الفيزياء الشعاعية

RadiationPhysics

Department of Radiology Technologies

2022-2023

نبذة تعريفية عن تدريسيي المادة

الدكتوره ضمياء حسن محسن

- دكتوراه علوم فيزياء / كلية العلوم / جامعة الموصل
- تدريسية في قسم تقنيات الاشعة منذ عام 2006 الى الان
- العديد من البحوث في مجال التخصص الدقيق
- المشاركة في العديد من الندوات وورش العمل والمؤتمرات
- المواد التي تم تدريسها هي مادة الفيزياء الشعاعية ومادة السلوك المهني

الأستاذ محمد سالم محمد

- ماجستير علوم الفيزياء الطبية / كلية الطب / جامعة بيلاروسيا الطبية الدولية
- محاضر في المعهد الطبي / قسم تقنيات الاشعة
- استشارية الجملة العصبية / مستشفى ابن سينا
- المواد التي تم تدريسها هي مادة الفيزياء الشعاعية والوقاية من الاشعاع
- المشاركة في العديد من المؤتمرات داخل وخارج العراق
- بحث علمي ضمن مجال التخصص الدقيق في مجلة عالمية

المصادر المعتمدة

1-الفيزياء الشعاعية تأليف محمد جهاد ناصر

2-الفيزياء لطلبة الطب وعلم الاحياء تأليف دي ام برنز وترجمة يحيى عبد الحميد ويحيى الجمال

3-الفيزياء النووية تأليف منيب عادل خليل

4- Introduction to atomic and nuclear physics by Harvey E.White

المقدمة

علم الفيزياء :- هو القاعدة الاساسية لمختلف العلوم فهو يقدم التفاصيل العميقة لفهم كل شيء بدا" بالجسيمات الاولية الى النواة والذرة والجزيئات والمواد الصلبة والسائلة والغازات والبلازما وكذلك الانظمة المعقدة والكمبيوترات السريعة والكواكب والكون نفسه .اي ان الفيزيائيين يختصون بمعرفة اصغر عنصر لهذا الكون وهي الجسيمات الاولية الى الكون الفسيح مرورا" بالتفاصيل التي ذكرناها .

الوحدات الاساسية في الفيزياء :

يوجد نوعين من الكميات الفيزيائية :

1- كميات قياسية (عددية) Scalar:

درجة الحرارة Temperature

الزمن Time

الكتلة Mass

2- كميات متجه Vector:

مثل السرعة Velocity

التعجيل acceleration

القوة Force

الازاحة Displacement

تصنيف الطاقة :

كما هو معروف ان الطاقة هي المقدرة على أنجاز شغل .وتصنف كما يلي :

1- الطاقة الحركية	Kinetic energy
2- الطاقة الكامنة	Potential energy
3- الطاقة الحرارية	Thermal energy
4- الطاقة الكهربائية	Electrical energy
5- الطاقة الكيميائية	Chemical energy
6- الطاقة النووية	Nuclear energy
7- الطاقة الشعاعية	Radiation energy
8- الطاقة الشمسية	Solar energy

الذرات :- هي الوحدات البنائية للمادة .ومنها نتعرف على الصفات الفيزيائية والكيميائية للمادة .

الجزيئات :- الجزيئة هي مجموعة من الذرات المرتبطة مع بعضها بأواصر معينة .

الالكترونات :- تكون سالبة الشحنة e^- وتحتل الالكترونات الحيز الكائن خارج النواة وتدور حول النواة بسرعة عالية جدا" داخل القشرات (أغلفة) تحتوي على مدارات ويختلف عدد القشرات من عنصر الى اخر حسب العدد الذري للعناصر (عدد الالكترونات او عدد البروتونات) .

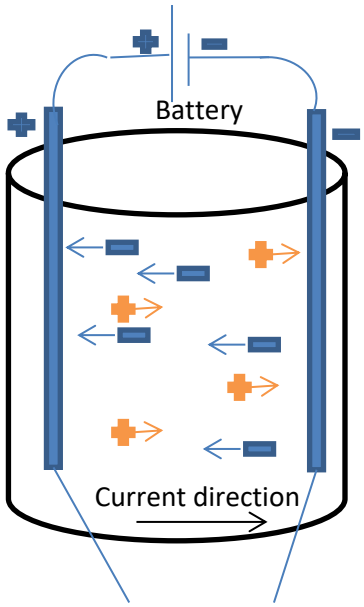
المركبات :- هي مواد ذات تركيب محدد يمكن تحليلها الى مادتين او اكثر من خلال العمليات الكيميائية والتي تختلف في خواصها عن خواص المركب الاصلي مثل NaCl او الماء

النظائر:- عبارة عن ذرات عنصر كيمياوي واحد لها نفس العدد الذري ولكن تختلف في العدد الكتلي اي انها تختلف في عدد النيوترونات داخل النواة ويختلف عدد النظائر من عنصر الى اخر مثلا" الهيدروجين له ثلاث نظائر هي :

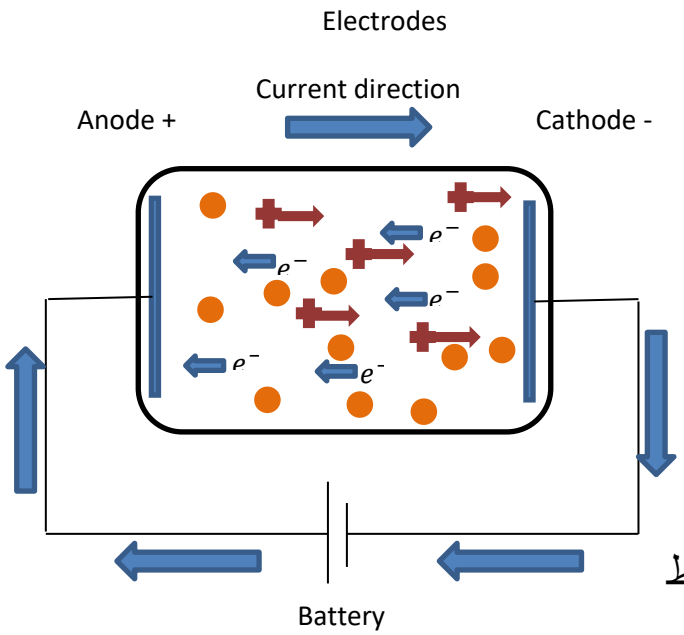
1- هيدروجين $^{1}_{1}H$ (Z=1,A=1) لا يحتوي نيوترون
2- ديتريوم $^{2}_{1}H$ (Z=1,A=2) يحتوي نيوترون واحد
3- ترتيوم $^{3}_{1}H$ (Z=1,A=3) يحتوي على نيوترونين

التأين:- هو عبارة عن ازاحة الكترون مداري من ذرة ما ويطلق على الذرة والالكترون بالزوج الايوني حيث الايون الموجب هو الذرة والايون السالب هو الالكترون .

التحليل الكهربائي :- التيارات الكهربائي يمكن ان توجد في السوائل والغازات بالإضافة الى الموصلات الصلبة .حيث في المحلول الايوني كلاهما الشحنات السالبة والموجبة تساهم في توليد التيار بواسطة حركتها في أتجاهين متعاكسين ,فإذا وضع قطبين كهربائيين في المحلول الايوني وربطا الى بطارية كما في الشكل فأن المجال الكهربائي يتجه من القطب الموجب الى القطب السالب وعليه تكون حركة الايونات الموجبة باتجاه المجال الكهربائي والايونات السالبة باتجاه معاكس للمجال الكهربائي وكلاهما يساهم في التيار بنفس اتجاه المجال



الشكل (1) يوضح التيار في محلول كلوريد البوتاسيوم المكون من ايونات البوتاسيوم الموجبة K^{+} وايونات الكلور السالبة Cl^{-} متحركة في اتجاهين مختلفين .



وان التيارات موجودة في الغازات ايضا" وكما موضح في **الشكل(2)** حيث جهد عالي يسلط على قطبين معدنيين يوجدان داخل غلاف من الزجاج يحتوي غاز مثل النيون.

هناك دائما" بعض الايونات الموجبة موجودة في الغاز نتيجة القصف بواسطة الاشعة الكونية والنشاط الاشعاعي الطبيعي .الايونات الموجبة تكون معجلة بواسطة

المجال الكهربائي نحو الكاثود اذا كانت تملك الطاقة الكافية, حيث هذه الايونات تحرر الكترونات عندما تصطدم بالكاثود ومن ثم تتعجل الالكترونات نحو الانود وتعمل على تأين جزيئات الغاز التي في طريقها والموجودة داخل الغلاف الزجاجي .

ان التصادمات بين الالكترونات والايونات تعمل على انتاج الاشعة الفوق البنفسجية ولكن جدران الغلاف الزجاجي من الداخل مطلية بمادة تمتص الاشعة فوق البنفسجية وتبعث الضوء المرئي .

نبذة تاريخية عن الاشعة السينية

كان رونتغن يعمل في مختبره على أنابيب الكاثود، يحاول مراقبة الأضواء الصادرة من تجربته على هذه الأنابيب، ولاحظ أن زجاجا" على مسافة بعيدة كان لا يجب أن يصله الضوء بدأ يشع رغم أن هناك لوحا" خشبيا" وورقة من الكربون بين مصدر الإشعاع والزجاج. أصابت رونتغن الدهشة ولم يخرج لمدة أسابيع من مختبره الذي يقع فوق غرفة نومه وبقي يبحث في سبب هذه الظاهرة وأطلق رونتغن على الأشعة الكهرومغناطيسية التي أي الأشعة السينية باللغة العربية- فيما أُطلق عليها في - X اكتشفها بالانكليزية بعد ذلك أشعة ألمانيا تيمنا بمكتشفها أشعة رونتكن أخذ رونتغن أول صورة لجسد إنسان يوم 22 ديسمبر/كانون الأول 1895 ليد زوجته وفي عام 1901 حصل على جائزة نوبل في الفيزياء

وفي الحرب العالمية الأولى بدأ الأطباء باستخدام الأشعة على نطاق واسع، ليس فقط لاكتشاف الكسور، بل حتى لفحص الالتهابات البكتيرية. واليوم تستعمل الأشعة أيضا خلال العمليات. وحتى في مجالات الفحص الأمني تستعمل الاشعة السينية لفحص الحقائب، وفي المجال الصناعي تستعمل الأشعة لفحص المواد كذلك.

حتى منتصف خمسينيات القرن الماضي كان الأطباء يستعملون الأشعة من دون تحفظ على آثارها الجانبية، ولكن اكتشف الأطباء والفيزيائيون أن كثرة التعرض للأشعة يمكن أن تسبب الإصابة بـالسرطان.

وتوفي رونتغن عام 1923 عن 77 عاما بعد إصابته بـسرطان القولون .

خواص الاشعة السينية

1-هي أشعة كهرومغناطيسية ذات طول موجي قصير بين 10 و0,01 نانومتر، أي أن طاقة أشعتها بين 120 و120ألف إلكترون فولت

2-لها قدرة كبيرة على الاختراق

3-تستخدم بشكل واسع في التصوير الشعاعي وفي العديد من المجالات التقنية والعلمي

4-قدرة كبيرة على تاين الغازات

5- لا يمكن تجميعها بواسطة العدسات وتحيد بواسطة البلورات

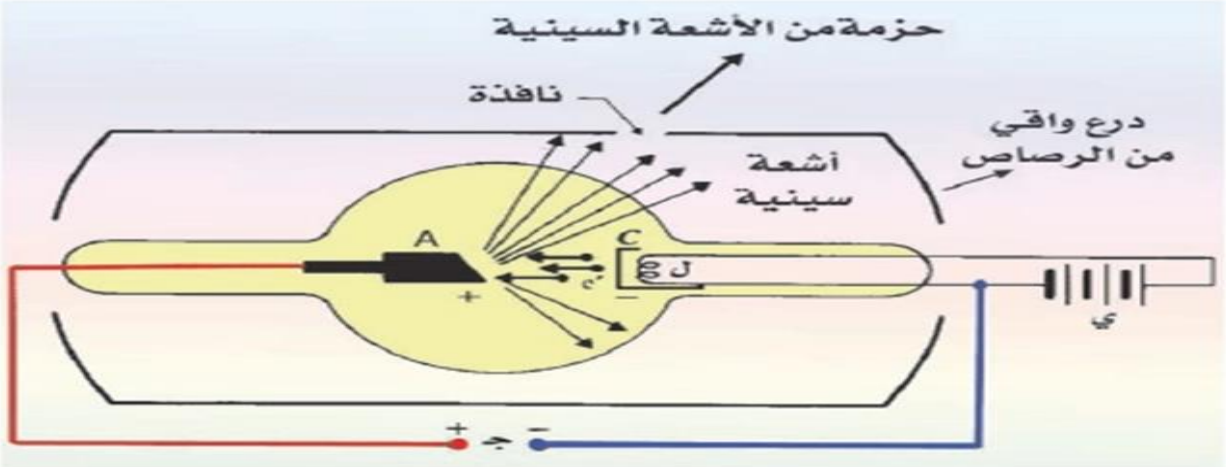
6-تؤثر على الافلام الفوتوغرافية

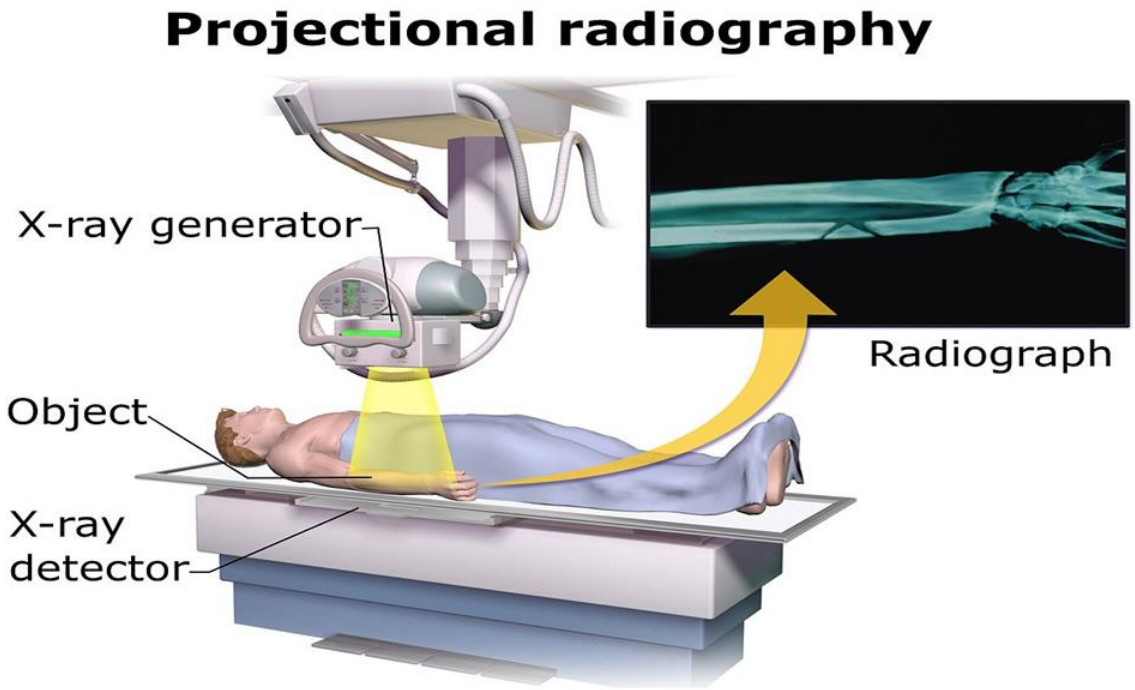
7- متعادلة كهربائيا ولا تنحرف عند مرورها في المجالات الكهربائية والمغناطيسية

8- الحزمة الشعاعية للاشعة السينية تعتبر غير متجانسة

9-تعمل على احداث تغيرات كميائية وبايولوجية وهذا يساعد على استخدامها في المعالجة

10-اشعة غير مرئية تقع بين الاشعة الفوق البنفسجية واشعة كاما وسرعتها في الفراغ تساوي سرعة الضوء ($3*10^8$)





توليد الاشعة السينية (انتاج الاشعة السينية)

ان فكرة الحصول على الاشعة السينية تعتمد على الظاهرة الكهروضوئية العكسية (اي سقوط شعاع الكتروني على سطح معدني وانبعاث موجات كهرومغناطيسية متمثلة بالاشعة السينية)

اي عكس الظاهرة الكهروضوئية التي هي تحدث عند سقوط ضوء ذو طاقة كافية على سطح معدني وانبعاث الكترونات من ذلك السطح.

انتاج الاشعة السينية Production of x-ray

تنتج الاشعة السينية عندما تصطدم الكترونات سريعة جدا بهدف معدني ولذلك فأن انبوبة الاشعة تحتوي على :

1- مصدر للإلكترونات
2- فولتية معجلة عالية
3- هدف معدني

وبما ان الالكترونات تملك طاقة حركية عالية فأن معظم هذه الطاقة تتحول الى حرارة وجزء قليل منها يعطي اشعة سينية .

كما وتحتوي انبوبة الاشعة على قطبين هما الانود (الهدف المعدني) والكاثود مع فولتية سالبة عالية بين 30,000 الى 50,000 فولت .

أنابيب الاشعة السينية تنقسم الى نوعين اساسيين حسب الطريقة التى تجهز فيها الإلكترونات :

1- **انابيب الغاز Gas Tubes:** وفيها الالكترونات تنتج بواسطة تأين كمية قليلة من الغاز (انبوبة مفرغة جزئيا") حيث في انبوبة الغاز القديمة وبالرغم من صعوبة عملها الا ان لها محاسن في انتاج الاشعة الاصفى ,حيث ان الهدف لا يصبح ملوث بواسطة معدن غريب كما في حالة انابيب الفتيلة .

2- **انابيب الفتيلة Filament Tubes**: وفيها مصدر الالكترونات فتيلة مسخنة .وفي هذه الانابيب يمكن لبعض التنكستن (المصنع من الفتيلة) منحين الى اخر ان يتبخر ويترسب على الهدف وبالتالي التنكستن المترسب يبعث اشعة مميزة L بالاضافة الى الاشعة المميزة لمعدن الهدف نفسه .

مبدا عمل انابيب الفتيلة : لقد اخترعها العالم كولج Coolidge في عام 1913 وهي تتكون من

1- غلاف زجاجي مفرغ من الهواء

2- في احدى نهايتي الغلاف يوجد الانود وهو من النحاس ومبرد بواسطة مرور الماء من خلال حاجز.ويحتوي على الهدف المعدني المطلوب كملحق صغير .ان الهدف يكون مؤرض بواسطة اتصاله الخاص بماء بارد .

3- في النهاية الاخرى يوجد الكاثود وهو فتيلة التنكستين وهذا واضح في الشكل نفسه حيث محول فولتية عالية مرتبط الى الفتيلة والطرف الاخر مؤرض , الفتيلة تسخن بواسطة تيار الفتيلة (filament current)لحوالي (3 amp)ويبعث الالكترونات التي تسحب بسرعة الى الهدف بواسطة الجهد العالي عبر الانبوبة .

4- لتبئير الالكترنات المنبعثة من الفتيلة تحاط الاخيرة بمعدن مسلط عليه فولتية سالبة عالية حيث يصد الالكترونات لتنحني نحو منطقة ضيقة على الهدف وتسمى بالبقعة الموبئرة (focal spot) وعليه تخرج الاشعة السينية من البقعة الموبئرة في كل الاتجاهات وتخرج من الغلاف من خلال نافذة مصنعة من البريليوم (beryllium) .

5- **سؤال: ماذا نقصد بأنابيب الانود الدوارة ؟**

الجواب : لكون انبوبة الاشعة السينية تنتج اشعة ذات كفائة اقل من 1% حيث الكثير يتحول الى حرارة وعليه الشدات لحزم الاشعة السينية تكون واطئة وعليه واحد من الحلول لهذه المشكلة هو استخدام الانود الدوار لان الدوران المستمر للانود سوف يجلب معدن هدف جديد في مساحة البقعة الموبئرة لذا القدرة الاعظم دائما" تدخل بدون تسخين الانود بشكل مفرط

اما كيفية توليد الاشعة السينية في المختبر فتحدث بواسطة انبوبة الاشعة السينية وهي مكونة من :-

1- انبوبة زجاجية تحتوي على انتفاخ في المنتصف، ومفرغة من الهواء وذلك لمنع تأكسد الكاثود وحتى لا تعيق جزيئات الهواء حركة الالكترونات المنبعثة من الكاثود باتجاه الانود

2- تحتوي الانبوبة على الكاثود (مهبط) ويتصل بالفتيلة وعندما تسخن الفتيلة يسخن الكاثود وتنبعث الالكترونات لذلك وظيفة الكاثود هو بعث الالكترونات

3- الانود (مصعد) ويصنع من فلز ثقيل وذو صلابة عالية

4- مصدر جهد مستمر عالي جدا" يتراوح بين (10^3— 10^6) فولت

5-تحاط انبوبة الاشعة السينية بدرع من الرصاص لحماية الباحثين والعاملين من خطر الاشعة السينية .

بعض الاسئلة المهمة :-

1- لماذا تستخدم مادة الرصاص كدرع واقي من الاشعة السينية ؟

لان كثافة مادة الرصاص عالية وعندما تكون الكثافة عالية تمتص الاشعة السينية ولاتستطيع النفاذ من الرصاص إلا من خلال فتحة صغيرة في حاجز الرصاص .

2- لماذا يكون الهدف مائل بزاوية 45 بالجهة المقابلة للكاثود ؟

وذلك حتى تكون الاشعة السينية المنبعثة من الانود مركزة في اتجاه معين وهو الاتجاه العمودي على الزاوية 45 اي بأتجاه النافذة المحددة في الانبوبة ولا تعود الى الكاثود مرة اخرى .

3-لماذا يصنع الانود من فلز ثقيل وذو صلابة عالية ؟

وذلك لان كثافة المواد ذات الصلبة عالية وثقيلة تتحمل درجات الحرارة العالية ولا تتلف بسهلة .

طريقة عمل انبوبة الاشعة السينية (آلية توليد الاشعة السينية)

نقوم بأغلاق الدائرة الخاصة بفتيلة التسخين والتي لها مصدر تيار مستمر خاص بها والفتيلة تسخن ويسخن الكاثود ويبعث الالكترونات ولكن بطاقة حركية قليلة ولكن بتسليط جهد عالي جدا بين الانود والكاثود، (هذا الفرق بالجهد يكون مستمر بحيث يوصل الطرف السالب لفرق الجهد العالي جدا بالكاثود والطرف الموجب لفرق الجهد العالي جدا بالانود)فأن الالكترونات المنبعثة من الكاثود سوف تتحرك بسرعة عالية جدا نحو الانود وتصطدم بالانود وكلما اصطدمت الالكترونات السريعة جدا بالانود تنبعث من سطح الانود اشعة وهذه الاشعة ذات طول موجي قصير جدا وتردد عالي جدا وهذه هي الاشعة السينية وكلما سلطنا فرق جهد عالي جدا بين الانود والكاثود فأن الالكترونات تتحرك بطاقة حركية عالية جدا تعطى بالعلاقة التالية :

$$E = 1\backslash 2\ mv^2$$

الذرية الاطياف
Atomic Spectra

الأطياف الذرية لكل ذرة طيف انبعاث مميز يستخدم للتعرف عليها وطيف ذرة الهيدروجين من ابسط الأطياف .

ان ذرة الهيدروجين تكون في حالة استقرار أذا وجد الإلكترون في المدار الاول وانه يمكن زيادة طاقة الإلكترون بكميات تكفي لنقله لمدارات أعلى في هذه الحالة يقال أن ذرة الهيدروجين مثارة ، وتعود الذرة إلى حالة الاستقرار بانتقال الإلكترون من المدار ذي الطاقة الأعلى إلى المدار ذي الطاقة الأقل ، ويفقد الإلكترون طاقة تساوي الفرق بين طاقتي المدارين وتظهر هذه الطاقة المفقودة على هيئة إشعاعات ضوئية (فوتونات) يعتمد ترددها على درجة إثارة الذرة ركز العلماء على دراسة طيف ذرة الهيدروجين وتوالت الاكتشافات في هذا المجال حيث رصد العالم

(Balmer)

في عام 1885 الطيف المرئي لذرة الهيدروجين وهي الانتقالات التي يحدثها الالكترون الى مستوى

N(2)

هناك مجموعة اخرى من طيف ذرة الهيدروجين اكتشفها العالم

(Lyman)

وهي في مدى الاشعة فوق البنفسجية واكتشفها العالمان

paschen) مجموعتين اخرتين في مدى الاشعة تحت الحمراء من الطيف الكهرومفناطيسي &Bracket)

ووضعت العديد من المعادلات التي تحسب هذه المجموعات من الأطوال الموجية وفي العام 1890 توصل العالم Rydberg إلى معادلة واحدة لحساب كل الأطوال الموجية لكل الانتقالات المتوقعة من الذرة.

$$k = \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right)$$

where R_H is called Rydberg constant for hydrogen atom = $10967757 m^{-1}$

ولمجموعة Balmer تكون المعادلة على الشكل التالي:

$$k = \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_i^2}\right)$$

$n_i = 3,4,5,.....$

الجدول التالي يلخص المجموعات الطيفية لذرة الهيدروجين ومعادلة Rydberg لكل مجموعة.

The Hydrogen Series

Names	Wavelength Ranges	Formulas	
Lyman	Ultraviolet	$\kappa = R_H\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	$n = 2, 3, 4, \ldots$
Balmer	Near ultraviolet and visible	$\kappa = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	$n = 3, 4, 5, \ldots$
Paschen	Infrared	$\kappa = R_H\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	$n = 4, 5, 6, \ldots$
Brackett	Infrared	$\kappa = R_H\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	$n = 5, 6, 7, \ldots$
Pfund	Infrared	$\kappa = R_H\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	$n = 6, 7, 8, \ldots$

أن سلاسل طيف ذرة الهيدروجين تتحدد بالعدد الكمي النهائي (nf) وبما أن العدد الكمي الابتدائي (n i) يجب أن يكون اكبر من العدد الكمي النهائي وذلك لكي تتولد طاقة فائضة نتيجة الانتقال بين مستوى طاقة وأخر تبعث على شكل فوتون .

1- أن قفزات الإلكترون من مستويات الطاقة العالية إلى مستوى الطاقة الأول (n = 1) تنتج سلسلة لايمان الواقعة في المنطقة فوق البنفسجية (UV)من الطيف الكهرومغناطيسي .

2- أن قفزات الإلكترون من المستويات المتهيجة العليا إلى المستوى الثاني (n = 2) تنتج سلسلة بالمر الواقعة في المنطقة المرئية (Visible Range) وتمتد حتى المنطقة فوق البنفسجية من الطيف الكهرومغناطيسي.

3- أن قفزات الإلكترون من المستويات العليا إلى المدار الثالث (n = 3) تنتج سلسلة باشن الواقعة في المنطقة تحت الحمراء (Infrared) من الطيف الكهرومغناطيسي.

4- كما أن هناك سلسلتين اخرتين في طيف ذرة الهيدروجين هما سلسلة براكت وبفوند وكما هو موضح بالشكل الأتي :-

مثال 1 /

جد الطول ألموجي والتردد للفوتون المنبعث لإلكترون ذرة الهيدروجين من الحالة $n = 2$ إلى الحالة $n = 1$ ؟

الحل /

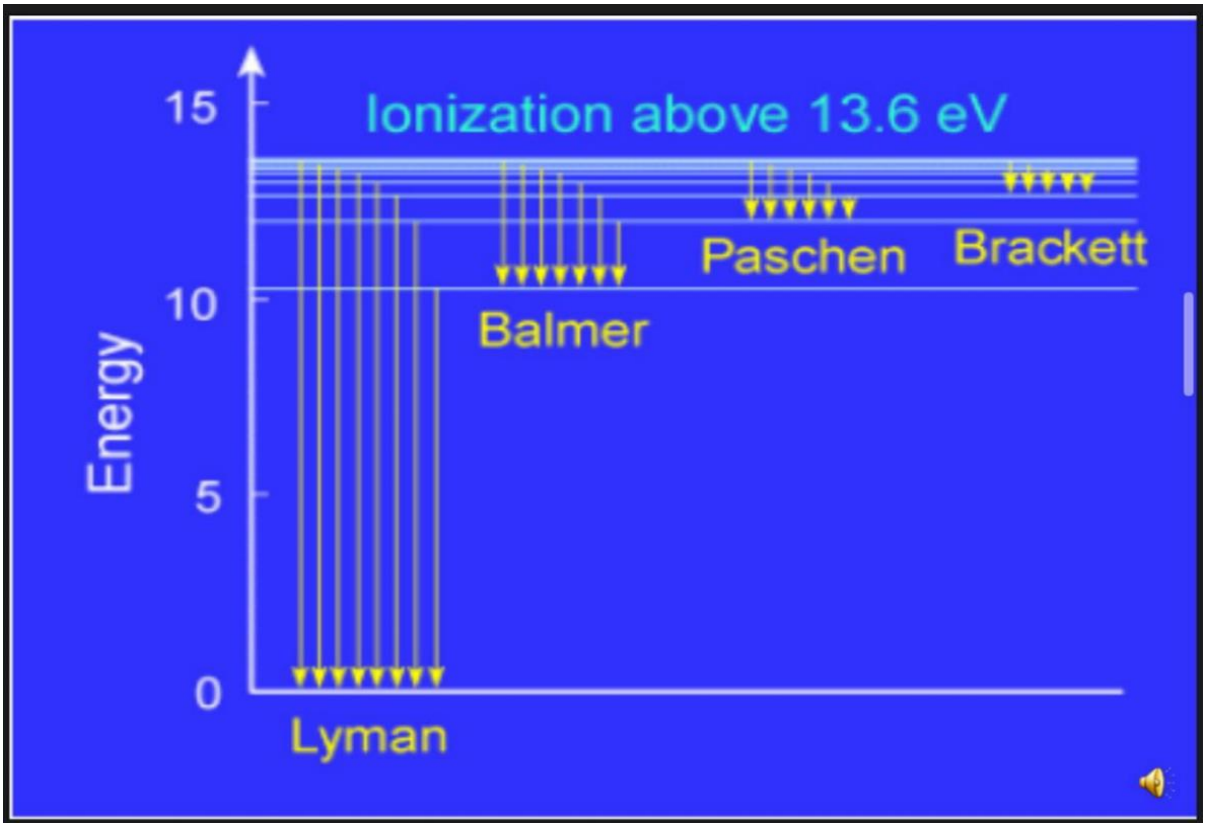
$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{nf^2} - \frac{1}{ni^2}\right)$$

$$= 1.097 * 10^{7}\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right)$$

$$\lambda = 121.5nm$$

ولان $c = f\lambda$ فان تردد الفوتون :-

$$f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow f = \frac{3*10^{8}}{121.5*10^{-9}} \Rightarrow f = 2.47*10^{15} HZ$$



طيف الاشعة السينية

لإنتاج الاشعة السينية داخل انبوبة الاشعة الحاوية على مصدر للإلكترونات وقطبين بينهما فرق جهد V فأن الالكترونات سوف تعجل كهربائيا لسرعة معينة υ لتصطدم بالهدف وتنتج الاشعة السينية عند نقطة الاصطدام وتشع في جميع اتجاهات الاشعة السينية.

فاذا كانت (e) هي شحنة الالكترون($1.6x\ 10^{-19}$ coulomb) و(V) الفولتية عبر القطبين فأن

الطاقة الحركية للإلكترونات المصطدمة هي :

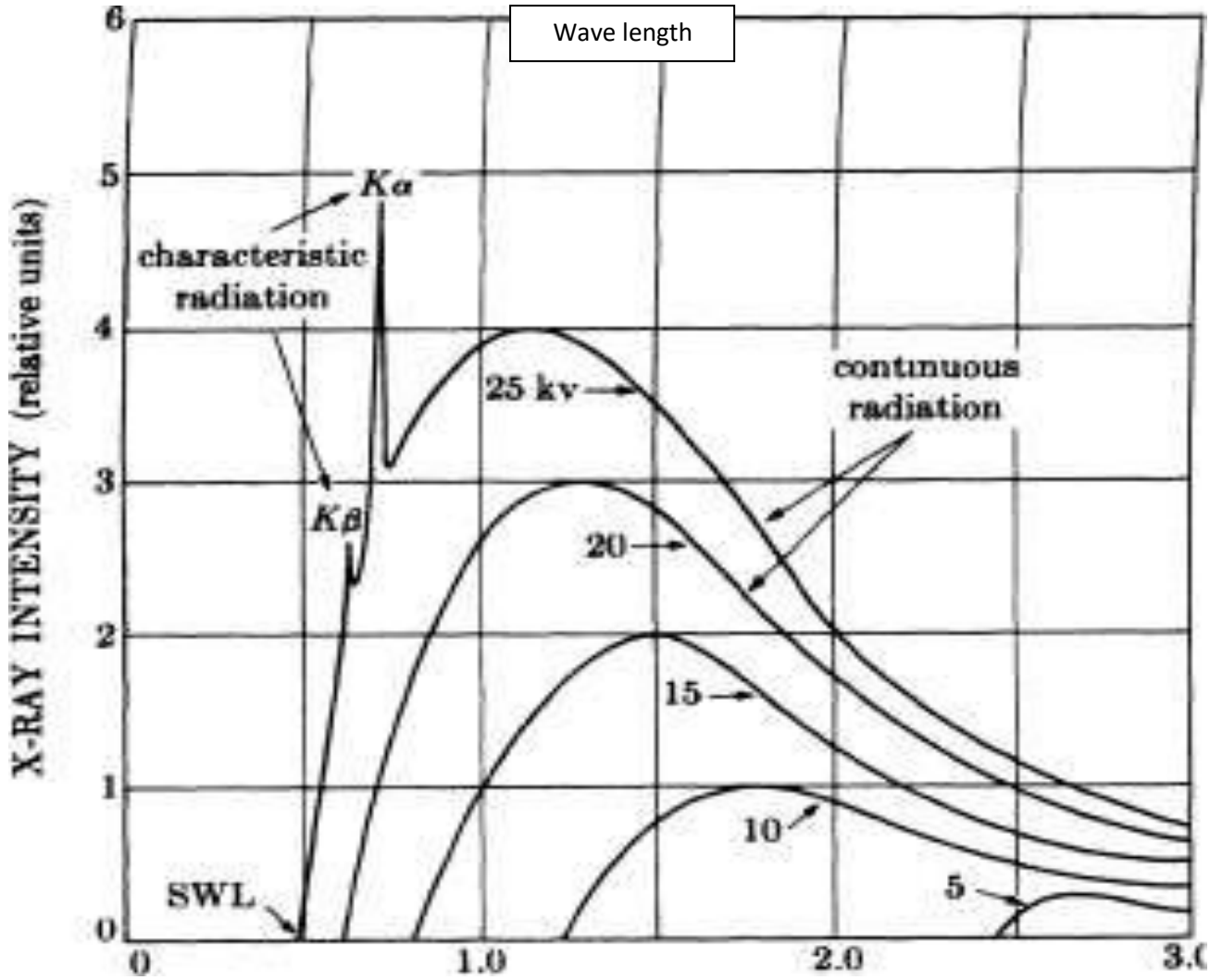
$$KE = e.V$$

$$1/2mv^2$$

حيث m كتلة الالكترون $9.11\ x\ 10^{-31}$ kg, v سرعة الالكترون بوحدة m/sec قبل التصادم.

بتحليل الاشعة السينية الاتية من الهدف سوف نجدها مؤلفة من مزيج من الاطوال الموجية المختلفة وان التغير في شدة الاشعة مع الطول الموجي يعتمد على الفولتية المسلطة.

ان الشكل (14) يوضح نوعين من الطيف للاشعة السينية هما الطيف المستمر والطيف المميز للموليبيديوم (كمادة هدف) كدالة للفولتية المسلطة



A: طيف الاشعة السينية المستمر :

نلاحظ من الشكل ان الشدة هي صفر عند طول موجي معين والذي يسمى (short wavelength limit) ويرمز له (λswL) وتزداد الشدة بسرعة الى اقصى قيمة ومن ثمة تقل مع عدم وجود ذروات حادة على هذا الطيف عندما تكون الفولتية المسلطة قليلة 20kv واقل للمولبيديوم كما في الشكل. حيث ان هذا الطيف الخالي من الذروات المميزة يسمى بالطيف المستمر او الابيض (سمي كذلك لكونه يشبه الضوء الابيض يملك عدة اطوال موجية), كما يسمى بأشعة الايقاف نتيجة التغير السريع في تعجيل الالكترونات عندما تصطدم بالهدف وينتج عن ذلك التغيير انبعاث طاقة بشكل فوتونات ذات طاقة عالية اي اشعة سينية ذات طول موجي قصير وعليه الالكترونات سوف تحول كل طاقتها (e.V) الى طاقة فوتون ويعبر عن ذلك.

$$KE=e.V=1/2mv^2$$

$$e.V = h.v_{max}$$

$$\lambda swL = \lambda min = \frac{c}{\upsilon_{max}} = \frac{hc}{eV}$$

$$\lambda swL = \frac{(6.626 \text{ X } 10^{-34})(3 \text{ X } 10^{8})}{(1.602 \text{ X } 10^{-19})V} \text{ meter}$$

$$\lambda swL = \frac{12.4 \text{ x } 10^{3}}{V} \text{ in angstrom}$$

كدالة للمعادلة تعطينا الحد الاقصر من الطول الموجي وبوحدة الانكستروم وحسب الفولتية المسلطة.

لتفسير الظاهرة في الشكل (14) ان المنحنيات تصبح اعلى ومزاحة الى اليسار عند زيادة الفولتية المسلطة عدد الفوتونات الناتجة لكل ثانية ومتوسط الطاقة لكل فوتون كلاهما يزداد.

الطاقة الكلية للاشعة السينية المنبعثة لكل ثانية (التي تتناسب مع المساحة تحت احدا لمنحنيات) تعتمد على العدد الذري Z لمادة الهدف وعلى تيار الانبوبة (i), حيث ان تيار الانبوبة يمثل مقياس لعدد الالكترونات التي تقصف الهدف لكل ثانية.

هذه الشدة الكلية للاشعة السينية تعطى بالعلاقة :

$$I_{cont.spectrm} = AiZV^{m}$$

حيث A ثابت التناسب

m ثابت مع قيمة تقريبية 2

نلاحظ ان مادة الهدف تؤثر على شدة الاشعة السينية ولكن ليس على توزيع الاطوال الموجية للطيف المستمر للاشعة

B: طيف الاشعة السينية المميز :

عند زيادة الفولتية المسلطة على انبوبة الاشعة السينية اعلى من قيمة حرجة معينة (وهي ميزة لمعدن الهدف)فأن شدة حادة (ذروة) تظهر عند طول موجي معين كما موضح في أعلى منحني في الشكل حيث تسمى هذه بالخطوط المميزة حيث تظهر في عدة مواقع تشير الى القشرات .....K,L,M,N

وتشكل هذه الخطوط الطيف المميز للمعدن المستخدم كهدف على سبيل المثال للموليبيديوم خطوط الـ K لها اطوال موجية حوالي ($0.7A^0$) وخطوط الـ L حوالي ($5A^0$) وخطوط الـ M اطوال موجية اطول يعني طاقة اقل .

ان الخطوط K لا تظهر في المنحنيات المنخفضة كما واضح من الشكل (14) وان زيادة الفولتية فوق القيمة الحرجة تزيد من الشدات للخطوط المميزة نسبة الى الطيف المستمر ولكن لا تتغير اطوالها الموجية .

ان المقصود بفولتية الاثارة الحرجة للمدار K ممثلا" هي الفولتية الضرورية لإثارة الاشعة المميزة لهذا المدار وهي 20.01 KV للموليبيديوم .

سؤال: ماذا يحدث في طيف الاشعة لهدف من الموليبيديوم عند فولتية 35KV ؟

الجواب : ان الشكل (15) يوضح ان الفولتية الزائدة سوف تعمل على ازاحة الطيف المستمر للمحافظة على الاطوال الموجية القصيرة والشدات العالية للخطوط K نسبة الطيف المستمر ولكن دون تغير اطوالها الموجية .

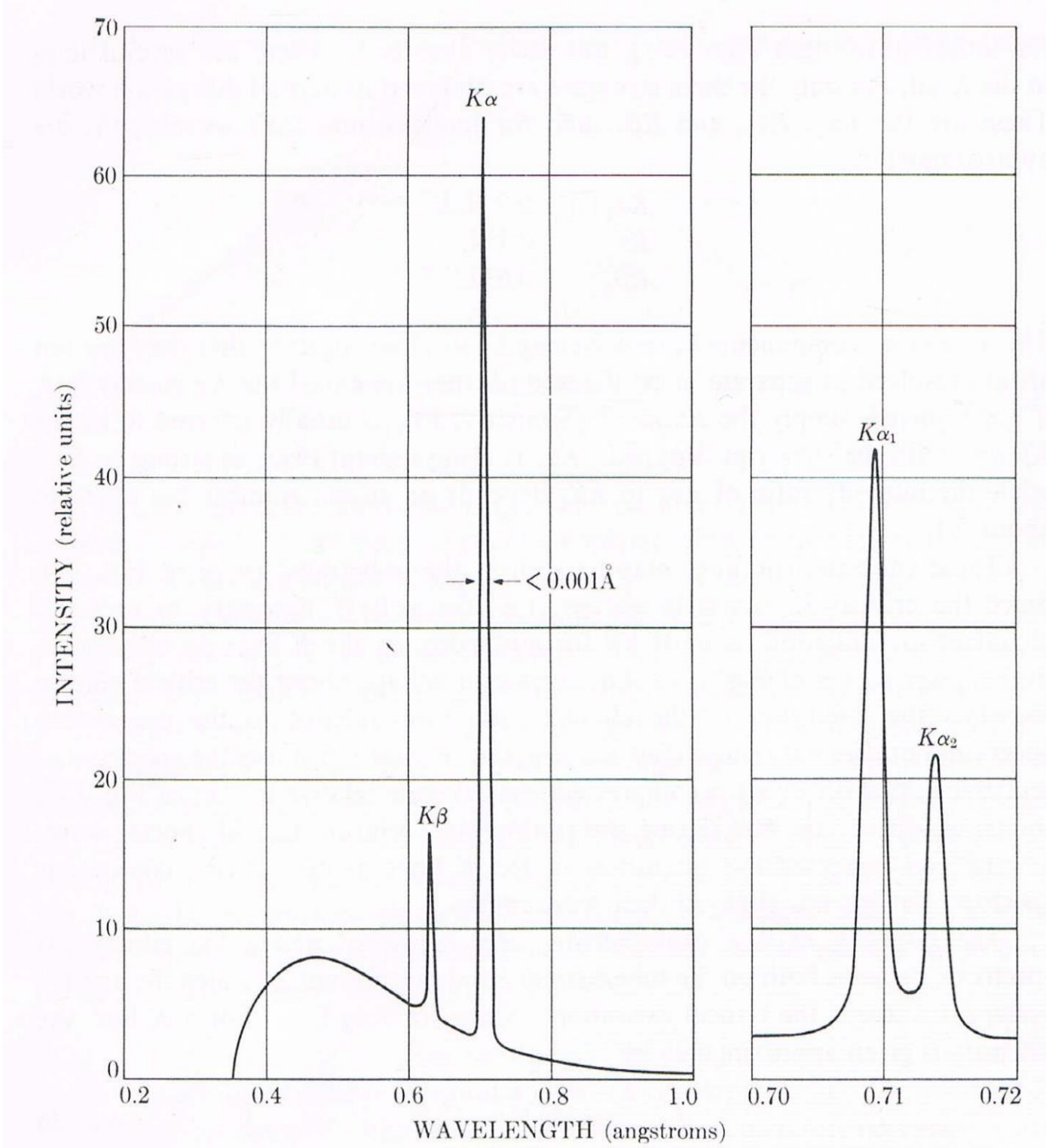


Fig. 1–5 Spectrum of Mo at 35 kV (schematic). Line widths not to scale. Resolved $K\alpha$ doublet is shown on an expanded wavelength scale at right.

سؤال:على ماذا تعتمد الشدة لأي خط مميز ؟

الجواب : 1- تيار الانبوبة (i).

2- الفولتية المسلطة تساوي أو اكبر من الفولتية الحرجة لاثارة الخط المميز .

على سبيل المثال للخط $Bi(V - V_K)^n$

$I_{K\,line} = K$

حيث B ثابت التناسب .

V_Kفولتية الاثارة لـ K .

N ثابت مع قيمة حوالي 1.5 (في الحقيقة ان n ليس ثابت ولكن يعتمد على الفولتية V ويتغير من 1الى 2).

سؤال: قارن بين الطيف المستمر والطيف الخطي

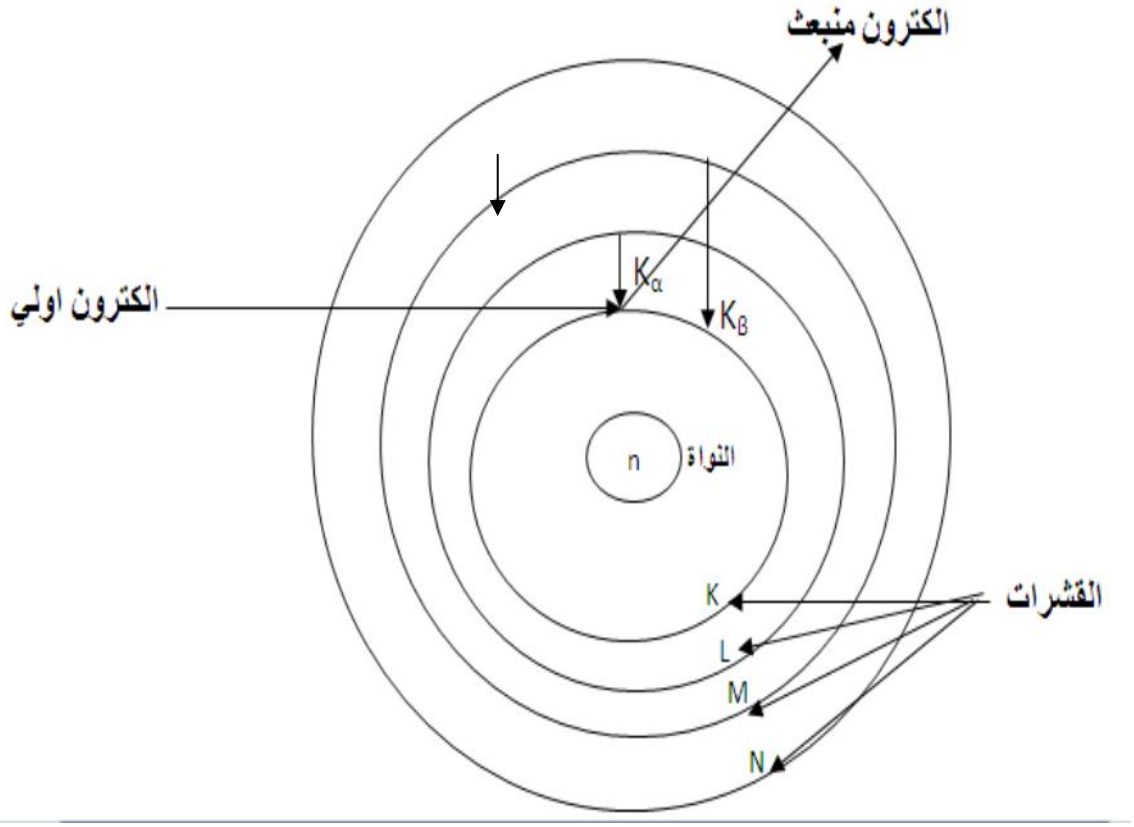
الجواب :

	الطيف المستمر	الطيف المميز
1-	ينتج بواسطة الابطاء السريع لحركة الإلكترونات بواسطة الهدف	الاصل لخطوط الطيف المميز هي ذرات مادة الهدف نفسها
2-	الشدة اقل من شدة الطيف المميز	الشدة للطيف اعلى بكثير من الطيف المستمر فمثلا" للنحاس عند فولتية 30KV تكون الشدة تقريبا" 90 مرة اكبر من شدة الطيف المستمر عند الاطوال الموجية المتوسطة
3-	المساحة تحت المنحني كبيرة نسبيا"	الخط المميز يكون ضيق جدا" حيث يكون عرضه اقل من $0.001A^0$ في منتصف اعلى شدة
4-	الشدة تعتمد على العدد الذري Z لمادة الهدف وعلى تيار الانبوبة i $I_{cont.spectrm} = AiZV^m$	الشدة تعتمد على تيار الانبوبة i وعلى الفولتية الحرجة^n $I_{K\,line} = Bi(V - V_K)^n$
5-		

سؤال: كيف تتكون الخطوط المميزة $K_\alpha - K_\beta - L_\alpha - L_\beta$ ؟

الجواب : ان عودة الذرة الى حالة الاستقرار لاتتضمن انتقال الكترون منفرد، وانما تتضمن انتقال مجموعة من الالكترونات حيث ان الفراغ الذي ينشأ في المدار (K) يمكن ان يملأ مثلا" بأحد الكترونات المدار (L) ويتكون نتيجة لذلك خط طيفي هو (K_α) . او قد يملأ الفراغ في المدار (K) بأحد الكترونات المدار (M) ويتكون نتيجة لذلك خط طيفي هو(K_β) .

وهكذا فالفراغ الذي ينشأ في المدار (L) يمكن ان يملأبأحد الكترونات المدار (M) مكونا"الخط الطيفي (L_α) او قد يملأ بأحد الكترونات المدار (N) مكون (L_β) وهكذا . وان النسبة بين شدة الطيف الخطي(K_α) الى (K_β) كنسبة (6:1) والشكل ادناه يبين نموذج لعملية توليد الاشعة السينية المميزة المنبعثة من ذرات الهدف .



العوامل المؤثرة على طيف الاشعة السينية

توجد عدة عوامل بأمكانها التأثير على مساحة منحني الطيف حيث كلما كانت المساحة اكبر كانت شدة الاشعة اعلى ومن هذه

العوامل هي ماتم ذكره سابقا وهناك عوامل اخرى-:

1-تيار الانبوب: حيث يؤثر تيار الانبوب على كمية الاشعة الخارجة من الجهاز ولايؤثر على موقع قمم الطيف على المحور السيني.

2 جهد الانبوبة : ويؤثر على

أ- طاقة الحزمة الشعاعية الخارجة.

ب- شدة الاشعة الخارجة حيث بزيادة جهد الانبوبة يزداد عدد الفوتونات في الحزمة اي تزداد الشدة.

ج- يحصل انحراف في موقع الطيف المستمر نحو اليمين ولايظهر تأثير ذلك على موقع قمم الاشعة السينية.

3- مادة الهدف: زيادة العدد الذري لمادة الهدف يزيد من كفاءة توليد الطيف المستمر للاشعة السينية الخارجة من الجهاز .

4 - مصدر الطاقة الكهربائية لانبوبة الاشعة : حيث تزداد شدة الاشعة الخارجة من الجهاز عند استخدام مصدر طاقة لجهاز الاشعة ذو تردد عالي

5 - اضافة المرشحات: المرشحات هي الواح من معادن مختلفة مثل الالمنيوم ،النحاس ،الرصاص .وتختلف في السمك وتوضع في فتحة خروج الاشعة ويمكن ان تؤثر على طيف الاشعة من النواحي التالية :-

أ-زيادة سمك المرشح سوف تزيد من كفاءة الحزمة الشعاعية وتجانس طاقتها

ب-اضافة المرشحات لا تؤثر في مواقع قمم الطيف المميز .

ت-اضافة المرشحات سوف يؤدي الى انحراف قمة الطيف المستمر لى جهة اليمين .

ث-اضافة المرشحات سوف يقلل من شدة الاشعة الخارجة من الجهاز وذلك بسبب الامتصاص .

ج-اضافة المرشحات بأنواعها المختلفة سوف يزيل كافة الفوتونات التي تملك طاقة ضعيفة والتي لاتساهم في عملية التشخيص الشعاعي

- مثال)1(:احسب النهاية الصغرى للطول الموجي للاشعة السينية الصادرة تحت تأثير فرق جهد 2×10^4 فولت .

- واجب

قياس شدة الاشعة السينية

هناك طرق عديدة لقياس شدة الاشعة السينية منها:-

1 - قياس التغير في درجة حرارة جسم مادي كقطعة من الرصاص بعد امتصاصها لهذه الاشعة.

2 - مقدار تأثيرها على لوح فوتوغرافي .

3 - قياس التأين الذي تحدثه الاشعة في غاز او بخار وهذه الطريقة الاكثر شيوعا

والجهاز المستخدم لهذا الغرض هو **حجرة التأين**

يبين الشكل جهاز حجرة التأين والذي يتكون من اسطوانة معدنية (C) تحتوي على كمية معينة من غاز مناسب او بخار كالهواء او بروميد المثيل وتحت ضغط يقترب من الضغط الجوي ،ومثبت في الاسطوانة ومعزول عنها كهربائيا قطب معدني(R).

نسلط فولطية ثابتة بين القطب (R) والاسطوانة (C) كما مبين في الشكل

ولقياس شدة الاشعة السينية يسمح لها بأختراق النافذة الرقيقة (W) والمصنوعة من المايكا او الالمنيوم وعند دخولها حجرة الاسطوانة تقوم بتأين الغاز الذي بداخلها مكونة ايونات سالبة واخرى موجبة . وتتحرك الايونات الموجبة نحو القطب السالب والسالبة نحو الموجب وعليه يكون تيار للتأين يمكن قياسه بالالكتروميتير (E).

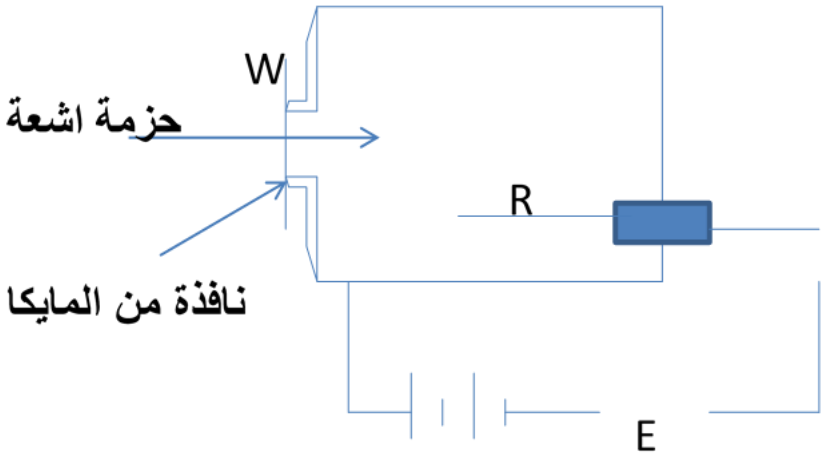
وقد اثبتت التجارب ان تيار التأين يتناسب طرديا مع شدة حزمة الاشعة

السينية كما دلت التجارب على ان شدة الاشعة السينية المتولدة في

الانبوبة الشعاعية تعتمد على

1- نوع معدن الانود
2- الفولتية

المسلطة على قطبيها وقد حورت بعض الاجهزة المستخدمة لقياس الاشعاعات النووية مثل عداد كايكر لقياس شدة الاشعة السيني M



اشعة كاما

Gamma Ray

أشعة كاما هي أشعة كهرومغناطيسية، تم اكتشافها سنة 1900 على يد العالم الفرنسي فيلارد. وهي نتاج للتفاعلات النووية ، كما تنتج أيضا من العناصر المشعة مثل الليورانيوم وباقي في الطيف الكهرومغناطيسي الأقصر النظائر المشعة. هذه الاشعة ذات الطول الموجي

وذات الطاقة الأعلى وذلك لأنها تنتج من التصادمات النووية. وكما هو الحال في إنتاج اشعة اكس تم تعجيل الإلكترونات في فرق جهد عالي هنا يتم تعجيل الأنوية بطاقة عالية جد ا باستخدام المعجلات مثل السيكلترون
cyclotron

اهم خواص اشعة كاما

1- أشعة كاما هي أشعة كهرومغناطيسية ،وهي تنتشر في الفراغ والهواء بسرعة تساوي سرعة الضوء.

2-لها طاقة أعلى، وقدرة أكبر على النفاذ من الأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية

الط

3- ول الموجي لموجاتها قصيرة جد ا وتتراوح أطوالها بين

انكستروم إلى 0.005 انكستروم0.05

4-أشعة كاما ذات تأثير ضار جدا على الخلايا الحية، ولولا أن من الله علينا بوجود الغلاف الهوائي حول الأرض الذي يمتص ويشتت هذه الأشعة ذات التردد الموجي العالي والطاقة الكبيرة، لأنعدمت الحياة على سطح الأرض.

5-أشعة كاما لها قدرة فائقة على النفاذ واختراق الأجسام

6-انها اشعة مؤينة لذلك لها القدرة على تدمير الخلايا الحية ، أي أنها تسبب التأين في المادة، وتأين المادة الحية يعني إضرار قد يؤدي إلى موت الخلية

استخدامات اشعة كاما

1- تستخدم اشعة كاما في الطب لقتل الخلايا السرطانية ومنعها من النمو. حيث تنفذ اشعة كاما في الجلد وتعمل على تأيين الخلايا وهذا يسبب قتل تلك الخلايا.

2- تستخدم اشعة كاما في الصناعة لفحص انابيب البترول واكتشاف نقاط الضعف فيها. حيث تستخدم اشعة كاما في تصوير هذه الانابيب بتسليط اشعة كاما على الانابيب ويوضع فيلم حساس خلف الانابيب وتتكون صورة الظل على الفيلم حيث تظهر مناطق الضعف بصورة مميزة مثل تصوير عظم الإنسان بواسطة اشعة اكس.

3- تستخدم اشعة كاما في تخليص المواد الغذائية المصنعة من الجراثيم والبكتيريا وكذلك في تعقيم الحبوب وغيرها.

4-تستخدم اشعة كاما في تطوير المفاعلات والقنابل النووية والتجارب العلمية لكشف اسرار النواة

طرق تفاعل الاشعة السينية واشعة كاما مع المادة

ان الاشعة السينية واشعة كاما يمكن ان تمتص من قبل مادة ما بواحدة من الطرق الثلاث :-

1-الظاهرة الكهروضوئية (Photoelectric effect):

يمتص الفوتون بكامله من قبل احد الكترونات الذرة ويتم تحرير هذا الالكترون وتأين الذرة ويعرف الالكترون المتحرر بهذه الطريقة بالالكترون الضوئي (Photo electron).
والمعادلة التالية تمثل الامتصاص الكهربائي الضوئي. $hU = W + K.E$

حيث hU طاقة الفوتون .

W طاقة ترابط الالكترون داخل الذرة .

$K.E$ الطاقة الحركية للالكترون المتحرر .

ان اختفاء الفوتون يقابله ظهور الكترون ضوئي بطاقة حركية معينة مع ذرة مثارة ولكن سرعان ما تعود الى الحالة الطبيعية حينما يتم املاء الفجوة التي خلفها الالكترون من مدار اعلى حيث يتم اشعاع الفرق بين طاقة المدارين على شكل موجات كهرومغناطيسية من قبل المادة الممتصة

2- ظاهرة كومبتن (Compton effect) :

وهو تفاعل غير مرن (Inelastic colision) بين الفوتون وأحد الكترونات المادة الممتصة ويشترط في هذا النوع من التفاعل ان يكون الالكترون حر ا او ان تكون طاقة ترابطه بالنواة ضعيفة)الالكترونات في المدارات الخارجية لذرات المادة الممتصة (وينتج من التفاعل الكترون يكتسب طاقة معينة من الفوتون و فوتون يفقد جزء من طاقته

ويغير اتجاه .

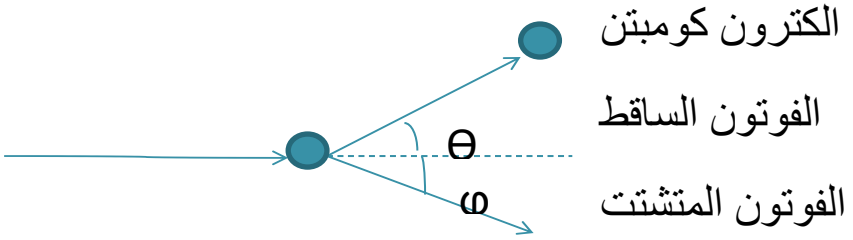
المعادلة التالية تبين الفرق في الطول الموجي لفوتون متشتت بظاهرة كومبتن والفوتون الاصلي :

$$\lambda' - \lambda = \Delta\lambda = 0.024\ (1 - \cos\phi)$$

حيث λ' الطول الموجي للفوتون المتشتت .

λ الطول الموجي للفوتون الاصلي.

Φ الزاوية التي يصنعها الفوتون المتشتت نسبة الى اتجاه الفوتون الاصلي



مساوية (ϕ) يتضح من المعادلة السابقة ان اعلى امتصاص للطاقة يحدث عندما تكون الزاوية (180)° اي ينعكس الفوتون الساقط ويسير باتجاه معاكس لاتجاهه الاصلي

ان طاقة الالكترون وطاقة الفوتون المتشتت يمكن معرفتهما بتطبيق قانون حفظ الطاقة وقانون حفظ الزخم حيث يمكن اشتقاق

العلاقة الرياضية لكل منهما

- المعادلة لايجاد طاقة الالكترون

$$K.E = hU\frac{(1-\cos\phi)}{1+\propto(1-\cos\phi)}$$

- المعادلة لايجاد طاقة الفوتون المتشتت

$$hU = hU'\frac{1}{1+\propto(1-\cos\phi)}$$

حيث تمثل ($\propto$ طاقة الفوتون الاصلي نسبة الى الطاقة الساكنة للالكترون)

M_0C^2

طاقة الالكترون K.E حيث تمثل

طاقة الفوتون الاصلي hU

طاقة الفوتون المتشتت hU'

الطاقة الساكنة للالكترون وتساوي Mev 511.0

3-(Pair Production) تكوين زوج الكترون بوزيترون

في هذه العملية طاقة الفوتون تتحول الى مادة اي يتحول الفوتون الى زوج من الدقائق هي الالكترون والبوزترون كما في المعادلة

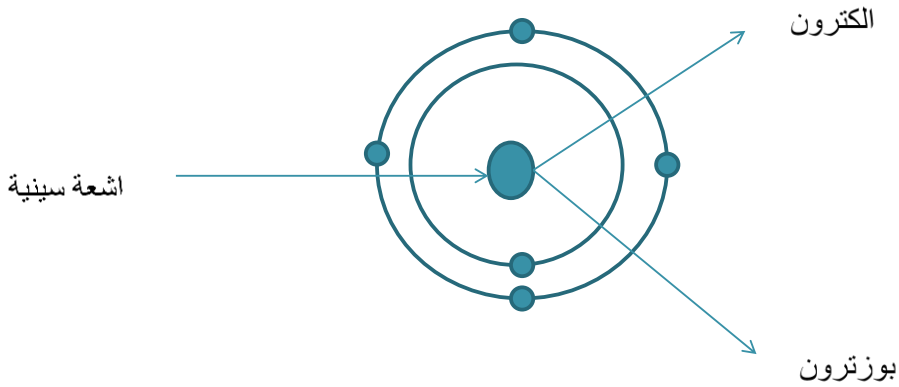
$$hU \longrightarrow e^- + e^+ + E^- + E^+ + E_{Recoil}$$

Mev511.0 ولما كانت الطاقة الساكنة لكل من الالكترون والبوزترون متساوية وتساوي ان عملية التحول هذه لا يمكن Mev02.1 فان اقل طاقة للفوتون لكي يقوم بهذه العملية هي ان تتم في الفراغ بل من شروطها ان يصطدم الفوتون بمجال كهربائي حيث جزء من طاقة الفوتون تضيع في هذا المجال ورمزها E_{Recoil} اي الطاقة الضائعة في النواة التي تحدث عندها هذه العملية.

هذا يعني ان ظاهرة تكوين زوج الكترون بوزترون تتم عندما تكون طاقة الفوتون اكثر من)1.Mev02(.وفي حالة الفوتون ذو الطاقة العالية فان ما تبقى من الطاقة بعد التحول تظهر بشكل طاقة حركية للالكترون والبوزترون حيث رمز لكل منهما E^- و E^+ على التوالي .

ان البوزترون الناتج سرعان ما يتحد مع اقرب الكترون بعد ان تتضاءل طاقته الحركية مولدا فوتونيين من اشعة كاما وباتجاهين متعاكسين .

الشكل يوضح تخطيطا لظاهرة تحول الفوتون الى الكترون وبوزترون



الوقاية من الاشعاع في اقسام الاشعة السينية

لتقليل مخاطر التعرض الاشعاعي للعاملين وللمريض يفضل استخدام الاجهزة المساعدة التالية

1-المرشحات

2-الموجهات

3-شاشة التقوية

4- الصدرية الواقية من الاشعاع

5- واقيات الغدد التناسلية

6- الحواجز الواقية من الاشعاع

للسيطرة على مستويات الاشعاع ضمن حدود منخفضة يجب التقيد بالوصايا العشرة التالية:-

1- يجب تقليل مستويات الاشعاع باستخدام القواعد الثلاثة التالية)تقليل زمن التعرض ، زيادة المسافة بين الشخص ومصدر الاشعاع ، استخدام الحواجز الواقية من الاشعاع

2-لا تجعل العمل الروتيني ينسيك القواعد العامة في الوقاية من الاشعاع .

3- لا تقف ابدا في مواجهة الاشعاع الرئيسي .

4- دائما استخدم المقايسس الشخصية)الباج فلم(لقياس مستوى الاشعاع فوق صدرية العمل.

5- لا تمسك مريضا اثناء الفحص الاشعاعي ،واذا اضطررت لمسك مريض فأستعن بأحد اهله .

6- دائما ارتد الصدرية الواقية من الاشعاع .

7- يجب ان يرتدي الشخص الذي يمسك بالمريض الصدرية الواقية من الاشعاع .

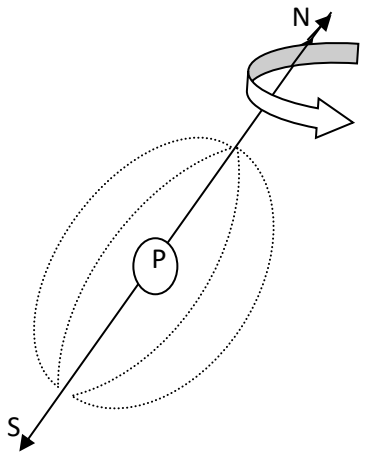
8- استخدام واقيات الغدد التناسلية عند الحاجة .

9 - فحص المنطقة السفلية للبطن اومنطقة الحوض بالنسبة للمرأة يجب ان يحدد ب عشرة أيام بعد موعد الدورة الشهرية فقط ويمنع ذلك بالنسبة للحوامل.

10- دائما قلل من حجم حزمة الاشعة الى اقل ما يمكن بحيث تكون مناسبة لنوع الفحص المطلوب

المبادئ الفيزيائية للرنين المغناطيسي

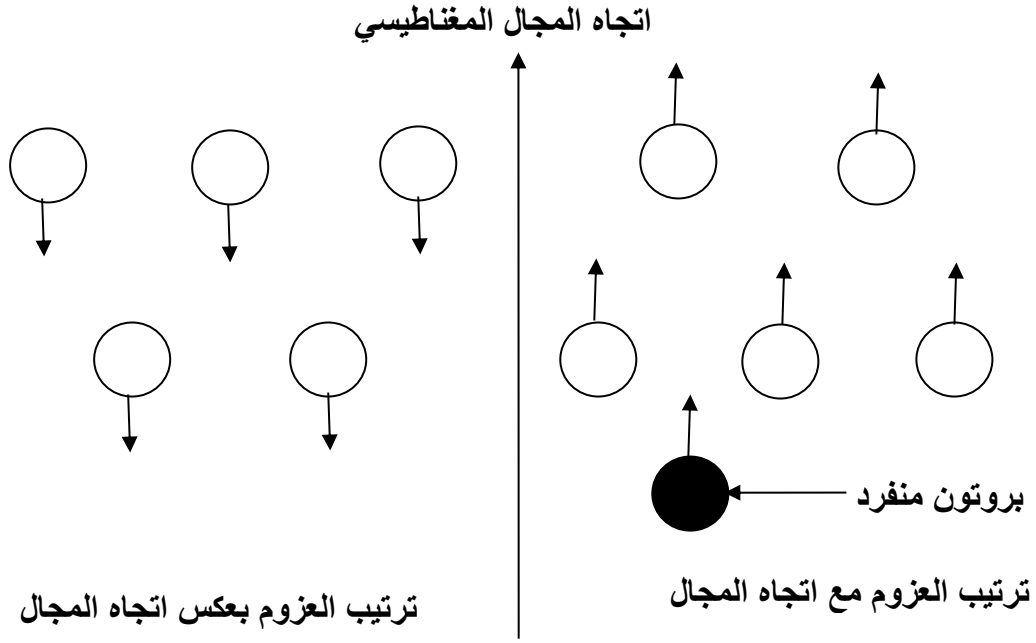
تمتلك الاجسام في طبيعتها على بعض المواصفات مثل احتوائها على شحنة وعزم دوراني .وكما هو معلوم ان محصلة شحنة النواة يساوي محصلة شحنة الالكترونات المحيطة بالنواة . وفي نفس الوقت فأن محصلة عزم دوران مكونات النواة يساوي محصلة عزم دوران الالكترونات المحيطة بالنواة ولذلك لابد ان يتواجد حوله مجال مغناطيسي ويكون له قطب شمالي واخر جنوبي وله عزم مغناطيسي .



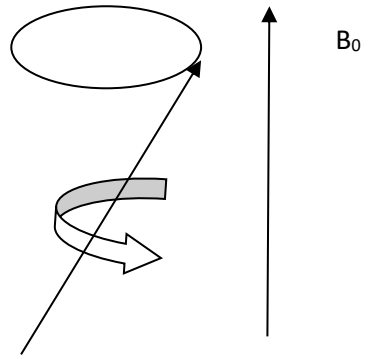
الشكل (7)اعلاه يبين جسيم البروتون في نواة عنصر الهيدروجين مولدا"مجالا"وعزما"مغناطيسي حوله .

ترتيب المغانط الصغيرة في نسيج الجسم عشوائيا" ولذلك فان دورانها يكون عشوائيا" ايضا" وعلى هذا الاساس تكون محصلة العزوم المغناطيسية مساويا" للصفر تقريبا".

العزوم المغناطيسية للبروتونات تلغي احداهما الاخر ولا يبقى الا القليل كما في الشكل (8) .البروتون المميز لايوجد بروتون اخر بعكس اتجاهه ليلاشي عزمه المغناطيسي ،البروتونات الباقية تقدر ببروتون واحد لكل مليون بروتون وقد يبدو هذا العدد قليل ولكن يكفي لتكوين الصور المطلوبة وبدقة عالية .



بروتونات ذرة الهيدروجين المكونة لجسم المريض سوف تتأثر بالمجال المغناطيسي وتترتب بحيث يكون أتجاه عزومها أما بأتجاه القدمين أو بأتجاه الرأس فأذا وضع المريض في مجال مغناطيسي قوي فسوف تنتظم هذه المغانيط الصغيرة مع أتجاه المجال المغناطيسي الخارجي وبذلك يصبح جسم المريض عبارة عن مغناطيس كبير يكون فيه أتجاه المجال المغناطيسي بأتجاه محور الجسم وتتأثر قوى الذرات بالمجال المغناطيسي القوي بحيث تتأرجح بحركة لولبية دائرية واسعة من أحد أقطابها بينما القطب الأخر يبقى شبه ثابت في موقعه وتسمى هذه الحركة ب (The Precession) كما في الشكل أدناه



الشكل (9)يوضح الحركة اللولبية للنويات داخل المجال المغناطيسي

ويعود السبب في مثل هذه الحركة الى التقاطع بين خطوط المجال المغناطيسي الخارجي والمجال المغناطيسي الذاتي للنوى وبذلك سوف تتذبذب النوى بتردد معين مميز يعتمد على قيمة المجال المغناطيسي الخارجي ويعرف من معادلة لارمور التالية:

$\omega = \gamma B_0$

حيث ω تردد التأرجح

γ ثابت معادلة لارمور

حيث أن لكل نوع من النوى قيمة مميزة لهذا الثابت تختلف عن النوى الأخرى ولذلك إذا وضع جسم ما في مجال مغناطيسي قوي واستطعنا تحديد قيمة ثابت التأرجح (ω) له فعند ذلك نستطيع معرفة قيمة الثابت (γ) للنوى الموجودة داخله وعليه يمكن معرفة التركيب الكيميائي للجسم .

ما هو دور الموجات الراديوية في التشخيص بواسطة الرنين المغناطيسي ؟

لأنه يقع تردد رنين معظم النوى المكونة للنسيج البيولوجي ضمن منطقة الموجات الراديوية (RF) من الطيف الكهرومغناطيسي .

ان دور الموجات الراديوية في التشخيص بواسطة الرنين المغناطيسي هو عند تعرض الجسم الى موجة راديوية ذات تردد معين ويوافق تردد الموجة مع التردد التأرجحي للنواة (ω) فسوف ينقلب أتجاه دوران هذه النوى التي تمتص الموجة الراديوية بحيث يصبح مجالها المغناطيسي معاكساً للمجال المغناطيسي الخارجي . فإذا وجهت نبضة من الموجات الراديوية على الجسم ولفترة قصيرة فسرعان ما ستعود هذه النوى المنقلبة للإنتظام مع المجال المغناطيسي الخارجي عند زوال الموجة الراديوية وعند ذلك سوف تبعث هذه النوى موجة راديوية مماثلة لترددها التأرجحي (ω) وعند ذلك يمكن تحديد قيمة ثابت معادلة لارمور (γ) لها ومن ثم معرفة هوية هذه النوى .

وتسمى عملية عودة النوى من حالة التهييج (حالة الأنتظام عكس المجال الخارجي) الى حالة الأستقرار(حالة الأنتظام مع المجال الخارجي) بعملية الأسترخاء (Relaxation Process) ويسمى الزمن اللازم لذلك بزمن الأسترخاء (Relaxation Time) .

ماهي الموجات الفوق الصوتية ؟

Ultrasoundهي تكنولوجيا تستخدم الموجات فوق الصوتية في التصوير الطبي وتستخدم امواج صوتية ذات ترددات اكبر 20 كيلو هرتز اي اكبر من الترددات التي تسمعها اذن الانسان وتعتمد فكرة عمل تلك الاجهزة الطبية على الموجاتالفوق صوتية التي تسقط على الجسم وتنعكس عنه مثل ما يقوم الخفاش الذي يطير في الليل مستعينا بالامواج الفوق صوتية التي يحدثها لتسقط على الاجسام امامه وتنعكس عنها ويسمعها فيحدد

مساره دون الحاجة الى حاسة الابصار ليستدل على الطريق ولذلك

يستطيع الطيارن في الليل. كما تستخدم الحيتان في البحر هذه الموجات .وتستخدمها الغواصات البحرية كجهاز اردار يعمل في

اعماق المحيطات لكشف الغواصات المعادية. وتعتمد فكرة استخدام الامواج فوق الصوتية على الاحداث التالية:

- يرسل جهاز الامواج فوق الصوتية امواج صوتية بترددات صوتية عالية تتاروح بين1 الى 5 ميكاهيرتز على صورة نبضات توجه الى جسم الانسان من خلال مجس خاص.

- تخترق الامواج فوق الصوتية جسم الانسان لتصطدم بالفواصل والحدود الموجودة بين مكونات الجسم المختلفة مثل السوائل الموجودة بين طبقات الجلد .الحد بين طبقة الجلد والعظم.

- جزء من الأمواج فوق الصوتية تنعكس عن الحدود الفاصلة بين مكونات جسم الانسان وتعود الى

المجس بينما تستمر باقي الامواج فوق الصوتية لتخترق طبقات اعمق في جسم الانسان لتصل إلى حدود فاصلة اخرى وتنعكس عنها وترتد إلى المجس.

- يلتقط المجس الامواج فوق الصوتية المنعكسة تباع ا عن طبقات جسم الانسان التي اخترقها ويغذي فيها جهاز الامواج فوق الصوتية.

- يقوم جهاز الامواج فوق الصوتية بحساب المسافة بين المجس وطبقة الجلد أو العضو الذي

انعكست عنه الامواج الفوق صوتية مستخدما سرعة تلك الامواج في جسم الانسان والتي تبلغ 1540 m/sومستخدم ا الزمن اللازم لعودة الموجات فوق الصوتية للمجس والتي تكون في حدود الميكروثانية.

 يظهر جهاز الامواج فوق الصوتية العلاقة بين المسافة وشدة الاشارة المنعكسة من جسم الانسان

لتكون توزيع ثنائي الابعاد للمسافة والشدة والتي تعبر عن الصورة التي نشاهدها على جهاز الامواج فوق الصوتية.

 في أي جلسة للتصوير باستخدام جهاز الأمواج فوق الصوتية فإن ملايين النبضات الصوتية التي ترسل للجسم وتستقبل مرة أخرى لتحلل وتحسب المسافة القادمة منها تلك الأمواج لتعطي الصورة التي نارها، كما ان تحريك المجس من مكان لأخر يمكن ان يعطي صور من منظور مختلف.

تتكون أجهزة الأمواج فوق الصوتية من الأجازء الرئيسية التالية:

1- Transducer Probe المجس

يعتبر المجس المستخدم في اجهزة الأمواج فوق الصوتية هو الجزء الرئيسي للجهاز. ووظيفة المجس تكمن في اصدار الأمواج الصوتية ورصد الصدى المرتد عن انعكاسها. ويمكن تشبيهه بالفم الذي يتحدث والاذن التي تسمع لجهاز الامواج فوق الصوتية. وتعتمد فكرة عمل المجس على ظاهرة فيزيائية مهمة هي البيزوالكترك piezoelectric effectوالتي تعني ظاهرة الضغط لتوليد الكهرباء والتي اكتشفها العالم بير وكيوري Pierre and Jacques Curieفي عام 1880. وهي عبارة عن بلورة كوارتز عند تطبيق تيار كهربائي على بلورة الكوارتز فإن البلورة يتغير شكلها بسرعة في صورة اهتازازت سريعة جدا تصدر أمواج صوتية. والعكس يحدث عندما تصطدم أمواج صوتية تؤدي

البلورة للاهتازز فإن تيار كهربي يتولد عنها. وبهذا يمكن استخدام نفس بلورة الكوارتز لإصدارالأمواج فوق الصوتية واستقبالها، مع تزويد المجس بمادة تمتص الاصوات الغير مرغوب فيها حتى لا يحدث تشويش بين الصوت الصادر والصوت المنعكس. كذلك يزود المجس بعدسة صوتية acoustic lensلتركيز الأمواج الصوتية الصادرة من المجس.

يتم تصنيع هذه المجسات لتأخذ اشكالا واحجام ا مختلفة لتستخدم حسب المنطقة المارد تصويرها بجهازالأمواج فوق الصوتية وكل مجس يصدر تردد مختلف من الأمواج فوق الصوتية لتحدد العمق الذي يجب ان تخترقه هذه الأمواج داخل جسم الانسان للحصول على الصورة المطلوبة وبدقة عالية. ويمكن ان تحتوي المجسات على أكثر من بلورة كوارتز وكل بلورة كوارتز يجب ان يكون لها دائرتها الكهربية المنفصلة، ويستخدم هذا النوع من

المجسات المزودة بأكثر من بلورة للتحكم في الفارق الزمني للأمواج الصوتية الصادرة عن كل بلورة والذي يساعد على تحريك الامواج الفوق صوتية داخل الجسم.

2- وحدة التحكم المركزية Central Processing Unit (CPU)

وتمثل هذه الوحدة عقل الجهاز وهو عبارة عن جهاز كمبيوتر متصل بالمجس ويزوده بالطاقة الكهربية. وتقوم وحدة التحكم المركزية بارسال التيار الكهربي للمجس ليصدر الامواج الفوق صوتية وكذلك

يستقبل النبضات الكهربية الناتجة من المجس عند استقبالها للامواج فوق الصوتية المرتدة عن اجزاء الجسم المراد تصويره. وتقوم وحدة المعالجة المركزية بكافة الحسابات التي تمكن من رسم العلاقة بين المسافة وشدة الاشعة المرتدة لتكوين الصورة على الشاشة.

3- وحدة التحكم بالنبضات Transducer Pulse Controls

وهي توفر الامكانية للطبيب الذي يشغل الجهاز أو الفني المختص بادخال قيمة التردد وزمن النبضات الصوتية الصادرة من المجس والتي يجب تحديدها مسبقا حسب العضو المراد تصويره. وكذلك تقوم هذه الوحدة بالتحكم بآلية المسح المستخدمة بواسطة الجهاز لاظهار الصورة.

4- الشاشة Display

وهي عبارة عن شاشة عرض عادية كالمستخدمة في الكمبيوتر

والتي تظهر نتيجة الحسابات التي قامت بها وحدة المعالجة المركزية ويمكن ان تكون شاشة ابيض واسود او شاشة ملونة حسب نوع ومواصفات جهاز الامواج فوق الصوتية.

5- لوحة المفاتيح والماوس Keyboard/Cursor

وهي الادوات التي يستخدمها الطبيب او الفني المختص لتشغيل برنامج الاجهاز واجراء عمليات حفظ الصورة على ملف وعمل بعض القياسات لحساب الابعاد مستعينا بالصورة الظاهرة على الشاشة.

6- Disk Storage وحدة التخزين

وحدة التخزين تستخدم لحفظ الصور التي ظهرت على الاشاشة ووسائط التخزين هي نفسها المستخدمة في الكمبيوتر وتشمل الاقراص الصلبة hard disksأو الاقراص المرنة floppy disksأو الاقراص المدمجة CDاو .DVDوتستخدم لعمل ارشيف طبي يحفظ لتتبع حالة المريض في مرات اخرى.

7- Printers الطابعة

وفي الاغلب طابعات كمبيوتر ولكن من النوع الحراري المعروف باسم الطابعات الحرارية

الاجهزة التي تحدثنا عنها حتى الان هي اجهزة للتصوير ثنائي الابعاد ولكن هناك نوعان من

الاجهزة التي تستخدم نفس التقنيات وهي أجهزة التصوير ثلاثية الابعاد واجهزة دوبلر للامواج فوق الصوتية.

اجهزة التصوير ثلاثية الابعاد D3 Ultrasound Imaging

وتعتمد فكرة هذا الجهاز للحصول على صور مجسمة ثلاثية الابعاد لاعضاء الداخلية في جسم الانسان أو للجنين من خلال تمرير المجس فوق الجسم او ادارتة المجس حول الجسم لاخذ عدة صور ويقوم الكمبيوتر بتكوين الصور المجسمة منها.

أجهزة دوبلر للامواج لفوق الصوتية Doppler Ultrasound

وهي اجهزة تستخدم ظاهرة دوبلر وفكرتها ان الامواج الفوق صوتية المنعكسة عن الاعضاء المتحركة يحدث تغيير في التردد بين الأمواج الفوق صوتية المرتدة والامواج الفوق صوتية الساقطة على الجسم. ومن فارق التردد بين الموجات المرتدة والصادرة يمكن حساب سرعة هذه الأعضاء بدقة مثل حساب سرعة تدفق الدم من القلب وإلي الاوعية الدموية والشرايين.

مخاطر استخدام الامواج فوق الصوتية

بالرغم من انه لم تسجل ايه حالات مرضية في كلا من الانسان أو الحيوان الذي تعرض لفحوصات بواسطة الامواج فوق الصوتية وان هذه الأجهزة ستبقى مستخدمة كأحد وسائل التشخيص بدون اجراء جراحة او استخدام مواد مشعة تحقن في المريض الا انه ينصح باستخدامها كلما دعت الضرورة فقط. وذلك تفاديا لتعريض أجزاء من جسم الانسان للطاقة الصوتية الناتجة عن الأمواج فوق الصوتية والتي تمتص بسهولة في الماء الموجود في الانسجة الحية مما يسبب ارتفاع موضعي في درجة الحرارة للمناطق المعرضة للأمواج فوق الصوتية.

Planck's Quantum Equation

Question: which has a broadcast frequency of 960 kHz?

سؤال: أيهما له تردد بث 960 كيلو هرتز؟

$$E = hf$$

$$E = 6.63 \times 10^{-34} \times 9.6 \times 10^{5}$$

$$E = 63.64 \times 10^{-9} \text{ J}$$

Homework

. 1-ما هو تردد الأشعة السينية 70 كيلو فولت الفوتون؟

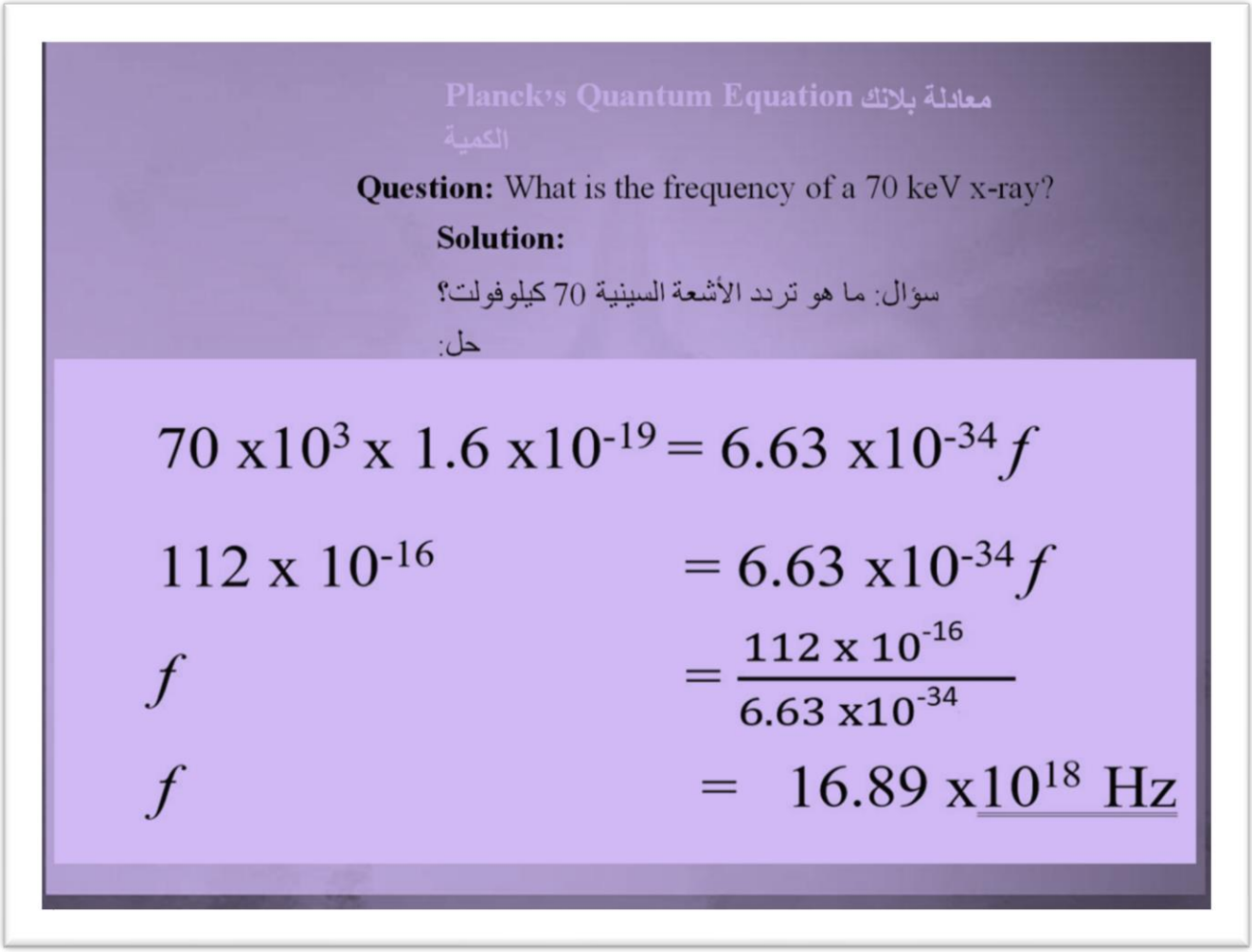
س 2: ما هي طاقة الأشعة 110 كيلو فولت؟

س 3. شدة الإخراج الطبيعي
نظام التصوير الشعاعي 0.05
مللي غراي / مللي أمبير عند 100 سم. ما هو الناتج شدة مثل هذا النظام عند 200 سم؟

س 4. نظام تصوير متنقل بأشعة x-ray تبلغ شدته 0.04
تتطلب الشروط أن خاصة .cmعند 100 mGya
SIDيتم إجراء الفحص عند 75 سم
ماذا ستكون كثافة الإخراج في هذا مسافه: بعد؟

س 5. شدة الضوء من القراءة 200 مللي لومن (ملم) عن بعد 2 متر (م). ما هي شدة ضوء 3 م؟

س 6: ما هو الطول الموجي debrogliللإلكترون الذي يتحرك بسرعة 5٪ من سرعة الضوء؟
م للإلكترون =



Example

- What is the rest energy of a 1.00 g particle traveling at 3×10^{4} m/s?

احسب أعلى تردد للأشعة السينية إذا كان فرق الجهد المطبق بين الكاثود و الآنود هو (40000) فولت ؟

احسب فرق الجهد بين قطبي أنبوب توليد الأشعة السينية إذا كان أقصر طول موجي للأشعة السينية (2) أنجستروم ؟

مسائل على الاشعة السينية

١- ما هى قيمة اقصر طول موجى يمكن الحصول عليه من انبوبة اشعة سينية اذا كان فرق الجهد بين طرفيها 30KV

٢- أوجد اعلى تردد يمكن الحصول عليه للأشعة السينية باستخدام جهد معجل قدره 20KV ؟

٣- سقطت أشعة سينية بزاوية 14^{o} على بلورة كلوريد صوديوم فحدث حيود من الرتبة الاولى فإذا ظهر أول خط طيفى من البلورة عندما كان جهد انبوبة الاشعة السينية 9045V احسب قيمة ثابت بلانك h إذا علمت ان المسافة بين الطبقات الذرية تساوى 2.814 Å

٤- إذا استخدمت بلورة الكالسيت فى مطياف اشعة سينية وسقطت اشعة سينية من انبوبة تعمل عند فرق جهد قدره 40KV احسب اقصر طول موجة يمكن رصدها وما هى اصغر زاوية حيود.

٥- أشعة سينية طاقتها 140KV ومعامل الامتصاص الخطى لها فى أحد المواد يساوى $15.5\ m^{-1}$

(أ) احسب طبقة نصف الشيمة(السمك النصفى) لهذه الاشعة فى الماء

(ب) احسب مقدار الطاقة التى تمتصها طبقة من الماء سمكها 9cm

(ج) اذا كان معامل الامتصاص الخطى لنفس الاشعة فى الرصاص $2300\ m^{-1}$ احسب سمك الرصاص اللازم لتخفيض الاشعة السينية لاقل من 1% من شدتها الاصلية.

٦- أجب ما يلى:

(أ) احسب الطاقة العظمى بالجول والإلكترون فولت والتردد الاعظم واقصر طول موجة للأشعة السينية الصادرة من انبوبة تعمل على فرق جهد مقداره 100KV

(ب) اذا اصطدم الكترون صدمة مماسية مع احدى الذرات وفقد 10% من طاقة حركته فى التصادم. احسب تردد الاشعة السينية الصادرة عن هذا التصادم

(ج) على اعتبار ان "مادة الهدف" المستخدمة فى الانبوبة هو من التنجستن (Z=74) احسب فعالية (كفاءة) الانبوبة.

(د) اذا تضاعف كل من شدة التيار وفرق الجهد فى انبوبة لإنتاج الاشعة السينية احسب النسبة بين التدفق الكلى للطيف المستمر قبل وبعد التضاعف.