

# ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

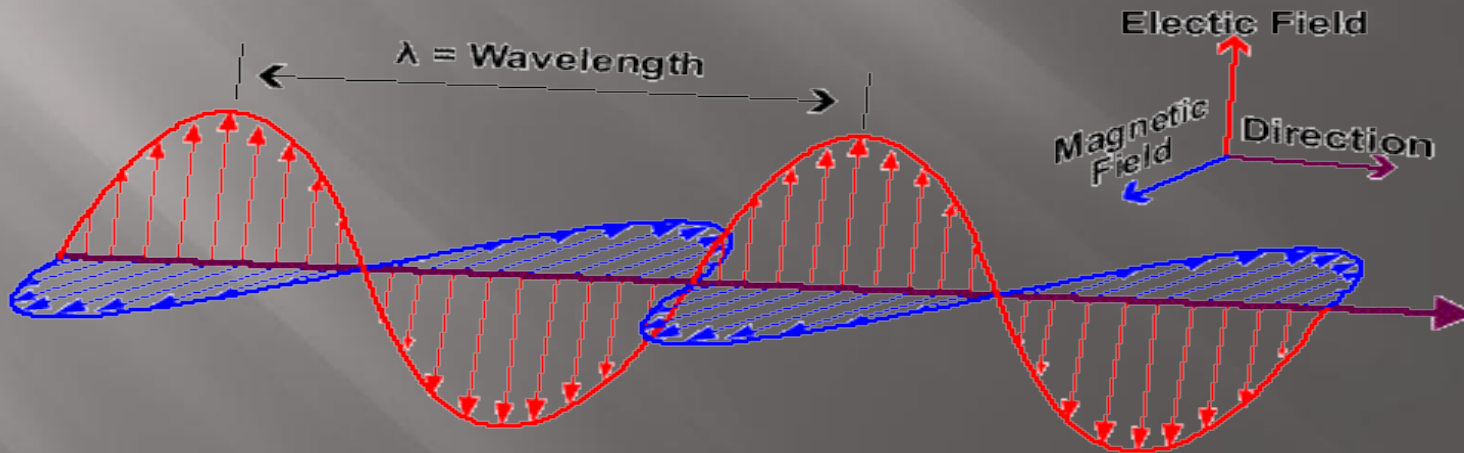


ΘΩΜΑΣ ΜΕΛΙΣΤΑΣ

A3

# Ορισμός ακτινοβολίας

- Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι η εκπομπή στο χώρο Η/Μ ενέργειας υπό μορφή Η/Μ κυμάτων, τα οποία είναι συγχρονισμένα ταλαντευόμενα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία

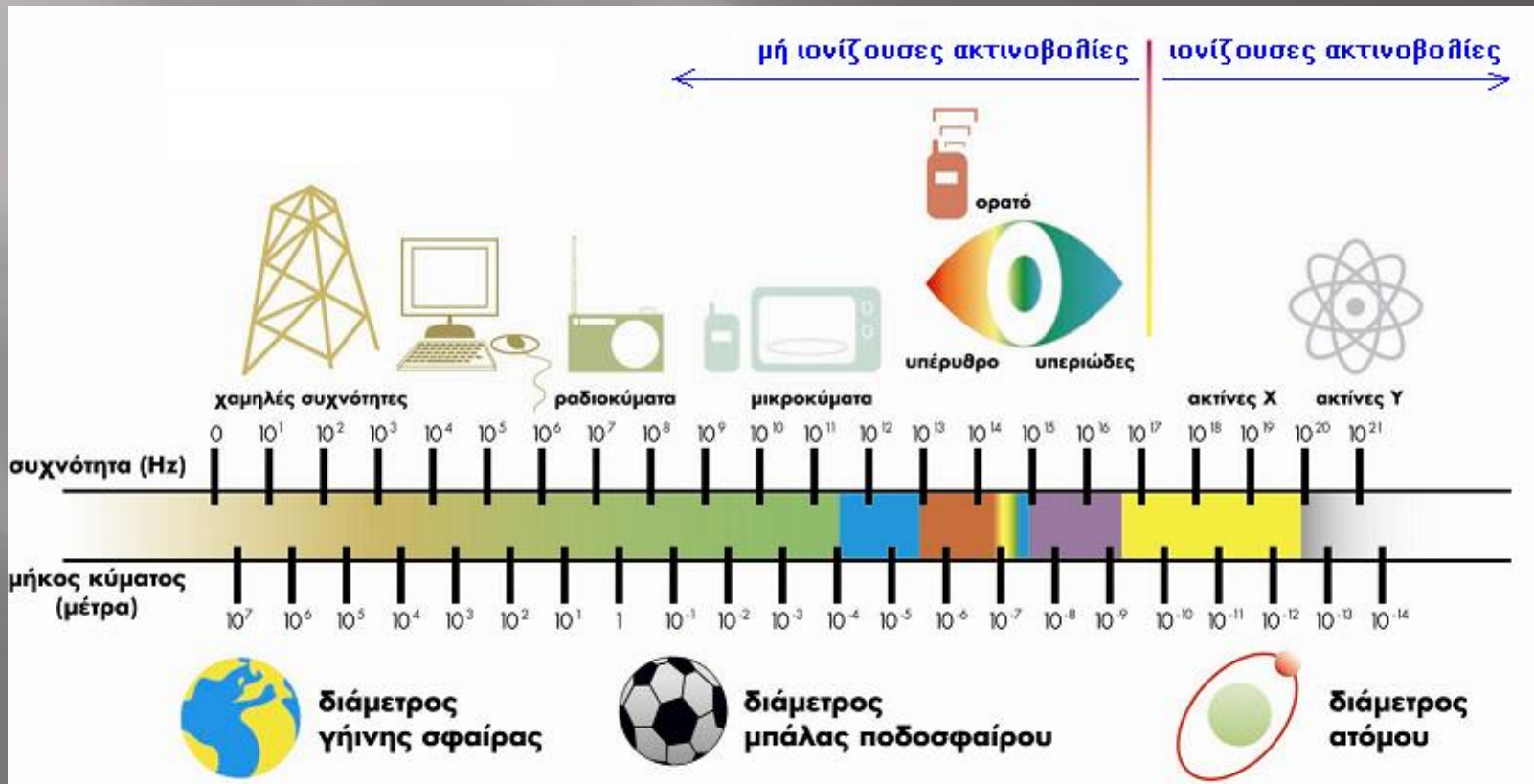


# Μορφές ακτινοβολίας

- ▣ Ανάλογα με την συχνότητα των κυμάτων και αντίστοιχα με τη μεταφερόμενη ενέργεια η ακτινοβολία χωρίζεται σε περιοχές :
- ▣ Ραδιοκύματα
- ▣ Μικροκύματα
- ▣ Υπέρυθρες
- ▣ Ορατό Φως
- ▣ Υπεριώδεις
- ▣ Ακτίνες X (Ro)
- ▣ Ακτίνες  $\gamma$
- ▣ Κοσμικές ακτίνες

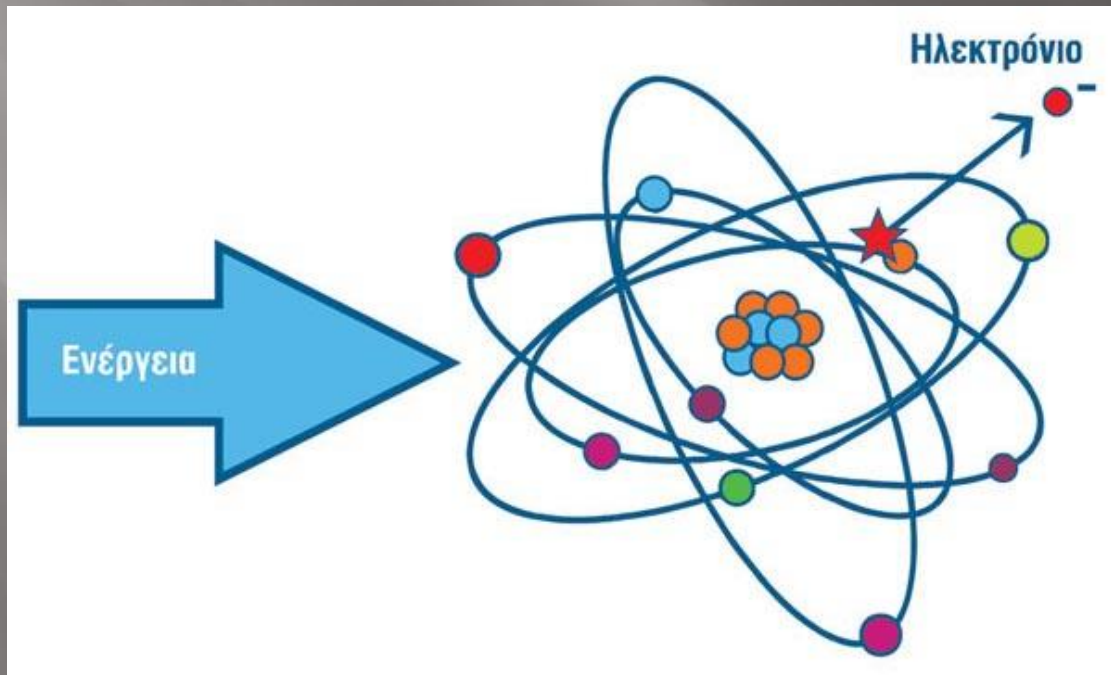
# Η/Μ Φάσμα

- Η ακτινοβολία χωρίζεται επίσης με βάση το αν προκαλεί ιονισμό στην ύλη ή όχι, σε ιονίζουσα και μη ιονίζουσα ακτινοβολία



# Ιονισμός

- Ιονισμός είναι η απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου του ατόμου σε περιοχή εκτός του ηλεκτρικού πεδίου του πυρήνα , με αποτέλεσμα τη δημιουργία θετικών ιόντων



# Ιονίζουσες Ακτινοβολίες

Ιονίζουσες ακτινοβολίες είναι:

- ▣ Η σωματιδιακή ακτινοβολία  $\alpha$  (πυρήνων ηλίου)
- ▣ Η ακτινοβολία  $\beta$  (εκπομπή ηλεκτρονίων ή ποζιτρονίων)
- ▣ Οι ακτίνες  $\gamma$  (εκπομπή φωτονίων υψηλής ενέργειας)
- ▣ Οι ακτίνες  $X$
- ▣ Μέρος των υπεριωδών
- ▣ Κοσμική ακτινοβολία

# Μη Ιονίζουσες Ακτινοβολίες

- ▣ Ραδιοκύματα
- ▣ Μικροκύματα
- ▣ Υπέρυθρες
- ▣ Ορατό φως
- ▣ Μέρος των υπεριωδών

# Ραδιενέργεια και Πηγές

- ▣ Ραδιενέργεια ονομάζεται η ακτινοβολία που εκπέμπεται κατά τη ραδιενεργό διάσπαση ασταθών πυρήνων σε σταθερότερους. Η διάσπαση αυτή ακολουθείται από εκπομπή σωματιδίων και Η/Μ ακτινοβολίας (ραδιενεργό φάσμα).
- ▣ Η ραδιενέργεια υπάρχει στη φύση (φυσική ραδιενέργεια), αλλά μπορεί να προκληθεί και τεχνητά με τον βομβαρδισμό βαρέων πυρήνων με ταχέως κινούμενα σωματίδια.



# Πηγές Ραδιενέργειας



# Επιπτώσεις Ακτινοβολίας

## ▣ Μη ιονίζουσες:

Οι μη ιονίζουσες ακτινοβολίες έχουν επιδράσεις στον οργανισμό αν και δεν έχουν αποδειχτεί και προσδιορίζεται επιστημονικά πλήρως.

## ▣ Ιονίζουσες:

Οι ιονίζουσες ακτινοβολίες προκαλούν ιονισμό των μορίων των κυττάρων εναποθέτοντας ενέργεια η οποία αποτελεί την αφετηρία των βιολογικών επιπτώσεων στους ζωντανούς οργανισμούς.



# Επιπτώσεις της Ι.Α. στην έμβια ύλη

- ▣ Όταν οι Ι.Α απορροφούνται από τους ιστούς διασπών τους μοριακούς δεσμούς και δημιουργούν ελεύθερες ρίζες (φορτισμένα συγκροτήματα ατόμων) , που μπορεί να διαταράξουν την μοριακή δομή των πρωτεϊνών και του γενετικού υλικού (DNA,RNA). Παρεμποδίζουν επίσης τη δράση των ενζύμων και βλάπτουν τον μεταβολισμό επιδρώντας στις βιοχημικές διαδικασίες.

# Κατηγορίες Κυττάρων

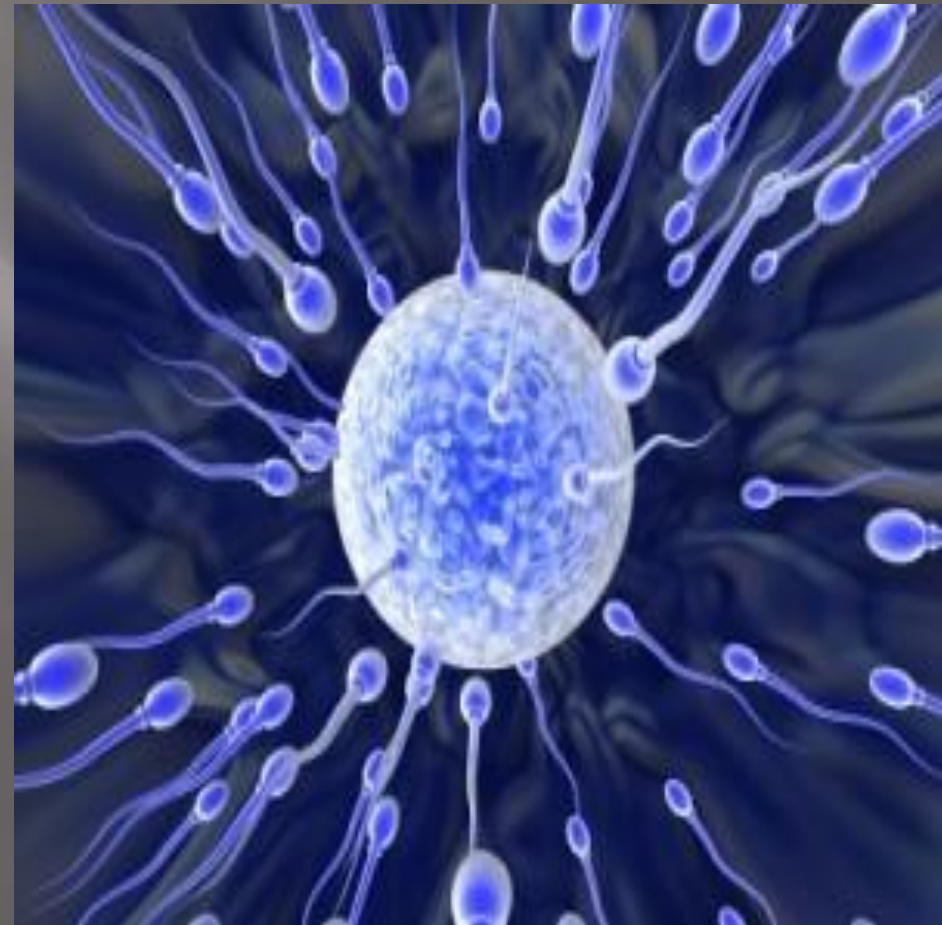
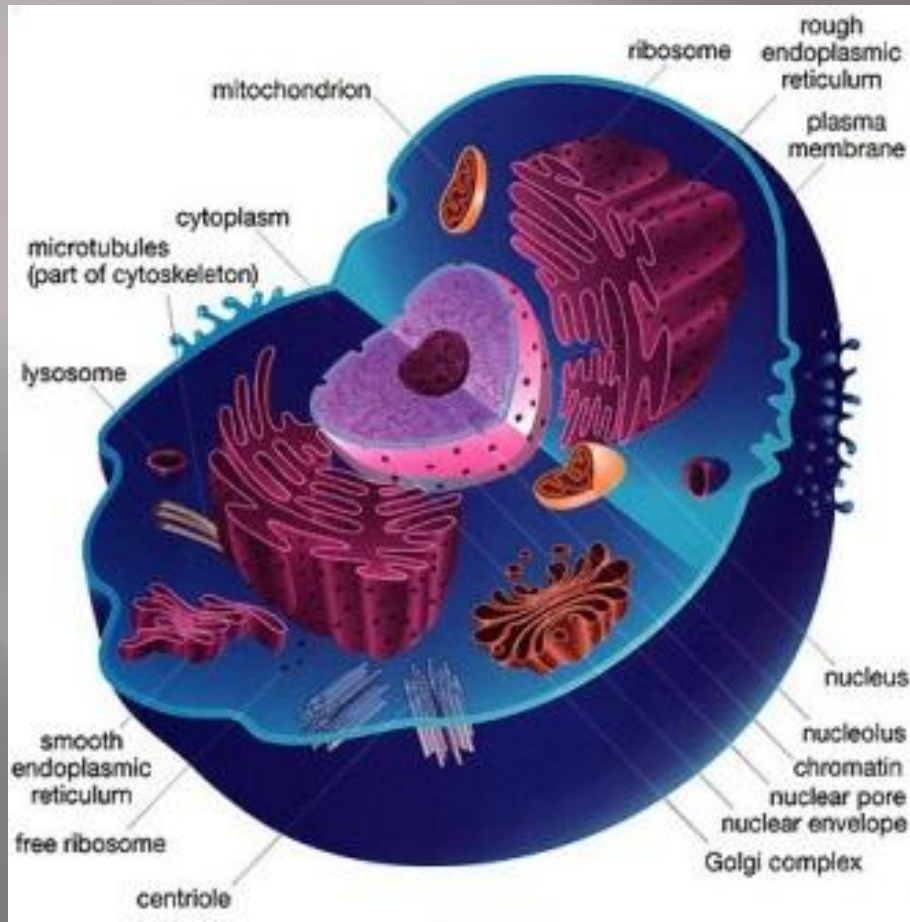
Σωματικά κύτταρα:

Συγκροτούν όλα τα όργανα του οργανισμού. Κάθε σωματικό κύτταρο περιέχει 46 χρωμοσώματα.

Γαμέτες (ωάρια , σπερματοζωάρια) :

Οι γαμέτες παράγονται στους γεννητικούς αδένες (ωοθήκες , όρχεις). Από την ένωση σπερματοζωαρίου – ωαρίου δημιουργείται το γονιμοποιημένο ωάριο (ζυγωτό), από το οποίο προκύπτουν με διαδοχικές μιτώσεις τα κύτταρα που αποτελούν το νέο οργανισμό. Κάθε γαμέτης περιέχει 23 χρωμοσώματα

# Σωματικά και Γεννητικά Κύτταρα



# Βιολογικές επιπτώσεις

- ▣ Οι βιολογικές επιπτώσεις χωρίζονται σε 3 κατηγορίες ανάλογα με το μέγεθος και το ρυθμό της δόσης και το μέρος του σώματος που εκτέθηκε στην ακτινοβολία:
  - ▣ Άμεσες σωματικές επιπτώσεις
  - ▣ Καθυστερημένες σωματικές επιπτώσεις
  - ▣ Γενετικές επιπτώσεις

# Άμεσες σωματικές επιπτώσεις

- ▣ Προκύπτουν από έντονη έκθεση σε ραδιενέργεια ( $>$  από 500 mSv) ολόκληρου ή μεγάλου μέρους του σώματος και οφείλονται σε φαινόμενα αλλοιώσεων κυτταρικών μεμβρανών και κυτταρικών θανάτων. Μεταλλάξεις σε μόρια πρωτεϊνών, απαραίτητα για την επιβίωση, οδηγούν σε κυτταρικό θάνατο.



# Καθυστερημένες σωματικές επιπτώσεις

- ▣ Οι επιπτώσεις αυτές οφείλονται σε αλλοιώσεις του DNA, δηλαδή μεταλλάξεις και αφορούν συνήθως δημιουργία καρκίνου και λευχαιμιών. Στις μεταλλάξεις τα προσβεβλημένα κύτταρα λειτουργούν με ελαττωματικό τρόπο , παράγουν ελαττωματικές πρωτεΐνες και μεταβιβάζουν τις αλλοιώσεις και στα θυγατρικά τους κύτταρα.



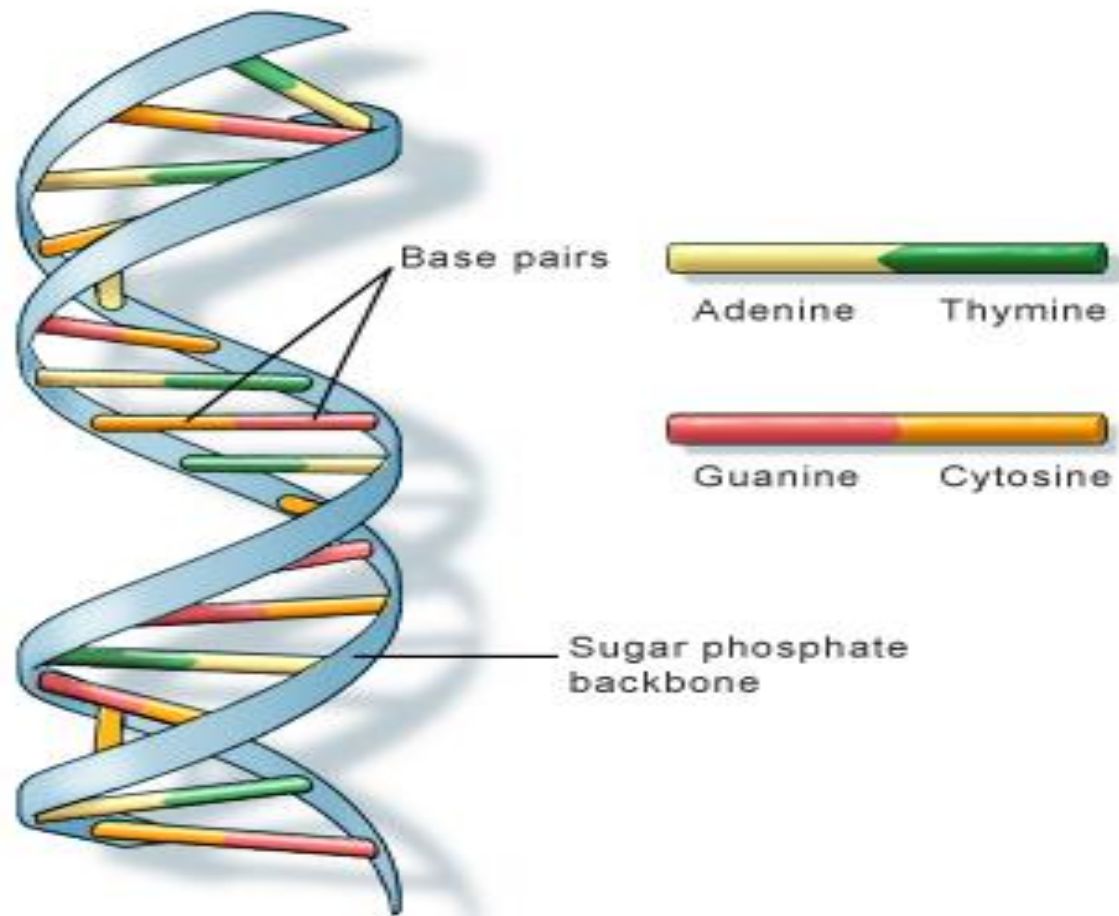
# ΓΕΝΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

- ▣ Ονομάζονται εκείνες που μπορεί να εμφανιστούν στους απογόνους ατόμων τα οποία εκτέθηκαν σε ραδιενέργεια. Οφείλονται σε μεταλλάξεις που είχαν δημιουργηθεί στο DNA κυττάρων των ωοθηκών ή των όρχεων των γονέων τους και οι οποίες μέσω των ωαρίων ή των σπερματοζωαρίων μεταβιβάστηκαν στους απογόνους.

# DNA

- ▣ Το DNA είναι νουκλεϊνικό οξύ που αποτελείται από νουκλεοτίδια στα οποία εμπεριέχονται οι απαραίτητες πληροφορίες για τη δομή και τη λειτουργία κάθε κυττάρου και ολόκληρου του οργανισμού. Οι πληροφορίες εκφράζονται με την κατευθυνόμενη από το DNA σύνθεση των πρωτεϊνών. Για κάθε πρωτεΐνη υπάρχουν περιοχές στο DNA που ονομάζονται γονίδια.

# DNA

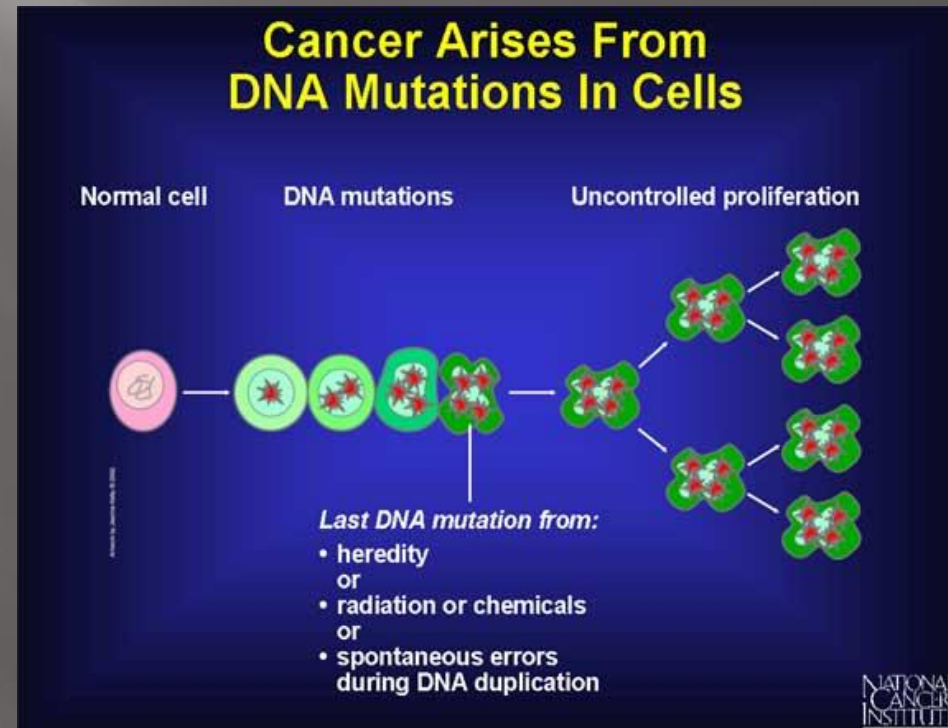
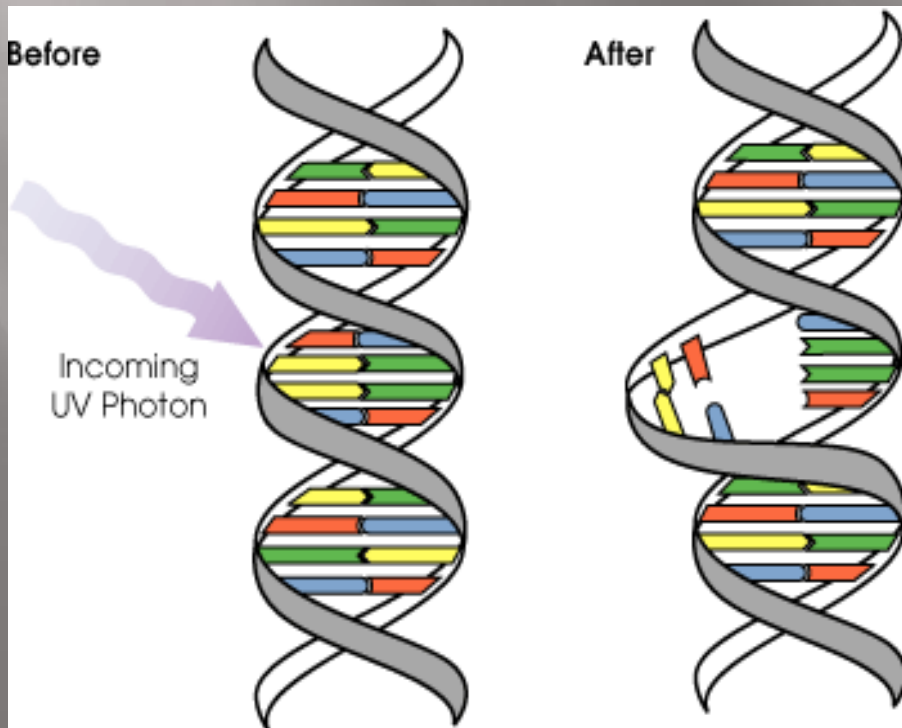


# Αλλοιώσεις στο DNA

- ▣ Οι αλλοιώσεις που συμβαίνουν στα μόρια του DNA έχουν σημαντική επίπτωση στη δομή και τη λειτουργία κάθε κυττάρου. Καταστρέφουν το πληροφοριακό υλικό του κυττάρου που είναι αναγκαίο για την σύνθεση των πρωτεϊνών. Κάθε αλλοίωση γονιδίου μπορεί να οδηγήσει σε αδυναμία σύνθεσης πρωτεΐνης ή σε διαφοροποιημένη (λανθασμένη) σύνθεση πρωτεϊνών. Οι αλλοιώσεις αυτές ονομάζονται μεταλλάξεις και είναι δυσμενείς για το κύτταρο και τα θυγατρικά του.

# Αλλοιώσεις από Ι.Α στο DNA

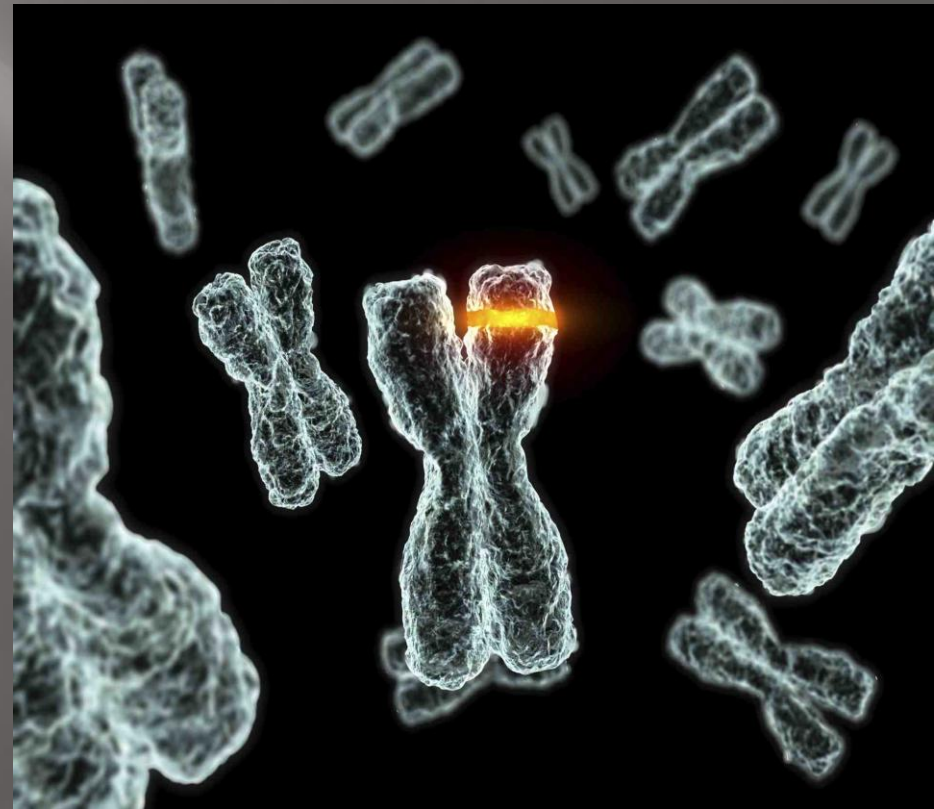
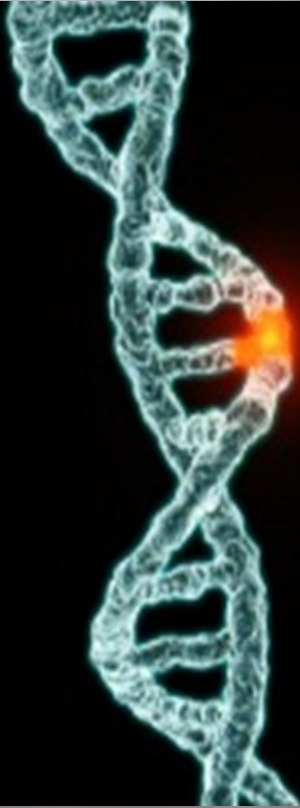
- Τα ιόντα που προκύπτουν από τον ιονισμό αντιδρούν με τα μόρια του DNA και παράγουν δραστικά χημικά προϊόντα τα οποία δημιουργούν αλλοιώσεις στις βάσεις του DNA και κατ' επέκταση και στις πρωτεΐνες που παράγονται.



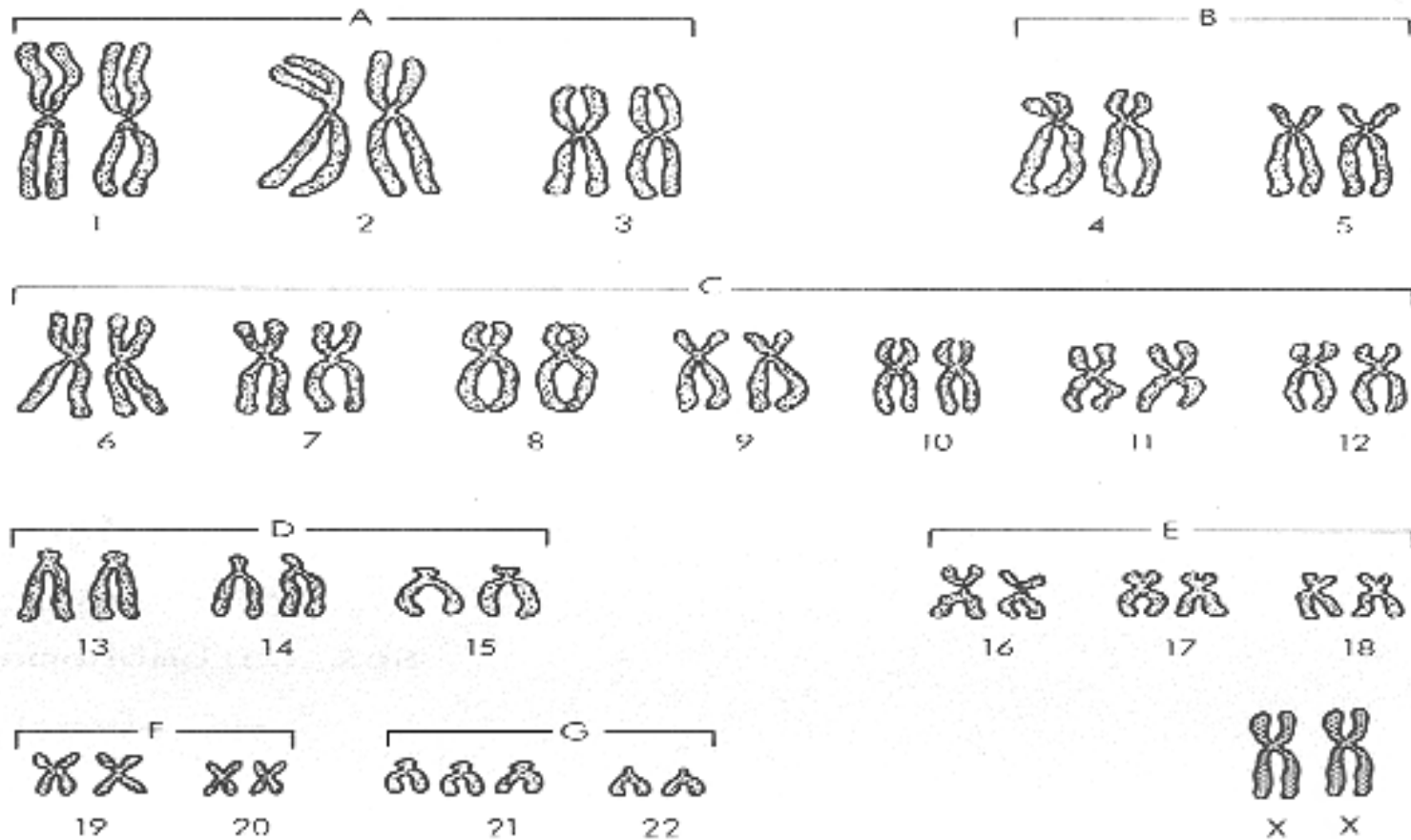
# Μεταλλάξεις

- ▣ Οι μεταλλάξεις διακρίνονται σε γονιδιακές μεταλλάξεις και χρωμοσωμικές ανωμαλίες.
- ▣ Γονιδιακές μεταλλάξεις ονομάζονται οι μεταβολές στη σειρά των βάσεων ενός γονιδίου. Είναι αποτέλεσμα λαθών στην αντιγραφή του DNA και οδηγούν στην εμφάνιση νέων αλληλόμορφων γονιδίων.
- ▣ Οι χρωμοσωμικές ανωμαλίες αφορούν ανωμαλίες στην κατασκευή των χρωμοσωμάτων (δομικές) ή στον αριθμό των χρωμοσωμάτων (αριθμητικές)

# Μεταλλάξεις



# Αριθμητική μετάλλαξη (Down syndrome)

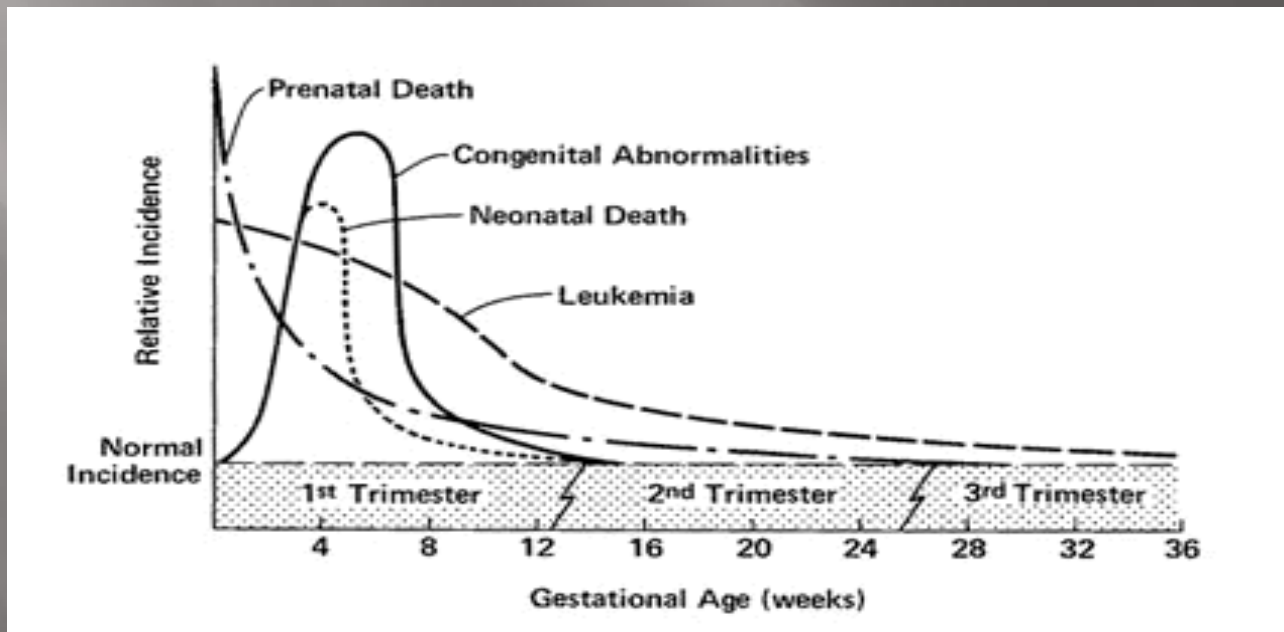


Down's Syndrome



# Επιπτώσεις Ι.Α. στο έμβρυο

- ▣ Τα βιολογικά αποτελέσματα στο κύημα λόγω ακτινοβολήσης του εξαρτώνται από :
  - ▣ • Το στάδιο της ανάπτυξης του (εβδομάδα κύησης).
  - ▣ • Τη δόση της ακτινοβολίας που δέχθηκε.



# Επιπτώσεις Ι.Α. στο έμβρυο

- ▣ Τα άμεσα αποτελέσματα της ακτινοβόλησης του κυήματος είναι:
  - Θανάτωση
  - Εμφάνιση δυσπλασιών (για δόσεις  $> 100$  mSv)
  - Νοητική καθυστέρηση (μείωση του IQ κατά 3 μονάδες ανά 100 mSv)
- ▣ Τα αψότερα αποτελέσματα της ακτινοβόλησης του κυήματος είναι:
  - Καρκινογένεση
  - Λευχαιμία

# Επιπτώσεις Ι.Α. στο έμβρυο

Χρόνος μετά τη σύλληψη	Επίδραση της ακτινοβολίας
<b>Πρώτες 3 εβδομάδες</b> (περίοδος εμφύτευσης του κυήματος στη βλεννογόνο της μήτρας)	Η ακτινοβολία μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την αποτυχημένη εμφύτευση του γονιμοποιημένου ωαρίου στη βλεννογόνο ή το θάνατο του κυήματος.
<b>3η έως 8η εβδομάδα</b> (περίοδος μείζονος οργανογένεσης)	Πιθανότητα εμφάνισης δυσπλασιών (για δόσεις > από 100 mSv)
<b>8η εβδομάδα έως τοκετός</b> (περίοδος διάπλασης του κεντρικού νευρικού συστήματος)	Πιθανότητα μείωσης του δείκτη νοημοσύνης και διανοητική καθυστέρηση καθώς και πιθανότητα καρκινογένεσης

**Table 4. Effects of Ionizing Radiation on Conceptus**

<b>PREGNANCY PHASE</b>	<b>WEEKS POST CONCEPTION</b>	<b>RADIATION EXPOSURE</b>	<b>POSSIBLE CONCEPTUS HEALTH EFFECTS</b>
<b>Pre-implantation</b>	0 to 2 weeks	Diagnostic exposure (less than 100 mGy [10 rad]) Greater than 100 mGy (10 rad)	Embryo implantation failure; embryo death by cytogenic damage Lethality
<b>Organogenesis</b>	2 to 7/8 weeks	Less than 50 mGy (5 rad) Greater than 100 mGy to 150 mGy (10 rad to 15 rad)	No increase of significant congenital malformations above background incidence Malformations due to cell killing; growth retardation; cataracts; skeletal anomalies; central nervous system abnormalities: microcephaly, mental retardation (risk of severe mental retardation is not increased over background levels)
<b>Fetal Development</b>			
Early	8/9 weeks to 15 weeks	Less than 50 mGy (5 rad) 50 mGy to 500 mGy (5 rad to 50 rad) Greater than 500 mGy (50 rad)	Cancer is the only detectable health risk Dose dependent growth retardation; IQ reduction Increased risk of growth retardation/spontaneous abortion; major malformation; IQ reduction; severe mental retardation
Mid	16 weeks to 25 weeks	Less than 50 mGy (5 rad) 50 mGy to 500 mGy (5 rad to 50 rad) Greater than 500 mGy (50 rad)	Cancer is the only detectable health risk Not likely to produce health risk except cancer Increase in major malformations and spontaneous abortions; dose dependent growth retardation; IQ reduction; severe mental retardation
Late	26 weeks to delivery	Less than 500 mGy (50 rad) Greater than 500 mGy (50 rad)	Cancer is the only detectable health risk Dose dependent neonatal death and spontaneous abortion; major functional anomalies or malformations unlikely

**Sources:** Centers for Disease Control and Prevention. Prenatal radiation exposure: a fact sheet for physicians. [emergency preparedness & response fact sheet online]. 2005 Mar 23 [cited 2008 Jan 21]. Available from Internet: <http://www.bt.cdc.gov/radiation/prenatalphysician.asp>; De Santis M, Di Gianantonio E, Straface G, et al. Ionizing radiation in pregnancy and teratogenesis: a review of literature. *Reprod Toxicol* 2005 Sep-Oct;20(3):323-9; International Atomic Energy Agency. Radiologic protection of patients: pregnancy and radiation in diagnostic radiology. [online]. [cited 2008 Jan 21]. Available from Internet: [http://rpop.iaea.org/RPoP/RPoP/Content/SpecialGroups/1\\_PregnantWomen/PregnancyAndRadiology.htm](http://rpop.iaea.org/RPoP/RPoP/Content/SpecialGroups/1_PregnantWomen/PregnancyAndRadiology.htm); International Commission on Radiological Protection. Radiation and your patient: a guide for medical practitioners. *Ann ICRP* 2001;31(4):5-31; International Commission on Radiological Protection (ICRP). *Biological effects after prenatal irradiation (embryo and fetus)*. ICRP Publication No. 90. Kidlington, Oxford (United Kingdom): Elsevier; 2003; Lowe SA. Diagnostic radiography in pregnancy: risks and reality. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 2004 Jun;44(3):191-6; Timins JK. Radiation during pregnancy. *N J Med* 2001 Jun;98(6):29-33; Toppenberg KS, Hill DA, Miller DP. Safety of radiographic imaging during pregnancy. *Am Fam Physician* [online]. 1999 Apr 1 [cited 2008 Jan 21]. Available from Internet: <http://www.aafp.org/afp/990401ap/1813.html>.

For sources associated with specific values, contact the *Pennsylvania Patient Safety Advisory* staff.

# Ακτινοπροστασία

- ▣ Λόγω αυτών των επιπτώσεων οι εξετάσεις με Ι.Α. κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης αποφεύγονται ή αν είναι απαραίτητες χρησιμοποιείται η μικρότερη δυνατή δόση.
- ▣ Εάν υπάρχει υπόνοια εγκυμοσύνης η εξέταση πρέπει να αναβάλλεται μέχρι την επόμενη έμμηνο ρύση ή να πραγματοποιείται εφόσον έχει προηγηθεί αρνητικό τεστ εγκυμοσύνης.

# ΤΕΛΟΣ

