



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ



Ακτινοβιολογία - Ακτινοθεραπεία Ακτινοπροστασία

Ενότητα 1: **Η Ιστορία των «ΑΚΤΙΝΩΝ Χ»**

Καθηγητής Δ.Καρδαμάκης

Σχολή Επιστημών Υγείας

Τμήμα Ιατρικής



Σκοποί ενότητας

- Παρουσίαση των κύριων ερευνητών και των επιτευγμάτων τους στο χώρο της ακτινοβιολογίας, ακτινολογίας και ακτινοθεραπείας
- Εξοικείωση του σπουδαστή με βασικούς όρους
- Κατανόηση των βασικών αρχών φυσικής της ιοντίζουσας ακτινοβολίας



Περιεχόμενα ενότητας

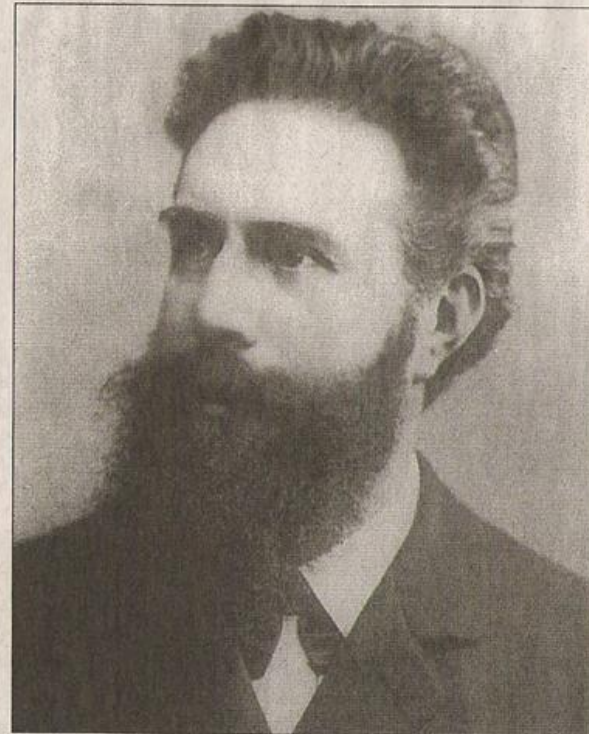
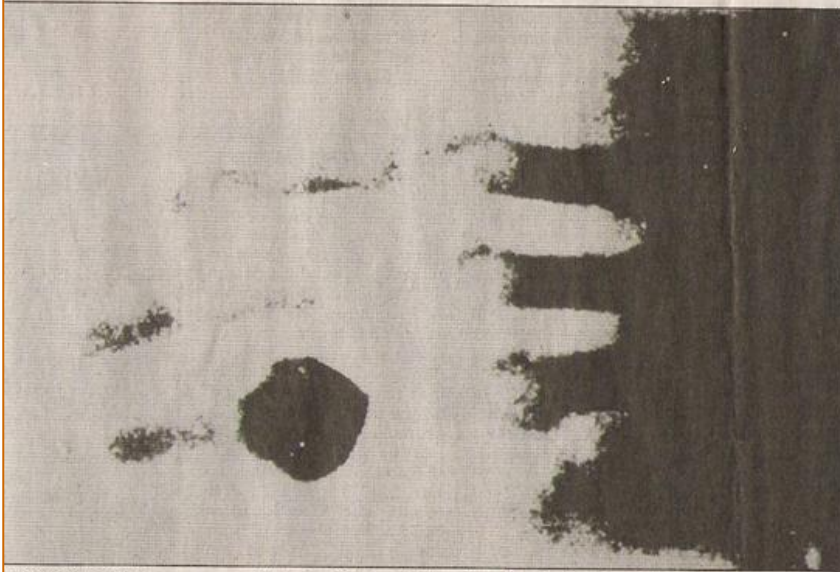
- Ακτινολογία
- Ραδιοϊσότοπα
- Ακτινοβιολογία
- Ακτινοθεραπεία
- Ακτινοφυσική των ιοντιζουσών ακτινοβολιών από την πλευρά του ακτινοθεραπευτή

ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑ



roduces a two-page report on the Royal College of Radiologists and the centenary of the invention of t

The all-seeing revolution



the first X-ray image: a scan of Bertha Röntgen's hand, taken by her husband Wilhelm, right

nd electronics industries have
l vital roles in the develop-
of more sensitive films, image
ifiers, contrast media, fluo-
at screens, radiation dose
s, the Bucky grid, digital
action angiography and now,
nation technology.
key questions behind today's
research projects have

sible in therapy and diagnosis? The
struggle to answer some of those
questions is told in *A Century of X-
rays and Radioactivity in Medi-
cine*, by Dr Richard Mould, a
medical physicist and cancer statisti-
cian, published by the Institute of
Physics Publishing.

Professor Ian Isherwood, presi-
dent of the congress in

Professor Isherwood, appointed
the first Professor of Radiology at
Manchester University in 1975, has
pioneered the use of CT and MRI
scanner technologies in the NHS.
There are four principal influences
on the future of radiology, in his
view, including organisational
changes in the provision of radio-
logical services, and technological

greatest impact is coming from
teleradiology, with its use of digital
networks, which means doctors in

when surgeons will have the equiv-
alent of the head-up display hel-
nets of the fighter pilots. At

essential. Ne
ready feed the
computers. It
tronically and
being reprodi
button, elimi
photographic
archives and
takes to get h

He expect
interventional
already show
in transformi
major to mind
ogists perform
like cardiac
blocking or co
an artery b
balloon, usin
sonogram to
through the b

The ra
nique
radio
grow
mean inserti
through the s
ing X-ray or
radiologists h
stones, drain
es, and take
from internal

The trend to
procedures ha
including the
training of th
radiologists,
nurses. Peop
interventional
patients need
Manson, of t
Nursing, liker
short period
nursing.

In the rad
RCN has a h

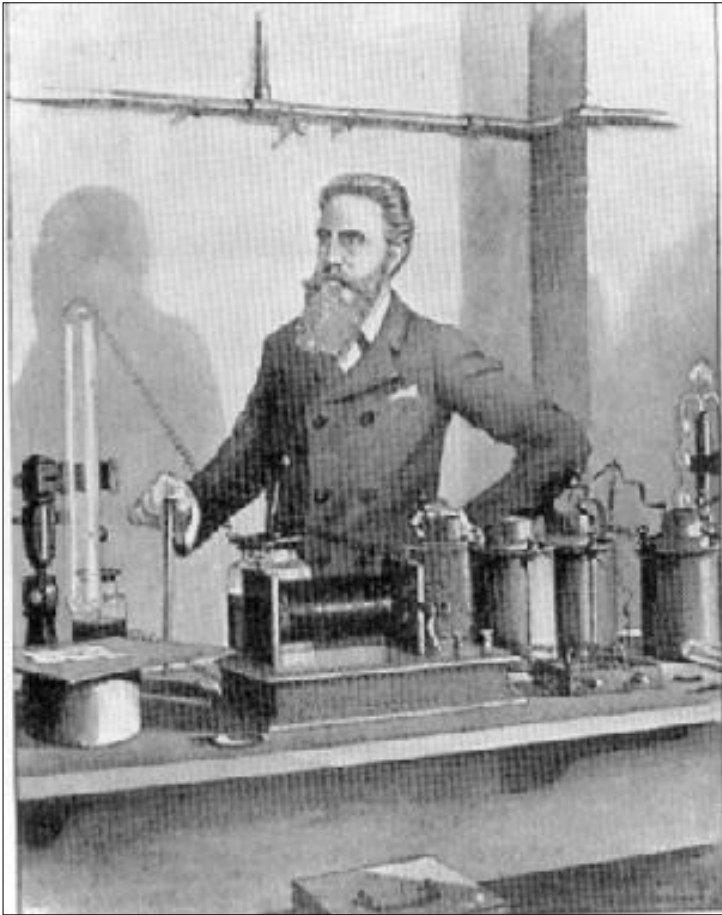


Wilhelm Conrad Roentgen (1845 – 1923)

Βραβείο Nobel Φυσικής το 1901



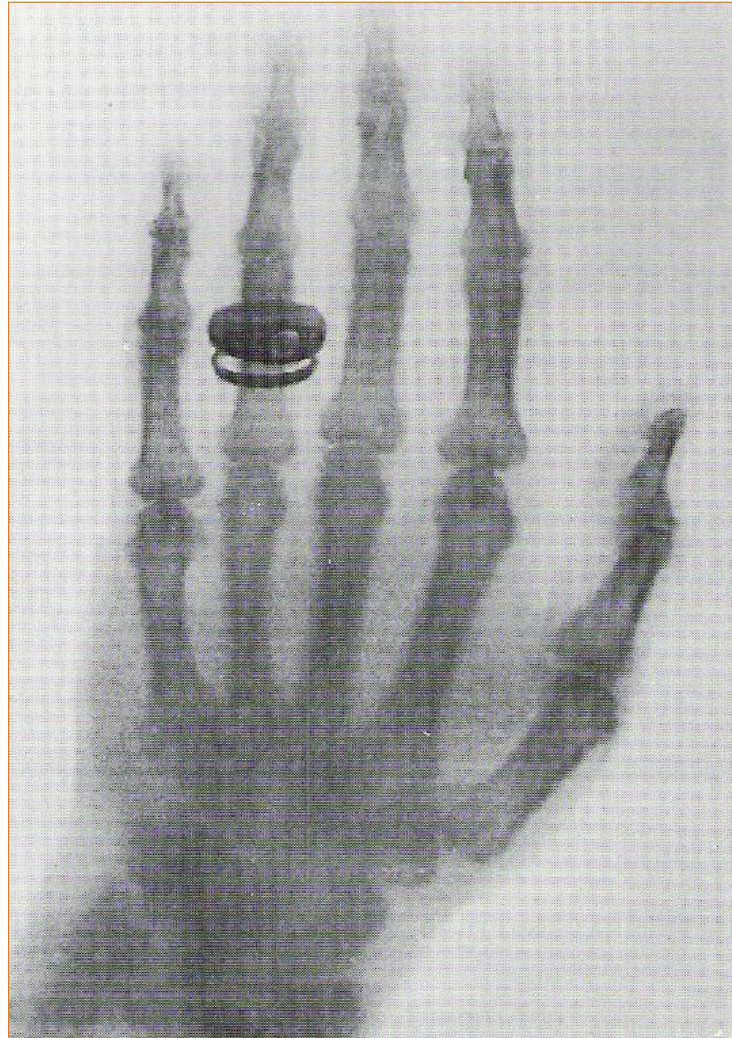
<http://ar.tuhistory.com/hoy-en-la-historia/nace-wilhelm-roentgen-fisico-aleman-descubridor-de-los-rayos-x>



<http://pixshark.com/wilhelm-roentgen-x-ray-machine.htm>



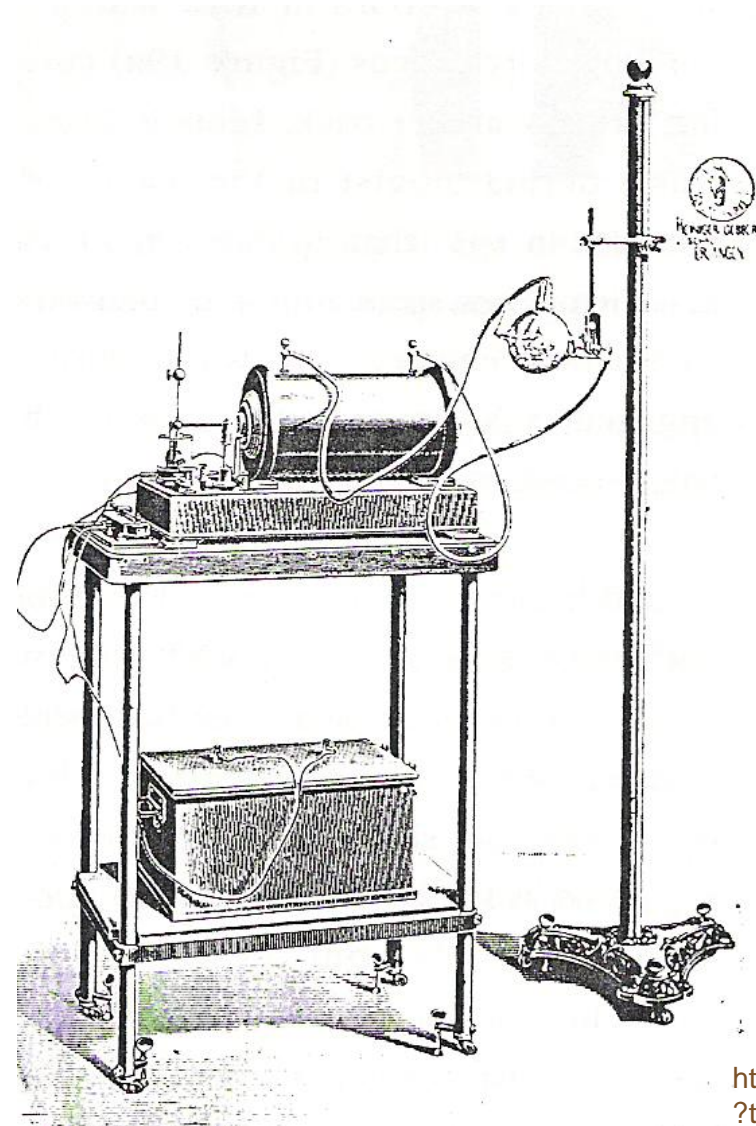
Η πρώτη ακτινογραφία: Το χέρι της κυρίας Roentgen ή του ανατόμου A. von Koelliker (Ιανουάριος 1896)



http://www.emersonkent.com/history_notes/wilhelm_conrad_roentgen.htm



Ακτινολογική συσκευή, 1897



<http://collectionsonline.nmsi.ac.uk/detail.php?type=related&kv=88934&t=people>

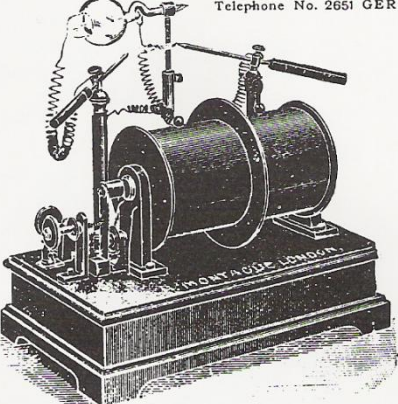


Διαφήμιση μηχανήματος παραγωγής ακτίνων Χ στο Λονδίνο

XX ADVERTISEMENTS.

J. H. MONTAGUE,

Surgical Instrument Maker and Cutler,
By Appointment to the Honourable Council of India,
St. George's Hospital, Westminster Hospital, &c., &c.
Telegraphic Address:—"MASTOID, LONDON."
Telephone No. 2651 GERRARD.



RHUMKORFF COILS, for the production of
"RONTGEN'S X RAYS," Best London make from £9
Estimates furnished for complete Apparatus.
RADIOGRAPHS taken daily, or by Appointment.
Demonstrations free to the Medical Profession, and Exhibition of
interesting subjects.

| | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|---|----|---|
| Carter Braine's Improved Ormsby's Inhaler | £3 | 3 | 0 | |
| Montague's Patent Vaccine Expeller | per dozen | 0 | 16 | 0 |
| Flux's Valveless Gas Stopcock N.P. which can be thoroughly sterilized | | 0 | 12 | 6 |

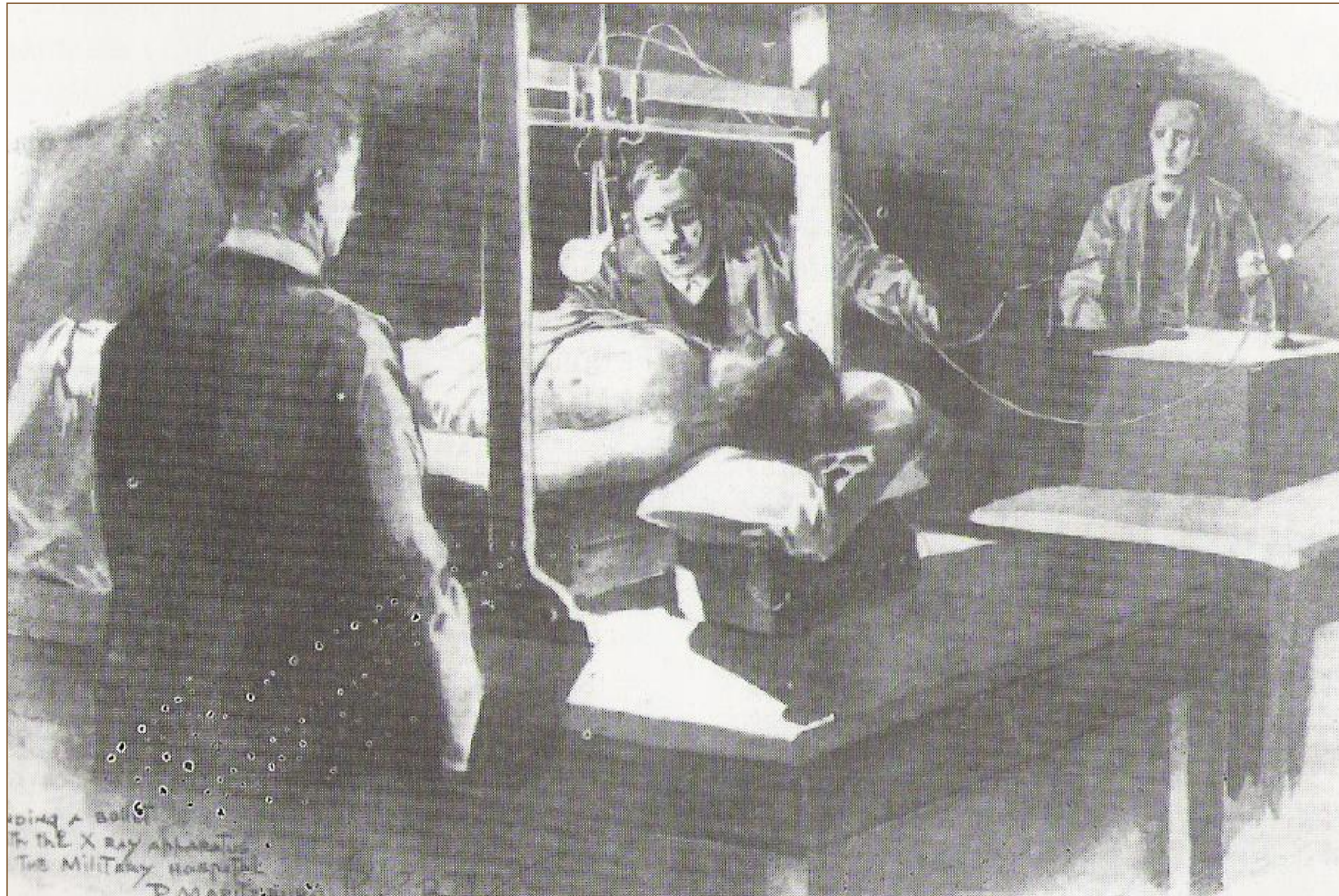
NEW ILLUSTRATED CATALOGUE.

101, NEW BOND ST., LONDON, W.

<http://www.mocavo.com/Transactions-of-the-British-Orthopaedic-Society-Volume-3/429568/7>



Λήψη ακτινογραφίας θώρακος, 1899 Άγνοια κανόνων ακτινοπροστασίας

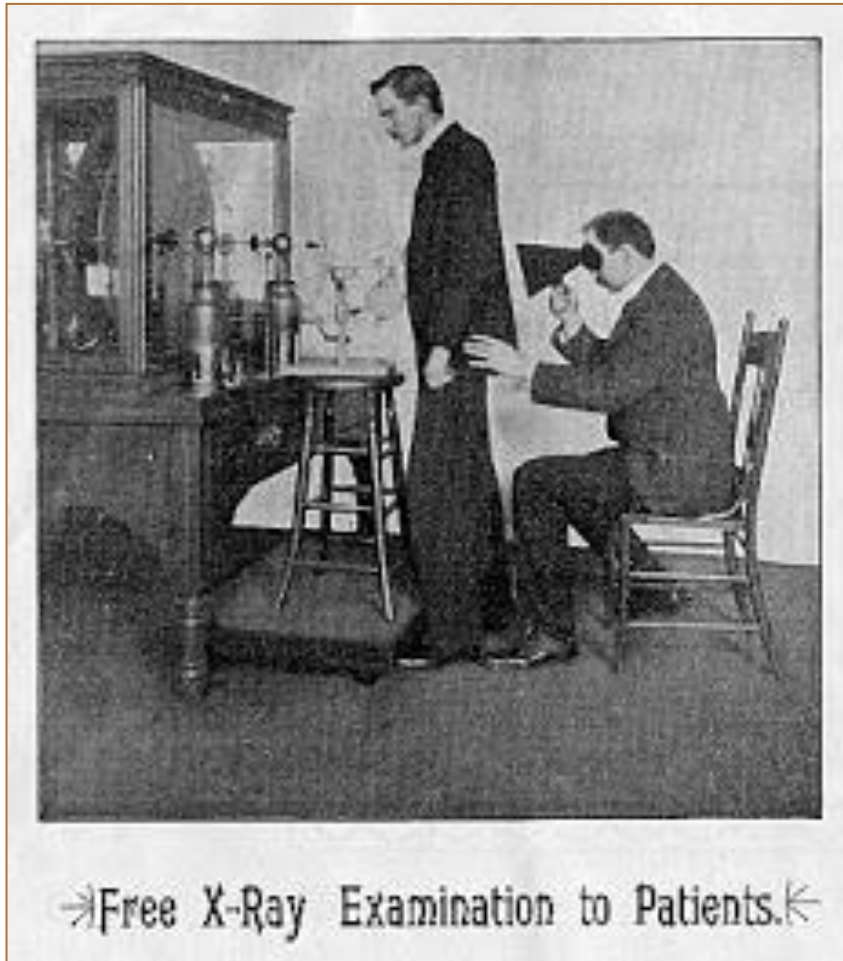


<http://www.auntminnieeurope.com/index.aspx?sec=ser&sub=def&pag=dis&ItemID=605200>



Ακτινοσκόπηση

Άγνοια κανόνων ακτινοπροστασίας



<http://emeshagibbon.blogspot.gr/2009/03/linear-tomography.html>

Wednesday, March 23, 1921.

DEATH FROM NEW RADIUM TUBES.

NOTED RADIOLOGIST FALLS
VICTIM IN PRIME OF LIFE.

DR. IRONSIDE BRUCE.

ANOTHER X-RAY MARTYR IN
CAUSE OF HUMANITY.

To the rôle of heroes who have fought and died in the battle of science in the unromantic environment of the science laboratory has now to be added the name of Dr. Ironside Bruce, radiologist to Charing Cross Hospital.

He is yet another of the many martyrs claimed by investigators of the strange, life-giving, yet death-dealing X-rays.

In Dr. Bruce's case death was caused by destruction of the blood, a plastic pernicious anæmia caused by the gamma rays of the new tubes against which the protective measures devised for the older tubes are inadequate.

Pioneer of New Tube.

Dr. Ironside Bruce, who was only 44, was a pioneer in the use of X-ray tubes of higher penetrating power.

An extremely lovable man, he is spoken of in the highest terms by the hospital staff and his



Dr. IRONSIDE BRUCE

assistant, Mr. Curtis, who has worked in close connection with him for 16 years.

Hundreds of letters of sympathy poured in upon his widow to-day from grateful patients all



ΠΑΡΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

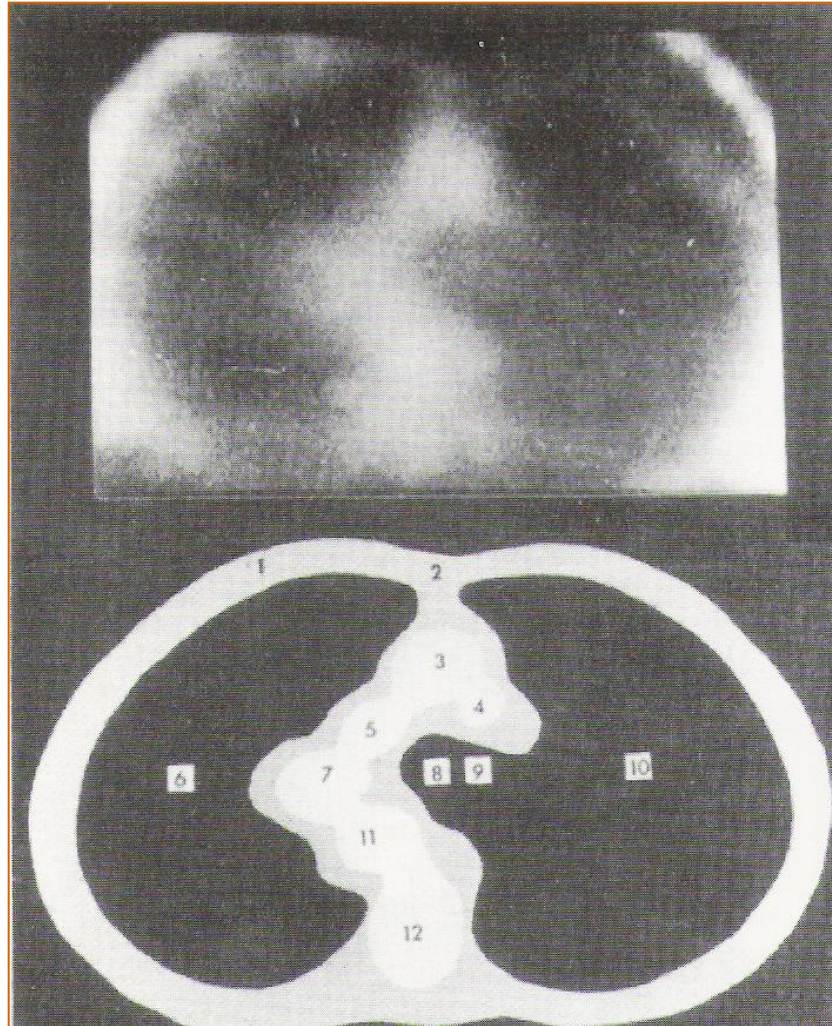
Αγγλική εφημερίδα αναφέρει το θάνατο του Dr Ironside Bruce το **1921**, σε ηλικία 44 ετών από απλαστική αναιμία.

Ήταν από τους ιδρυτές της Ακτινολογικής Εταιρείας της Αγγλίας και της Επιτροπής Ακτινοπροστασίας

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2414867/?page=1>

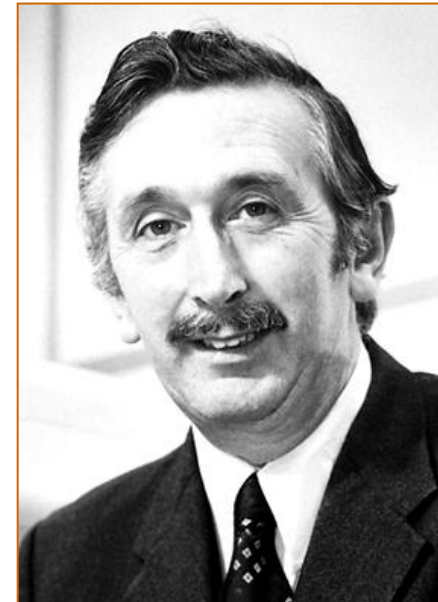
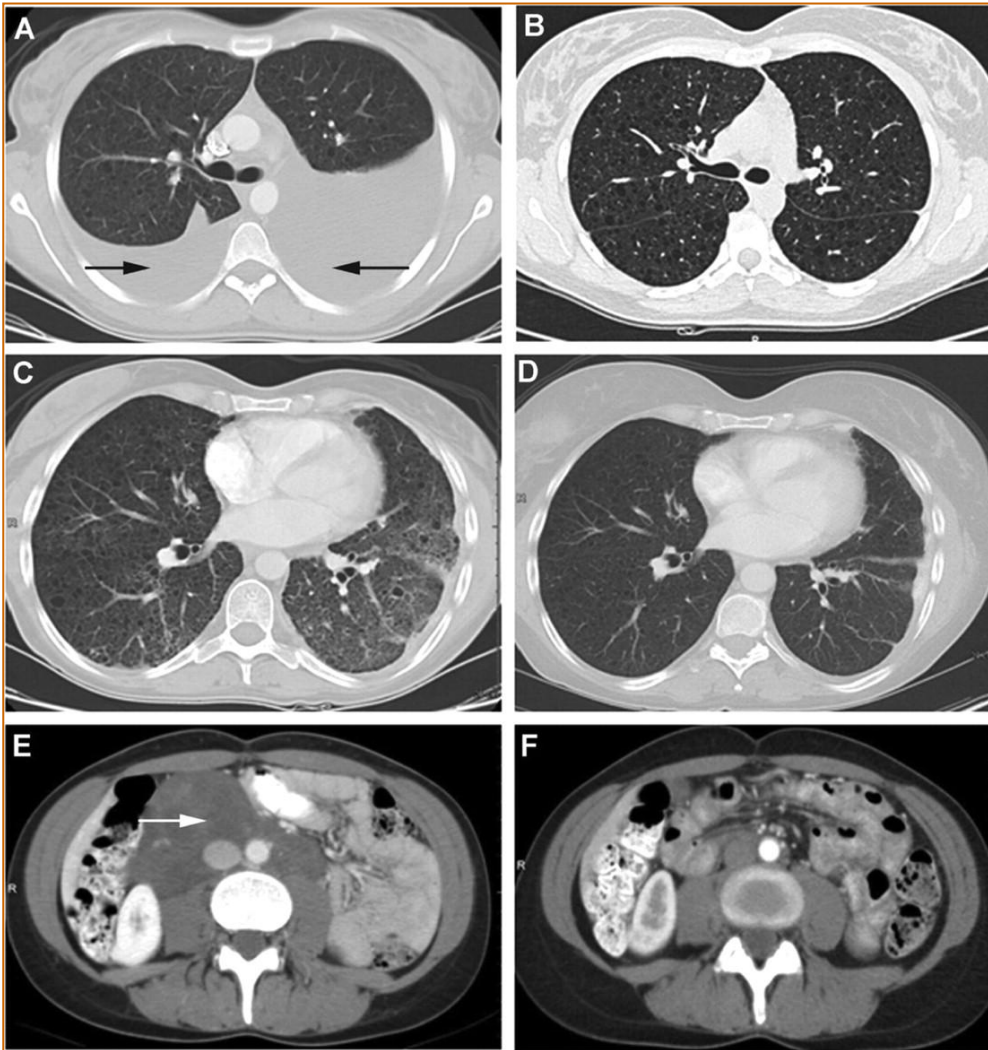


Η πρώτη αξονική τομογραφία ασθενούς, Μάϊος 1965





Αξονική Τομογραφία, 2012



http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1979/hounsfield-bio.html



Η ακτινολογία στην Πάτρα

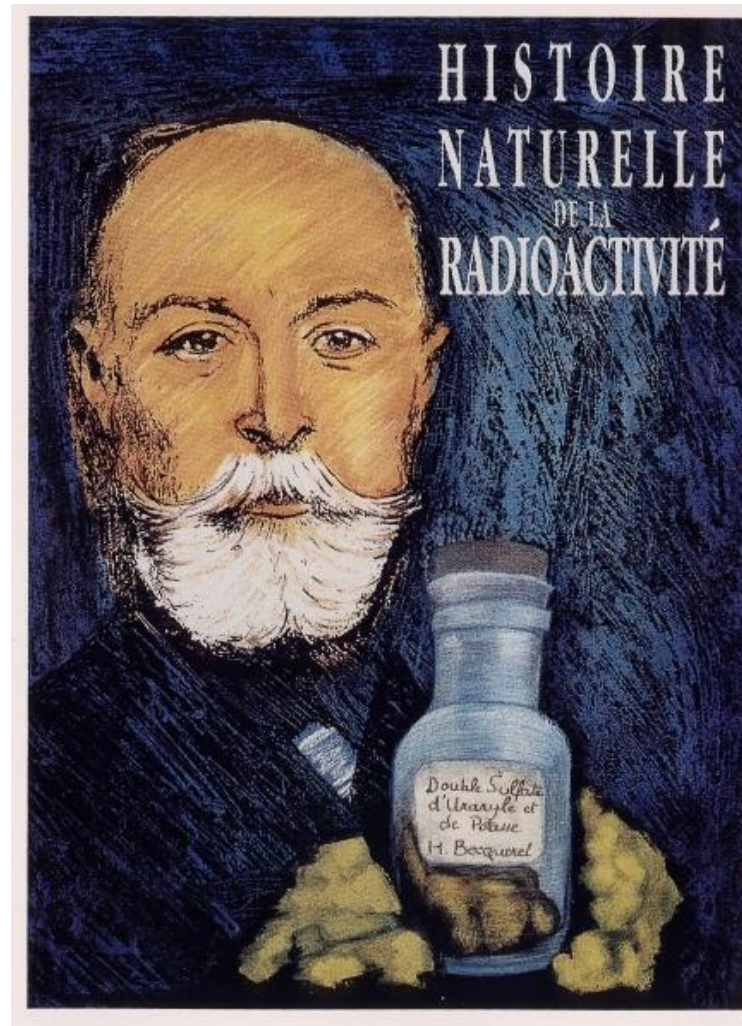
- ❖ **1898:** Εγκατάσταση ακτινολογικού μηχανήματος στο Δημοτικό Νοσοκομείο Πατρών
(Δωρεά Α. Κόλλα)
- ❖ **Πρώτοι ακτινολόγοι:**
 - το **1915** έρχεται στην Πάτρα ο Δ. Αργυριάδης
[Ρήγα Φερραίου 83]
 - το **1924** ο Ν. Ράλλης
 - το **1928** ο Δ. Ραμπαβίλας και
 - το **1930** οι Ε. Λαλαπάνος και Γ. Αρβανιτάκης: Ακτινολογία και ακτινοθεραπεία



ΡΑΔΙΟΪΣΟΤΟΠΑ



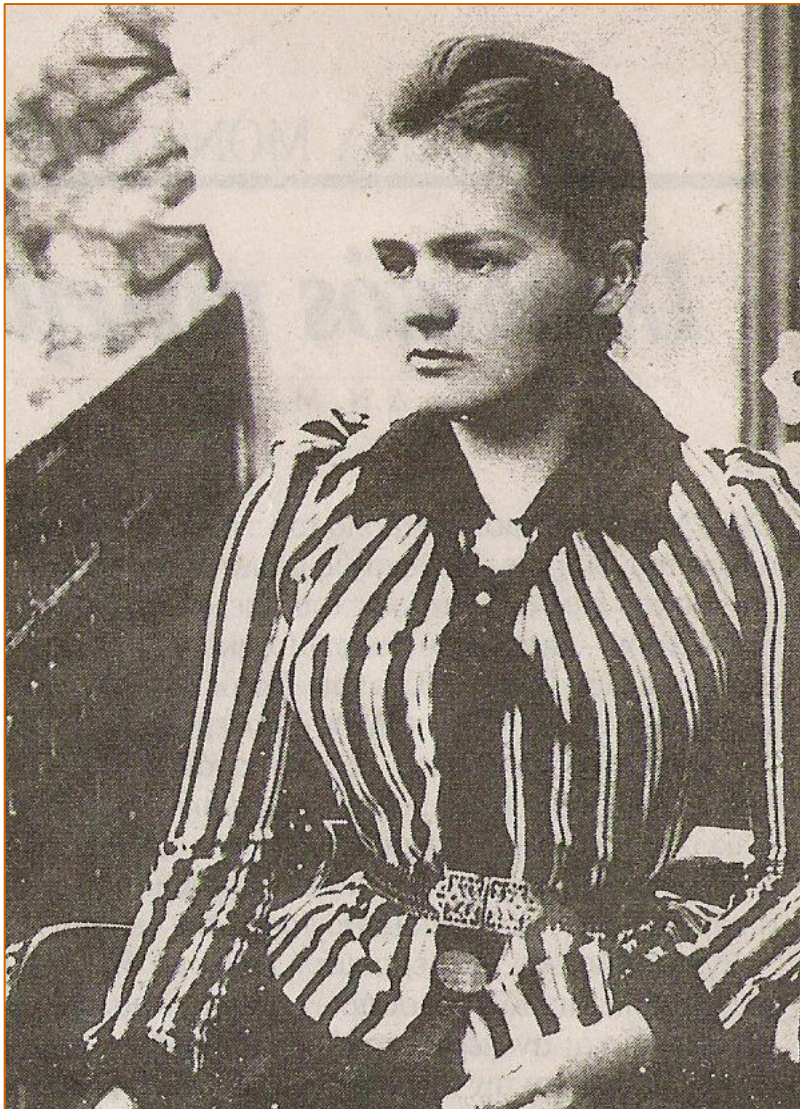
Henri Becquerel (1852 – 1908)



http://www.nucleonica.net/wiki/index.php?title=File%3ARRR_Becquerel_Sulphate.jpg



Marie Curie (1867 – 1934)

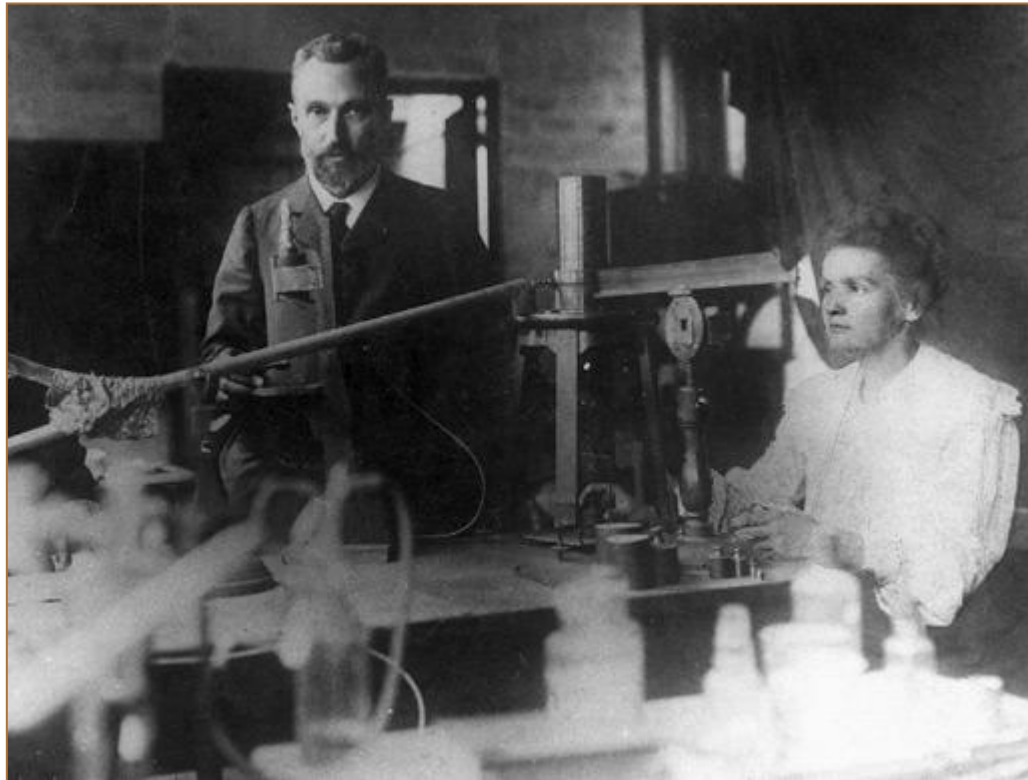


«Είναι σκληρό να αναλογιστεί κανείς ότι μετά από τόσους αιώνες ανάπτυξης οι άνθρωποι δεν γνωρίζουν πώς να επιλύσουν διαφορές με άλλο τρόπο εκτός από τη βία.»

http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B1%CF%81%CE%AF%CE%B1_%CE%9A%CE%B9%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%AF



Το ζεύγος Curie στο εργαστήριό τους



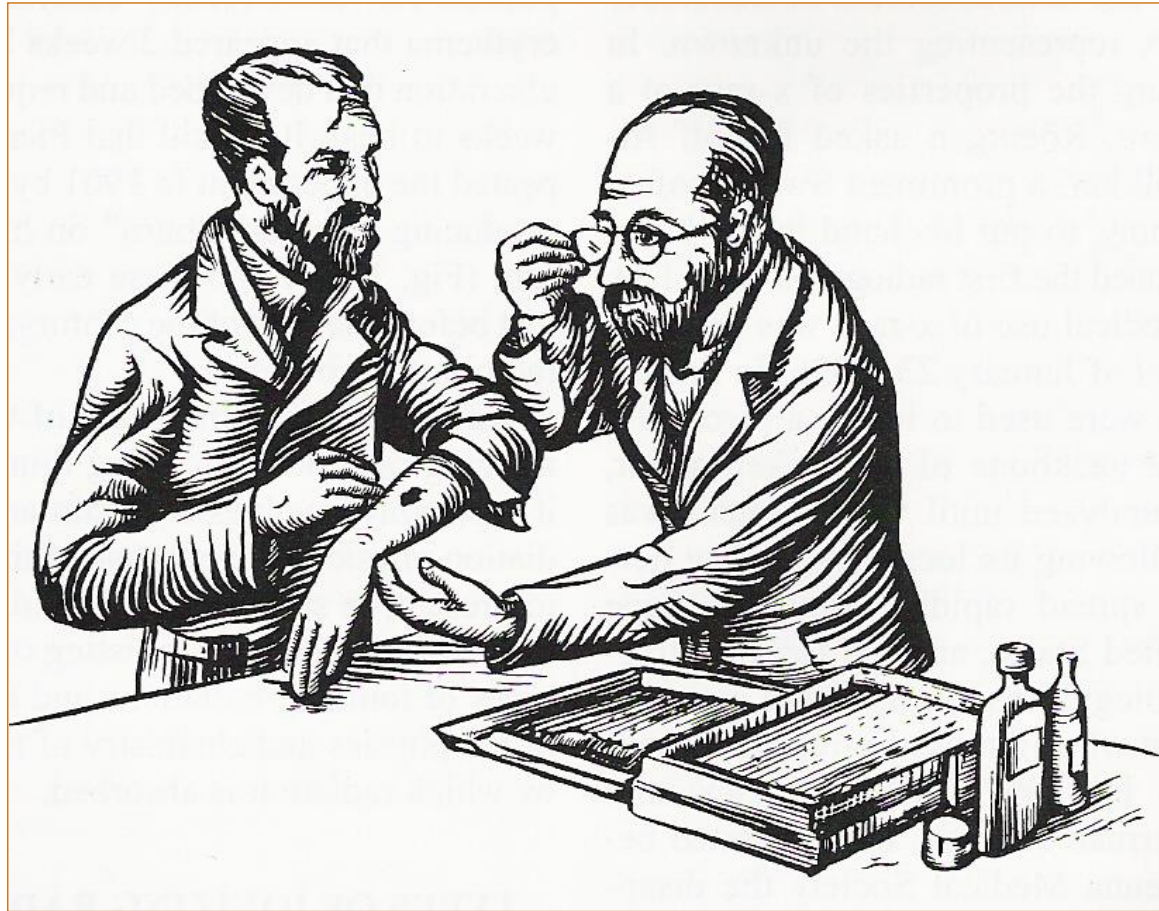
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1903/marie-curie-photo.html



ΑΚΤΙΝΟΒΙΟΛΟΓΙΑ



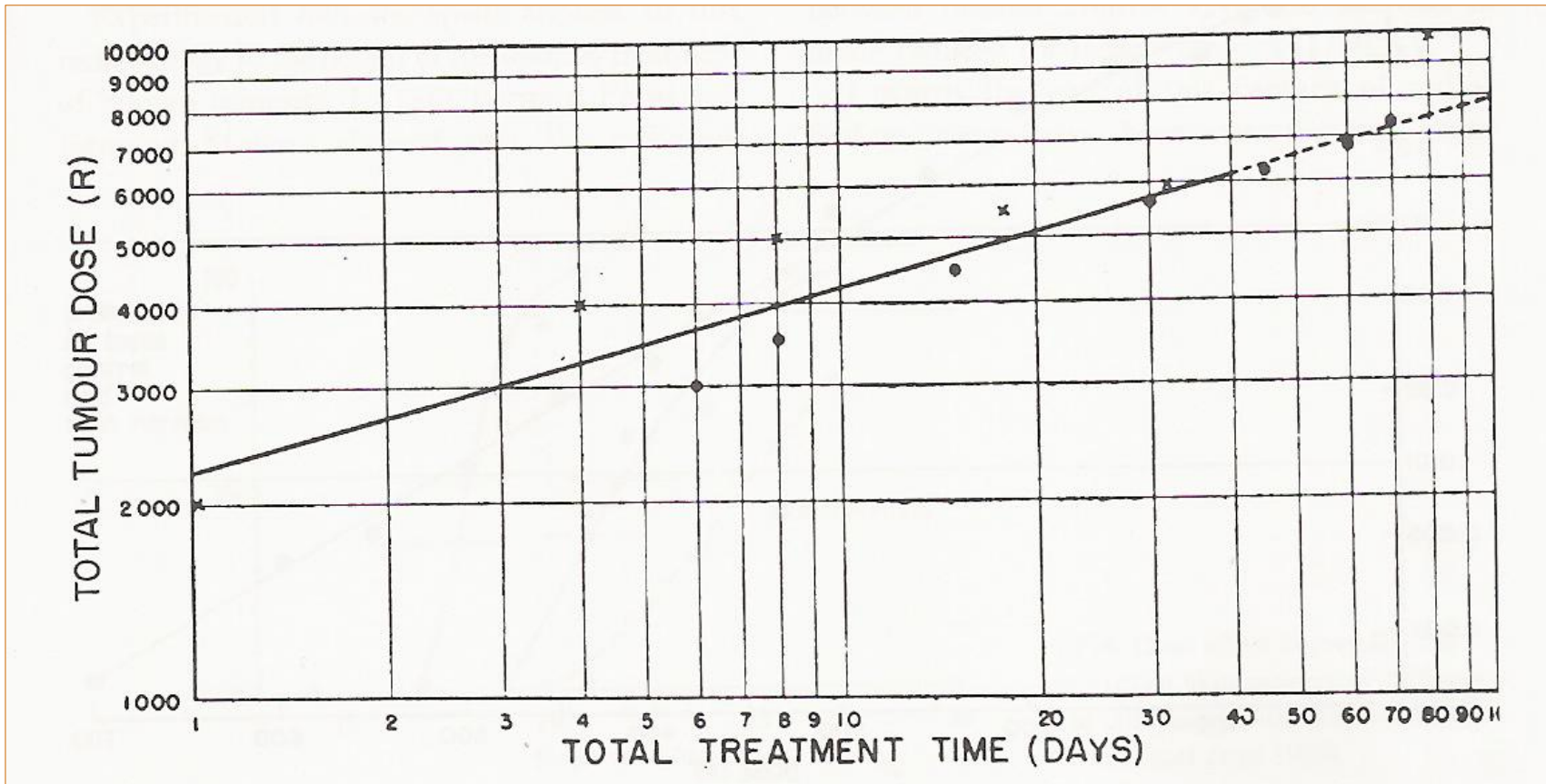
Το πρώτο ακτινοβιολογικό πείραμα: Pierre Curie



http://lowdose.energy.gov/links/history_brief.aspx



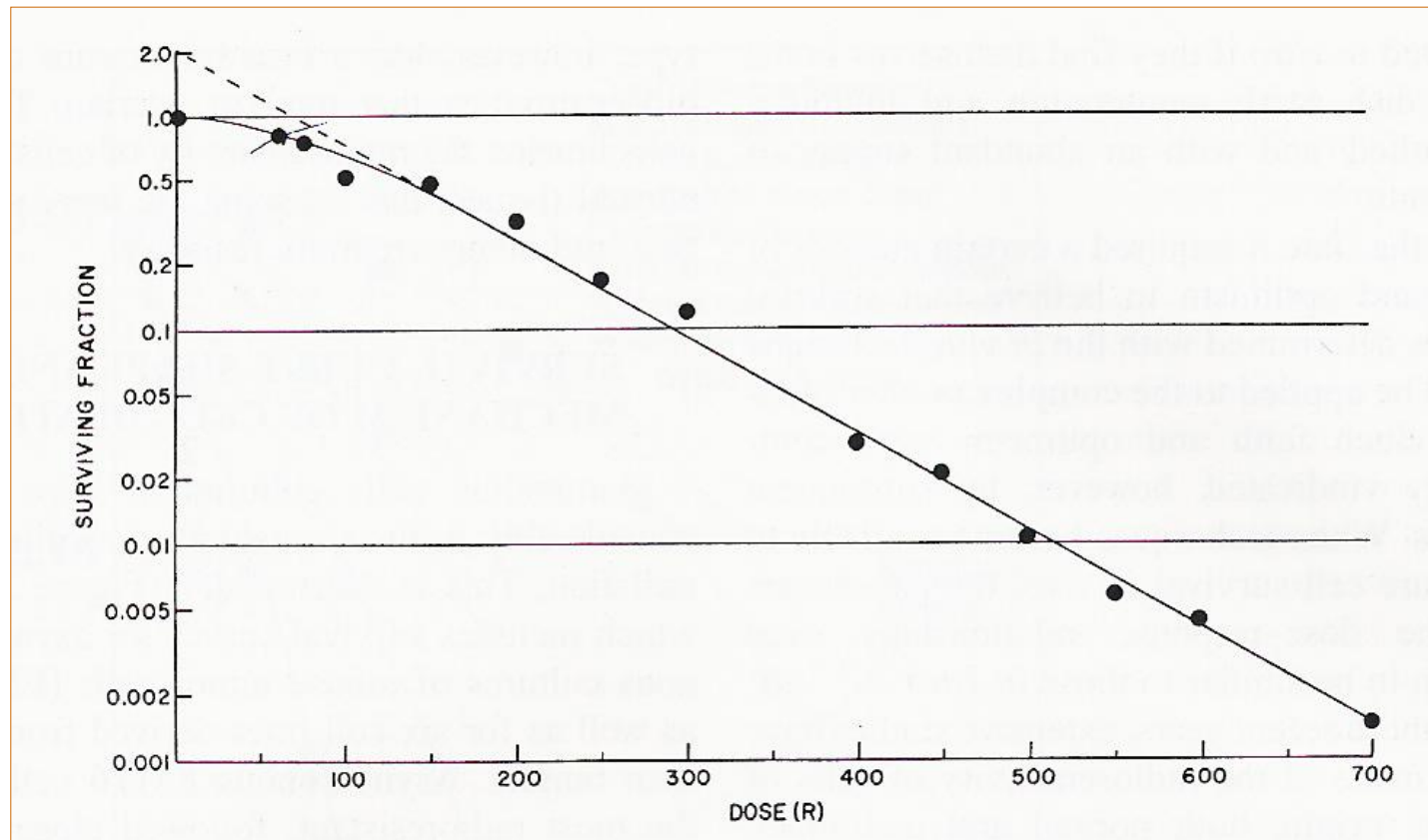
Σχέση μεταξύ ολικής δόσης [ανοχής] και ολικού χρόνου θεραπείας για το δέρμα (Strandqvist, 1944)



<http://www.elsevier.es/es-revista-clinical-translational-oncology-57-articulo-dose-time-relationships-in-fractionated-radiotherapy-13044641>



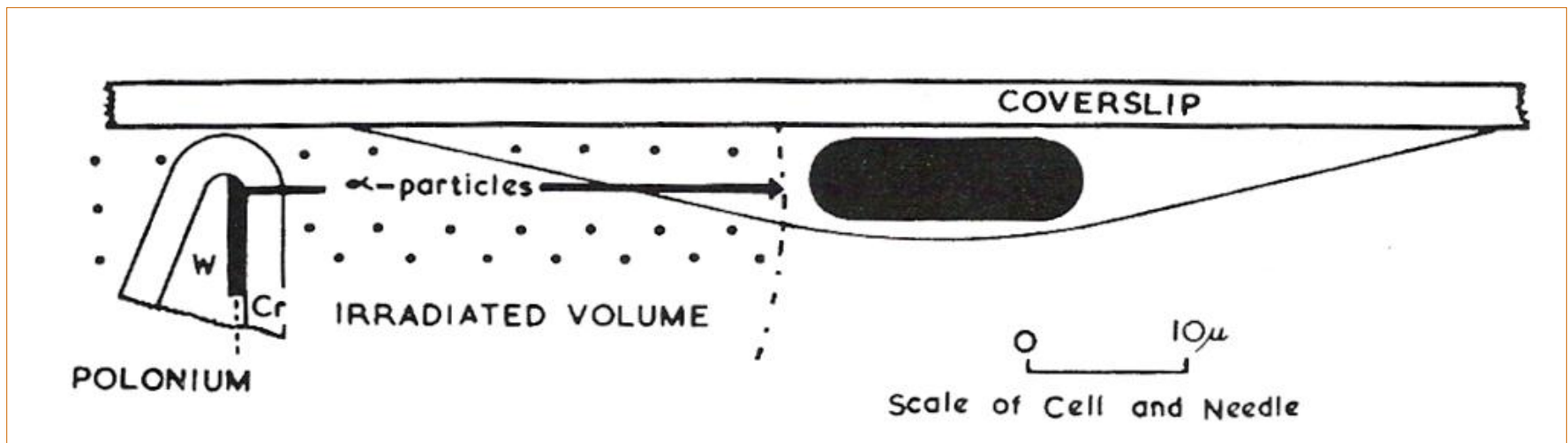
Η πρώτη καμπύλη επιβίωσης κυττάρων θηλαστικών μετά από έκθεση σε αυξανόμενες δόσεις ακτινοβολίας (Puck & Marcus, 1956)



<http://www.eyephysics.com/tdf/models.htm>



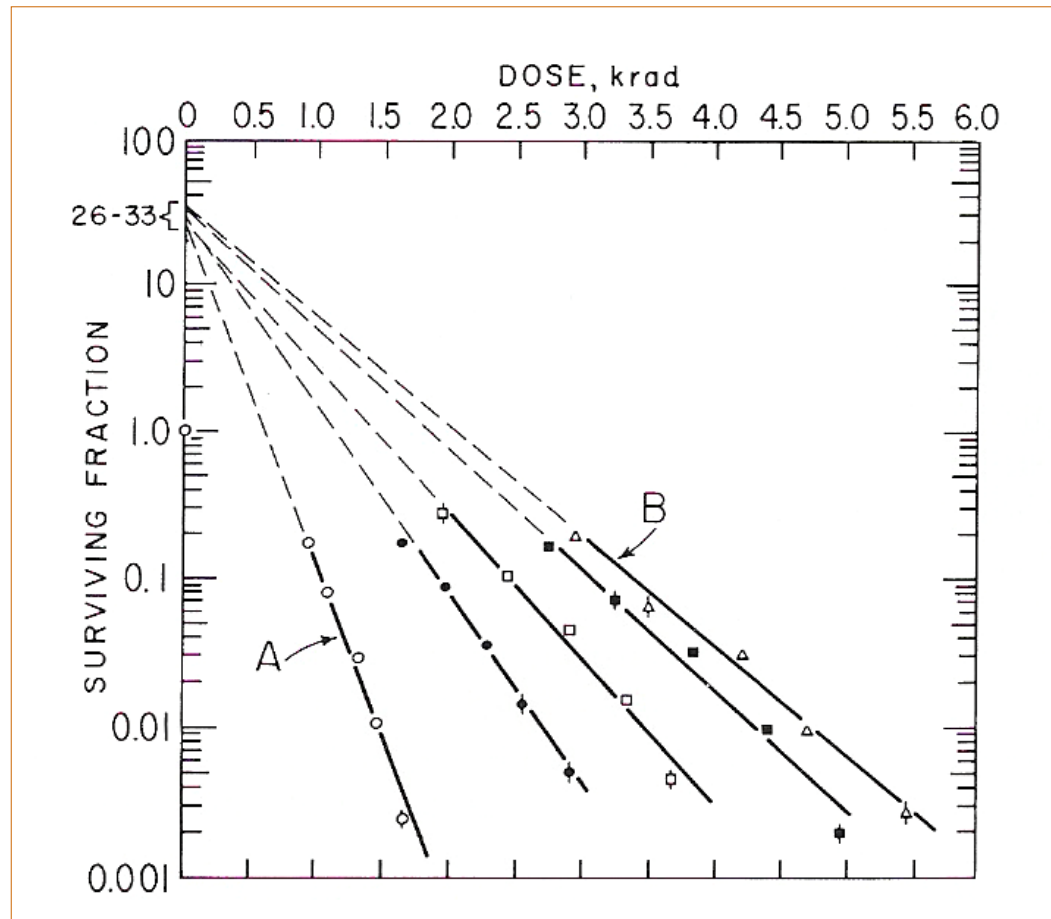
Πείραμα του T.R. Munro το 1970 που απέδειξε ότι η ιοντίζουσα ακτινοβολία δρα κυρίως στον πυρήνα



<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5530791>



Η σημασία του οξυγόνου (M.M. Elkind et al, 1965)

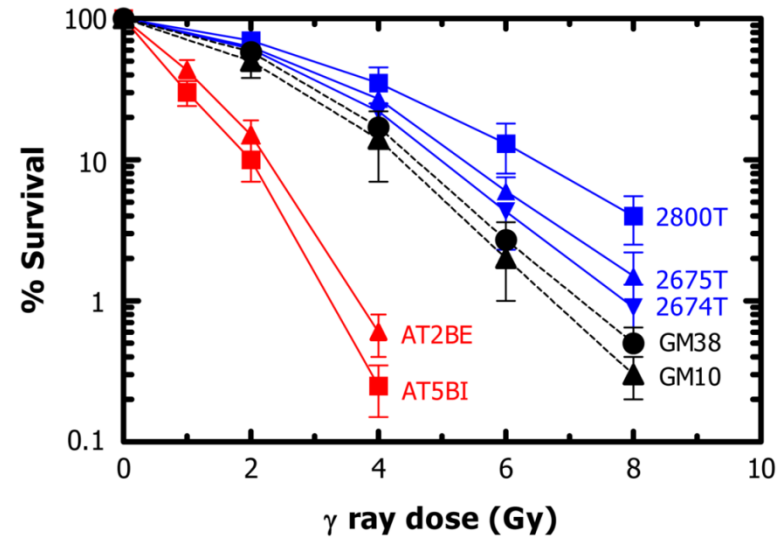


<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14295127>



Μοριακή βιολογία: γονίδιο A-T

- ✓ Γονίδιο αταξίας – τηλεαγγειεκτασίας
- ✓ Χρωσωματική αστάθεια
- ✓ Ακτινοευαισθησία
- ✓ Προδιάθεση για καρκίνο μαστού
- ✓ Μετάλλαξη στο γονίδιο – απώλεια της ATM πρωτεΐνης [αναγνωρίζει βλάβη DNA, ενεργοποιεί μηχανισμούς επιδιόρθωσης]



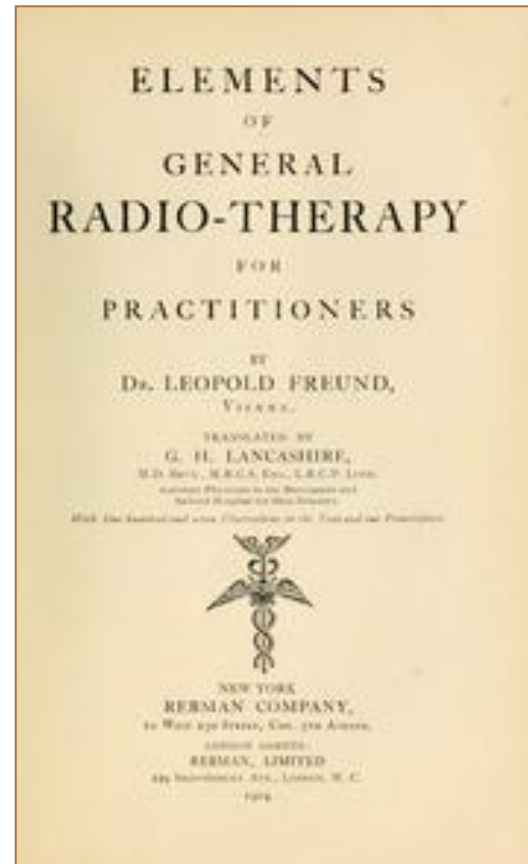
<http://www.mdpi.com/1422-0067/14/11/22409/htm>



ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ



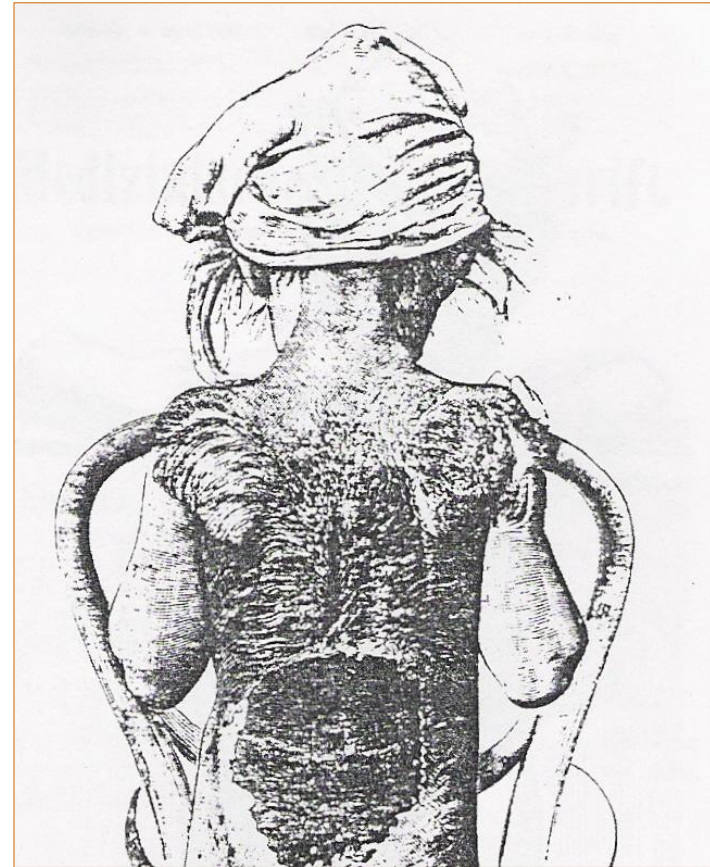
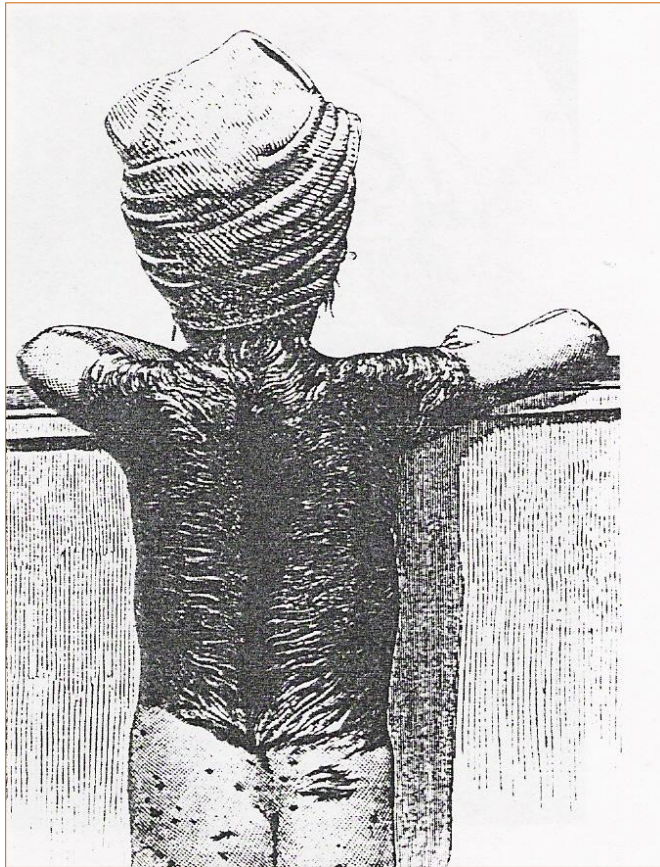
Leopold Freund, 1868 - 1943



https://openlibrary.org/books/OL7150353M/Elements_of_general_radio-therapy_for_practitioners.



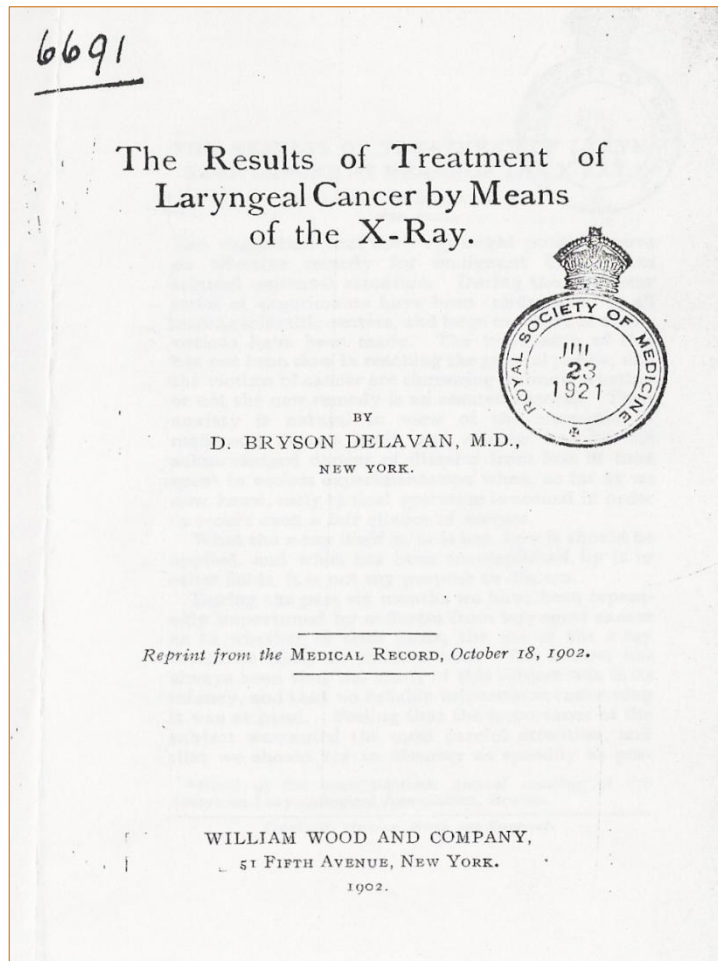
Θεραπεία παιδιού με τριχωτό σπίλο κορμού το 1896



http://austria-forum.org/af/Wissenssammlungen/Biographien/Freund,_Leopold



Ανακοίνωση στο 24th Annual Meeting of the American Laryngological Association



Ανακοινώθηκε το 1902
στις ΗΠΑ και αναφέρεται
στην ανακουφιστική
ακτινοθεραπεία
ασθενούς με τοπικά
προχωρημένο καρκίνο
λάρυγγα.

Πηγή: Προσωπική συλλογή



Ακτινοθεραπεία καρκίνου δέρματος το 1915. Εισαγωγή κανόνων ακτινοπροστασίας



http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_radiation_therapy#/media/File:Technic_of_roentgenotherapy_to_treat_epithelioma_of_the_face_-_1915.jpg



Ακτινοθεραπεία ασθενών με πλάκες ραδίου, 1900



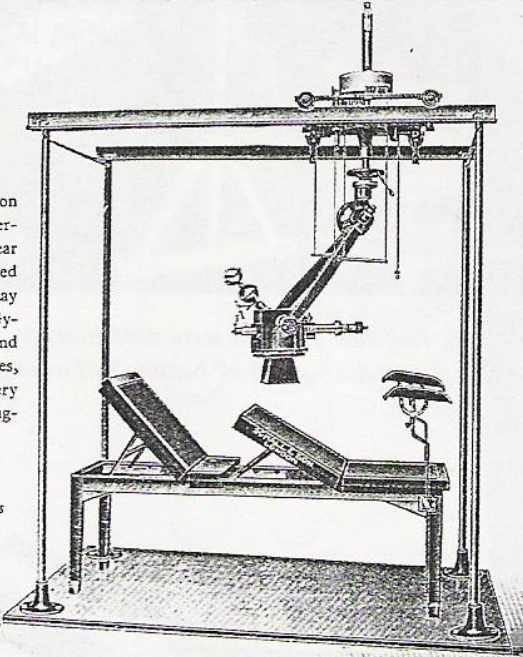
http://books.google.gr/books?id=6B8SAAAAYAAJ&pg=PA21&redir_esc=y



Διαφήμιση ακτινοθεραπευτικού μηχανήματος, Λονδίνο 1923

SCHALL & SON
British Proprietary (W. E. SCHALL, B.Sc.Lond., F.Inst.P.) British Capital
ESTABLISHED 1887
The oldest established firm devoted solely to X-ray and Electro-medical Apparatus

Deep X-Ray Therapy



The illustration shows an Overhead Tube Gear which is designed chiefly for X-Ray Therapy in Gynaecological and Malignant Cases, and is also very useful in Diagnostic Work.

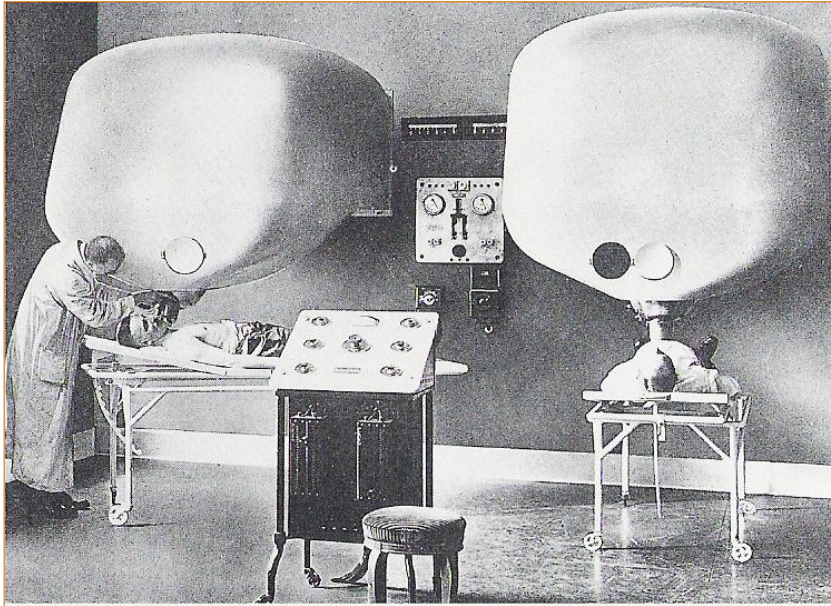
Please write for particulars

A copy of the New Edition of our X-Ray Catalogue ("X-Ray Apparatus and their Management") may be had post-free on request

71/75, NEW CAVENDISH STREET, LONDON, W.1.
SCOTTISH BRANCH: 74, Bath Street, GLASGOW

http://books.google.gr/books/about/Electrical_Apparatus.html?id=4r5kuAAACAAJ&redir_esc=y

Ακτινοθεραπευτικό μηχάνημα Siemens, 1919



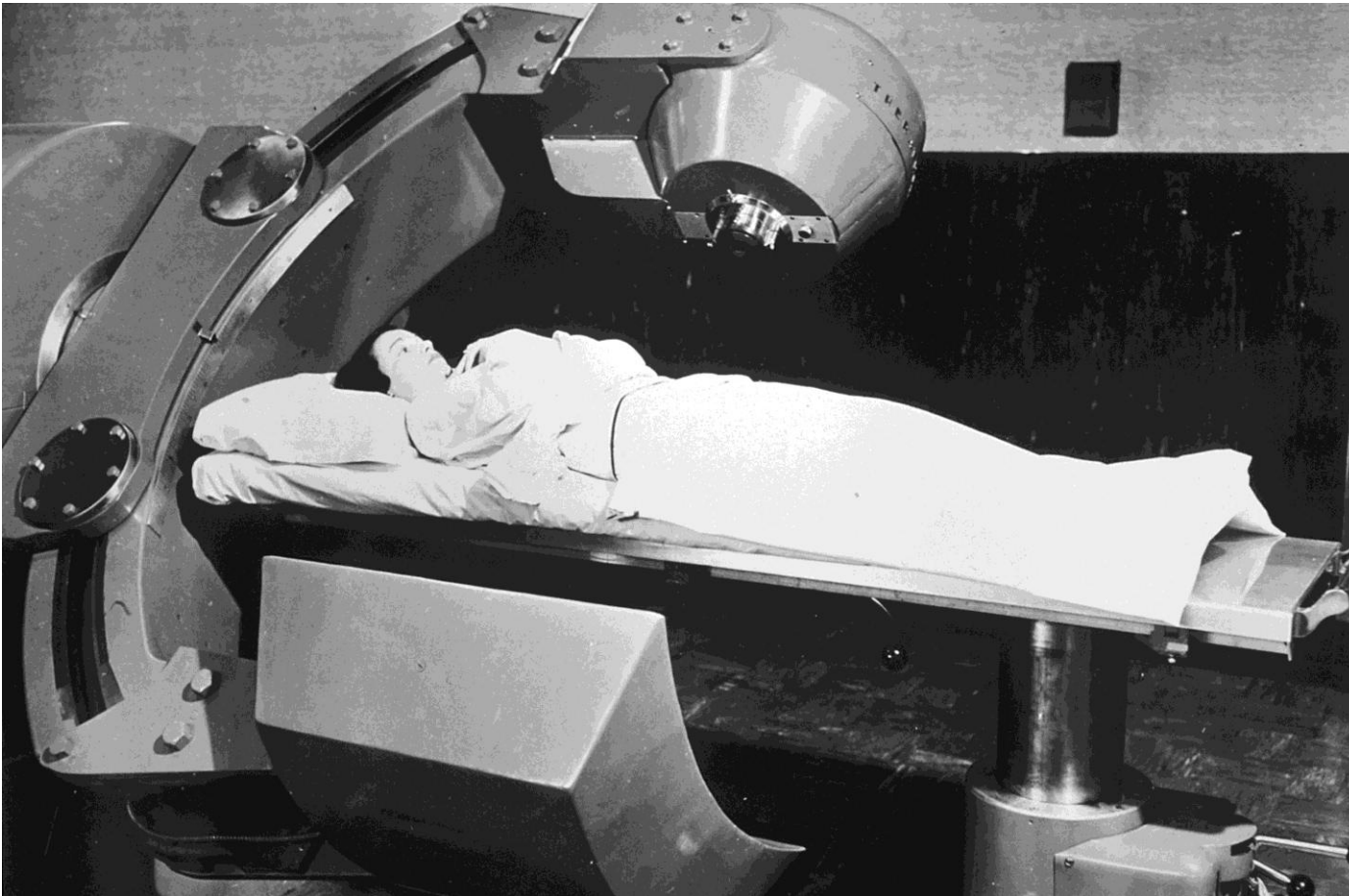
<http://healthsciences.ucsd.edu/som/radiation-medicine/about/Pages/history-radiation-therapy.aspx>

Η.Ε. Johns, Καναδός, κατασκευαστής της πρώτης μονάδας κοβαλτίου το 1951





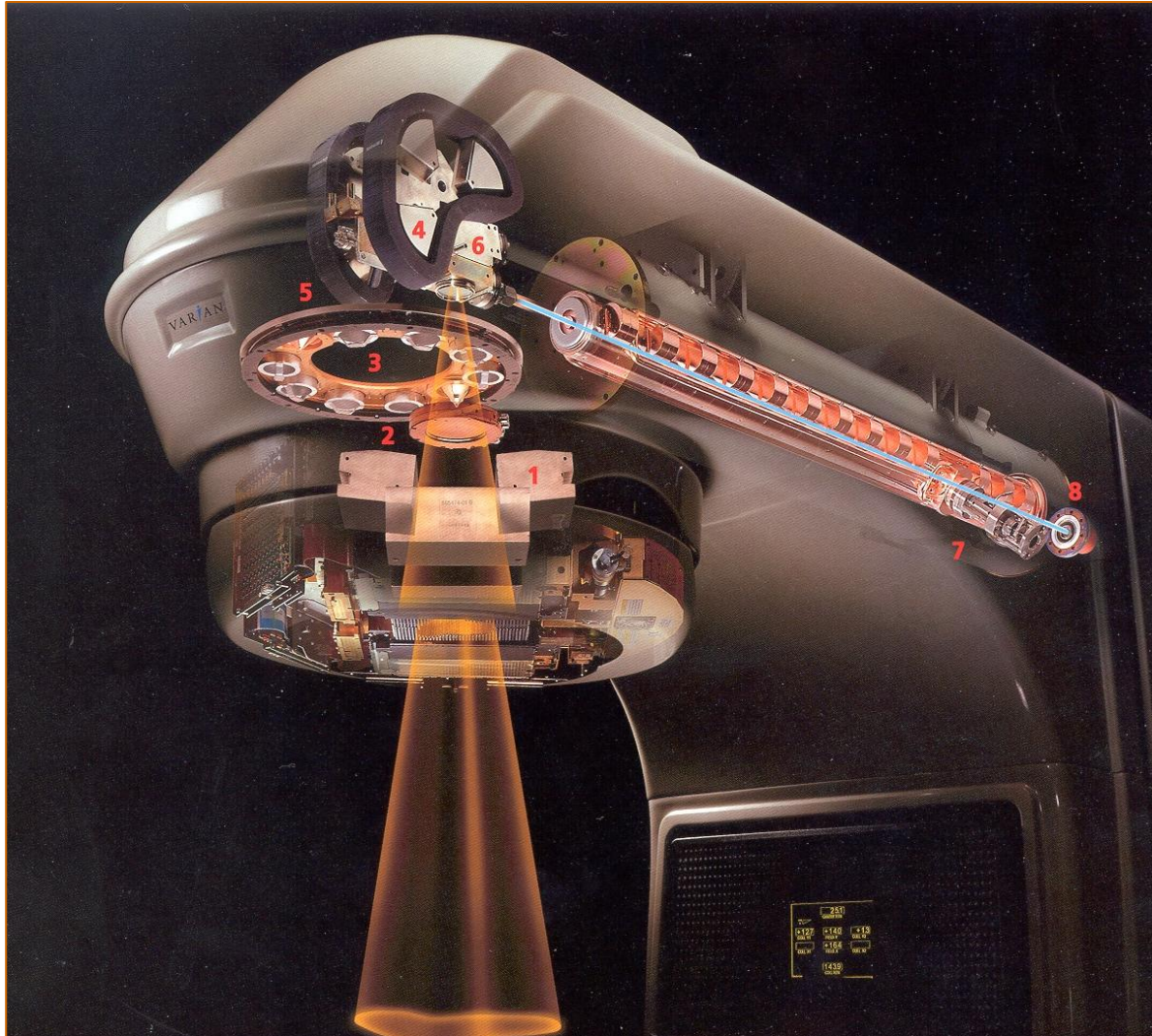
Ακτινοθεραπεία με συσκευή κοβαλτίου, 1955



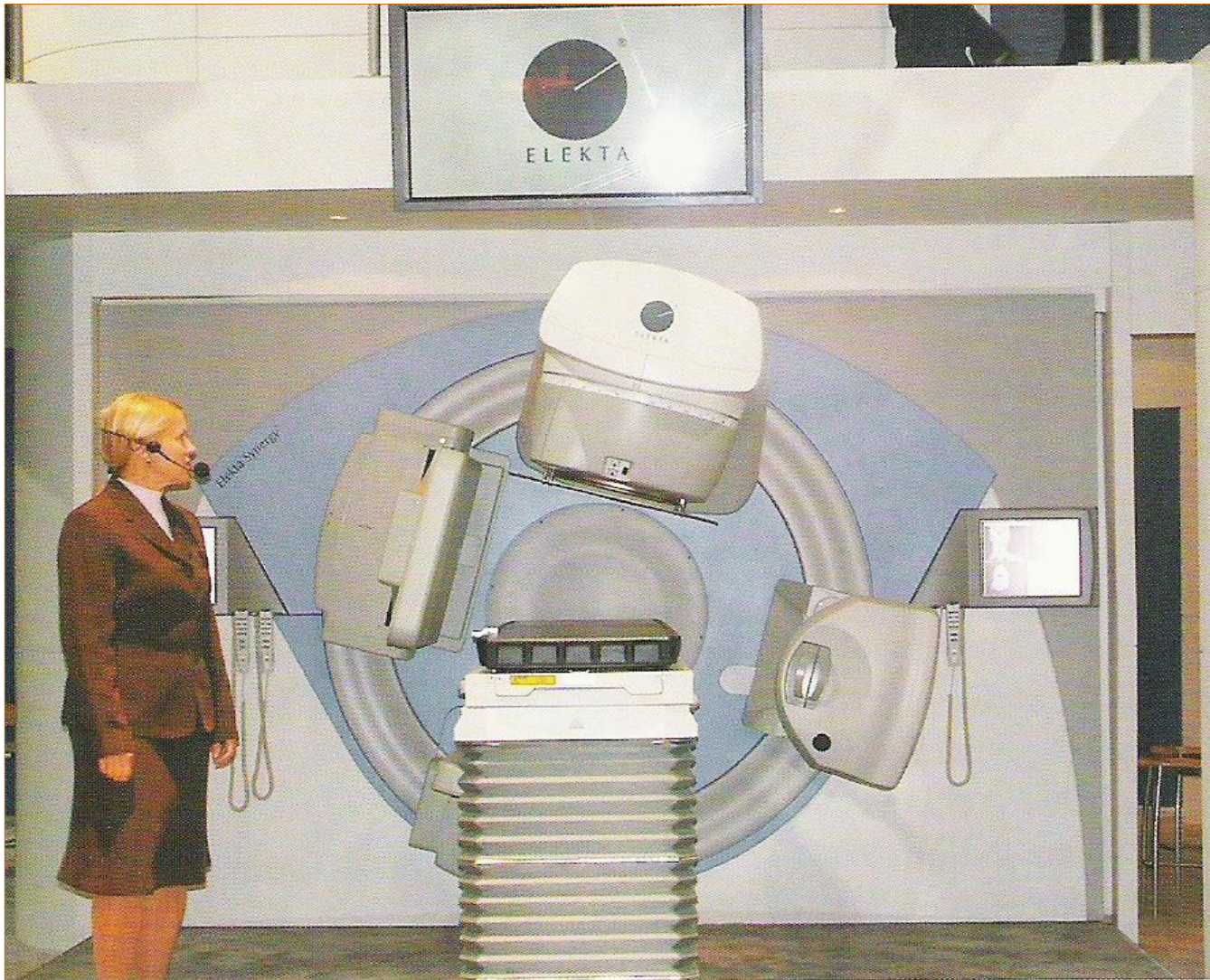
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7b/Nci-vol-1819-300_cobalt_60_therapy.jpg

Ακτινοθεραπεία με γραμμικό επιταχυντή, 2000





http://content.atomz.com/pb00002f26/stage/eufr/oncology/radiation_oncology/clinac/clinac_dhx_high_performance.html



http://www.elekta.com/healthcare-professionals/products/elekta-oncology.html?utm_source=oncology&utm_medium=redirect&utm_campaign=redirects



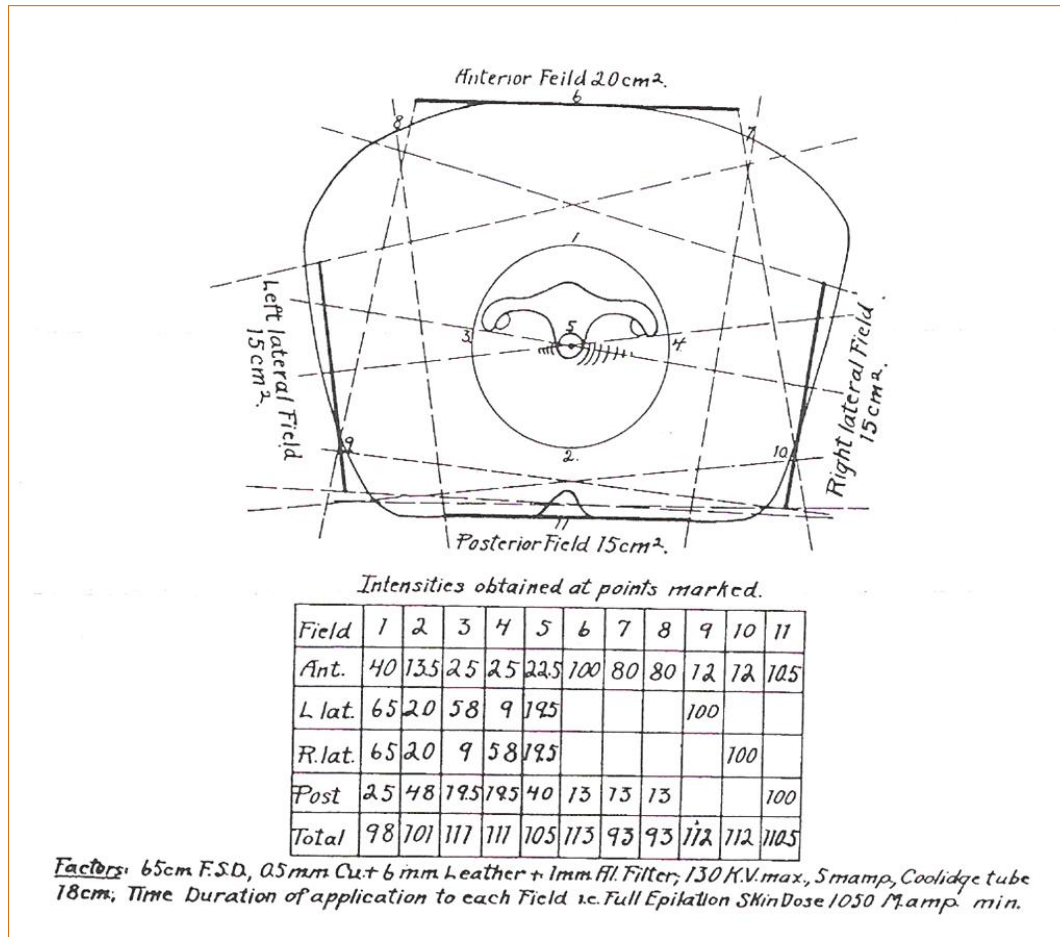
Συσκευές υπερβαρικού οξυγόνου

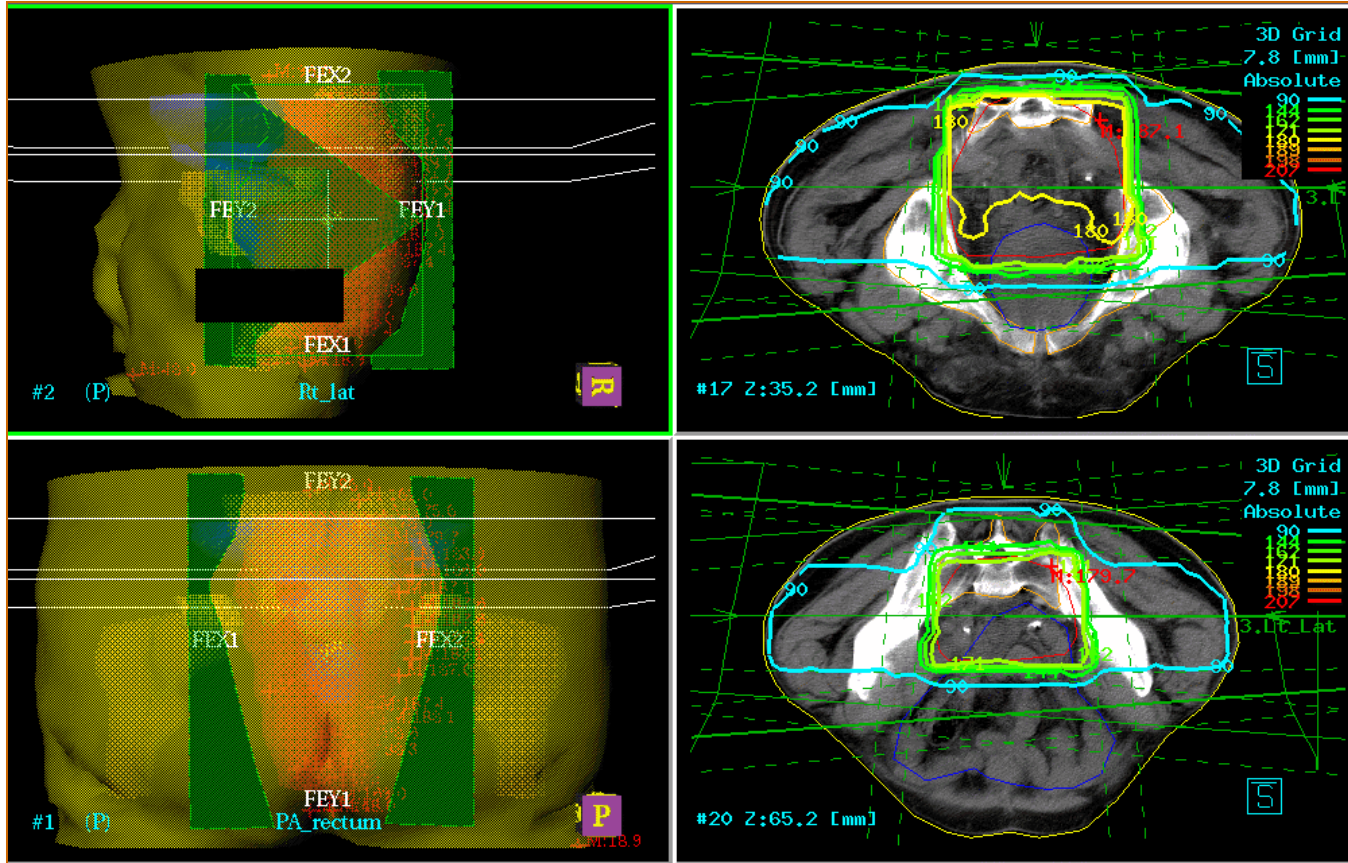


<http://www.google.com/patents/US20110048424>

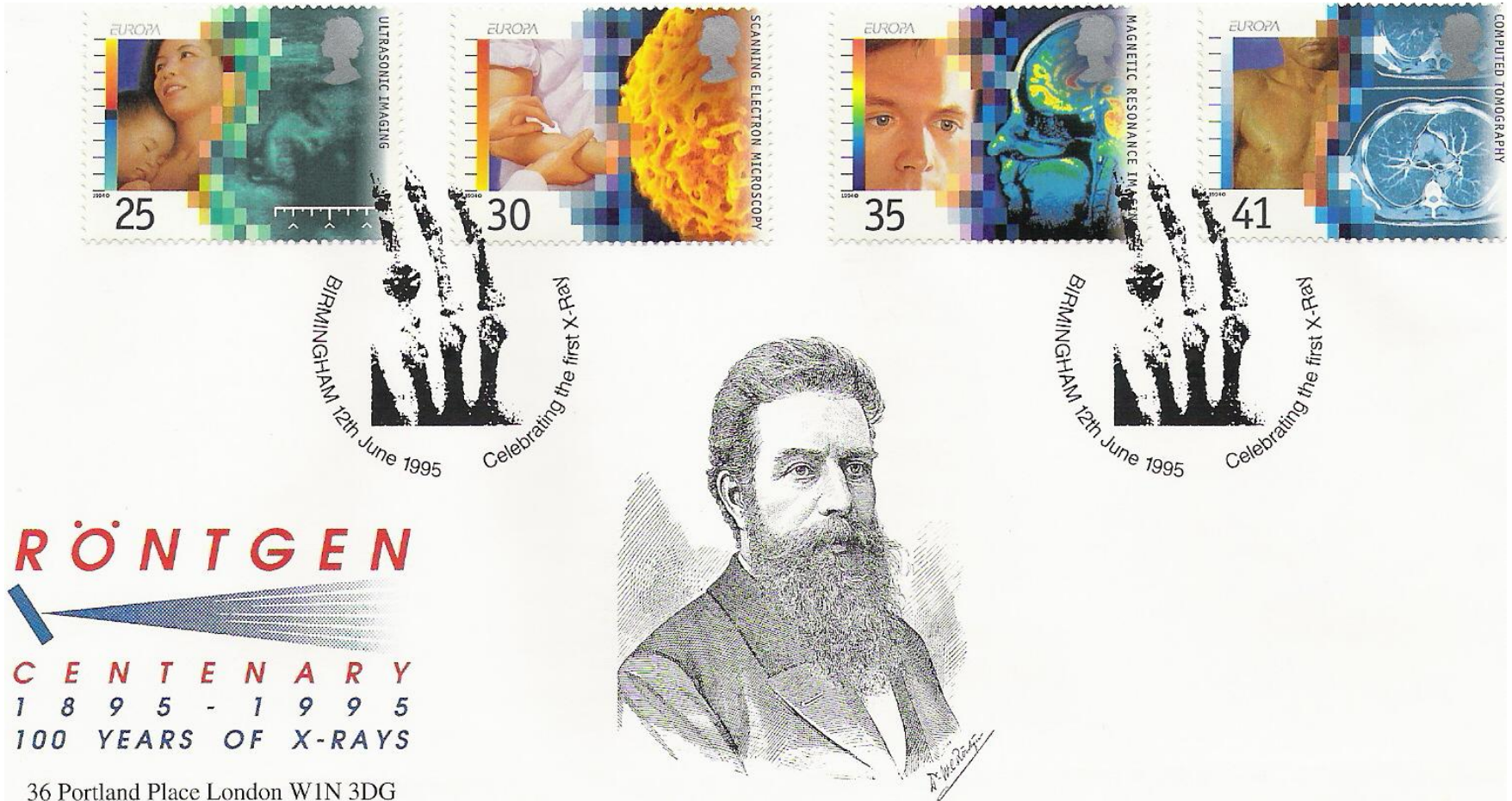


Πλάνο ακτινοθεραπείας, ακτίνες-Χ 140 kV, 1919





http://www.hopkinscoloncancercenter.org/CMS/CMS_Page.aspx?CurrentUDV=59&CMS_Page_ID=A1BC933B-CD98-4368-87DD-551E2599F180



Πηγή: Προσωπική συλλογή



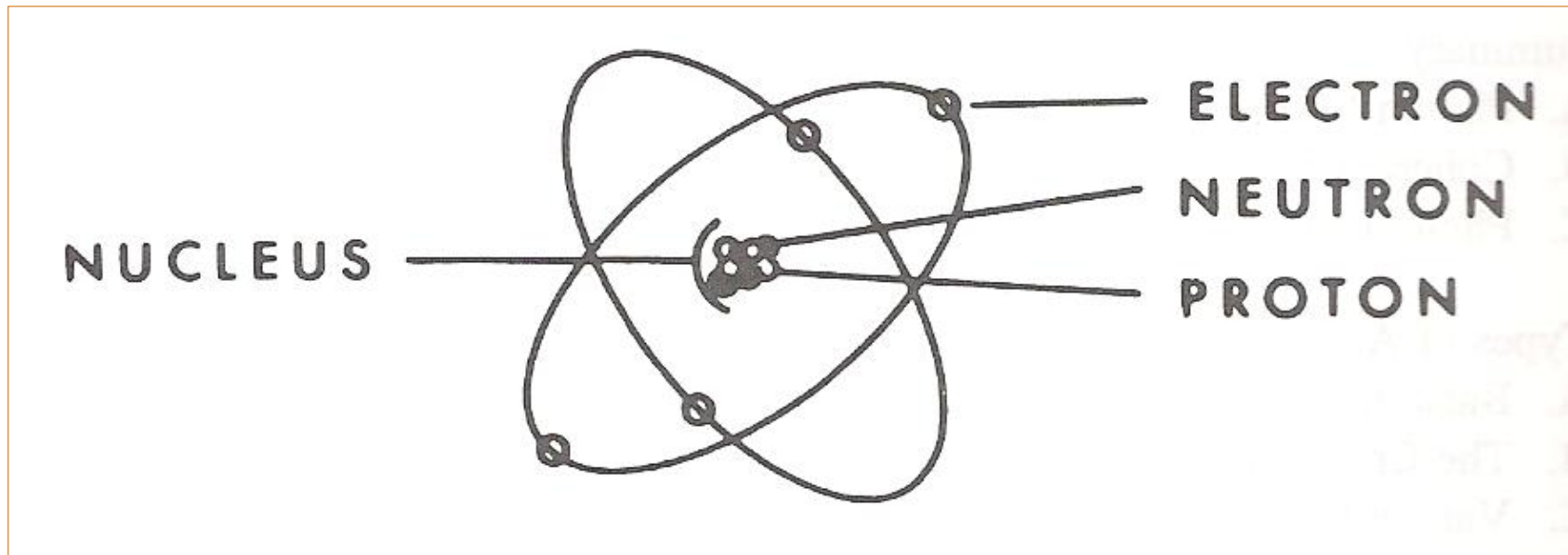
ΑΚΤΙΝΟΦΥΣΙΚΗ ΤΩΝ ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΥΤΗ



- ❖ Απορρόφηση της ενέργειας της ιοντίζουσας ακτινοβολίας από την ύλη [άτομα ή μόρια] προκαλεί είτε **διέγερση** ή **ιοντισμό**
- ❖ Το τι θα προκληθεί εξαρτάται από την ενέργεια που μεταφέρει η ακτινοβολία.



Σχηματική αναπαράσταση του ατόμου





Ιοντίζουσα ακτινοβολία

Ηλεκτρομαγνητική

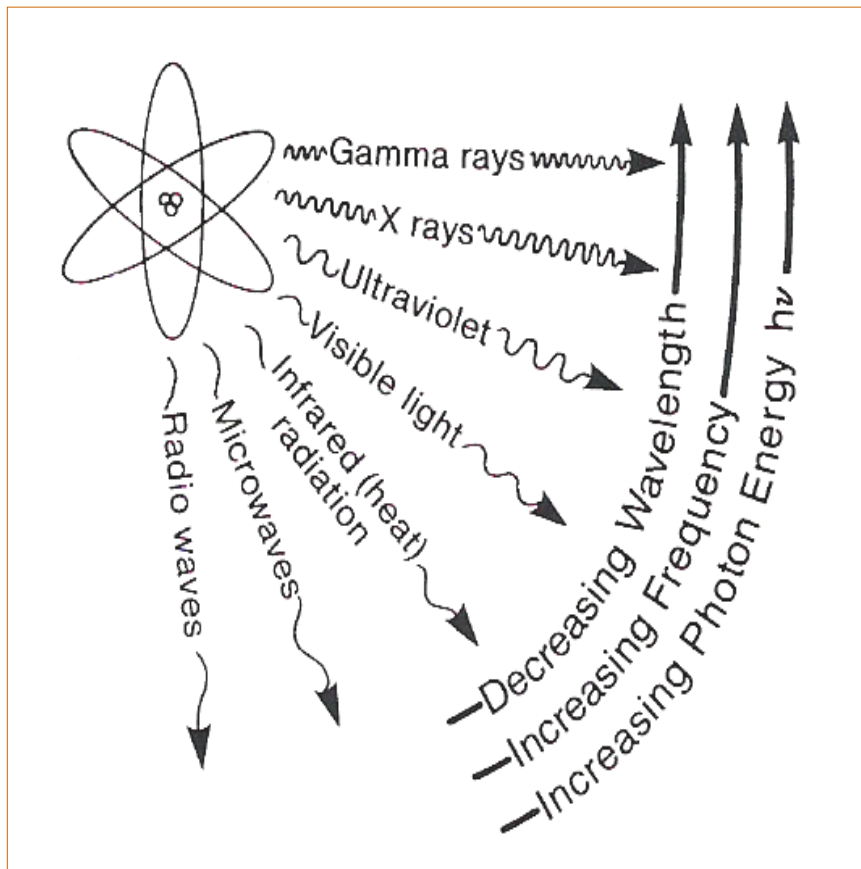
- ♦ Ακτίνες Χ, ακτίνες γ
- ♦ Ποιοτικά είναι ίδιες, διαφέρουν στον τρόπο παραγωγής τους
- ♦ Τις φανταζόμαστε είτε σαν σύμπλεγμα ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων ή σαν θύλακες ενέργειας (φωτόνια)
- ♦ Ιοντίζουσες – μη ιοντίζουσες: διαφορά στο μέγεθος της ενέργειας των θυλάκων

Σωματιδιακή

- ♦ Ηλεκτρόνια, πρωτόνια, σωματίδια α, ουδετερόνια κτλ
- ♦ Μας απασχολούν λίγο ή καθόλου στην ακτινοβιολογία που θα διδαχθείτε



Γραφική απεικόνιση του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος



- Μήκος κύματος, συχνότητα, ενέργεια

http://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_radiation



Η ιοντίζουσα ακτινοβολία διακρίνεται σε «άμεσα» και «έμμεσα» ιοντίζουσα

Άμεσα

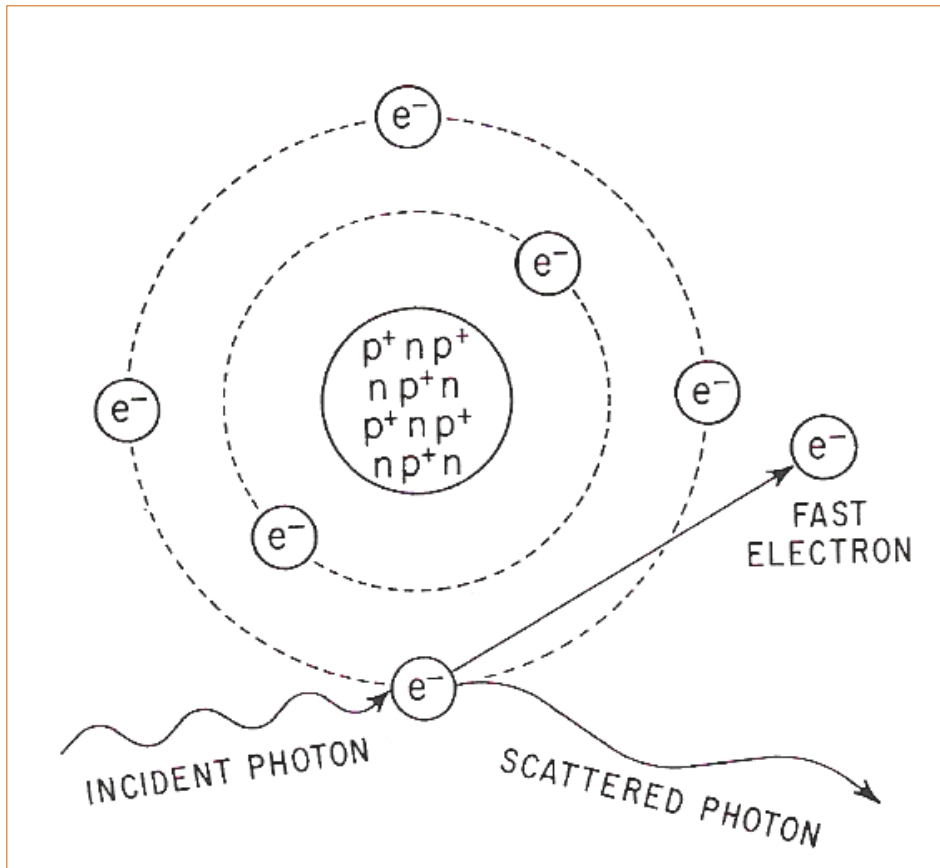
- Σωματιδιακή
- Κτυπούν απ' ευθείας τις βασικές δομές της ύλης [άτομα], προκαλώντας στην συνέχεια χημικές και βιολογικές μεταβολές

Έμμεσα

- Ακτίνες X και γ
- Δεν κτυπούν απ' ευθείας τις βασικές δομές, αλλά όταν απορροφηθούν από την ύλη η ενέργειά τους παράγει ταχέως κινούμενα σωματίδια (ηλεκτρόνια)



Απορρόφηση των φωτονίων από την ύλη. Φαινόμενο Compton

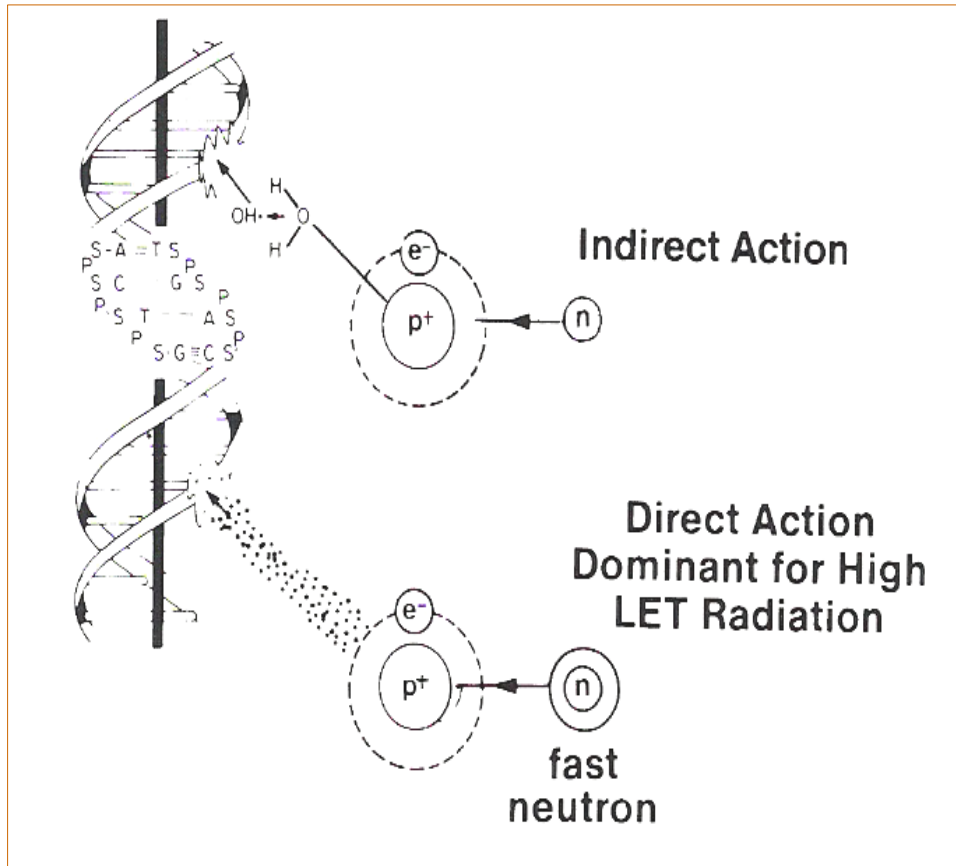


- ✓ Φωτόνια από γραμμικό επιταχυντή (ακτίνες X)
- ✓ Το φωτόνιο αλληλεπιδρά με ένα ηλεκτρόνιο εξωτερικής στιβάδας, χαλαρού δεσμού
- ✓ Το ηλεκτρόνιο κινείται «ταχέως» και το φωτόνιο σκεδάζεται
- ✓ Η αλληλεπίδραση συνεχίζεται ...
- ✓ Ίδια πιθανότητα ανεξάρτητα ατομικού αριθμού

<https://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/comptoneffect.htm>



Έμμεση – άμεση βιολογική δράση της ιοντίζουσας ακτινοβολίας στο DNA



- **ΕΜΜΕΣΗ ΔΡΑΣΗ** – φωτόνια – ακτινοβολία χαμηλού LET
- **ΑΜΜΕΣΗ ΔΡΑΣΗ** – σωματίδια (νετρόνια) – ακτινοβολία υψηλού LET

<http://ipnp00.troja.mff.cuni.cz/~kvita/Medicine/Radicals.htm>

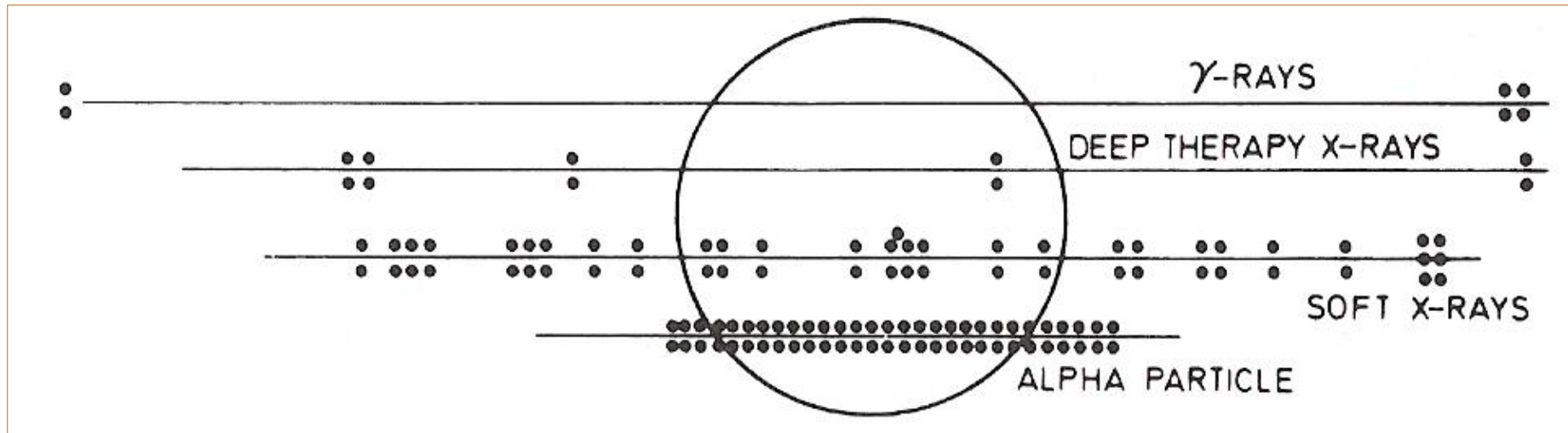


Ορισμός του LET

- Γραμμική μεταφορά ενέργειας, Linear Energy Transfer (LET)
- Είναι η μεταφερόμενη ενέργεια σε keV ανά μm της τροχιάς διάδοσης της ακτίνας
- Μέγεθος που εκφράζει την ποιότητα της ακτινοβολίας



Θύλακες ενέργειας για διάφορους τύπους ιοντιζουσών ακτινοβολιών. Σχέση τους με το μέγεθος του στόχου



http://www.rerf.jp/radefx/basicno_e/radcell.htm



Σχετική βιολογική αποτελεσματικότητα

- Σχετική βιολογική αποτελεσματικότητα, Relative Biological Effectiveness (RBE)
- Είναι το πηλίκο της δόσης της εξεταζόμενης ακτινοβολίας που προκαλεί ένα συγκεκριμένο βιολογικό αποτέλεσμα, προς τη δόση ακτίνων Χ ενέργειας 220 kV που προκαλεί το ίδιο βιολογικό αποτέλεσμα.
- Μέγεθος που εκφράζει την ποιότητα της ακτινοβολίας



Συμπερασματικά

- ❖ Τα φωτόνια (ακτίνες X και γ) είναι ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες, μικρού μήκους κύματος. Ταξιδεύουν σε ευθείες γραμμές και υπακούουν στο νόμο του αντίστροφου τετραγώνου της απόστασης
- ❖ Οι ακτινοβολίες που χρησιμοποιούμε στην ακτινοθεραπεία είναι έμμεσα ιοντίζουσες ακτινοβολίες, και η αλληλεπίδραση τους με την ύλη οφείλεται κυρίως στο φαινόμενο Compton
- ❖ Η χρονική διάρκεια της φυσικής φάσης είναι 10^{-15} δευτερόλεπτα
- ❖ Γραμμική Μεταφορά Ενέργειας (LET)
- ❖ Σχετική Βιολογική Δραστικότητα (RBE)



Βιβλιογραφία

- [http://www.nytimes.com/subscriptions/Multiproduct/lp88U46.html?campaignId=4FWFJ&__KEYWORDS__=\\${keywordText}&__CAMP__=4FWFJ](http://www.nytimes.com/subscriptions/Multiproduct/lp88U46.html?campaignId=4FWFJ&__KEYWORDS__=${keywordText}&__CAMP__=4FWFJ)
- <http://ar.tuhistory.com/hoy-en-la-historia/nace-wilhelm-roentgen-fisico-aleman-descubridor-de-los-rayos-x>
- <http://pixshark.com/wilhelm-roentgen-x-ray-machine.htm>
- http://www.emersonkent.com/history_notes/wilhelm_conrad_roentgen.htm
- <http://collectionsonline.nmsi.ac.uk/detail.php?type=related&kv=88934&t=people>
- <http://www.mocavo.com/Transactions-of-the-British-Orthopaedic-Society-Volume-3/429568/7>
- <http://www.auntminnieeurope.com/index.aspx?sec=ser&sub=def&pag=dis&ItemID=605200>
- <http://emeshagibbon.blogspot.gr/2009/03/linear-tomography.html>
- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2414867/?page=1>
- http://www.arrs.org/publications/HRS/diagnosis/RCI_D_c15.pdf



- http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1979/hounsfield-bio.html
- http://www.nucleonica.net/wiki/index.php?title=File%3ARRR_Becquerel_Sulphate.jpg
- http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B1%CF%81%CE%AF%CE%B1_%CE%9A%CE%B9%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%AF
- http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1903/marie-curie-photo.html
- http://lowdose.energy.gov/links/history_brief.aspx
- <http://www.elsevier.es/es-revista-clinical-translational-oncology-57-articulo-dose-time-relationships-in-fractionated-radiotherapy-13044641>
- <http://www.eyephysics.com/tdf/models.htm>
- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5530791>
- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14295127>
- <http://www.mdpi.com/1422-0067/14/11/22409/htm>
- https://openlibrary.org/books/OL7150353M/Elements_of_general_radiotherapy_for_practitioners.
- http://austria-forum.org/af/Wissenssammlungen/Biographien/Freund,_Leopold



- http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_radiation_therapy#/media/File:Technic_of_roentgenotherapy_to_treat_epitheleoma_of_the_face_-_1915.jpg
- http://books.google.gr/books?id=6B8SAAAYAAJ&pg=PA21&redir_esc=y
- http://books.google.gr/books/about/Electrical_Apparatus.html?id=4r5kuAAACAAJ&redir_esc=y
- <http://healthsciences.ucsd.edu/som/radiation-medicine/about/Pages/history-radiation-therapy.aspx>
- <http://healthsciences.ucsd.edu/som/radiation-medicine/about/Pages/history-radiation-therapy.aspx>
- http://content.atomz.com/pb00002f26/stage/eufr/oncology/radiation_oncology/clinac/clinac_dhx_high_performance.html
- http://www.elekta.com/healthcare-professionals/products/elekta-oncology.html?utm_source=oncology&utm_medium=redirect&utm_campaign=redirects
- <http://www.google.com/patents/US20110048424>
- http://www.hopkinscoloncancercenter.org/CMS/CMS_Page.aspx?CurrentUDV=59&CMS_Page_ID=A1BC933B-CD98-4368-87DD-551E2599F180
- http://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_radiation
- <https://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/comptoneffect.htm>
- <http://ipnp00.troja.mff.cuni.cz/~kvita/Medicine/Radicals.htm>
- http://www.rerf.jp/radefx/basickno_e/radcell.htm



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Καθηγητής Δημήτριος Καρδαμάκης

«Ακτινοβιολογία – Ακτινοθεραπεία – Ακτινοπροστασία»

Έκδοση 1.0, Πάτρα 2015

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/MED857/>