وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الشمالية
كلية البوليتكنك الموصل

الحقيبة التعليمية

القسم العلمي: تقنيات صناعة الأطراف والمساند

اسم المقرر: فيزياء طبية

المستوى: الاول

الفصل الدراسي: الاول

السنة الدراسية: 2025-2026

اسم المقرر:	**الفيزياء الطبية**						
القسم:	**صناعة الأطراف والمساند**						
الكلية:	**كلية البوليتكنك الموصل**						
المرحلة / المستوى	**المستوى الاول**						
الفصل الدراسي:	**الفصل الثاني**						
عدد الساعات الاسبوعية:	**نظري**	**2**	**عملي**	**2**			
عدد الوحدات الدراسية:	**4**						
الرمز:	**PMTR140**						
نوع المادة	**نظري**		**عملي**		**كلهما**		**نعم**
هل يتوفر نظير للمقرر في الاقسام الاخرى							
اسم المقرر النظير							
القسم							
رمز المقرر النظير							
معلومات تدريسي المادة							
اسم مدرس (مدرسي) المقرر:	**الاء عماد حميد**						

اللقب العلمي:	مدرس
سنة الحصول على اللقب	2011
الشهادة :	الماجستير
سنة الحصول على الشهادة	2008
عدد سنوات الخبرة (تدريس)	15

1. اهداف المقرر

الأهداف

فهم المفاهيم الفيزيائية المرتبطة بالطب مثل الميكانيكا، الكهرباء والبصريات

فهم كيفية استخدام الفيزياء في التشخيص والعلاج

دراسة أنواع الاشعاع وتأثيره على الانسجة الحية

التعرف على المبادئ الفيزيائية التي تقوم عليها الأجهزة الطبية مثل أجهزة الرنين المغناطيسي

استراتيجيات التدريس والتعلم

تذكر جميع استراتيجيات التدريس والتعليم التي تتبع لكل مقرر

الاستراتيجية

طريقة التعليم والتعلم، طريقة المناقشة، طريقة المحاضرة

طريقة التقييم: الامتحانات اليومية، الامتحانات الفصلية، الامتحان النهائي

الأهداف المعرفية

ان يتعرف الطالب على المفاهيم الفيزيائية المرتبطة بالطب.

ان يتعرف الطالب على المبادئ الفيزيائية لتقنيات التصوير.

ان يتعرف الطالب على كيفية استخدام الاشعاع في العلاجات الطبية.

- الأهداف المهاراتية الخاصة بالمقرر

تمكين الطالب من اكتساب قدرات عملية عن كيفية تشغيل وصيانة الأجهزة الطبية

تنمية المهارات اللازمة لتقليل التعرض للإشعاع وحماية المرضى والطاقم الطبي من المخاطر الاشعاعية

ج- **الأهداف الوجدانية والقيمية**

غرس الشعور بالمسؤولية تجاه صحة المرضى وضمان دقة الإجراءات الفيزيائية المستخدمة في التشخيص والعلاج.

ادراك الطالب لجمال وتعقيد الكون من خلال قوانين الفيزياء المتعلقة بالطب.

3. بنية المقرر (تذكر جميع المفردات النظرية والعملية)					
الأسبوع	الساعات	مخرجات التعلم المطلوبة	اسم الوحدة / أو الموضوع	طريقة التعليم	طريقة التقييم
الاول	ساعتان	توضيح اهم المجالات التي تهتم بها الفيزياء الطبية	الفيزياء الطبية	محاضرة، مناقش تغذية راجعة	اختبار يومي
الثاني	ساعتان	توضيح مكونات العظ	فيزياء الهيكل العظمي	محاضرة، مناقش تغذية راجعة	اختبار يومي
الثالث	ساعتان	توضيح اهم القوى المؤثرة على الجسم	القوى المؤثرة على الجسم	محاضرة، مناقش تغذية راجعة	اختبار يومي
الرابع	ساعتان	تفسير مكونات الذرة	الذرة ومكوناتها	محاضرة، مناقش تغذية راجعة	اختبار يومي
الخامس	ساعتان	وصف الاشعة وانواعه	الاشعة التخصصية	محاضرة، مناقش تغذية راجعة	اختبار يومي
السادس	ساعتان	توضيح مفهوم الاضمحلال للاشعة	اضمحلال الاشعة داخل الجسم	محاضرة، مناقش تغذية راجعة	اختبار يومي
السابع	ساعتان	التعرف على جهاز الموجات فوق الصوتي	الموجات فوق الصوتية	محاضرة، مناقش تغذية راجعة	اختبار يومي

الثامن	ساعتان	توضيح صفات اشعة الليزر	اشعة الليزر	محاضرة، مناقش تغذية راجعة	اختبار يومي
التاسع	ساعتان	تفسير اثر الحرارة على الاجسام	الحرارة في الطب	محاضرة، مناقش تغذية راجعة	اختبار يومي
العاشر	ساعتان	توضيح مفهوم السعة الحرارية للجسم	كمية الحرارة في الجسم	محاضرة، مناقش تغذية راجعة	اختبار يومي
الحادي عشر	ساعتان	التمييز بين انعكاس الضوء وانكساره	فيزياء الابصار	محاضرة، مناقش تغذية راجعة	اختبار يومي
الثاني عشر	ساعتان	التعرف على نطاقات الاشعة فوق البنفسج	الاشعة فوق البنفسجية	محاضرة، مناقش تغذية راجعة	اختبار يومي
الثالث عشر	ساعتان	التعرف على مكونات جهاز الرنين المغناطيس	الرنين المغناطيسي	محاضرة، مناقش تغذية راجعة	اختبار يومي
الرابع عشر	ساعتان	التعرف على أنواع الاشعاع النووي	الاشعاع النووي	محاضرة، مناقش تغذية راجعة	اختبار يومي
الخامس عشر	ساعتان	تصنيف النظائر المشع	النظائر المشعة	محاضرة، مناقش تغذية راجعة	اختبار يومي
4. تقييم المقرر					

توزيع الدرجات من 100 وفقًا للمهام الموكلة إلى الطالب مثل التحضير اليومي، الاختبارات الشفوية اليومية، الاختبارات الشهرية أو الكتابية، التقارير ... إلخ. 100 درجة ودرجة النجاح من 50 يكون توزيع الدرجات كما بالشكل التالي: 20 درجة الامتحان الشهري 10 درجة وفقًا للمهام الموكلة إلى الطالب مثل التحضير اليومي، الاختبارات الشفوية اليومية، المشاركة 10 درجة تقييم للطالب وفقا للحضور والتفاعل والمشاركة في النشاطات اللاصفية 10 درجة تقييم لأداء الطالب في المختبر العملي (تنفيذ النتائج, التقارير, الحضور) 10 درجة الامتحان النهائي العملي 40 درجة الامتحان النهائي النظري

5. موارد التعلم والتعليم	
الكتب الدراسية المطلوبة (كتب المناهج الدراسية، إن وجدت)	الكتب المقررة
المراجع الرئيسية (المصادر)	الفيزياء العامة وتطبيقاتها في المجال الحيوي والطب يسرى مصطفى واخرون، كلية العلوم، جامعة ام القرى، المملكة العربية السعودية، 2017
الكتب والمراجع الموصى بها (المجلات العلمية والتقارير...)	
المراجع الإلكترونية والمواقع الإلكترونية	الشبكة العنكبوتية

المحتوى العلمي

Ismael T., Amenah M.

الفيزياء الطبية

Medical Physics

مقدمة Introduction

بدأت نشأة علم الفيزياء الطبية بعد الحرب العالمية الثانية بسبب تطبيقات الفيزياء النووية في الأنظمة البيولوجية التي شملت في الأساس دراسة تأثير الإشعاع المؤين على الكائنات الحية، ومن واقع هذه الدراسات والأبحاث دخل الفيزيائيون علوم الحياة، ومن ثم ظهر علم الفيزياء الطبية الذي أصبح يرتبط ارتباطاً وثيقاً بفروع كثيرة من علوم الحياة، مثل: الكيمياء الطبية، علم الوراثة، البيولوجيا الجزيئية، الأحياء الدقيقة، وظائف الأعضاء، علم الأعصاب، علم الأنسجة وعلم الفيروسات بجانب العلوم الأخرى، مثل: الكيمياء الفيزيائية، الرياضيات، الحاسبات والمعلومات والهندسة.

الفيزياء الطبية: هو فرع من فروع الفيزياء التطبيقية يختص بتطبيق مبادئ وطرائق الفيزياء لتشخيص الامراض وعلاجها.

فروع الفيزياء الطبية:

- فيزياء الأشعة التشخيصية Diagnostic Radiological Physics
- فيزياء الرنين المغناطيسي Magnetic Resonance Physics
- الفيزياء الصحية Medical Health Physics
- فيزياء العلاج الإشعاعي Therapeutic Radiological Physics
- فيزياء الطب النووي Medical Nuclear Physics

ويضاف إلى ذلك بعض الفروع الأخرى:

- فيزياء أجهزة الليزر Laser Physics
- فيزياء الموجات فوق الصوتية Ultrasound Physics
- فيزياء الموجات الحرارية والعلاج الحراري Infrared and thermal therapy
- فيزياء الكهرباء الحيوية مثل تخطيط كهربائية القلب والدماغ Bioelectrical Physics

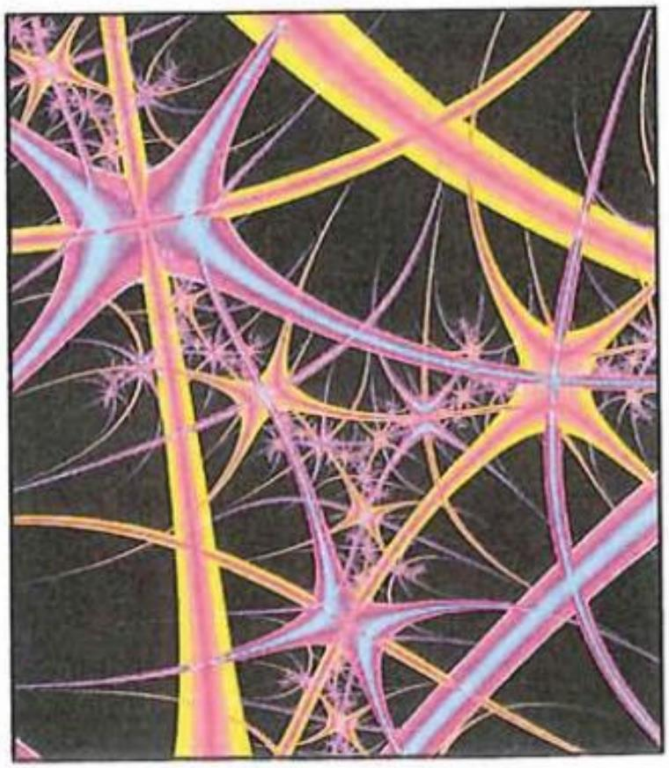
Ismael Ameen

مجالات الفيزياء الطبية

من أهم المجالات التي تهتم بها الفيزياء الطبية دراسة وتحليل تركيب جزئيات النظم البيولوجية، ومن هذه المجالات:

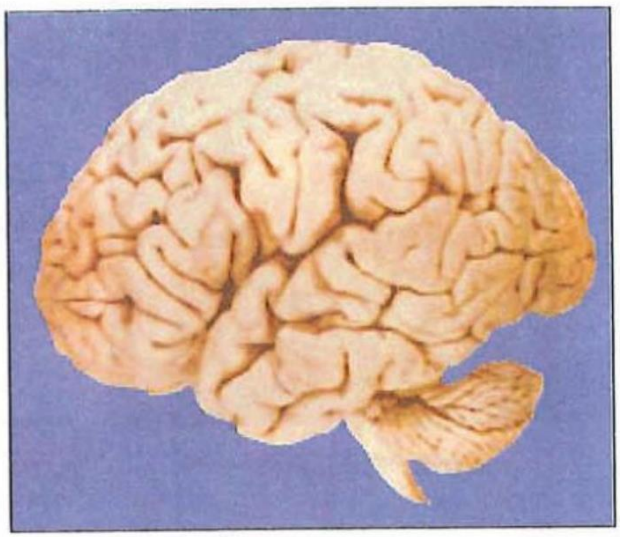
1. دراسة الخلايا العصبية

تعد دراسة المعلومات التي تسري في الشبكة العصبية للكائن الحي عن طريق النبضات الكهربائية من أهم مجالات الفيزياء الطبية. حيث تنتشر هذه المعلومات عن طريق وحدات متقطعة تسمى الجهد النشط، وتحدد بواسطة التردد والتشابك بين الخلايا العصبية كما موضح بالشكل (1).



الشكل (1) الخلايا العصبية

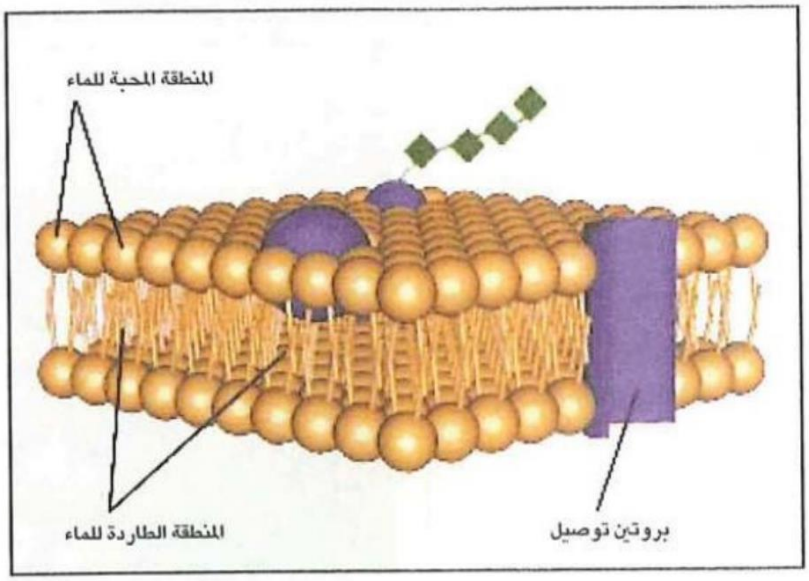
تم استخدام هذه الإشارات الكهربائية الخارجة عن الاعضاء المختلفة من الجسم في التشخيص. ومثالاً لذلك الرسم الكهربائي للمخ والقلب والعضلات والشبكية وغيرها، حيث توضح كيفية قيام المخ بالاتصال والتحكم في جميع أجزاء الجسم وكيف يقوم بوظائفه المختلفة خاصة في عملية التفكير والتعلم لاحظ الشكل (2).



الشكل (2) المخ يقوم بالاتصال والتحكم في جميع أجزاء الجسم

2. دراسة غشاء الخلية

الفيزياء الطبية تهتم بدارسة غشاء الخلية بهدف الكشف عن أسراره من الناحية التركيبية والوظيفية، إذ أن هذا الغشاء يعد البوابة الرئيسية التي تتحكم في أحوال الخلية ووظائفها، وعن طريقه تتصل بالخلايا الأخرى لاحظ الشكل (3). فإذا أمكن السيطرة على هذا الغشاء فإنه يمكن السيطرة على الخلية والحيلولة دون تحولها من خلية طبيعية إلى أخرى سرطانية.



الشكل (3) دراسة غشاء الخلية اول اهتمامات الفيزياء الطبية

3. تأثيرات الإشعاع

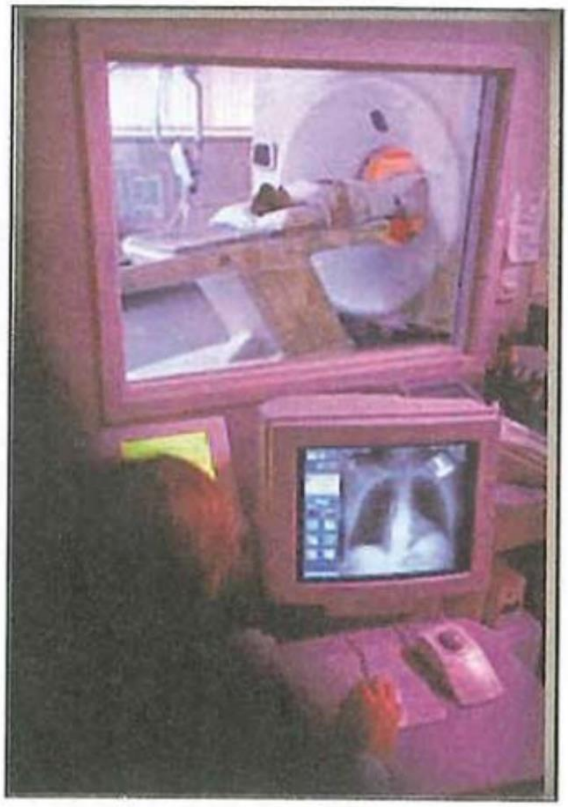
تهتم الفيزياء الطبية بدراسة الإشعاع المؤين وغير المؤين وتأثيراته المختلفة على الكائنات الحية، وأيضا استخداماته في مـجـالات شـتى مثل علاج وتشخيص الأمراض.

4. الدراسات البيئية

من مجالات الفيزياء الطبية مجال يهتم بالدراسات البيئية، وذلك باستخدام تقنيات الفيزياء في تحديد الملوثات المختلفة (خاصة الإشعاعية) في مكونات البيئة الرئيسية من تربة وهواء وماء، والمواد والأجسام الحيوية. ويهتم هذا المجال أيضاً بدراسة تأثير الإشعاع الشمسي بمكوناته المختلفة (الأشعة تحت الحمراء والضوء المرئي والأشعة فوق البنفسجية) على الكائنات والنباتات الحية.

5. تشخيص الأمراض وعلاجها

تهتم الفيزياء الطبية ايضاً بالتقنيات الفيزيائية الخاصة المستخدمة في الطب في مجال التشخيص وعلاج الامراض، وذلك باستخدام جميع أنواع الاشعة الكهرومغناطيسية والموجات فوق الصوتية في التصوير بغرض تشخيص الأمراض لاحظ الشكل (4).



الشكل (4) بعض أجهزة تشخيص الأمراض

حيث تشمل دراسة الفيزياء الطبية المستخدمة في الطب في مجال التشخيص وعلاج الامراض ما يلي:

1. استخدامات الرنين المغناطيسي.
2. تقنيات الليزر في التشخيص خاصة في الأجهزة البصرية والمناظير الطبية للرصد والعلاج وخاصة في الجراحة لجميع أعضاء الجسم.
3. الطب النووي وتطبيقاته في التشخيص والعلاج واستخدام النظائر المشعة في التشخيص والعلاج.
4. استخدام التحليل الطيفي في التحاليل الطبية.
5. دراسة الكهرباء داخل جسم الإنسان وتسجيل النشاط الكهربائي من الأعضاء المختلفة للجسم واستخدامها في التشخيص واستخدام الكهرباء في العلاج.
6. دراسة الطاقة الحيوية والتنفس وتأثير المؤثرات الطبيعية مثل الحرارة والضغط والرطوبة والإشعاع الشمسي على الجسم الحي.

تخصصات الفيزياء الطبية

تؤهل دراسة الفيزياء الطبية متخصصين في مجال الانسان الآلي (Robotics) والتصوير التشخيصي باستخدام جميع أنواع الأشعة، والموجات فوق الصوتية، والرنين المغناطيسي، وحركة المفاصل، والنمذجة في الخلايا، والطاقة الحركية (Biokinetic)، والموصلات، والتجمعات الخلوية، والتآم الجروح، وتحليل الأحمال على الإنسان، ودراسة تركيب الجزئيات الحيوية، والنمذجة الرياضية والحسابية باستخدام الحاسب.

Ismael Thameen

فيزياء الهيكل العظمي

Skeletal Physics

العظام Bones

العظام هي أنسجة حية تتكون من خلايا عظمية (Osteocytes) تكون 2% من حجم العظام وتنمو بواسطة الغذاء الذي يأتيها عن طريق الدم إلى أن تصل الى الطول والشكل المطلوب.

ولا تتوقف عملية بناء العظام (Osteoclast) في الكائن خلال فترة حياته، إذ توجد عملية أخرى هي عملية هدم خلايا العظام الهرمة بغرض تجديد حيويتها والحفاظ على خواصها الفيزيائية. فخلال فترة الطفولة والمراهقة فإن عملية بناء العظام تكون أسرع من عملية الهدم إلى أن تصل العظام الى خواصها العظمية من حيث الطول والصلابة. وهذا يحدث عندما يصل عمر الإنسان الثلاثين عاماً. بعد هذه السن تبدأ عملية الهدم في الزيادة عن عملية البناء، والتي بدورها تؤدي إلى هشاشة العظام، ومن ثم يسهل تعرضها إلى الكسر وخاصة عند كبار السن.

مكونات العظام Consists of bones

تتكون العظام من:

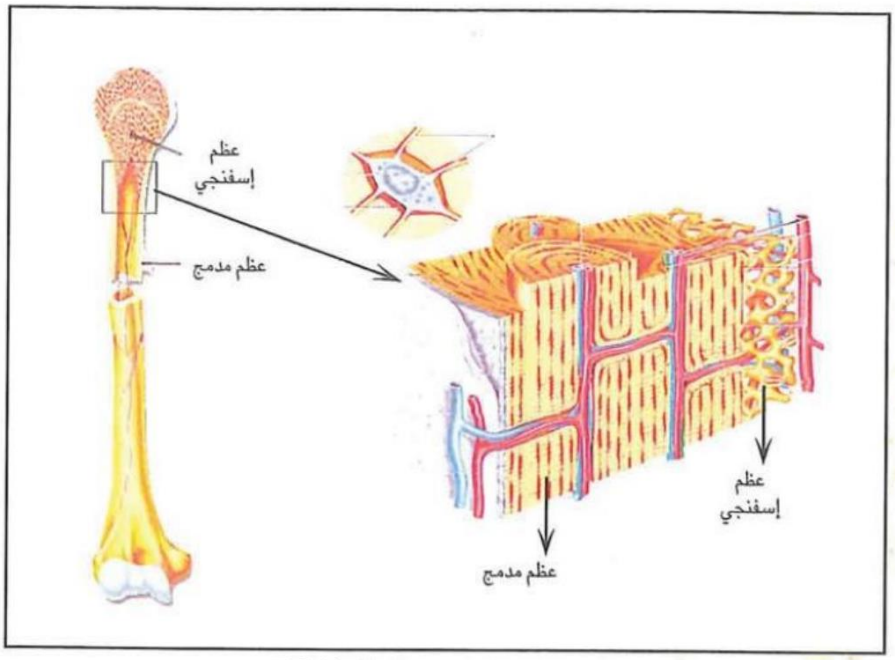
1. الماء
2. مادة عضوية وهو الكولاجين (Collagen) ويكون 40% من كتلة العظام و60% من حجمه.
3. مادة غير عضوي وهو معدن العظام (Bone mineral) ويكون 60% من كتلة العظام و40% من حجمه.

معدن العظام عبارة عن بلورات هيدروكسي أباتيت الكالسيوم $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ وهذا المعدن مشابه لذلك الموجود في الطبيعة والمسمى بأبتايت الفلور (Fluorapatite) الذي يختلف عن معدن العظام في أن الفلور (F) يحل محل الهيدروكسيد (OH)، ولذا فإنه أكثر ثباتاً من معدن العظام، وعليه فإن وجود الفلور بنسبة ضئيلة في الماء مهم جداً ليعطي الأسنان الصلابة، وذلك عن طريق ملء الفجوات الميكروسكوبية بها عن طريق اتحاده مع معدن العظام. ولهذا يستخدم الفلور المشع (^{18}F) في الكشف عن الفجوات الموجودة في العظام التي لا تظهر باستخدام الأشعة السينية.

Ismael Thameen

توجد العظام على شكل نسيج وفي صورتين (يكونان معاً في أغلب الأحيان) كما موضح في الشكل (1)، وهما:

1. مدمج (Compact) صلب كثيف، ويّكون الجزء الظاهري الصلب.
2. إسفنجي (Spongy)، ويكون داخل الجزء الصلب.



الشكل (1) العظم المدمج والعظم الإسفنجي

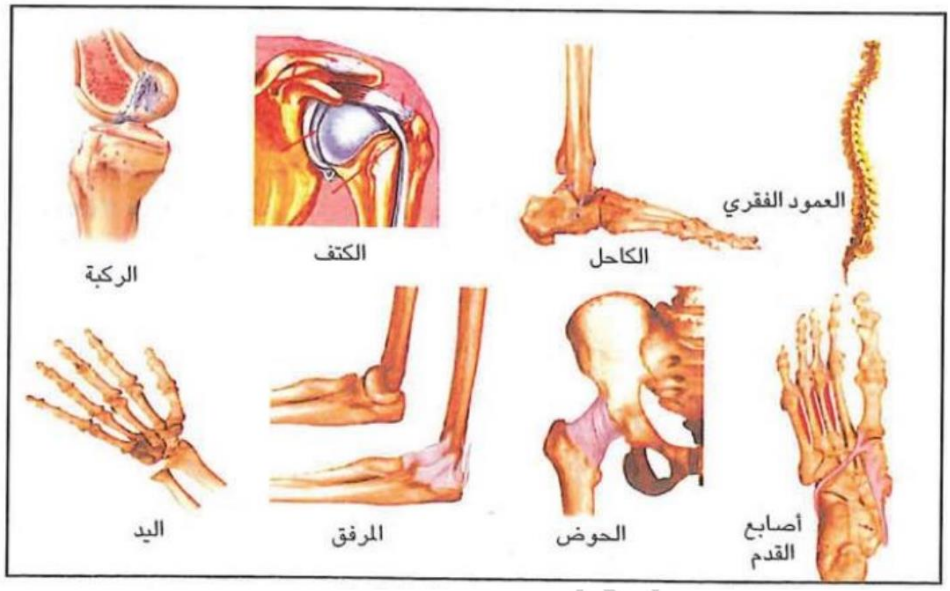
Ismail

اشكال العظام Types of bones

بالرغم من أن الهيكل العظمي يتكون من هذا العدد من العظيمات فإنه يمكن تحديد أشكالها، كما موضح في الشكل (2)، في خمس مجموعات هي:

- **المجموعة الأولى:** عظام على هيئة لوح (Plate-Like) مثل عظام الكتف وبعض عظيمات الجمجمة.
- **المجموعة الثانية:** عظام طويلة ومجوفة (Long hollow) مثل عظام اليد والأرجل والأصابع.
- **المجموعة الثالثة:** عظام اسطوانية (Cylindrical) مثل عظام العمود الفقري.
- **المجموعة الرابعة:** عظام غير منتظمة الشكل (Irregular) مثل عظام الدماغ ورسغي – كاحلي – القدم (Ankles).

- **المجموعة الخامسة:** عظام الريش (Ribs).

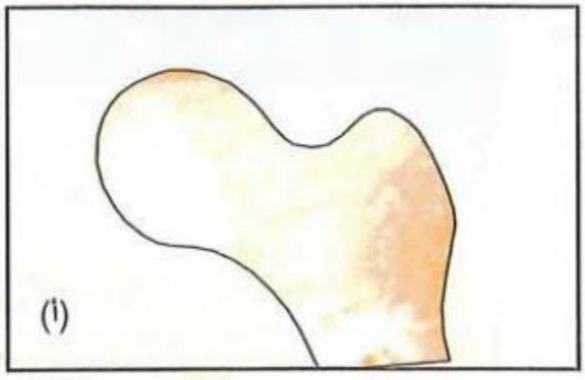


الشكل (2) بعض اشكال العظام

مميزات العظام Properties of bones

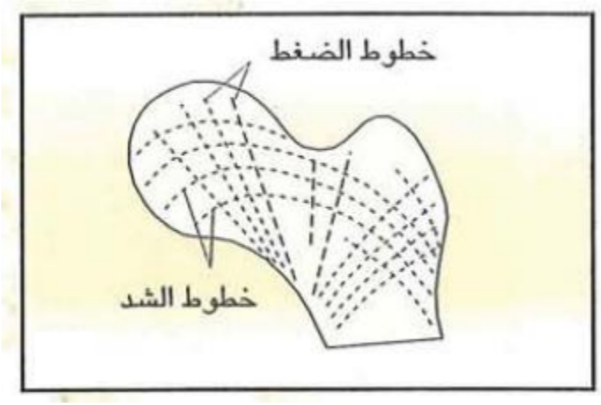
تتميز العظام بما يلي:

1. وجود حواجز إما على سطحها أو داخلها كما هو واضح في رأس وعنق عظمة الفخذ كما هو موضح في الشكل (3)، والغرض من هذه الحواجز هي زيادة مساحة السطح حتى تتحمل أقصى درجات الإجهاد بالنسبة للانضغاط (Compression) أو للشد (Tension) حسب ترتيبها في الاتجاهين كما هو موضح في الشكل (4).



الشكل (3) رأس ورقبة عظمة الفخذ

Ismael Thar



الشكل (4) خطوط الضغط والشد في عظمة الفخذ والتي عن طريقها يتوزع وزن الجسم

2. مادة صلبة لها صلابة الجرانيت في تحمل الإجهاد، وتفوقه بمقدار 25 مرة في حالة الشد، لا تتغير كثافة العظام المتماسك (Compact bone) – تساوي $1.9\ gm/cm^3$ – بالزمن ولكن الذي يتغير هو كتلة معدن العظم (Bone mineral Mass) والذي يؤدي إلى انخفاض سماكته، وبالتالي تجعله أكثر سهولة للكسر.

الاجهاد Stress

يعرف الإجهاد بأنه القوة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات. وحدة قياس الإجهاد في النظام الدولي N/m^2 وتسمى أيضا باسكال (Pa).

الاجهاد = القوة (F) \ المساحة (A)

يوجد ثلاثة أنواع من الإجهاد وهي:

1. اجهاد الشد Tensile stress
2. اجهاد الضغط Compressive stress
3. اجهاد القص Shear stress

تتكسر العظام عن طريق الضغط والشد والقص والانحناء والالتواء. يُعرف أقصى مقدار جهد يمكن أن يتعرض له العظم باسم **إجهاد العظم الأقصى** أو **حد تحمل العظم**، وهو يعتمد على نوع العظم (صلب أو إسفنجي) واتجاه التحميل.

Ismael Thameen

القيم التقريبية لأقصى اجهاد ضغط للعظم:

- العظم الصلب: 170 – 190 ميجا باسكال.
- العظم الإسفنجي: 2 – 10 ميجا باسكال.

العوامل المؤثرة على قدرة تحمل العظم:

1. الكثافة العظمية: كلما زادت الكثافة، زادت قوة التحمل.
2. الاتجاه الذي يُطبق فيه الحمل: العظام أقوى في تحمل الضغط وأضعف في تحمل الشد والقص.
3. العمر: تقل قوة العظام مع التقدم في العمر بسبب انخفاض الكثافة المعدنية.
4. الأمراض والإصابات: مثل هشاشة العظام التي تقلل من القدرة على تحمل الإجهاد

المطاوعة Strain

تعرف المطاوعة بانها مقياس المقدار تشوه المادة (تغيراً في الشكل أو الحجم) نتيجة الاجهاد الذي تعرضت له.

وان نوع المطاوعة بتوقف على نوع الاجهاد الذي يتعرض له ، وانواع المطاوعة هي:

1. المطاوعة الطولية Longitudinal strain

وهو النسبة بين التغير في طول الجسم (Δl) والطول الأصلي (l_0). وتعطى بالعلاقة الاتية:

المطاوعة الطولية = التغير في الطول (Δl) \ الطول الاصلي (l_0)

2. مطاوعة القص Shear strain
3. مطاوعة الحجم Volume strain

معامل المرونة الطولي (معامل يونك Young modulus)

ان النسبة بين الاجهاد والمطاوعة الطولية يدعى معامل المرونة او معامل يونك، ويعطى بالعلاقة الاتية:

معامل يونك = الاجهاد \ المطاوعة الطولية

$$Y = \frac{F/A}{\Delta l / l_0}$$

حيث ان:

F: هي القوة المسلطة على الجسم.

Ismael Thameen

A: مساحة المقطع العرضي.

l_0: الطول الاصلي.

Δl: مقدار الزيادة الحاصلة في الطول.

ويقاس معامل يونك Y بوحدات $(\mathrm{N/m^2})$.

مثال 1: افترض ان ساقاً لديها ساق عظمية طولها 1.2m، ومساحة مقطعها العرضي $3\mathrm{cm^2}$. ما مقدار التقصير في طولها عندما يكون كل وزن الجسم 700N مسنوداً على هذه الساق؟ (علماً ان معامل يونك للعظم هو $1.8 \times 10^{10}\mathrm{N/m^2}$).

الحل:

$$\mathrm{Y} = \frac{\mathrm{F/A}}{\Delta l / l_0}$$

$$\mathrm{Y} = \frac{\mathrm{F}\, l_0}{\mathrm{A}\, \Delta l}$$

$$\Delta l = \frac{\mathrm{F}\, l_0}{\mathrm{A}\, \mathrm{Y}}$$

$$\Delta l = \frac{700 \times 1.2}{1.8 \times 10^{10} \times 3 \times 10^{-4}}$$

$$\Delta l = 155.5 \times 10^{-4}\mathrm{m} = 15.55\mathrm{mm}$$

مقدار التقلص الحاصلة في طوله

مثال 2: اذا تم تسليط قوة ضغط مقدارها $3 \times 10^4\mathrm{N}$ على نهاية عظمة طولها 20cm، ومساحة مقطعها العرضي $3.6\mathrm{cm^2}$، اوجد:

1. ما اذا كانت العظمة سوف تتكسر ام لا؟
2. مقدار التشوه في العظم؟ (علماً ان معامل يونك للعظم هو $1.8 \times 10^{10}\mathrm{N/m^2}$).

الحل:

1.

الاجهاد = القوة (F) \ المساحة (A)

$$\mathrm{Stress} = \frac{3 \times 10^4}{3.6 \times 10^{-4}}$$

$$\mathrm{Stress} = 8.33 \times 10^7\ \mathrm{N/m^2}$$

Ismael Thameen

∴ العظم لن ينكسر

.2

$$Y = \frac{F/A}{\Delta l / l_0}$$

$$Y = \frac{F\, l_0}{A\, \Delta l}$$

$$\Delta l = \frac{F\, l_0}{A\, Y}$$

$$\Delta l = \frac{3 \times 10^4 \times 0.2}{1.8 \times 10^{10} \times 3.6 \times 10^{-4}}$$

$$\Delta l = 0.0925 \times 10^{-2}\text{m} = 0.93\text{mm}$$

مقدار التشوه في العظم

Ismael Thameen

القوى المؤثرة على الجسم

Forces Acting on the Body

القوى المؤثرة في الجسم Forces acting on the body

اهم القوى الي تؤثر على الجسم هي:

1. قوة الجاذبية

وفقاً لقانون نيوتن، توجد قوة جذب بين أي جسمين (F=mg) حيث تعتمد قوة الجاذبية الأرضية على كتلة الجسم m وتعجيل الجاذبية الأرضية g. على سبيل المثال وزننا هو سبب قوة الجاذبية بين الأرض واجسامنا.

التأثيرات الطبية لقوة الجاذبية الأرضية:

- تكون دوالي الساقين نتيجة لتحرك الدم الوريدي ضد قوة الجاذبية في طريقه الى القلب.
- تأثير الجاذبية على الهيكل العظمي (على العظام) يساهم بطريقة ما في التأثير على صحة العظام.

2. القوة الكهربائية

تعتمد هذه القوة على التفاعلات بين الشحنات الكهربائية، حيث توجد قوة تجاذب بين الشحنات المتعاكسة (مثل البروتونات والإلكترونات) وقوة تنافر بين الشحنات المتماثلة. بالإضافة إلى ذلك، تتحرك الشحنات الكهربائية وتخلق مجالات مغناطيسية، مما يؤدي إلى تفاعلات معقدة بين الكهرباء والمغناطيسية. هذه الديناميكيات تشكل أساس العديد من الظواهر الفيزيائية والتطبيقات التكنولوجية.

من الأمثلة على القوة الكهربائية:

- القوة الكهربائية بين الإلكترون (e) والبروتون (P) في ذرة الهيدروجين تكون قوية جداً، حيث تُعتبر حوالي 10 مرات أكبر من القوة الجاذبية بين جسمين بكتلة مشابهة في الفضاء. هذه القوة الكهربائية تُعتبر القوة الأساسية التي تُبقي الإلكترون مدوراً حول النواة، مما يساهم في استقرار الذرة.
- أجسامنا عبارة آلات كهربائية معقدة. تعمل الخلايا العصبية والعضلات من خلال إشارات كهربائية، حيث تنتج الخلايا العصبية شحنات كهربائية تُستخدم لنقل المعلومات بين أجزاء الجسم. هذه الإشارات تتحكم في

Ismael Thameen

الحركة، الشعور، والتفاعلات الكيميائية داخل الجسم. بالإضافة إلى ذلك، القلب يعمل من خلال نبضات كهربائية تنظم دقاته. كل هذه العمليات تُظهر كيف أن الكهرباء تلعب دوراً حيوياً في وظائفنا اليومية.

3. القوة النووية

هي القوى الموجودة داخل النوى والتي تعمل على تماسك البروتونات والنيترونات (النيوكليونات) سوية مع بعضها، وبهذا تكون المسؤولة عن بقاء النوى في الطبيعة.

العتلات Levers

العتلة جسم صلب قابل للدوران حول مرتكز ثابت، وتوجد ثلاثة أنواع من العتلات وتصنف هذه الأنواع حسب موضع كل من المرتكز، ونقطة تأثير كُل من القوة والمقاومة، ويسمى بعد القوة عن المرتكز ذراع القوة ويسمى بعد المقاومة عن المرتكز ذراع المقاومة. تعمل العديد من أنظمة العضلات والعظام في الجسم كعتلات.

قانون العتلات

توجد علاقة بين القوة والمقاومة وذراع القوة وذراع المقاومة تعرف هذه العلاقة بقانون العتلات وهو:

القوة × ذراعها (بعد القوة عن المرتكز) = المقاومة X ذراعها (بعد المقاومة عن المرتكز)

$$F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2$$

ما الفائدة الميكانيكية للعتلة؟

إن الغاية من استخدام العتلات في الحصول على فائدة ميكانيكية (ربح قوة أو ربع سرعة فقد تحصل على ربح قوة عندما تكون القوة أصغر من المقاومة وذراع القوة أكبر من ذراع المقاومة فتكون الفائدة الميكانيكية أكبر من واحد وقد تحصل على ربح سرعة عندما تكون القوة أكبر من المقاومة وذراع القوة أصغر من ذراع المقاومة.

الفائدة الميكانيكية = المقاومة \ القوة = ذراع القوة \ ذراع المقاومة

Mechanical Advantage = Load / Force

$$M.A = \frac{\text{Load}}{\text{Force}}$$

Ismael Thameen

العتلة من النوع الأول

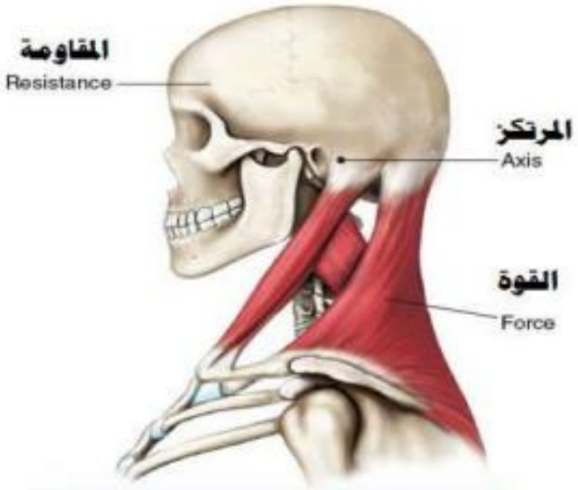
ومن أمثلتها المقص والميزان ذو الكفتين وعند استخدام هذا النوع قد تحصل على ربح قوة أو ربع سرعة أو لا نحصل عليهما لاحظ الشكل (1).

الشكل (1) عتلة من النوع الاول

مثال على عتلة من النوع الأول في جسم الإنسان

هو الرقبة (هذه الآلية تتيح لنا تحريك الرأس بفعالية وسهولة) لاحظ الشكل (2). في هذه الحالة:

- **نقطة الارتكاز**: العمود الفقري (محور العتلة).
- **المقاومة**: الرأس (يكون في أحد الطرفين).
- **القوة**: العضلات (مثل العضلات الموجودة في مؤخرة العنق) تعمل على الجانب الآخر لتحريك الرأس.



الشكل (2) تحريك باستخدام العضلات

Ismael Thamer

مثال 1: ساق طوله 50cm يرتكز في منتصفه على مسند على ثقل مقداره 20N في طرفه احسب:

1. مقدار القوة اللازمة لرفعه والتي تؤثر على بعد 20cm من المرتكز؟
2. الفائدة الميكانيكية للعتلة؟

الحل:

$$F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2$$

$$F_1 \times 0.2 = 20 \times 0.25$$

$$F_1 = 25N$$

$$M.A = \frac{Load}{Force} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{20}{25} = 0.8$$

وفي هذه الحالة نحصل على ربح سرعة.

العتلة من النوع الثاني

ومن أمثلتها مفتاح العلبة وكسارة البندق وعند استعمال هذا النوع من العتلات فأن القوة تكون أصغر من المقاومة لذا نحصل في هذا النوع من العتلات على ربح قوة فقط. لاحظ الشكل (3).

الشكل (3) عتلة من النوع الثاني

مثال 2: ساق منتظمة طولها 60cm ترتكز على أحد طرفيها علق على بعد 20cm من المرتكز ثقل مقداره 30N، ما مقدار القوة التي تؤثر في الطرف الآخر من العتلة كي تتزن أفقياً وما الفائدة الميكانيكية؟

الحل:

$$F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2$$

$$F_1 \times 0.6 = 30 \times 0.2$$

$$F_1 = 10N$$

$$M.A = \frac{F_2}{F_1} = \frac{30}{10} = 3$$

وفي هذه الحالة نحصل على ربح قوة.

مثال على عتلة من النوع الثاني في جسم الإنسان

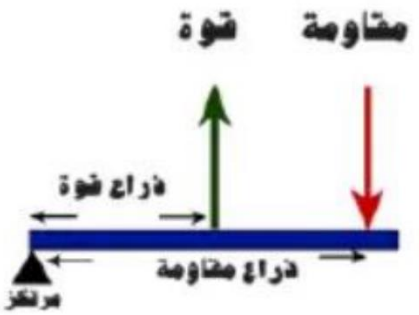
هو الكاحل أثناء رفع الجسم على أصابع القدم، لاحظ الشكل (4). في هذه الحالة:

- **نقطة الارتكاز** :الكاحل.
- **الوزن** :جسم الشخص، والذي يؤثر نحو الأسفل.
- **القوة** :تُستخدم عضلات الساق لدفع الجسم لأعلى.

الشكل (4) رفع الجسم باستخدام اصابع القدم

العتلة من النوع الثالث

ومن أمثلتها الكابسة الورقية والملقط وعند استخدام هذا النوع من العتلات فأن القوة تكون أكبر من المقاومة لذا تحصل على ربح في السرعة فقط. لاحظ الشكل (5).



الشكل (5) عتلة من النوع الثالث

مثال3: عتلة مترية مرتكزها في أحد طرفيها على ثقل 15N في طرفها، ما مقدار القوة المؤثرة في منتصف العملة كي تتزن أفقياً وما الفائدة الميكانيكية للعتلة؟

الحل:

$$F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2$$

$$F_1 \times 0.5 = 15 \times 1$$

$$F_1 = 30N$$

$$M.A = \frac{F_2}{F_1} = \frac{15}{30} = 0.5$$

وفي هذه الحالة نحصل على ربح سرعة.

مثال على عتلة من النوع الثالث في جسم الإنسان

هو ثني الذراع عند الكوع عندما يتم رفع وزن باستخدام عضلة البايسبس، لاحظ الشكل (6). في هذه الحالة:

- **نقطة الارتكاز**: مفصل الكوع.
- **الوزن**: الوزن الذي يتم رفعه (مثل الذراع أو شيء ثقيل في اليد).
- **القوة**: القوة الناتجة من العضلات (البايسبس) التي تعمل على سحب الساعد.

Ismael Thameen

الشكل (6) رفع ثقل باستخدام عضلة اليد

Ismael Thameen

Atom and its Components

الذرة والنواة The Atom and Nucleus

الذرة هي الوحدة الأساسية التي تكون المادة. وقد ظلت محاولة معرفة تركيبها التحدي الأكبر الذي واجه العديد من العلماء في العصور القديمة حتى أوائل القرن العشرين حين وضعت النظرية الذرية الحديثة كما رأينا.

تتكون الذرة (حسب التصور الحديث) من منطقتين أساسيتين هما: المركز المتناهي الصغر الذي تتركز فيه الشحنات الموجبة، وهذه المنطقة لا يتجاوز نصف قطرها 10^{-15} متر، وهي ما يطلق عليها **النواة**، ويحيط بهذه النواة فراغ هائل تسير فيه الإلكترونات ذات الشحنة السالبة ليكون نصف القطر الذري مساويا 10^{-10}متر.

إذا **الذرة The Atom:** تتكون من جسيم صغير يسمى النواة ويحيط بالنواة جسيمات صغيرة تسمى الإلكترونات تدور حولها في مدارات معينة.

أما **النواة The Nucleus** : فيها تتمركز كتلة الذرة ويبلغ نصف قطرها حوالي 10^{-15} متر (فرمي)، في حين يصل نصف قطر الذرة حوالي 10^{-10} متر (انجستروم). والنواة بدورها تتركب من نوعين من الجسيمات المتناهية الصغر تعرف بالبروتونات والنيوترونات، ويعود تعادل الذرة إلى تساوي عدد البروتونات مع عدد الإلكترونات واختلافهما في الشحنة.

وحدة الكتلة الذرية (Atomic Mass Unit (a.m.u.:

تستخدم لقياس كتل الأنوية وتساوي كتلة ذرة الهيدروجين، وهي تساوي 12/1 من كتلة ذرة الكربون.

بما أن الوزن الذري للهيدروجين يساوي واحد وبما أن الوزن الذري للعنصر يحتوي على عدد أفوجادرو من الذرات إذا:

1 gram contains 6.203×10^{23} atom

إذا وزن ذرة الهيدروجين = $1/6.203 \times 10^{23}$

$= 1.661 \times 10^{-27}$ kg = a.m.u.

البروتونات The Proton: البروتون عبارة عن جسيم صغير تبلغ كتلته 1.67×10^{-27} كجم (1.007277 amu) وهو أكبر من الإلكترون بحوالي 1839 مرة وحمل شحنة كهربائية مساوية لشحنة الإلكترون ولكنها موجبة.

النيوترونات The Neutron : النيوترون عبارة عن جسيم صغير متعادل الشحنة مساوي تقريبا للبروتون في الكتلة (1.008665 amu) وغالبا يعتبر النيوترون عبارة عن اتحاد بروتون وإلكترون.

Ismael Trameen

النيوكليونـات The Nucleons: هـو اسـم يطلـق علـى الجسـيمات النوويـة، أي البروتونـات والنيوترونـات ومجموع عددها هو عدد الكتلة إذن فهو مسمى مشترك لكل من البروتون والنيوترون

العدد الذري (Z) The Atomic Number : هو عدد البروتونات ويساوي عدد الإلكترونات للذرة المتعادلة ويرمز له بالرمز Z ويعين العدد الذري الخصائص الكيميائية للذرة وبالتالي يحدد العنصر.

عدد الكتلة (A) The Mass Number: هو مجموع أعداد البروتونات والنيوترونات المكونة لنواة أي عنصر وهو عدد صحيح ويرمز له بالرمز A.

النظائر Isotopes: هي أشكال مختلفة من ذرات العنصر نفسه يكون لها نفس العدد من البروتونات (العدد الذري) ولكنها تختلف في عدد (عدد النيوترونات). ومن أمثلتها:

نظائر الهيدروجين وهي : $^{1}_{1}H$, $^{2}_{1}H$, $^{3}_{1}H$,

نظائر الصوديوم وهي : $^{22}_{11}Na$, $^{23}_{11}Na$, $^{24}_{11}Na$

نظائر الكلور وهي : $^{34}_{17}Cl$, , $^{35}_{17}Cl$, $^{36}_{17}Cl$, $^{37}_{17}Cl$ $^{38}_{17}Cl$

نظائر اليورانيوم وهي : $^{233}_{92}U$, $^{234}_{92}U$, $^{235}_{92}U$, $^{238}_{92}U$,

الترميز النووي : يقصد به طريقة كتابة العناصر بطريقة توضح العدد الذري وعدد الكتلة والطريقة كما هو موضح أعلاه تتم بكتابة عدد الكتلة إلى أعلى يسار رمز العنصر ويكتب العدد الذري أسفل يسار رمز العنصر كما يلي:

$$^{A}_{Z}X$$

ويمكن أن يشمل الترميز النووي عدد النيوترونات وهذه تكتب أسفل يمين رمز العنصر مثل

تمرين : اكتب الترميز النووي المناسب لما يأتي:

1- نواة تحتوي على 12 بروتون و 13 نيوترون.

2- نواة تحتوي على 44 بروتون و 62 نيوترون.

3- ذرة ألومنيوم تحتوي على 27 نيوكليون.

Ismael Thameen

نصف قطر النوى Nuclear Radius

من التجارب العملية وجد أن حجم النواة V يتناسب طرديا مع العدد الكلي للنيوكلونات الموجودة في النواة أي أن

$V \alpha A$

وبما أن $V = 4/3\pi R^3$ لأن $u \alpha R$

$$A \alpha R^3$$

$$R^3 \alpha A$$

$$R = Const. \times A^{1/3}$$

$$R = R_0 A^{\frac{1}{3}}$$

حيث ان:

R: نصف قطر النواة.

R_0: ثابت نصف القطر ويساوي 1.2Fermi. اذ ان:

$$1m = 10^{15} Fermi$$

مثال: جد نصف قطر نواة النحاس $(^{64}_{29}Cu)$ بوحدة:

1. الفيرمي (Fermi).

2. المتر (m).

الحل:

1. لإيجاد نصف القطر بوحدة Fermi نطبق العلاقة الاتية:

$$R = R_0 A^{\frac{1}{3}}$$

$$R = 1.2 \times (64)^{\frac{1}{3}}$$

$$R = 4.8F$$

2. لإيجاد نصف القطر بوحدة m لدينا:

$$1m = 10^{15} Fermi$$

$$R = 4.8 \times 10^{-15} m$$

Ismael Thameen

الاشعة التشخيصية

Diagnostic Rays

الاشعاع Radiation

إن ما يقصد بكلمة الاشعاع أو الاشعة أو الاشعاعات جميع الجسيمات المشحونة وغير المشحونة والاشعة الكهرومغناطيسية التي تنتج في العمليات الذرية والنووية الطبيعية أو الاصطناعية أو بواسطة المعجلات والتي تستطيع ان تتفاعل مع الوسط الذي تمر فيه، وعليه يمكن تقسيم الاشعاعات الى اربعة أنواع وهي:

1. **جسيمات مشحونة ثقيلة:** مثل جسيمات ألفا، الديوترونات $_1^2H$، البروتونات ونوى الذرات الخفيفة.
2. **جسيمات مشحونة خفيفة:** وهي الإلكترونات e^- والبوزيترونات e^+.
3. **أجسام غير مشحونة:** مثل النيوترونات.
4 **أشعة كهرومغناطيسية:** مثل أشعة جاما وأشعة إكس.

الاشعة السينية X-ray

اكتشفت الاشعة السينية عام 1895 من قبل العالم الألماني رونتجن Roentgen مصادفةً عندما كان يدرس كهربائية الغازات والتوصيل الكهربائي للالكترونات داخل أنابيب مفرغة جزئياً من الهواء.

العالم الألماني رونتجن

الاشعة السينية: هي موجات كهرومغناطيسية غير مرئية أطوالها الموجية قصيرة جداً نحو $(10 - 0.001)nm$، لا تتأثر بالمجالات الكهربائية والمغناطيسية وذلك لأنها ليست دقائق مشحونة.

Ismael Thameen

إنتاج الأشعة السينية (x-rays)

لكي تتعرف كيفية التشخيص بالأشعة، فإنه يتوجب عليك أولاً أن تعرف كيف تنتج الأشعة السينية، وكيف تتفاعل هذه الأشعة مع المواد، وكيف يتم امتصاصها في المواد، وكيفية إنتاج صورة سينية جيدة.

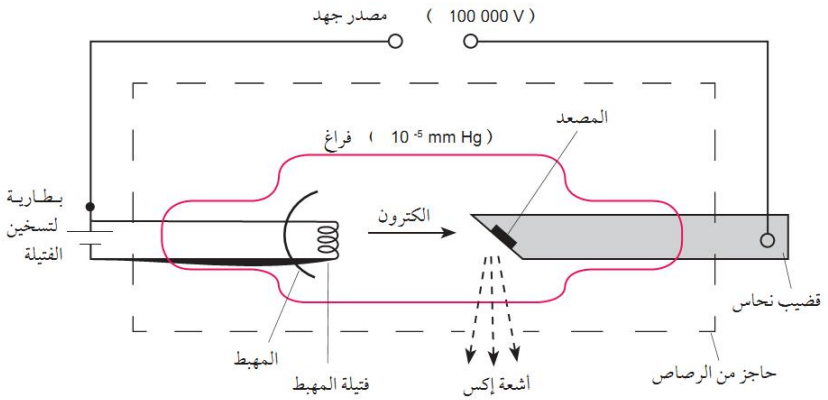
اكتشف العالم الألماني رونتجن W.C. Roentgen الأشعة السينية في خريف عام ١٨٩٥ أثناء دراسته للأشعة المهبطية في المختبر، حيث لاحظ عند تسليط فرق جهد كبير عبر الأنبوب المهبطي (CRT) تولد نوع من الأشعة قادرة على النفاذ خلال الأجسام الصلبة. وبعد فترة وجيزة استطاع رونتجن أن يحصل على أول صورة إشعاعية ليد زوجته، انظر الشكل(١)، وخلال عدة اشهر انتشر الاستخدام الطبي للأشعة السينية في أنحاء العالم.

الشكل (١): صورة بالأشعة السينية أخذها رونتجن ليد زوجته

تتألف العناصر الأساسية في جهاز إنتاج الأشعة السينية الحديث من:

١. مصدر أو باعث للإلكترونات (مهبط)
٢. أنبوبة مفرغة من الهواء.
٣. مصدر فرق جهد موجب لتسريع الإلكترونات.
٤. مصعد من مادة فلزية ذات درجة انصهار عالية، ولها قابلية عالية لتوصيل الحرارة، ولها عدد ذري كبير، مثل التنجستون. ويبين الشكل (٢) العناصر الأساسية لجهاز إنتاج الأشعة السينية.

لاحظ العلماء أن باستطاعة الإلكترونات التي تسير بسرعة عالية تحويل جزء من طاقتها الحركية الى أشعة سينية عند تصادمها مع ذرات مادة المصعد، وهذا يعني أنه لإنتاج الأشعة السينية يتوجب علينا الحصول على إلكترونات ذات سرعة عالية، ومادة فلزية تصطدم بها هذه الإلكترونات محولة جزءاً من طاقتها الحركية إلى أشعة.



◄ الشكل (٢): العناصر الأساسية في جهاز إنتاج الأشعة السينية

Ismael Thameen

فعند مرور تيار كهربائي خلال فتيلة المهبط تكتسب إلكترونات مادة المهبط طاقة كافية لتتحرر من أنوية ذرات مادة المهبط، وبوجود فرق جهد موجب عالٍ بين مصدر الإلكترونات وهدف التصادم (قرص المصعد) تتسارع الإلكترونات بدءاً من السكون، وتكتسب طاقة حركية تعتمد على فرق الجهد، أي إن :

$$KE_{max} = 1/2\ mv^2 = e\ V$$

حيث : m : كتلة الإلكترون،

v : سرعة الإلكترون عند وصوله الهدف (المصعد)،

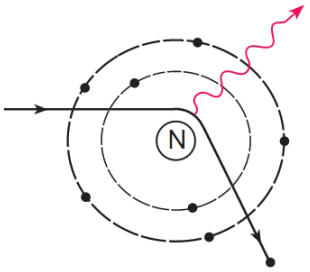
e : شحنة الإلكترون ،

V : فرق الجهد بين المصعد والمهبط .

عند اصطدام هذه الإلكترونات المتسارعة بالمصعد تفقد جزءاً كبيراً من طاقتها الحركية على هيئة طاقة حرارية بسبب احتكاكها بمادة المصعد، مما يؤدي إلى رفع درجة حرارة المصعد . ويتحول جزء آخر من طاقة حركة الإلكترونات إلى أشعة سينية، تندرج تحت نوعين :

١. أشعة الإيقاف (الفرملة) (Breaking rays)

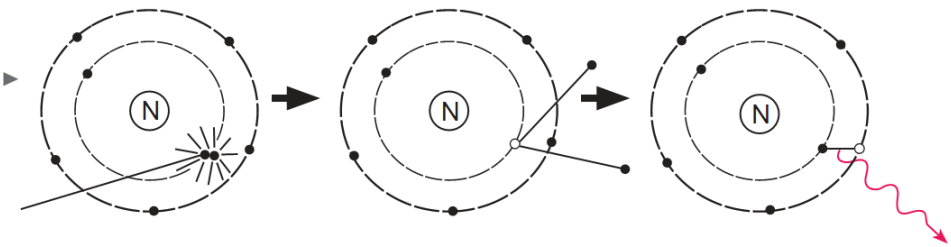
عند اقتراب الإلكترون من نواة مادة التنجستن ينحرف عن مساره الأصلي مما يتسبب بتقليل كمية تحركه وطاقته الحركية، ويتحول فرق الطاقة إلى طاقة حركية لنواة ذرة الهدف وإلى شعاع ينبعث خارجاً من منطقة التصادم كما في الشكل(٣) .



الشكل (٣) : تكوين أشعة الإيقاف

٢. الأشعة السينية المميزة (Characteristic x-ray)

يمكن أن يصطدم الإلكترون المتسارع بإلكترون في المدار الداخلي لذرات مادة المصعد، فيعطيه طاقة كافيةتحرره من الذرة . وحيث إنه لا يمكن أن يبقى موضع الإلكترون المتحرر فارغاً فإن إلكتروناً من مدارات عليا في تلك الذرة يهبط إلى المدار الداخلي ليملأ الفراغ . وحيث إن طاقة الإلكترون في المدارات العليا أعلى منها في المدارات الدنيا، فإن الفرق بين طاقة المدارين يتحرر من الذرة على شكل فوتون كما في الشكل (٤) .



◄ الشكل (٤) : تكوين الأشعة السينية المميزة

Ismael Thameen

طاقة الفوتون الاشعة سينية، تعطى بالعلاقة الاتية:

$$E = hf_{max} = KE_{max}$$

حيث ان:

E: طاقة فوتون الاشعة السينية.

h: ثابت بلانك ويساوي $6.63 \times 10^{-34} J.s$.

f_{max}: أعلى تردد لفوتون الاشعة السينية ويقابله أقصر طول موجي λ_{min} ويعطى بالعلاقة الاتية:

$$f_{max} = \frac{c}{\lambda_{min}}$$

بما ان:

$$hf_{max} = KE_{max}$$

$$hf_{max} = eV$$

$$f_{max} = \frac{eV}{h}$$

ومن العلاقة السابقة يمكننا الحصول على:

$$\frac{c}{\lambda_{min}} = \frac{eV}{h}$$

$$\therefore \lambda_{min} = \frac{hc}{eV}$$

λ_{min}: طول موجة الاشعة السينية.

مثال: اذا كان فرق الجهد المطبق بين قطبي انبوبة توليد الاشعة السينية $1.24 \times 10^4 V$ جد طول موجة الاشعة السينية المتولدة ؟

الحل:

$$hf_{max} = eV$$

$$f_{max} = \frac{eV}{h}$$

$$f_{max} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 1.24 \times 10^4}{6.63 \times 10^{-34}} = 2.99 \times 10^{18} Hz$$

$$\lambda_{min} = \frac{c}{f_{max}}$$

$$\lambda_{min} = \frac{3 \times 10^8}{2.99 \times 10^{18}}$$

$$\lambda_{min} = 1.0033 \times 10^{-10} m$$

Ismael Thameen

تعتمد طاقة الشعاع المميز على الفرق بين طاقة المدارين اللذين انتقل بينهما الإلكترون، أي :

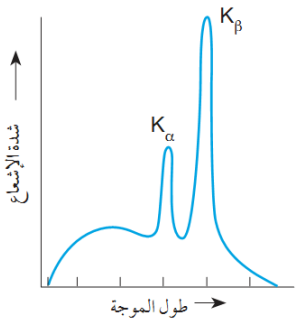
$$E = E_2 - E_1 = hf_{max} \quad \ldots\ldots (١)$$

حيث : E : طاقة فوتون الأشعة السينية .

E_2 : طاقة المدار الذي هبط منه الإلكترون .

E_1 : طاقة المدار الذي هبط إليه الإلكترون .

بالإضافة إلى الفرق في كيفية تكون أشعة الفرملة والأشعة المميزة، فإن هناك فرقاً آخر بينهما، وهو أن الأشعة المميزة لها طاقة محددة (طول موجة محدد) تعتمد على الفرق بين طاقة المدارين اللذين انتقل بينهما الإلكترون حسب المعادلة (١)، أما أشعة الإيقاف فتنتج بأطوال موجية متصلة، ويبين الشكل (٥) الأشعة السينية المنبعثة بكلا الحالتين، وتتميز الأشعة السينية بالخصائص الآتية :



الشكل (٥) : طيف الأشعة السينية

١ . هي أمواج كهرومغناطيسية تسير بسرعة الضوء .

٢ . لها طاقة عالية جدا تمكنها من المرور خلال الأنسجة بسهولة، ويتم امتصاصها في المواد عالية الكثافة، مثل العظام والرصاص .

٣ . طول موجتها قصير جداً في حدود الأنجستروم .

فكر: هل يمكن تجميع الأشعة السينية وتفريقها مثل أشعة الضوء العادية ؟ .

إنتاج صورة بالأشعة السينية

إن الهدف من تصوير المريض بالأشعة السينية هو الحصول على صورة واضحة للجزء المراد تصويره، وتختلف المواد في قدرتها على امتصاص الأشعة السينية، ويعتبر هذا الاختلاف المبدأ الأساس المعتمد في تكوين درجات متباينة السواد على الصورة الإشعاعية، حيث يتطلب توضيح الصورة السينية لعضو معين أن تكون درجات التباين عالية بينه وبين ما يحيط به من انسجة وأعضاء آخرى، وإذا تأملنا تركيب جسم الإنسان فإننا نجد العظام تحتوي على نسبة كبيرة من الكالسيوم ومتوسط عددها الذري 13.8 ، أما الأنسجة العضلية والدهنية (الأنسجة اللينة)، فإنها تتألف في الغالب من الأكسجين والهيدروجين والكربون ومتوسط عددها الذري 7.4 ، وعند تعريض الجسم إلى الأشعة السينية، فإن العظام تمتص الأشعة بدرجةأكبر من امتصاص الأنسجة اللينة، وهذا يؤدي إلى اختلاف في كمية الأشعة التي تصل إلى فيلم التصوير . فالأماكن التي تحتوي على العظام تظهر على الفيلم بيضاء لعدم نفاذ الأشعة منها، أما الأماكن التي تحتوي على الأنسجة اللينة فتظهر على الفلم سوداء . وتعتمد درجة سواد الفيلم على كمية الأشعة الساقطة عليه .

Ismael Thameen

فكما ذكرنا سابقاً تختلف المواد من حيث قدرتها على امتصاص الأشعة السينية ؛ وتعمل المواد كذلك على تشتيت الأشعة السينية بنوعيها في جميع الاتجاهات، وهاتان الخاصيتان تؤثران على جودة الصورة السينية، لأن الفيلم يسجل الأشعة التي تصل إليه، فيعمل التشتت على تقليل جودة الصورة على الفيلم، ولمعرفة أثر الظلال على جودة الصورة قم بإجراء النشاط الآتي :

نشاط(1) : أثر الظلال على جودة الصورة

المواد والأدوات : مصدران ضوئيان أحدهما صغير الحجم والآخر كبير، وشاشة .

خطوات العمل :

١ . ضع الشاشة على بعد مناسب أمام المصدر الصغير أولاً، ثم ضع يدك بين المصدر الضوئي والشاشة وراقب صورة يدك على الشاشة .

٢ . بدّل المصدر الضوئي الصغير بالمصدر الضوئي الكبير وضع يدك كما في الحالة السابقة ثم راقب صورة يدك ثانية على الشاشة .

هل لاحظت فرقاً في وضوح صورة يدك على الشاشة؟ هل لاحظت تميزاً واضحاً بين منطقتي الإضاءة والظل؟ في أي حالة توجد منطقة شبه ظل؟

لا شك انك توصلت إلى نتيجة مفادها أن المصدر الضوئي الأصغر حجماً يعطي صورة أوضح ويضع تحديداً أدق لحدود الجسم الذي تصوره .

إن جودة الصورة الإشعاعية تعني دقة تطابق الظلال على فيلم الأشعة مع التفاصيل التشريحية للجسم بشكل واضح، ويحتاج الطبيب المعالج إلى صورة عالية الجودة كي يتمكن من تشخيص المرض، ولكن التشتت يعمل على تقليل جودة الصورة، ويجعلها أقل وضوحاً، ويعتمد تشتت الأشعة السينية في المواد على العوامل الآتية :

١ . طاقة الأشعة السينية، فكلما ازدادت طاقة الأشعة السينية قَلّ تشتت الأشعة .

٢ . سُمك الجزء المعرض للأشعة، فكلما زاد سمك ذلك الجزء ازداد تشتت الأشعة .

٣ . مساحة المنطقة التي تعرضت للأشعة مقارنة بالمساحة المراد تصويرها، فكلما زادت المساحة زاد التشتت .

وهذا يعني أن على فني التصوير العمل على تقليل الأشعة المتشتتة إلى أقل قدر ممكن، وهذا يكون باستخدام أشعة ذات طاقة عالية، وتقليل سُمك الجزء المصور من الجسم، وتقليل المساحة المعرضة للأشعة إلى أقل حد ممكن .

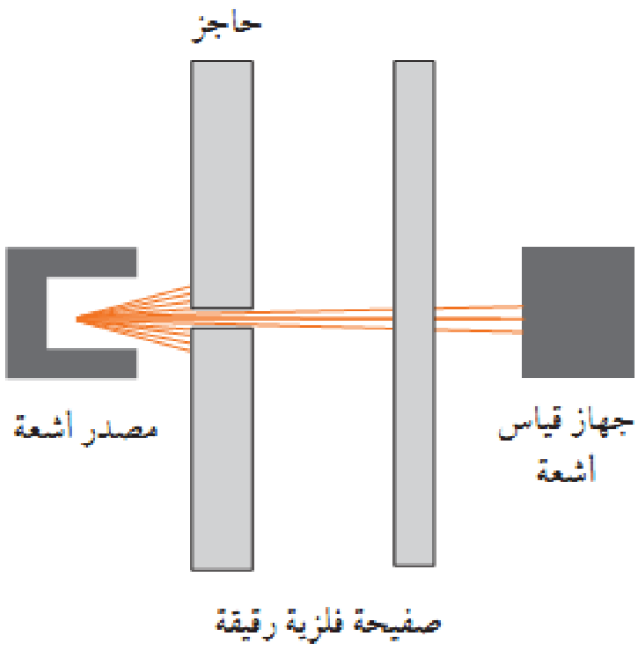
Ismael Thameen

اضمحلال الاشعة داخل الجسم

The Decay of Rays inside the Body

اضمحلال الأشعة السينية

يؤثر سمك نسيج الجسم الذي تخترقه الأشعة قبل أن تصل إلى لوحة الكشف عن الاشعة (الفيلم) على جرعة الأشعة التي يتعرض لها المريض، والذي يسهم في تقليل الإشعاعات المتشتتة داخل الجسم وهذا ما يعرف باضمحلال الأشعة السينية. يعرف **الاضمحلال لحزمة من الأشعة السينية** على انه النقص الناتج عن امتصاص أو تشتت فوتونات الحزمة بعد مرورها عبر مادة ما، ولقياس ذلك نأخذ حزمة رفيعة من الأشعة السينية نحصل عليها بتمرير حزمة من الأشعة عبر فتحة صغيرة في حاجز، كما موضح بالشكل (1).



الشكل (1) قياس شدة حزمة رفيعة من الاشعة بعد مرورها بمادة ذات سمك معين

ويستخدم جهاز لقياس شدة الأشعة التي تمر من خلال صفائح رقيقة من مادة مثل الألمنيوم. فإذا كانت شدة الأشعة قبل مرورها من صفائح الألمنيوم I_0 وشدة الأشعة بعد مرورها من صفائح الألمنيوم I، فقد بينت التجارب ان I_0 تتناقص بصورة أسية عند تغيير سمك صفائح الألمنيوم، أي إن:

$$I = I_0 \, e^{-\mu x}$$

حيث ان:

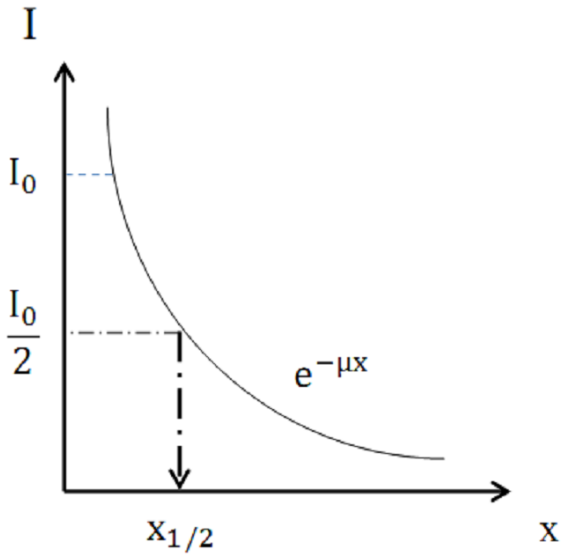
I_0: شدة الاشعة الساقطة.

I: شدة الاشعة النافذة.

μ: معامل الامتصاص الخطي للمادة.

x: سمك صفيحة الألمنيوم.

يبين الشكل (2) العلاقة بين شدة الأشعة وسمك صفيحة من الألمنيوم، ويعتمد معامل الامتصاص الخطي للمادة على نوع المادة وطاقة الأشعة السينية الساقطة على المادة.



الشكل (2) العلاقة بين شدة الاشعاع المار في مادة وسمكها

مثال 1: احسب سمك صفيحة من الكالسيوم اللازمة لتخفيف شدة الأشعة السينية الى 0.1 من قيمتها الاصلية ؟ اذا علمت ان معامل الامتصاص الخطي لصفيحة الكالسيوم هو $1.0104cm^{-1}$.

الحل:

$$I = I_0\, e^{-\mu x}$$

$$0.1I_0 = I_0\, e^{-1.0104\, x}$$

$$0.1 = e^{-1.0104\, x}$$

$$ln0.1 = -1.0104\, x$$

$$-2.3 = -1.0104\,x$$

$$x = 2.28cm$$

السمك النصفي $x_{1/2}$

يعرف السمك النصفي بأنه السمك اللازم لتقليل شدة الاشعة المارة من المادة الى نصف قيمتها الاصلية.

ويمكن حسابه من المعادلة السابقة:

$$\frac{I_0}{2} = I_0\, e^{-\mu x_{1/2}}$$

$$ln\frac{1}{2} = -\mu x_{1/2}$$

$$x_{1/2} = \frac{ln2}{\mu} = \frac{0.693}{\mu}$$

مثال 2: احسب السمك النصفي لطبقة من الألمنيوم بعد تعرضها للأشعة السينية؟ اذا علمت ان معامل الامتصاص الخطي لطبقة من الألمنيوم هو $0.3727cm^{-1}$.

الحل:

$$x_{1/2} = \frac{ln2}{\mu}$$

$$x_{1/2} = \frac{0.693}{0.3727}$$

$$x_{\frac{1}{2}} = 1.86cm$$

Ismael Thameen

التصوير بالأشعة السينية

تستخدم الاشعة السينية طبياً في جهاز التصوير الفوتوغرافي وجهاز التصوير بتقنية الحاسوب (Computer Technology) حيث تستخدم هذه الاجهزة لتصوير الاجزاء الداخلية لجسم الانسان خاصة العظام اعتماداً على اختلاف اجزاء جسم الانسان في الكثافة وبالتالي اختلافها في امتصاص او توهين (اضعاف) الاشعة السينية المارة من خلالها، حيث تسلط الاشعة السينية على جسم الانسان بشدة معينة وتخرج منه بشدة مختلفة، ثم تسقط الاشعة النافذة على لوحة فوتوغرافية او متحسس كهروضوئي لتتفاعل معه وتكون صورة فوتوغرافية او حاسوبية تبين المناطق المختلفة لجسم الانسان.

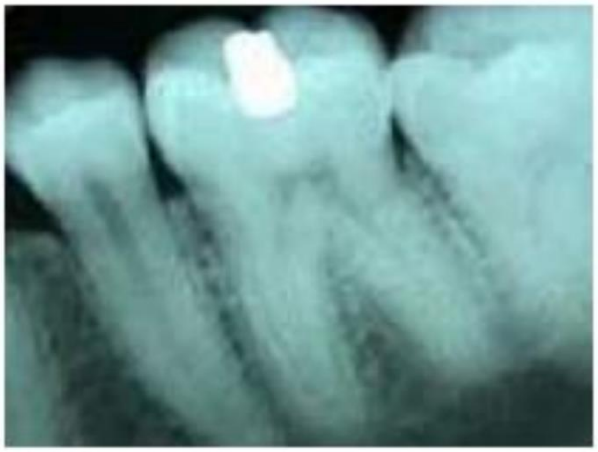
تطبيقات الاشعة السينية

من تطبيقات الاشعة السينية انها تستثمر في المجالات الطبية الآتية:

1. تعطى صوراً واضحة للعظام التي تظهر بشكل فاتح والأنسجة تظهر بشكل اغمق عند التصوير الاشعاعي، كما موضح بالشكل (3).

الشكل (3) صورة بالأشعة السينية للقفص الصدري

2. الكشف عن تسوس الأسنان، لاحظ الشكل (4).



الشكل (4) صورة بالأشعة السينية لسن يحتوي على تسوس

3. الكشف عن كسور العظام، لاحظ الشكل (5).

الشكل (5) صورة بالأشعة السينية لعظم قد تعرض الى كسر

Ismael

4. تحديد مواقع الأجسام الصلبة مثل الشظايا أو الرصاص في الجسم.

5. الكشف وعلاج بعض الأورام في الجسم.

6. تعقيم المعدات الطبية مثل القفازات الجراحية اللدنة أو المطاطية والمحقنات. فهذه المعدات تتلف عند تعرضها للحرارة الشديدة ولذا فلا يمكن تعقيمها بالغليان.

الموجات فوق الصوتية

Ultrasonic Waves

الموجات فوق الصوتية Ultrasonic waves

موجات ميكانيكية طولية قصيرة الطول الموجي يزيد ترددها عن 20 الف هرتز. ولا تستطيع الأذن البشرية سماعها بينما يمكن سماعها من قبل بعض الحيوانات (مثل الكلاب والخيول والطيور وغيرها).

التشخيص بالأمواج فوق الصوتية

يعدّ التصوير بالأمواج فوق الصوتية إحدى طرق التشخيص الطبي، حيث يتم فيه استخدام أمواج صوتية ذات تردد عال وصداها المرتد من حاجز يفصل بين وسطين من مادتين مختلفين، ويشبه في طريقة عمله طريقة تحديد المواقع التي يستخدمها الوطواط والحوت والدلفين.

جهاز الأمواج فوق الصوتية

يتألف جهاز الأمواج فوق الصوتية من العناصر الأساسية الآتية، انظر الأشكال (1 ، 2).

١. مسبر محول للطاقة : يعمل على إرسال واستقبال الأمواج فوق الصوتية، ويعدّ الجزء الأساسي في الجهاز، وهو يمثل الفم والأذنين للوطواط. يتألف المسبر من بلورة تعمل على تحويل الطاقة من كهربائية إلى ميكانيكية (ضغط) وبالعكس، ويكون بأشكال وأحجام مختلفة حسب الحاجة.

٢. وحدة المعالجة المركزية : وهي عبارة عن حاسوب يقوم بكافة الحسابات المطلوبة وتخزينها، بالإضافة إلى تزويد المسبر بالطاقة اللازمة.

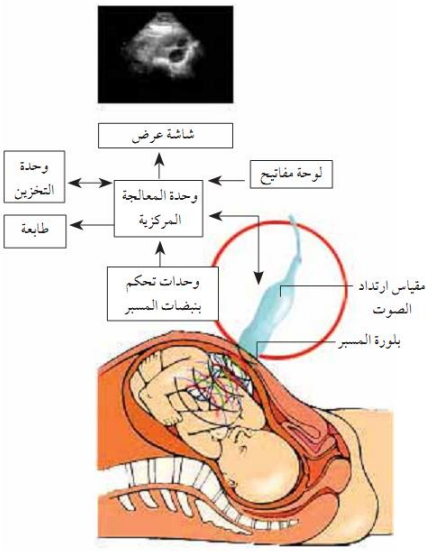
٣. وحدات تحكم بنبضات المسبر : وهي عبارة عن دارات كهربائية تساعد على تغيير قوة النبضات وترددها وفترة تأثيرها.

٤. شاشة عرض : حيث يتم عرض الصورة بعد معالجة البيانات في وحدة المعالجة المركزية.

٥. لوحة مفاتيح تستخدم لإدخال المعلومات وأخذ القراءات.

٦. وحدة تخزين (قرص صلب، قرص مرن، قرص مدمج) حيث يتم خزن الصور المأخوذة.

الشكل (1): جهاز الأمواج فوق الصوتية



الشكل (2): كيفية عمل جهاز الأمواج فوق الصوتية

كيفية عمل جهاز الأمواج فوق الصوتية

يطلق الجهاز ملايين النبضات فوق الصوتية في الثانية الواحدة، ويستقبل صداها ليشكل الصورة اللازمة. ويتم ذلك حسب الخطوات الآتية التي تظهر في الرسم التوضيحي شكل (2):

١. يصدر الجهاز أمواجاً فوق صوتية ذات تردد عال، (١-٥) مليون هيرتز، على شكل نبضات داخل جسم المريض باستخدام مجس (مسبر).

٢. تنتقل الأمواج فوق الصوتية داخل الجسم حتى تصطدم بحاجز يفصل بين وسطين مختلفي التركيب، مثل سائل وأنسجة لينة، أو انسجة لينة وعظام.

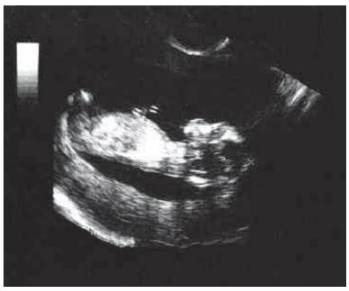
٣. يرتد جزء من الأمواج من الحاجز، في حين يستمر الجزء الآخر حتى يصل إلى حاجز آخر ليرتد جزء آخر منها.

٤. يتم التقاط الجزء المرتد بوساطة المسبر الذي يحوله إلى إشارات كهربائية، ويبعثه إلى وحدة المعالجة المركزية في الجهاز.

٥. من معرفة سرعة الأمواج في الأنسجة والزمن بين الموجة الصادرة من المسبر والمرتدة إليه من الحاجز يتم حساب المسافة التي قطعتها الأمواج.

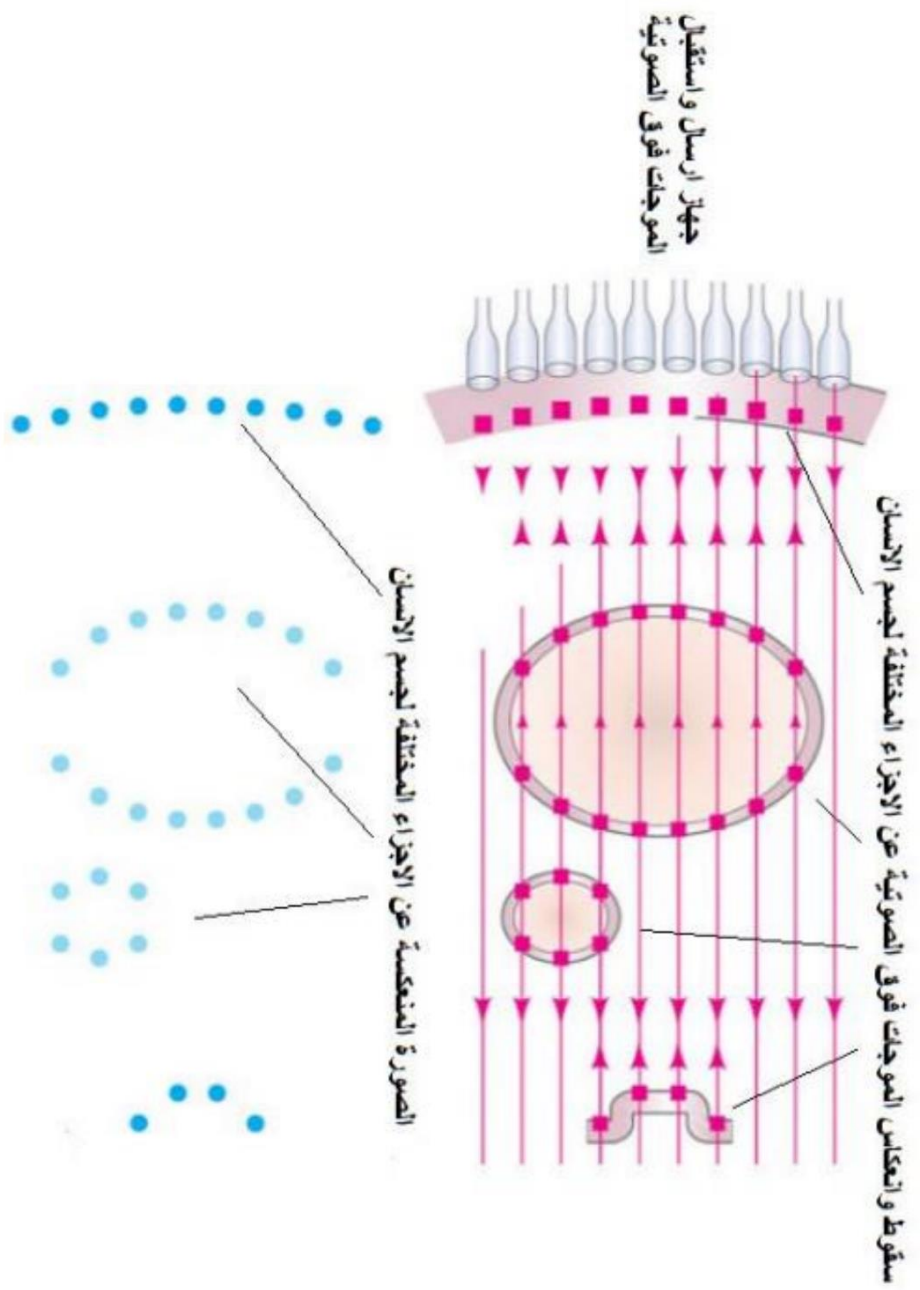
٦. تقوم وحدة المعالجة المركزية بعمل الحسابات اللازمة وفق برمجة خاصة، وتشكل صورة لداخل جسم المريض يتم عرضها على شاشة كما في الشكل(3)، أو إرسالها إلى طابعة لطباعتها.

هل تعلم : أن الأمـواج فـوق الصوتية هي التي يزيد ترددها على ٢٠٠٠٠ هيرتز. والجدير بالذكر أن أذن الإنسان حساسة للأصوات التي يتراوح تردد ذبذباتها بين (٢٠-٢٠٠٠٠) هيرتز.



الشكل (3): صورة مأخوذة بالأمواج فوق الصوتية لجنين

Ismael Thameer



الشكل (4) مخطط لاستخدام الموجات فوق الصوتية في تصوير الاجزاء الداخلية لجسم الانسان

استخدامات الأمواج فوق الصوتية في التشخيص

يتميز التصوير فوق الصوتي بأنه لا يستخدم الأشعة المؤينة، وأن نتائجه أسرع من استخدام الأشعة السينية في التصوير، ومن بين الاستخدامات الطبية للأمواج فوق الصوتية ما يأتي :

١ . مجال التوليد وأمراض النساء :

- قياس حجم الجنين لتحديد موعد الولادة .
- تحديد وضع الجنين داخل الرحم والتأكد أنه في الوضع السليم (الرأس للأسفل) .
- فحص موضع المشيمة والنظر فيما إذا كانت تتكون بصورة خاطئة .
- تحديد عدد الأجنة داخل الرحم .
- فحص جنس الجنين .
- فحص معدل نمو الجنين داخل الرحم .
- فحص كمية السائل الأمنيوني (النُخط) حول الجنين .
- الكشف عن أورام سرطانية داخل المبيض والثدي .

٢ . مجال أمراض القلب :

- لتحديد وجود خلل وظيفي أو تركيبي في القلب .
- قياس معدل تدفق الدم خلال القلب والأوعية الدموية الرئيسة .

٣ . مجال أمراض الجهاز البولي

- قياس تدفق الدم خلال الكليتين .
- الكشف عن ترسبات كلسية (حصى) داخل الكلية .
- الكشف المبكر عن سرطان غدة البروستاتا .

Ismael Thamreen