

**Anesthesia Techniques Department**  
**First year**



**General chemistry**  
**Biochemistry**

LEC : 3

**Radioactivity and radioactive isotopes**

**Dr.Shaimaa Haider Rabah**

## Radioactivity and radioactive isotopes

### Introduction: مقدمة :

All substances are made of atoms. تتكون جميع المواد من الذرات

These have electrons ( $e^-$ ) around the outside (negatively charged) and a nucleus in the middle. تتكون الذرة من الكتلونات سالبة تدور حول النواة التي تقع في المنتصف

The nucleus consists of protons (positively charged) and neutrons (neutral).

The mass number is the (atomic number of an atom is the number of protons) + (neutrons) in its nucleus.

تتكون النواة من بروتونات (موجبة الشحنة) ونيوترونات (عديمة الشحنة). العدد الكتلي : هو مجموع عدد البروتونات والنيوترونات الموجودة في النواة.

$$\text{Mass Number (A)} = P+N$$

$$\text{Atomic Number(Z)} = P$$

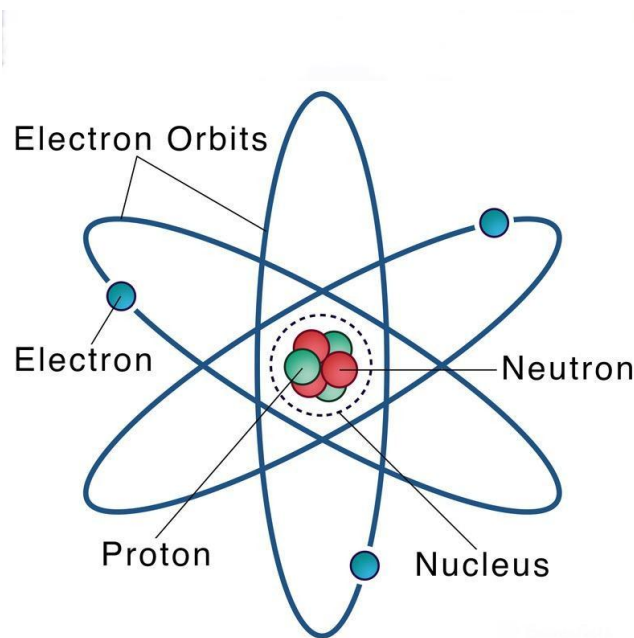


Figure 1: The Atom

**Isotopes:**

Isotopes are elements with the same atomic number, but a different mass numbers. النظائر: هي عناصر تمتلك نفس العدد الذري وتختلف بالعدد الكتلي (تختلف بعدد النيوترونات).

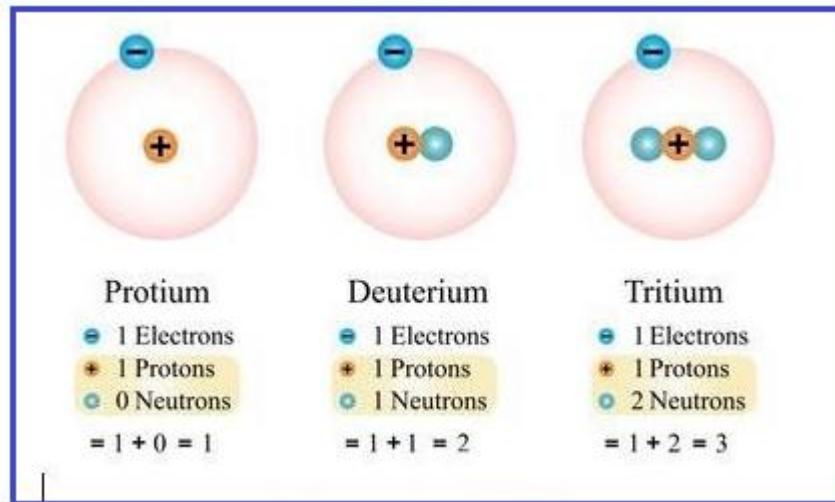


Figure 2: Isotopes of Hydrogen

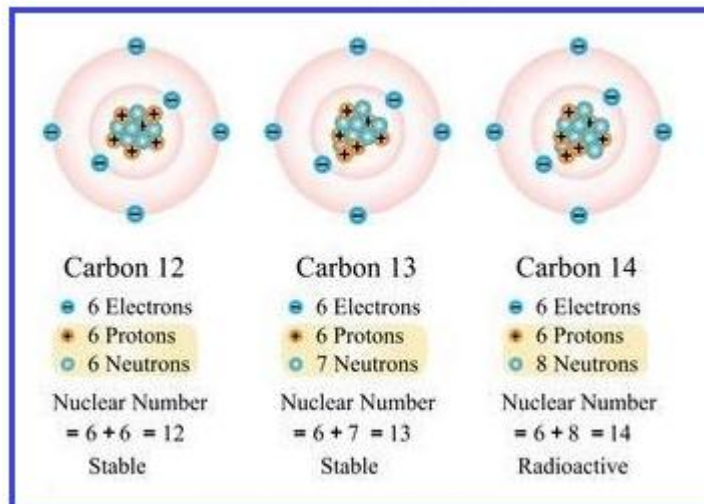
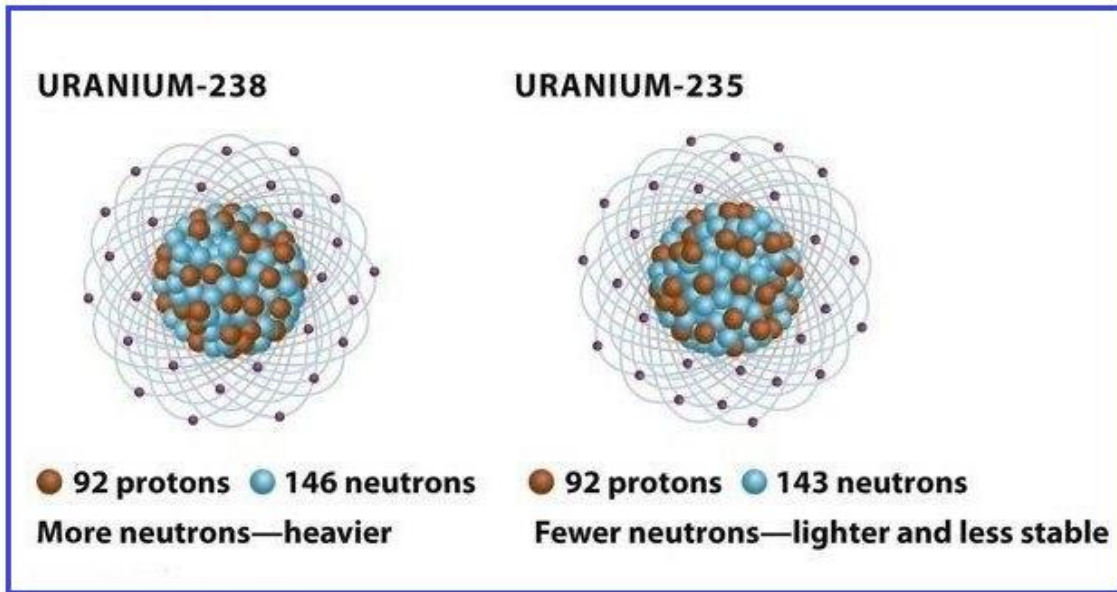


Figure 3: Isotopes of carbon

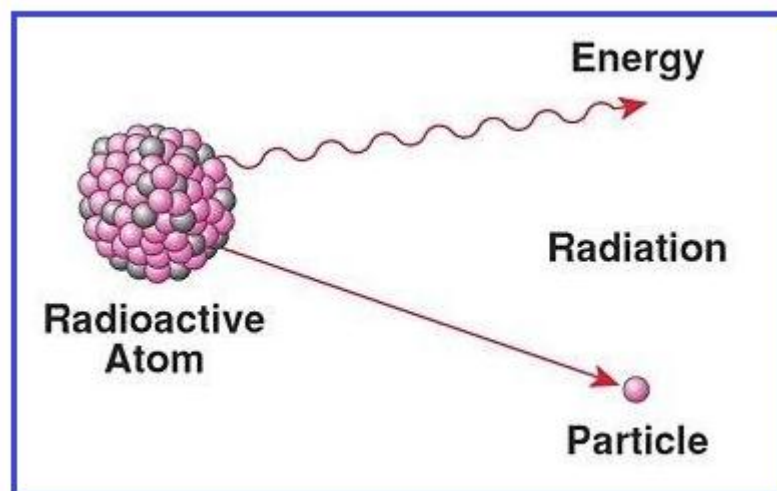


**Figure 4:** Isotopes of Uranium-238 VS Uranium-235

**Radiation:**

It refers to particles or waves coming from the nucleus of the atom through which the atom attempts to attain a more stable configuration.

الإشعاع: هو الجسيمات أو الموجات القادمة من نواة الذرة والتي تطلقها الذرة للوصول إلى الحالة الأكثر استقرارًا.



**Figure 5:** Radiation

### Radioactivity:

The process in which an unstable isotope undergoes changes until a stable state is reached and in the transformation emits energy in the form of radiation (alpha particles, beta particles and gamma rays). The elements which undergo this process are called radioactive isotopes

النشاط الإشعاعي: هي العملية التي يخضع فيها النظير غير المستقر للتغيرات حتى يتم الوصول إلى حالة مستقرة. وخلال هذه العملية تنبعث طاقة على شكل إشعاع (جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وأشعة جاما). وتسمى العناصر التي تخضع لهذه العملية النظائر المشعة

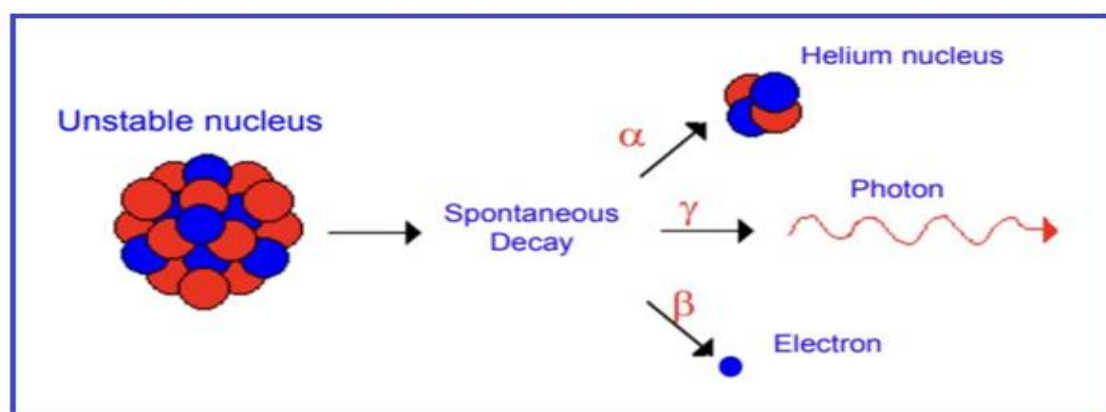


Figure 6: Radio activity decay

### Radioactive Isotopes properties: خصائص

1. It has same chemical properties      تمتلك نفس الخصائص الكيميائية
2. It has different physical properties      تختلف بالخصائص الفيزيائية
3. Emits radiation      اصدار الاشعاع
4. Half-life ( $t_{1/2}$ ).      يتميز كل عنصر بعمر النصف الخاص به
5. Penetration property.      النفوذية (الاختراق)

### Half-life of radioisotopes:

Half-life ( $t_{1/2}$ ). of radioisotopes is the time period required for radio nuclide to decay to one half the amounts originally present.

الفترة الزمنية اللازمة لتحلل النوى الذرية المشعة إلى نصف الكمية الموجودة في الأصل.

$$t_{1/2} = \ln 2 / \lambda. \quad (\lambda \text{ ثابت الاضمحلال او التحلل})$$

$$t_{1/2} = 0.693/\lambda. \quad (\text{وهو خاصية تميز النظائر})$$

$\lambda$  is decay constant, a characteristic of given isotope decaying in unit time.

**Table 1:** Half-Life of some radioactive isotopes

<u>Radioisotope</u>	<u>Half-life</u>
<b>Polonium-215</b>	<b>0.0018 seconds</b>
<b>Bismuth-212</b>	<b>60.5 seconds</b>
<b>Sodium-24</b>	<b>15 hours</b>
<b>Iodine-131</b>	<b>8.07 days</b>
<b>Cobalt-60</b>	<b>5.26 years</b>
<b>Radium-226</b>	<b>1600 years</b>
<b>Uranium-238</b>	<b>4.5 billion years</b>

**+ Differences between stable isotopes and radioactive isotopes:** الفرق بين النظائر المستقرة والنظائر المشعة:

STABLE ISOTOPE	RADIOACTIVE ISOTOPE
Most abundantly found in nature	Less abundance of natural radioisotopes
No emission of radiation	Spontaneous emission of radiations( $\alpha, \beta, \gamma$ )
Atomic number and mass are constant	Constantly changing
Detection by chemical/spectroscopic methods	Detection by external detectors like gas chambers/scintillation
Not hazardous(except toxic chemicals)	Deleterious effects on biological tissues
No special handling precautions(unless explosives/strong acids/carcinogens)	Special precautions while handling.
No special applications	Special applications in research(mutagenesis)/diagnosis(RIA)/therapy(Rx of cancer)

**Measurement of radioactivity:** أجهزة قياس النشاط الإشعاعي

- Gas ionization detectors. أجهزة تايين الغازات
- Autoradiography التصوير الشعاعي الذاتي
- Fluorescent scintillation. التلألؤ بالفلورة

**Applications of Radioactive Isotopes:** تطبيقات

- Scientific research. البحث العلمي
- Analytical. التحليل
- Diagnostic. التشخيص
- Therapeutic. العلاج

### Uses:

1. Radioisotopes are widely used in study of the mechanism and rate of absorption, accumulation & translocation of inorganic and organic compounds in the animal.

• تستخدم النظائر المشعة على نطاق واسع في دراسة آلية ومعدل امتصاص وتراكم وانتقال المركبات العضوية وغير العضوية في الحيوان.

2. Radiolabeled drugs are useful in pharm-kinetic studies (site of accumulation, rate of accumulation, rate of metabolism & metabolic products).

• تفيد الأدوية الموسومة إشعاعياً في دراسات حركية الدواء (موقع التراكم، معدل التراكم، معدل الأيض والمنتجات الأيضية).

3. Analytical application of radioisotopes : التطبيق التحليلي للنظائر المشعة

Virtually any enzyme reaction can be assayed using radioactive tracer methods يمكن تقريباً تقييم أي تفاعل إنزيمي باستخدام طرق التتبع الإشعاعي

Radioisotopes have been used in study of:

1. The mechanism of enzyme action. آلية عمل الانزيمات
2. In studies of ligand binding to membrane receptors. في دراسات ارتباط المركب بمستقبلات الغشاء

**<sup>131</sup>I** labeled human serum albumin useful in diagnosing protein losing enteropathy.

يستخدم نظير اليود مع ألبومين المصل لتشخيص حالة اعتلال الأمعاء نتيجة لفقدان البروتين

**<sup>51</sup>Cr** labeled RBC are given intra venously if there is any GI blood loss radioactivity can be measured.

يستخدم نظير الكروم مع الدم وريدياً لتشخيص حالة النزف الهضمي (فقدان الدم في الجهاز الهضمي)

4. Radio immune assays (RIA) are useful in analysis of hormones, growth factors, tumour markers, Vitamin D and various biological molecules.  
تفيد فحوصات المناعة الراديوية (RIA) في تحليل الهرمونات وعوامل النمو والأورام وفيتامين د والجزئيات البيولوجية المختلفة.

5. **Radioisotopes used in diagnostic purposes:** استخدام النظائر المشعة في التشخيص

Radioactive iodine uptake and imaging reveals the functional status of thyroid tissue.

يكشف امتصاص اليود المشع عن الحالة الوظيفية لأنسجة الغدة الدرقية.

$^{131}\text{I}$  is used for thyroid cancer imaging. كشف سرطان الغدة الدرقية

$^{123}\text{I}$  is used for thyroid. عمل الغدة الدرقية

$^{133}\text{Xe}$  Xenon 133 is useful in lung function tests and in diagnosing malfunctions of lung ventilation.  
يستخدم نظير الكزينون لفحص وظائف الرئة وتشخيص تردي عملها.

6. **Therapeutic uses of radioisotopes:** الاستخدامات العلاجية للنظائر المشعة

1. Radioisotopes have role in management of malignancies. تتبع الأورام الخبيثة.
2. Tumor tissues are attacked by beam of radiation مهاجمة أنسجة الورم بالإشعاع

**Radiation hazards:** مخاطر الإشعاع

Radiation may cause the following: يسبب

1. Deposit energy in body. اختزان الطاقة في الجسم
2. Cause DNA damage. ضرر لل DNA
3. Create ionization in body leading to free radicals.

حدوث تأين في الجسم فيؤدي لتشكل الجذور الحرة (المسرطنة)

**Response to radiation depends on:** تعتمد سرعة ظهور تأثير الإشعاع (استجابة الجرعة) على

- ✚ Total dose. إجمالي الجرعة
- ✚ Dose rate. معدل الجرعة
- ✚ Radiation quality. نوعية الجرعة
- ✚ Stage of development at the time of exposure. وقت التعرض للجرعة

**Effects of radiation** تأثير الإشعاع

Depending on the basis of relationship between dose and appearance of effects. يعتمد تأثير الإشعاع على شكل الإشعاع وتأثيراته

- a. Acute or Non-stochastic. حادة أو غير عشوائية.
- b. Late or Stochastic متأخر أو عشوائي



a. **Acute or Non-stochastic:**

- Occur when the radiation dose is large enough to cause extensive biological damage to cells so that large numbers of cells die off.

يحدث عندما تكون جرعة الإشعاع كبيرة بما يكفي لإحداث ضرر بيولوجي كبير للخلايا بحيث تموت أعداد كبيرة من الخلايا.

- Have threshold dose beyond which all exposed individuals are affected  
يوجد عتبة محددة للإصابة بالخطر (عتبة ظهور التأثير).

**Late or Stochastic:**

- Appear randomly in exposed populations. تظهر بشكل عشوائي في التجمعات السكانية المعرضة للإشعاع.
- Incidence of effect increase with dose. تزداد التأثيرات بزيادة التعرض للإشعاع
- Exhibit themselves over years after acute exposure. بعد سنوات تظهر نفس الأمراض عند التعرض للإشعاع الحاد
- Radiation induced cancers. السرطانات التي يسببها الإشعاع.
- Increase mutation rates. زيادة معدلات الطفرات.
- Leukemia. سرطان الدم.
- Genetic effects. التأثيرات الجينية.

**Radiation safety and protection:** السلامة والحماية

- i. The most popular triad radiation protection is (time, distance and shield (TDS).  
الوقت والمسافة واللباس الواقي (الدرع)
- ii. Minimum possible time should be spent near the radiation zone  
يجب الوقوف أقل وقت ممكن بالقرب من منطقة الإشعاع
- iii. Handling of radioactive material should be done from maximum possible distance.  
الوقوف بعيدا عن الإشعاع أقصى ما يمكن.
- iv. Person should be shielded by lead. يرتدي الشخص جسم واق رصاصي
- v. Minimize the time and you will minimize the dose.  
قم بتقليل وقت التجربة لتقلل من فترة التعرض للإشعاع (قلل الوقت لتقلل الجرعة)
- vi. Pre-plan the experiment to minimize exposure time.  
التخطيط المسبق للتجربة يقلل من فترة التعرض للإشعاع



