الفصل الأول

المقدمة والدراسات السابقة

1-1 المقدمة:

حدث في العقود الأخيرة من القرن العشرين تطور هائل في تطبيقات الإشعاعات المؤينة والمواد المشعة في عدد من المجالات الصناعية والزراعية والصيدلانية والطبية وغيرها .وسوف يستعرض هذا الفصل بعض أهم التطبيقات الإشعاعات والمواد المشعة في الطب .

مع تطور إنتاج النظائر المشعة الصنعية في المفاعلات النووية أو باستخدام أنواع معينه من المعجلات اتسع استخدام هذه النظائر في عمليات التشخيص الإشعاعي للعديد من الأمراض والظواهر الطبية و كذالك في الدراسات الطبية التي تهدف إلي التعرف علي مدى كفاءة الأعضاء والأنسجة البشرية علي أداء وظائفها الفسيولوجية .

من أهم النظائر المشعة المستخدمة في الطب النووي تلك التي تتميز بعمر نصفي قصير وبانخفاض طاقة إشعاعات قاما الصادرة عنها إلي الحد الذي يكفي لاستخدامها للتصوير القامي ولا يودع جرعه كبيره من الطاقة في جسم المريض .

التصوير المقطعي بالانبعاث البوزتروني في هذه التقنية تم تطوير أسلوب للكشف عن الإشعاعات المنبعثة من العضو أو النسيج البشري الخاضع للفحص بتكوين صورة مقطعية لمستوي معين في هذا العضو أو النسيج البشري الخاضع للفحص.

كاميرا أشعة قاما هي كاميرا لتصوير أشعة قاما الصادرة من نظائر مشعة وهى تستخدم في التصوير الوميضي .ويستخدم التصوير الوميضي لدراسة توزيع جرعات بعض الأدوية في جسم الإنسان وكذالك في التصوير الطبي وتحليل صور أعضاء الجسم البشرى أو توزيع النظائر المشعة في المريض أشعة قاما ويجرى تصويرها خارج الجسم بواسطة كاميرا أشعة قاما.

1- 2 الدراسات السابقة:

تم إجراء دراسات سابقه في طرق استخدام العناصر المشعة في الطب والتصوير الطبي منها قام الباحث (widerski) بتحقيق أداء الكاشف NaI(TI) بالنسبة لدايود ضوئي كدالة لدرجة الحرارة في ألمدي (to +23C-40 C) عند نشوء أزواج إلكترون-فجوة لكل(MeV) من طاقة أشعة غاما المكتشفة بالكاشف الوميضي.كما قاس تحليل الطاقة لأوقات بلوغ الذروة المختلفة.وبينت

الدراسة اختلاف مهم بتحليل الطاقة عند درجات الحرارة الأقل من (C-40)ولتحسين تحليل الطاقة لدرجات الحرارة المنخفضة جدا وجد انه يتطلب تجاوز أوقات القمة أكتر من48ثانية [Lukasz S Widerski2007).

وأيضا قام الباحث (أحمد) بدراسة للإيجاد علاقة تجريبية شاملة بين الكفاءة المطلقة للذروة الضوئية وكل من الطاقة والمسافة باستخدام NaI(TI) ومجموعة من العناصر المشعة-Cd) 109,Co-60,Mn-54,Na-22,Eu-152) ضمن المسافة cm(10.25-1.25) في مدي الطاقةkeV(88-1408) اجروا الملائمة لمنحنيات الكفاءة المطلقة مع المسافة وحصلوا علي أفضل معادلة وهي معادلة حد القوة .كما وجدوا أفضل المعادلات لحساب هذين الثابتين وبذلك تم ربط الكفاءة المطلقة والطاقة والمسافة في معادلة تجريبية واحدة.تمت مقارنة النتائج العملية للكفاءة المطلقة مع نتائج حسابات المعادلة التجريبية ولجميع الطاقات ووجد أن هناك تطابقا جيدا بينهما .

كذالك قام الباحث (Tavakoli) بدراسة تأثير المسدد(Collimator) علي دالة استجابة أشعة قاما للكاشف الوميضي(NaI(TI بأحجام مختلفة (5*3,5*3,2*2) باستعمال خمسة مسددات وثلاثة مصادر مشعة لأشعة جاما .(Cs-137,Co-60,Am-241) وفي كل الحالات كان وقت العد والمسافة بين الكاشف والمصدر المشع ثابتة. وقام بقياس دالة الاستجابة وعرض منتصف القمة وقابلية تحليل الطاقة مع وبدون الكاشف وأدرك أن الكاشف كان مهما جدا في تطبيقات الأشعة إذ أن عرض منتصف القمة وتحليل الطاقة يقل بحدود 55% وفي النهاية حصل علي أفضل مسدد لكل ثلاث كواشف (NaI(TI.

3-1 أهداف البحث:

يهدف البحث لتحقيق الأتي:

- التعريف على التصوير بالإصدار المقطعي البوزتروني .
- دراسة تأثير تغير الزوايا على وضوح الصورة الناتجة من التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني بواسطة كاميرا قاما.

1 -4هيكلة البحث:

يحتوى الباب الأول علي المقدمة والباب الثاني يحتوى علي الجسيمات والتصوير الطبي والتصوير المقطعي بالإصدار البوزيترونى والجاما كاميرا ثم الباب الثالث وهو يحتوى علي الجزء العملي وأخيرا يأتي الباب الرابع ويحتوى علي النتائج ومناقشتها.

الفصل الثاني

الخلفية النظرية

1-2 الجسيمات :

تشكل الجسيمات الأولية البنية الأساسية للمادة في الكون هناك بين الجسيمات المعروفة ما يوجد في الطبيعة مثل الإلكترون، وهو جسيم مكون لذرات المادة، والنيوترينو، وهو جسيم حيادي الشحنة موجود في الأشعة الكونية. وهناك جسيمات أخرى لم توجد إلا في اللحظات الأولى من عمر الكون ولا يمكن اكتشافها إلى بواسطة مسرعات أو مصادمات هائلة. فلو تخيلنا أننا نريد اكتشاف بنية تحتية في بنية أكبر منها مثل البروتون، يمكننا أن نفعل ذلك بسبر هذه البنية بإرسال جسيم أو جسيمات سابرة عليها. وكان لويس دو بروي قد حدد عام 1923 طول الموجة المرتبط بهذه الجسيمات السابرة بحسب ثنائية الموجة للجسيم. لكننا نعرف أن الظاهرة الموجبة لا تندمج إلا مع أجسام ذات أبعاد أكبر من طول موجتها. ومن أجل سبر الأجسام الصغيرة يجب إذن إرسال جسيمات سابرة عليها بطول موجة قصير جداً، أي بطاقة عالية جداً. وتبنى المسرعات أو المصادمات على هذا المبدأ. ففي المسرع تسير حزمتان من الجسيمات ذات الطاقة العالية باتجاهين مختلفين, ويؤدي تصادم جسيمين من الحزمتين إلى إنتاج جسيمات أخرى بحسب مبدأ التكافؤ بين الكتلة والطاقة الناتج عن النظرية النسبية الخاصة. وكلما كانت طاقة الصدم أكبر، تكون الجسيمات الناتجة أكبر كتلة. وهذا لا يعنى أنها أكبر حجماً على الإطلاق بل على العكس، فكلما كانت كتلتها وبالتالي طاقتها أكبر فإن حجمها أو بشكل أدق طول الموجة المرتبط بها يكون أصغر. ويكون عمر هذه الجسيمات قصيراً جداً، بحيث لا يمكن لأي جهاز أن يرصد أو يصور مباشرة حادثة الصدم. وما يكشفه المجربون هو الآثار الباقية من تحلل هذه الجسيمات. وهم يضعون العديد من الكواشف حول نقطة الصدم من أجل تحديد موضعها وطاقتها. تقسم الجسيمات إلى عائلتين هما الفرميونات التي تشكل المادة والبوزونات التي تنقل التفاعلات بين الجسيمات. وهناك نمطان من الجسيمات في مجموعة الفرميونات: فمن جهة هناك اللبتونات التي لا تشارك في التفاعلات الشديدة، ومن جهة أخرى الكواركات المختلفة النكهات والألوان والتي تشارك في كافة التفاعلات. وتحدد شحنات النكهة (وعددها ست) واللون (وعددها ثلاث) للكواركات سلوكها تبعاً للتفاعل الضعيف والقوي. إن البوزونات وهي موجهات التفاعلات الأساسية الأربعة، هي الفوتون بالنسبة للتفاعل الكهرومغطيسي، والغليونات للتفاعل الشديد وهي تربط الكواركات فيما بينها، والبوزونات حاملات التفاعل الضعيف، وأخيراً الغرافيتون ناقل الجاذبية. وقد صُنفت الفرميونات والبوزونات في ثلاث مجموعات في النموذج المعياري، وهو

نظرية تذهنيه تسمح بالتنبؤ بكافة الظاهرات التي تنتج عن التفاعلات الأساسية باستثناء الجاذبية. ويمكن استنتاج المجموعتين الأخيرتين من الأولى إذ لا يتميز الجسيم فيهما عن جسيمات المجموعة الأولى إلا بالكتلة. فالميون ليس سوى الكترون إنما أثقل قليلاً، وكذلك التون هو ميون أثقل منه قليلاً. فكما لو كانت الطبيعة قد بنت المادة وفق ثلاث مراحل. ويقبل الفيزيائيون بأن النموذج المعياري كان يمكن أن يكون صحيحاً بمجموعة واحدة من الجسيمات .

لا يوجد مجموعه واحده أو خمس مجموعات مثلا من الجسيمات ولمعرفة السبب لا بد من العودة إلى مفهوم التناظر لفهم جوانب هذه المسألة. فنظرية الحقول الكمومية تقتضي وجود تناظر يقال له(CTP ، وهو نتاج تناظرات الشحنةCحيث نستبدل الشحنة بشحنة معاكسة، والفراغ P حيث نستبدل إشارات الإحداثيات الفراغية، والزمنT حيث نعكس اتجاه الزمن). أن عدم تغير الفيزياء عبر التناظر CPT يمكن أن يجعلنا نعتقد أنه يوجد أيضاً ثبات فيزيائي بالنسبة لـ C و P و CP و Tبشكل منفصل. لكن التفاعل الضعيف يشرخ هذا المبدأ: فهو ليس ثابتاً بالنسبة للتناظر .CP ويعني ذلك عملياً أنه ضمن صيرورات من التحلل الإشعاعي، فإن تغيير شحنة جسيم بشحنة معاكسة والنظر إلى النتيجة بالمرآة (أي عكس الإحداثيات) هو صيرورة ليس لها الاحتمال نفسه الذي لصيرورة البدء. فانكسار التناظر CP هذا يمكن أن يفسر غلبة المادة في الكون على المادة المضادة التي تحمل دوماً الشحنة المعاكسة لشحنة المادة. وقد توصل الفيزيائيون إلى تبيان أن الانكسار في إطار النموذج المعياري ليس ممكناً إلا إذا كان يوجد ثلاث مجموعات حصراً من الجسيمات. توجد الجسيمات المضادة طالما تم رصدها فقد عُثر عليها أولاً في الأشعة الكونية، ثم في المسرعات والمصادمات. لكن ديراك كان قد افترض وجود الجسيمات المضادة في نهاية العشرينات قبل أن يمكن رصدها. فمن أجل موافقة الميكانيكا الكمومي والنظرية النسبية تخيل وجود جسيم موجب الطاقة تساوي كتلته كتلة الإلكترون إنما يعاكسه بالشحنة. وقد أُثبت وجود هذه الازدواجية من الجسيمات والجسيمات المضادة بشكل تجريبي في عام 1932. وقد تم اليوم اكتشاف كافة الجسيمات المضادة للجسيمات الأولية. ويملك الجسيم المضاد الكتلة نفسَها واللف الذاتي نفسَه اللذين للجسيم الذي يحمل الاسم نفسه ويختلف بالشحنات. والشحنات بصيغة الجمع هنا إذ توجد أنواع مختلفة منها. فكل جسيم أو جسيم مضاد يحمل في الواقع عدداً من الشحنات (الشحنة الكهربائية، والشحنة اللونية، والعدد الباريوني، وشحنة النكهة). وهذه الأرقام هي نوع من المميزات التي تحدد سلوك الجسيم أو الجسيم المضاد في التفاعلات. إن أحد الألغاز الكبرى في الفيزياء الحديثة هو نقص هذه المادة المضادة المقاس في الكون.يمكن رصد كافة الجسيمات الأولية لكن يصعب رصد بعضها أكثر من غيره، مثل النيوترينو وهو جسيم من اللبتونات متعادل

كهربائياً. وكان باولي قد تنبأ بوجود هذه الجسيمات المتعادلة في عام 1932. وبعد نحو عشرين عاماً تم اكتشاف النيوترينو. ومن الصعب رصد هذه الجسيمات لأنها غير مشحونة ولا تشارك إلا في التفاعل الضعيف وبالتالي فإن احتمال تفاعلها مع المادة شبه معدوم. وتزيد هذه الخاصية أيضاً تعقيد مسألة قياس الكتلة التي ربما تكون صفراً. كذلك فإن كشف الكواركات صعب حتى ولو كانت هذه الفرميونات تشارك في التفاعلات كلها .إن الكوارك لا يمكن أن يُلحظ مباشرة لأنه ينتقل دائماً بشكل حزمة، إلا مع كواركين آخرين أو مع كوارك مضاد. ونعرف إضافة إلى ذلك أنه توجد ثلاثة ألوان مختلفة لكوارك واحد، ولكن هذه الألوان تعطي إذا امتزجت مع بعضها ما يشبه الأجسام البيضاء، وهذه الأجسام هي وحدها التي يمكن رؤيتها بحسب نظرية القوة الشديدة. فنحن لا يمكننا إذن أن نرصد مباشرة سوى تجمعات الكواركات وليس الكواركات المعزولة أبداً.

يستطيع الفيزيائي أن يتنبأ بفضل النموذج المعياري بعدد معين من المتحولات ولكن ليس بالقيم الدقيقة لكتل الجسيمات. وبحسب النموذج المعياري الحالي يجب أن تكون كتلة كافة الجسيمات معدومة. فقد رأينا أن التفاعلات الرئيسية الأربعة تحافظ على التناظرات، وهذه التناظرات هي التي تفرض على جسيمات التفاعل، أي البوزونات، أن تكون معدومة. وهذا هو حال الفوتونات بالنسبة للتفاعل الكهرومغنطيسي والغليونات بالنسبة للتفاعل الشديد، لكنه ليس حال بوزونات التفاعلات الضعيفة ذات الكتلة الكبيرة والتي تصل إلى ثمانين ضعف كتلة البروتون. ومن أجل تفسير هذه الظاهرة اخترع الفيزيائيون حقلاً كمومياً جديداً هو حقل هيغز، هو مولّد الكتلة، وتفاعلاً جديداً مرتبطاً به هو آلية هيغز. وبحسب النموذج المعياري فقد جعل حقل هيغز كافة الجسيمات ثقيلة ما عدا الفوتون والغليون. ويفسر النموذج المعياري ذلك بأن شرخاً آنياً حدث في تناظر حقل هيغز في الحالة المستقرة الأساسية التي هي الفراغ.

ومن الاكتشافات الحديثة أن المادة لها أضدادها وأن كل جسيم من الجسيمات الأولية المكونة لذرات المواد له جسم مضاد بنفس الكتلة ولكنه يحمل صفات مضادة ، وذلك مثل البروتون وأضداد البروتون والنيوترون وأضداد النيوترون والإليكترون وضده أو البوزيترون وان نوى الذرات تتكون من جسيمات دقيقة تسمي الباريونات Baryons من مثل البروتونات والنيوترونات,وأنهذه أيضا لها أضدادهاAnti Baryonوهكذا.

وعند التقاء أي جسيم من جسيمات المادة وضده فإنهما يفنيان ويتحولان إلي طاقة على هيئة أشعة جاما حسب القانون:

الطاقة الناتجة = الكتلة* مربع سرعة الضوء.

وقد ثبت علميا أن المادة وأضدادها على مختلف المستويات قد خلقت بكميات متساوية عقب عملية الانفجار الكوني مما يؤكد حقيقة الخلق من العدم, وإمكان الإفناء إلى العدم. وفي سنة1980 م منح كل من جيمس , كرونينو فال فيتش جائزة نوبل في الفيزياء لإثباتهما بالتجربة القابلة للتكرار والإعادة, أن إفناء بعض الجسيمات الأولية للمادة بواسطة أضدادها لا يتم بتماثل كامل ومنهما كان بقاء المادة في الكون وعدم فنائها بالكامل. وفي سنة1983 م حصل وليام فاولر على جائزة نوبل في الفيزياء مناصفة مع آخرين لجهوده في تفسير عملية تخليق نوى ذرات العناصر المختلفة بواسطة الاندماج النووي. ولذلك سوف يكون حديثنا عن البوزيترون أحد الجسيمات المضادة في الجدول الدوري:
ذرة البوزيترونيوم:(Positronium)

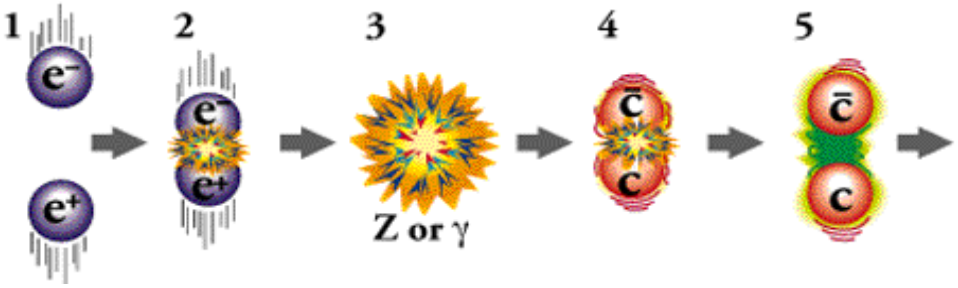
تظهر ذرة البوزيترونيوم في حالات معينة من تحولات النشاط الإشعاعي المصاحب بانطلاق البوزيترون ، ولوقت قصير جداً يكون البوزيترون نظاماً ثابتاً مع الإلكترون .

متوسط عمرها قصير جداً ، لا يزيد على جزء من ألف مليون جزء من الثانية ورمزها : هوPS

البوزيترون:(Positron)
هو عبارة عن جسيم مضاد للإلكترون ، لديه نفس حجم وكتلة الإلكترون ، ولكنه مخالف له في الشحنة ، فهو موجب الشحن.

وعندما يحدث تصادم بين البوزيترون و الإلكترون فإن ذلك نهايةً لكلٍ منهما فكل منهما يلتهم الآخر ، وبمعنى آخر يتحولان إلى لا شيء ، أو بدقة أكثر إلى إشعاع لكن قبل اختفاء هذين العدوين اللدودين مباشرة يتواجدان جنباً إلى جنب لبرهة قصيرة ، في هذه البرهة تبعث روح ذرة البوزترونيوم فهي ذرة دون نواة ، ويدور كل من الإلكترون والبوزيترون حول مركز مشترك للجاذبية. .
وتوضح الصور التالية : فناء البوزيترون :

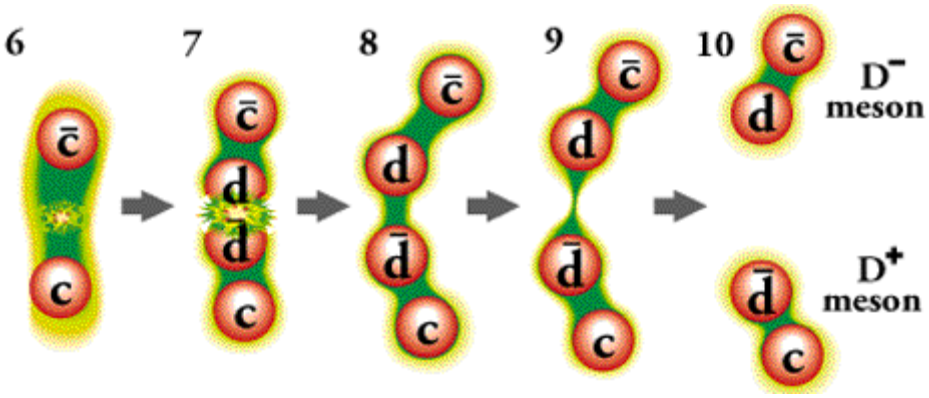
الشكل (1) يوضح اقتراب الإلكترون والبوزيترون



الشكل (2) يوضح حدث إفناء البوز يترون

شرح عملية الفناء بالتفصيل وبالصور:

1- يقترب الإلكترون من البوزيترون في مساحة معينة.
2- ثم يتصادمان ويُفنيان مع إطلاق كميات ضخمة من الطاقة.
3- ويتحولان بعد فنائهم إلى الفوتون أو جسيمات z ، والتي تعتبر جسيمات تحمل قوة كبيرة بداخلها.
4- وتنشأ من الجسيمات السابقة : الكواركات المفتونة
5- ثم تتحرك هذه الجسيمات وتتمدد عن بعضها البعض ويُلاحظ في الوسط حقل القوة الملون بالأخضر.



الشكل(3) يوضح البوز يترون بعد تكون الكواركات

6- وتتحرك الكواركات ، وناشرة حولها حقل مغناطيسي .

7- وتزداد الطاقة في الحقل المغناطيسي بانفصال الكواركات عن بعضهم البعض وعندما يكون هناك مقدار كافي من الطاقة في الحقل المغناطيسي ، تتحول الطاقة إلى الكواركات وأضدادها.

8- الكواركات تنفصل إلى جسيمات واضحة ومتعادلة D (وعليها شحنة موجبة) والمفتونة وضد الكوراك السفلية D (وعليها شحنة سالبة).

كيمياء البوزيترونيوم:

هي عبارة عن التفاعلات الكيميائية للبوزيترون و البوزيترونيون وتعتبر كيمياء البوزيترونيوم من الموضوعات الهامة لكلاً من الفيزيائي والكيميائي.

يستخدم فناء البوزيترون:

1- يفيد في المسابر المجهرية في داخل المادة

2- ومن خلال فنائه نحصل على معلومات عن تركيب وصفات بعض المواد. فيمكن للبوزيترون أن يدخل في تفاعلات كيميائية . حيث يتفاعل بسهولة مع المركبات الكيميائية التي لها روابط تكافؤ حرة .فتشغل ذرات البوزيترون تلك الفراغات غير المستعملة ، واستطاع الكيميائيون بواسطة أجهزة خاصة الكشف عن طبيعة تحطيم البوزيترون التي تحدث داخل الجزيء ، وقد مكن ذلك الكيميائيون من دراسة الأشكال الجزيئية المعقدة في الطب تقنية البوزيترون تمَّ خلال العشرين سنة الماضية ، استخدام البوزيترونات بشكل متزايد كأداة لفحص الأجسام الصلبة داخل المختبر .وبالفعل ، فإن

تطبيق تقنيات كهذه في مجال الصناعة كان السبب الرئيسي في تطوير المجهر البوزيترونيو يُعدّ المجهر البوزيتروني جهازاً أكثر تعقيداً من المجهر الإلكتروني. ويقترب الوقت كي تبدأ الصناعة باستخدام التقنيات البوزيترونية .فيخطط العلماء ألان لاستخدام البوزيترونات التي يجري توليدها في المفاعل النووي .ومن التقنيات الحديثة للبوزيترون .

Positron emission tomography (PET)وهذه التقنية تستخدم لقياس تركيز انطلاق البوزيترون المشع في داخل الأنسجة الحية واستخدمت حديثاً في علاج مرض الزهايمر.

الفرميونات:

هي جسيمات يمكن أن تشكل حالات كمومية مركبة ذات لا تناظر تام، نتيجة لذلك فهي تخضع لمبدأ باولي في الانتفاء وتخضع لإحصاء فيرمي-ديراك.حسب مبرهنة إحصائيات السبين يجب أن يمتلك الفرميون غزلا أو تدويما (spin) نصف صحيح. تصنف جميع الجسيمات الأولية كفرميونات أو بوزونات ,أما الجسيمات المركبة المؤلفة من فرميونات فيمكن أن تكون إما بوزونات أو فرميونات حسب قيمة تدويمها الكلي.

تؤلف الفرميونات الجسيمات الأولية التي تتشكل منها المادة، وتصنف هذه الفرميونات المادية ضمن مجموعتين :(كواركات) التي تضم البروتوناتوالنيترونات (وليبتونات) تضم

1-1-2 احصاء فيرمي ديراك:

في الفيزياء لإنريكو فيرميوبول ديراك هو دالة توزيع أوجداها منفردين وتحكم احتمالية تواجد إلكترون ما يملك طاقة معينة في حالة كمومية ما, ولا يقتصر التوزيع على الإلكترونات بل سائر جسيمات الشق الأول من الأجسام المتماثلة وهن الفرميونات الذاعنة لمبدأ باولي للاستبعاد(أو نصفيات المغزل), أما الشق الثاني وهو البوزونات (صحيحات المغزل) كالفوتونات فيخضع لإحصاء بوز أينشتاين.

يجدر الانتباه إلى نقطة غاية في الأهمية هنا وهي إن امتلاك إلكترون (أو فرميون على وجه العموم) لطاقة ما لا تعني إطلاقا أنه سيستحوذ على مستوى الطاقة المقابل (الحالة الكمومية), بل يجب أن ندرس كذلك شغور هذا المستوى عن طريق حسبان كثافة المستويات عند مستوى الطاقة هذا.

و بتعميم هذا المبدأ, ينتج لنا أن حسبان تركيز الفرميونات في مستوى طاقة ما يعتمد بشكل أساسي على مرتكزين أساسين:

كثافة المستويات : عدد الأماكن الخالية في هذا المستوى.

إحصاء فيرمي ديراك : عدد الفرميونات التي تملك طاقة تبلّغها هذا المستوى.

الصياغة الرياضية:

ينجح هذا الإحصاء عند تواجد التوازن الحراريفي تخمين عدد الإلكترونات التي تملك طاقة E حسب القانون التالي:

حيث: إحصاء بوز-أينشتاين:

إحصاء بوز-اينشتاين (Bose-Einstein Statistics) هي نظم لتوزيع الجسيمات الأولية في الإحصاء الكمومي. وتنتمي البوزونات إلى إحصاء بوز-اينشتاين، وتنتمي الفرميونات إلى إحصاء فيرمي-ديراك.

ويعطي كل نظام منها عدد الجسيمات $\langle n(E) \rangle$التي لها نفس الرقم الكمومي ذو طاقة E في حالة التوازن الحراري عند درجة حرارة معينة Tكلفن لجسيمات متماثلة : بوزونات أو فرميونات.

في حالة عدم وجود تأثر بين تلك الجسيمات تعطينا المعادلة الآتية توزيع البوزونات (تتميز البوزونات بعزم مغزلي 0 أو Spin=1):

$$\langle n(E) \rangle = \frac{1}{e^{\beta(E-\mu)} - 1}$$

حيث:

μ=الجهد الكيميائي

β=تساوي عادة $1/(k_B T)$

kB=ثابت بولتزمان

T= درجة الحرارة كلفن

ويعتمد الجهد الكيميائي على درجة الحرارة.

تعطينا المعادلة عدد الجسيمات في الحالة الكمومية E. وإذا كانت الحالة Eمنفطرة (مفصصة طبقا لميكانيكا الكم) فيجب ضرب درجة الانفطار gi في المعادلة السابقة.

عند درجة الحرارة الحرجة المنخفضة جدا T_λنحصل على الحالة الخاصة في عدم وجود تأثر بين الجسيمات، مع افتراض أن الجهد الكيميائي μ قريب من مستواه الأدنى، نحصل على تكثف بوز-أينشتاين.

وفي حالة توزيع فيرمي-ديراك نحصل على المعادلة السابقة ولكن يكون المقام مجموع أجزائه (+) بدلا من الفرق بين جزئيه(-).

أي:

$$\langle n(E) \rangle = \frac{1}{e^{\beta(E-\mu)} + 1}$$

وبالنسبة للفرميونات فهي تتبع إحصاء فيرمي-ديراك، وهي تتحول إلى عند الطاقات العالية E إلى توزيع بولتزمان، كما يتحول أيضا توزيع بوز-اينشتين عند الطاقات العالية إلى توزيع بولتزمان. وكان توزيع بولتزمان أصلا يصف توزيع الذرات أو الجزيئات في نظام غازي في حالة توازن حراري.

تتميز الفرميونات أن لها عزم مغزلي T=2/1

إن أول من لاحظ بوزترون هو ديميتر ياسكوبلتسين في عام 1929 عندما كان يستعمل (ويلسون غرفة سحابة) في محاولة كشف أشعة قاما في الأشعة الكونية . دمتري اكتشف جسيمات تصرف مثل إلكترون ولكن انحنى باتجاه المعاكس للمجال المغناطيسي المطبق.

كذالك في عام 1929 , تشونغياو تشاو المتخرج من معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا , لاحظ بعض النتائج الغريبة احتوى على جسيمات يتصرف مثل إلكترون , ولكن تحمل شحنة موجبة.

كارل اندرسون , اكتشف بوزيتروني في 2 من أغسطس في عام 1932 الذي فاز بجائزة نوبل للفيزياء في عام 1936 . اندرسون صاغ المصطلح بوزيترون . بوزيترون هي الدليل الأولى للمادة المضادة . كتب اندرسون استذكار يقول فيه ان بوزيترون تم اكتشافه مسبقا اعتمادا على أعمال تشونغياو.

2-2 التصوير الطبي :

يشير مصطلح التصوير الطبي إلى التقنيات والعمليات المستخدمة للحصول على صور للجسم البشري (أو أجزاء منه) للأغراض التشخيصية , العلاجية أو البحثية. وهو يعتبر فرع من التصوير البيولوجي الحيوي ويتعاون بشكل كبير مع علم الأشعة، التنظير الداخلي، التصوير الحراري.

وهو تشخيصي في ماهيته، ويهدف لإتاحة النظر لداخل الجسم، لمسح الأعضاء الداخلية وتمييز العمليات المرضية (باثولوجية) داخله ترجع فحوصات التصوير الأولى، في نهاية القرن التاسع العشر،حينما اكتشف (ويليام كونر درنتجن) أشعة (X) وظاهرة اختراقها لجسم الإنسان وترتكز الطريقة على استخلاص حزمة أشعة الكترو-مغناطيسية ذات طول موجي قصير وطاقة عالية. تستطيع هذه الأشعة اختراق الجسم وترك تسجيلاتها (بشكل مشابه للضوء).على شريط تصوير عادي يقع وراءه.

أحيانا، يتم إدخال مواد تباين إلى الجسم عن طريق الشرب، الحقنة الشرجية أو الحقن الوريدي،بهدف تلوين الأعضاء المستهدفة بشكل مؤقت. تتميز هذه المواد بعدد ذري عالي،وبخاصية تخلص الجسم السريع منها.

في أول عملية تصوير تم أجراها في التاريخ تم فهم قدرة أشعة (X) وكذلك محدوديتها في تصوير كف اليد , فلم تستطيع تمييز أنواع الأنسجة المختلفة ولكن . بمساعدة التصوير المقطعي المحوسب (CT) تم التغلب علي هذه المعضلة و كذالك تم تمييز كثير من العناصر والمركبات الدقيقة الأخرى و تم التمكن للمرة الأولى من بناء صورة ثلاثية الإبعاد للجسم (بدلا عن الصورة ثنائية الأبعاد)ومن التحديثات الأخرى،إمكانية إعطاء قيم عددية للأنسجة المختلفة .

يتخلل أل CT كمية الإشعاع الأكبر من بين وسائل التصوير المختلفة، لذالك تم تطوير التصوير بمساعدة الأمواج فوق الصوتية (ذات التردد العالي) ,ففي التصوير بالموجات فوق الصوتية يمكن الحصول على حوالي 25 صورة في الثانية.

فخلو هذه الطريقة من التأثيرات الإشعاعية يجعل من التصوير ممكنا لدى النساء الحوامل،الأجنة والأطفال.

وبمساعدة التصوير بالرنين المغناطيسي-(MRI-Magnetic Resonance Imaging) يمكن تعميق المعلومات التي يتم الحصول عليها ب (CT).

ففي أل MRI يتم إعطاء نتائج بدقة عالية الوضوح مما يضمن تمييز الأمراض بصورة أسرع إلا أن هذه الطريقة ليست شائعة بسبب تكلفة الأجهزة العالية , البنية المعقدة والمسح البطيء.

التصوير الوظيفي:

ويعرف بأنه (بث مباشر لنشاط الدماغ) وفيه يتم تشغيل المراكز المختلفة في الدماغ باستهلاك متزايد للأوكسجين. وتم بمساعدة أل(MRI) ملاحظة التغييرات الناجمة عن الاستهلاك المتزايد،عند حدوثها تقريبا، وهكذا يمكن متابعة نشاط الدماغ وزمن رد فعلها لمنبهات الحركية، العاطفية والذهنية وأخيرا نفهم انه تم تطوير طرق التصوير للحصول على الكثير من المعلومات دون إحداث أضرار،أو بأقل أضرار ممكنة للمريض.

أنواع تقنيات التصوير الطبي الحديثة:

1. التصوير الطبي ألشعاعي ألتنظيري.
2. الأشعة المقطعية.
3. الموجات فوق الصوتية.
4. الفلوروسكوبي.
5. التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI).
6. التصوير النووي.
7. التصوير بإشعاع البوزيترون (PET).
8. التصوير الصوتي.

2-3 تصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني:

يعتبر التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني (يرمز لها اختصاراًPET من Positron Emission Tomography)

هي تقنية تصوير في الطب النووي تبين صور ثلاثية الأبعاد لبعض أعضاء الجسم وما قد يكون فيها من ورم سرطاني أونقيلات سرطانية ،كما يمكن بواسطتها تفقد مختلف العمليات الوظيفية في الجسم ،مثلا لعمليات الحيوية للجهاز الهضمي.

ويعمل الجهاز المصوّر على أساس اكتشاف أزواج من أشعة غاما المنبثقة بشكل غير مباشر من نظير مشع يكون مصدر البوزيترونات (إلكترونات موجبة الشحنة).

يتم حقن المادة المشعة في جسم المريض بعد ربطه بجزيء حيوي فعال (مثل جزيء سكر) ،فتتركز المادة المشعة بالعضو المراد فحصه ،مثلا الدماغ والكلية والكبد.

فيتم تسجيل القياسات لأشعة غاما الصادرة من العضو واستبناء صورة ثلاثية الأبعاد لها بواسطة الحاسوب ،فيمكن رؤياها على شاشة متصلة بالحاسوب.

في الآونة الأخيرة ،أصبحت تستعمل طريق تين في نفس الوقت لزيادة التوضيح والاستبناء وهي طريقتي التصوير الطبقي المحوسب بواسطة الأشعة السينية (أشعة إكس).

وتكون مقترنة بالتصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني .

إذا كان الجزيء الفعال حيويًا الذي يرتبط بالقائفة هو جزيء الـFDG (إحدى مضاعفات الجلوكوز)،فإنّتصوير تركيز القائفة يعطي قياسًا لحجم وشكل الورم في العضو المصاب ويوضح سير فعالية في التمثيل الغذائي.

مع أنّ استعمال هذه القائفة باتشائع افي التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني ،فهنالك العديد من القائف اتالأخر بالتيتختص بالتمركز في أعضاء معينة في الجسم.

استخدام جهاز PETلتحديد أماكن معينة في الدماغ:

لإجراء التصوير، يتم حقن الشخص الخاضع للتصوير بقائفة التي هي عبارة عن نظير مشع ذي عمر قصير مثل الفلور-18،وعادة ما تحقن المادة إلى الدورة الدموية. وطريقة تحضير الفلور-18 المشع باستخدام سيكلوترون، ثم يتم على الفور معالجة المادة المشعة مع مادة الحقن وهي فلور إثيلتيروسين وإرسالها فورا إلى مستشفى العلاج . ونظر السرعة تحلل المادة المشعة في لزم اقتراب معمل إنتاج النظير المشع من المستشفى، فمثلا يمكن أرس المادة الفلور إثيلتيروسين المشعة إلى مسافة 200 كيلومتر.

تحقن القائفة في جسم المريض وبعد فترة وجيزة يرتفع تركيزها في أنسجة العضو المرغوب تصويره، كما يتموضع الشخص في جهاز التصوير بالإصدار البوزوتروني (الماسح).

من المواد الأكثر استعمالاً في تصوير الإصدار البوزيتروني تعرف فلوريد الجلوكوز منقوص الأكسجين (FDG)،وهي مادة من السكريات، ويكون زمن الانتظار بعد الحقن لدى استعمالها ساعة واحدة تقريبًا.

وأثناء التصوير يتم تسجيل تركيز الأشعة الصادرة من العضو، وبعد القياس يستمر تحلل القائفة بشكل طبيعي وفق عمرالنصف لها .

ويقوم النظير المشع لدى تحلّله (المعروف أيضًا باسم اضمحلا لبيتا بإصدار بوزيترونات (وهي إلكترونات موجبة الشحنة) ،أي جسيمات مضادة للإلكترونات بسبب اختلاف شحنة كلمنهما . تستمر هذه البوزيترونات بالانطلاق بضعة ميليمترات وسرعان ما تصطدم بإلكترون ويسفر هذا إفناء إلكترون-بوزيترون عن إفناء كل من الجسمين المتضادين وينتج عنهما فوتونين من أشعة غاما ينبعثان في اتجاهين متضادين.

يتم الكشف عن هذه الفوتونات عندما تصل إلى المفراس الومضان بحيث تصدر عنها وميض عابر تلتقطه أجهزة تعرف باسم صمامات تضخيم ضوئية وهي صمامات إلكترونية مفرغة ذات تحسس ضوئي كبير.

تقوم الصمامات المضخمة للضوء بتسجيل الأشعة الصادرة وتحولها إلى نبضات كهربائية يمكن تسجيلها . وعادة يكون المفراس عبارة عن دائرة من هذه الصمامات الحساسة تحيط بالشخص المعرض للتصوير.

وتعتمد عملية على القياس على الكشف المتزامن لفوتونين صادران من نقطة في اتجاهين متضادين في دائرة المفراس

(بالنسبة لمركز الكتلة، فالنقطتين متضادتين تمامًا، ولكن بما أنّ مركز الثقل لا يقع بالضبط في مركز دائرة المفراس، فنقطتي الكشف قد لا تكونا متضادتين تمامًا، ويسمح المفراس بشكل عامل درجة معينة من "الخطأ" في اتجاه الكشف). ويتجاهل المفراس أية "أزواج" فوتونات متضادة يقيسها إذا تعدّ بالفرق الزمن يبينهما بضعة نانوثوانٍ، إذ يكونا صادران من مكانين مختلفين في العضو .

توضيع حدث إفناء البوزيترون:

الغالبية العظمى من أحداث إفناء إلكترون-بوزيترون تسفر عن انبعاث فوتونين من أشعة غاما ذوي طاقة تساوي طاقة تعادل 511 كيلو إلكترون فولت الواحد باتجاه معاكس للآخر (أي 180 درجة تقريبًا بين اتجاهات انطلاقهما).

من هنا،فبالإمكان تحديد مكان حدوث الإفناء على طول خط الانطلاق للفوتونين (ويسمى بالإنجليزيةLOR) بواسطة مقارنة الفرق بين زمني وصول كل فوتون إلى المفراس. في الواقع، فالخط المستقيم ليس متناه في الدقة، بل له سمك معيّن،بسبب انحراف الزاوية الحقيقية شيئا ما عن 180. إذا كانت الدقة الزمنية للجهاز أقل من 500 بيكو ثانية (فضلاً عن 10 نانو ثوانٍ)،بالإمكان توضيع الحد ثل مقطع ما على طولالـLOR.

مع تحسّن الدقة الزمنية، تتحسن كذلك نسبة الإشارة إلى الضوضاء، حيث يكفي عدد أقل من الأحداث للحصول على نفس جودة الصورة. حيث يصغر طولا لمقطع مع تحسّن الدقة .

استبناء الصور بواسطة إحصائيات التزامن:

طريقة استبناء الصور في التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني تشبه إلى حد كبير طريقة الاستبناء في التصوير الطبقي المحوسب (أوالـCT) وفي التصوير المقطعي بإصدار فوتون واحد (أوالـSPECT)،مع أنّ كمية المعلومات المتوفرة في تصوير الإصدار البوزيتروني ضئيلة بالنسبة لها تين التقنيتين،مما يجعل عمليات الاستبناء أصعب.

وفقا لإحصائيات الملتقطة من تزامن اصطدام أزواج فوتونات بالمفراس، بالإمكان حل معادلات لكمية فعالية القائفة المشعة في كل قطعة من النسيج المنشود على طول عدّة خطوطLOR. بهذا الشكل يتم تخطيط النشاط الإشعاعي لكل فوكسل في النسيج.

الصورة النهائية تظهر جميعا لأنسجة التي تركزت فيها القائفة المشعة، وهي صورة يستطيع أخصائي أشعة أن يقرأها ويستخلص منها الاستنتاجات.

2-3-1 المتفقدات:

تسمى المواد المستخدمة لحقن الأعضاء متفقدات Tracer، من تلك المواد ما يتمركز تفاضليا في عضو معين في الجسم.

ويعمل العلماء على اختيار مختلف مواد مناسبة لاستخدامها لاستبيان مختلف الأعضاء، مثلا الدماغ والكبد والكلية غيرها، وهذا يتطلب عملا مضنيا إذ يجب أن لا يكون لتلك المواد التي ستكون حاملة للنظير المشع أي أعراض جانبية ضارة بجسم الإنسان.

كما يستخدم بعضها لعلاج الأورام الخبيثة مثل علاج الغدة الدرقية .

من المتفقدات أيضا أحماض أمينية معلمة بنظير مشع، وهي تستخدم حيث أن الأورام السرطانية تكون شرهة للبروتينات . من تلك الأحماض الأمينية مادة "تيروسين" التي يمكن تعليمها بالفلور-18 المشع وحقنها لتعيين حجم وشكل الورم السرطاني .

ويحضر الفلور-18 في السيكلوترون بأحد المراكز العلمية أو قد يكون من منشآت مستشفى متخصصة في العلاج بالأشعة.

يجري تيار من الجسيمات المشحونة السريعة في مدار دائري في السيكلوترون وتصطدم بجزيئات الأكسجين في نتج منها الفلور-18 المشع.

يتم في الحال استخلاصها وتنقيتها ومعاملتها بالمادة الحاملة مثل حمض أميني مناسب، ثم إرسالها فورا إلى المستشف بحيث يكون المريض مستعدا على سرير العمليات في جهاز التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني.

ويجب أن يبدأ حقن المريض بها وبدء التصوير فورا حيث أن عمر المادة المشعة يستمر عدة ساعات فقط .

التصوير العصبي:

المناطق الأكثر نشاطاً في الدماغ تستهلك أكبر كمية من الجلوكوز, لذلك يتم ربط المواد المشعة مع جزيئات الغلوكوز المتجه نحو الرأس.

التصوير العصبي بواسطة هذه الآلة مبني على الافتراض أن المناطق الأكثر نشاطاً في الدماغ تصدر أكبر كمية من الإشعاعات.

يستخدم أيضاً هذا النوع من التصوير في إيجاد رابط بين الأمراض النفسية والنشاط الدماغي. بالإضافة إلى ذلك, يستخدم الأطباء الصور الناتجة من التصوير العصبي خلال العمليات الجراحية لاستئصال الأورام الخبيثة ومعالجة الأمراض العصبية في الدماغ مثل الزهايمر.

التصوير الصدري:

يُستخدم التصوير الصدري في تشخيص والكشف عن الأمراض القلبية وتبلغ درجة دقة الصور وحساسيتها أكثر من 90% . المواد المشعة المستخدمة في هذا التصوير هي أكسجين-15 ونتروجين-13. هذا النوع من التصوير يعتبر باهظ الثمن عند مقارنتهم ع غيرهم بأساليب التصوير مثل التصوير بالرنين المغناطيسي أو التصوير بالمسح المقطعي, ولكن التصوير المقطعي القلبي بالإصدار البوزيتروني يتم تعب العديد من الخاصيات التي تميزه عن بقية أنواع التصوير. التصوير الصدري يعتمد على ذات المبادئ والافتراضات التي تعتمد عليها بقية أنواع التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني.

2-3-2 استخدام النظائر المشعة:

النظائر المشعة التي يكثر استخدامها في الكشف بواسطة التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني مرصودة في القائمة التالية، ومن ضمنها الفلور-18. تحضر تلك النظائر المشعة في معجلات للجسيمات المشحونة مع اختيار العنصر المناسب الذي يتحول إلى نظيرها المشع عن طريق اصطدام ذراته بالجسيمات المشحونة المعجلة لسرعات عالية. ويتميز الفلور-18 بأن له عمر النصف نحو 110 دقيقة، لهذا يكثر استخدامه في تلك الفحوص حيث يمكن نقله إلى مسافات طويلة (نحو 200 كيلومتر) إلى المستشفى التي تستخدمه.

أما بالنسبة للنظائر المشعة ذات عمر نصف قصير فلا يمكن استخدامها إلا في حالة كون المستشفى قريبا من مكان المركز العلمي الذي يشغل السيكلوترون لإنتاج العناصر المشعة، لتحقيق سرعة نقل النظير المشع واستخدامه قبل تحلل قدرتها الإشعاعية . يستخدم الفلور-18 في نحو 90% من الحالات .

جدول (1) يوضح النظائر المشعة وعمر نصفها

نظير مشع	C11	N13	O15	F18	Ga68	Rb82
عمر النصف	20.3 دقيقة	10.1 دقيقة	2.03 دقيقة	110 دقيقه	68 دقيقة	75 ثانية

4-2 الجاما كاميرا gamma camera :-

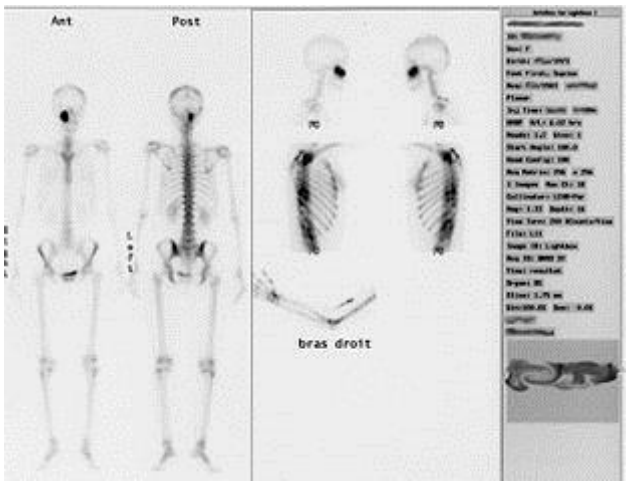
الجاما كاميرا عبارة عن جهاز الكتروني يستخدم في التشخيص الطبي لتصوير توزيع المركبات الإشعاعية في الأنسجة .بعد حقن المريض بها.

وبشكل عام:

هو جهاز للتصوير يستخدم في مجال الطب غالبا في الطب النووي لتصوير أشعة جاما المنبثقة من المركبات الإشعاعية في الجسم.

وهو جهاز يتكون من كاشف أو أكثر (detector) منصوبة بين المكان الذي يوضع فيه المريض وموصول بنظام تحكم لتشغيل الجهاز وتخزين الصور .

الشكل (4) يوضح جهاز الغاما كاميرا



الشكل(5) يوضح تصوير العظام بالفحص الوميضي

إلى اليسار:قبل حقن المادة المشعة ،إلى اليمين :بعد حقن المادة المشعة.

طريقة عملها:

الجاما كاميرا لها كاشف كبير يسمى بـ (البلورة الوامضة)، هذا الكاشف يكشف الأشعة المنبثقة من المركبات المشعة في النسيج مثلا وتحولها إلى إشارات ضوئية وهذه الإشارات الضوئية تتحول إلى إشارات كهربائية التي بدورها تتحول إلى إشارات في الكمبيوتر ويتم تحويلها ببرامج معينة تحولها إلى صور ، والصورة الناتجة يتم رؤيتها في النظام المرئي وتحويلها إلى فيلم ليتم تخزينها أو إرسالها.

الأجزاء التي تتكون منها الجاما كاميرا:

1- كاشف وامض:

عادة هذا الكاشف للكشف عن فوتونات جاما ، والكاشف الذي عادة يتم استخدامه في كاميرات الجاما تتكون من.[NaI(Tl)] ويتم استخدام هذا المركب نظرا لجودته وقوة فعاليته في التقاط أو الكشف عن إشعاعات جاما المنطلقة من المركب المشع ، ويتفاعل هذا الكاشف مع فوتونات أشعة جاما بالنظرية الكهروضوئية او نظرية كومبتون مع ايونات اليود في البلورة (التي يتكون منها الكاشف).

وهذا التفاعل يسبب بإطلاق الالكترونات والتي بدورها تتفاعل مع البلورة لإنتاج الضوء في عملية تعرف باسم scintillation أو الوميض أو إطلاق الشرارات

2- أنابيب مضاعف الصورة:

من كاشف الوميض لا يصلنا سواء كمية قليله من الضوء ولذلك إل Photomultiplier Tubes وهي أنابيب متصلة بالجهة الخلفية من البلورة وفي مقدمة إل Photomultiplier يوجد ما يسمى بالفوتوكاثود الذي إذا تم تحفيزه بفوتونات الضوء، يطلق الكترونات إل Photomultiplierعبارة عن آلة تكشف وتكبر الالكترونات التي ينتجها الفوتوكاثود ، لكل 7 – 10 فوتونات موجهة على الفوتوكاثود يتم توليد إلكترون واحد فقط ، وهذا الإلكترون الذي من الكاثود يتمركز على الداينود الذي يختزن هذا الإلكترون ويعيد إطلاق العديد من الالكترونات عادة من 6 إلى 10 وهذه الالكترونات الجديدة يتم تركيزها على الداينود وتعاد العملية مرة أخرى وأخرى في dynodes متعددة ، وفي قاعدة إل Photomultiplier Tubeيوجد آنود الذي بدوره يجذب هذه المجموعة الكبيرة من الالكترونات وتحويلها إلى نبض كهربائي.

كل جاما كاميرا لها مجموعة من الأنابيب يتم ترتيبها بشكل هندسي معين ، والكاميرا النموذجية تحتوي من 37إلى 91 أنبوب

3- وضعية التسليكات الكهربائية:

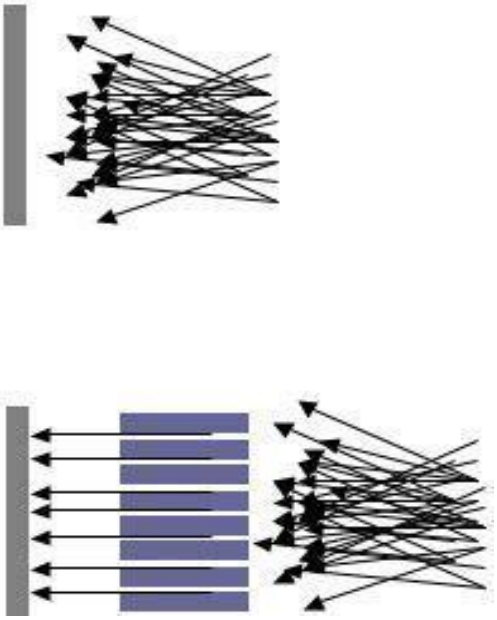
منطقيا يعني الوضعية يجب إن تكون تابعه لأنابيب الفوتومالتيبلاير المذكورة في الأعلى بحيث أنها تستقبل النبضات الكهربائية من الأنابيب إلى إل SMCوهو اختصار لـ Summing Matrix Circuit أو قالب تجميع النبضات وهذا يسمح بوضعية الدوائر إن تحدد كل ومضة.

4- Data Analysis Computer:

في النهاية يتم تحويل كل هذه الإشارات إلى الكمبيوتر وبعدها يتم استخدام برامج معينة لإخراج الصورة بشكل ثلاثي الإبعاد إما تكون رمادية أو ملونة على حسب البرنامج المتوفر.. وبعدها يتم تبسيطها وتحليلها ليتم تخزينها علي الأقراص.

5- الكوليميتر:

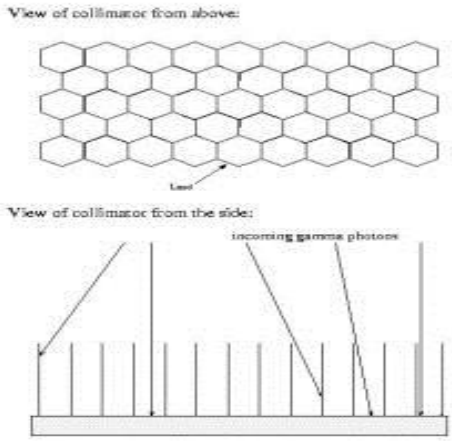
باختصار هو أشبه بفلتريفلتر سيل من الأشعة بحيث انه يمرر فقط الأشعة التي تكون متوازية تقريبا مع بعضكما هو موضح في هذه الصورة:



الشكل(6) يوضح مرور الأشعة في جهاز الكلوميتر

ويتم التقاط الصورة في جهة واحدة من الإشعاعات المتوازية التي تم فلترتها إما إذا تم استخدام الجهاز بدون كوليمتر سيقوم بتصوير الجزء المرغوب من كل الجهات حسب الأشعة القادمة من كل جهة وبالتالي لن تنتج صورة واضحة أو دقيقة.

وهنا صورة له من الاعلى ومن الجانب:



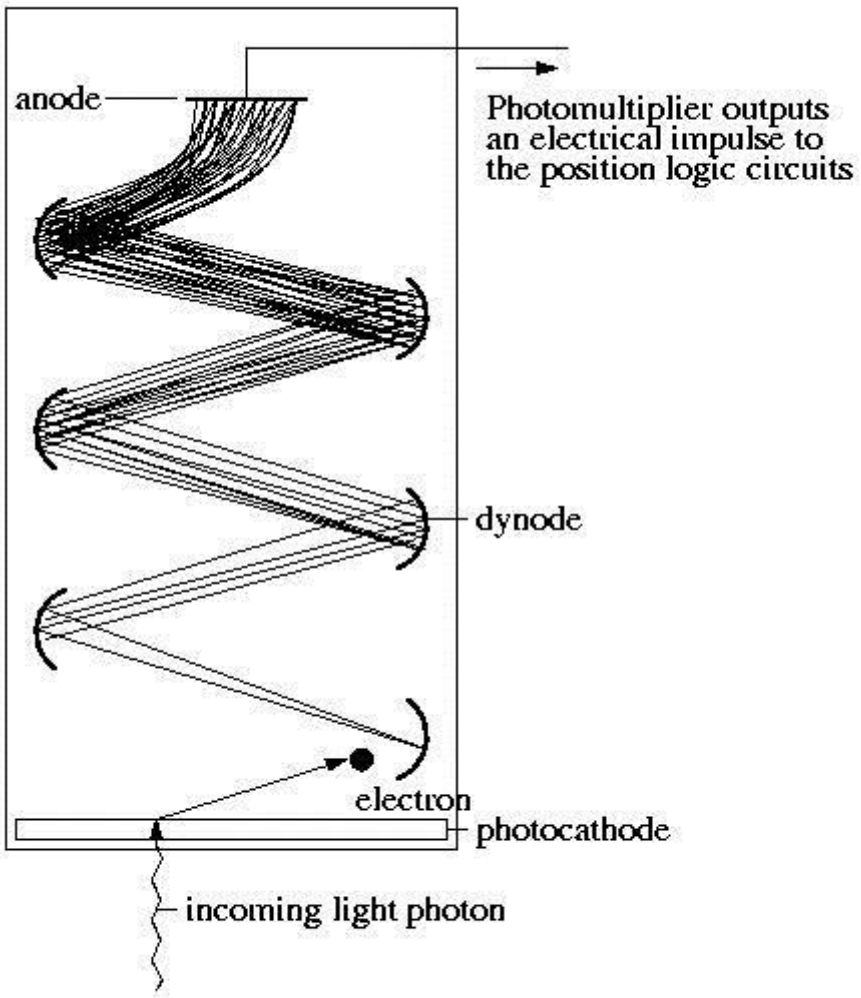
الشكل (7)يوضح الكولميتر من أعلي

التباين الفراغي:

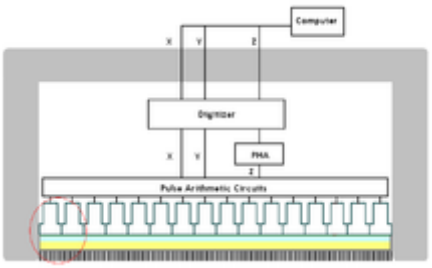
من أجل الحصول على معلومات فراغية (أشكال الأحجام) من خلال قياس أشعة غاما صادرة مثلا من قلب شخص بعد حقنه بمادة مشعة، وتكون عادة ثاليوم-201 أو تكنيسيوم-m99 ، وهي مواد تستخدم في التشخيص، فإننا نحتاج إلى نظام يؤول كل شعاع مسجل إلى مكان صدوره من الجسم.

والطريقة هي وضع نظام الأنابيب المتوازية قبل مدخل البلورة. ويكون نظام الأنابيب المتوازية هذا مصنوعة عادا من الرصاص لأن الرصاص يمتص أشعة غاما بشدة. ونظام الأنابيب هذا يكون طوله بين 5و2 سم إلى 7 سنتيمتر وبه آلاف من الفتحات الأنبوبية الشكل.وبذلك تحدد مسارات الفوتونات المارة خلاله ولا يسقط على البلورة سوي الأشعة المارة خلال الأنابيب، وأما الأشعة التي لا تكون موازية للأنابيب فإن جدران الأنابيب الرصاصية تمتصها. بذلك تتكون صورة واضحة للعضو المصاب.

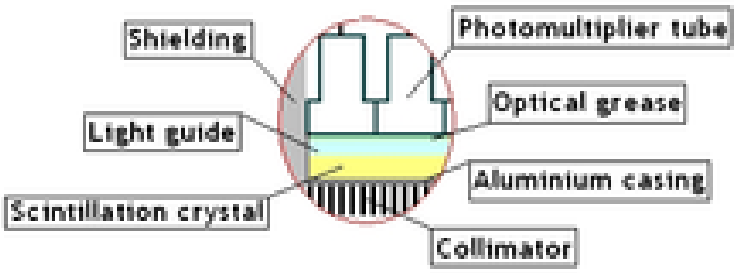
وهذه صورة توضيحيه له:



الشكل (8) يوضح نظام الأنابيب المتوازية



الشكل(9) يوضح مقطع في كاميرا أشعة غاما



الشكل (10) يوضح تفاصيل المقطع في كاميرا أشعة غاما

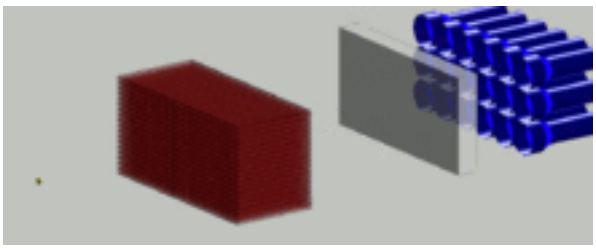
تتكون كاميرا أشعة غاما من بلورة مسطحة ملامسة لعدة صمامات تضخيم ضوئي وهذا النظام وموصل بحاسوب الذي يضبط عمل الكاميرا ويقوم في نفس الوقت بالتقاط الصور وتخزينها.

وتقوم الكاميرا بتسجيل وعد أشعة غاما الآتية من عضو المريض تحت الفحص والتي تمتصها البلورة في الكاميرا. وعادة تستخدم بلورة مسطحة كبيرة من يوديد الصوديوم مشوبة بعنصر الثاليوم. وقد اكتشف تلك لطريقة الحساسة لعد أشعة غاما العالم الفيزيائي روبرت هوفشتاتر عام (1948).

وتصدر البلورة وميضا ضوئيا عند التقاطها بشعاع من أشعة غاما. فعندما ينفذ شعاع غاما من جسم المريض إلى الخارج (ويكون قد حقن من قبل بنظير مشع مناسب) فيصطدم الشعاع بأحد إلكترونات ذرة يود في البلورة ،وينشأ عن ذلك وميضا عندما يعود الإلكترون المفصول عن الذرة إلى مكانه فيها.

وبعد إصدار الإلكترون للوميض فإنه يسجل عن طريق صمام تضخيم ضوئي الملامسة لسطح البلورة ويرسل نبضة كهربائية إلى الحاسوب الذي يقوم بعد الإشعاعات.

فيقوم الحاسوب بتكوين صورة مسطحة (ثنائية الأبعاد) لتلك الطبقة بحسب اختلافات عدد لإشعاعات القادمة منها على شاشة الحاسوب. فتبين الصورة توزيع ونسبة تركيز أشعة المادة المشعة في عضو المريض المصور.



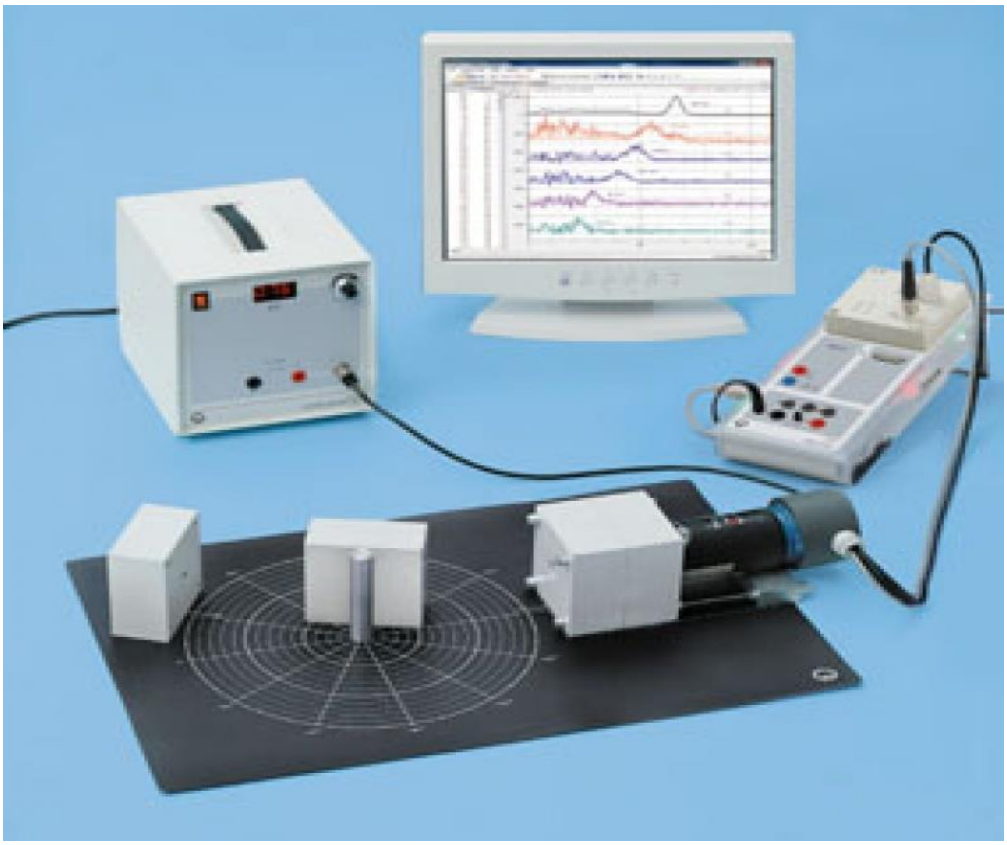
الشكل(11) يوضح صورة متحركة بعد خروج الأشعة من الجسم

تدخل نظام أنابيب توازي Collimator ويخرج بعضها منه ليسقط على البلورة، فينتج وميض تحولها الصمامات الضوئية إلى نبضات كهربائية يسجلها الحاسوب. وظيفة نظام أنابيب التوازي تحسين وضوح الصورة.

الفصل الثالث

الجزء العملي

1-3 الأجهزة المستخدمة:



الشكل (3-1) الجزء العملي

- منقلة لقياس الزوايا
- حواجز فولاذية
- جهاز حاسوب
- مصدر صوديوم Na 22
- مصدر سيزيوم Cs 137
- اسلاك توصيل
- عداد وميضي
- cassy lab

- مصدر جهد عالي
- G.M Tube

2-3 طريقة العمل :

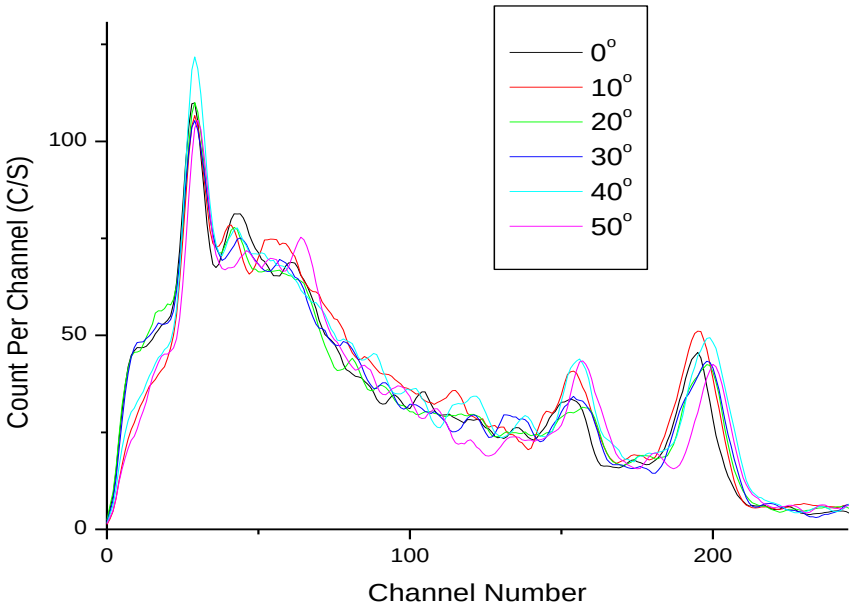
شغلت الأجهزة وضبط البرنامج من خلال إدخال المعطيات في جهاز الحاسوب:عدد القنوات (512) وزمن القراءات (600)ث والجهد العالي لتفعيل القنوات v(780-300) وتمت زيادته ببطء حتى وصلت قيمة الجهد ل 780v الكافية لتفعيل القنوات وتحديد زمن القراءات ووضعت المصادر المشعة بالترتيب الصوديوم (Na-22) ثم السيزيوم (Cs-137) ثم أخذت القراءات عند الزوايا (50-30-20-10-0) علي التوالي بعد ظهور الرسم البياني تم معايرة الطاقة نسبيه لكل من المصدرين المشعين.

الفصل الرابع

النتائج ومناقشتها

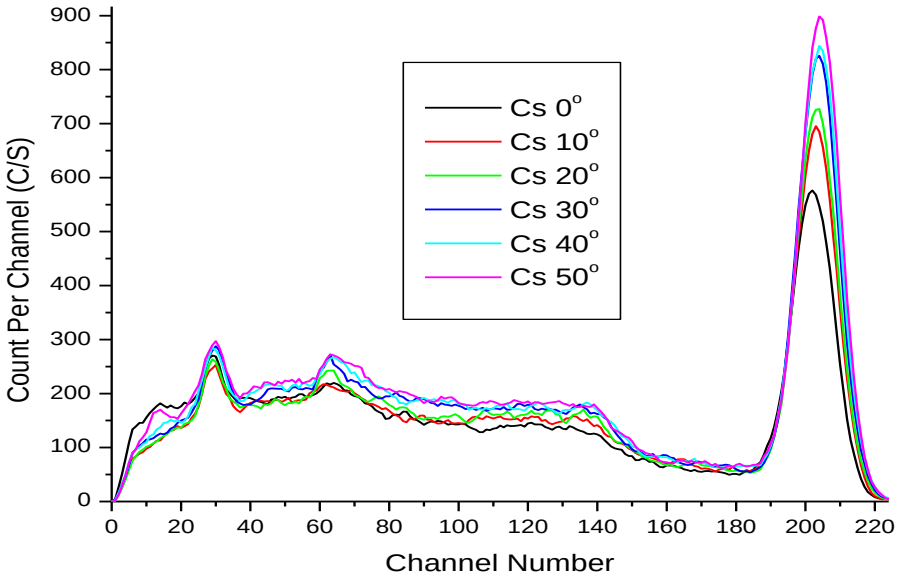
4-1 النتائج ومناقشتها :

هذا الفصل يعرض النتائج التي تم الحصول عليها من الجزء العملي لغير الطاقة الكلية مقابل الاتجاهات المختلفة.



الشكل (4-1): نتائج الطاقة الكلية مقابل الزوايا بالنسبة للصوديوم 22

الشكل (4-1) يمثل كمية الطاقة المقروءة من الصوديوم 22 المشع في زوايا 10, 20, 30, 40, 50 درجة , يظهر من النتائج أن الطاقة الكلية المقدرة بالمساحة تحت المنحنى متقاربة في كل الاتجاهات (الزوايا) المختلفة المختارة حيث لا يوجد فرق ظاهر بينها, وأظهرت الزاوية 40 درجة أعلى شدة عند القناة 28.



الشكل (2-4): نتائج الطاقة الكلية مقابل الزوايا بالنسبة للسيزيوم 137

الشكل (2-4) كمية الطاقة المقروءة من السيزيوم137 المشع في زوايا 10, 20, 30, 40, 50 درجة , يظهر من النتائج أن الطاقة الكلية المقدرة بالمساحة تحت المنحنى تزيد في كل الاتجاهات (الزوايا) المختلفة المختارة بزيادة مقدار الزاوية بخلاف ما ظهر في حالة عنصر الصوديوم 22.

أظهرت النتائج اختلاف في الشكل العام للمنحنى بالنسبة للعنصرين مما يدل على توقع اختلاف في دقة ووضوح وتباين الصورة المأخوذة بهذين العنصرين في جهاز التصوير بالانبعاث البوزيتروني أو أجهزة التصوير النووي الأخرى.

2-4 الخلاصة:

من النتائج السابقة يمكن تلخيص الأتي :

هناك اختلاف بالتصوير النووي باستخدام عنصري السيزيوم والصوديوم وهذا الاختلاف قد يظهر في تباين وضوح ودقة الصورة وهناك اختلاف في الطاقات المستخدمة في التصوير باختلاف الزوايا والمواضع المختلفة, عليه يجب مراعاة نوع العنصر وموضع الجسم المراد تصويره أثناء عملية التصوير النووي.

المراجع:

1- محمد فاروق احمد، أسس الفيزياء الإشعاعية، دار نشر الفجر للنشر والتوزيع 1998/12/30 م.

2- محمد خليل سعيد ، أساسيات الفيزياء الإشعاعية في الطب النووي ،فبراير 2014 , ISBN: 978-603-01-4371-9

3- خالد حسين هاتف العطية و يوسف حبيب كاظم السلطاني ، دراسة تأثير الزاوية بين الكاشف والمصدر المشع على طيف االطاقة باستخدام الكاشف الوميضي NaI(TI) مجلة جامعة بابل / العلوم الصرفة والتطبيقية/ العدد (1)المجلد(23) 2015.

4- wikipedia ,Https:ar.m.wikipedia.org [10/04/2016]