναι επικίνδυνη. Ωστόσο υπάρχουν ανιχνευτές με τους οποίους την ανιχνεύουμε και την μετράμε.

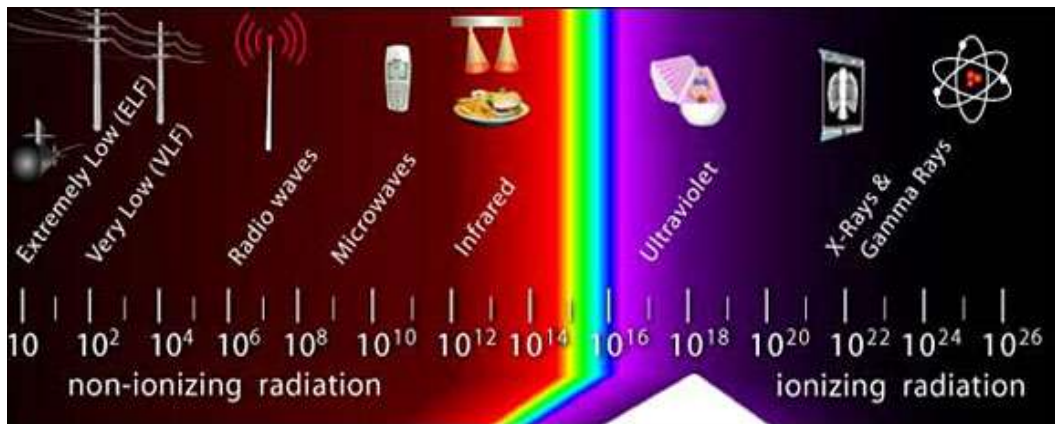
Διάκριση όλων αυτών των συχνοτήτων, είναι το εάν προκαλούν ή όχι ιοντισμό της ύλης. Από πλευράς επίδρασης οι ακτινοβολίες διακρίνονται σε μη ιοντίζουσες οι οποίες έχουν μικρή τιμή ενέργειας ($W < 12\text{eV}$) και σε κανονικές συνθήκες δεν προκαλούν ιοντισμό και σε ιοντίζουσες ακτίνες με υψηλές τιμές ενέργειας ($W > 12\text{eV}$) οι οποίες προκαλούν ιοντισμό.

Κεφάλαιο Α

1. Μη ιοντίζουσα ακτινοβολία

Είναι η ακτινοβολία που μεταφέρει σχετικά μικρή ενέργεια, που δεν προκαλεί ιοντισμό, μπορεί όμως να προκαλέσει ηλεκτρικές, χημικές και θερμικές βλάβες στον οργανισμό. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν:

- στατικά ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία με χαμηλή συχνότητα που δημιουργούνται στο περιβάλλον διατάξεων ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. αστραπές)
- κύματα (ραδιοκύματα και μικροκύματα) που εκπέμπονται από κεραίες επικοινωνιών (π.χ. ραδιόφωνο, τηλεόραση, κινητή τηλεφωνία, ραντάρ κ.ά.)
- το ορατό φως
- η υπεριώδης ακτινοβολία
- η υπέρυθη ακτινοβολία.



Πηγή: https://www.google.gr/search?q=radiation+from+planes&rls=ig&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj4tNCe047XAhVPEVAKHSabBngQ_AUICigB&biw=1280&bih=604#imgdii=7d6LxrbjTeOcGM:&imgsrc=ig994dBOjXpb2M

Πηγή μη ιοντίζουσας ακτινοβολίας αποτελεί επίσης και το γήινο περιβάλλον (η θάλασσα, το έδαφος, η ατμόσφαιρα) το οποίο εκπέμπει θερμικές ακτινοβολίες στο υπέρυθρο. Ιδιαίτερη σημασία έχει να υπάρχει ένα ισοζύγιο των ακτινοβολιών στη γη γιατί η αυξημένη απορρόφηση της γήινης θερμικής ακτινοβολίας συντελεί στην αύξηση της επιφανειακής θερμοκρασίας και κατά συνέχεια στην κλιματική αλλαγή, ιδίως στις μεγάλες πόλεις μέσα από το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επίσης η ηλιακή ακτινοβολία συνεργεί και στην δημιουργία της οπτικής και της φωτοχημικής ρύπανσης.

1.1.Ραδιοκύματα (RF)

Η ακτινοβολία ραδιοσυχνοτήτων (RF), η οποία περιλαμβάνει τα ραδιοκύματα και τα μικροκύματα, είναι χαμηλής ενέργειας και είναι ένας τύπος μη ιοντίζουσας ακτινοβολίας. Οι ραδιοσυχνότητες έχουν χαμηλότερη ενέργεια από ορισμένους άλλους τύπους μη ιοντίζουσας ακτινοβολίας, όπως το ορατό φως και τις υπέρυθρες, αλλά έχει υψηλότερη ενέργεια από την ακτινοβολία εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας (ELF). Σε μεγάλες δόσεις η ακτινοβολία RF μπορεί να παράγει θερμότητα προκαλώντας εγκαύματα και βλάβες ιστών. Παρόλο που η ακτινοβολία RF δεν προκαλεί καρκίνο υπήρξαν ανησυχίες ότι ορισμένες μορφές μη ιοντίζουσας ακτινοβολίας μπορεί να έχουν βιολογικές επιδράσεις που θα μπορούσαν να προκαλέσουν καρκίνο σε ορισμένες περιπτώσεις.

Ο άνθρωπος εκτίθεται σε ακτινοβολία RF από φυσικές και τεχνητές (ανθρωπογενείς) πηγές όπως :

α) φυσικές πηγές :

- ήλιος
- κεραυνοί
- Γη

Από παλιά υπήρχε η υπόνοια ότι η φυσική ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία επηρεάζει τους ανθρώπους όσο αφορά την ψυχική τους διάθεση καθώς και την εμφάνιση και εξέλιξη ασθενειών. Αυτή η επιβεβαίωση ήρθε από την νεότερη επιστημονική έρευνα.

β) ανθρωπογενείς πηγές:

- Τηλεοπτικά σήματα ραδιοφώνου και τηλεόρασης
- Τεχνητά ηλεκτρομαγνητικά πεδία (π.χ. ΔΕΗ)
- Σήματα από ασύρματα τηλέφωνα, κινητά τηλέφωνα
- Οθόνες
- Ραντάρ
- WiFi και Bluetooth
- Χρήση φούρνων μικροκυμάτων

1.2. Ηλεκτρομαγνητική επιβάρυνση από πυλώνες ΔΕΗ

Στην σημερινή εποχή ζούμε σε ένα βεβαρημένο από τεχνητά ηλεκτρομαγνητικά κύματα περιβάλλον. Στο οικιακό περιβάλλον κυριαρχεί η ΔΕΗ με συχνότητα στα 50 Hz. Το 1994 το περιοδικό spectrum δημοσιεύει τις επιπτώσεις και την συσχέτιση του παιδικού καρκίνου με τα οικιακά ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Σύμφωνα με τις μελέτες οι περιπτώσεις καρκίνων των παιδιών με λευχαιμία και όγκων του νευρικού συστήματος αυξάνουν όσο μειώνεται η απόσταση των σπιτιών της οικογένειας από τις γραμμές υψηλής τάσης. Τα παιδιά που μένουν σε απόσταση μικρότερη των 150 μέτρων από τις γραμμές υψηλής τάσης εμφανίζουν διπλάσιο κίνδυνο να αναπτύξουν καρκίνο. Εάν το μαγνητικό πεδίο υπερβαίνει το 0.3μT τότε ο κίνδυνος για όγκους του νευρικού συστήματος στα παιδιά γίνεται 2,7 φορές μεγαλύτερος. Η ίδια μελέτη αναφέρει στοιχεία και για τους ενήλικες : το ποσοστό αποβολής γυναικών που εκτίθενται σε μαγνητικά πεδία άνω των 0,3μT είναι τριπλάσιο, ο κίνδυνος καρκίνου του μαστού σε γυναίκες που εργάζονται σε ηλεκτροκίνητα μέσα τετραπλασιάζεται, ο κίνδυνος εμφάνισης λεμφώματος και λευχαιμίας είναι 2,6 φορές μεγαλύτερος σε ηλεκτρολόγους, μηχανικούς τηλεπικοινωνιών και εργάτες εργοστασίων αλουμινίων. Στο δυτικό κόσμο η πρώτη έρευνα για την επικινδυνότητα της μικροκυματικής ακτινοβολίας έγινε από τον Daily το 1943. Δέκα χρόνια αργότερα, το 1953, ο Boysen πραγματοποίησε την πρώτη μελέτη σε κουνέλια εφαρμόζοντας ισχύ 100 mW/cm² στα 300MHz. Διαπιστώθηκαν βλάβες στο κεντρικό νευρικό σύστημα, τα νεφρά, την καρδιά, το ήπαρ και σε όλα τα πειραματόζωα η θερμοκρασία του εντέρου ξεπέρασε του 44,5 βαθμούς και πέθαναν

1.3. Ηλεκτρομαγνητική επιβάρυνση από τα κινητά τηλέφωνα

Τα κινητά τηλέφωνα άρχισαν να χρησιμοποιούνται από το κοινό τη δεκαετία του 1990 στις ηνωμένες Πολιτείες. Μέχρι σήμερα η χρήση των κινητών τηλεφώνων αλλά και η διάρκεια των συνομιλιών έχει αυξηθεί τόσο στους ενήλικες όσο και στα παιδιά σε σύγκριση με την προηγούμενη δεκαετία. Συνήθως κατά την χρήση των κινητών τηλεφώνων η συσκευή βρίσκεται στο κεφάλι το οποίο δέχεται την μεγαλύτερη έκθεση σε ενέργεια ραδιοσυχνότητας. Επίσης οι ιστοί του σώματος που βρίσκονται κοντά στο τηλέφωνο ακόμα και όταν αυτό βρίσκεται στην φάση της αναμονής (τσέπη παντελονιού, τσάντα) απορροφούν περισσότερη ενέργεια από τους ιστούς που βρίσκονται πιο μακριά. Γι' αυτό τα τελευταία χρόνια γίνεται πολύ λόγος για το αν η παρατεταμένη χρήση των κινητών θα μπορούσε να προκαλέσει κάποιο είδος καρκίνου ιδίως στην ευρύτερη περιοχή της κεφαλής και του τραχήλου, όπως γλοιώματα, μηνιγγειώματα, μη καρκινικούς όγκους των σιελογόνων αδένων.

Τα κινητά τηλέφωνα λειτουργούν χρησιμοποιώντας (RF) κύματα τα οποία προέρχονται από την κεραία της συσκευής και στέλνονται σε κοντινούς κυκλικούς πύργους (σταθμούς βάσης). Τα κύματα (RF) είναι μορφή μη ιοντίζουσας ακτινοβολίας όπως είναι τα ραδιοκύματα FM, το ορατό φως και η θερμότητα και δεν έχουν αρκετή ενέργεια ώστε να αλλοιώσουν το DNA και να προκαλέσουν καρκίνο. Το μόνο που μπορούν να προκαλέσουν τα (RF) κύματα όταν βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα είναι θέρμανση των ιστών. Παράγοντες που επηρεάζουν την ποσότητα της ενέργειας που δέχεται το σώμα μας είναι : η διάρκεια που μιλάει κάποιος στο κινητό, αν γίνεται χρήση ηχείου- ακουστικών (hands free) ή ανοικτή ακρόαση, η απόσταση που βρίσκεται η συσκευή μας από τον πλησιέστερο πύργο βάσης και όχι μόνο κατά την ομιλία αλλά και στην φάση της αναμονής, εάν βρισκόμαστε σε εσωτερικό χώρο όπως υπόγειο ή ανελκυστήρα, από το μοντέλο της κάθε εταιρείας κινητής τηλεφωνίας και την παλαιότητα αυτού. Είναι γνωστό ότι τα παλαιότερα μοντέλα είχαν μεγαλύτερη εκπομπή ενέργεια από τα νεότερης τεχνολογίας. Η επιστημονική κοινότητα έχει ορίσει έναν ειδικό ρυθμό απορρόφησης που ονομάζεται SAR (Specific Absorption Rate) τον οποίο οι εταιρείες κατασκευής κινητών είναι υποχρεωμένες να αναφέρουν στη συσκευής που κατασκευάζουν. Το ανώτερο επιτρεπτό όριο (SAR) που επιτρέπεται είναι 1,6 watt ανά χιλιόγραμμο βάρους (w/kg). Οι περισσότερες μελέτες που έχουν γίνει υποστηρίζουν ότι η ακτινοβολία από τις συσκευές των κινητών τηλεφώνων δεν είναι αρκετή για να βλάψει και να αλλοιώσει το DNA των ανθρώπων, ωστόσο μερικοί επιστήμονες αναφέρουν ότι τα RF κύματα ενδεχομένως να βοηθούν στην ανάπτυξη όγκων. Το εθνικό πρόγραμμα τοξικολογίας των ΗΠΑ (NTP) πραγματοποίησε μελέτη σε ποντίκια τα οποία εκτέθηκαν σε RF ακτινοβολία 9 ώρες την ημέρα για 2 έτη, ξεκινώντας από την γέννηση τους. Η μελέτη έδειξε αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης γλοιώματος στους αρσενικούς ποντικούς όχι όμως στους θηλυκούς που εκτέθηκαν σε (RF) ακτίνες. Παρόλο που ο άνθρωπος δεν κάνει τόσο παρατεταμένη χρήση και ούτε μπορούμε να γνωρίζουμε πως ακριβώς θα αντιδρούσε το ανθρώπινο σώμα σε τέτοια έκθεση, δεν μπορούμε να αποκλείσουμε το ενδεχόμενο να επηρεάζεται τελικά η υγεία μας. Σε μια μελέτη διάρκειας 7 χρόνων που έγινε στο Ηνωμένο Βασίλειο και συμμετείχαν 800.000 γυναίκες δεν αποδείχθηκε ούτε συσχετίστηκε η χρήση κινητού τηλεφώνου με όγκους εγκεφάλου αλλά αναφέρεται πιθανή συσχέτιση της μακροχρόνιας χρήσης του κινητού με εμφάνιση ακουστικού νευριώματος.

1.4. Ηλεκτρομαγνητική επιβάρυνση από τους φούρνους μικροκυμάτων.

Οι φούρνοι μικροκυμάτων χρησιμοποιούν υψηλά επίπεδα ραδιοσυχνοτήτων για την παρασκευή των τροφίμων. Τα μικροκύματα απορροφώνται από τρόφιμα που περιέχουν νερό, προκαλώντας δονήσεις των μορίων του νερού, τα οποία παράγουν θερμότητα. Τα μικροκύματα δεν χρησιμοποιούν ακτίνες γ και δεν κάνουν τα τρόφιμα ραδιενεργά ούτε αλλάζουν τη χημική ή μοριακή δομή τους. Οι φούρνοι που είναι κατεστραμμένοι ή τροποποιημένοι ωστόσο θα μπορούσαν να επιτρέψουν τη διαρροή μικροκυμάτων και έτσι θα μπορούσε να αποτελέσει κίνδυνο για τους ανθρώπους που βρίσκονται κοντά στις συσκευές αυτές κατά την διάρκεια της λειτουργίας αυτών, προκαλώντας πιθανόν εγκαύματα.

1.5.Ακτινοβολία από την οθόνη

Η ασφαλής απόσταση του τηλεθεατή από την οθόνη έχει καθιερωθεί να είναι τα 2 μέτρα. Οι διατάξεις της οθόνης ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή είναι όμοιες με μιας τηλεόρασης. Επειδή όμως ο χρήστης του ηλεκτρονικού υπολογιστή αναγκαστικά βρίσκεται σε απόσταση 40-50 cm από την οθόνη δεν μπορεί να γίνει λόγος για μια τυπική οθόνη και γι' αυτό οι εταιρείες προσπαθούν να χρησιμοποιούν θωρακίσεις και ειδικά φίλτρα.

1.6.Ηλεκτρομαγνητική επιβάρυνση από ακτινοβολίες κεραιών ραντάρ

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα ραντάρ στρατιωτικών χώρων, ραντάρ καθοδήγησης πυραύλων κ.λ.π. Η κεραίες αυτών των ραντάρ θεωρούνται επικίνδυνες μέχρι και σε απόσταση εκατοντάδων μέτρων γιατί εκπέμπουν ισχυρότατες δέσμες. Για το λόγο αυτό υπάρχουν αυστηρά μέτρα ασφαλείας, χρησιμοποιούνται από εξειδικευμένο προσωπικό και βρίσκονται σε απομονωμένες αποστάσεις. Έτσι η επιβάρυνση του γενικού πληθυσμού θεωρείται αμελητέα

Στα αεροδρόμια χρησιμοποιούνται σαρωτές σώματος για την επιθεώρηση επιβατών. Οι σαρωτές χρησιμοποιούν απεικόνιση κύματος χιλιοστών στέλνοντας μια μικρή ποσότητα ακτινοβολίας η οποία περνά μέσα από ρούχα και το δέρμα του ατόμου καθώς και από οποιαδήποτε αντικείμενο.

Οι ανιχνευτές δεν χρησιμοποιούν ακτίνες X και η ποσότητα ραδιοσυχνοτήτων που χρησιμοποιείται είναι πολύ χαμηλή χωρίς να έχουν γνωστές επιπτώσεις στην υγεία.

1.7.Το ορατό φώς

Το φώς είναι απαραίτητο για την ύπαρξη ζωής στον πλανήτη μας, καθώς είναι προαπαιτούμενο για την όραση και τη δημιουργία της τροφής μας. Οι θεωρίες για το φώς χρονολογούνται από την εποχή των αρχαίων Ελλήνων και Αράβων φιλοσόφων. Το ορατό φώς είναι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που γίνεται αντιληπτή από το μάτι και είναι υπεύθυνη για την αίσθηση της όρασης. Ανάλογα με τις συνθήκες το φώς έχει ιδιότητες φωτεινού κύματος ή δέσμης σωματιδίων.

1.8.Υπεριώδης ακτινοβολία

Κύρια πηγή της υπεριώδης ακτινοβολία είναι ο ήλιος. Είναι μέρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και κατά την διάδοσή της στη γήινη ατμόσφαιρα απορροφάται κυρίως από το στρατοσφαιρικό όζον. Το μήκος κύματος στο κενό κυμαίνεται περίπου μεταξύ 380 και 60 νανόμετρα.

Η υπεριώδης ακτινοβολία είναι υπεύθυνη για το μαύρισμα του δέρματος ενεργοποιώντας της σύνθεση της μελανίνης στον οργανισμό. Το δέρμα και τα μάτια κινδυνεύουν περισσότερο από την υπεριώδη ακτινοβολία, ωστόσο τα μαλλιά και τα νύχια είναι περισσότερο εκτεθειμένα, αλλά είναι λιγότερο σημαντικά από ιατρικής άποψης. Οι επιδράσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας στον ανθρώπινο οργανισμό εξαρτώνται από την ένταση της ακτινοβολίας και από το μήκος κύματος και δεν εξαρτώνται από την πηγή προέλευσής της.

Οι επιδράσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας στον ανθρώπινο οργανισμό μπορεί να

είναι ερύθημα, φωτογήρανση, καρκίνος του δέρματος όπως ακανθοκυτταρικό και βασικοκυτταρικό καρκίνο, κακοήθες μελάνωμα καθώς και καταρράκτη στα μάτια. Οι επιδράσεις δε γίνονται άμεσα αντιληπτές, η μόνη επίδραση που γίνεται άμεσα αντιληπτή από τον άνθρωπο είναι το ερύθημα του δέρματος. Όσο μεγαλύτερη είναι έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία τόσο σοβαρότερο είναι το ηλιακό έγκαυμα που παθαίνει κανείς. Η συνεχή έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία σε συνάρτηση με τα εγκαύματα αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του δέρματος. Κάθε άνθρωπος έχει διαφορετική ευαισθησία στην υπεριώδη ακτινοβολία (πχ ανοιχτόχρωμες και σκουρόχρωμες επιδερμίδες) και διαφορετική επικινδυνότητα γι' αυτό δεν υπάρχει κατώφλι επικινδυνότητας. Ωστόσο οι ανοιχτόχρωμοι τύποι δέρματος πρέπει να είναι ιδιαίτερος προσεκτικοί και να προστατεύουν το δέρμα τους περιορίζοντας στο ελάχιστο την έκθεσή τους στον ήλιο. Για επιδράσεις, όπως π.χ. ο βασικοκυτταρικός καρκίνος η πιθανότητα εμφάνισης σχετίζεται με την διάρκεια της έκθεσης και όχι με την ένταση και δεν μπορεί να οριστεί δόση καταφλίου. Διεθνώς έχει καθιερωθεί ο δείκτης UV index ως ένα μέσο έκφρασης της επικινδυνότητας της υπεριώδους ακτινοβολίας έχοντας στόχο της ευαισθητοποίηση του κόσμου ώστε να αποφεύγει την έκθεση στον ήλιο ειδικά όταν ο UV index υπερβαίνει μια συγκεκριμένη τιμή.

1.8.1.Υπάρχουν τρία είδη υπεριώδους ακτινοβολίας :

UV-A: Κυμαίνεται στο κενό μεταξύ 315 και 400 nm. Διεισδύει βαθύτερα κάτω από τις επιφανειακές στοιβάδες του δέρματος, φτάνοντας μέχρι το χόριο.

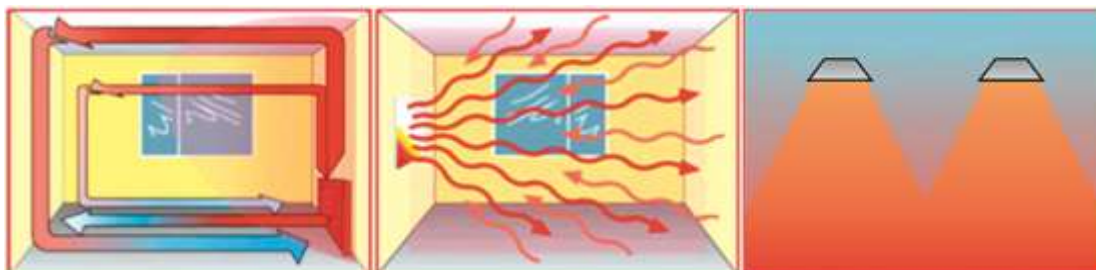
UV-B: Κυμαίνεται στο κενό μεταξύ 280 και 315 nm. Παρόλο που το μεγαλύτερο μέρος της απορροφάται από την στοιβάδα του όζοντος αρκεί για να προκαλέσει ζημιά και είναι υπεύθυνη για το μαύρισμα του δέρματος.

UV-C: Κυμαίνεται στο κενό μεταξύ 40 nm και 280 nm. Απορροφάται τελείως από την στοιβάδα του όζοντος χωρίς να φτάνει στην επιφάνεια της γης. Είναι πολύ επικίνδυνη και καρκινογόνος για το δέρμα.

1.9.Υπέρυθρη ακτινοβολία

Οι υπέρυθρες ακτίνες (IR) ανακαλύφθηκαν το 1800 από τον Βρετανό φυσικό Ουίλιαμ Χέρσελ, έχουν μήκος κύματος 0,7 και 300 μικρομέτρων και η συχνότητά τους είναι μικρότερη από το ορατό φως. Προσδίδει θερμότητα στα σημεία που καταλήγει, χωρίς να επηρεάζει το ενδιάμεσο διάστημα. Η υπέρυθρη ακτινοβολία που απορροφάται από ένα σώμα αυξάνει το πλάτος των σωματιδίων του με αποτέλεσμα να αυξάνεται η θερμότητά του χωρίς να προκαλεί φωσφορισμό. Μπορεί και διέρχεται από την ομίχλη και τα σύννεφα και δεν απορροφάται από αέρια. Η πιο γνωστή φυσική πηγή υπέρυθρων ακτίνων στη γη είναι ο ήλιος.

Οι αστρονόμοι μπορούν και παρατηρούν το υπέρυθρο τμήμα του φάσματος με την βοήθεια οπτικών εγαρτημάτων και χρησιμοποιούν τις υπέρυθρες για την ανίχνευση νέων αστερών προτού αυτοί αρχίσουν να εκπέμπουν ορατό φως.



Πηγή: <http://www.tovima.gr/science/article/?aid=548987>

1.9.1. Ιδιότητες των υπέρυθρων ακτινοβολιών

Μπορούν να διεισδύσουν σε ζωντανούς ιστούς δίνοντας θερμότητα και ενέργεια σε αυτούς.

- Μπορούν να ανακλαστούν σε σταθερά αντικείμενα.
- Ενεργοποιούν και αναδομούν τα μόρια του νερού και απομακρύνουν τοξικά ιόντα που έχουν εγκλωβιστεί στα μόρια.
- Εκπέμπουν ανιόντα (αρνητικά φορτισμένα σωματίδια), παρέχουν αντιοξειδωση και τροφοδοτούν τις ελεύθερες ρίζες με ηλεκτρόνια.

1.9.2. Χρήση των υπέρυθρων ακτινοβολιών στον άνθρωπο

Η υπέρυθρη ακτινοβολία συμβάλει θετικά στην κυκλοφορία του αίματος προκαλώντας διαστολή των αιμοφόρων αγγείων. Μειώνει την αρτηριακή πίεση, απομακρύνει τις τοξίνες βελτιώνοντας την οξυγόνωση του αίματος, απαμβλύνει μυϊκές φλεγμονές, τενοντίτιδες και ανακουφίζει από πόνους, μυϊκή ένταση και στρες.

Πέρα από τον άργιλο σε κεραμική μορφή, έχουν ανακαλυφθεί και άλλα είδη ύλης τα οποία εκπέμπουν υπέρυθρη ακτινοβολία στο ανθρώπινο σώμα, όπως υφάσματα φτιαγμένα από νανοσωματίδια, ενώ υπάρχουν και ειδικές συσκευές όπως συσκευές μασάζ και ειδικά στρώματα.

Η υπέρυθρη ακτινοβολία δεν είναι ορατή από τον άνθρωπο παρά μόνο από ορισμένα ζώα όπως τα σκυλιά και αυτό επειδή ο άνθρωπος μπορεί να δει μόνο ένα ορισμένο φάσμα χρωμάτων.

Κεφάλαιο Β

2. Ιοντίζουσες ακτινοβολίες

Ιοντίζουσα ακτινοβολία είναι η ακτινοβολία που μεταφέρει ενέργεια ικανή να εισχωρεί στην ύλη και να προκαλεί ιοντισμό των ατόμων δηλαδή την βίαιη εκδίωξη του ηλεκτρονίου συνήθως από την στοιβάδα (κ) που συγκρούεται με τον πυρήνα του ατόμου με αποτέλεσμα την δημιουργία ενός ασταθούς πυρήνα και την εκπομπή δύο αντίθετα φορισμένων ιόντων. Οι πιο γνωστές ιοντίζουσες ακτινοβολίες είναι οι ακτίνες X , οι ακτίνες γ' , τα σωματίδια α' , και β' .

Η ιοντίζουσα ακτινοβολία δεν φαίνεται, δεν μυρίζει και δεν προκαλεί με την πρώτη επαφή άμεσα συμπτώματα (εξαρτάται βέβαια και από την δόση). Η ιοντίζουσα ακτινοβολία ανιχνεύεται μόνο με ειδικά όργανα.

2.1. Το άτομο

Το άτομο είναι το μικρότερο σωματίδιο ενός χημικού στοιχείου το οποίο αποτελείται από τον πυρήνα και τα ηλεκτρόνια που περιστρέφονται γύρω από αυτόν. Ο πυρήνας αποτελείται από τα πρωτόνια που είναι θετικά φορισμένα, τα νετρόνια τα οποία είναι ουδέτερα και δεν φέρουν φορτίο. Οι ελκτικές δυνάμεις (δυνάμεις Coulomb) μεταξύ των αρνητικά φορισμένων ηλεκτρονίων και του θετικά φορισμένου πυρήνα εξασφαλίζουν την ύπαρξη του ατόμου. Το όνομα του ατόμου περιγράφεται από ένα ή δύο λατινικά γράμματα (π.χ. N), έναν εκθέτη και έναν δείκτη (π.χ. $^{15}_7N$). Ο εκθέτης εκφράζει τον μαζικό αριθμό και δηλώνει το σύνολο των νετρονίων και των πρωτονίων. Ο δείκτης είναι ο ατομικός αριθμός και δηλώνει τον αριθμό των πρωτονίων και τον αριθμό των ηλεκτρονίων στο άτομο.

2.2. Νουκλεοτίδιο ή ισότοπο ή ισομερές

Νουκλεοτίδια ονομάζονται τα άτομα του ίδιου στοιχείου τα οποία έχουν τον ίδιο αριθμό πρωτονίων και νετρονίων.

2.3.Ραδιονουκλίδιο

Ονομάζονται τα άτομα του ίδιου στοιχείου τα οποία όμως έχουν βομβαρδιστεί με πρωτόνια ή νετρόνια και έχουν διαφορετικό αριθμό πρωτονίων ή νετρονίων (δηλαδή έχουν ασταθή πυρήνα) με αποτέλεσμα να εκπέμπουν ενέργεια με την μορφή σωματιδιακής εκπομπής ή ενέργεια φωτονίων υψηλής ενέργειας όπως ακτίνες X, γ.

Ως ραδιενέργεια ή ενεργότητα (radioactivity or activity) μιας ποσότητας (π.χ. 10-15 ml) ορίζεται ο αριθμός των διασπάσεων στη μονάδα του χρόνου δηλαδή το T1/2 ζωής . Η μονάδα ραδιενέργειας στο διεθνές σύστημα μονάδων είναι το Bq (Becquerel) που ισοδυναμεί με μία διάσπαση ανά δευτερόλεπτο. Άλλες μονάδες μέτρησης είναι το Ci (Curie), rad, joules, gray.

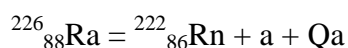
2.4.Οι νόμοι της ραδιενεργού διάσπασης

Η διάσπαση των ραδιονουκλιδίων περιγράφεται από το νόμο της εκθετικής απομείωσης :

$$N_t = N_0 e^{-\lambda t} \quad \text{ή} \quad N_t = N_0 e^{-\ln 2 t / T_{1/2}}$$

Ακολουθώντας το νόμο ένα ραδιονουκλίδιο θα υποστεί μέχρι την εξαφάνισή του τόσες διασπάσεις όσες εάν διασπώνταν με ενεργότητα ίση με την αρχική του για χρόνο ίσο με το μέσο χρόνο ζωής του.

2.4.1. Διάσπαση Α (α' decay)



Τα (α) σωματίδια αποκóπτονται από ένα φύλλο χαρτιού. Είναι η εκπομπή ενός σωματιδίου (α) κατά την διάσπαση βαριών πυρήνων με ατομικό αριθμό >82 όπως ο πυρήνας του ${}^4_2\text{He}$ όπου έχει ενέργεια 4-8 Mev. Αν ο πυρήνας παραμείνει διεγερμένος, η αποδιέγερσή του οδηγεί σε εκπομπή γ ακτίνας. Τα σωματίδια (α) περνώντας από βιολογικούς ιστούς εναποθέτουν όλη τους την ενέργεια εκεί. Λόγω της γρήγορης απορρόφησης και της μικρής ενέργειας στην ιατρική δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για απεικονιστικές εξετάσεις , όμως επειδή δεν φεύγουν από το

σώμα χρησιμοποιούνται σε θεραπείες ασθενών (π.χ. παρηγορητική θεραπεία σε ασθενείς με καρκίνο προστάτη και δευτεροπαθείς οστικές μεταστάσεις).

2.4.2. Διάσπαση Β (β' decay)

Η β' διάσπαση χωρίζεται σε δύο κατηγορίες :

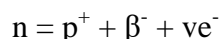
- Στην διάσπαση με εκπομπή σωματιδίου ηλεκτρονίου (e^-) ή (β^-) με πλεόνασμα νετρονίου
- Στη διάσπαση με εκπομπή σωματιδίου ποζιτρονίου (e^+) ή (β^+) με πλεόνασμα πρωτονίου. Για να γίνει η διάσπαση θα πρέπει η μεταφερόμενη ενέργεια να είναι 1,02 Mev.

Το ποζιτρόνιο είναι ένα σωματίδιο με μάζα ίση με το ηλεκτρόνιο και αντίθετο φορτίο γι' αυτό ονομάζεται και αντιηλεκτρόνιο.

Στην β' διάσπαση συμμετέχει και ένα ουδέτερο σωματίδιο το νεutrίνο/ αντινεutrίνο (ν_e) με μηδενική ή αμελητέα μάζα. Το νεutrίνο παρασύρει ένα μέρος της μεταφερόμενης ενέργειας, όμως επειδή είναι μικρή μπορεί να αγνοηθεί από άποψη δοσιμετρίας και ακτινοπροστασίας.

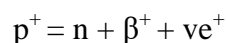
Τα σωματίδια β' μπορούν να διεισδύσουν μέχρι 1 χιλιοστό στους βιολογικούς ιστούς πριν εναποθέσουν όλη τους την ενέργεια.

Η (β^-) διάσπαση με εκπομπή (e^-) ή (β^-) περιλαμβάνει τη μετατροπή ενός νετρονίου σε ένα πρωτόνιο, ένα ηλεκτρόνιο και ένα υποατομικό σωματίδιο το νεutrίνο

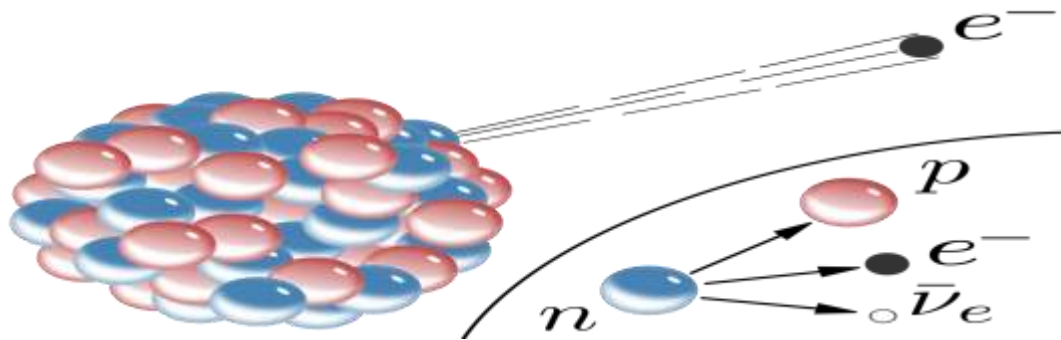


Έτσι έχουμε την αλλαγή του ατομικού αριθμού μεταξύ πατρικού και θυγατρικού πυρήνα με αποτέλεσμα την δημιουργία εκπομπής σωματιδίων (β^-). Η διάσπαση συνήθως ακολουθείται και από εκπομπή γ' ακτίνας επειδή ο πυρήνας εξακολουθεί να είναι διεγερμένος.

Η (β^+) διάσπαση με εκπομπή (e^+) ή (β^+) περιλαμβάνει :



Σύμφωνα με την διάσπαση β γίνονται πολλά ραδιοφάρμακα που χρησιμοποιούνται στην πυρηνική ιατρική για την διάγνωση και την θεραπεία της νόσου. Τέτοια ραδιοφάρμακα είναι το I^{131} που χρησιμοποιείται για την διάγνωση και την θεραπεία του καρκίνου του θυρεοειδούς, το Lu^{177} και το Y^{90} επίσης για την θεραπεία και την απεικόνιση νευροενδοκρινών όγκων (NET) κ.α.



(Πηγή:

https://www.google.gr/search?q=a+decay&rls=ig&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi88qSdiv3WAhWBd5oKHfhkC_wQ_AUICigB&biw=1280&bih=604#imgdii=tqeuox3DBtGScM:&imgsrc=MX-XW0fkVpi2WM:)

2.4.3. Ακτινοβολία πέδησης ή φαινόμενο Bremsstrahlung

Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει κατά την β διάσπαση. Όταν ένα σωματίδιο β μετά την εκπομπή του διέρχεται κοντά από έναν πυρήνα ενός νουκλιδίου τότε δημιουργείται έλξη από τον πυρήνα που έχει θετικό φορτίο με αποτέλεσμα να ελαττώνεται η ενέργειά του με ταυτόχρονη εκπομπή της υπολοίπομενης ενέργειας υπό μορφή ακτινοβολίας X. Η ενέργεια X είναι ίση με την διαφορά του σωματιδίου β κατά την αλλαγή της διεύθυνσέως του.

Αυτό το φαινόμενο γίνεται συνήθως με ραδιοφάρμακα όπως το Y^{90} . Για να αποφύγουμε το φαινόμενο αυτό προσέχουμε τα υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε να έχουν μικρό ατομικό αριθμό όπως π.χ. το πλαστικό plexiglass.

2.4.4. Σύλληψη ηλεκτρονίου (electron capture, Auger)

Η σύλληψη ηλεκτρονίου πραγματοποιείται σε ασταθείς πυρήνες με περίσσεια πρωτονίων και ενέργεια μικρότερη του 1,02 Mev.

Κατά την σύλληψη του ηλεκτρονίου ένα τροχιακό ηλεκτρόνιο συλλαμβάνεται από τον πυρήνα και συνενώνεται με ένα πρωτόνιο για τον σχηματισμό ενός νετρονίου και ενός νετρίνου ($\bar{\nu}_e$)

$$P = n + \bar{\nu}_e$$

Το συλληφθέν ηλεκτρόνιο προέρχεται συνήθως από την στοιβάδα K σύμφωνα με το ατομικό μοντέλο του Bohr και σπανιότερα από την στοιβάδα L καθώς η στοιβάδα K βρίσκεται πιο κοντά στον πυρήνα. Επειδή μετά την σύλληψη του ηλεκτρονίου δημιουργείται κενό σε κάποια εσωτερική στοιβάδα, το κενό αυτό συμπληρώνεται με την μεταπήδηση ενός ηλεκτρονίου από μια εξωτερική στοιβάδα σε μια πιο εσωτερική. Κατά την μεταπήδηση μπορεί να έχουμε χαρακτηριστική ακτινοβολία X ή ηλεκτρόνια Auger. Εάν ο πυρήνας παραμείνει σε διέγερση θα ακολουθήσει και εκπομπή ακτίνας γ .

Ραδιοφάρμακα που διασπώνται σύμφωνα με την σύλληψη του ηλεκτρονίου είναι :

- Tl^{201}
- Cr^{24}
- I^{123}, I^{125}
- Co^{57}
- In^{111}, Ga^{67}

2.4.5 Εκπομπή γ' ακτίνας

Μετά την διάσπαση α' με εκπομπή σωματιδίων α' , την β' διάσπαση και την σύλληψη ηλεκτρονίου ο πυρήνας παραμένει σε διέγερση με αποτέλεσμα την εκπομπή γ' ακτίνας. Η ακτίνα γ' και η ακτίνα X έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά (και για το λόγω αυτό χρησιμοποιούνται εναλλακτικά) αλλά έχουν διαφορετική προέλευση. Δηλαδή η ακτίνα X δημιουργείται από τις στοιβάδες και τα κενά που αφήνουν και καλύπτουν τα ηλεκτρόνια, ενώ η ακτίνα γ' από την διέγερση του πυρήνα.

Η ακτίνα γ' δεν έχει φορτίο και για αυτό δεν υπόκειται σε καμία έλξη ή απώθηση αλλά είναι η μόνη εκπομπή από έναν ασταθή πυρήνα που είναι μέρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος

2.5.Αλληλεπίδραση ακτινοβολίας με την ύλη.

Υπάρχουν 7 τρόποι με τους οποίους η ακτίνα γ και η ακτίνα X αλληλεπιδρούν με την ύλη :

- Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο
- Σκέδαση Compton
- Δίδυμη γέννηση
- Εσωτερική μετατροπή
- Ηλεκτρόνιο Auger
- Τριπλή παραγωγή φωτονίων
- Σκέδαση Coherent

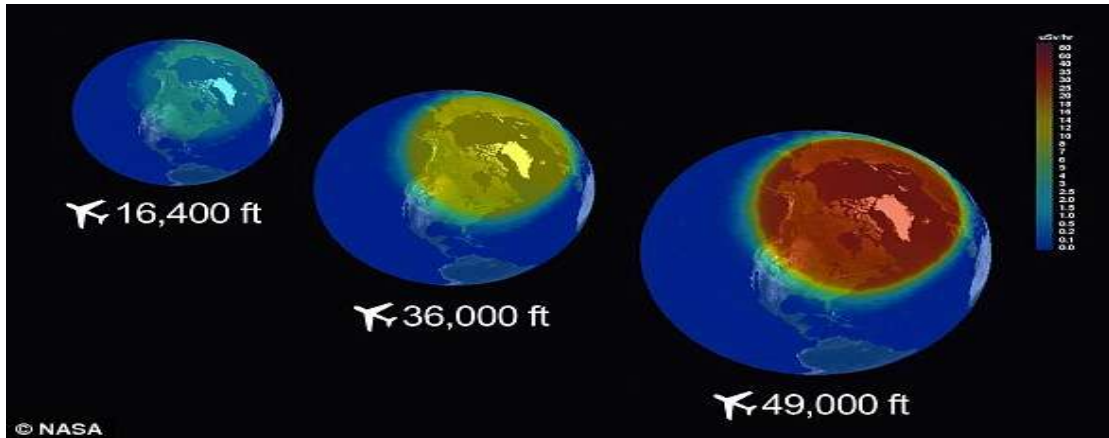
2.6. Έκθεση σε Ιοντίζουσα ακτινοβολία

Καθημερινά το ανθρώπινο σώμα εκτίθεται σε ακτινοβολία η οποία μπορεί να προέρχεται από την ατμόσφαιρα (κοσμική ακτινοβολία) και το έδαφος. Φυσικά ραδιενεργά στοιχεία βρίσκονται στο νερό, τα πετρώματα, τον αέρα. Τέτοια είναι το κάλιο, το ράδιο, το ουράνιο και το ραδόνιο. Πέρα από το φυσικό περιβάλλον υπάρχουν και οι ανθρωπογενείς ιοντίζουσες ακτινοβολίες που παράγονται καθημερινά στο εργαστήριο και χρησιμοποιούνται στην ιατρική και στην βιομηχανία

2.6.1. Κοσμική ακτινοβολία

Πέρα από την ακτινοβολία που δεχόμαστε από το έδαφος υπάρχει και η κοσμική ακτινοβολία που δέχεται η επιφάνεια της γης από το διάστημα. Οι κοσμικές ακτινοβολίες αποτελούνται από σωματίδια υψηλών ενεργειών με 87% πρωτόνια, 12% σωματίδια α - πυρήνες Ηλίου, ένα μικρό ποσοστό ακτίνων γ , ηλεκτρόνια και νετρίνα. Οι δημιουργία των κοσμικών ακτίνων υφίσταται από αστρικά φαινόμενα έως μυστηριώδεις ενέργειες στα βάθη του Σύμπαντος.

Η πρώτη μέτρηση της κοσμικής ακτινοβολίας έγινε από τον Γερμανό επιστήμονα Victor Hess το 1912, ο οποίος, χρησιμοποιώντας ένα ηλεκτροσκόπιο από φύλλο χρυσού σε πτήση με μπαλόνι μετρούσε την αύξηση της ακτινοβολίας καθώς αυτό ανέβαινε, αποδεικνύοντας την ύπαρξη ιονισμού προερχόμενη από το διάστημα.



(Πηγή:

https://www.google.gr/search?q=radiation+from+planes&rls=ig&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKewj4tNCe047XAhVPEVAKHSabBngQ_AUICigB&biw=1280&bih=604#imgrc=ig994dBOjXpb2M:

Όταν η κοσμική ακτινοβολία φτάσει στην γη προκύπτουν δευτερογενή σωματίδια (πιόνια, καόνια). Κάποια από αυτά δεν φτάνουν στη γη ενώ κάποια άλλα φτάνουν και διασπώνται σε μίονια (ή ηλεκτρόνια) και νετρίνα. Τα μίονια είναι σωματίδια που βρίσκονται στην επιφάνεια της θάλασσας και αντιδρούν πολύ λίγο με την ύλη ενώ έχουν χρόνο ζωής εκατομμυριοστά του δευτερολέπτου. Τα νετρίνα είναι αγγελιοφόροι του Σύμπαντος, μοιάζουν με τα φωτόνια και φτάνουν ανεπηρέαστα στη γη.

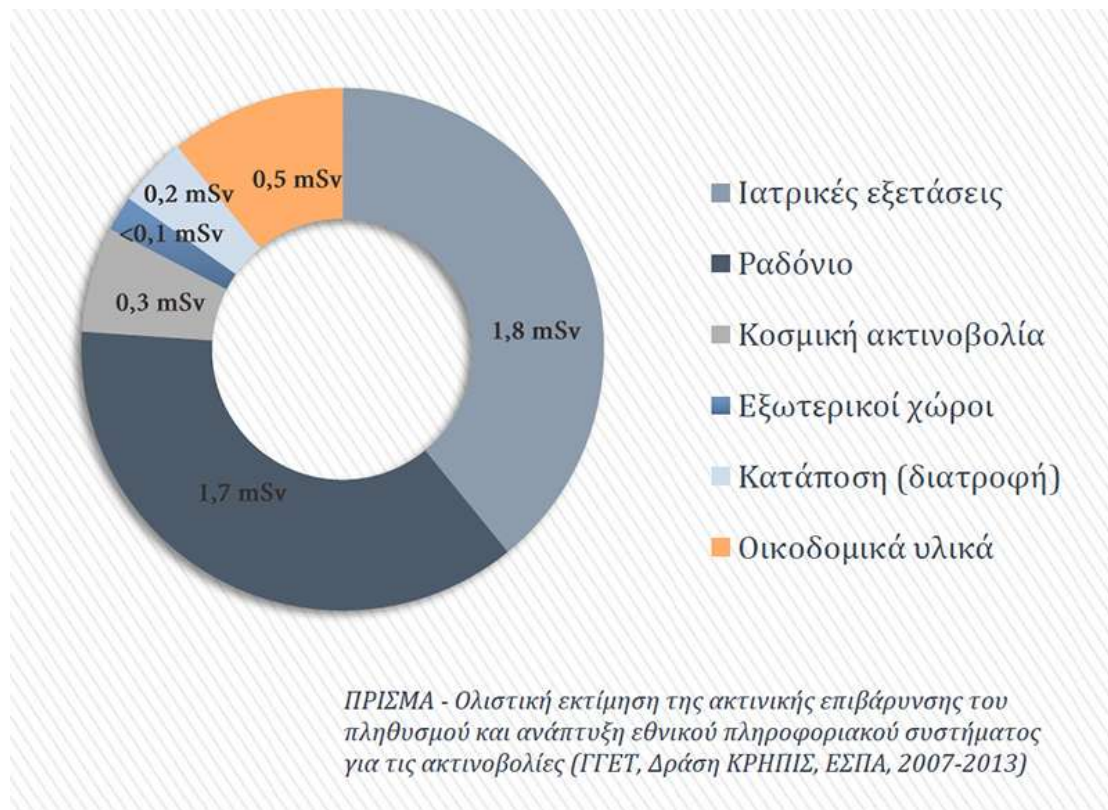
2.6.1.1. Πηγές κοσμικής ακτινοβολίας

- Ο Ήλιος είναι η κύρια πηγή κοσμικής ακτινοβολίας. Τα σωματίδια αλληλεπιδρούν με το μαγνητικό πεδίο της γης με αποτέλεσμα να παράγεται κοσμική ακτινοβολία στο βόρειο και νότιο πόλο.
- Το γνωστό Σέλας που εμφανίζεται κάποιες νύχτες δημιουργώντας φωτεινά σχήματα στον ουρανό προκαλείται από την κοσμική ακτινοβολία η οποία φεύγει από τον Ήλιο και προσκρούει στην ατμόσφαιρα της γης με αποτέλεσμα να μετατρέπεται σε φως και λάμψη σε πράσινο και μώβ χρώμα.
- Αστέρια, αστέρες νετρινίων
- Εξαύλωση σκοτεινής ύλης, μακρινοί γαλαξίες
- Ηλιακές εκλάμψεις (βίαιες εκρήξεις πάνω στην επιφάνεια του Ήλιου)

2.6.1.2. Επίδραση της κοσμικής ακτινοβολίας

- Ο καιρός επηρεάζεται από την κοσμική ακτινοβολία
- Η κοσμική ακτινοβολία μπορεί να επηρεάσει την σωστή λειτουργία των υπολογιστών.
- Μπορεί να προκαλέσει παρεμβολές στην λήψη εικόνας
- Παρεμβολές σε ραδιοφωνικές εκπομπές.
- Καταστροφή σε ηλεκτρικά καλώδια.
- Διακοπή ρεύματος.

Η κοσμική ακτινοβολία βρίσκεται σε μεγάλο κυρίως υψόμετρο έξω από την ατμόσφαιρα της γης και είναι βλαβερή για την υγεία του ανθρώπου. Όσο πιο ψηλά σε υψόμετρο βρισκόμαστε τόσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των σωματιδίων που δεχόμαστε, ενώ όσο πιο χαμηλά είμαστε τα σωματίδια σιγά σιγά απορροφώνται από τον αέρα της ατμόσφαιρας και έτσι στην επιφάνεια της γης ο αριθμός είναι μειωμένος. Άρα οι επιβάτες και το πλήρωμα ενός αεροπλάνου εκτίθενται σε μεγαλύτερη κοσμική ακτινοβολία απ'ότι οι άνθρωποι στην επιφάνεια της γης. Παράγοντες που επηρεάζουν αυτήν την έκθεση σχετίζονται με το υψόμετρο που πετάει το αεροπλάνο, την διάρκεια της πτήσης καθώς και την περιοχή από την οποία περνάει (π.χ. κοντά στους πόλους όπου τα σωματίδια που προέρχονται από τον Ήλιο και το Γαλαξία είναι περισσότερα λόγω του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου της γης). Για το λόγο αυτό τα πληρώματα των αεροσκαφών που εκτελούν υπερατλαντικά ταξίδια χαρακτηρίζονται ως "εργαζόμενοι με τις ακτινοβολίες" και ακολουθούν τους κανονισμούς ακτινοπροστασίας (π.χ. ειδικές άδειες στο ιπτάμενο προσωπικό κατά τους μήνες εγκυμοσύνης).



Πηγή : <https://eeae.gr/ακτινοβολία/η-ακτινοβολία-παντού-γύρω-μας/ιοντίζουσα-ακτινοβολία/3120-εκτιμεί-σε-ιοντίζουσα-ακτινοβολία>

2.6.2.Ραδόνιο

Το ραδόνιο αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος ακτινοβολίας που λαμβάνει ο άνθρωπος κάθε χρόνο. Το ραδόνιο είναι ευγενές ραδιενεργό αέριο το οποίο βρίσκεται σε διάφορες συγκεντρώσεις στο έδαφος, τα πετρώματα της γης και τα οικοδομικά υλικά που προέρχονται από αυτά. Η μέτρηση και η ανίχνευση βασίζονται στην ανίχνευση α' σωματιδίων που εκπέμπονται από τα ραδιονουκλίδια κατά την διάσπασή τους. Ως αέριο είναι άοσμο, άγευστο και άχρωμο. Απελευθερώνεται από την διάσπαση του Ουρανίου. Αφού απελευθερωθεί εισέρχεται στην ατμόσφαιρα και δεν μπορεί να ανιχνευθεί από τις ανθρώπινες αισθήσεις παρά μόνο από ειδικά μηχανήματα. Κατά την διάσπασή του τα ραδιενεργά σωματίδια που προκύπτουν (Po-218, Pb-214, Bi-214 και Po-214) εγκλωβίζονται στους ιστούς των πνευμόνων κατά την εισπνοή και με την πάροδο του χρόνου μπορεί να προκληθεί καρκινογένεση. Στα παιδιά έχει συσχετισθεί με αυξημένη επίπτωση λευχαιμίας.

Σύμφωνα με έρευνες το ραδόνιο ευθύνεται για το 9% των θανάτων που προκύπτουν από καρκίνο του πνεύμονα, ενώ οι καπνιστές κινδυνεύουν περισσότερο. Το πρόβλημα είναι γνωστό εδώ και πολλές δεκαετίες και γι' αυτό στο εξωτερικό είναι υποχρεωτική η μέτρησή του στο έδαφος και τα πετρώματα πριν δοθεί οικοδομική άδεια. Στις Η.Π.Α υπάρχει ανώτερο επιτρεπτό όριο για το εσωτερικό των κατοικιών, των σχολείων και των χώρων εργασίας στα 150 Bq/m³. Η Ευρωπαϊκή Ένωση λαμβάνοντας υπόψη τις προτάσεις της διεθνούς επιτροπής ακτινοπροστασίας (ICRP) εξέδωσε το 1990 σύσταση για λήψη μέτρων όσον αφορά τις κατοικίες με ανώτερα επίπεδα στα 400 Bq/m³ για τις νεόδμητες κατοικίες και 200 Bq/m³ για τις κατοικίες που θα χτιστούν στο μέλλον. Στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια υπάρχει πληθώρα

μελετών σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές για την εκτίμηση της συγκέντρωσης ραδονίου, με αυτές να δείχνουν ότι η συγκέντρωση του είναι υψηλότερη το χειμώνα και στις περιοχές με σπήλαια και ιαματικά λουτρά.

Οι περιοχές με τη μεγαλύτερη συσσώρευση ραδονίου στην Ελλάδα (σε becquerel ανά κυβικό μέτρο)		
Χωριό	Νομός	Συσσώρευση ραδονίου σε bq/m ³
Νεράιδα	Θεσπρωτίας	511 bq/m ³
Μελιβοία	Ξάνθης	460 bq/m ³
Κέντρο Πόλης	Καβάλας	350 bq/m ³
Σέλερο	Ξάνθης	320 bq/m ³
Πρασινάδα	Δράμας	280 bq/m ³
Μύκονος	Κυκλάδων	280 bq/m ³
Δεσκάτη	Γρεβενών	279 bq/m ³
Πεντάλοφο	Κοζάνης	258 bq/m ³
Νικισιανή	Καβάλας	237 bq/m ³
Κέντρο Πόλης	Θεσσαλονίκης	220 bq/m ³
Δοξάτο	Δράμας	211 bq/m ³
Γενισέα	Ξάνθη	200 bq/m ³

Τσίππρας Κ.Σ. Το Ραδόνιο [internet]. [cited 2010 Apr 14]. Available from: <http://www.tsipiras.gr/radonio.htm7>

Το ραδόνιο εισέρχεται στα κτίρια από :

- Ρωγμές στο σκυρόδεμα
- Κενά στα σημεία ένωσης τοίχου με το δάπεδο
- Διάκενα στα ξύλινα πατώματα
- Διάκενα στις πόρτες και τα παράθυρα
- Κενά από την είσοδο των σωληνώσεων ύδρευσης και αποχέτευσης

2.6.2.1. Τρόποι αντιμετώπισης για την μείωση ραδονίου

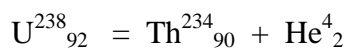
1. Πολύ καλός αερισμός του χώρου ίσως να επαρκεί για να λυθεί το πρόβλημα.
2. Εντοπισμός και σφράγιση των ρωγμών και των σημείων που εισχωρεί το ραδόνιο
3. Επιλογή μη ραδιενεργών οικοδομικών υλικών
4. Συστήματα αερισμού στα θεμέλια του σπιτιού
5. Αποφυγή σχεδιασμού υπνοδωματίων σε χώρο που έρχεται σε επαφή με το έδαφος ιδίως στις περιοχές που είναι γνωστές για τα υψηλά επίπεδα ραδονίου.(π.χ. τα υπνοδωμάτια να βρίσκονται στον τελευταίο όροφο της μονοκατοικίας και το υπόγειο να χρησιμοποιείται μόνο για αποθηκευτικό χώρο



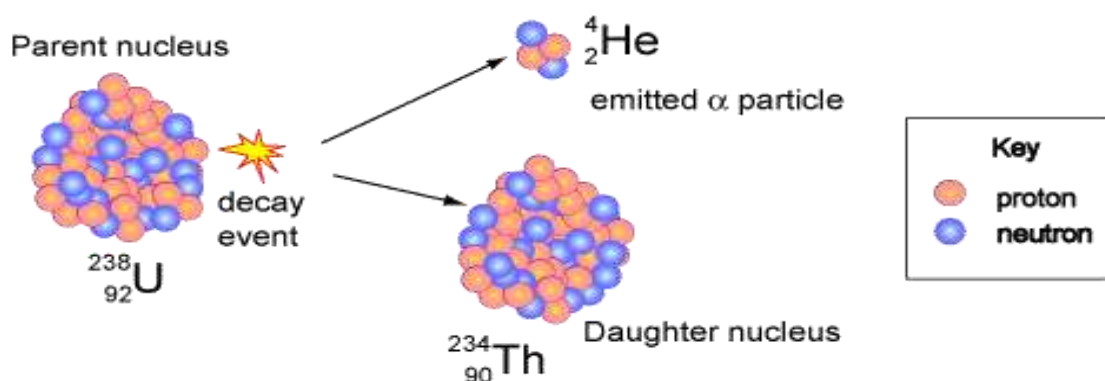
Ειδική στεγανοποιητική μεμβράνη. [Πηγή: <http://www.renovat.gr/>]

2.6.3. Ουράνιο

Το Ουράνιο (U) είναι χημικό στοιχείο με ατομικό αριθμό 92 και ατομικό βάρος 238,02891 g/mol, είναι ραδιενεργό και πολύ εύφλεκτο. Το Ουράνιο κατά καιρούς έχει χρησιμοποιηθεί στην βιομηχανία για την παραγωγή και την διακόσμηση γυάλινων ποτηριών με πράσινη λάμψη και σερβίτσια φαγητού. Τα τελευταία χρόνια αυτό βέβαια έχει απαγορευτεί για λόγους υγείας διότι στον οργανισμό το Ουράνιο συμπεριφέρεται σαν δηλητήριο και μπορεί να προσβάλει κυρίως τα νεφρά, το ήπαρ, την καρδιά και άλλα συστήματα. Επίσης χρησιμοποιείται ως μια από τις σημαντικότερες πηγές ενέργειας σε πυρηνικούς αντιδραστήρες και στην βιομηχανία όπλων για την κατασκευή οπλικών συστημάτων, κατασκευή πυρηνικής βόμβας. Στην φύση φυσιολογικά βρίσκεται σε μικρές ποσότητες στο νερό ή το χώμα και τα φυτά.



Alpha Decay of a Uranium-238 nucleus



(Πηγή : <http://study.com/academy/lesson/alpha-decay-definition-equation-example.html>)

Το Ουράνιο όταν διασπάται μεταπίπτει σε Θόριο (Th^{234}). Η διάσπασή του γίνεται σύμφωνα με την διάσπαση α σωματιδίων. Ο χρόνος ημίσειας ραδιενεργού ζωής είναι 4.468.000.000 έτη, ενώ η βιολογική ζωή του περίπου 15 ημέρες.

Με βάση τη αποκάλυψη του ΟΟΣΑ και της διεθνούς επιτροπής ατομικής ενέργειας (Uranium 2009) η Ελλάδα είναι πλούσια σε κοιτάσματα Ουρανίου που μπορεί να ξεπερνούν και τους 20.000 τόνους. Αυτό σημαίνει ότι εάν γίνει εξόρυξη και εκμετάλλευση κοιτασμάτων θα μπορούσε η χώρα να εξασφαλίσει μεγάλη ενεργειακή αυτονομία. Ωστόσο μια τέτοια κίνηση θα επιφέρει αλλοίωση της μορφολογίας των περιοχών (ορυχεία), σοβαρές επιπτώσεις στον υδροφόρο ορίζοντα και περιβαλλοντική καταστροφή.



Πηγή: <http://www.tovima.gr/science/article/?aid=542050>

2.6.4. Ράδιο

Το Ράδιο (Ra) έχει ατομικό αριθμό 88 και ατομικό βάρος 226,05. Ανακαλύφθηκε από το ζεύγος Curie το 1898. Το Ράδιο εκπέμπει ακτινοβολία πολύ παραπάνω από το

Ουράνιο. Κατά την δεκαετία του 1930 λόγω άγνοιας κινδύνου, χρησιμοποιούσαν το Ράδιο ως διάλυμα είτε ως ραδιενεργές κομπρέσες για θεραπεία ασθενειών και διαφόρων ενοχλήσεων. Έχει αναφερθεί ότι υπήρχε ως συστατικό σε οδοντόκρεμα και καλλυντικά. Επίσης μεγάλη εφαρμογή είχε στην δημιουργία των αριθμών και των δεικτών των ρολογιών ώστε να φωσφορίζουν. Αργότερα αντικαταστάθηκε με ραδιενεργό Κοβάλτιο (Co). Σήμερα χρησιμοποιείται στην ιατρική για την καταπολέμηση του καρκίνου.



Ωρολόγια με δείκτες και αριθμούς που περιείχαν ράδιο ώστε να φωσφορίζουν

(πηγή : <http://users.uom.gr/~peiramat/Curie/RADIO/5.htm>)

2.6.5. Ιατρικές εφαρμογές της ιοντίζουσας ακτινοβολίας

Η χρήση της στην ιατρική είναι διαδεδομένη σε ολόκληρο τον κόσμο για την έγκυρη διάγνωση παθήσεων όπως ο καρκίνος κ.α. Ο άνθρωπος εκτίθεται σε ακτινοβολία όταν υποβάλλεται σε ακτινογραφία, αξονική τομογραφία, σπινθηρογραφικό έλεγχο, ποζιτρονική τομογραφία, επεμβατικές ακτινολογικές διαδικασίες (π.χ.) τοποθέτηση βηματοδότη, αγγειοχειρουργικές επεμβάσεις. Πέρα από την διάγνωση οι ιοντίζουσες ακτινοβολίες χρησιμοποιούνται και για την θεραπεία του καρκίνου όπως είναι αυτός του θυρεοειδούς αδένα με λήψη θεραπευτικού ραδιενεργού I^{131} , ασθενείς με νευροενδοκρινείς όγκους, ασθενείς με καρκίνου προστάτη και μαστών. Η έγκαιρη διάγνωση και οι εξελιγμένες θεραπείες συμβάλλουν στην βελτίωση και επιμήκυνση της ποιότητας ζωής των ασθενών.

Σύμφωνα με τα διεθνή κριτήρια το 20% της ακτινοβολίας που δέχονται οι άνθρωποι προέρχεται από τις ιατρικές εξετάσεις και αποτελεί την κύρια πηγή έκθεσης σε τεχνητά παραγόμενες ακτινοβολίες. Σκοπός της ακτινοπροστασίας είναι να εξασφαλίζεται ότι πάντα χρησιμοποιείται η μικρότερη δόση στον ασθενή με το καλύτερο διαγνωστικό αποτέλεσμα προστατεύοντας ταυτόχρονα και τους υγιείς ιστούς.

2.6.5.1. Ιοντίζουσα ακτινοβολία και εγκυμοσύνη.

Στην διάρκεια της εγκυμοσύνης η έκθεση μιας γυναίκας σε ιοντίζουσα ακτινοβολία πρέπει να αποφεύγεται. Πολλές φορές η έκθεση μπορεί να είναι εκούσια ή ακούσια. Συνήθως οι περιπτώσεις έκθεσης στις ακτινοβολίες αυτές κατά την διάρκεια την κύησης γίνεται για ιατρικούς λόγους.

α) εκούσια :

- Για λόγους υγείας- πραγματοποίηση ιατρικής εξέτασης
- Επαγγελματική απασχόληση (π.χ.) ιατρικό, παραϊατρικό προσωπικό.

β) ακούσια :

- Αρχικό στάδιο εγκυμοσύνης χωρίς να γνωρίζει η ασθενής ότι το χρονικό διάστημα που υπεβλήθει σε εξέταση ήταν έγκυος.

Κάθε γυναίκα που βρίσκεται σε αναπαραγωγική ηλικία θα πρέπει να ενημερώνεται από το προσωπικό του εργαστηρίου για τους κινδύνους σε περίπτωση εγκυμοσύνης. Εάν υπάρχει υπόνοια η ιατρική πράξη που περιλαμβάνει την έκθεση σε ιοντίζουσες ακτίνες θα πρέπει να αναβάλλεται μέχρι την επόμενη έμμηνο ρύση ή να πραγματοποιείται τεστ εγκυμοσύνης.

Στην περίπτωση που υπάρχει εγκυμοσύνη αλλά απαιτείται για ιατρικούς λόγους ο περαιτέρω έλεγχος μιας εγκύου τότε θα πρέπει να διερευνηθεί εάν υπάρχει εναλλακτική διαγνωστική προσέγγιση που δεν θα προκαλέσει κινδύνους στο κύημα (π.χ.) μαγνητική τομογραφία, υπέρηχος, αναβολή της εξέτασης για μετά τον τοκετό σε δεύτερο χρόνο. Εφόσον η αναβολή της εξέτασης δεν είναι ιατρικά αποδεκτή θα πρέπει να εκτιμηθεί η αναμενόμενη δόση που θα λάβει το κύημα, να ληφθούν κατάλληλα μέτρα, ελαχιστοποίηση της δόσης, περιορισμός του αριθμού λήψεων, μείωση του χρόνου ακτινοσκόπησης, εφαρμογή ειδικών πρωτοκόλλων.

Εάν η εγκυμοσύνη δεν είναι γνωστή και η έγκυος ακτινοβοληθεί τότε πρέπει να γίνει γρήγορη ενημέρωση του γυναικολόγου της. Αν η ακτινολογική εξέταση δεν περιλαμβάνει στο πεδίο της την μήτρα (π.χ.) ακτινογραφία θώρακος, εγκεφάλου, μαστογραφία τότε η δόση που θα δεχθεί το κύημα είναι μικρότερη του 1 mSv και δεν συντρέχουν λόγοι ανησυχίας.

Σύμφωνα με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Radiation Protection) για δόσεις στο κύημα μικρότερες των 100 mSv η διακοπή της κύησης πρέπει να αποκλείεται. Για δόσεις άνω των 100 mSv η απόφαση για διακοπή της κύησης αφορά αποκλειστικά το οικογενειακό περιβάλλον του κυοφορούμενου παιδιού, αφού πρώτα συνεκτιμηθούν τα ιατρικά δεδομένα και οι κοινωνικοί, ψυχολογικοί παράγοντες.

Οι επιπτώσεις των ιοντίζουσων ακτινοβολιών στο κύημα μπορεί να είναι άμεσες και απώτερες. Περιλαμβάνουν την θανάτωση του κυήματος ιδίως εάν βρίσκεται στις πρώτες εβδομάδες της εγκυμοσύνης, την εμφάνιση δυσπλασιών και νοητικής υστέρησης. Ως απώτερα αποτελέσματα περιλαμβάνονται η καρκινογένεση και η λευχαιμία.

2.6.5.2.Επιδράσεις των ιοντίζουσων ακτίνων ανάλογα με το στάδιο της κύησης

1^η - 2^η εβδομάδα : Σε αυτό το στάδιο ο αριθμός των κυττάρων του γονιμοποιημένου ωαρίου είναι μικρός. Η έκθεση σε ακτινοβολία σε αυτό το στάδιο μπορεί να προκαλέσει το θάνατό του. Στην περίπτωση αυτή η εγκυμοσύνη δεν θα γίνει αντιληπτή.

3^η – 8^η εβδομάδα : Στο στάδιο αυτό αρχίζει η οργανογένεση και υπάρχει η πιθανότητα εμφάνισης δυσπλασιών για δόσεις άνω των 100mSv.

8^η – 15^η εβδομάδα – τοκετός : Συντελείται η διάπλαση του κεντρικού νευρικού συστήματος. Η έκθεση του εμβρύου κατά την φάση αυτή και για δόση μεγαλύτερη των 100 mSv μπορεί να προκαλέσει μείωση του δείκτη νοημοσύνης του παιδιού.

2.6.6.Χρήση της ιοντίζουσας ακτινοβολίας στην βιομηχανία

Στην βιομηχανία η χρήση της ιοντίζουσας ακτινοβολίας γίνεται για την αποστείρωση υλικών και για ποιοτικό έλεγχο. Η ιοντίζουσα ακτινοβολία χρησιμοποιείται επίσης στα πυρηνικά εργοστάσια για φθηνή παραγωγή ενέργειας.

Ένα από τα μεγαλύτερα ραδιενεργά ατυχήματα της παγκόσμιας ιστορίας έλαβε χώρα στις 26 Απριλίου του 1986 στην πόλη Πρυπιάτ της Ουκρανίας. Πρόκειται για την έκρηξη ενός από τους 4 πυρηνικούς αντιδραστήρες του εργοστασίου παραγωγής πυρηνικής ενέργειας του Τσερνόμπιλ. Αποτέλεσμα ήταν ο άμεσος θάνατος δεκάδων ανθρώπων ενώ πολλά άτομα από τα σωστικά κλιμάκια που κατέφθασαν στο χώρο πέθαναν από την έκθεση στην ακτινοβολία μέσα σε λίγες εβδομάδες.

Το πυρηνικό ατύχημα είχε σημαντικές επιπτώσεις τόσο στην χώρα της Ουκρανίας όσο και στην υπόλοιπη Ευρώπη για πολλά χρόνια μετά. Ένα μεγάλο κύμα νέφους κατέληξε στις βόρειες χώρες οι οποίες και επηρεάστηκαν περισσότερο ενώ υπάρχουν ενδείξεις για αύξηση των ποσοστών του καρκίνου, ιδίως του θυρεοειδούς αδένου σε ολόκληρη την Ευρώπη. Η γύρω περιοχή του εργοστασίου συμπεριλαμβανομένης και της πόλης Πρυπιάτ βρίσκονται σε απομόνωση έως και σήμερα. Η χλωρίδα και η πανίδα επηρεάστηκαν ενώ υπάρχουν αναφορές για μεταλλάξεις σε ζώα (χελιδόνια με αλμπινισμό), καταστροφή πευκοδάσων από τις μεγάλες ποσότητες ραδιενέργειας που εξακολουθούν να υπάρχουν στην περιοχή.

Στην Ελλάδα η μέση ετήσια δόση ακτινοβολίας που δέχεται ένας κάτοικος είναι συνολικά 4,5 mSv. Από αυτή το 2,7 mSv προέρχεται από φυσικές πηγές, ενώ το 1,8 mSv από τις ιατρικές πρακτικές.

Συμπέρασμα

Ο άνθρωπος είναι ένας οργανισμός εξαιρετικά ευαίσθητος. Η ζωή μας είναι εγκλωβισμένη σε ένα τεράστιο μαγνητικό πεδίο ως αποτέλεσμα των ανταλλαγών ενέργειας ανάμεσα στη γη και το σύμπαν. Οι ζώντες οργανισμοί είναι μια ηλεκτρομαγνητική μηχανή και δρουν ως δέκτες, ως συμπυκνωτές και ως πομπός του σύμπαντος. Μπορεί τα επιτεύγματα της τεχνολογίας να κάνουν θαύματα και να μας παρέχουν πιο άνετη ζωή, την κάνουν όμως πιο επικίνδυνη με απρόβλεπτες συνέπειες για την υγεία.

Το στοίχημα που πρέπει να κερδίσουμε ως οργανωμένη και σύγχρονη κοινωνία είναι η αποφυγή αλόγιστης χρήσης της τεχνολογίας και κατά συνέπεια της ρύπανσης παντός είδους ακολουθώντας όπου είναι εφικτό το γνωστό ρητό των προγόνων μας “ΠΑΝ ΜΕΤΡΟΝ ΑΡΙΣΤΟΝ”

Βιβλιογραφία

1. Θεμελιώδης πανεπιστημιακή φυσική - Αλόνσο Φινν
<https://el.wikipedia.org>
2. Physics - Raymond A. Serway, τόμος II <https://el.wikipedia.org>
3. Φυσική Β΄ Λυκείου, Α. Μάζης, ΟΕΔΒ, 1994 <https://el.wikipedia.org>
4. Η μη ιοντίζουσα ή ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία <https://eeae.gr>
5. Περί ακτινοβολιών
<http://users.sch.gr/xtsamis/OkosmosMas/Aktinovolies/Aktinovolies.htm>
6. Η βλαπτική επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας στο δέρμα.
Κωνσταντίνος Δ. Βέρρος <http://uvnet.gr>
7. U.K. Cell Phone Study Points to Acoustic Neuroma, Not Brain CancerBy
Global Research News Global Research, January 15, 2014. Global
Research, January 15, 2014 microwavenews.com
8. Ήλιος και υγεία.
<http://www.bestrong.org.gr/el/health/sunprotection/sunandhealth>
9. Άπω υπέρυθρη ακτινοβολία <https://www.em-ecologic.com.cy/---chb2>
10. Τι είναι το φως. Barry R Masters, Independent Scholar, Cambridge, MA,
USA <http://e-ico.org/node/309>
11. Ηλεκτρομαγνητική μόλυνση σε καθημερινές εφαρμογές. Σαλονικίδης
Χρήστος
<http://digilib.teiimt.gr/jspui/bitstream/123456789/2591/1/012009190.pdf>

12. Alpha Decay: Definition, Equation & Example Chapter 4 / Lesson 6. <http://study.com>
13. Chandra R : *Nuclear medicine physics : the basics*, 6th ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 2004.
14. John HE, Cunningham JR: *The physics of radiology*, 4th ed. Chicago, Thomas Books, 1983
15. Hendee WR: *Medical radiation physics*, 3rd ed. St. Louis, Mosby, 1992.
16. Η ιοντίζουσα ακτινοβολία. <https://eeae.gr>
17. Έκθεση σε ιοντίζουσα ακτινοβολία. <https://eeae.gr>
18. Επιδράσεις στην υγεία και το περιβάλλον. <https://eeae.gr>
19. Προστασία από την ακτινοβολία. <https://eeae.gr>
20. Κοσμικές ακτίνες. <https://el.wikipedia.org>
21. Κοσμική ακτινοβολία: Η ποικιλόμορφη αγγελιοφόρος του συμπαντος. Νεκταρία Γκιζάκη. <https://www.orionas.gr>
22. In-Flight Ultraviolet Radiation on Commercial Airplanes. (Cadilhac P, et al 2017. <https://www.ncbi.nlm.nih>.
23. Πόση ακτινοβολία δεχόμαστε σε ένα αεροπορικό ταξίδι. (συντακτική ομάδα care) <http://www.care.gr>
24. NASA study reveals how much radiation really hits you when you travel by plane. Cecile Borkhataria. <http://www.dailymail.co.uk>
25. Ραδόνιο: Η αόρατη απειλή μέσα στο σπίτι μας. Μιχάλης Χατζηγιάννης <http://www.iatropedia.gr/yygeia/radonio-i-aorati-apili-mesa-sto-spiti-mas/33387>
26. Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας. Ραδόνιο [Εγχειρίδιο]. Αθήνα: Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας; 2005.
27. Papastefanou C, Stoulos S, Manolopoulou M, Ioannidou A, Charalambous S. Indoor radon concentrations in Greek apartment dwellings. *Health Phys.* 1994 Mar;66(3):270-3
28. Geranios A, Nikolopoulos D, Louitzi A, Karatzi A. Multiple radon survey in spa of Loutra Edipsou (Greece). *Radiation Protection Dosimetry.* 2004;112(2):251-
29. Radon Prevention and Remediation (RADPAR) funded from the European Commission DG SANCO Second Public Health Programme <http://www.julkari.fi>
30. UNSCEAR, the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, www.unscear.org/unscear/en/faq.html
31. Κανονισμοί Ακτινοπροστασίας, ΦΕΚ/β/216/6.3.2001 (ολόσωμη έκθεση)
32. Henshaw DL, Ross AN, Fews AP, Preece AW., Enhanced deposition of radon daughter nuclei in the vicinity of power frequency electromagnetic fields., *Physics Laboratory, University of Bristol, UK, Int J Radiat Biol.* 1996 Jan;69(1):25-38.
33. Pilot study of indoor radon in Greek workplaces. Clouvas A, et al. *Radiat Prot Dosimetry.* 2007. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/17209226/>
34. Acute radiation syndrome <https://en.wikipedia.org>
35. Ουράνιο. <https://el.wikipedia.org>
36. Ουράνιο δώρο ή κατάρα. Γαλδαδάς Άλκης. <http://www.tovima.gr>
37. Πλούσια σε ουράνιο η Ελληνική γη. Χεκίμογλου Αχιλλέας. <http://www.tovima.gr>
38. Το Ράδιο και οι θεραπευτικές του ιδιότητες. <http://users.uom.gr/~peiramat/Curie/RADIO/RADIO.htm>

39. International Commission of Radiological Protection. Biological Effects after Prenatal Irradiation (Embryo and Fetus). ICRP Publication 90, (2003).
40. International Commission of Radiological Protection. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103, (2007).
41. Υπ. Απόφ. Αριθ. 1014(ΦΟΡ)94/6.3.2001 (ΦΕΚ/Β/216) Κανονισμοί Ακτινοπροστασίας
42. International Atomic Energy Agency. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources. IAEA, International Basic Safety Standards, No GSR Part3 (Interim). Vienna, (2011).
43. National Council on Radiation Protection and Measurements. Considerations Regarding the Unintended Radiation Exposure of the Embryo, Fetus or Nursing Child. NCRP Commentary No. 9. Bethesda, Maryland, (1994).
44. International Commission of Radiological Protection. Radiological Protection and Safety in Medicine. ICRP Publication 73, (1996).