المبادئ الفيزيائية الأساسية في علم الصيدلة
الإشعاعية 2

التخامد وعمر النصف الإشعاعي

Decay and Radioactive Half-life

إن عملية التخامد الإشعاعي هي عملية عشوائية وبالتالي لا نستطيع أن نخمن بدقة في لحظة ما أي النوى في عينة تحوي نوى مشعة متماثلة، ستخضع للتحول أو التخامد. ولكن هناك احتمالية بأن أي من النوى يمكن أن تتخامد قي أي وقت, لذا هناك طريقة لحساب الاحتمالية ومنها يمكن أن نستنتج مفهوم مهم وهو ما يسمى عمر النصف الإشعاعي ويعرف على أنه الزمن اللازم لتخامد نصف عدد النوى المشعة المتماثلة الموجودة أصلاً في وقت ما.

بالنسبة لنظير مشع معين فإن عمر النصف ثابت ومميز لهذا النظير. تتراوح أعمار النصف للنظائر المشعة، والتي تختلف كثيرا فيما بينها، بين أجزاء الثانية وملايين السنوات.يبين الجدول التالي أعمار النصف لأشهر النظائر المشعة المستعملة طبياً.

Table 2.2 Half-life of radionuclides used in clinical practice (Pearce 2008)

Radionuclide	Half-life	Radionuclide	Half-life
Carbon-11	20 min	Oxygen-15	122 seconds
Chromium-51	27.7 days	Phosphorus-32	14.3 days
Fluorine-18	110 min	Rhenium-186	3.7 days
Gallium-67	78.3 hours	Rhenium-188	17 hours
Iodine-123	13.2 hours	Samarium-153	1.9 days
Iodine-125	59.4 days	Strontium-89	50.6 days
Iodine-131	8.02 days	Technetium-99m	6.01 hours
Indium-111	67.3 hours	Thallium-201	3.04 days
Krypton-81m	13 seconds	Yttrium-90	64 hours

مفهوم آخر مهم في هذا السياق هو الفعالية النوعية specific activity والتي تعرف على أنها النشاط الإشعاعي في وحدة الكتلة ووحدتها مشتقة من تعريفها Bq /g أو MBq/mole ويمكن مضاعفتها. تسمى القيمة العظمى للفعالية النوعية الممكنة بالفعالية النوعية الخالية من الحامل "carrier free" وهذا يحدث عندما تكون كل الذرات الموجودة في المركب مشعة وخالية من الذرات المستقرة.

من المهم أن لانخلط بين الفعالية النوعية والتركيز الإشعاعي الذي هو كمية النشاط الإشعاعي بوحدة الحجم وليس الكتلة. والبيكريل هو وحدة نشاط إشعاعي.

الأشعة: Radiation

الأشعة كما عرفناها سابقاً هي عبارة عن طاقة إما محمولة على جسيمات وتسمى أشعة جسيمية particulate radiation أو على أمواج كهرطيسية تسمى electromagnetic أو اختصاراً EM.

من الأمثلة على الأشعة الجسيمية التي هي عبارة عن جسيمات تحمل طاقة بشكل طاقة حركية: جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وغيرها. أما أمثلة الأشعة الكهرطيسية أشعة X وأشعة غاما.

وتختلف الأشعة الجسيمية عن الكهرطيسية باختراقها للمادة الحية أو الخاملة، فاختراقها أقل بكثير كونها تحمل كتلة وشحنة.

والمفهوم المتعلق بهذا الاختراق والكتلة والطاقة للأشعة يسمى نقل الطاقة الخطي Linear Energy Transfer واختصاراً LET. ويعرف بأنه كمية الطاقة المودعة من قبل الأشعة في وحدة المسافة. وحدتها eV/µm. طبعاً هذه الطاقة المودعة تنعكس بشكل أذية بيولوجية إذا كان الاختراق خلال المادة الحية.

فكلما ازدادت قيمة LET كلما ازدادت خطورة الأشعة بالتلامس مع المادة الحية لأن الطاقة المودعة تكون أعلى وبالتالي الأذية أكبر و LET للأشعة الجسيمية أعلى لأنها تخترق مسافة أقل وبالعكس.

جسيمات ألفا (أشعة ألفا) α-Particles:

أشعة α أو جسيم α هو أصلاً يماثل نواة الهليوم He-4. يعني جسيم فيه بروتونين ونيوترونين وشحنة 2+. هناك ارتباط وثيق بين مكوناته ونتيجة الشحنة 2+ والكتلة 4 فهو له رقم LET عالي وبالتالي كمثال فإن البولونيوم-210 وهو مصدر لأشعة ألفا فإن التهام طعام ملوث بهذا النظير المشع يؤدي إلى تبعات قاتلة.

أشعة β:

جسيمات β هي الكترونات ذات طاقة عالية تصدرها نوى غير مستقرة عندما يتحول نيوترون إلى بروتون.

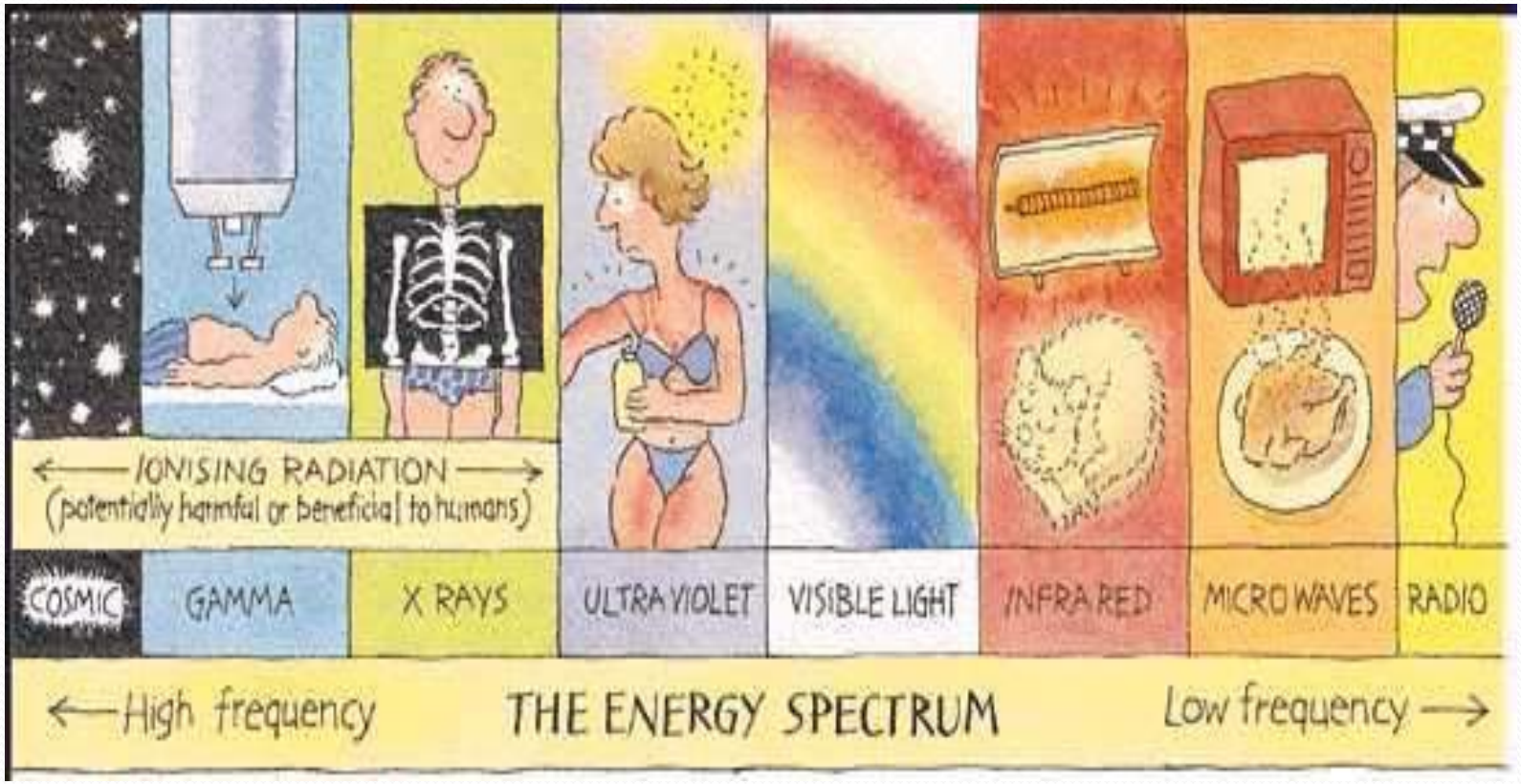
بما أن جسيم بيتا له شحنة 1- وكتلته أقل بكثير من جسيم ألفا فله قيمة نقل طاقة خطي أخفض بكثير وبالتالي خطورته بيولوجياً أقل وبنفس الوقت اختراقه أعلى.

هناك نوعان لجسيمات β فهي إما سالبة أو موجبة. يطلق اسم بيتا على جسيم بيتا سالب الشحنة بينما يطلق اسم بوزيترون على جسيم بيتا الموجبة وهو ناتج عن تحول بروتون إلى نيوترون.

الأشعة السينية أو X وأشعة غاما:

كلاهما جزء من الطيف الكهرطيسي. لذا فإن لهما طاقة وأطوال موجة. ولكن تختلفان بالمصدر فالسينية مصدرها التحولات الالكترونية بينما غاما فمصدرها نووي مع التحولات في النواة.

فعند حدوث تأين في الذرة وخروج الكترون من مداره ينتقل الكترون من مدار ذو طاقة ارتباط أعلى إلى مدار ذو طاقة ارتباط أدنى وهناك فائض من الطاقة تطلقه الذرة بشكل موجة كهرطيسية وهي أشعة X. تمثل طاقة هذا الشعاع المدار الذي أنطلق منه، أما غاما فتنطلق بعد تحول النواة غير المستقرة ذات الطاقة الأعلى إلى نواة مستقرة ذات طاقة أدنى وبالتالي الفائض من الطاقة ينطلق من النواة بشكل شعاع غاما طاقته تمثل النواة وبالتالي النظير المشع الذي انطلق منه.


IONISING RADIATION
(potentially harmful or beneficial to humans)
COSMIC
GAMMA
X RAYS
ULTRA VIOLET
VISIBLE LIGHT
INFRA RED
MICRO WAVES
RADIO
High frequency
THE ENERGY SPECTRUM
Low frequency