



عمليات التخماد الإشعاعي

RADIOACTIVE DECAY PROCESSES

• هنالك عدد من أنماط وعمليات التخميد منها ما ذكر سابقاً ومنها ما لم يذكر.

• تخضع كل هذه العمليات للقانون الفيزيائي الأساسي لحفظ الشحنة والطاقة والكتلة.

- 1- تخامد A A DECAY
- 2- تخامد B B DECAY
- 3- التلاشي ANNIHILATION
- 4- الأسر الالكتروني ELECTRON CAPTURE
- 5- التحول الإيزوميري ISOMERIC TRANSITION
- 6- الانقلاب الداخلي INTERNAL CONVERSION
- 7- الانشطار النووي التلقائي SPONTANEOUS NUCLEAR FISSION

• تخامد ألفا

- يحدث إصدار جسيم ألفا من نوى غير مستقرة التي لديها عدد ذري Z كبير أكثر من 80 . يصدر جسيم ألفا محملاً بطاقة من النوى الصادرة عنها وتتحرك هذه الطاقة على شكل طاقة حركية خلال العملية.



• يمكن كتابة هذه العملية على الشكل التالي:

• نلاحظ أن المجموع الكلي لرقم الكتلة A والعدد الذري Z ممان على جهتي المعادلة، لكي يتناسب مع قانون حفظ المادة والكتلة والطاقة والشحنة.

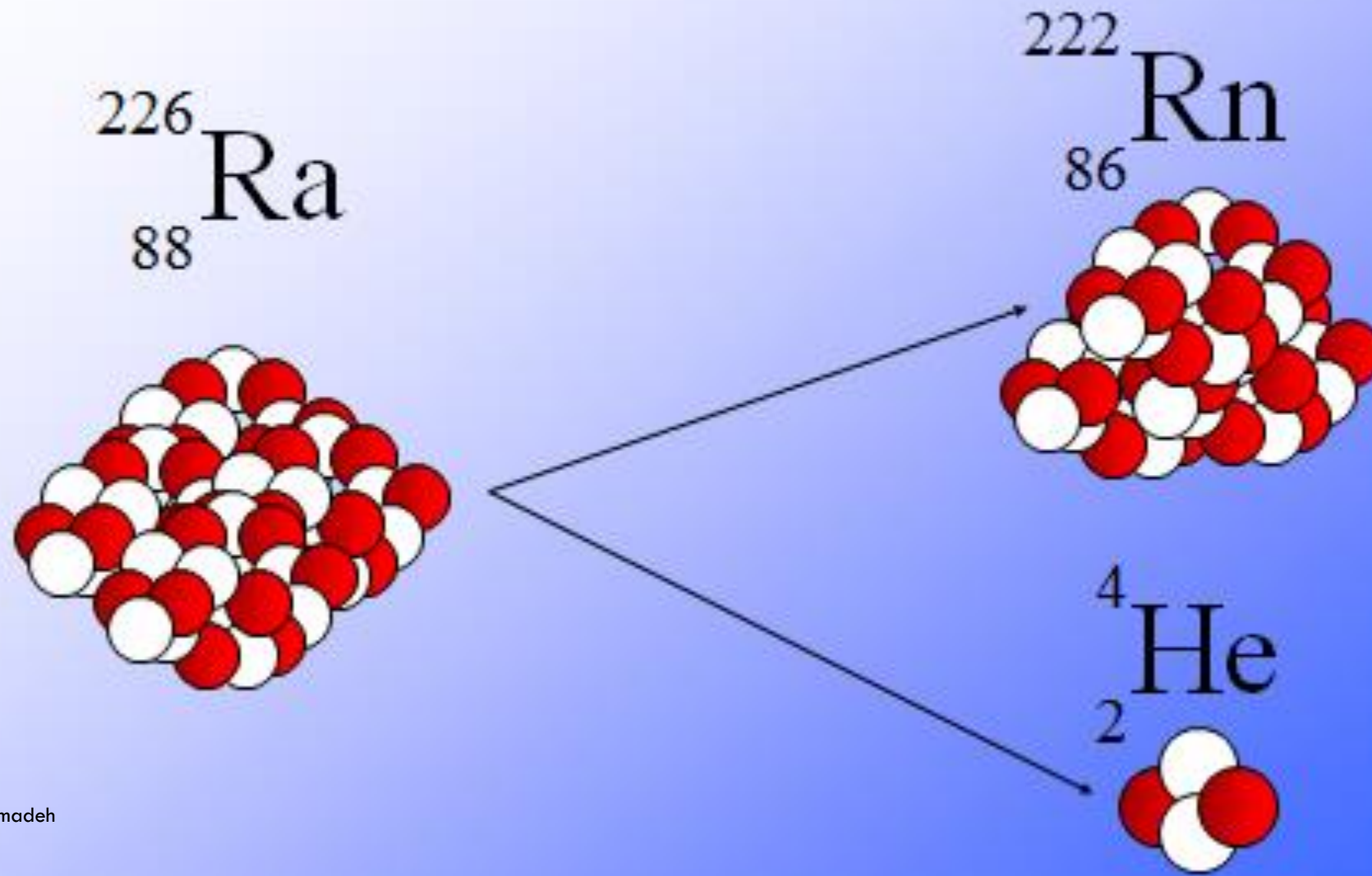
• نلاحظ أن النواة البنت الناتجة هي عنصر مختلف نظراً لاختلاف العدد الذري الذي ينقص 2 عن العدد الذري للنواة الأم أي $Z \rightarrow Z-2$

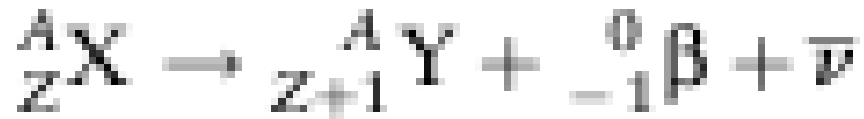
- وغالباً ما يتلو إصدار ألفا إصدار لأشعة أخرى لتصل النواة للاستقرار.
- مثال على ذلك تخامد اليورانيوم-238 بإصدار جسيم A ويتحول إلى يورانيوم-234.

- هنالك تخامداً بديلاً عن إصدار ألفا في النوى الثقيلة وهو الانشطار النووي التلقائي.

- يحدث الانشطار النووي بشكل تلقائي ولكن في أغلب الحالات يحدث بتحريض النواة الهدف بجسيم مشحون في مفاعل نووي.

Alpha Decay





• تخامد B B DECAY

• إصدار بيتا السالب

• يحدث هذا النمط من التخامد الإشعاعي عندما تحمل النواة غير المستقرة عدداً زائداً من النيوترونات مقارنة بالنوكليدات المجاورة الأكثر استقراراً. ويحصل بتحول نيوترون إلى بروتون في النواة غير المستقرة. يصاحب هذا التحول إصدار جسيم بيتا سالب لحفظ الشحنة.

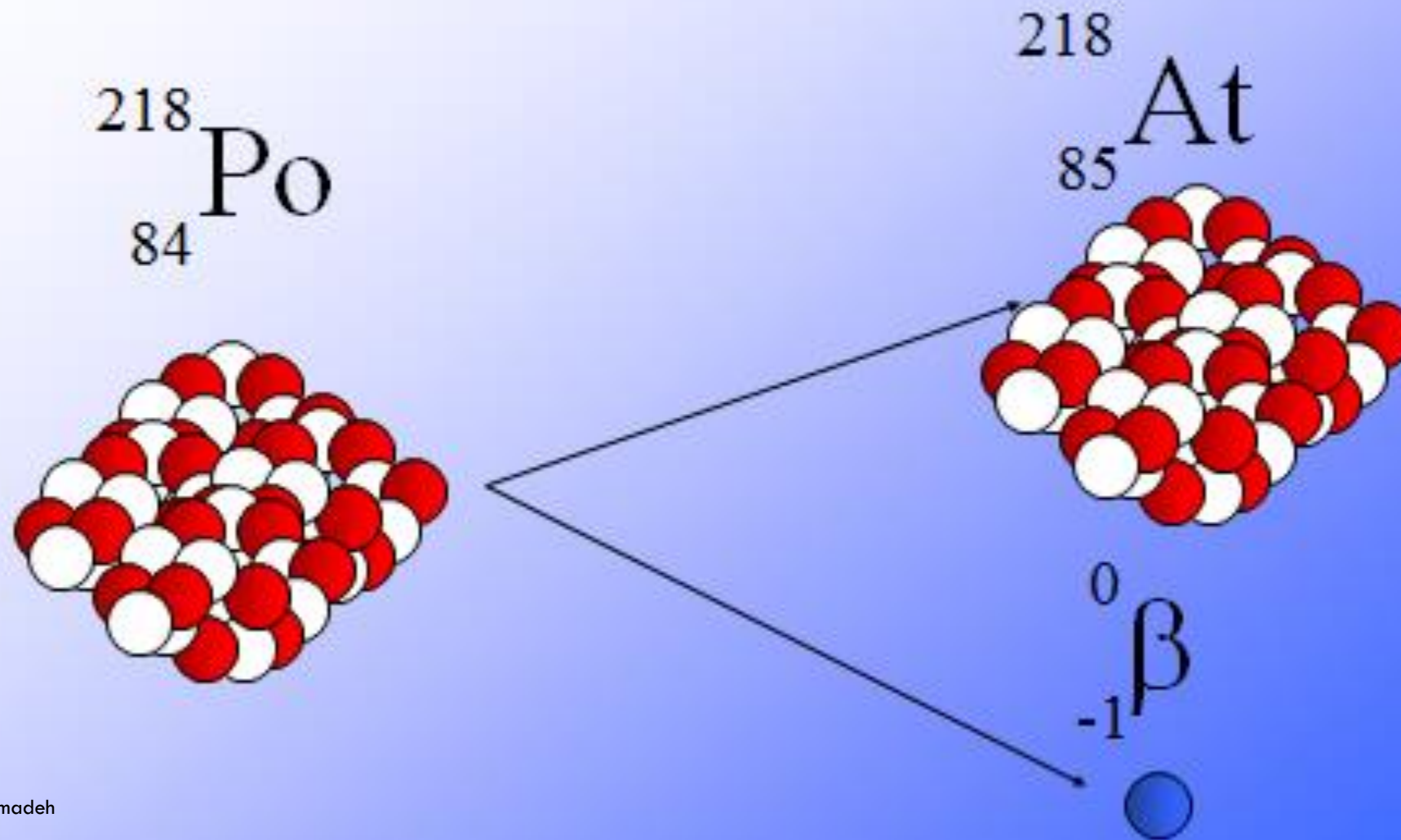
• كما في تخامد ألفا يترافق إصدار جسيم بيتا مع إنتاج نواة قد تكون غير مستقرة تخضع لتخامد آخر فتصدر أشعة γ مثلاً سعياً للاستقرار.

$$Z \rightarrow Z-1$$

• مثال

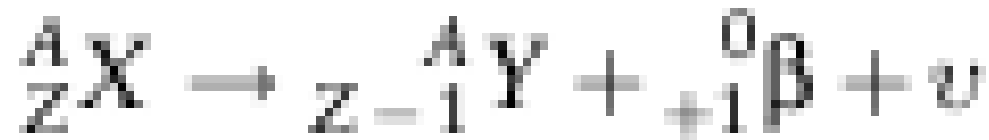
• الموليبدنوم-99 (MO-99) يتخامد إلى تكنيشيوم--TC (99M) (99M) مع إصدار جسيم بيتا سالبة بعمر نصف 66 ساعة ويتخامد الأخير بإطلاق أشعة غاما إلى TC-99 بعمر نصف 6 ساعات.

Beta Decay



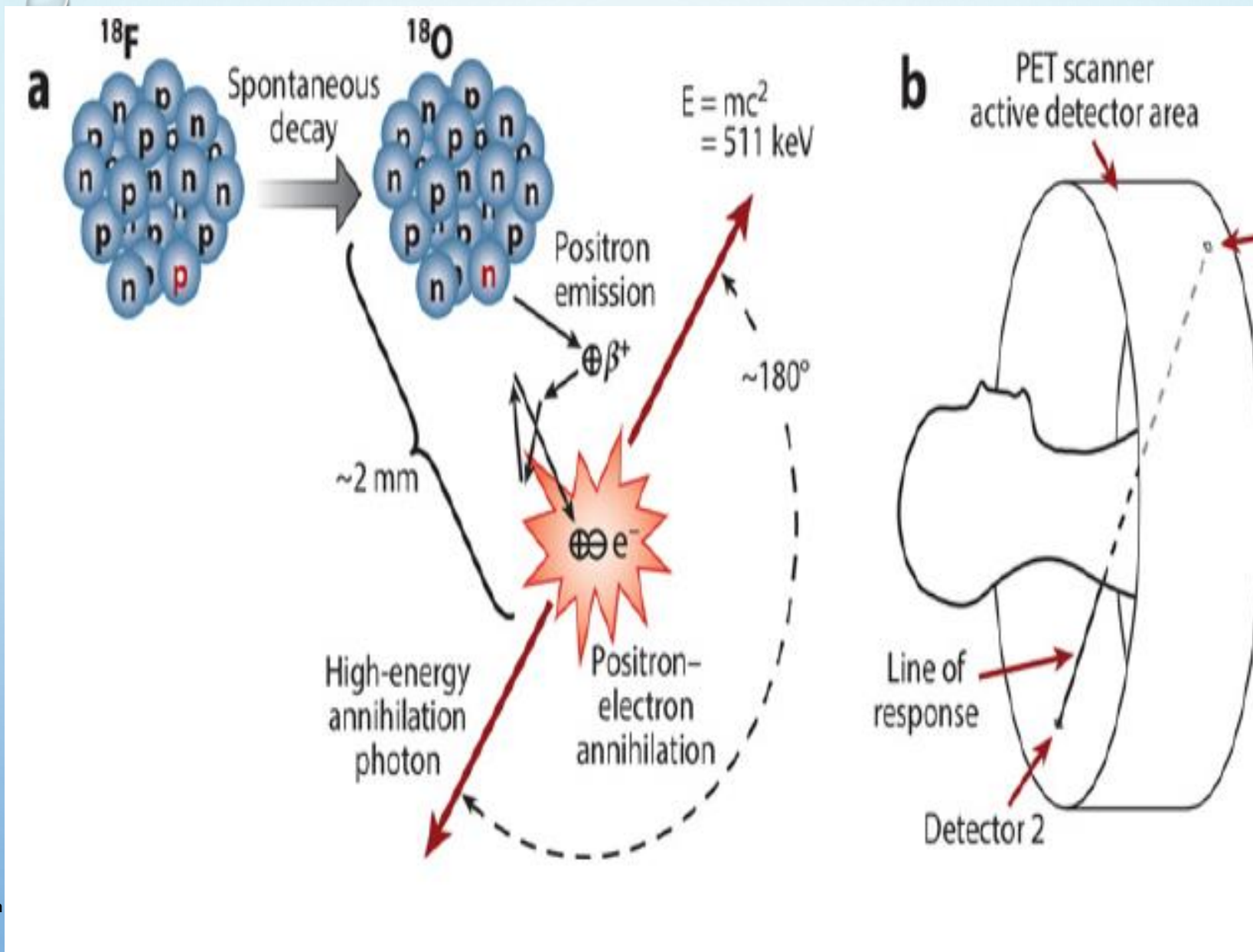
- التخماد بيتا موجب أو البوزترون

- يحدث هذا التخماد في النوى غير المستقرة التي يكون فيها زيادة في نسبة البروتونات إلى النيوترونات نسبة إلى النوى المجاورة الأكثر استقراراً حسب التفاعل التالي:



- البوزيترون هو الجسيم المعاكس للإلكترون فهو يماثل الإلكترون في الكتلة ويعاكسه في الشحنة

- $Z \rightarrow Z+1$



• الأسر الالكتروني ELECTRON CAPTURE

- تلجأ النوى غير المستقرة نتيجة إلى عوز النيوترونات فيها إلى أسر الكترون من مدار قريب، كبديل عن إصدار بيتا وهذا يتطلب إعادة ترتيب لالكترونات وبالتالي يليه إصدار أشعة X بالطاقة الفائضة

• تفاعل الأشعة مع المادة INTERACTION OF RADIATION WITH MATTER

- إن فهم هذا التفاعل هام جداً لأن له تأثير على الوقاية الإشعاعية من جهة لأنها تحدد كيفية إيداع الطاقة في الوسط (إذا كان مواد التدريع أو نسيج حية)، و من جهة أخرى أثرها على تصميم الأجهزة الكاشفة عن الإشعاع فتأثير تفاعل الأشعة مع المادة يحدد كيفية كشف وتحري وقياس الأشعة.
- تتفاعل الأشعة الجسيمية والكهرطيسية مع المادة بآليات مختلفة لذلك تدرس كل على حدى.

• الأشعة الجسيمية

- تتفاعل الأشعة الجسيمية مع المادة التي تصادفها بنقل الطاقة الحركية التي تملكها إلى الذرات في المادة المحيطة وتسبب إحدى حالتين رئيسيتين إما التأين أو الإثارة الالكترونية.

• التأيين IONISATION

- إن التأيين هو عملية نزع الإلكترونات من الذرة . يحدث هذا التأيين عندما تنقل الأشعة الجسيمية طاقة إلى الإلكترونات المدارية كافية لنزعهم كاملاً من الذرة ، وينتج عنه أيونات. تتمتع جسيمات ألفا نظراً لشحنتها وكتلتها بالمقدرة على تأييين ذرات أكثر بـ 100 مرة من جسيمات بيتا . التأيين هو الآلية المهيمنة في تأثير أشعة ألفا بسبب القدرة العالية لجسيمات ألفا على التأيين لها مجال قصير جداً للاختراق وبالتالي فإن ورقة عادية تستطيع امتصاص جسيمات ألفا.

• أما جسيمات بيتا فنظراً لكتلتها الأقل وشحنتها الأقل فاختراقها أبعد لذا تحتاج إلى بضعة ملليمترات من الألمنيوم لامتصاصها كلياً. في حالة البوزيترون فشعاعي غاما الناتجين عن تلاشي جسيم البوزيترون يوم لهما طاقة عالية 511 KEV لذا نكون بحاجة إلى بضعة سنتيمترات من الرصاص للوقاية منها .

• الإثارة EXCITATION

- هي الآلية الأقل مصادفة مع الأشعة الجسيمية وتحدث عندما لا تحمل الأشعة طاقة حركية كافية تنقلها إلى الإلكترونات لنزعها كلياً من الذرة ، وبدلاً من خروج الإلكترونات عن مداراتها فتبقى في المدار ولكن بشكل مثار مع طاقة أعلى من السابق.

• الأشعة الكهرطيسية

- لا تختلف الأشعة الجسيمية عن الكهرطيسية في ماهيتها فقط بل وأيضاً في تفاعلها مع المادة حيث أشعتي α و X يسببان تأين وإثارة ثانوية أو غير مباشرة للالكترونات المدارية. فهذه الالكترونات هي المسؤولة عن الأثر البيولوجي للأشعة الكهرطيسية α و X .
- هذه الآليات من تأيين وإثارة تستخدم في استنباط أجهزة لكشف هذه الأشعة إن كانت جسيمية أو كهرطيسية. وبالتالي نستطيع بهذه الأجهزة تقصي وجود هذه الأشعة كما بنفس المبدأ تستعمل لتسجيل الأشعة بالدراسات التشخيصية السريرية.

• وحدات النشاط الإشعاعي UNITS OF RADIOACTIVITY

- يقاس النشاط الإشعاعي على أنه عدد النوكليدات المشعة التي تتخامد في وحدة الزمن.
- تستعمل وحدة المعايير الدولية وحدة البيكريل (BQ) BEQUEREL والتي تعرف على أنها تساوي تحولاً (تفككاً) واحداً في الثانية. وهي وحدة صغيرة لذا تستعمل مضاعفاتها.
- أما أول وحدة استعمات لقياس النشاط الإشعاعي فهي الكوري CURIE (CI)، والتي تعرف على أنها عدد التحولات بالثانية من غرام واحد من معدن الراديوم. وهي وحدة كبيرة نسبياً لذا نستعمل أقسامها الميلي والميكرو.

1 KILO BECQUEREL (1 KBQ) = 10^3
DISINTEGRATIONS PER SECOND
1 MEGA BECQUEREL (1 MBQ) = 10^6
DISINTEGRATIONS PER SECOND
1 GIG BECQUEREL (1 GBQ) = 10^9
DISINTEGRATIONS PER SECOND
1 TERA BECQUEREL (1 TBQ) = 10^{12}
DISINTEGRATIONS PER SECOND

1 CI	=	37	GBQ
1 MCI	=	37	MBQ
1 MCI	=	37	KBQ

AND

1	KBQ	=	27	NCI
1	MBQ	=	27	MCI
1	GBQ	=	27	MCI
1	TBQ	=	27	CI

• إنتاج النظائر المشعة RADIONUCLIDE PRODUCTION

- لا توجد معظم النظائر المشعة المطلوبة بكميات كافية بالطبيعة ، لذا توجب إنتاجهم لأغراض طبية وصناعية. يمكن تحريض التفاعلات اللازمة إنتاج هذه النظائر بقذف نوى هدف بجسيمات مختلفة أو بنوى أخرى حسب الحاجة. من ضمن الطرق العملية لإنتاج النظائر المشعة المستعملة في الطب النووي هو القذف بالنيوترونات وجسيمات مشحونة أخرى أو بالانشطار النووي أو من المولدات.

• النيوترونات أو الجسيمات المشحونة

• هناك عدة عوامل تقرر فيما إذا كان نظير مشع ما يمكن إنتاجه بهذا التفاعل أم لا. أولاً إذا كانت الجسيمات تحمل طاقة تساوي أو أكبر من ما يسمى الطاقة الأدنى (العتبة) للتفاعل.

• ثانياً الاحتمالية للجسيمات أن تتفاعل أو تتصادم مع نوى الهدف وهذا يسمى باللغة الأجنبية CROSS-SECTION التفاعل

• ثالثاً حزمة الجسيمات

• الطريقة الأكثر فعالية باستعمال النيوترونات لقذف النوى الهدف هي المفاعلات النووية .

• الجسيمات المشحونة

• يمكن تحميل الجسيمات المشحونة الطاقة اللازمة والكافية لحدوث التفاعل من خلال تمريرها بحقل مغناطيسي بمسار إما خطي أو حلزوني حيث يسمى الأول مسرع خطي والثاني حلزوني.

• إغناء أو تخصيب الهدف

• يجب أن يكون الهدف الذي سيتحول إلى النظير المشع المطلوب نقياً جداً. وإن لم يكن بالإمكان فيجب إغناؤه بالنظير المناسب.

E.G..



WHICH CAN BE READ AS THE
BOMBARDMENT OF OXYGEN-16 BY
NEUTRONS PRODUCES NITROGEN-16
WITH THE EMISSION OF A PROTON.

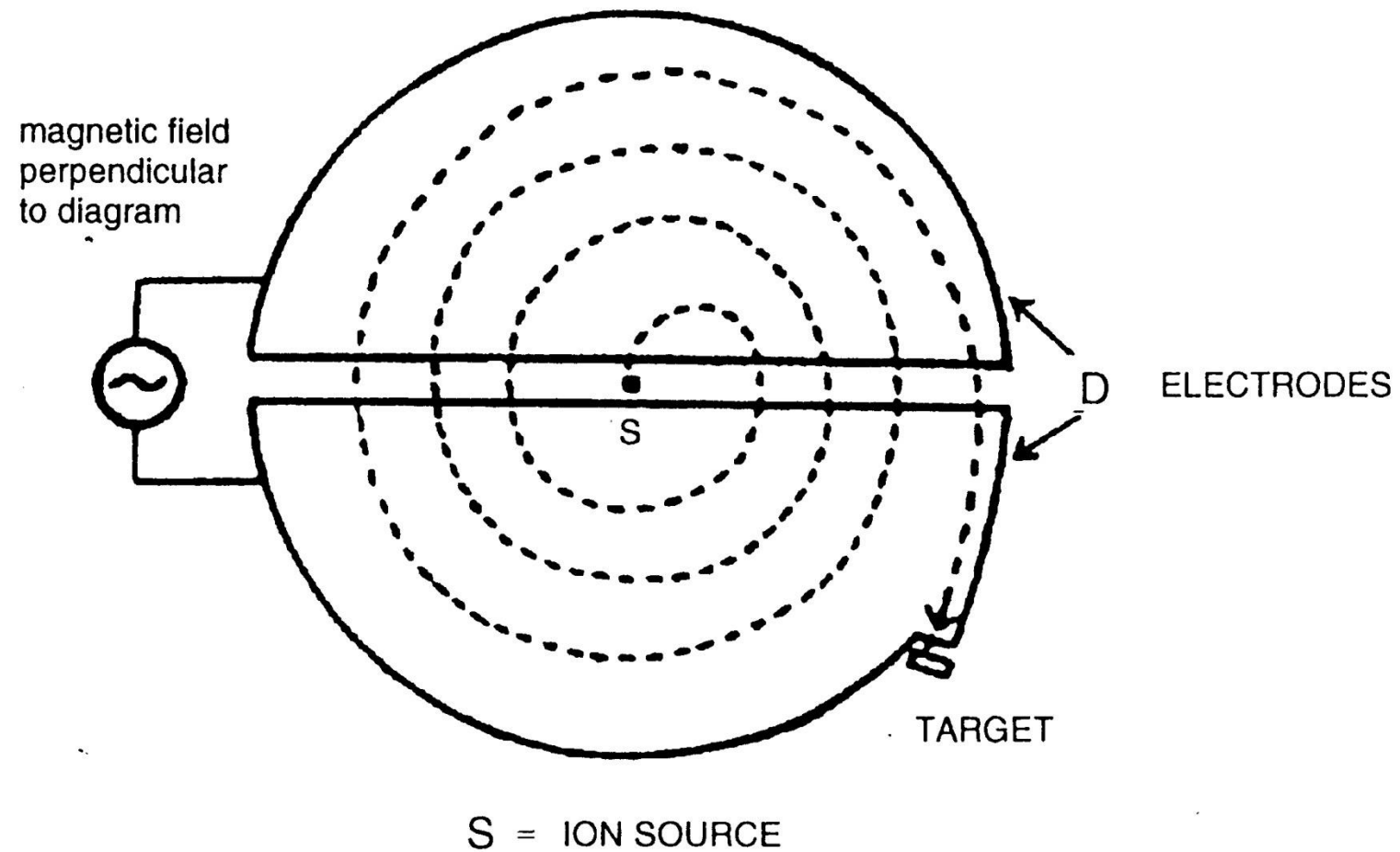


Figure 16. Schematic of cyclotron.

• الانشطار النووي

- هو انقسام نواة عنصر ثقيل إلى نواتين متماثلتين تقريباً من حيث الكتلة.
- المثال المعروف هو انشطار اليورانيوم-235 بقذف نواته بالنيوترونات لتحريضه على الانشطار النووي الذي يحدث بعد ذلك تلقائياً.
- مولدات النظائر المشعة
- سنفرد لها محاضرة خاصة نظراً للأهمية.