รังสีเอกซ์ที่นำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์

รศ.เพชรากร หาญพานิชย์

ภาควิชารังสีวิทยา

คณะแพทยศาสตร์ ม.ขอนแก่น

pethan@kku.ac.th

วัตถุประสงค์การศึกษา

เพื่อให้นักศึกษาทราบถึงคุณสมบัติของรังสีที่ใช้ประโยชน์ทางการแพทย์

รังสี (Radiation)

คือ พลังงานรูปหนึ่งถูกปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดผ่านไปในตัวกลาง รังสีอาจอยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรืออยู่ในรูปแบบอนุภาคทั้งที่มีประจุและไม่มีประจุ

รังสีอาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1.1. รังสีที่ไม่ก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นประจุ

(Non-ionizing radiation)

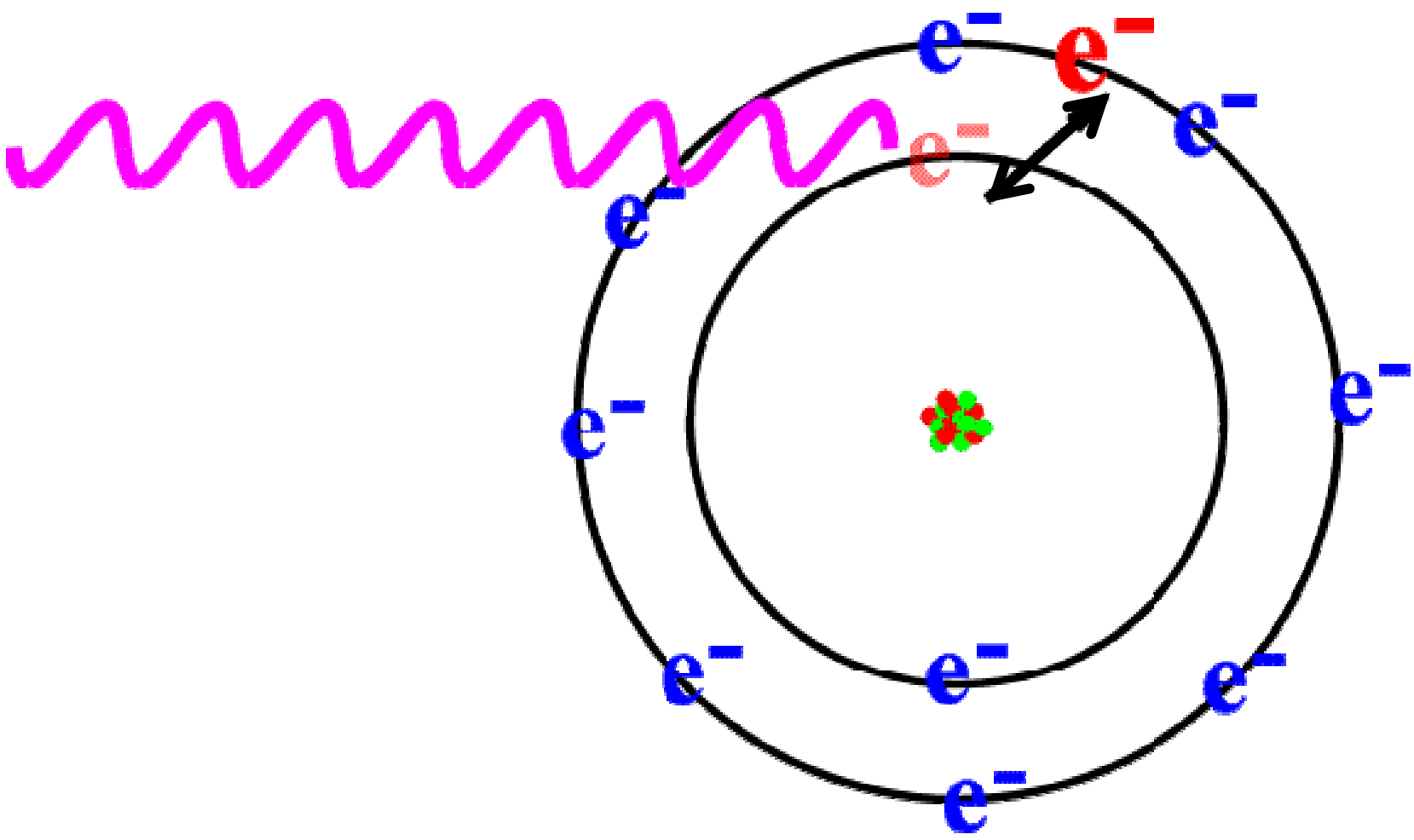
1.2 รังสีที่ก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นประจุ

(Ionizing radiation)

1.1. รังสีที่ไม่ก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นประจุ

(Non-ionizing radiation)

เมื่อรังสีกระทบกับวัตถุหรือตัวกลางใดๆแล้ว จะเกิดอันตรกิริยา โดยการถ่ายทอดพลังงานของรังสีนั้นๆ ให้แก่ อิเล็กตรอนที่อยู่รอบๆนิวเคลียสของอะตอมของวัตถุหรือตัวกลางนั้นๆ แต่ไม่สามารถทำให้อิเล็กตรอนที่ได้รับพลังงานหลุดออกจากวงโคจรรอบๆนิวเคลียสได้ อะตอมยังคงสภาพเป็นกลาง


e⁻
e⁻
e⁻
e⁻
e⁻
e⁻
e⁻
e⁻
e⁻
e⁻
e⁻

รังสีประเภทนี้ได้แก่

รังสีอุลตราไวโอเลท (Ultraviolet)

แสงที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Visible light)

รังสีอินฟราเรด (Infrared)

แสงเลเซอร์ (Laser) *

คลื่นวิทยุ (Radio frequency)*

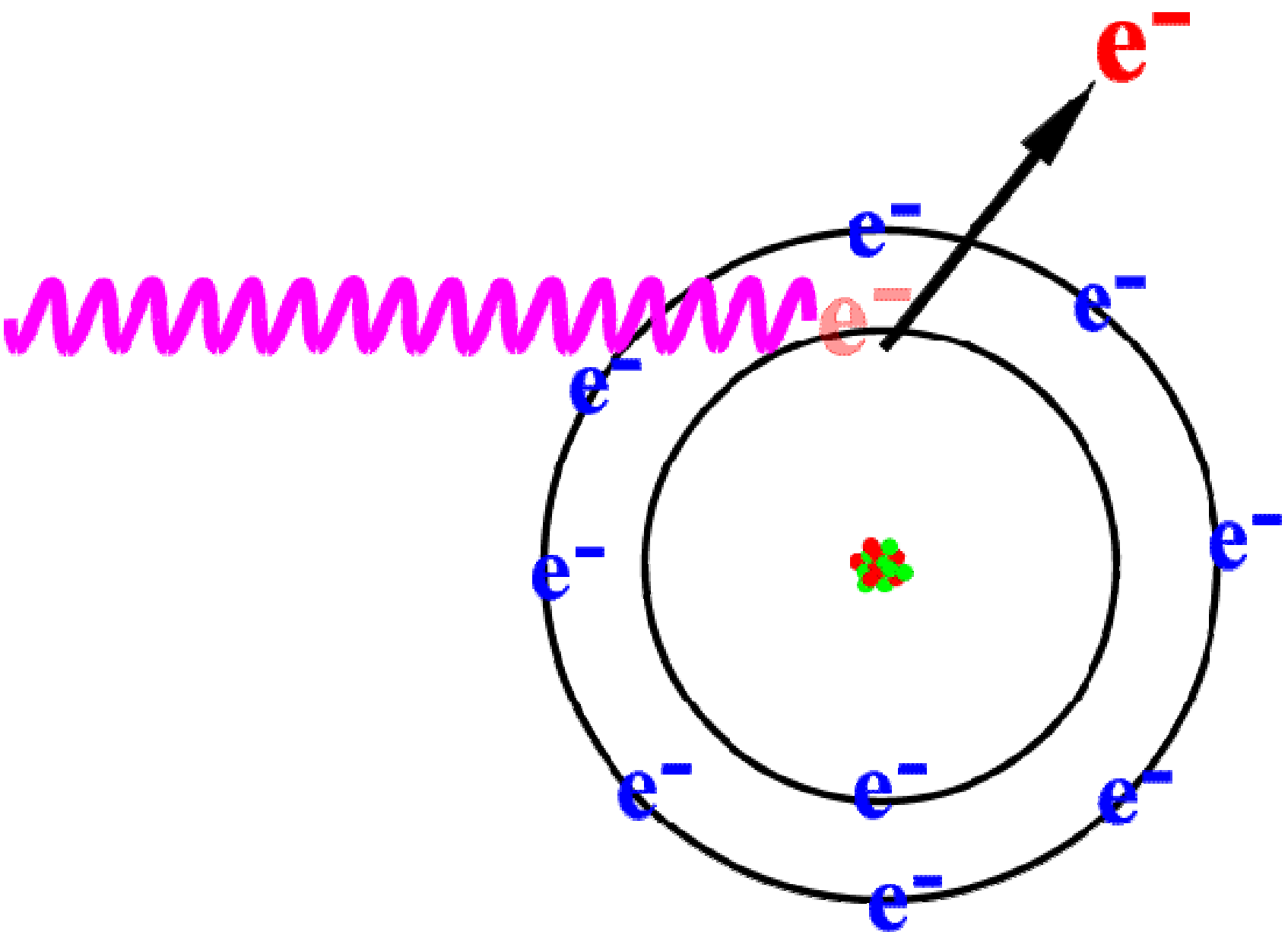
คลื่นไมโครเวฟ (Microwave)

คลื่นเรดาร์ (Radar)

1.2 รังสีที่ก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นประจุ

(Ionizing radiation)

เป็นรังสีที่เมื่อกระทบกับวัตถุตัวกลางใดๆแล้วจะถ่ายเทพลังงานให้อิเล็กตรอนของอะตอมของตัวกลางนั้นๆ และทำให้อิเล็กตรอนที่ได้รับพลังงานนั้นหลุดออกจากวงโคจรรอบๆ นิวเคลียสของอะตอม ทำให้อะตอมขาดสภาพเป็นกลาง และกลายสภาพเป็นประจุบวก ส่วนอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจะมีสภาพเป็นประจุลบ


e⁻
e⁻
e⁻
e⁻
e⁻
e⁻
e⁻
e⁻
e⁻
e⁻
e⁻

รังสีประเภทนี้ได้แก่

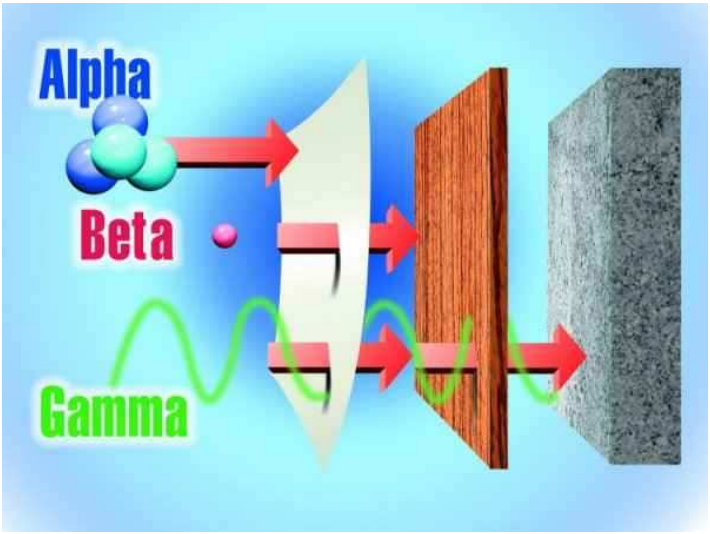
รังสีที่อยู่ในรูปอนุภาคได้แก่

อนุภาคแอลฟา (Alpha particle)

อนุภาคเบตา (Bata particle)*

อนุภาคโปรตรอน (Proton particle)*

อนุภาคนิวตรอน (Neutron particle)



รังสีที่อยู่ในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

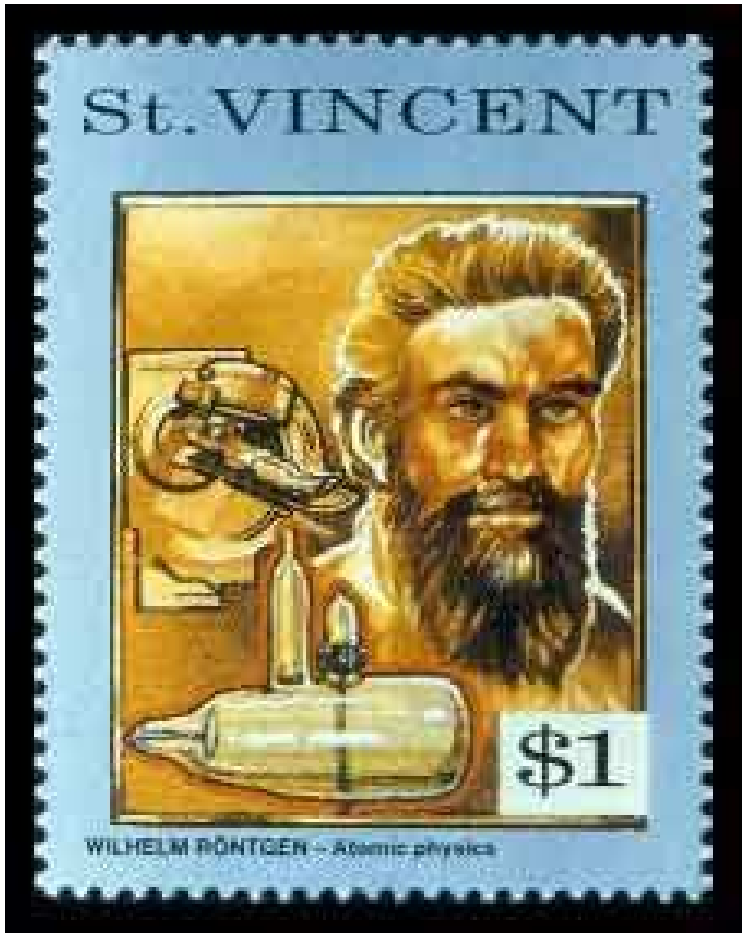
รังสีเอกซ์ (X-ray)*

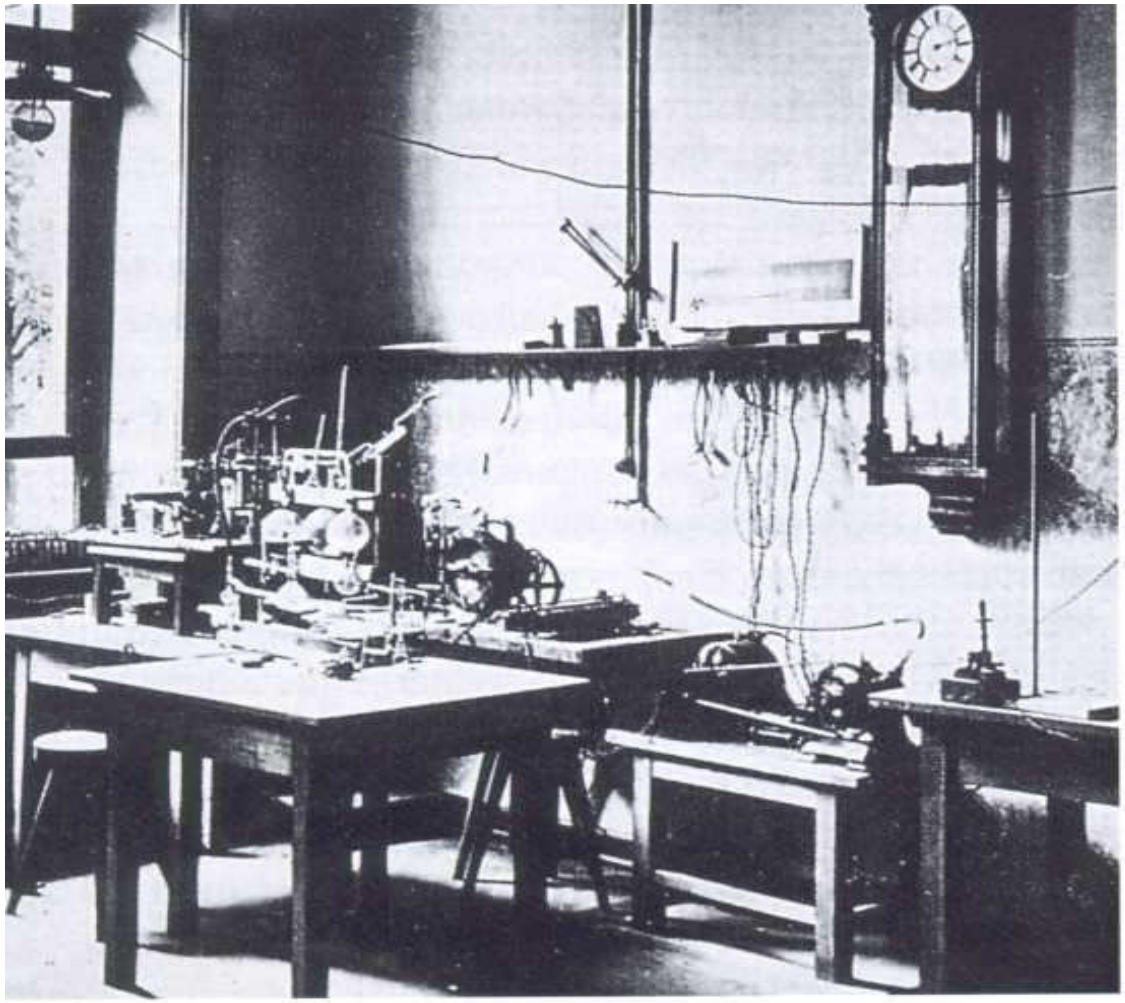
รังสีแกมมา (Gamma ray)*

ประวัติการค้นพบ

- ชาวเยอรมัน ชื่อ Wilhem Conrad Roentgen

- ได้ค้นพบรังสีเอกซ์ ในขณะที่กำลังทดลองว่าอาจจะมีรังสีบางอย่างสามารถผ่านสารทึบแสงได้



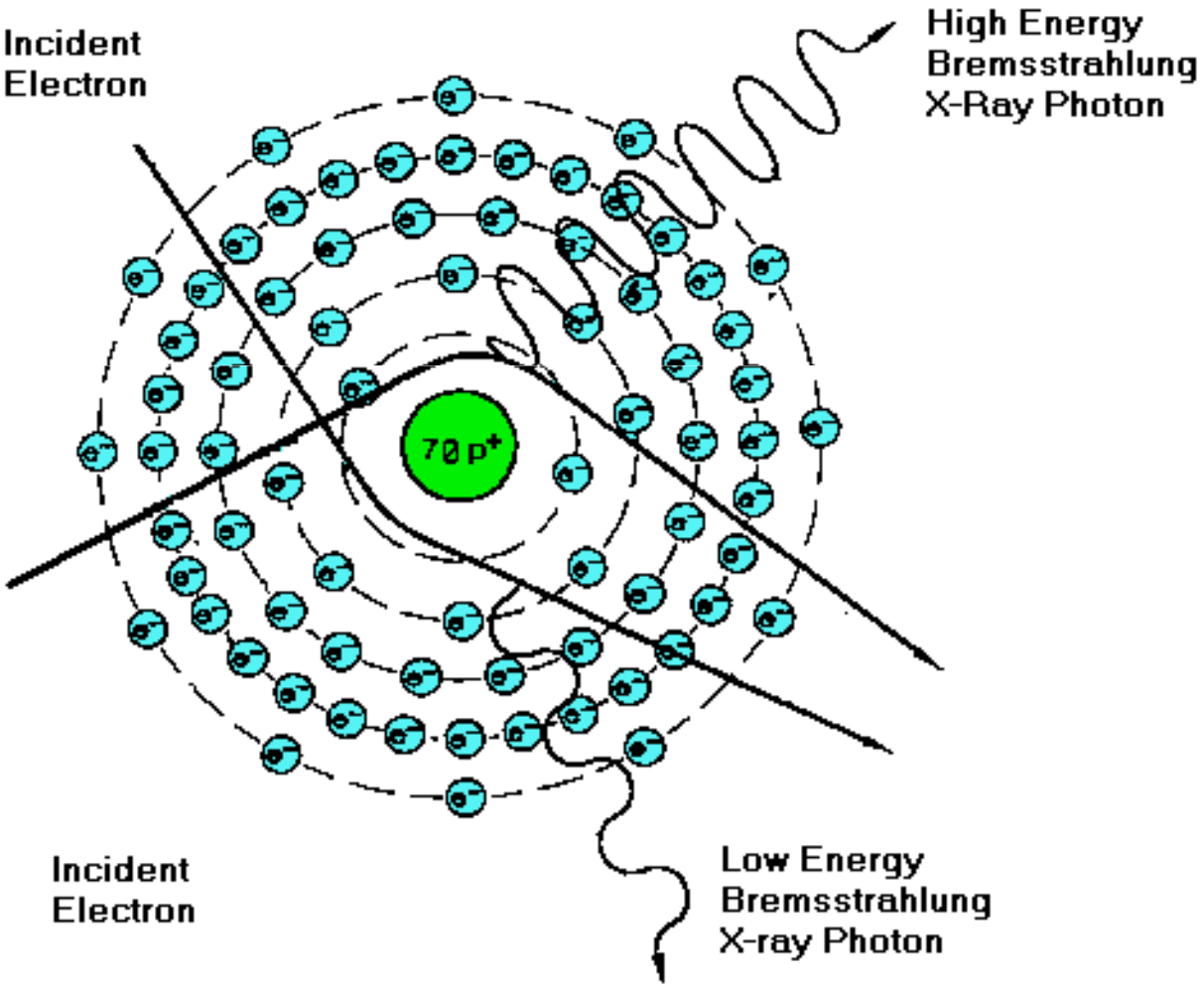


e Wurzburg
oratory of
. C. Roentgen.
battery, circuit
eaker, and a
hmkorff coil
rved to supply
e high voltage
eded.

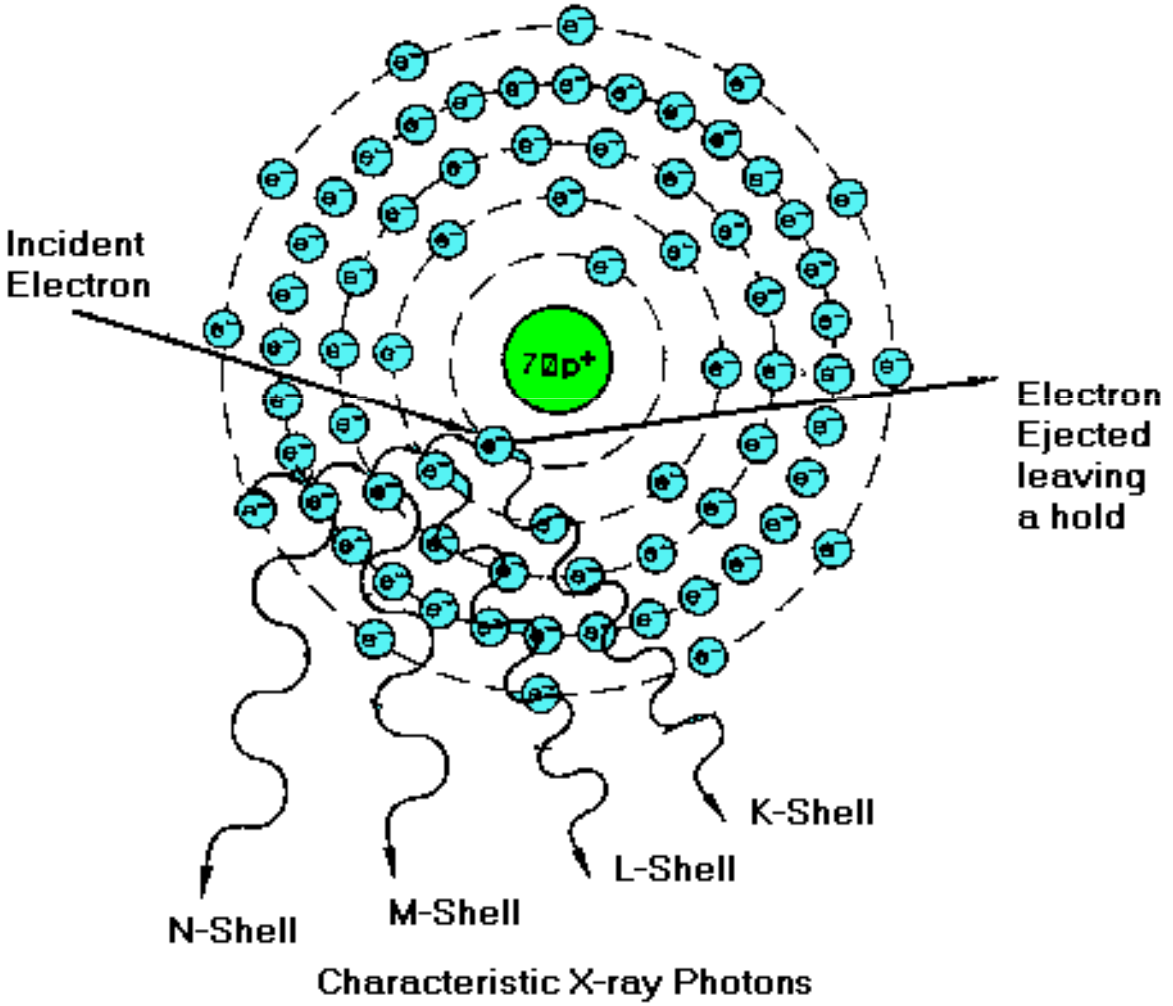
One of his most important "tools": a cathode ray tube as was used by H. Geißler, J. W. Hittdorf, W. Crookes and Ph. Lennard for basic physics experiments.

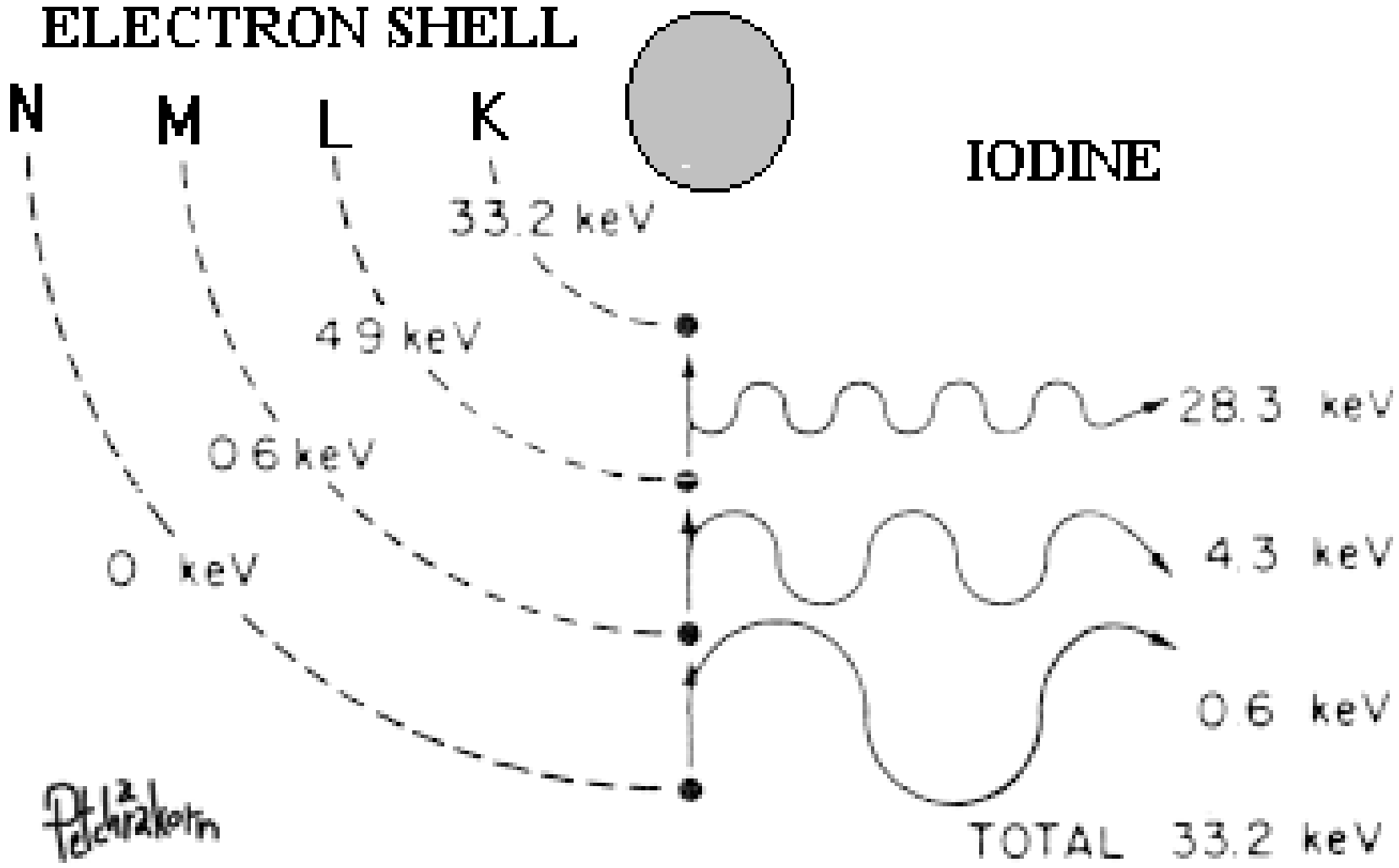
การเกิดรังสีเอกซ์

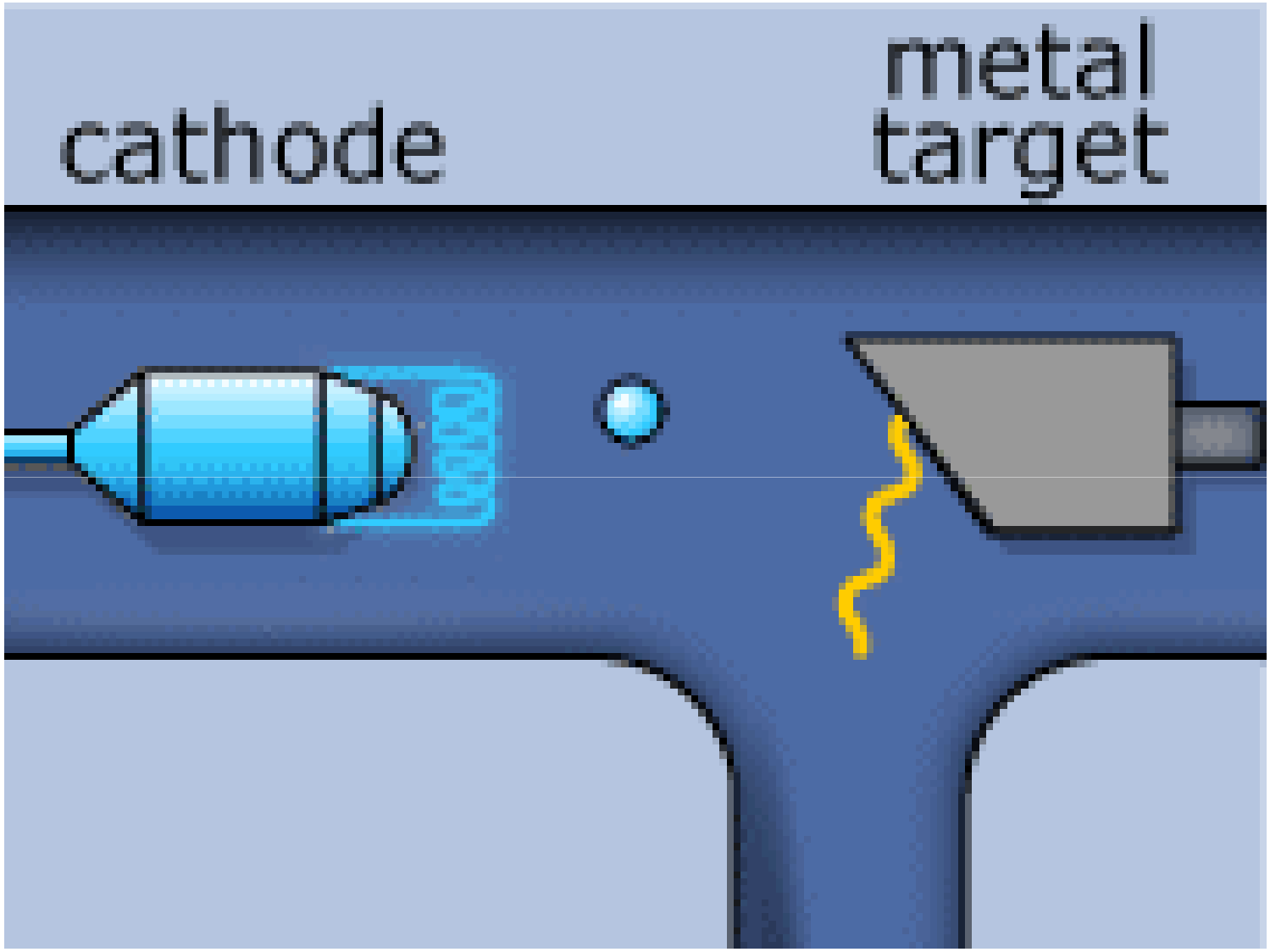
Bremsstrahlung radiation

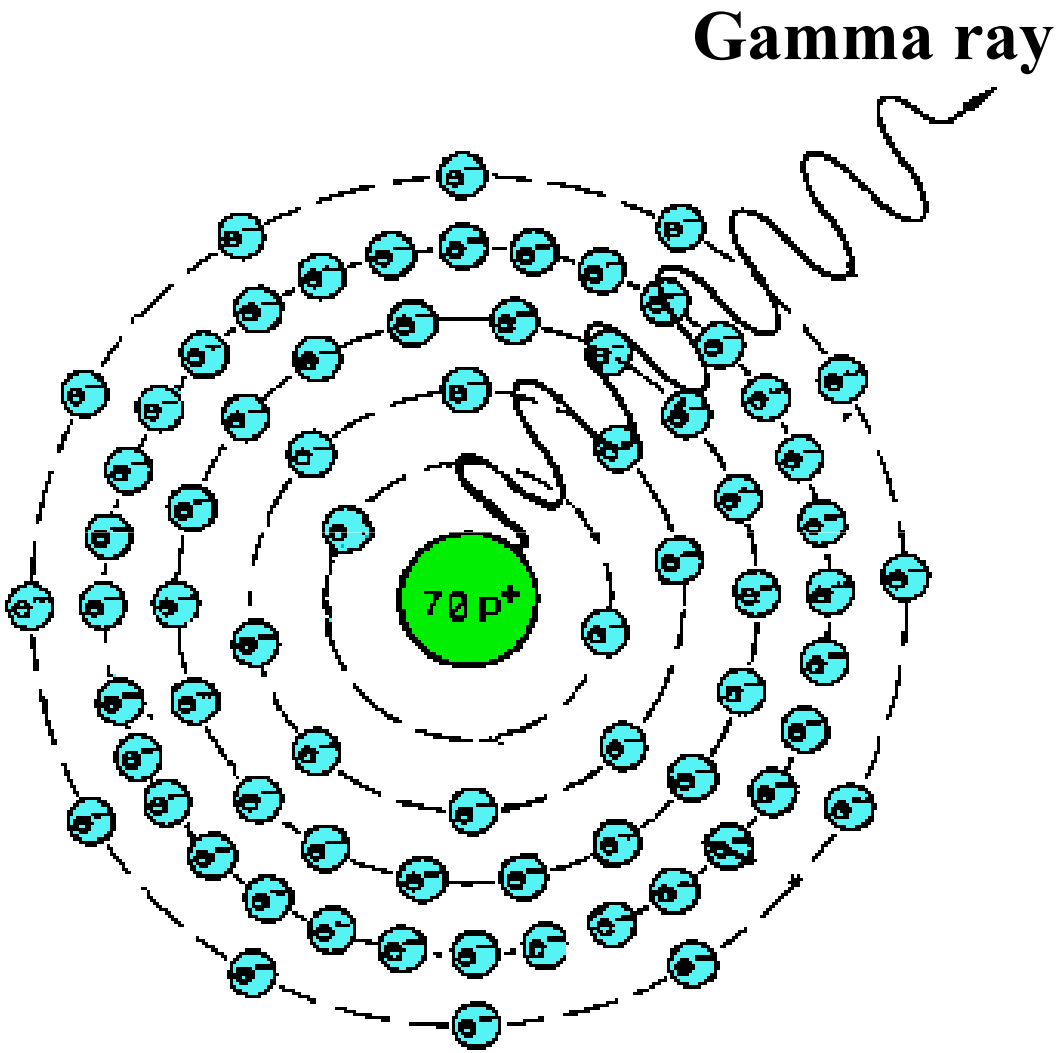


Characteristic radiation



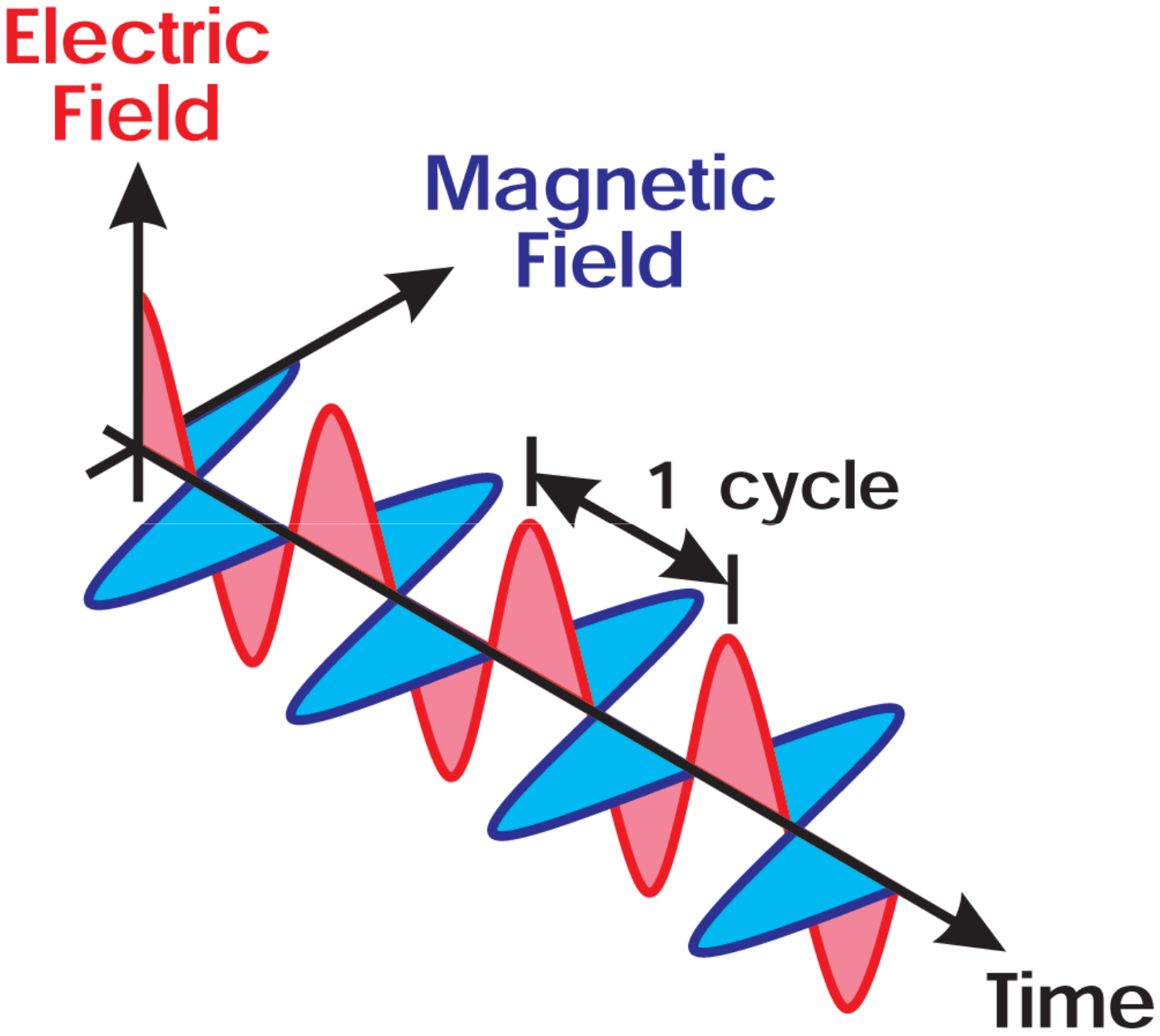

ELECTRON SHELL
N
M
L
K
IODINE
33.2 keV
4.9 keV
0.6 keV
0 keV
28.3 keV
4.3 keV
0.6 keV
TOTAL 33.2 keV

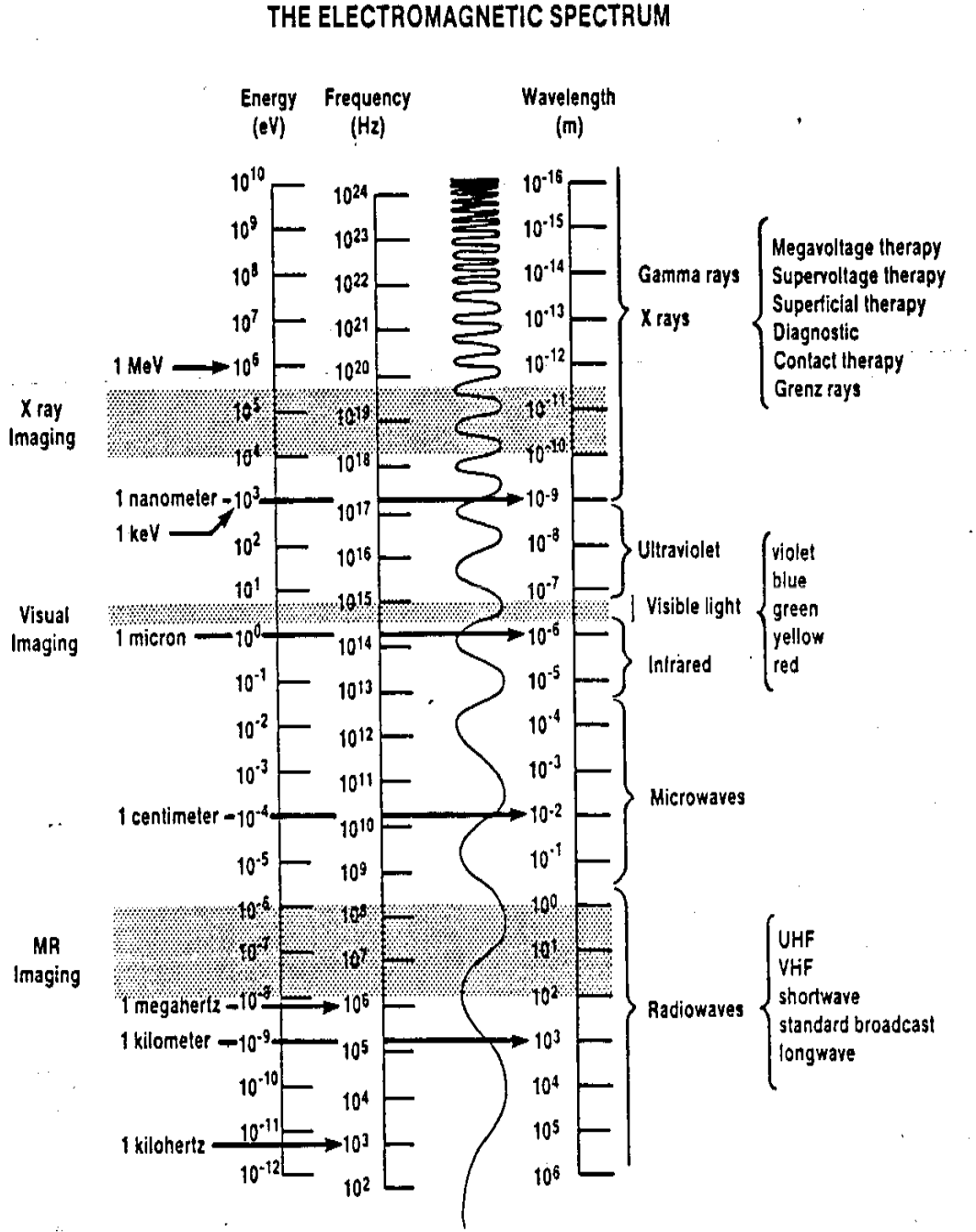

cathode
metal
target

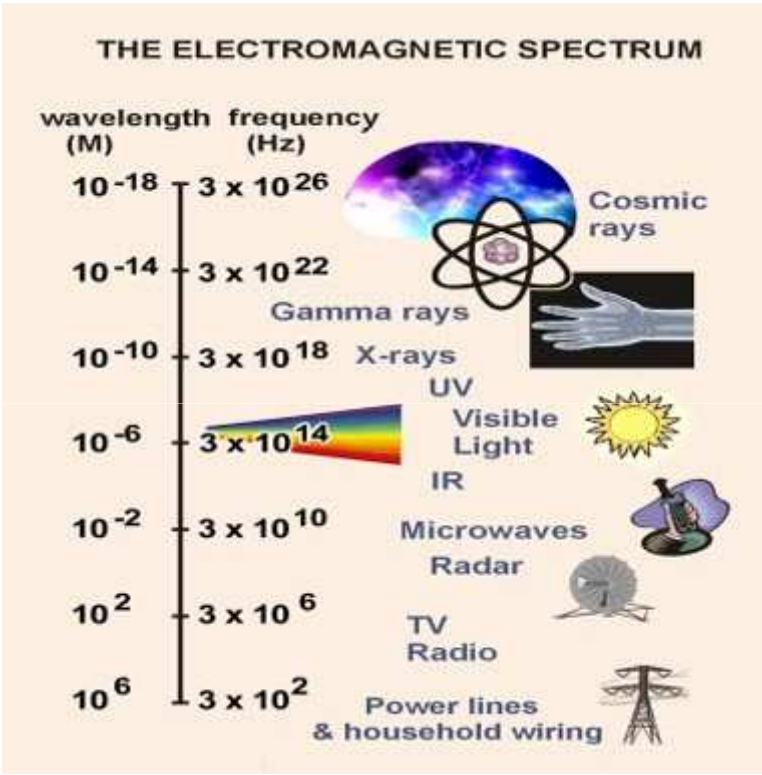

Gamma ray
70p+

คุณสมบัติของรังสีเอกซ์

1.จัดเป็นรังสีที่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Radiation) มีช่วงความยาวคลื่นสั้นรวมกันอยู่หลายขนาด(Heterogenous) ในรังสีวินิจฉัย คือ ช่วง 1-0.1 ^{0}A (Angstrom 1 ^{0}A=10^{-10} ม.)


Electric
Field
Magnetic
Field
1 cycle
Time

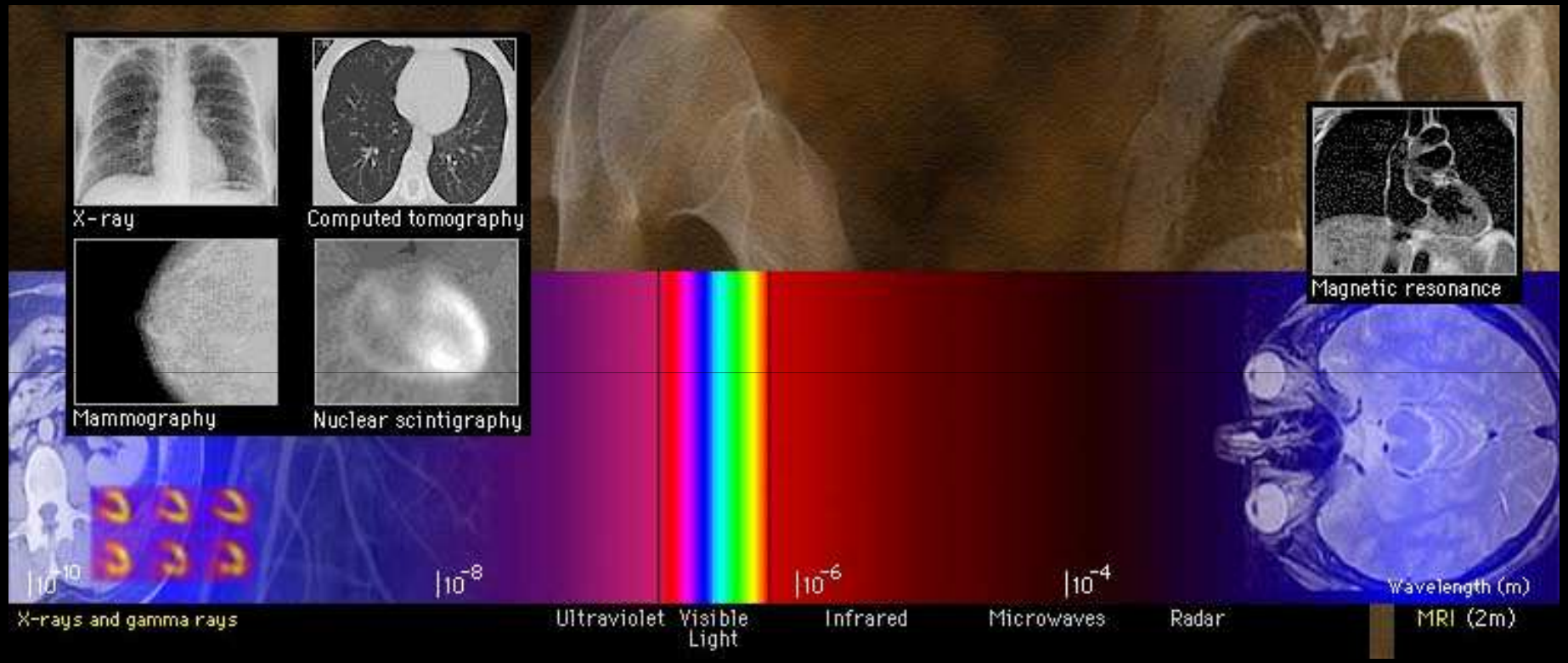

THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM
Energy (eV)
Frequency (Hz)
Wavelength (m)
1 MeV
X ray Imaging
1 nanometer
1 keV
Visual Imaging
1 micron
1 centimeter
MR Imaging
1 megahertz
1 kilometer
1 kilohertz
Gamma rays
X rays
Megavoltage therapy
Supervoltage therapy
Superficial therapy
Diagnostic
Contact therapy
Grenz rays
Ultraviolet
violet
blue
Visible light
green
yellow
Infrared
red
Microwaves
Radiowaves
UHF
VHF
shortwave
standard broadcast
longwave


THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM
wavelength (M)
frequency (Hz)
10 -18
3 x 10 26
Cosmic rays
10 -14
3 x 10 22
Gamma rays
10 -10
3 x 10 18
X-rays
UV
10 -6
3 x 10 14
Visible Light
IR
10 -2
3 x 10 10
Microwaves
Radar
10 2
3 x 10 6
TV
Radio
10 6
3 x 10 2
Power lines
& household wiring

การโทรระหว่างโทรศัพท์ 2 เครื่องหากัน
ไม่มีอะไรเกิดขึ้นให้เห็นใน 15 นาทีแรก
หลังจาก 25 นาที ไข่เริ่มอุ่นขึ้น
หลังจาก 45 นาทีผ่านไป ไข่ร้อนขึ้น
และ 65 นาที ไข่ก็สุก

สรุป :

ถ้ารังสีที่ปล่อยออกมาจากโทรศัพท์มือถือ
สามารถเปลี่ยนแปลงโปรตีนในไข่
ลองจินตนาการว่า ถ้าจะเปลี่ยนโปรตีน
ในสมองของเราได้อย่างไร
เมื่อเราพูดโทรศัพท์ผ่านโทรศัพท์มือถือ

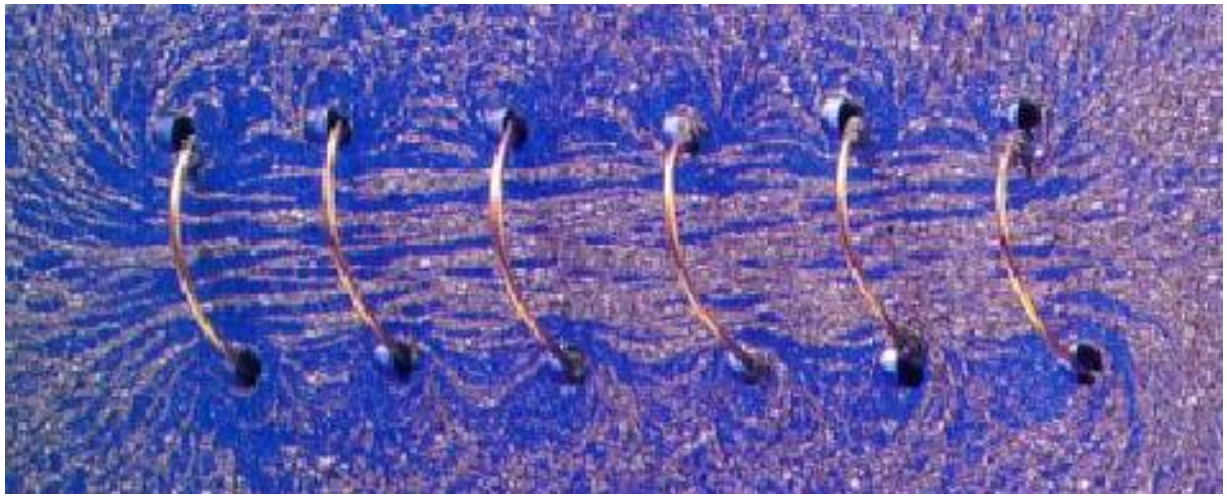

X-ray
Computed tomography
Mammography
Nuclear scintigraphy
Magnetic resonance
10^{-10}
10^{-8}
10^{-6}
10^{-4}
Wavelength (m)
X-rays and gamma rays
Ultraviolet
Visible Light
Infrared
Microwaves
Radar
MRI (2m)

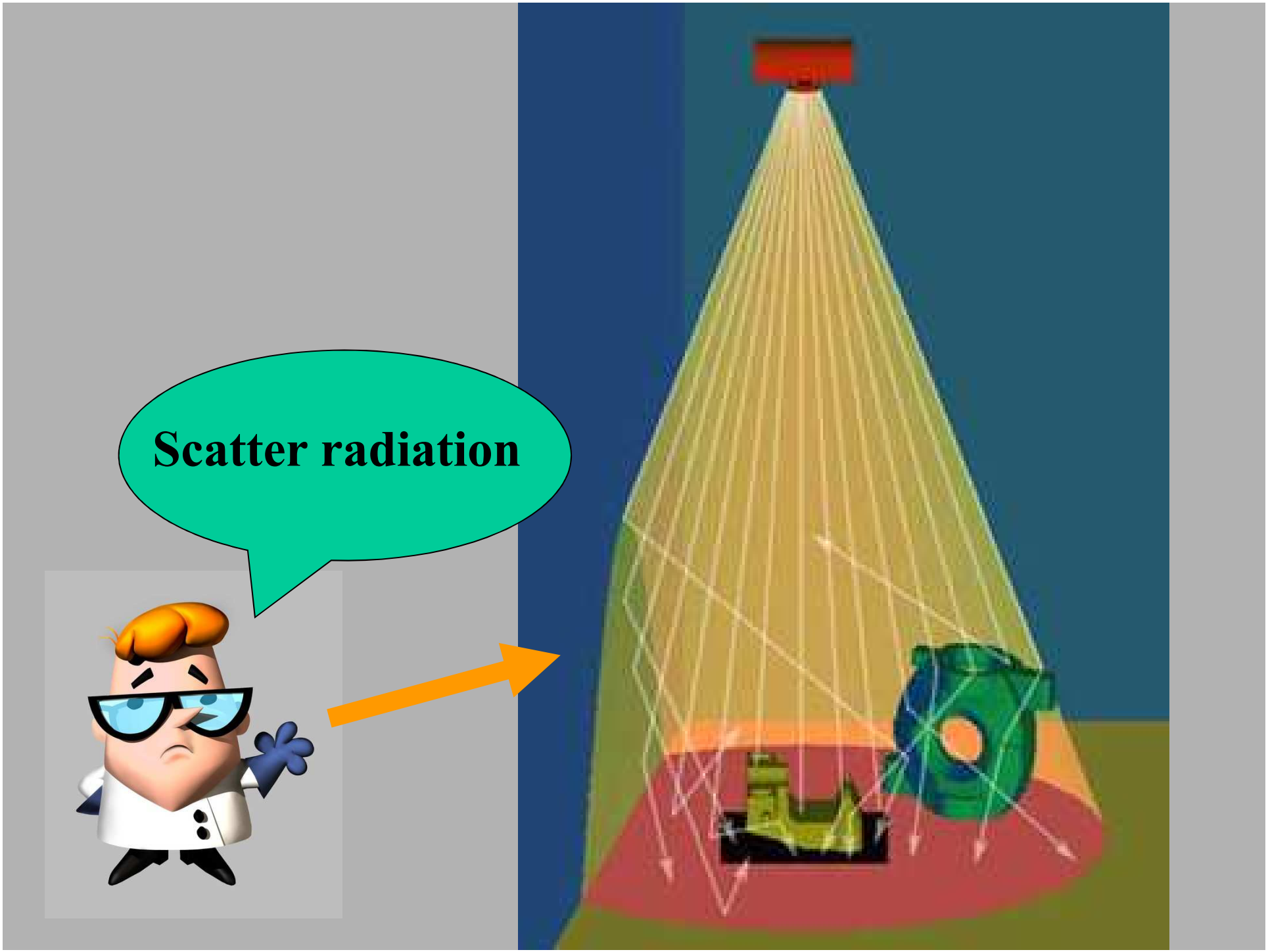
คุณสมบัติของรังสีเอกซ์

- 2.ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า
- 3.ไม่มีมวล No mass เป็นกลุ่มของพลังงาน เรียกว่า **PHOTON**

คุณสมบัติของรังสีเอกซ์

4.รังสีเอกซ์ไม่เกิดสะท้อน(Reflection)หรือหักเห(Refraction) ด้วยอำนาจแม่เหล็กหรืออำนาจไฟฟ้า




Scatter radiation

คุณสมบัติของรังสีเอกซ์

5.มีความเร็วเท่าแสง 186,000 ไมล์/วินาที

คุณสมบัติของรังสีเอกซ์

6. มีอำนาจทะลุทะลวง (Penetration Power)

การที่รังสีสามารถทะลุทะลวง เมื่อผ่านสสาร จะต้องสูญเสียพลังงานให้แก่สสาร เป็นผลให้คุณภาพและปริมาณรังสีลดลง

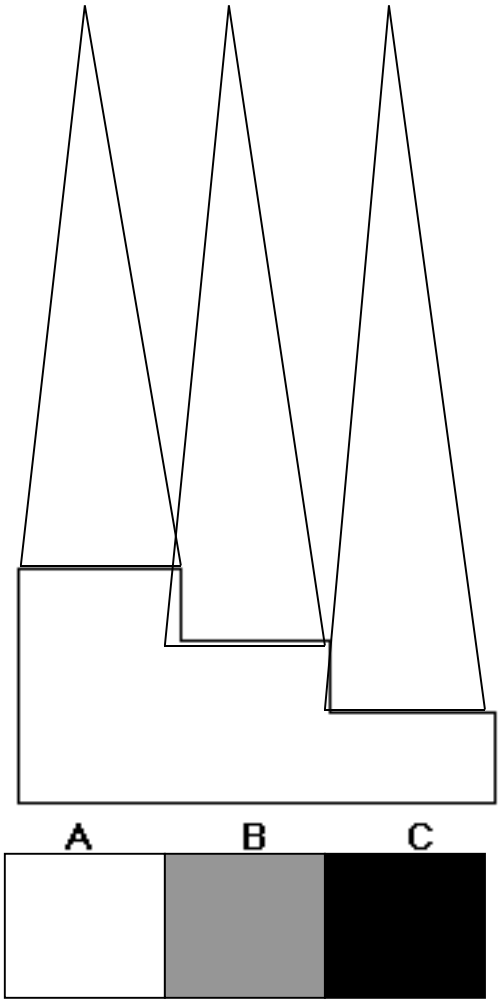
ความหนา (Thickness) ของสสาร

วัตถุชนิดเดียวกัน

มีความหนาแตกต่างกัน

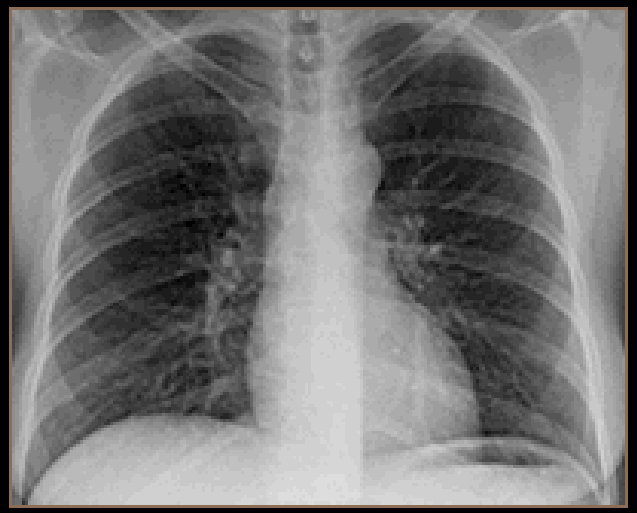
ปริมาณรังสีที่ผ่าน

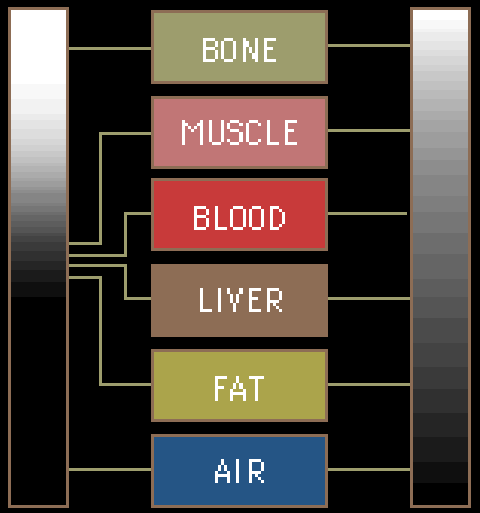
ย่อมแตกต่างกัน



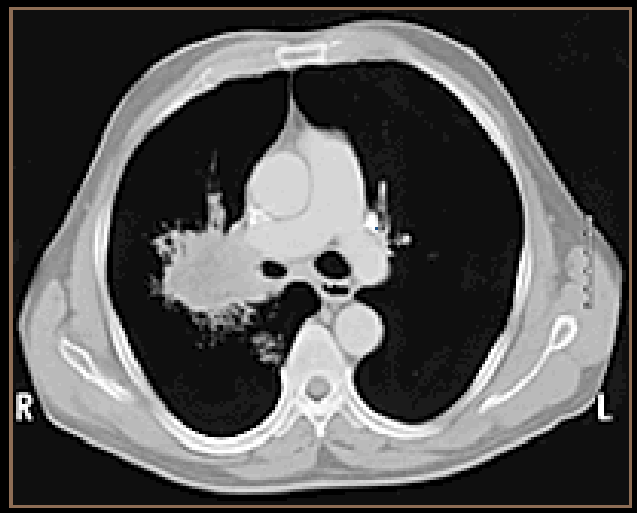
มีการแบ่งประเภทของความหนาแน่นของสิ่งที่อยู่ในร่างกายออกเป็นกี่ประเภท? อะไรบ้าง?

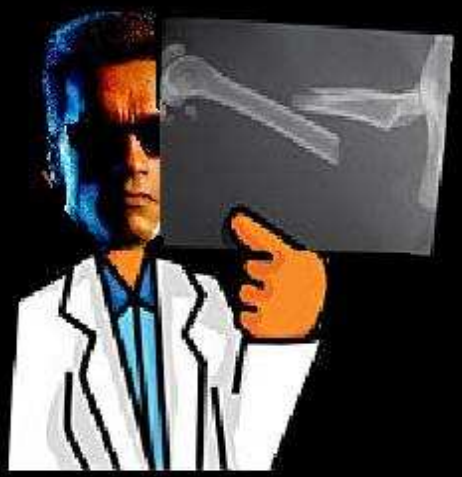
Radiographs





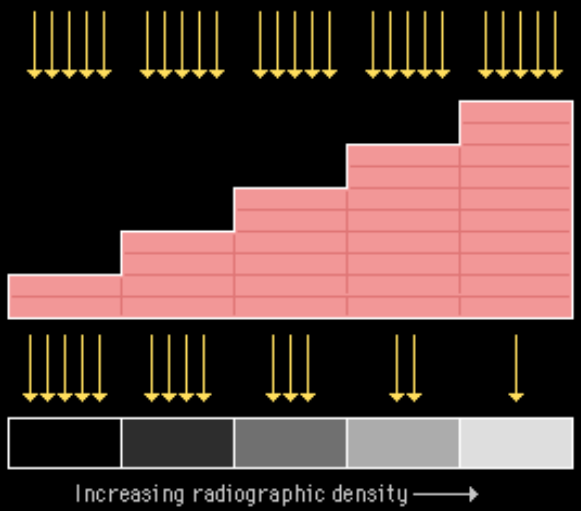
Computed Tomography





TISSUE DEPTH

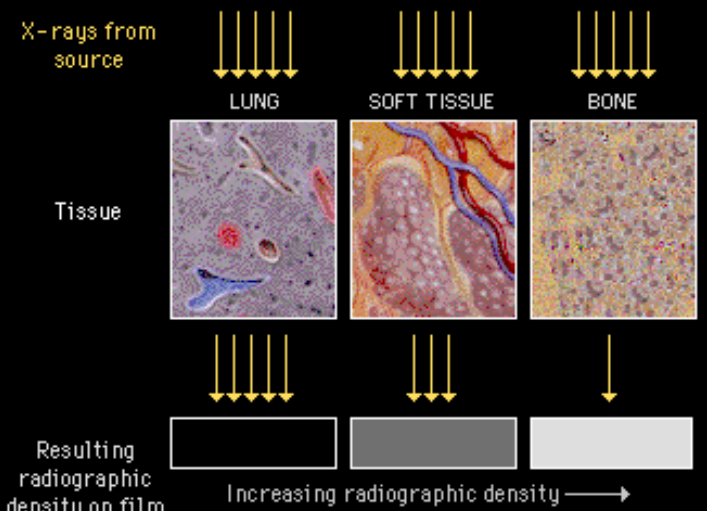
X-ray Absorption is Proportional to the Depth of the Target Tissues...



BUT

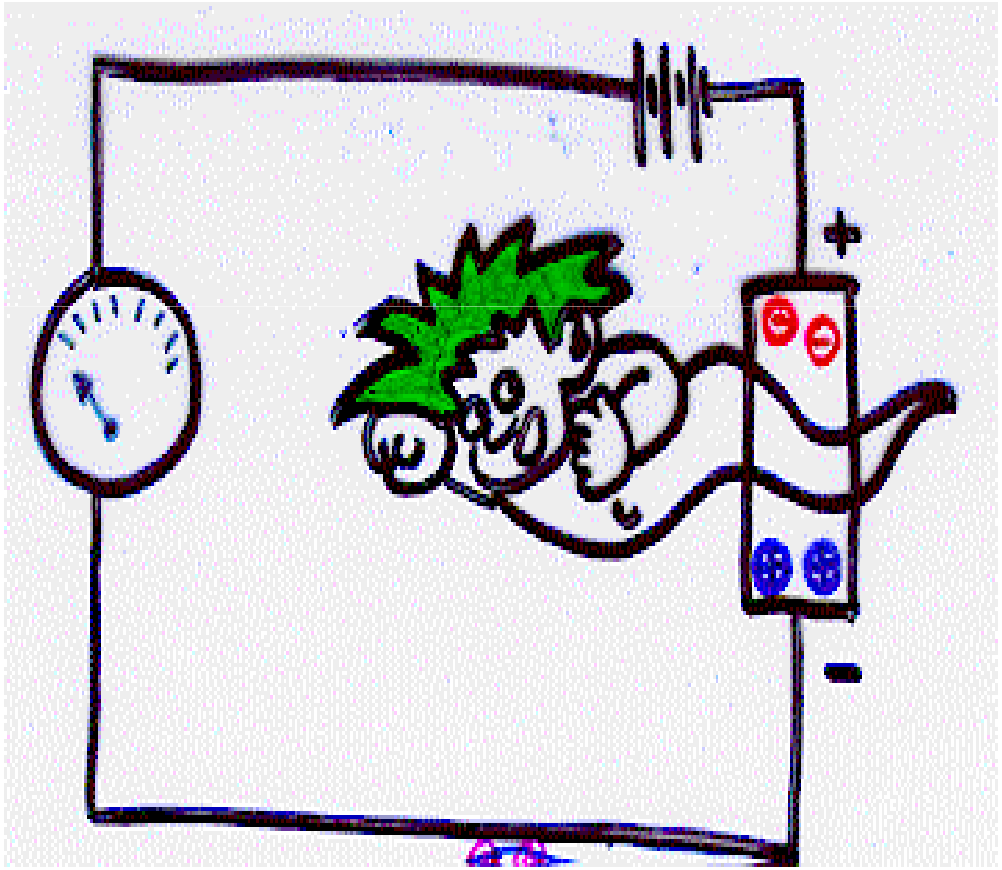
ATOMIC WEIGHT

The Atomic Weight of the Tissue Also Plays a Major Role in Determining Image Density



คุณสมบัติของรังสีเอกซ์

- 7. สามารถทำให้เกิดอากาศแตกตัว (Ionization)



ตรวจด้วย Ionization chamber หรือ Geiger tube เช่น Survey meter

คุณสมบัติของรังสีเอกซ์ และ รังสีแกมมา

8.ทำให้เกิดการเรืองแสงได้ในสารบางชนิด

เช่น Zinc sulphide ($ZnSO_4$) ,

Calcium tungstate ($CaTeO_4$) ,

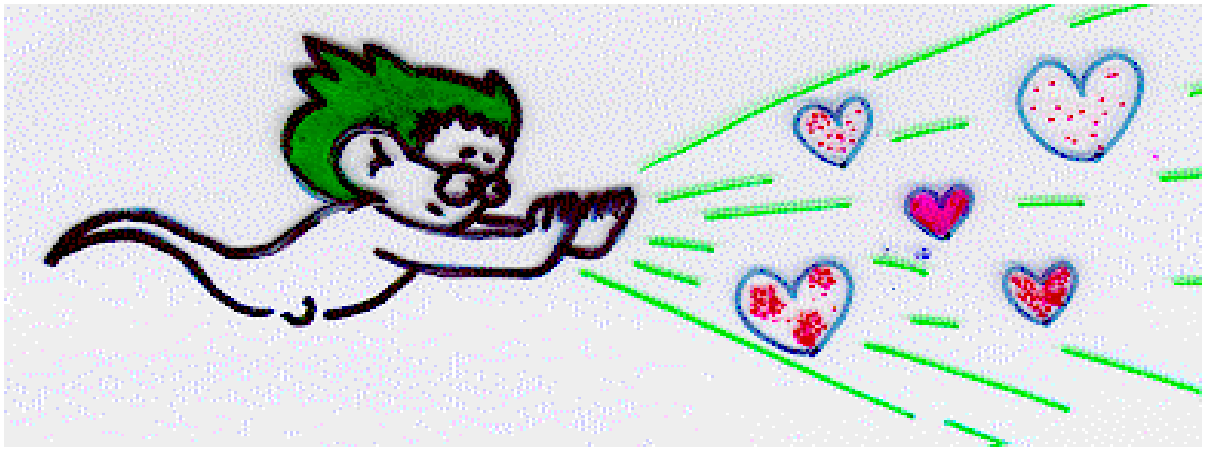
Barium pltinocyanide

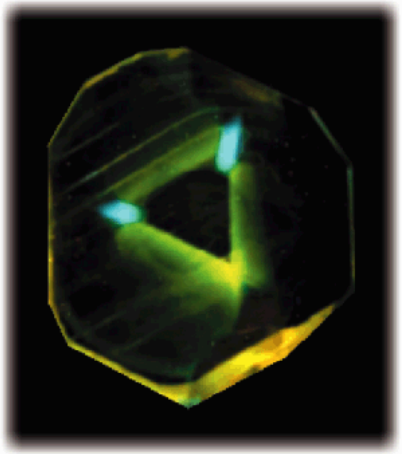
จะเปล่งแสงออกมาเมื่อถูกรังสีปรากฏการณ์นี้

เรียกว่า Luminescence

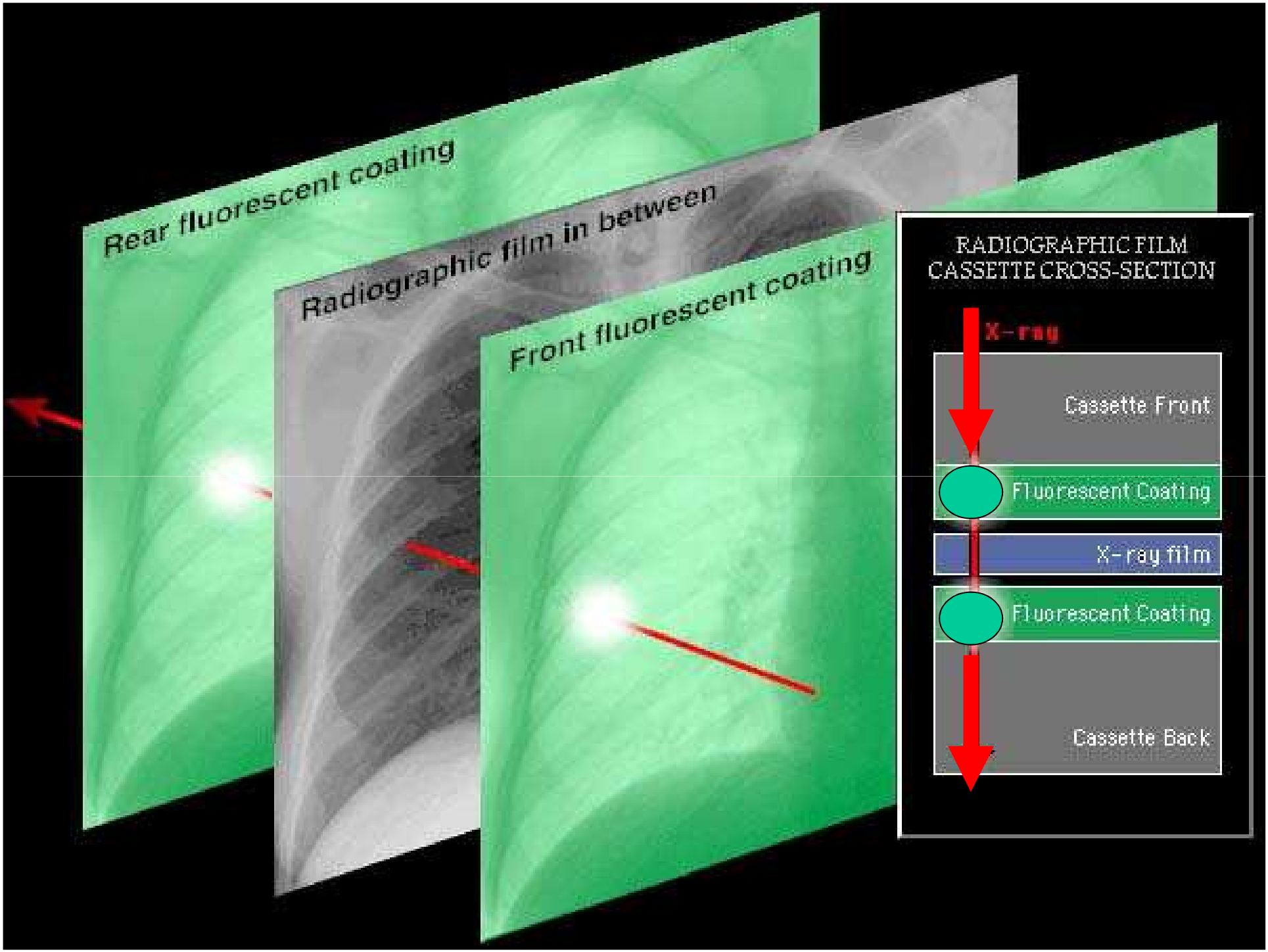
Fluorescence สารเรืองแสงเมื่อถูกรังสี หลังจากหยุดให้รังสี การเรืองแสงก็หยุดด้วย

Phosphorescence สารเรืองเมื่อถูกรังสี หลังจากหยุดให้รังสี การเรืองแสงมีต่อชั่วระยะหนึ่ง





ตรวจด้วยคุณสมบัติการเรืองแสงจาก Screen ใน Cassette


Rear fluorescent coating
Radiographic film in between
Front fluorescent coating
RADIOGRAPHIC FILM
CASSETTE CROSS-SECTION
X-ray
Cassette Front
Fluorescent Coating
X-ray film
Fluorescent Coating
Cassette Back

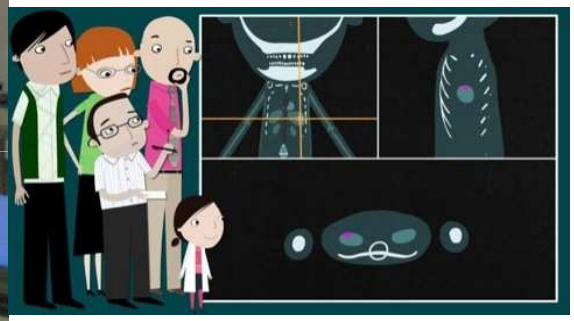
คุณสมบัติของรังสีเอกซ์

9. มีผลต่อฟิล์มเอกซเรย์ทำให้เกิดภาพรังสี (Radiography) คือ รังสีจะทำปฏิกิริยากับ Photographic emulsion ที่มี silver bromide เกิดเป็น latent image เมื่อผ่านกระบวนการล้างฟิล์มจะแสดงภาพให้เห็น ซึ่งได้นำมาใช้ในการวินิจฉัยโรคได้

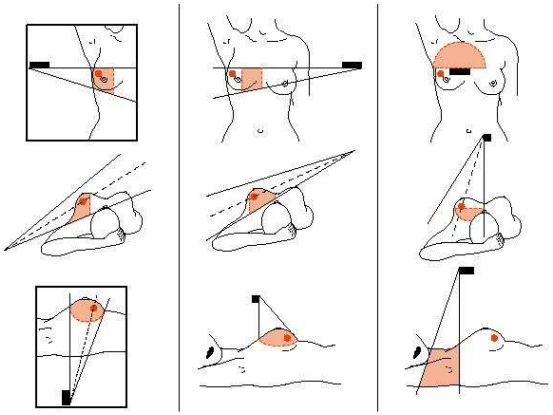
10. รังสีใช้ในการรักษาโรค

เครื่องฉายรังสีโคบอลท์ - 60 (Cobalt -60 unit)

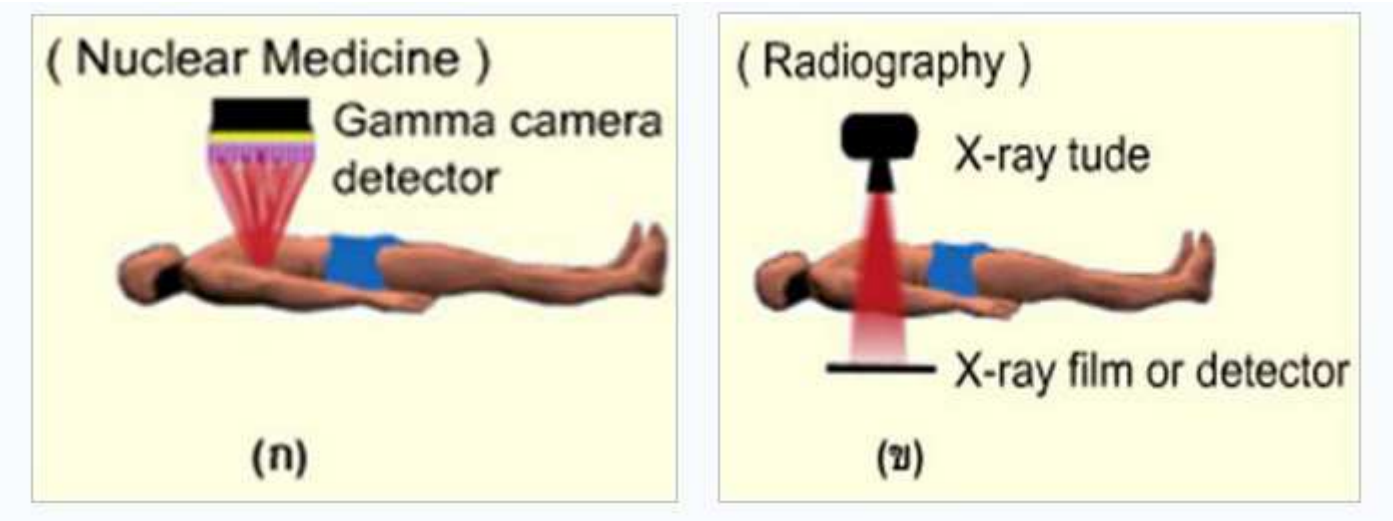
วัสดุกัมมันตรังสี Co-60 ไม่มีอยู่ในธรรมชาติ ผลิตขึ้นได้โดยนำนิวไคลด์ที่เสถียรซึ่งได้แก่ Co-59 ไปอาบนิวตรอนในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ซึ่งจะได้เป็น Co-60 ซึ่งเป็นวัสดุกัมมันตรังสีที่มีค่าครึ่งชีวิต 5.26 ปี และจะสลายตัวไปเป็น Ni-60 โดยการปลดปล่อย อนุภาคบีตาพลังงาน 0.138 MeV และรังสีแกมมาพลังงาน 1.17 และ 1.33 MeV ตามลำดับ สำหรับ Co-60 ที่ใช้ในทางการแพทย์จะผลิตเป็นเม็ดเล็กๆ จำนวนมาก บรรจุใน แคปซูลปิดผนึก แล้วนำไปบรรจุในหัวเครื่องฉายรังสี



4 Pelvis_6_2
060200-0002
111122-2221
Slice Max 102.8 %
Max 102.8%
Min 96.8%
Mean 99.3%
Z= 2.0 cm

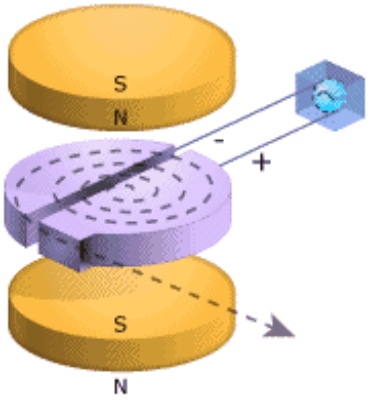


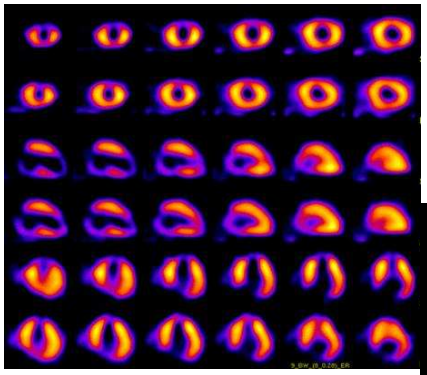
11. เวชศาสตร์นิวเคลียร์ คือ วิทยาการด้านการแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารกัมมันตรังสีมาใช้ในการตรวจวินิจฉัย เช่น การสร้างภาพอวัยวะร่วมกับการฉีดสารกัมมันตรังสี เช่น การตรวจกระดูก หัวใจ หรือรักษาโรคบางชนิด โรคต่อมธัยรอยด์เป็นพิษ

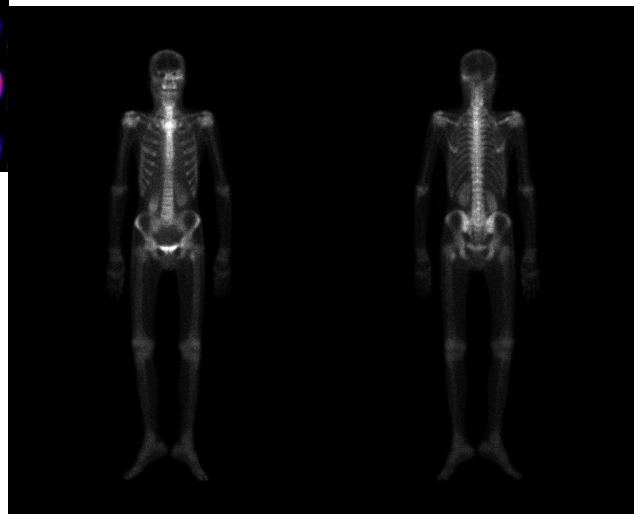


http://nmsurat.com/nmsurat_joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=59

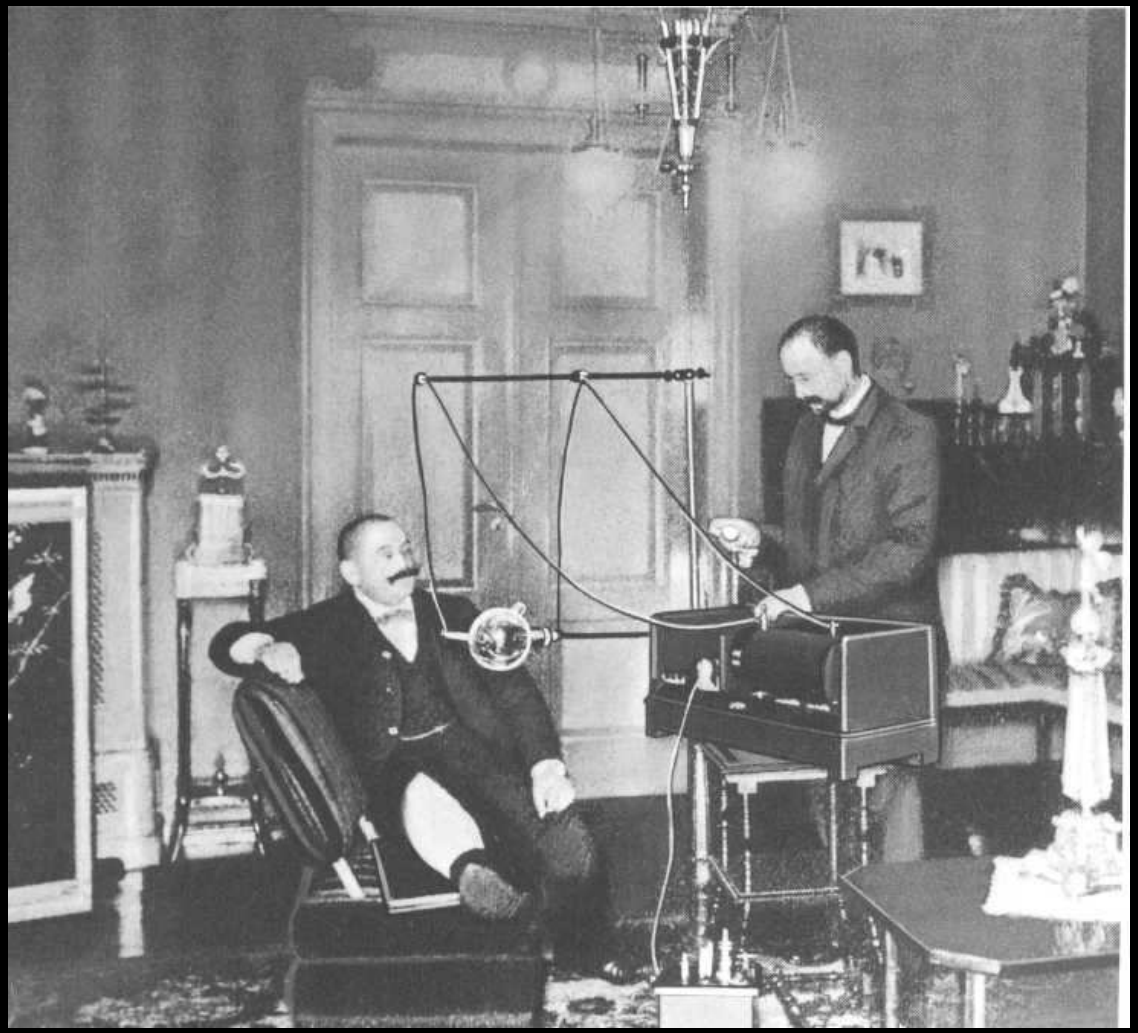
เครื่องตรวจความหนาแน่นกระดูก





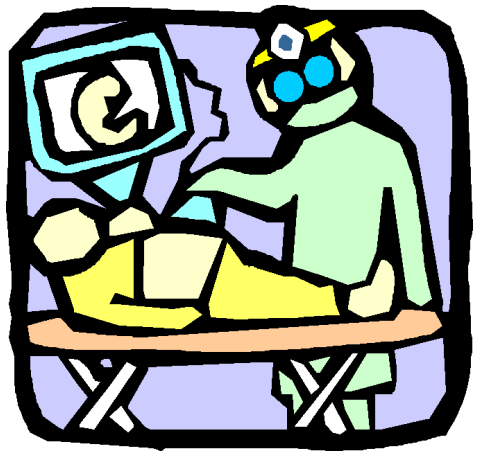


ผลของรังสีต่อสิ่งมีชีวิต



ผลของรังสีต่อมนุษย์

เมื่อรังสีผ่านเข้าไปในร่างกายของมนุษย์จะเป็นในระดับใดก็สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง อาจทำให้เห็นจากอาการต่างๆ เช่น อาการอ่อนเพลีย คลื่นไส้ อาเจียน เจ็บป่วย หรือตายได้ อาจจะแสดงอาการในระยะสั้น หรือระยะยาวก็ได้



รังสีจะทำปฏิกริยาต่อเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต

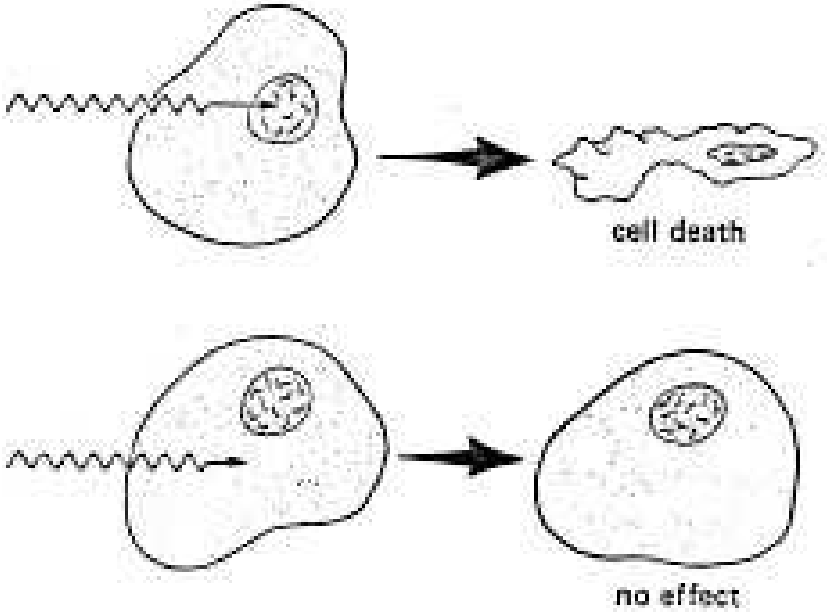
- ยับยั้งการเจริญเติบโต
- ทำลายเนื้อเยื่อ

ขนาดของรังสีกับอาการเจ็บป่วยที่ปรากฏ

ขนาดของรังสีเป็นเร็มที่ได้รับ	อาการเจ็บป่วย
0-25 (0.4 Sv , 400 mSv)	ไม่ปรากฏแน่ชัด
25-50	มีการเปลี่ยนแปลงเม็ดโลหิต
50-100 (0.5-1 Sv)	เม็ดโลหิตเปลี่ยน อาเจียน อ่อนแรง
100-200	มีอาการเจ็บป่วย มีความพิการ
200-400	เจ็บป่วย พิการ อาจตายได้
400	ตาย 50 %
เกิน 400	การตาย % สูงขึ้น

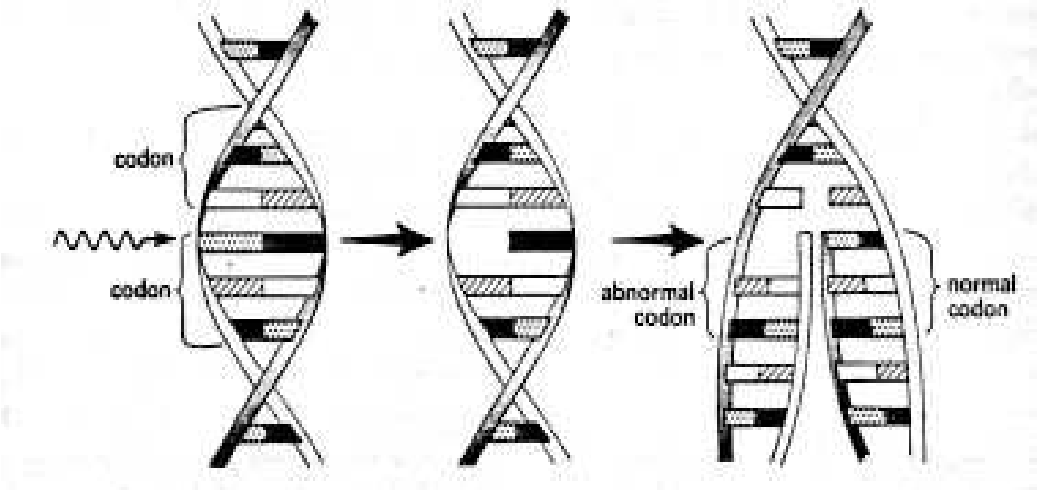
ระดับผลของรังสีที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

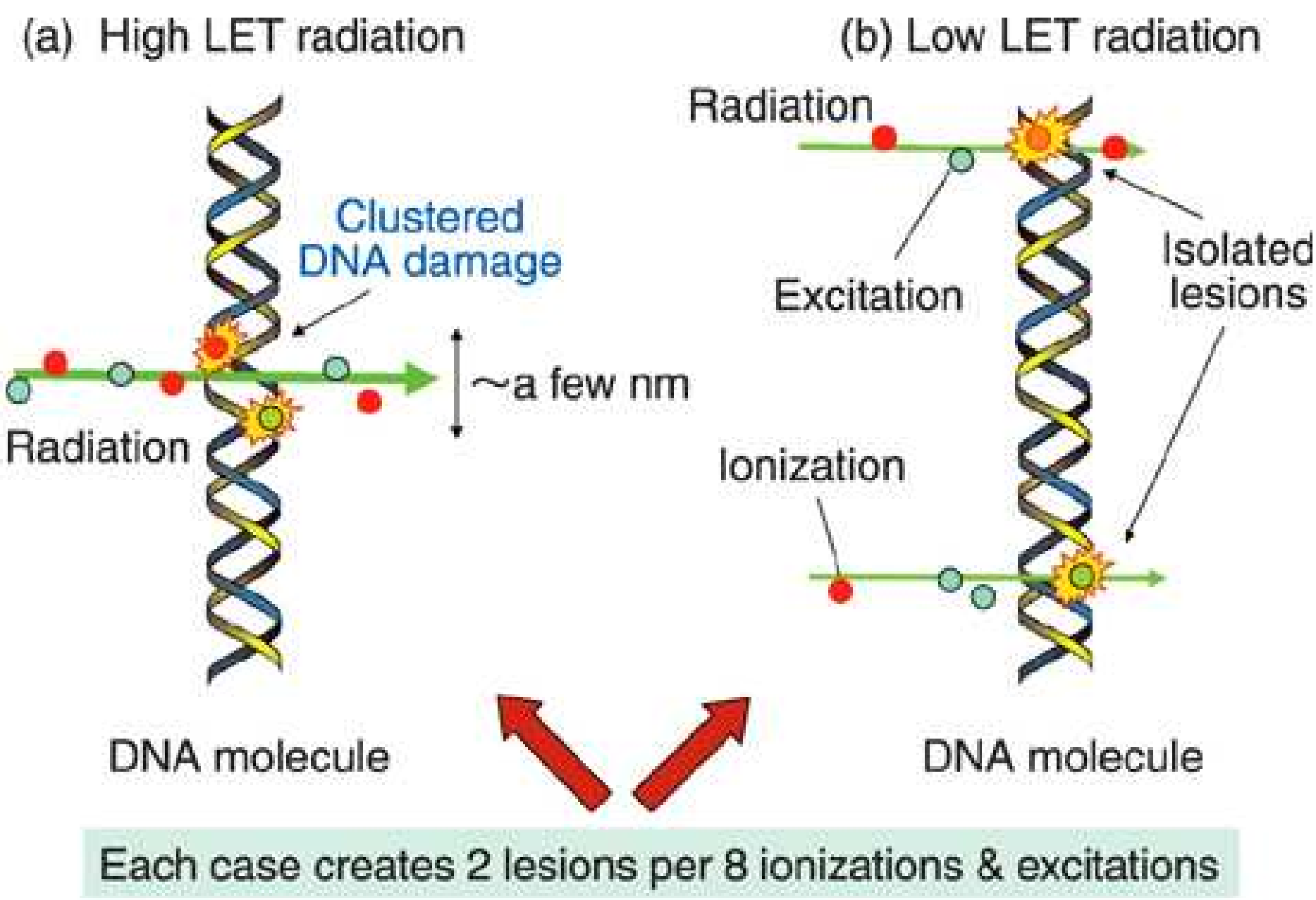
ผลของรังสีในระดับโมเลกุล (Molecular level) ซึ่งเป็นเป้าที่สำคัญของรังสีอยู่ที่อิเล็กตรอนที่อยู่รอบๆ นิวเคลียส (Orbital electron)



ระดับผลของรังสีที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

ผลของรังสีในระดับเซลล์ (Cellular level) เป้าของรังสีอยู่ที่ออร์กาเนลล์ของเซลล์ (Cell organelles) และที่สำคัญคือ DNA , RNA ส่งผลต่อการถ่ายทอดทางพันธุ์กรรม ที่เรียกว่า Mutation




(a) High LET radiation
(b) Low LET radiation
Clustered
DNA damage
~a few nm
Radiation
Radiation
Excitation
Isolated
lesions
Ionization
DNA molecule
DNA molecule
Each case creates 2 lesions per 8 ionizations & excitations

สิ่งที่ควรคำนึง ก่อนส่งตรวจด้วยรังสี

- อายุ
- เพศ
- พิจารณาถึงความจำเป็น
- จับ คลำ เคาะ ฟัง
- หากสงสัย ส่งถ่ายภาพด้วยรังสี