KINGDOM OF SAUDI ARABIA
KSU
FACULTY OF SCIENCES
DEPARTMENT OF PHYSICS

المملكة العربية السعودية
جامعة الملك سعود
كلية العلوم
قسم الفيزياء

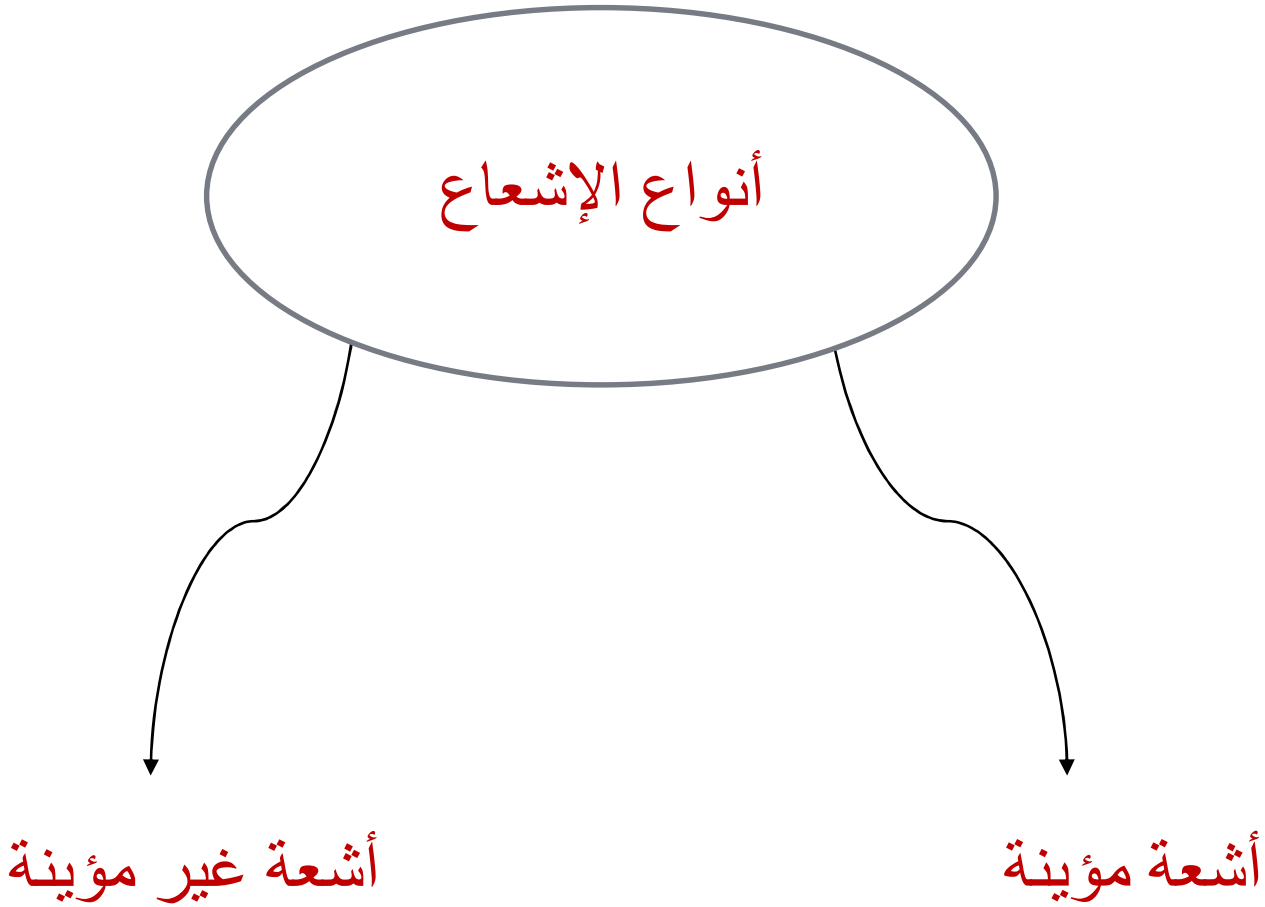
Biophysics (209 Phys)

Marwa Telba

1441

الفصل الثامن:

الإشعاع


أنواع الإشعاع
أشعة مؤينة
أشعة غير مؤينة

أنواع الأشعاع

- أولا: الاشعاع غير المؤين:

هو الاشعاع ذو الطاقة الغير كافية لإحداث تأين في الوسط المار فيه.

بعض أنواع الاشعاع الغير مؤين:

موجات الراديو و الموجات المايكروية (Microwaves) و الأشعة تحت الحمراء و الضوء المرئي و الأشعة فوق البنفسجية و أشعة الليزر.

أشعة الليزر

كلمة ليزر هي اختصار لعدة كلمات تعني الضوء المكبر.

خصائص أشعة الليزر :

1) أشعة مكبرة
2) وحيدة اللون (أي لها طول موجي محدد)
3) أشعة متماسكة (أي لا تعاني من انحراف) فإن أشعة الليزر يمكنها قطع مسافات طويلة من دون أن تتشتّت طاقتها أو تغيّر من اتجاهها.
4) وحيدة الطور

تقسم أجهزة الليزر على أساس مادة إنتاجها إلى:

ليزرات غازية و سائلة و صلبة

و أيضا تقسم على أساس أطوال موجاتها إلى :

ليزرات منظورة (مرئية) و تحت حمراء و فوق بنفسجية.

فمثلا :

ليزر مادة الروبي : مادة صلبة و أشعته منظورة (مرئية).

ليزر غاز ثاني أكسيد الكربون: مادته غازية و طول موجته تقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء.

ليزر الاكسيمر: مادته غازية و طول موجته تقع في نطاق الأشعة فوق البنفسجية.

بعض تطبيقات الليزر في الطب:

أهم الليزرات التي تستخدم في المجال الطبي هي الليزرات التي تكون أطوال موجاتها في منطقة الأشعة تحت الحمراء و ذلك لشدة امتصاص طاقتها بواسطة الماء الموجود بالأنسجة الحية.
و من أهمها: ليزر ثاني أكسيد الكربون CO_2 و الانديام Nd-yag.

مميزات الجراحة باستخدام أشعة الليزر عن الجراحة بالأدوات التقليدية:

1) استخدام تقنية عدم اللمس.
2) الحصول على وسط جراحي جاف بدون نزف.
3) الإقلال من فقد الدم .
4) عدم حدوث تورم و تليف لمنطقة الجرح.
5) عدم وجود تداخل بين المريض و أجهزة المراقبة.
6) الاقلال من الألم وقت الجراحة و بالتالي عدم إطالة فترة التخدير.
7) التعقيم الموعي لمنطقة الجرح.
8) الدقة الشديدة في الجراحة.
9) في حالة ازالة الأورام السرطانية فإن الجراحة بالليزر تضمن القضاء على الخلايا السرطانية المجاورة للورم بالتالي لا ينتشر الورم للاعضاء المجاورة.

الوقاية و الأمان من أشعة الليزر:

1) يجب عدم توجيه الليزر إلى العين الا للضرورة القصوى.

2) ممنوع على أي شخص أن يحدق في مصدر إنتاج أشعة الليزر.

3) إذا اضطر الشخص للتعامل مع الليزر فيجب ارتداء نظاره خاصة لحماية العين.

4) يسمح فقط للأشخاص المدربين بتشغيل أجهزة الليزر.

5) وضع علامة تحذيرية في الاماكن التي بها بعض أشعة الليزر ذات القدره العالية.

6) أيضا يجب عدم ارتداء أي اكسسوارات أو ساعات في الاماكن التي بها أشعة ليزر لانها قد تعكس اشعة الليزر اذا سقطت عليها.

- ثانيا: الإشعاع المؤين:

هو الاشعاع الذي له طاقة كبيرة و كافية للتأيين (أي تحويل ذرات المواد إلى أيونات موجبة و سالبه) و خاصة خلال مروره في المواد البيولوجية الحية مما يؤدي إلى تلفها و ظهور أعراض و أمراض عدة.

أنواع الإشعاع المؤين:

يمكن تقسيم الإشعاع المؤين إلى قسمين رئيسيين:

1) موجات كهرومغناطيسية : مثل الأشعة السينية و أشعة جاما .

2) جسيمات مشحونة: مثل جسيمات بيتا السالبة و الموجبة
و جسيمات ألفا (الموجبة)
والبروتونات (الموجبة)
بالاضافه الى جسيمات غير مشحونه وهي النيوترونات السريعة و البطيئة.

تركيب النواه:

تتكون النواه من نيوكلونات و هي (بروتونات و نيوترونات).

العدد الذري Z :

هو عدد البروتونات في النواه

يرمز لعدد النيوترونات في النواه بالرمز N

العدد الكتلي A :

هو عدد النيوكلونات في النواه أي أن : $A = N + Z$

عموما فإن أي عنصر يمكن كتابته كما يلي: ${}^{A}_{Z}X$ حيث X ترمز الى العنصر و A العدد الكتلي و Z العدد الذري.

تعريف النظائر:

هي العناصر التي أنويتها لها نفس العدد من البروتونات (Z) و لكن تختلف في عدد النيوترونات N (أي يختلف العدد الكتلي A).

النشاط الإشعاعي الطبيعي:

قام العالم دزرفورد بتصنيف الإشعاعات المنبعثة من المواد المشعة حسب شحناتها الكهربية و قدرة نفاذها في المادة و قد وجد أنها من ثلاثة أنواع:

1) جسيمات ألفا (α) : و هي عبارة عن نواة ذرة الهيليوم ^4_2He وشحنتها موجبة و تساوي $+2e$ و مداها قصير في الهواء $(3\ cm)$.
2) جسيمات بيتا (β): و هي جسيمات مشحونة تخترق مسافة طويلة في الهواء $(3\ m)$.
و تنقسم جسيمات بيتا إلى نوعين:
أ) جسيمات بيتا الموجبة β^+ و هي جسيمات مشحونه بشحنة موجبة و تساوي عدديا شحنة الالكترون و كتلتها تساوي كتلة الالكترون.
ب) جسيمات بيتا السالبة β^- و هي جسيمات مشحونه بشحنة كالالكترون و كتلتها تساوي كتلة الالكترون.

3) إشعاعات جاما (γ): هي عبارة عن إشعاعات كهرومغناطيسية ليس لها شحنة أو كتلة و طول موجاتها قصير جدا و مداها في الهواء طويل جدا.

التحلل بانبعاث ألفا:

عندما ينبعث جسيم ألفا (^4_2He) من النواه فإن شحنتها ستقل بمقدار 2e عن شحنة النواه الأم كما أن العدد الكتلي سيقل بمقدار 4.

فإذا كانت النواه الأم (غير المستقرة) هي ^A_ZX فإن النواه الناتجة ستكون $^{A-4}_{Z-2}Y$ كالتالي:

$$^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2He$$

مثال على ذلك تحلل اليورانيوم إلى ثوريوم و انطلاق جسيم الفا كما في التحلل التالي:

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^4_2He$$

التحلل بانبعاث بيتا:

شحنة النواه الناتجة هنا تتغير بمقدار واحد . فيوجد حالتين على حسب الانبعاث لبيتا السالبه ام الموجبه كالتالي:

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + \beta^{-} $$

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + \beta^{+} $$

مثال:

$$ {}^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + \beta^{-} $$

$$ {}^{14}_{7}N \rightarrow {}^{14}_{6}C + \beta^{+} $$

التحلل بانبعاث جاما :

توجد نوى أحيانا بحالة غير مستقرة (مثارة) فلا تستطيع قذف جسيمات ألفا و لا جسيمات بيتا و لكنها تستطيع أن تصل لحالة الاستقرار باطلاق إشعاعات جاما.
في هذا النوع من التحلل لا يتغير العدد الكتلي A و لا العدد الذري Z لأن اشعاع جامل ليس له شحنه و لا كتلة أي أن:

$$ {}^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{0}\gamma $$

قانون التحلل الاشعاعي:

إن شدة الاشعاع المنبعثة من مادة مشعة لا تعتمد على أي مؤثر خارجي (كالضغط و درجة الحرارة) فقط تعتمد على كمية المادة المشعة أي عدد الأنوية غير المستقرة في العينة N.

فإذا كانت N_0 هي عدد الانوية البدائية (قبل التحلل) و λ هو ثابت التحلل و t هو الزمن فإن عدد الانوية المتبقية بعد التحلل تعطى بالعلاقة التالية:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

عمر النصف:

إن الزمن اللازم لكي تتحلل نواة عنصر معين إلى نصف عددها يسمى بعمر النصف و يرمز له بالرمز $T_{\frac{1}{2}}$ و الذي يعطى بالعلاقه التالية

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$$

النشاط الإشعاعي:

إن عدد النوى في العينة لا يمكن عدها مباشرة و لكن يمكن قياس معدل التحلل (عدد التحللات في وحدة الزمن).

معدل التحلل $R = \left|\frac{dN}{dt}\right|$

و بالتالي يعطى بالعلاقة التالية:

$$R = R_0 e^{-\lambda t}$$

حيث $R_0 = N_0\lambda$ هو معدل تحلل العينة عند الزمن t=0

و R هو معدل التحلل عند زمن t

وحدات النشاط الاشعاعي:

1) البيكريل $Bq = decay/s$

2) الكوري $Ci = 3.7 \times 10^{10} Bq$

مثال:

عينة من مادة مشعة تحتوي على 3×10^{16} نواه مشعة و التي لها عمر نصف يساوي 1600 سنة . احسبي ثابت تحلل هذا العنصر ثم احسبي النشاط الاشعاعي الابتدائي R_0.

$$\because T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$$

$$T_{1/2} = 1600 \ years = 5 \times 10^{10} s$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = 1.4 \times 10^{-11} \mathrm{s}^{-1}$$

$$R_0 = N_0 \lambda = 3 \times 10^{16} \times 1.4 \times 10^{-11}$$
$$= 420000 \ \mathrm{Bq}$$

الجرعات الإشعاعية:

- جرعة التعرض الاشعاعي (exposure): هو مقدار الاشعاع التي تعرضت اليه المادة ويعتمد على قوة الاشعاع الساقط ونوع المصدر

- جرعة الامتصاص الاشعاعي (absorbed dose) : هي مقدار الاشعاع الذي امتصته المادة ويعتمد على نوع المادة بشكل رئيسي

- تقاس جرعة التعرض الاشعاعية بوحدة الرونتجن وتساوي $2.58x10^{-4}$ C/kg ويعني ذلك أن واحد رونتجن من الاشعة السينية يحدث $2.58x10^{-4}$ C من الايونات الموجبة والسالبة لواحد كيلوجرام من المادة
- وحدة جرعة الامتصاص الاشعاعية (radiation absorbed dose) rad

$$1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ J/kg}$$

- وفي نظام (ISI) بوحدة الجراي

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg} = 100 \text{ rad}$$

- الجرعة الاشعاعية المكافئة في جسم الانسان Radiation equivalent man (rem)

$$1\ rem = 1\ rad \times QF$$

وفي نظام (ISI)بوحدة سيفرت Sievert

$$1\ Sv = 1\ Gy \times QF$$

حيث QF وتساوي جرعة التي يمتصها الجسم من أشعة جاما مقسومة على الجرعة الممتصة من لأي نوع من الاشعاع

مثال:

احسبي الجرعة المكافئة داخل جسم فأر امتص 200 rad من البروتونات التي لها معامل نوعية 2

$$Rem = QF \times rad$$
$$= 2 \times 200 = 400\ rem$$

Radiation Measurements

	Exposure	Absorbed Dose	Dose Equivalent	Radioactivity
Common Units	roentgen (R)	rad	rem	curie (Ci)
SI Units	coulomb/kilogram (C/kg)	gray (Gy)	sievert (Sv)	becquerel (Bq)

**SI – International System of Units