دولة قطر
وزارة التعليم والتعليم العالي

الفيزياء

للصف الثاني عشر التأسيسي
الفصل الدراسي الثاني

النشيد الوطني

قَسَمًا بِمَنْ رَفَعَ السَّمَـاءْ ● قَسَمًا بِمَنْ نَشَرَ الضِّيَـاءْ
قَطَرٌ سَتَبْقَـى حُـرَّةً ● تَسْمُو بِرُوحِ الأَوْفِيَـاءْ
سِيـرُوا عَلَـى نَهْـجِ الأُلَـى ● وَعَلَى ضِيَاءِ الأَنْبِيَـاءْ
قَطَرٌ بِقَلْبِي سِيـرَةٌ عِـزٌّ ● وَأَمْـجَادُ الإِبَاءْ
قَطَرُ الرِّجَـالُ الأَوَّلِينَ ● حُمَاتُنَا يَوْمَ النِّـدَاءْ
وَحَمَائِـمٌ يَوْمَ السَّلَامْ ● جَوَارِحٌ يَوْمَ الْفِـدَاءْ

لون علم دولة قطر العنابي والأبيض ، وتفصل بين اللونين تسعة رؤوس.

الأبيض : هو رمز السلام الذي يسعى له حكام قطر وأبناؤها.

العنابي : يرمز إلى الدماء المتخثرة، وهي دماء الشهداء من أبناء قطر الذين خاضوا معارك كثيرة في سبيل وحدة دولة قطر وخاصة في النصف الأخيرمن القرن التاسع عشر.

الرؤوس التسعة : ترمز إلى أن دولة قطر هي العضو التاسع في الإمارات المتصالحة من دول الخليج العربية.

علم دولة قطر

رؤيـة قـطر الوطنيـة 2030

تهدف رؤيـة قـطر الوطنية 2030 التي تمت المصـادقة عليها بموجب القـرار الأميـري رقم 44 لسنة 2008، إلى تحـويل قطـر بحلول عـام 2030 إلى دولـة متقـدمـة قـادرة على تحقيق التنمية المستدامة وعلى تأمين استمرار العيش الكريـم لشعبها جيلا بعد جيل. حيث تحـدد الرؤية الوطنية لدولة قـطر النتائج التي يسعى البلد لتحقيقها على المدى الطويل كما أنها تـوفر إطـارا عـامـا لتطوير إستراتيجيات وطنية شـاملة وخطط تنفيذها .

وتستشرف الرؤية الوطنية الآفاق التنموية من خلال الركائز الأربع المترابطة التالية :

التنمية البشرية	التنمية الاجتماعية	التنمية الاقتصادية	التنمية البيئية

الركيـزة الأولى - التنميـة البشرية

الغـايات المستهدفـة

سكـان متعلمون :

- نظام تعليمي يرقـى إلي مستـوى الأنظمـة التعليميـة العالميـة المتميـزة ويـزود المواطنـين بما يفي بحاجاتهم وحاجات المجتمع القطري ويتضمن:
  - مناهج تعليـم وبرامج تدريب تستجيب لحاجات سوق العمل الحالية والمستقبلية.
  - فرصاً تعليمية وتدريبية عالية الجودة تتناسب مع طموحات وقدرات كل فرد.
  - برامج تعليم مستمر مدى الحيـاة متاحة للجميع.

- شبكة وطنية للتعليم النظامي وغير النظامي تجهز الأطفال والشباب القطريين بالمهارات اللازمة والدافعية العالية للمساهمة في بناء مجتمعهم وتقدمه، تعمل على :
  - ترسيخ قيم وتقاليد المجتمع القطري والمحافظة على تراثه.
  - تشجيع النشء على الإبداع والابتكار وتنمية القدرات.
  - غرس روح الانتماء والمواطنة.
  - المشاركة في مجموعة واسعة من النشاطات الثقافية والرياضية

- مؤسسات تعليميـة متطورة ومستقلة تدار بكفاءة وبشكل ذاتي ووفق إرشادات مـركزيـة وتخضع لنظام المساءلة.
- نظام فعال لتمويل البحث العلمي يقوم على مبدأ الشراكة بين القطاعين العام والخاص بالتعاون مع الهيئات الدولية المختصة ومراكز البحوث العالمية المرموقة.
- دور فاعل دولياً في مجالات النشاط الثقافي والفكري والبحث العلمي.
- استقطاب التوليفة المرغوبة من العمالة الوافدة ورعاية حقوقها وتأمين سلامتها، والحفاظ على أصحاب المهارات المتميزة منها.

المحتويات

الوحدة الأولى : الفيزياء الذرية والنووية

نموذج رذرفورد والنماذج الحديثة لتركيب الذرة

تركيب الذرة

النشاط الإشعاعي

النظائر المشعة

الانشطار والاندماج النووي

طاقة النجوم

أنبوبة أشعة المهبط

الوحدة الثانية: خصائص الموجات

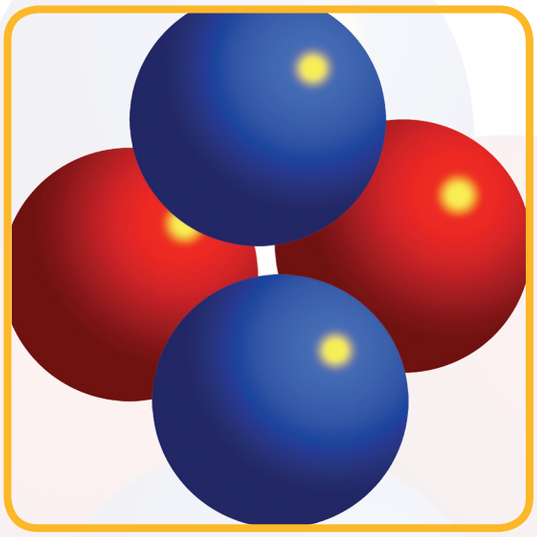
خصائص الموجات

انكسار الموجات

الطيف الكهرومغناطيسي

الوحدة الأولى

12FP.4



الفيزياء الذرية والنووية

Atomic and Nuclear Physics

نموذج رذرفورد والنماذج الحديثة لتركيب الذرة

12F.23.1

الأهداف

- يصف مراحل تطور النماذج المختلفة المستخدمة في تفسير تركيب المواد.
- يفسّر نتائج تجارب رذرفورد في تشتت الجسيمات الذرية.
- يشرح كيف أوصلت هذه التجارب إلى النماذج الحديثة لتركيب الذرة.
- يسرد الأسباب التي جعلت النماذج الحديثة تحل محل النماذج السابقة.

المصطلحات الأساسية

الذرة Atom
نووي Nuclear
نواة Nucleus
نموذج Model

ابحث في الانترنت عن :

- قانون حفظ الكتلة.
- قانون النسب الثابتة.
- قانون النسب المتعددة.

النظرية الذرية:

تهتم النظرية الذرية بدراسة طبيعة المادة، وتنص على أن كل المواد تتكون من ذرات.
توصل الفيلسوف اليوناني (ديموقريطس) إلى مفهوم أو فكرة أن كل الأشياء مكونة من ذرات غير قابلة للانقسام، واعتقد هذا الفيلسوف أن كل الذرات متماثلة وصلبة وغير قابلة للانضغاط إلى جانب أنها غير قابلة للانقسام، وأن الذرات تتحرك بأعداد لا حصر لها في فضاء فارغ، وأن الاختلاف في الشكل والحجم الذرى يحدد الخصائص المختلفة لكل مادة.

إن النظرية اليونانية عن الذرة لها مدلول تاريخي وفلسفي بالغ الأهمية، إلا أنها ليست ذات قيمة علمية، ذلك أنها لم تقم على أساس ملاحظة الطبيعة أو القياسات أو الاختبارات أو التجارب.

مراحل تطور النماذج المختلفة المستخدمة في تفسير تركيب المواد.

نموذج دالتون Dalton model:

جاءت نظرية دالتون بشكل مختلف عما سبق، ذلك كونها تعتمد على قوانين بقاء الكتلة والنسب الثابتة والتي اشتُقت من العديد من الاستنتاجات المباشرة.

فروض نظرية دالتون:

1- تتكون المادة من دقائق صغيرة تسمى الذرات.
2- ذرات العنصر الواحد لها الصفات نفسها من حيث الشكل والكتلة، وتختلف في هذه الصفات عن غيرها من العناصر.
3- لا يمكن أن تنقسم الذرات أثناء التفاعل الكيميائي.
4- التفاعل الكيميائي هو اتحاد ذرة أو أكثر من عنصر ما مع ذرة أو أكثر من عنصر آخر.

لقد أثبتت نظرية دالتون نجاحها من خلال تفسيرها لبعض الحقائق القائمة في ذلك الزمان كما أنها استطاعت التنبؤ ببعض القوانين غير المكتشفة مثل (قانون النسب المتعددة).

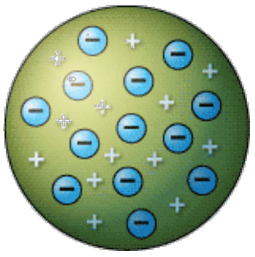
نموذج فارادي:

توصّل فاراداي إلى أن الذرات تحتوي على جسيمات مكهربة وقام بتجارب تحليل أملاح إلا أنه لم يضع أي نموذج ذري.

نموذج طومسون Thomson Model:

في عام 1897م أظهر اكتشاف الإلكترون للعالم "طومسون" أن المفهوم القديم عن الذرة منذ ألفي عام، والذي ينطوي على أنها جسيم غير قابل للانقسام كان مفهوماً خاطئاً، كما أظهر أيضاً أن للذرة - في الواقع- ترتيب معقد، غير أنهم لم يغيروا مصطلح "الذرة" أو غير قابلة للتجزئة إلى "اللاذرة"، وأدى اكتشاف "طومسون" عن الإلكترون ذو الشحنة السالبة إلى إثارة الإشكاليات النظرية لدى الفيزيائيين لأن الذرات ككل - تحمل شحنات كهربائية متعادلة فأين الشحنة الموجبة التي تعادل شحنة الإلكترون.

توصل طومسون إلى فروض هي:



1. الذرة كرة مصمتة رقيقة الجدار مشحونة بشحنة موجبة.
2. تتوزع بانتظام داخل الذرة الكترونات سالبة الشحنة.
3. الذرة متعادلة كهربائياً لأن الشحنات الموجبة تساوى السالبة.

كان عمل طومسون يمثل تقدماً أساسياً في مجال الفهم العلمي لبنية الذرة مقترحاً نموذجاً عرف فيما بعد بنموذج طومسون. إن عمله هذا أعطى الكثير من البراهين العملية لكثير من النظريات التي وضعت حول البنية الذرية في عصره.

نموذج رذرفورد Rutherford model:

قام العالم رذرفورد بإجراء بعض من أبرز التجارب للوصول إلى حقائق تركيب الذرة.

تجربة رذرفورد أو تجربة رقاقة الذهب أو تجربة جيجر ومارسيديان (نسبة لمن قام بها تحت إشراف رذرفورد) هي تجربة تعتمد على تسليط حزمة من جسيمات ألفا على رقاقة ذهب.

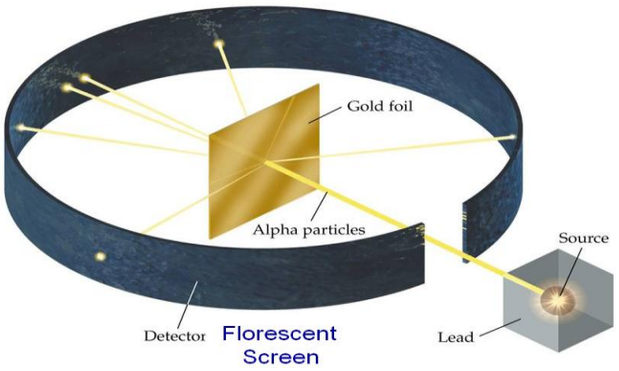
تركيب الجهاز:

1- أنبوبة سميكة من الرصاص بها قطعة من عنصر مشع مثل الراديوم المشع، حيث تخرج منه جسيمات ألفا.

2- ألواح معدنية من الرصاص توضع متوازية أمام مصدر الإشعاع الراديوم للحصول علي شعاع مستقيم من جسيمات ألفا، ولضمان عدم تسرب الأشعة.

3- لوحة معدنية علي هيئة دائرة غير مكتملة مغطاة بطبقة من كبريتيد الخارصين الذي يعطي وميضاً عند اصطدام جسيمات ألفا بها.

4- صفيحة رقيقة من الذهب سمكها حوالي (0.0001 cm).



خطوات تجربة رذرفورد:

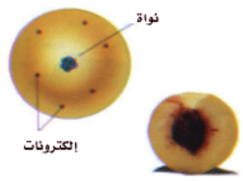
1- سلط رذرفورد حزمة من جسيمات ألفا لتصطدم باللوحة المعدنية المغطاة بكبريتيد الخارصين (ZnS)، وذلك لتحديد مكان وعدد جسيمات ألفا المصطدمة باللوحة المعدنية، وذلك من الومضات التي ظهرت عليها.

2- وضع صفيحة رقيقة جداً من الذهب بحيث تعترض مسار الأشعة قبل اصطدامها باللوحة المعدنية.

المشاهدة:

شاهد رذرفورد أن معظم جسيمات ألفا نفذت دون أن تعاني أي انحراف، ونسبة قليلة جداً من جسيمات ألفا لم تنفذ من صفيحة الذهب وارتدت عكس مسارها، ووجد أن نسبة ضئيلة جداً من جسيمات ألفا نفذت خلال صفيحة الذهب ثم انحرفت عن مسارها.

الاستنتاج (فروض رذرفورد):



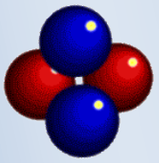
1. الذرة تشبه المجموعة الشمسية (نواة مركزية يدور حولها على مسافات شاسعة الالكترونات سالبة الشحنة).
2. الذرة معظمها فراغ (لأن الذرة ليست مصمتة وحجم النواة صغير جدا بالنسبة لحجم الذرة).
3. تتركز كتلة الذرة في النواة (لأن كتلة الالكترونات صغيرة جدا مقارنة بكتلة مكونات النواة من البروتونات والنيترونات).
4. يوجد بالذرة نوعان من الشحنة (شحنة موجبة بالنواة وشحنات سالبة على الالكترونات.
5. الذرة متعادلة كهربيا لأن عدد الشحنات الموجبة (البروتونات) يساوي عدد الشحنات السالبة (الالكترونات).
6. تدور الالكترونات حول النواة في مدارات خاصة.
7. يرجع ثبات الذرة إلى وقوع الالكترونات تحت تأثير قوتين متضادتين في الاتجاه متساويتين في المقدار هما قوة جذب النواة للإلكترونات وقوة الطرد المركزي الناشئة عن دوران الالكترونات حول النواة.

فراغ الذرة

حتى يمكنك تخيل شكل الذرة ، فمثلاً لو تخيلنا أن ذرة الهيدروجين في حجم استاد رياضي فتكون النواة ممثلة بحبة أرز موضوعة في قلب الاستاد ويكون مدار الإلكترون ممثلاً بصف المقاعد الخارجية.

أشعة ألفا

هي جسيمات موجبة الشحنة قصيرة المدى تتكون من أنوية ذرات الهيليوم، أي (2 بروتون و2 نيترون) تنبعث من الجسم المشع أثناء تحلل ذراته.



سؤال

لاحظ رذرفورد مرور دقائق ألفا عبر صفيحة الذهب الرقيقة دون أن تعاني انحرافات كبيرة، ماذا يعني لك ذلك؟

سؤال

تجربة رذرفورد توصلت إلى عدة استنتاجات، عددها.....

عيوب نظرية رذرفورد:

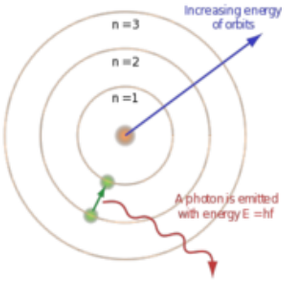
لاقى نموذج رذرفورد اعتراض الكثير من العلماء في عصره ، وتركز هذا الاعتراض على أمرين:

1- **استقرار النواة** : إذ أن قوة التنافر الكهربائي بين بروتونات النواة يجعل الاحتفاظ بها داخل النواة يستلزم وجود قوة تجاذب أكبر من أو تساوي قوة التنافر ، فمن أين تأتي هذه القوة؟

2- **استقرار الإلكترونات في المدارات** : إذا أن الإلكترون يدور حول النواة حركة دائرية بقوة مركزية وبعجلة مركزية ، وحيث أن أي جسم مشحون يتحرك بعجلة فإنه يشع طاقة باستمرار وهذه يعني أن طاقة الإلكترون تقل باستمرار حتى يسقط في النواة ، أي تتهدم بنية الذرة وهذا لا يحدث في الطبيعة.

نموذج بور Bohr model:

افتراضات نيلز بور في نموذجه الذري:



1- الإلكترونات تدور حول النواة في مسارات دائرية الشكل وضمن مدارات محددة ولها طاقات ثابتة ومحددة.

2- كل مدار له طاقة محددة وثابتة ويعبر عن رتبة المستويات بأرقام صحيحة من 1-7 سميت بالأعداد الكمية الرئيسة.

3- لا يفقد الإلكترون طاقة ما دام في مداره وإذا صعد لمدار أعلى فإنه يكتسب طاقة تسمى طيف امتصاص. وإذا نزل لمدار أدنى فإنه يفقد طاقة ضوئية تسمى طيف انبعاث.

وكان على هذا النموذج الذي وضعه أن يفسر ويقدم حلاً للمشاكل التي واجهت النموذجين السابقين للذرة من حيث تفسير استقرار الذرة والطيف المنبعث من ذرة الهيدروجين.

عيوب نموذج بور:

1- لم يستطع تفسير أطياف بقية العناصر ما عدا الهيدروجين.

2- ادعى أنه يمكن تحديد مكان وسرعة الإلكترون معاً.

3- اعتبر الإلكترون جسيماً مادياً مشحوناً متحركاً فقط ولم يأخذ في الاعتبار وجود خصائص موجية له.

4- اعتبر أن الذرة مسطحة.

ورغم هذه النقائص إلا أنه فتح المجال أمام العلماء للبحث وإعطاء النموذج الكمي للذرة فيما بعد.

النظرية الذرية الحديثة: Modern atomic theory

أسست على ما فشل فيه بور، ودرست ما يلي:
أ- الطبيعة المزدوجة للإلكترون.
ب- مبدأ عدم اليقين (التأكد)، (هايزنبرج).
ج- المعادلة الموجية (شرودنجر).

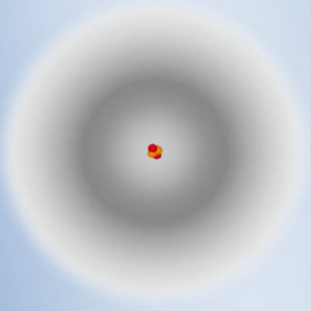
بحث :
ماذا قدمت معادلة شرودنجر في مجال علم الذرة؟

الأسباب التي جعلت النماذج الحديثة تحل محل النماذج السابقة:
- لأنها وضعت مبدأ الطبيعة المزدوجة للإلكترون، أي أنه مادة وله خواص الموجات، بينما بور قال إنه مادة.
- وضعت مبدأ عدم التأكد من تحديد مكان وسرعة الإلكترون، بينما بور ادعى أنه يستطيع تحديدهما معاً.
- وضعت معادلة لتحديد حركة الإلكترونات الموجية.

الطبيعة المزدوجة للإلكترون
الإلكترون جسيم مادي مشحون متحرك تصاحبه موجة مادية.
والموجات المادية هي التي تصاحب الجسم المتحرك ولا تنفصل عنه، وسرعتها أقل من سرعة الضوء.

مبدأ عدم اليقين (هايزنبرج)
يستحيل عملياً تحديد مكان وسرعة الإلكترون معاً.
مع وضع مبدأ عدم اليقين ظهر مصطلح جديد يعبر عن سرعة الالكترون.

السحابة الإلكترونية
إن سرعة الإلكترون الكبيرة جداً أثناء دورانه حول النواة جعلت من الصعب تحديد مكانه وسرعته في وقت واحد وأصبح يستخدم مصطلح السحابة الإلكترونية ليشير إلى الأماكن حول النواة والتي من المحتمل أن يكون فيها الإلكترون في لحظة ما.



المعادلة الموجية لشرودنجر
بحل المعادلة أمكن تغيير مفهوم حركة الإلكترون:
(من) مدار محدد ثابت ومناطق محرمة لدوران الإلكترونات،
(إلى) منطقة من الفراغ حول النواة ويحتمل وجود الإلكترون بها.

12F.23.2

تركيب الذرة Atomic Structure

الأهداف
- يصف نموذجاً بسيطاً لتركيب الذرة بدلالة البروتونات والنيترونات والإلكترونات
- يستخدم الترميز الشائع لتمثيل ذرات العناصر.
- يعرف النظائر ويعطي أمثلة لها.

المصطلحات الأساسية
البروتونات Protons
النيترونات Neutrons
الإلكترونات Electrons
العدد الذري Atomic Number
العدد الكتلي Mass Number
النظائر Isotopes

يجب أن تعلم أن الذرة ليست أصغر جزء في المادة فهي تحتوي الكترونات وبروتونات ونيترونات ولكن هي إحدى الوحدات الأساسية لبناء المادة. فكل شيء حولنا مكون من ذرَّات.

مكونات الذرة:

1- النواة (Nucleus): وهي صغيرة الحجم، موجبة الشحنة، ثقيلة الكتلة بالنسبة لباقي مكونات الذرة.

تحوي النواة نوعين من الجسيمات هي:

أ- البروتونات (Protons):

وهذا هو المكوّن الأولي للذرة، والمسؤول عن خواصها، والبروتونات جسيمات تحمل شحنة موجبة (+) وثقيلة الكتلة.

ب- النيترونات (Neutrons):

وهي جسيمات متعادلة ولا تحمل شحنة، وهذا هو معنى كلمة نيترون.

النيترونات هي أثقل جسيمات الذرة كتلة، فكتلة النيترون أكبر بمقدار ضئيل من كتلة البروتون.

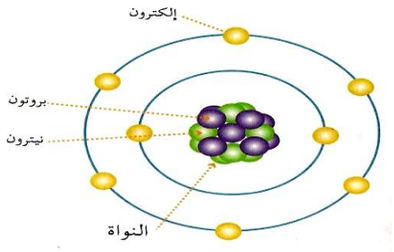
3-الإلكترونات (Electrons):

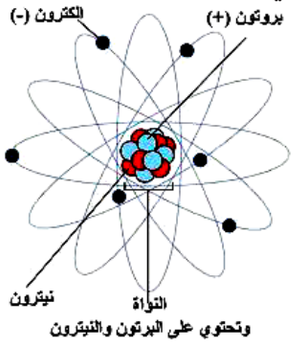
ومقطع (Electro) معناه (كهربائي)، والإلكترون جسيم يحمل شحنة سالبة (−) معادلة بالضبط لشحنة البروتون الموجبة، أما كتلته فهو خفيف جداً بالنسبة للبروتون وتتحرك الإلكترونات في مستويات المحيط الخارجي.

حجم الذرة:

لا يمكن تحديد حجم الذرة بسهولة حيث أن المدارات الإلكترونية ليست ثابتة، ويتغير حجمها بدوران الإلكترون فيها.

فيما يلي أشكال توضيحية لتركيب الذرة:





العدد الذري Atomic Number

هو عدد البروتونات الموجبة داخل النواة، ويرمز له بـ (Z).
(يكتب أسفل رمز العنصر).

العدد الكتلي Mass Number

هو مجموع أعداد البروتونات والنيترونات داخل النواة، ويرمز له بـ (A).
(يكتب أعلى رمز العنصر).

العدد الذري = عدد البروتونات = عدد الإلكترونات
العدد الكتلي =عدد البروتونات + عدد النيترونات

من العلاقتين السابقتين يمكن استنتاج العلاقة التالية:

عدد النيترونات (N) = العدد الكتلي (A) - العدد الذري (Z)

$$N = A - Z$$

وفي ضوء ذلك :

- **يرمز لذرات العناصر بـ $({}^{A}_{Z}X)$، مثال: $({}^{18}_{8}O)$.**

وهذا جدول يوضح مكونات ذرات بعض العناصر:

	Z	A	$P\ (+)$	$N\ (0)$	$e\ (-)$
Ca	20	40	20	20	20
Ar	18	40	18	22	18
Br	35	80	35	45	35

ملحوظة هامة :

- يتحدد العنصر بعدده الذري ، فإذا تغير العدد الذري نحصل على عنصر جديد.
- إذا تغير العدد الكتلي ولم يتغير العدد الذري نحصل على نظير العنصر.

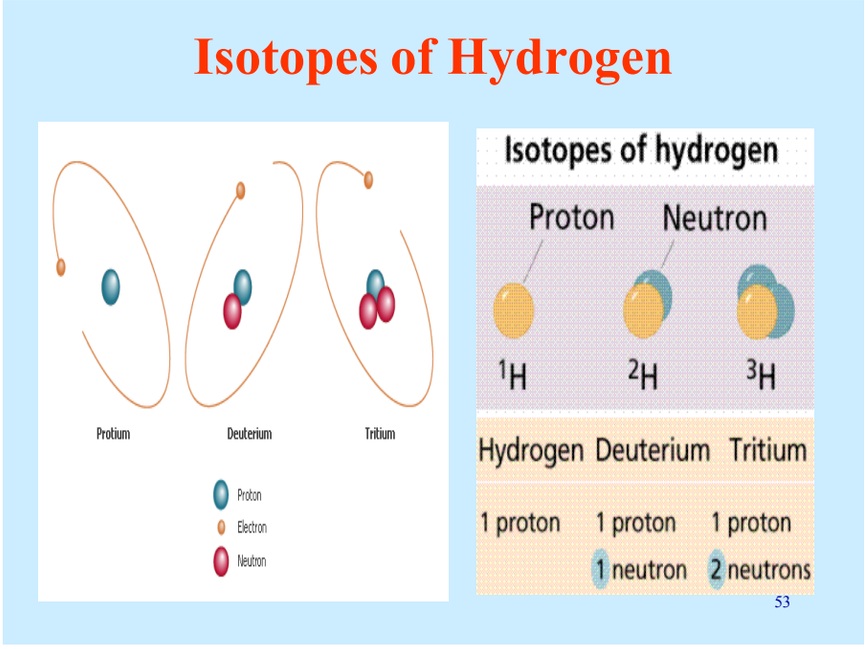
12F.23.2

النظائر: Isotopes

النظائر هي ذرات لنفس العنصر لها نفس العدد الذري (Z) وتختلف في عدد النيترونات (N).

مثل:

$^{12}_{6}C$ $^{13}_{6}C$ $^{14}_{6}C$



النشاط الإشعاعي

12F.23.3

الأهداف
- يذكر الطبيعة التلقائية والعشوائية للتحلل الإشعاعي
- يفسّر بيانات الانحلال بدلالة عمر النصف
- يشرح مصدر الخلفية الإشعاعية

المصطلحات الأساسية
عمر النصف Half Life
عشوائي Random
الآنية Spontaneous
النشاط الإشعاعي Radioactivity
اضمحلال Decay

هناك بعض العناصر لها أنوية غير مستقرة، ولكي تصبح مستقرة فإنها تشع بعض الجسيمات (أحياناً مع أشعة كهرومغناطيسية) ، وتسمى هذه الأنوية في هذه الحالة بأنها نشطة إشعاعياً وتسمى عملية الإشعاع بالنشاط الإشعاعي. والإشعاعات الخارجة من النواة تكون غير مرئية ولكن يمكن رؤية آثارها.
كيف ؟ ..... ابحث

التحولات النووية التلقائية:

النشاط الإشعاعي Radioactivity

هو عملية تلقائية يتحول فيها العنصر إلى عنصر آخر نتيجة فقد جسيمات ألفا أو جسيمات بيتا أو انطلاق أشعة جاما.

ما الفرق بين الانحلال الإشعاعي والتحول الكيميائي؟
يختلف الانحلال الإشعاعي عن التحول الكيميائي في أن الانحلال الإشعاعي يتصف بأنه :
1- عملية تلقائية مستمرة.
2- يعتمد على العنصر المشع ولا يرتبط بالمركب الكيميائي.
3- لا يتوقف على الظروف الفيزيائية (الضغط، درجة الحرارة).
4- تنطلق منه طاقة هائلة.

استنتاج قانون الانحلال الإشعاعي:
ينص قانون الانحلال الإشعاعي على أن: "عدد الأنوية المتبقية من انحلال أي مادة مشعة هو دالة أسية سالبة مع الزمن".

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

المعادلة أعلاه تمثل قانون الانحلال حيث أن:
N: تمثل عدد الأنوية المشعة المتبقية عند الزمن (t).
N_0: تمثل عدد الأنوية المشعة الأصلية عند الزمن $(t = 0)$.
λ: ثابت الانحلال، وهو قيمة ثابتة لكل عنصر مشع.
t : الزمن الكلي.
ويسمى $(t_{\frac{1}{2}})$ بعمر النصف half life، ويرتبط بثابت الانحلال بالعلاقة التالية:

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$$

أما علاقة ثابت الانحلال بنشاط العينة المشعة:

$$A = \lambda N$$

A: نشاط العينة المشعة (عدد الأنوية المتحللة في وحدة الزمن).

ولحساب عدد مرات تكرار عمر النصف:

$$n = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}$$

n: عدد مرات تكرار عمر النصف
t: الزمن الكلي
$t_{\frac{1}{2}}$: عمر النصف

قد تستخدم علاقات رياضية أخرى مثل:

$$m = m_0(\frac{1}{2})^n$$

$$N = N_0(\frac{1}{2})^n$$

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

حيث:

m: الكتلة المتبقية.
m_0: الكتلة الأصلية.
N: عدد الأنوية المشعة المتبقية.
N_0: عدد الأنوية المشعة الأصلية.
A: النشاط الإشعاعي المتبقي.
A_0: النشاط الإشعاعي الأصلي.

عمر النصف ($t_{\frac{1}{2}}$):

عمر النصف هو الزمن الذي يحتاجه العنصر المشع لكي ينحل نصف عد ذراته.

ما معنى أن عمر النصف لليورانيوم 238 $(4.49 \times 10^9 \text{yr})$
المعنى أنه لكي ينحل نصف عدد ذرات اليورانيوم يلزم $(4.49 \times 10^9 \text{yr})$

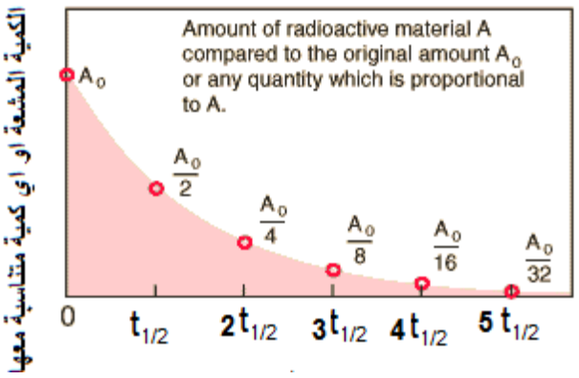
12F.23.3

ملاحظات

1- العنصر المشع جميع مركباته مشعة.
2- العنصر المشع يكون مشعاً في جميع حالاته (صلبة – سائلة – غازية)
3- نواة العنصر المشع لا تصدر جسيمات ألفا وجسيمات بيتا معاً، ولكن قد تصدر ألفا أو بيتا، وقد يصاحب كلاً منهما انطلاق إشعاعات جاما.
4 - معدّل النشاط الإشعاعي لعينة مشعة لا يتأثر بالظروف الخارجية من ضغط أو درجة حرارة ولكنه يتوقف فقط على نسبة العنصر المشع في العينة.
5 -انبعاث جسيم بيتا أو جسيم ألفا من نواة العنصر المشع يحولّها إلى نواة عنصر آخر.

تطبيقات عمر النصف

استطاع العلماء تقدير عمر الأرض من خلال عينة من صخور القشرة الأرضية ومعرفة المتبقي من أنوية اليورانيوم المشع بها وباستخدام منحنى التحلل الإشعاعي لليورانيوم وعمر النصف له قدروا عمر الأرض.
كما استطاعوا تقدير زمن وفاة الكائن الحي من خلال اخذ عينة من بقايا الكائن الحي ومعرفة عدد أنوية الكربون المشع المتبقية وبدراسة منحنى التحلل الإشعاعي للكربون المشع وعمر النصف له قدروا زمن وفاة الكائن الحي.



منحنى التحلل الإشعاعي لعنصر مشع

ما وحدة قياس النشاط الإشعاعي (A)؟

وحدة النشاط الإشعاعي تعرف باسم (Bequerel)، واختصارها (Bq)، وذلك تخليداً لذكرى العالم الذي اكتشف النشاط الإشعاعي (هنري بيكريل).
وهناك وحدة: انحلال/ ثانية، ووحدة الكوري (Ci)، وفي بعض المراجع (Cu)، وأيضاً توجد وحدة ثالثة هي الرذرفورد (Rd)، وهو نشاط يناظر مليون انحلال/ ثانية، أما وحدة الكوري فهي تكافئ (3.7×10^{10} Bq).

الخلفية الإشعاعية:

هو الإشعاع الذي ينبعث من مجموعة متنوعة من المصادر الطبيعية والاصطناعية.

مصادر الخلفية الإشعاعية :

(أ) مصادر طبيعية:

1. الأشعة الكونية: التي تنشأ بين النجوم وفي الفضاء الخارجي ومن الانفجارات الشمسية.
2. الأشعة الأرضية: منبعثة من باطن الأرض وسطحها بفعل وجود بعض المواد المشعة في الصخور كالبوتاسيوم واليورانيوم وغاز الرادون المشع الذي يتسرب من الأرض في كل أنحاء العالم بفعل تفكك بعض الفلزات المشعة كاليورانيوم.

(ب) مصادر صناعية:

1. المفاعلات والتفجيرات النووية.
2. الاستخدامات الطبية للمواد المشعة (الطب النووي).
3. مختبرات الفيزياء النووية وبحوث الصيدلة الإشعاعية.

جدول يمثل مراحل انحلال اليورانيوم 238

URANIUM 238 (U238) RADIOACTIVE DECAY

type of radiation	nuclide	half-life
	uranium—238	4.5×10^9 years
α	thorium—234	24.5 days
β	protactinium—234	1.14 minutes
β	uranium—234	2.33×10^5 years
α	thorium—230	8.3×10^4 years
α	radium—226	1590 years
α	radon—222	3.825 days
α	polonium—218	3.05 minutes
α	lead—214	26.8 minutes
β	bismuth—214	19.7 minutes
β	polonium—214	1.5×10^{-4} seconds
α	lead—210	22 years
β	bismuth—210	5 days
β	polonium—210	140 days
α	lead—206	stable

الآثار البيولوجية للإشعاعات

الأثر الجسدي: ويظهر غالباً على الإنسان حيث يصاب ببعض الأمراض الخطيرة مثل سرطان الجلد والدم وإصابة العيون بالمياه البيضاء ونقص القدرة على الإخصاب.

الأثر الوراثي: ويظهر أثاره على الأجيال المتعاقبة. ومثاله في اليابانيين بعد إلقاء القنبلتين النووية على هيروشيما وناجازاكي في سبتمبر 1945م، مما أدى إلى وفاة الآلاف من السكان وإصابتهم بحروق وتشوهات وإصابة أحفادهم بالأمراض الخطيرة القاتلة.

الإشعاعات النووية

12F.23.4

الأهداف

- يقارن بين خصائص كل من ألفا وبيتا وجاما
- يفسر التغير الذي يحدث عند انحلال ألفا أو بيتا أو جاما
- يتعرف على أهم مخاطر الإشعاع على الحياة وصحة الإنسان

المصطلحات الأساسية

الإشعاع Radiation
جسيم ألفا Alpha particle
جسيم بيتا Beta particle
أشعة جاما Gamma rays

سوف نقوم في هذا الدرس بدراسة الإشعاعات النووية للتعرف على خواصها وكيفية ونتائج انبعاثها ، وتوجد تلك الإشعاعات في ثلاثة أنواع :

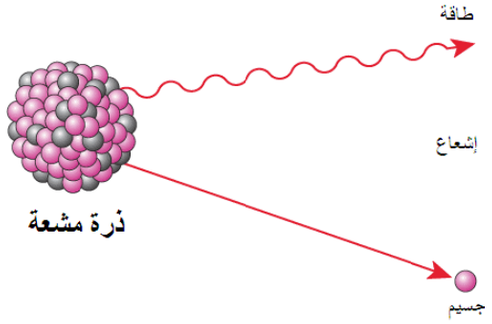
أ) **جسيمات ألفا** (α) : وكان الفيزيائي الفرنسي أنطوان هنري بيكريل أول من تعرف عليها.

ب) **جسيمات بيتا** (β^0_{-1}): التي تعرف عليها النيوزيلندي إرنست رذرفورد.

ج) **أشعة جاما** (γ): التي تعرف عليها الزوجان الفرنسيان ماري وبيير كوري.

الانبعاث الإشعاعي:

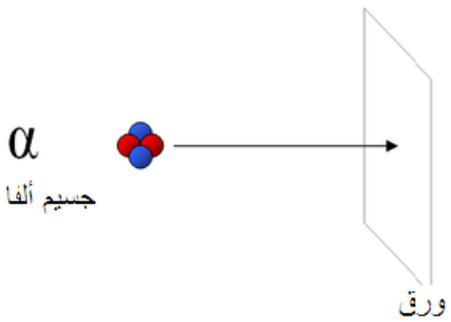
تنشأ الأنواع المختلفة من الإشعاع في نوى الذرات المشعة. وما جسيم ألفا المكون من بروتونين ونيترونين، إلا شظية من النواة التي أطلقته.
أما إلكترون أشعة بيتا فإنه ينشأ في النواة عندما يحدث تغير لأحد الجسيمات فيها. وعندما تطلق الذرات إشعاع ألفا أو بيتا، فإنها تتغير إلى ذرات عناصر أخرى.



يُسمِّي العلماء ذلك التغير بالتحول أو التبدل.
أما انبعاث أشعة جاما فينتج عنه تحرر للطاقة فقط ولا يحدث بسببه تحول.

أولاً: جسيمات ألفا (α): Alpha particles

يتركب جسيم ألفا من بروتونين ونيترونين، أي أنه يماثل نواة ذرة الهيليوم (^4_2He). تنطلق جسيمات ألفا بطاقات عالية، ولكنها سرعان ما تفقدها عند مرورها في المادة. وبمقدور ورقتين من أوراق هذا الكتاب إيقافها، كما أنها تحمل شحنتين كهربائيتين موجبتين (+2).



ماذا يحدث عند فقد جسيم ألفا (α) من نواة ذرة عنصر مشع:

إذا أطلقت نواة مشعة جسيم ألفا، فإنها تفقد بروتونين (أي يقل العدد الذري بمقدار 2)، ونيترونين (يقل العدد الكتلي بمقدار 4)، وينتج نظير لعنصر مشع جديد.

وكمثال على ذلك، اليورانيوم 238 ($^{238}_{92}U$) وهو نظير لليورانيوم، له (92) بروتوناً، و(146) نيترونا. وبعد فقدان جسيم ألفا، يصبح للنواة (90) بروتوناً و(144) نيترونا. لكنَّ الذرة التي لها العدد الذريّ (90) ليست ذرة يورانيوم بل ذرة ثوريوم. والنتيجة، إذن، هي تَكوُّن النظير: ثوريوم 234 وانبعاث جسيم ألفا.

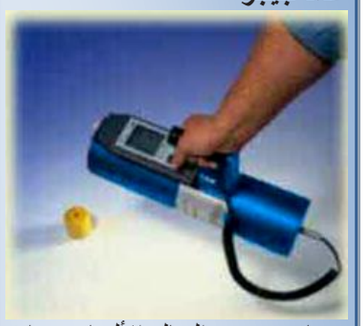
$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$

تدريب:

ما الذي يمثله الرمز (Y) في المعادلة التالية؟ فسر إجابتك.

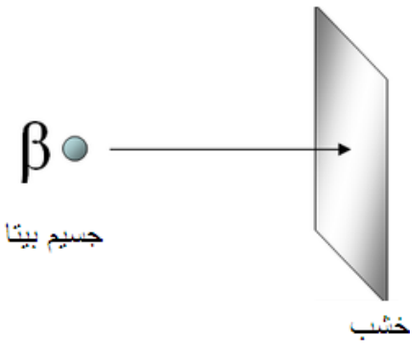
$$^{226}_{88}Ra \longrightarrow {}^{222}_{86}Rn + Y$$

عداد جيجر



جهاز صممه العالم الألماني هانز جيجر (1882 – 1945م) يستخدم في قياس الإشعاعات الذرية ويتكون من أنبوبة زجاجية محكمة الغلق، مملوءة بغاز أو بخار تحت ضغط منخفض، وعلى محور الأنبوبة الزجاجية يوجد سلك معدني رفيع يمر داخل اسطوانة معدنية، وعند دخول أي جسيم مشع داخل الغاز يتم تأين هذا الغاز ويمكن قياسه وتتضح كمية الإشعاع على العداد.

ثانياً: جسيمات بيتا ($_{-1}^{0}\beta$): Beta Particles



وهي جسيمات تماثل الإلكترونات (يمكن أن يرمز لها بالرمز $_{-1}^{0}e$) وتحمل شحنة سالبة حيث تنتج من بعض النوى المشعة والتي تطلق إلكترونات (تسمى جسيمات بيتا). وتنتقل جسيمات بيتا بسرعة تقارب سرعة الضوء ويستطيع بعضها أن ينفذ خلال (13 mm) من الخشب ثم تتوقف بعد ذلك عن النفاذ إذا كان سمك الخشب أكبر.

كيف تطلق نواة مشعة جسيم بيتا؟

- يتحول النيترون في النواة إلى بروتون وإلكترون سالب (جسيم بيتا) ونيترينو مضاد (وهو جسيم غير مشحون كتلته تكاد تكون منعدمة) ثم ينطلق الإلكترون والنيترينو المضاد لحظة تكونهما، بينما يبقى البروتون داخل النواة. وتتم الآلية وفق المعادلة التالية:

$$_{0}^{1}n \longrightarrow {}_{1}^{1}H + {}_{-1}^{0}\beta + {}_{0}^{0}\bar{v}$$

وهذا يعني أن بها بروتوناً زائداً كما أن بها نيترونا ناقصاً (ذلك يعني أن العدد الكتلي يظل ثابتاً بينما يزداد العدد الذري بمقدار 1).

ماذا يحدث عند فقد جسيم بيتا من نواة ذرة عنصر مشع:

إذا أطلقت نواة مشعة جسيم بيتا، ينتج نظير لعنصر مشع جديد يزداد عدده الذري بمقدار (1) بينما يظل العدد الكتلي ثابتاً.

وكمثال على ذلك نظير الكربون 14 ($^{14}_{6}C$) حيث يوجد بنواته (8 نيترونات و6 بروتونات)، وبعد تحول النيترون وانبعاث الإلكترون (جسيم بيتا) والنيترينو المضاد، يتبقى بروتون زائد، لذا تصبح النواة محتوية على سبعة بروتونات وسبعة نيترونات. وهنا، فإن العدد الكتلِي ظل ثابتاً مع أن العدد الذري ازداد واحداً. والنيتروجين هو العنصر الذي له العدد الذري 7. أي أن $^{14}_{6}C$ تحول إلى $^{14}_{7}N$ بعد انطلاق جسيم بيتا السالب.

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

تدريب:

ما الذي يمثله الرمز (Y)؟ فسر إجابتك.

$$^{234}_{90}Th \longrightarrow {}^{234}_{91}Pa + Y$$

فوائد أشعة جاما في الحياة العملية

بالرغم من مخاطر أشعة جاما إلا أن لها فوائد كثيرة في مجالات متعددة :

في الصناعة:

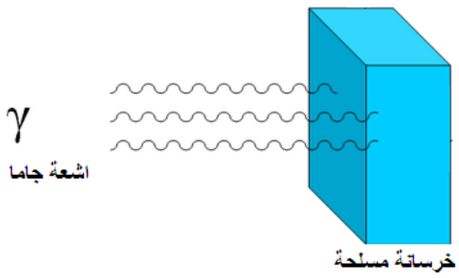
تستخدم أشعة جاما في الصناعة لفحص أنابيب البترول واكتشاف نقاط الضعف فيها. حيث تستخدم أشعة جاما في تصوير هذه الأنابيب بتسليط أشعة جاما على الأنابيب ويوضع فيلم حساس خلف الأنابيب وتتكون صورة الظل على الفيلم حيث تظهر مناطق الضعف بصورة مميزة مثل تصوير عظم الإنسان بواسطة الأشعة السينية.

تستخدم أشعة جاما في تخليص المواد الغذائية المصنعة من الجراثيم والبكتيريا وغيره.

في الطب:

تستخدم أشعة جاما في الطب لقتل الخلايا المتسرطنة ومنعها من النمو. حيث تنفذ أشعة جاما في الجلد وتعمل على تأيين تلك الخلايا وقتلها.

ثالثاً: - أشعة جاما (γ): Gamma Rays



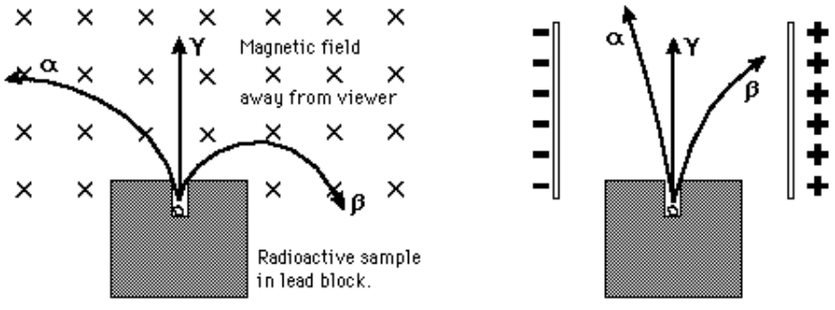
أشعة جاما هي فوتونات (إشعاع كهرومغناطيسي) ذات طاقة عالية جداً، وهي تشبه الطاقة الناتجة عن انتقال الإلكترونات من مدار إلى آخر. وهي أشعة غير مشحونة كهربائياً وتنتقل بسرعة تساوي سرعة الضوء. وهي من أخطر أنواع الإشعاعات لأن لها قوة اختراق عالية جداً (أكبر بكثير من أشعة ألفا وأشعة بيتا). ويمكن إيقاف سريانها بواسطة حاجز من الاسمنت (الخرسانة المسلحة) لا يقل عن (2 m) لذا تزود المفاعلات النووية بجدران سميكة من الاسمنت.

ماذا يحدث عند خروج أشعة جاما من نواة ذرة عنصر مشع:

لا يحدث أي تحول لنواة ذرة العنصر المشع. ولكن تنتقل النواة نفسها من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أدنى.

تأثر الإشعاعات بالمجال الكهربائي والمغناطيسي:

الشكل التالي يوضح تأثير كل من المجال الكهربائي والمجال المغناطيسي على جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وأشعة جاما.



المجال المغناطيسي

المجال الكهربائي

من الواضح أن جسيمات ألفا وبيتا تتأثران بالمجال الكهربائي والمجال المغناطيسي، ولكن أشعة جاما لا تتأثر بهما.

فسّر سبب انحراف مسار جسيم (β) أكثر من انحراف مسار (α).

التعرض للإشعاع:

يتعرض الإنسان على مدى حياته للموجات الكهرومغناطيسية ذات ترددات متفاوتة تنبعث من عديد من المصادر الطبيعية والصناعية، وعلى سبيل المثال، تنشأ المجالات الكهرومغناطيسية عن عدة ظواهر منها عمليات التفريغ في الشمس، والعرض التلفزيوني، ووحدات رفع قوة التيار الكهربائي، والمحولات الكهربائية وغيرها.

ولقد واكبت الثورة الصناعية بصفة عامة وثورة المعلومات والاتصالات بصفة خاصة، انتشار واسع لأجهزة التلفاز والفيديو والكمبيوتر والألعاب الإلكترونية والهاتف اللاسلكي والهاتف النقال وأجهزة الليزر والميكروويف، كما تضاعفت أبراج البث الإذاعي والتلفزيوني ومحطات استقبال بث الأقمار الصناعية ومحطات الاتصالات اللاسلكية ومحطات الرادار ومحطات تقوية الاتصالات بشبكات الهاتف النقال.

وتتزايد معدلات انتاج الموجات الكهرومغناطيسية بفعل العديد من الأجهزة الكهربائية المنزلية ومسار خطوط الجهد العالي المتاخمة للمنازل والمصانع ومواقع التجمعات البشرية،

كما تتزايد تلك المعدلات مع التوسع في تقنيات العلاج الطبي باستخدام أجهزة توليد الموجات المغناطيسية وفوق الصوتية والتقنيات الصناعية باستخدام ماكينات لحام المعادن والتقنيات المنزلية باستخدام أفران الميكروويف ووسائل الاتصالات الإلكترونية.

من وحدات قياس الإشعاع

1- الراد (Rad): وحدة قياس كمية الطاقة الإشعاعية الممتصة (جرعة الامتصاص).

2- الرونتجن (Roentgen) :R وحدة قياس الأشعة الصادرة ويستخدم أساساً للأشعة السينية.

3- الريم (REM): وحدة قياس التأثير البيولوجي (الحيوي) للإشعاع الممتص.

4- السيفرت (SIEVERT) .Sv: من أحدث وحدات قياس التأثير الناتج عن امتصاص الأشعة (السيفرت = 100 ريم).

مخاطر الإشعاع على الحياة وصحة الإنسان:

- يمكن أي يؤدي الإشعاع المؤين (إدخال طاقة إلى خلايا الجسم) إلى إحداث تغييرات في التوازن الكيميائي لخلايا الجسم وبعض هذه التغيرات قد يؤدي إلى خلل في الحامض النووي للإنسان (DNA)، وبالتالي يؤدي إلى تحولات جينية خطيرة قد تنتقل أيضا إلى الأطفال بعد ولادتهم.
- التعرض لكميات كبيرة من الإشعاع قد يؤدي إلى حدوث أمراض خلال ساعات أو أيام وقد يؤدي للوفاة خلال 60 يوماً من التعرض، وفي حالات التعرض لكميات كبيرة جداً من الممكن أن تحدث الوفاة خلال ساعات قليلة (كما حدث عند انفجار مفاعل تشرنوبل).
- الإصابة بالإشعاع المؤين قد يؤدي إلى حدوث أعراض خلال فترة طويلة، على سبيل المثال في سرطان الدم (Leukemia) خلال سنتان. نتيجة لتراكم المواد المشعة بالجسم.

وسائل الوقاية من الإشعاعات:

توجد ثلاث طرق للحماية من خطر الإشعاعات هي:

الزمن: Time

في حالة تقليل زمن التعرض (الزمن الذي يقضيه الشخص بجوار مصدر الإشعاع) بالتالي سوف تقل كميات الإشعاع التي يتعرض لها الشخص.

المسافة: Distance

كلما زادت المسافة بين الشخص وبين المصدر المشع قلت نسبة التعرض والعكس صحيح.

الحواجز: Shields

بزيادة الحواجز حول المصدر المشع سوف تقلل التعرض. وكل نوع من أنواع الإشعاعات يتم وضع الحواجز المناسبة لعزله حسب قدرته على الاختراق.

فكر : ما هي الإشعاعات الأخطر على جسم الإنسان عند التعرض لها ، إشعاعات ألفا أم إشعة جاما؟ فسر .

12F.23.5

استخدامات النظائر المشعة

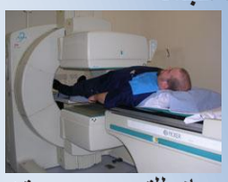
الأهداف

- يذكر أهم استخدامات النظائر المشعة في مجالات الحياة المختلفة.
- يقارن بين استخدامات الأشعة المختلفة مثل أشعة جاما وبين استخدامات النظائر المشعة.
- يفسر أهمية استخدام النظائر المشعة.

المصطلحات الأساسية

النظائر المشعة
Radioisotopes

كاميرا الجاما



هو جهاز للتصوير يستخدم في مجال الطب غالباً في الطب النووي لتصوير أشعة جاما المنبثقة من المركبات الإشعاعية في الجسم . وهو جهاز يتكون من كاشف أو أكثر (detector) منصوب بين المكان الذي يضعون فيه المريض وموصول بنظام تحكم لتشغيل الجهاز وتخزين الصور.

طريقة عملها:

كاميرا الجاما لها كاشف كبير يسمى بـ (البلورة الوامضة)، هذا الكاشف يكشف الأشعة المنبثقة من المركبات المشعة في النسيج مثلا وتحولها إلى إشارات ضوئية وهذه الإشارات الضوئية تتحول إلى إشارات كهربائية التي بدورها تتحول إلى إشارات في الكمبيوتر ويتم تحويلها ببرامج معينة إلى صور، والصورة الناتجة يتم رؤيتها في النظام المرئي وتحويلها إلى فيلم ليتم تخزينها أو إرسالها.

اتسع نطاق استعمال النظائر المشعة في العديد من مجالات الحياة الطبيّة والزراعية والصناعية والبحثية. ويمكن إيجاز بعض هذه الاستعمالات فيما يلي:

أولاً: استخدام النظائر المشعة في الأغراض الطبية

استخدام النظائر المشعة في التشخيص:

إن استخدام المواد المشعة (النظائر المشعة) في المجال الطبي يعتبر من أحدث التطورات في الطب الحديث.
والطب النووي هو الفرع الطبي الذي تستخدم فيه النظائر المشعة لتشخيص بعض الأمراض وعلاج البعض الآخر.

إن عملية مسح وتصوير العضو المراد فحصه هو الأكثر شيوعاً في مجال الطب النووي وهي وتتم عن طريق إعطاء المريض المادة المشعة الخاصة لفحص العضو إما عن طريق الفم أو الحقن الوريدي، وبالطبع فإن كل عضو يختلف عن الآخر في نوع المادة المشعة المستخدمة أو المادة الكيميائية التي تضاف إلى المادة المشعة قبل إعطائها للمريض.
فمثلاً ، من المعروف بأن الغدة الدرقية تتميز بشراهتها في التقاط مادة اليود، ولهذا يستعمل اليود المشع (يود 131) في قياس نشاط الغدة والمسح الإشعاعي لها.

استخدام النظائر المشعة في العلاج الإشعاعي:

تستخدم النظائر في علاج السرطان حيث تخترق أشعة جاما المنبعثة من النظائر المشعة الأنسجة وتقتل الخلايا الحية وغيرها من الخلايا السرطانية.
ولذلك يسلط على الأورام السرطانية شعاع عالي التركيز من مصدر للكوبالت-60 والذي يعمل على قتل الخلايا السرطانية في الورم.
كما يستخدم نظير اليود المشع في علاج مرض الخمول الذهني الذي ينتج عن تناقص كمية اليود الموجودة في جسم الإنسان ومعظمه في الغدة الدرقية.

الطب النووي

الطب النَوَوِي (بالإنجليزية: Nuclear medicine) هو فرع من الطب يستعمل المواد المشعة في التصوير الطبي أو التشخيص المَرَضِيّ.

الطب النووي هو نوع من أنواع التصوير والفحص الطبي باستخدام النظائر (المشعة (المادة المشعة) وفيه يتم حقن الجرعة الإشعاعية عن طريق الوريد أو تناول عن طريق الفم المادة المشعة، وبذلك يكون المريض هو المشع والجهاز المتلقي لهذا الإشعاع عكس الأشعة العادية، وتختلف كمية ونوع وتركيب المادة المشعة باختلاف عمر المريض والعضو المراد تصويره، ويتم استخدام المادة المشعة لتصوير أعضاء الجسم المختلفة وذلك بإيصال المادة المشعة للعضو المراد تصويره دون غيره.

فمثلاً لتصوير العظام يتم إضافة مادة خاصة مع المادة المشعة لتقود المادة المشعة ووضعها في العظام فقط، كذلك الحال في فحص الكلى والمرارة والرئتين وغيرها يتم إضافة مادة خاصة بكل منهما مع المادة المشعة لإيصالها لنفس العضو المراد دون غيره.

استخدام النظائر المشعة في التحاليل الطبية وفحص نسبة الهرمونات:

تستخدم النظائر المشعة في تقدير كمية بعض المواد والأدوية والهرمونات في الدم.

استخدام الإشعاع في تعقيم المواد والأدوات الطبية:

تتطلب المواد والأدوات الطبية درجة عالية جداً من التعقيم، وقد كانت عملية تعقيم تلك المواد تعتمد بالدرجة الأساس على استعمال المواد الكيميائية أو درجات الحرارة العالية، وتكون الكلفة الاقتصادية لهذه الطرق عالية نسبياً.

ولتخفيض الكلفة الاقتصادية والحصول على درجات عالية جداً من التعقيم، استعيض عن تلك الطرق بطريقة حديثة تعرض فيها المواد والأدوات المراد تعقيمها إلى أشعة جاما بجرعات عالية جداً كافية لقتل كل أنواع البكتريا والجراثيم التي يمكن أن تكون موجودة في تلك المواد.

ثانياً: استخدام النظائر المشعة في البحث العلمي

تستخدم نظائر المواد المشعة في مختلف مجالات البحث العلمي لتطوير بعض التقنيات العلمية وخاصة في المجال الطبي (كما سبق شرحه) والبيئي والزراعي والصناعي مثل:

- تقدير عمر الصخور.

- تحديد حاجة النبات من الغذاء.

- حفظ الأغذية:

تعريض الغذاء إلى نسبة معينة من الإشعاعات يؤدي إلى حفظها لفترات طويلة.

- السيطرة على الحشرات الضارة:

لقد اهتدى العلماء مؤخراً إلى استعمال فكرة تعقيم ذكور الحشرات الضارة، بتعريضها إلى جرعات معينة من الإشعاع النووي كافية لإصابتها بالعقم، وهذا يؤدي بالنتيجة إلى السيطرة على نسبة الحشرات الضارة وفي الوقت نفسه يخفف من الحاجة إلى استخدام المبيدات الحشرية التي يمكن أن تستقر في التربة لفترات طويلة.

- استخدام النظائر المشعة في البحوث البيولوجية:

إن أكثر النظائر المشعة استخداماً في هذا المجال هي نظائر العناصر التي تلعب دوراً أساسياً في عملية بناء البروتوبلازم والعناصر التي تتألف منها الخلايا وهي تشمل الكربون والهيدروجين والكبريت والفسفور.

- استخدام الإشعاع في تحسين النبات:

لقد وجد أن تعريض بذور المحاصيل الحقلية كالحنطة والشعير والأرز والسمسم وغيرها، إلى جرعات معينة من الإشعاع يؤثر على صفاتها الوراثية ويولد أجيالاً جديدة من النباتات، ويتم تحديد مقدار الجرعة الإشعاعية اللازمة لإحداث طفرة وراثية حسب نوع البذور.

ثالثاً: استخدام النظائر المشعة في المجال الصناعي

تتنوع استخدامات النظائر المشعة في المجال الصناعي مثل:

- التصوير الصناعي.
- التنقيب عن النفط وقياس نسبة الرطوبة والهيدروجين.
- قياس مستوى السوائل والكثافة.
- تحليل نقاء المعادن.
- الكشف عن التسربات للسوائل.
- الكشف عن المياه الجوفية ومساراتها.
- أجهزة الكشف عن الحريق (يستخدم فيها أشعة ألفا).

12F.23.7 & 8

الانشطار والاندماج النوويين Nuclear Fission and Fusion

الأهداف

- يميز بين الانشطار والاندماج النوويين.
- يوضح استخدامات الانشطار النووي في المجالات السلمية والحربية غير الآمنة.
- يوضح تشكل العناصر الثقيلة في النجوم المعمرة عن طريق سلسلة من الاندماجات النووية.
- يوضح لماذا لا يستخدم الاندماج النووي كمصدر للطاقة مثل الانشطار النووي.

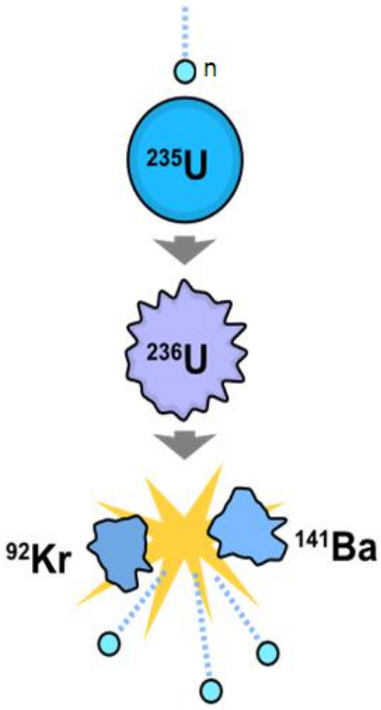
المصطلحات الأساسية

انشطار Fission
اندماج Fusion
عناصر ثقيلة Heavy element
أسلحة نووية Nuclear weapons
النواة الناتجة Daughter nuclei
النواة الداخلة في التفاعل Parent nuclei

أولا: الانشطار النووي

تتحول العناصر في الطبيعة إلى عناصر أخرى وأحد أسباب هذا التحول هو النشاط الإشعاعي التلقائي الذي تكلمنا عنه سابقا، ولكن بعض العناصر ممكن صنعها وتحويلها عن طريق إطلاق جسيمات عليها بسرعة عالية جداً تمكنها من اختراق الأنوية، وهذه تسمى عملية التحويل الصناعية.

ومن هنا جاءت فكرة الانشطار النووي حيث أن كلمة انشطار تعني انقسام الشيء، ليست كل العناصر قابلة للخضوع للانشطار النووي فقط تلك العناصر التي يكون العدد الكتلي لها أكبر من 200، $(A > 200)$، في هذه الحالة تنقسم النواة إلى نواتين لهما متوسط طاقة ربط أعلى من النواة الأم التي نتج عنها الانقسام.



وهذا يعني أن النواتين الناتجين أكثر استقراراً من النواة الأم، والطاقة الزائدة تنتج عن التفاعل.

فعلى سبيل المثال عند قذف نواة عنصر اليورانيوم $(^{235}_{92}\mathrm{U})$ بالنيترونات البطيئة ممكن أن يحدث لها انشطار كما في الشكل المقابل:

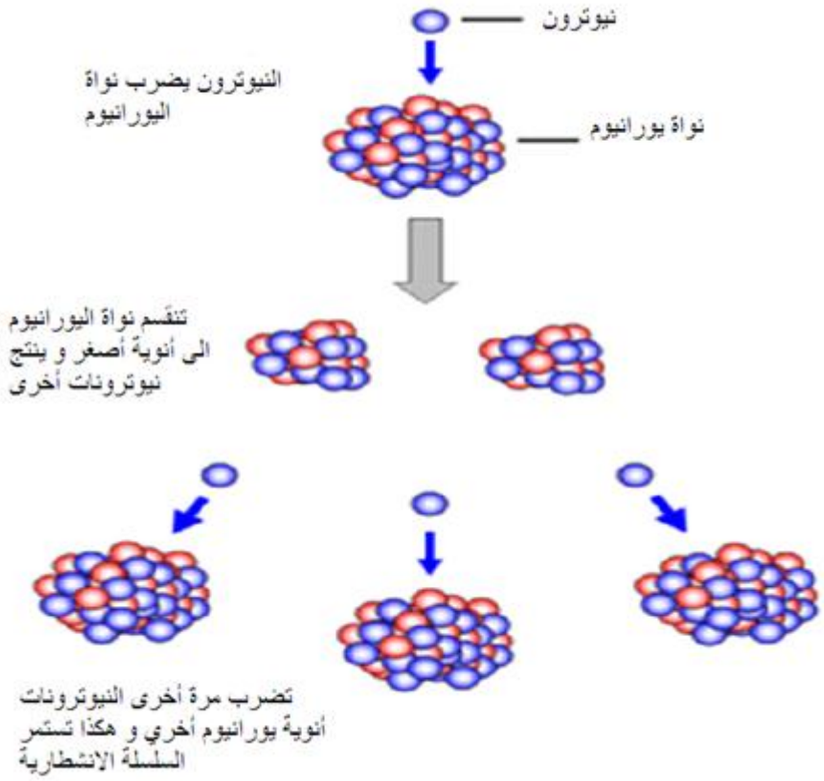
ويمكن التعبير عن هذا التفاعل بالمعادلة النووية التالية:

$$^{1}_{0}\mathrm{n} + {}^{235}_{92}\mathrm{U} \longrightarrow {}^{236}_{92}\mathrm{U} \longrightarrow {}^{92}_{36}\mathrm{Kr} + {}^{141}_{56}\mathrm{Ba} + 3{}^{1}_{0}\mathrm{n} + Energy$$

عندما تمتص نواة اليورانيوم $(^{235}_{92}\mathrm{U})$ أحد النيترونات فإنه يسبب حالة عدم استقرار في النواة، وقوة التنافر الكهروستاتيكي بين البروتونات تصبح عالية جداً أعلى من قدرة النواة على الترابط، فيحدث الانشطار إلى نواتين أصغر.
إن عملية الانشطار عملية عشوائية.
في هذا التفاعل الانشطاري نتج عنصرَا الباريوم والكربتون وثلاثة نيترونات أخرى، وتقوم هذه النيترونات بتكرار عملية التفاعل الانشطاري هذا بامتصاصها من قبل أنوية يورانيوم $(^{235}_{92}\mathrm{U})$ أخرى.

12F.23.7 & 8

وتستمر العملية بهذا الشكل ويطلق عليها التفاعل المتسلسل.



لقد وجد العلماء أن انشطار (1 kg) من اليورانيوم ($^{235}_{92}U$)، ينتج طاقة أكثر مما ينتجها (2×10^6 kg) من الفحم.
إن هذه الطاقة الناتجة من الانشطار النووي قد تم استخدامها في المجالات المفيدة كما في توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة النظيفة كالطاقة النووية والطاقة الشمسية والتي لا تسبب تلوث البيئة، بدلاً من استخدام الطاقة المستخرجة من النفط والتي تعتبر من أكثر الملوثات البيئية والمتسببة بظاهرة الاحتباس الحراري.

اليورانيوم
في حالة كان عينة اليورانيوم حجمها أكبر من الحجم الحرج (أي حجم كرة التنس) في هذه الحالة تحدث سلسلة التفاعل الانشطاري بسرعة عالية جدا كما في القنبلة الذرية.

القنبلة الذرية
استُعمِلت القنبلة الذرية مرتين في تاريخ الحروب؛ وكانتا كلتاهما أثناء الحرب العالمية الثانية عندما قامت الولايات المتحدة بإسقاط قنبلة ذرية على مدينتي هيروشيما وناجازاكي في اليابان في أواخر أيام الحرب، أوقعت الهجمة النووية على اليابان أكثر من 120'000 شخص معظمهم من المدنيين وذلك في نفس اللحظة، كما أدت إلى مقتل ما يزيد عن ضعفي هذا الرقم في السنوات اللاحقة نتيجة التسمم الإشعاعي أو ما يعرف بمتلازمة الإشعاع الحادة.

<u>اليورانيوم المخصب</u>

اليورانيوم المخصب عبارة عن يورانيوم تمت زيادة نسبة نظائر اليورانيوم-235 فيه وإزالة النظائر الأخرى. وعملية التخصيب هذه صعبة ومكلفة وتكمن الصعوبة أن النظائر الذي يراد إزالتها من اليورانيوم شبيهة جدا من ناحية الوزن للنظائر الذي يرغب بالإبقاء عليها وتخصيبها ويتم عملية التخصيب باستخدام الحرارة عبر سائل أو غاز لتساهم في عملية عزل النظائر غير المرغوبة وهناك طرق أخرى أكثر تعقيدا كاستعمال الليزر أو الأشعة الكهرومغناطيسية.

12F.23.7 & 8

ادرس مع زملاءك مبدأ استخدام الطاقة الانشطارية في توليد الطاقة الكهربائية.

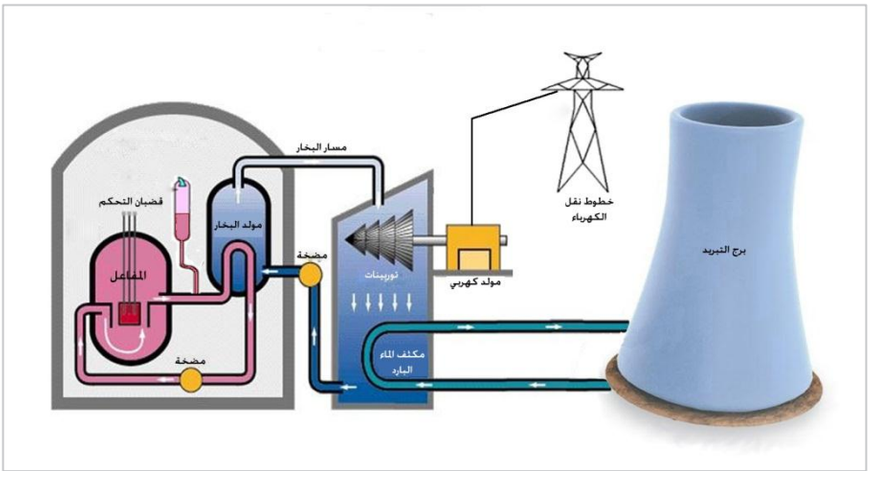
قضية للبحث

ادرس ما المقصود بتخصيب اليورانيوم.

ادرس القضايا التالية:

1. النفايات النووية.
2. الحوادث النووية.
3. تتداعى الأصوات لاستخدام الطاقة النووية كمصدر للطاقة النظيفة وهناك أصوات أخرى تحذر من خطورة استخدام الطاقة النووية، ادرس كلا الرأيين وأدل برأيك وأيهما تؤيد؟

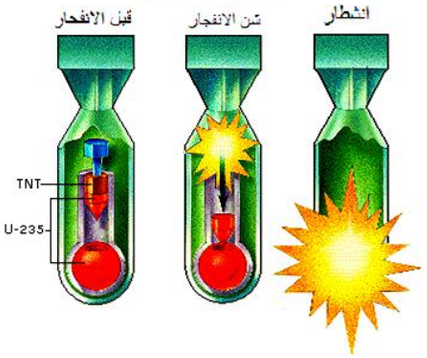
تستخدم الطاقة النووية في توليد الحرارة اللازمة من خلال التفاعلات الانشطارية لنواة اليورانيوم المشع، وتستخدم هذه الحرارة في تحويل الماء إلى بخار يُوجَّه لتحريك التوربينات التي تحرك ملفات كبيرة في مجال مغناطيسي فتعمل على توليد الطاقة الكهربية.



ولكن من جانب آخر فقد أساء الإنسان استخدام هذه الطاقة الناتجة عن الانشطار النووي، حيث صُنعت القنابل النووية ومن أشهر هذه القنابل تلك التي ألقيت على هيروشيما وناجازاكي إبان الحرب العالمية الثانية في سنة 1945م، والتي ما تزال اليابان تعاني أثارها إلى يومنا الحالي.

القنبلة النووية لحظة انفجارها

إنفجار القنبلة النووية



استخدامات الانشطار النووي:

تستخدم عملية الانشطار النووي في نواحي سلمية وأخرى غير سلمية.

1- **الاستخدام السلمي للانشطار**: يستخدم لإنتاج الطاقة الكهربائية في محطات الطاقة النووية عن طريق إنتاج البخار لتشغيل توربينات وتوليد الكهرباء وفي تحلية مياه البحر، وقد تستخدم في الأبحاث والدراسات العلمية.

كما أن النظائر المشعة الناتجة من الانشطار تستخدم في الطب والصناعة والزراعة وبحوث الكيمياء وتطبيقات الفيزياء وتشخيص الأمراض، وعلاج بعضها خاصة الأورام السرطانية، وتستعمل هذه النظائر في مقاومة الآفات الزراعية وزيادة المحاصيل الزراعية.

وتنقسم المفاعلات النووية السلمية إلى نوعين أولهما خاص بالأبحاث وإنتاج الأشعة بكميات خاصة، والثاني لإنتاج الطاقة.

وتُصنف هذه المفاعلات بأنواع عديدة منها مفاعلات الماء الخفيف ومفاعلات الماء المضغوط ومفاعلات الماء المغلي بالإضافة إلى مفاعلات الماء الثقيل وغيرها.

2- **الاستخدام غير السلمي للانشطار**: يكون عندما لا يمكن التحكم بالتفاعل وعدم استخدام قضبان التحكم فتنتج طاقة هائلة وغير سلمية، ويدخل هذا الاستعمال لإنتاج الأسلحة النووية التي تُنتج نفايات ذات فعالية إشعاعية عالية، كما أن إنتاج الأسلحة النووية لا يتضمن خطط التخلص من النفايات، ولا بد من خطط لحماية كافية للأفراد وللمياه الجوفية من إشعاعاتها الخطيرة.

ويسبب الماء المستخدم في المفاعلات النووية في مشكلات تهدد سلامة البيئة.

وتتعرض المفاعلات النووية لحوادث أو كوارث طبيعية يترتب عليها تعرض مئات الآلاف من البشر للإشعاعات المتسربة وإصابتهم بالأورام الخبيثة المميتة مثلما حدث في كارثتي تشرنوبل الأوكرانية (26 إبريل 1986م) وفوكوشيما اليابانية (11 مارس 2011م).

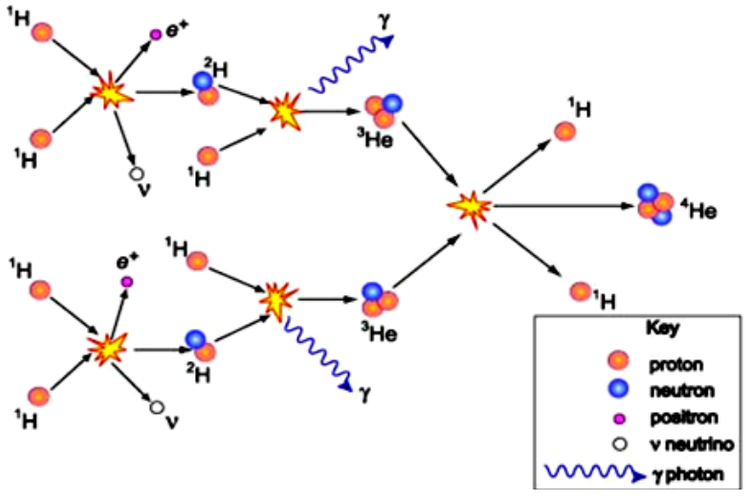
الاندماج
لحدوث الاندماج في الشمس تحتاج 15 مليون درجة مئوية.
هل برأيك من الممكن أن تتوافر درجة حرارة عالية تعادل 15 مليون درجة مئوية على الأرض؟

ثانياً: الاندماج النووي

بعكس الانشطار النووي فإن الاندماج النووي يعني ارتباط نواتين صغيرتين معاً لتشكيل نواة ثقيلة.
الطاقة الناتجة من الاندماج النووي طاقة هائلة تفوق تلك الناتجة عن الانشطار النووي بكثير.

إن النجوم تستمد طاقتها من تفاعلات الاندماج النووي، فعلى سبيل المثال في الشمس وهي أحد النجوم فإن أكثر من 560 مليون طن من الهيدروجين تندمج مع بعضها في كل ثانية لتشكيل الهيليوم كما في الشكل التالي:

سلسلة اندماج بروتون -بروتون الحادثة في الشمس



وبالتعبير عن هذه السلسلة بالرموز نجدها كالتالي:

$$^{1}_{1}\mathrm{H} + {}^{1}_{1}\mathrm{H} \longrightarrow {}^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{0}_{+1}\beta + {}^{0}_{0}\nu + \text{energy}$$

$$^{1}_{1}\mathrm{H} + {}^{2}_{1}\mathrm{H} \longrightarrow {}^{3}_{2}\mathrm{He} + {}^{0}_{0}\gamma + \text{energy}$$

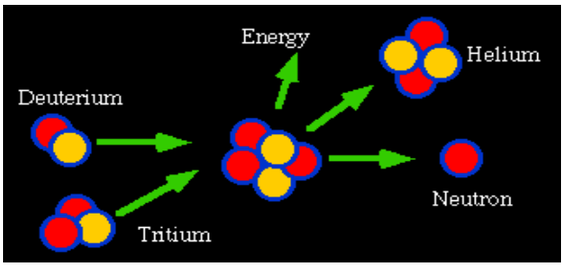
$$^{3}_{2}\mathrm{He} + {}^{3}_{2}\mathrm{He} \longrightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + 2{}^{1}_{1}\mathrm{H} + \text{energy}$$

إن مقدار الطاقة الناتجة من الاندماج تعادل $(3.9 \times 10^{20}\ \mathrm{MW})$، وهذه طاقة هائلة جداً جداً، وهي أعلى من الطاقة التي تنتجها مليون مليار محطة توليد الطاقة.

12F.23.7 & 8

لهذا السبب يعمل العلماء محاولات جادة لإنتاج الطاقة من خلال الاندماج النووي، وأحد هذه المحاولات المحتملة محاولات دمج نظيري الهيدروجين: ديوتريوم $({}^{2}_{1}\mathrm{H})$، والتريتيوم $({}^{3}_{1}\mathrm{H})$، كما في التفاعل التالي:

$$ {}^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{3}_{1}\mathrm{H} \longrightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} + \text{energy} $$



ومن أهم المشاكل التي تواجه العلماء لإحداث الاندماج النووي ما يأتي:

1- الحصول على درجة حرارة عالية تبلغ ملايين الدرجات المئوية لتحويل نظائر الهيدروجين $({}^{2}_{1}\mathrm{H})$ و$({}^{3}_{1}\mathrm{H})$ إلى حالة البلازما Plasma أي الحالة المتأينة منها، ولتكتسب طاقة الحركة اللازمة للتغلب على قوى التنافر بين الأنوية.

2- تجميع البلازما في مركز الوعاء الحاوي للوقود Plasma Confinement وذلك لإبعادها عن الجدران فتصبح البلازما معزولة ولا تتسرب طاقتها إلى الوسط المحيط بها، وبذلك تحافظ على درجة حرارتها وترتفع فيها درجة الحرارة والضغط تدريجياً حتى تتم عملية الاندماج.

ولتحقيق هذه الشروط يوضع خليط الديوتريوم والتريتيوم بكمية بسيطة داخل وعاء مفرغ إلى ضغط منخفض ويمر فى الوعاء تيار كهربائي تبلغ شدته مئات الآلاف من الأمبيرات، ونتيجة مرور التيار تنشأ حرارة عالية ترفع درجة حرارة نظائر الهيدروجين فتتحول إلى حالة البلازما، وفى نفس الوقت يتولد مجال مغناطيسي قوي جداً يعمل على تجميع البلازما في شريط رفيع وشديد الإضاءة ذو ضغط وحرارة عالية وبعيداً عن جدران الوعاء.

مميزات الاندماج النووي عن الانشطار النووي:

1- كمية الطاقة الناتجة من الاندماج هي أضعاف ما ينتج من الانشطار.
2- المواد الخام لعمل تفاعلات الاندماج رخيصة جداً ومتوافرة بكثرة.
3- لا ينتج الاندماج النووي عناصر مشعة مباشرة كما في الانشطار.
4- الانشطار باستخدام النيترونات يؤدي إلى حدوث نشاط إشعاعي في المفاعل بإنتاج مواد عمر النصف لها قصير نسبياً كما أنها تحتاج لتخزينها بطريقة آمنة ولوقت قصير.

12F.23.7 & 8

الوقود النووي

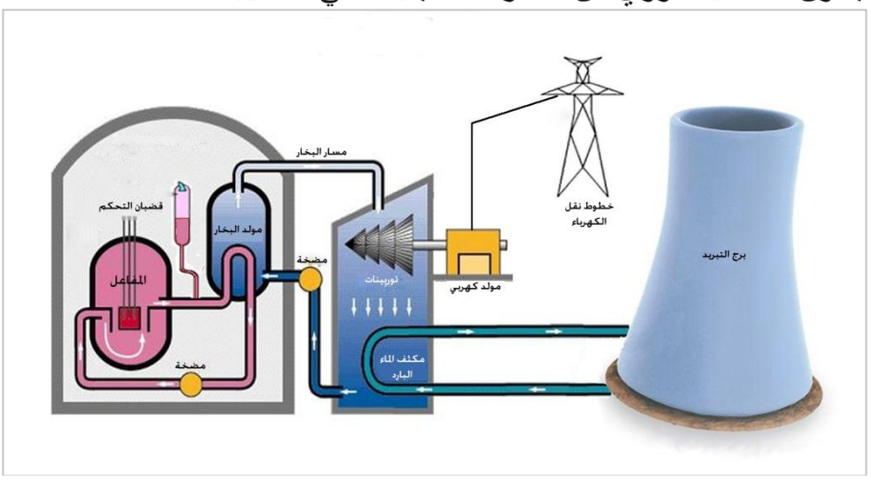
من المواد النووية الانشطارية الهامة والتي تستخدم كثيراً في المفاعلات مادتي اليورانيوم-235 وبلوتونيوم-239 والتي هي عماد الوقود النووي ويستخدم في التطبيقات العسكرية في ما يسمى بالقاذفات الخارقة، حيث يتم استخدام اليورانيوم المستنزف الذي يستطيع تدمير الأهداف المدرعة عند السرعات العالية ولهذه الشظايا أثر سلبي كبير على البيئة.

ما هو المفاعل النووي؟

المفاعل النووي هو عبارة عن منشآت يتم فيها السيطرة على عملية الانشطار النووي، حيث يتم الاحتفاظ بالأجواء المناسبة لاستمرار عملية الانشطار النووي دون وقوع انفجارات أثناء الانشطارات المتسلسلة.

تركيب المفاعل النووي:

يتكون المفاعل النووي من الأجزاء التالية:كما في الشكل:



(1) قلب المفاعل وهو الجزء الذي يتم فيه سلسلة الانشطار النووي، والذي يحتوي على:

أ. مادة الوقود النووي والتي عادة ما تكون ($^{235}_{92}U$) أو ($^{239}_{94}Pu$).

ب. السائل المهدئ المتحكم في حرارة المركز، ويستعمل الماء عادة للتحكم في سرعة النيترونات، وبالتالي معدل الانشطار النووي، كما أنه ينقل الحرارة الناتجة من التفاعل النووي، ويتحول جزء منه إلى بخار عالي الضغط، يستغل في تشغيل التوربين. كما يستخدم الماء الثقيل لتبريد قلب المفاعل.

ج. قضبان التحكم والتي تكون عادة من الكادميوم أو البورون، وهي المسؤولة عن التحكم بسرعة التفاعل ومعدل إنتاج الطاقة عن طريق قدرتها على امتصاص النيترونات.

(2) المبادل الحراري: يتم فيه نقل الطاقة الناتجة من المفاعل إلى خارج المفاعل لكي يتم الاستفادة منها.

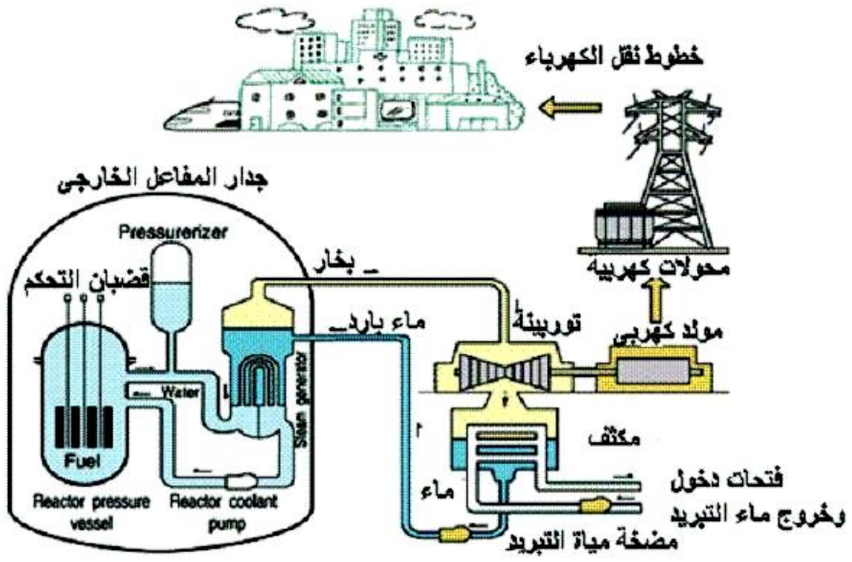
(3) مولد كهربائي عملاق يديره التوربين ويولد التيار الكهربائي.

(4) دوائر الإنتاج التي تتم فيها الحصول على الطاقة الكهربائية.

(5) حائط عازل يحيط بمركز المفاعل والماء، مصنوع من الحديد الصلب ذو جدران سميكة للاحتفاظ بالضغط العالي للبخار، ولمنع تسرب الإشعاعات الناتجة من الانشطار النووي إلى الخارج والوقاية منها.

طريقة عمل المفاعل النووي:

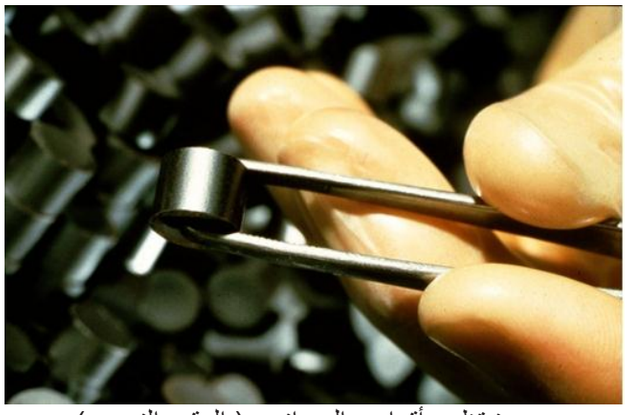
يمكن تلخيص طريقة عمل المفاعل النووي بالشكل التالي:



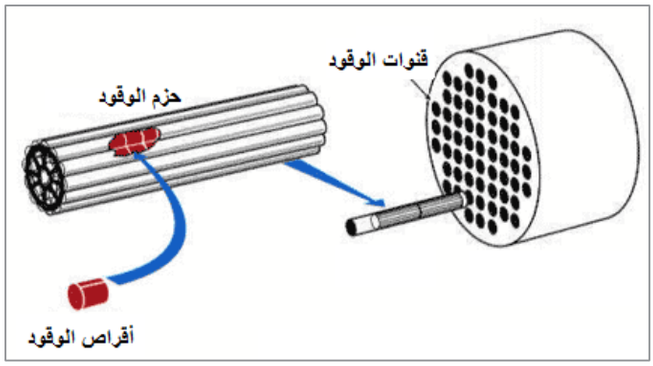
مكونات إحدى المحطات النووية لتوليد الطاقة الكهربائية

لأغراض تحفيز سلسلة عمليات الانشطار النووي في مركز المفاعل النووي يستعمل ما يسمى بالوقود النووي والتي هي في الغالب ($^{235}_{92}U$) أو ($^{239}_{94}Pu$).

يتم تحضير الوقود النووي (اليورانيوم) في صورة أقراص دائرية ويتم ترتيبها فوق بعضها داخل أنابيب طويلة لتشكل **حزم الوقود** ، ويفصل بين تلك الأنابيب فتحات مخصصة لإدخال قضبان التحكم والتي تقوم بامتصاص النيترونات حتى يمكن التحكم في حجم التفاعل الانشطاري.



صورة تظهر أقراص اليورانيوم (الوقود النووي)



مخطط يظهر حزم الوقود النووي

صور توضح حزم الوقود النووي

عندما تبدأ التفاعلات الانشطارية تتحرر طاقة حرارية هائلة تعمل على تسخين الماء المستخدم في تبريد المفاعل ، وعندما ترتفع درجة حرارته يتبخر ويتم توجيه البخار إلى التوربينات البخارية التي تدور بفعل قوة البخار المضغوط. ترتبط التوربينات البخارية بمولدات للطاقة الكهربية والتي ترتبط بشبكات الكهرباء في التي تتوزع على مناطق الاستهلاك.

12F.23.6

طاقة النجوم Star Energy

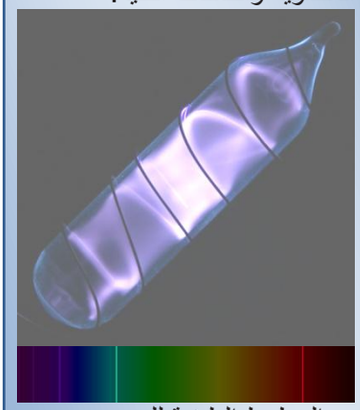
الأهداف
- يذكر أن مصدر طاقة النجوم هو تفاعلات الاندماج النووي.
- يوضح التفاعلات التي تحدث في الشمس والتي تنتج الطاقة فيها.
- يوضح كيف تتشكل العناصر الثقيلة في النجوم المعمرة من خلال سلسلة من الإندماجات النووية.

المصطلحات الأساسية

اندماج	Fusion
عناصر ثقيلة	Heavy elements

الهيدروجين

هو عنصر كيميائي في الجدول الدوري، له الرمز الكيميائي H وله الرقم الذري 1. وفي ظروف الضغط والحرارة القياسية فإنه غاز عديم اللون والرائحة، لا فلزي، وحيد التكافؤ، سريع الاشتعال، ثنائي الذرة. الهيدروجين أخف الغازات وأكثرها تواجدا في الكون حيث يشكل 75% من حجم الكون. يوجد في الماء وكل المركبات العضوية والكائنات الحية.



الخطوط الطيفية للهيدروجين.

تتولد الطاقة في النجوم بواسطة تفاعلات الاندماج النووي ويكون النجم متزناً تحت تأثير قوتين:

1- قوة التجاذب الكتلي بين ذرات مكوناته باتجاه مركز النجم.
2- قوة الانفجار الناتجة عن التفاعلات النووية باتجاه سطح النجم.

حياة وموت النجم:

إن النجوم تمر بمراحل عمرية مختلفة تشبه المراحل العمرية التي يمر فيها الإنسان، حيث توجد نجوم في مرحلة الولادة، ونجوم في مرحلة الشباب ونجوم في مرحلة الشيخوخة وأخرى تحتضر، كما أن السماء مليئة بالنجوم الميتة. ولكل نجم طبيعته الخاصة من حيث درجة الحرارة واللمعان وكمية الوقود الذي يستهلكه خلال فترة معينة.

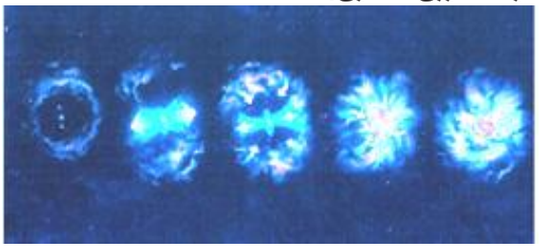
الشمس:

تعتبر شمسنا نجماً صغيراً (تسمى النجم الأصفر) وفيها يتم استهلاك ذرات الهيدروجين عن طريق اندماج ذرات الهيدروجين مع بعضها البعض لتشكل الهيليوم وفي كل عملية اندماج تنتج طاقة عالية.

وكما هو الحال في النجوم فإن الشمس أيضا تستهلك كتلتها بمعدل 4 مليون طن في الثانية الواحدة، وهذه العملية مستمرة منذ 4500 مليون سنة حسب تقدير العلماء، ولكن الشمس ما زالت في منتصف عمرها، أي أنها نجم في منتصف عمره وتشع الشمس كمية هائلة من الطاقة ولكن كمية قليلة من طاقة الشمس تصل إلينا.

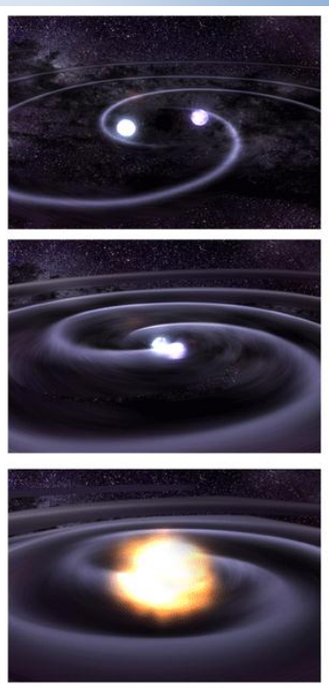
كيف تتشكل النجوم:

إن الكون مليء بذرات الغبار والغاز المنتشرة في الفضاء، وبسبب قوة الجذب الكتلي تتجمع هذه الذرات مع بعضها، وبما أن قوة الجذب هذه ضعيفة فقد تستمر هذه العملية ملايين السنين.



وبعد ذلك تتشكل سحابة ضخمة من الغاز والغبار ذات كثافة خفيفة جداً، وتأخذ هذه السحابة بالدوران حول نفسها، مما يؤدي إلى تمركز كمية كبيرة من مادة السحابة في وسطها، مما يزيد الكتلة في المركز، وبالتالي ازدياد الجاذبية بين الجزيئات نحو مركز النجم، وبسبب شدة الجاذبية في المركز يسخن المركز، ويبدأ بإشعاع الحرارة المنخفضة على شكل أشعة حمراء، وهذه مرحلة النجم الأولي proto star.

12F.23.6

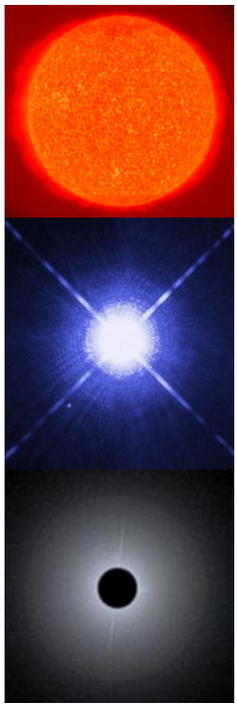


يوضح الشكل أعلاه منظراً آخر لتشكل النجوم.

وإذا واصلت مادة المركز تجمّعها وتكاثفها حتى تصل درجة حرارتها إلى أكثر من مليون درجة مئوية، فعند هذه اللحظة تبدأ تفاعلات الاندماج النووي لذرات الهيدروجين مشكلة الهليوم وتنتج طاقة هائلة جداً، ويبدأ النجم بالإشعاع الكهرومغناطيسي وبهذا تسجل ولادة نجم جديد.

كيف تتشكل العناصر الثقيلة في النجوم:

بعد مرحلة استهلاك كل الهيدروجين الموجود في النجوم ، تبدأ عملية استهلاك الهيليوم كوقود، وهذا يودي إلى تشكل بعض العناصر الثقيلة مثل الكربون والأكسجين.



وفي هذه المرحلة يتمدد النجم ويبرد ويتحول إلى العملاق الأحمر.
وإذا حدث هذا للشمس فإن الحياة على الأرض ستنتهي.

بعد هذه المرحلة وعندما يستهلك النجم كل وقوده وينهار تحت تأثير الجاذبية ليشكل القزم الأبيض الحار جداً والكثيف، وتبلغ كثافته مليون ضعف من كثافة الماء.

وبانتهاء الإندماجات يتبقى عنصر الحديد في النهاية ويقال عندئذ أن النجم يموت حيث يبرد النجم وتنطفئ حرارته ليشكل القزم الأسود.

12F.23.9

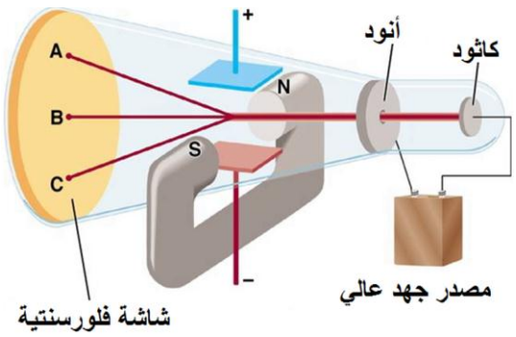
أنبوبة أشعة المهبط Cathode Ray Tube (CRT)

الأهداف

- يذكر استخدامات أنبوبة أشعة المهبط.
- يعدد أجزاء أنبوبة أشعة المهبط.
- يشرح طريقة عمل أنبوبة أشعة المهبط.

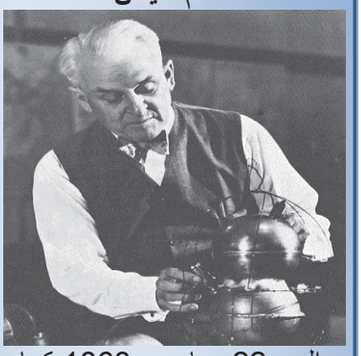
قيست شحنة الإلكترون أول مرة عن طريق العالم مليكان باستخدام قوة المجال الكهربائي.
أما كتلة الإلكترون فقيمتها صغيرة جداً، لذلك يصعب قياسها، لكن من الممكن قياس النسبة بين الشحنة والكتلة $(\frac{q}{m})$ بتأثير القوة الكهربائية والقوة المغناطيسية المؤثرة على إلكترون متحرك، ويتم ذلك باستخدام أنبوبة الأشعة المهبطية، حيث يعتبر الجزء الأساسي في معظم أجهزة التلفزيون والرادار لعرض الصور والذي يتكون من أنبوبة مفرغة من الهواء بها مدفع الكتروني (الكاثود والأنود)، ومجالات كهربائية ومغناطيسية متعامدين لانحراف الشعاع الإلكتروني والشاشة الفسفورية.

المدفع الإلكتروني يطلق حزمة رفيعة من الإلكترونات سريعة الحركة عن طريق تطبيق فرق جهد عالي بظاهرة تسمى (الانبعاث الحراري).



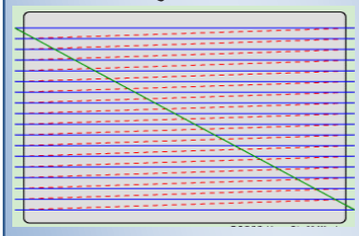
تتحرك الإلكترونات خلال الأنبوبة وتصطدم بالشاشة الفسفورية، وتنتج مصدر إضاءة عند نقطة الاصطدام.
يستخدم مجالين أحدهما كهربائي والآخر مغناطيسي، أحدهما يعمل على انحراف الإلكترونات لأعلى وآخر للأسفل، وبالتالي يغير مكان الإضاءة، فتمسح الحزمة الإلكترونية الشاشة من اليسار إلى اليمين ثم تقفز إلى الطرف الأيسر للأسفل قليلا لتمسح خطاً آخر، وهذا ما يحدث في التلفاز الأبيض والأسود.

العالم مليكان



مواليد 22 مارس، 1868 كان عالم فيزياء تجريبية أمريكي.
حصل على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1923م.
من أعماله قياس شحنة الإلكترون وأعماله في الظاهرة الكهروضوئية.

حركة الشعاع الإلكتروني داخل التلفاز



الخطوط الزرقاء تمثل الخطوط التي يرسمها الشعاع على الشاشة من اليسار لليمين.
أما الخطوط الحمراء المتقطعة فتمثل الشعاع عندما يعود لليسار مسرعاً مرة أخرى.

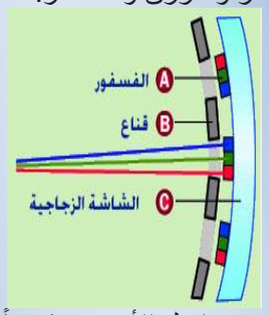
12F.23.9

شاشة التلفاز

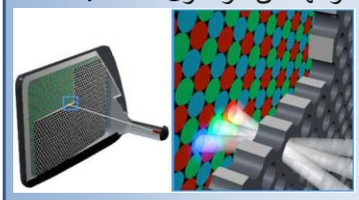
شاشة التلفاز الملون تختلف عن شاشة التلفاز الأبيض والأسود في ثلاث أشياء هي على النحو التالي:

(1) بدلاً من شعاع الالكترونات الواحد يوجد ثلاث أشعة تقطع الشاشة في آن واحد وهي الشعاع الأحمر والأخضر والأزرق. وهي الألوان الأساسية.

(2) الشاشة ليست مطلية بطبقة واحدة من الفسفور وإنما مغطاة بقطاعات أو نقاط من الألوان الأحمر والأزرق والأخضر.



(3) في داخل الأنبوب وقريباً من الطلاء الفسفوري توجد شاشة معدنية رقيقة تسمى قناع الظل، وفيها فتحات صغيرة جداً متناسقة مع النقاط الفسفورية على الشاشة، وعندما يريد التلفاز إظهار اللون الأحمر فإنه يوجه الشعاع الأحمر إلى النقاط الفسفورية الحمراء، وكذلك يفعل في حالة اللون الأخضر والأزرق. اللون الأبيض ينتج عن توجيه الأشعة الحمراء والزرقاء والخضراء إلى النقاط الفسفورية المقابلة في وقت واحد بينما اللون الأسود ينتج من حجب الأشعة بكل ألوانها عن الوصول للشاشة.



الحسابات الرياضية ($\frac{q}{m}$):

القوة الناتجة بسبب المجال المغناطيسي تعتمد على السرعة حيث أن:

$$F = qvB$$

B : شدة المجال المغناطيسي.
q : شحنة الإلكترون.
v : سرعة الإلكترون.

بينما القوة الناتجة بسبب المجال الكهربائي:

$$F = qE$$

وفي منتصف الشاشة عندما تتساوى القوتان فإن سرعة الالكترونات هي:

$$v = \frac{E}{B}$$

وإذا كان تأثير المجال المغناطيسي أكبر فإن الإلكترونات تنحرف لأعلى، أما إذا كان تأثير المجال الكهربائي أكبر فإن الإلكترونات تنحرف للأسفل.

(يعتمد اتجاه الانحراف على اتجاه المجالين الكهربي والمغناطيسي)

الإلكترونات التي تنحرف تحت تأثير المجال المغناطيسي تأخذ شكلاً شبه دائري، ومنه فإن القوة لهذه الحركة الدائرية تسمى القوة المركزية وتحسب قيمتها باستخدام العلاقة التالية:

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

ومن خلال تساوي القوة المركزية مع قوة المجال المغناطيسي يمكن حساب كتلة الإلكترون:

$$m = \frac{qBr}{v}$$

مثال:

يتحرك شعاع إلكتروني بسرعة (3×10^6 m/s) عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم شدته (4×10^{-2} T)، ما مقدار القوة المؤثرة على الإلكترونات؟ علماً أن شحنة الإلكترون ($q = 1.6 \times 10^{-19}$ C).

$$F = qvB$$
$$F = 1.6 \times 10^{-19} \times 3 \times 10^6 \times 4 \times 10^{-2}$$
$$F = 1.9 \times 10^{-14}\ \text{N}$$

- العدد الذري هو عدد البروتونات الموجبة داخل النواة، ويرمز له بـ (Z).
- العدد الكتلي هو مجموع أعداد البروتونات والنيترونات داخل النواة، ويرمز له بـ(A).
- عدد النيترونات (N) = العدد الكتلي (A) - العدد الذري (Z).
- النظائر هي ذرات لنفس العنصر لها نفس العدد الذري (Z) وتختلف في عدد النيترونات (N).
- **النشاط الإشعاعي**: هو تحول طبيعي تلقائي غير مرتقب في الزمن، تتحول خلاله نواة غير مستقرة - تسمى نواة أصلية - إلى نواة أخرى متولدة، أو نفس النواة لكن في حالة إثارة أقل طاقة.
- عمر النصف هو الزمن الذي يحتاجه العنصر المشع لكي ينحل نصف عدد ذراته.
- توجد ثلاثة أنواع من الإشعاع النشط: جسيمات ألفا، جسيمات بيتا، أشعة جاما.
- يتركب جسيم ألفا من بروتونين ونيترونين.
- جسيمات بيتا هي جسيمات تماثل الإلكترونات وتحمل شحنة سالبة وتنتج من بعض النوى المشعة.
- أشعة جاما هي فوتونات ذات طاقة عالية جداً، وهي أشعة غير مشحونة كهربائياً وتنتقل بسرعة تساوي سرعة الضوء.
- جسيمات ألفا وبيتا تتأثران بالمجال الكهربائي والمجال المغناطيسي، لكن أشعة جاما لا تتأثر بهما.
- تمر حياة النجم بعدة مراحل منها: النجم الأوليّ، العملاق الأحمر، القزم الأبيض، القزم الأسود.
- الانشطار النووي هو عملية انشطار نواة ذرة ما إلى قسمين أو أكثر ويتحول بهذه العملية مادة معينة إلى مواد أخرى وينتج عن عملية الانشطار هذه نيترونات وفوتونات عالية الطاقة ودقائق نووية.
- الانشطار النووي التسلسلي : بعد انشطار النواة تخرج من 2 إلى 3 من النيترونات، التي تصطدم بدورها بأنوية أخرى وينتج عنه عددا أكبر من النيترونات تشترك في التفاعل.

تذكر أن...

- الاندماج النووي هو عملية تتجمع فيها نواتان ذريتان لتكوين نواة واحدة أثقل.
- كمية الطاقة الناتجة من الاندماج النووي هي أضعاف ما ينتج من الانشطار النووي.
- من الاستخدامات السلمية للانشطار النووي: تحلية مياه البحار ، توليد الكهرباء، الاستخدامات الطبية.
- هناك أبعاد اجتماعية وسياسية وبيئية هامة تحد من الاستفادة من طاقة الانشطار ومن أهمها: الكيفية الصحيحة للتخلص من النفايات النووية والأشعة الخطرة التي قد تسبب التشوهات وقد تؤدي للموت، وتلوث المياه.
- أنبوبة الأشعة المهبطية تستخدم في شاشات التلفاز والكمبيوتر لعرض الصور والتي تتكون من مدفع إلكتروني، والكاثود، والأنود، ومجاليين كهربائي ومغناطيسي لانحراف الإلكترونات، والشاشة الفسفورية.
- لحساب عدد الأنوية المشعة المتبقية: $N = N_0 e^{-\lambda t}$
- لحساب عدد الأنوية المشعة المتبقية: $N = N_0 (\frac{1}{2})^n$
- لحساب عمر النصف: $t_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$
- لحساب نشاط العينة المشعة: $A = \lambda N$
- لحساب نشاط العينة المشعة: $A = A_0 e^{-\lambda t}$
- لحساب عدد مرات تكرار عمر النصف: $n = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}$
- لحساب نسبة الشحنة للكتلة: $\frac{q}{m} = \frac{v}{Br}$

أسئلة اختيار من متعدد

(1)" الذرة متعادلة كهربياً " هذا الفرض هو من فروض :

- نموذج دالتون للذرة.
- نموذج فاراداي للذرة.
- نموذج طومسون للذرة.
- نموذج بور للذرة.

(2)" ذرات العنصر الواحد لها نفس الصفات من حيث الشكل والكتلة " هذا الفرض هو من فروض :

- نموذج دالتون.
- نموذج بور.
- نموذج طومسون.
- نموذج رذرفورد.

(3)لم يستطع ذلك النموذج تفسير استمرار حركة الالكترونات حول النواة بالرغم من فقدانها طاقة أثناء الحركة. ما هو النموذج المقصود في الجملة السابقة؟

- نموذج فاراداي.
- نموذج رذرفورد.
- نموذج بور.
- نموذج طومسون.

(4)على الرغم من نجاح هذا النموذج إلى حد ما إلا أنه لم يستطع تفسير أطياف عناصر أخرى غير عنصر الهيدروجين. ما هو النموذج المقصود في الجملة السابقة؟

- نموذج رذرفورد.
- نموذج بور.
- نموذج طومسون.
- نموذج دالتون.

(5)" لا يمكن تحديد مكان وسرعة الإلكترون في نفس الوقت ". هذا ما تم التوصل إليه عن طريق ..

- نموذج بور.
- نموذج رذرفورد.
- نموذج دالتون .
- النظرية الذرية الحديثة.

(6)ما هي الجسيمات متعادلة الشحنة والتي لها نفس كتلة البروتونات تقريباً؟

- الإلكترونات.
- النيترونات.
- البوزيترون.
- الانتينيترينو.

(7)جسيم داخل الذرة لا تتغير خصائصه من ذرة إلى أخرى. ما هو ؟

- البروتون.
- النيترون.
- الإلكترون.
- جميع ما سبق صحيح.

(8)ما هو عدد النيترونات في العنصر التالي ($^{39}_{19}X$) ؟

- 19
- 39
- 20
- 0

(9)تتشابه النظائر في ...

- العدد الكتلي فقط.
- العدد الذري فقط.
- عدد النيترونات فقط.
- جميع ما سبق.

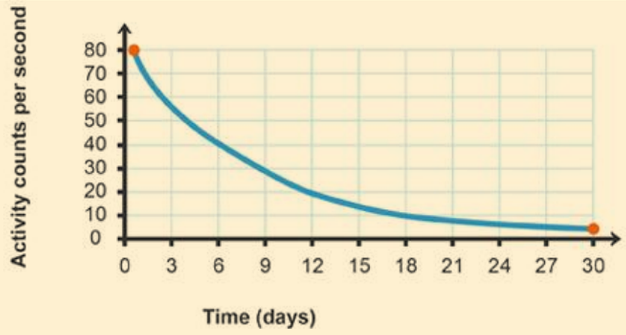
(10) يختلف التحول الإشعاعي عن التحول الكيميائي في أن الأول يتصف بـ ..

- عملية تلقائية مستمرة.
- لا يعتمد على الظروف الفيزيائية.
- تنطلق منه طاقة هائلة.
- جميع ما سبق صحيح.

(11) في المعادلة $N = N_0 e^{-\lambda t}$ ، الرمز N_0 يمثل ..

- زمن عمر النصف للعنصر المشع.
- ثابت الانحلال.
- عدد أنوية العنصر المشع قبل بداية الإشعاع.
- عدد أنوية العنصر المشع فترة زمنية من بداية الإشعاع.

(12) الرسم البياني التالي يمثل انحلال عنصر ما في مدى زمني محدد. ما هو عمر النصف لهذا العنصر؟



- 80 يوم.
- 40 يوم.
- 15 يوم
- 6 أيام.

(13) ما هي وحدة قياس معدل النشاط الإشعاعي؟

- البيكريل.
- الكوري.
- الرذرفورد.
- جميع ما سبق.

(14) أي الإشعاعات التالية عند خروجها من نواة ذرة العنصر المشع فإنها تؤثر في تركيبه الذري؟

- ألفا وبيتا.
- بيتا وجاما.
- جاما وألفا.
- جميع الإجابات ممكنة.

(15) أي ترتيب من الآتي يعتبر ترتيباً تنازلياً صحيحاً لقدرة الإشعاعات النووية على اختراق المواد (من اليمين لليسار)؟

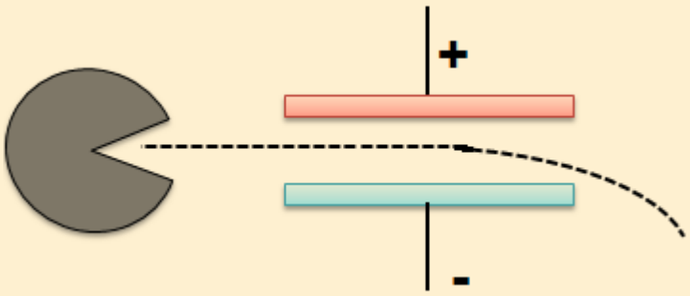
- $\alpha - \gamma - \beta$
- $\alpha - \beta - \gamma$
- $\gamma - \beta - \alpha$
- $\beta - \gamma - \alpha$

(16) ما الذي يمثله الرمز (Y) في المعادلة التالية ؟

$$^{234}_{90}\mathrm{Th} \longrightarrow {}^{234}_{91}\mathrm{P} + \mathrm{Y}$$

- جسيم ألفا.
- جسيم بيتا.
- إشعاع جاما.
- نيترون.

(17) الشكل التوضيحي التالي يمثل جسيم يتحرك تحت تأثير مجال كهربي قوي. ما هو هذا الجسيم؟



- نيترون.
- ألفا.
- بيتا.
- إلكترون.

(18) من مخاطر التعرض الشديد للإشعاع ...

- احتمال الإصابة بسرطان الدم.
- ضعف الإبصار.
- قلة التركيز.
- الزهايمر.

(19) يمكن الوقاية من مخاطر الإشعاعات عن طريق:

- تقليل زمن التعرض للإشعاع.
- البعد عن مصدر الإشعاع.
- زيادة الحواجز المحيطة بمصدر الإشعاع.
- جميع ما سبق.

(20) 100g من عنصر مشع بدأ بالانحلال وبعد فترة زمنية قدرها 11460 سنة تبقى 25g منه . ما هي فترة عمر النصف لهذا العنصر؟

- 2865 سنة.
- 5730 سنة.
- 11460 سنة.
- 1910 سنة.

(21) عينة من الذهب – 198 كتلتها 96g ، كم يتبقى منها بعد مرور 8.1d ، إذا علمت أن فترة عمر النصف لهذا العنصر 2.7d ؟

- **48g**
- **24g**
- **12g**
- **6g**

(22) أي من الآتي يمثل استخدام النظائر المشعة في الطب؟

- القضاء على فيروس الأنفلونزا في الأشخاص المصابين.
- قتل الخلايا السرطانية لبعض الأورام.
- التحكم في نسبة إفراز هرمونات معين في جسم الإنسان.
- جميع ما سبق.

(23) أي مما يأتي يوضح سبب انشطار نواة اليورانيوم عند قذفها بنيترون؟

- بسبب ارتفاع عددها الذري بشكل فجائي.
- بسبب ارتفاع طاقة النواة وعدم استقرارها.
- بسبب كتلة النيترون الكبيرة.
- بسبب النيترونات الموجودة بالنواة والنيترون القادم من الخارج.

(24) من مضار المفاعلات الانشطارية ...

- إمكانية تسرب الإشعاعات النووية من تلك المفاعلات.
- النفايات الذرية.
- الماء الملوث المستخدم في التبريد.
- جميع ما سبق.

(25) ما هي وظيفة قضبان البورون في المفاعلات النووية؟

- تبريد المفاعل.
- توصيل الطاقة الكهربية إلى داخل المفاعل.
- التحكم في سرعة التفاعل النووي.
- جميع ما سبق.

أسئلة متنوعة

(1)وضّح نموذج طومسون ثم بين السبب الذي دفع رذرفورد إلى وضع نموذج آخر مخالف له؟

(2)اذكر الفروض التي وضعها رذرفورد مستندا على نتائج تجربته المتعلقة بتشتت دقائق ألفا؟

(3)اذكر نصوص فرضيات بور؟

(4)علل لما يأتي:

أ) في نموذج رذرفورد تتركز كتلة الذرة في النواة.

ب) في النظرية الذرية الحديثة وضعت مبدأ الطبيعة المزدوجة للإلكترون.

(5)ما هي العناصر الثقيلة التي يمكن ان ينتهي اليها النجم في نهاية حياته؟

(6)عرف ما يأتي:

- الانشطار النووي.
- الاندماج النووي.
- النفايات النووية.

(7)ما هو العدد الكتلي المناسب للأنوية حتى يحدث لها انشطار؟

(8)حدد العبارة التي تلائم الانشطار وتلك التي تلائم الاندماج النووي:

1- يحدث في الشمس والنجوم.

2- الطاقة الناتجة كبيرة جداً جداً.

3- ينتج من اتحاد أنوية صغيرة لتشكيل أنوية ثقيلة.

4- ينتج من انقسام أنوية كبيرة.

5- يحدث في الطبيعة واستطاع الإنسان إجراءه داخل المختبر.

(9)قارن بين الاندماج والانشطار النوويين من حيث:

أ) الطاقة الناتجة عن كلا التفاعلين.

ب) الطاقة التي يحتاجها كلا التفاعلين.

ج) نوع العناصر الداخلة في التفاعل.

د) إمكانية حدوث كل منهما على الأرض.

ه) مقدار الأمان والحماية

(10) ما هي أكبر العقبات التي تواجه توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة النووية؟ اختر من الآتي:

a. تلوث الهواء.
b. تلوث الماء.
c. إنتاج ثاني أكسيد الكربون.
d. النفايات النووية تحتاج إلى تخزين مناسب.

(11) وضح لماذا يجب أن يسبق أي اندماج نووي انشطار نووي؟

(12) ادرس الآثار الناجمة عن الزلزال الذي ضرب مفاعل فوكوشيما في اليابان في مارس 2011.

(13) الكربون-14 هو واحد من نظائر الكربون، له عمر نصف (5730 years)، أوجد ثابت الاضمحلال (λ) لهذا العنصر.

(14) الجدول يمثل تحلل عينة من عنصر الصوديوم-24، اعتماداً عليه أجب عن الأسئلة التالية:

Number of nuclei	Time (hr)
400	0
200	15
100	30
50	45

أ) ارسم منحنى تحلل الصوديوم-24.

ب) ما المدة الزمنية التي احتاجها العنصر ليقل من (200) إلى (100)؟

ج) ماذا نسمي هذه المدة الزمنية التي تم حسابها في فرع (ب)؟عرّفها.

(15) عمر النصف لعنصر مشع هو (87 days)، كم يتبقى من عينة (3 g) من هذا العنصر بعد (147 days)؟

(16) حفرية من الفحم النباتي تحتوي على نظير الكربون-14 بمقدار (5.12%) من الموجود في الأشجار الحية. احسب عمر الحفرية علماً أن فترة عمر النصف للكربون المشع (5700 years)؟

(17) إذا كانت كتلة عنصر مشع في عينة صخرية (0.625 g)، وكان عمر العينة (400,000 years)، وفترة عمر نصف العنصر المشع (100,000 years) احسب كتلة العنصر المستقر في العينة؟

(18) عينة صخرية عمرها (1,500 million years)، تحوي عنصراً مشعاً، إذا كانت النسبة بين العنصر المشع والعنصر المستقر (7 : 1) احسب فترة عمر النصف للعنصر المشع.

(19) عند تحليل عينة صخرية تحتوي على عنصر مشع وُجد أن كتلة العنصر المستقر الناتج عن تحلل العنصر المشع (6 g) وأنه مر على تحلل العنصر المشع أربع فترات عمر نصف فإذا كانت فترة عمر النصف للعنصر المشع (100 million years) احسب كتلة العنصر المشع قبل التحلل.

(20) إذا علمت أن فترة عمر النصف للنظير المشع للصوديوم هي (15 hours). فكم يستغرق (7/8) من عينة هذا النظير لكي يتحول إلى عنصر مستقر؟

(21) إذا كانت كتلة العنصر المستقر في عينة (3.78 kg)، والكتلة الكلية لها (3.84 kg). احسب عمر العينة علماً بأن فترة عمر النصف للعنصر المشع (150 million years).

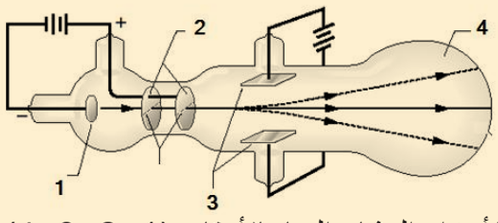
(22) نظير العنصر (Np) عمر النصف له (2 days)، إذا وضع (4 g) من العينة في معمل الفيزياء يوم الاثنين، ما الكتلة المتبقية يوم الثلاثاء من الأسبوع التالي؟

(23) أعط اثنين من الاستعمالات السلمية للانشطار النووي، واثنين من الاستعمالات غير السلمية.

(24) مع أن الانشطار النووي مصدر جيد للطاقة، لكن هناك حدود تمنع من استخدامه على نطاق واسع، وضح السبب.

(25) إلكترون يتحرك بسرعة (3.6×10^4 m/s)، يمر خلال مجال كهربائي شدته (5.8×10^3 N/C)، ما شدة المجال المغناطيسي العمودي على المجال الكهربائي المؤثرة على الإلكترون والتي تعمل على سيره بخط مستقيم.

(26) اعتماداً على الشكل المرافق والذي يمثل أنبوبة الأشعة المهبطية، أجب عن الأسئلة التالية:



أ) اكتب اسم الأجزاء المشار إليها بالأرقام: (1، 2، 3، 4).
ب) ما وظيفة كل من الجزء (1) والجزء (3)؟

(27) إلكترون كتلته $(9.1 \times 10^{-31}\ \text{kg})$، وشحنته $(1.6 \times 10^{-19}\ \text{C})$، يتحرك بمسار دائري نصف قطره $(3.3 \times 10^{-5}\ \text{m})$، تحت تأثير مجال مغناطيسي خلال أنبوبة الأشعة المهبطية بسرعة $(2 \times 10^{5}\ \text{m/s})$،.احسب شدة المجال المغناطيسي؟

(28) بروتون يمر دون انحراف خلال مجال مغناطيسي شدته $(0.60\ \text{T})$، ومجال كهربائي $(4.5 \times 10^{-3}\ \text{N/C})$، احسب سرعة البروتون.

(29) بروتون كتلته $(1.67 \times 10^{-27}\ \text{kg})$، وشحنته $(1.6 \times 10^{-19}\ \text{C})$، يتحرك تحت تأثير مجال مغناطيسي شدته $(4.0\ \text{T})$، يتحرك بمسار دائري نصف قطره $(2.0\ \text{cm})$، احسب:

أ) سرعة البروتون.
ب) شدة المجال الكهربائي الذي يؤثر عمودياً على المجال المغناطيسي. ويجعل الإلكترون يتحرك بمسار مستقيم.

الوحدة الثانية

12FP.2

خصـائص الموجـات
Properties of Waves

12F.21.1

Reflection الانعكاس

الأهداف

- يصف ماذا يحدث للموجات عند الانعكاس، الانكسار وبعض التطبيقات على تلك الظواهر.
- يفسر الحيود والتراكب والتداخل البناء والهدام بدلالة حركة الموجات.

المصطلحات الأساسية

موجة wave
انعكاس reflection
انكسار refraction
تراكب superposition
تداخل interference
الزاوية الحرجة Critical angle

قال تعالى " وَهِيَ تَجْرِي بِهِمْ فِي مَوْجٍ كَالْجِبَالِ وَنَادَى نُوحٌ ابْنَهُ وَكَانَ فِي مَعْزِلٍ يَا بُنَيَّ ارْكَبْ مَعَنَا وَلَا تَكُنْ مَعَ الْكَافِرِينَ " (هود: 42)

عندما تكون في رحلة إلى شاطئ البحر فإنك سوف تشاهد الأمواج المتلاحقة قادمة من عرض البحر نحو الشاطئ ، وإذا سرت بمحاذاة الشاطئ فإنك سوف ترى الكثير من القطع الخشبية والأشياء المتناثرة هنا وهناك. فما الذي أتى بها إلى الشاطئ؟

إذن فالموجات أمر مألوف في حياتنا بعضها نشاهده والبعض الآخر لا نشاهده ولكن نلمس آثاره.

وترتبط الموجات في حياتنا بحاستي السمع والبصر ، فالضوء موجات نرى بواسطتها ، والصوت موجات نسمعها. فما هي الموجة ؟ وما أنواعها ؟ وما خواصها؟

الموجة : **هي اضطراب في الوسط ينتقل حاملاً معه الطاقة.**

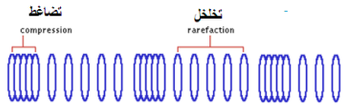
أنواع الموجات :

تقسم الموجات حسب الوسط الذي تنتقل فيه إلى ثلاثة أنواع:

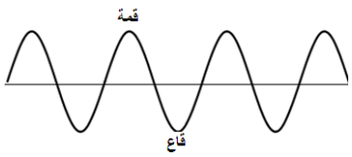
1. **الموجات الميكانيكية**: وتحتاج إلى وسط مادي تنتشر خلاله ولا تنتشر في الفراغ.
2. **الموجات الكهرومغناطيسية** وتنشأ من اهتزاز المجالات الكهربائية والمغناطيسية وتنتشر في الفراغ إضافة إلى الأوساط المادية.
3. **موجات المادة:** وهي موجات مصاحبة لحركة الجسيمات المادية السريعة.

أما من حيث طبيعة انتشار الموجة فتقسم إلى:

1. **موجات طولية**



2. **موجات مستعرضة**



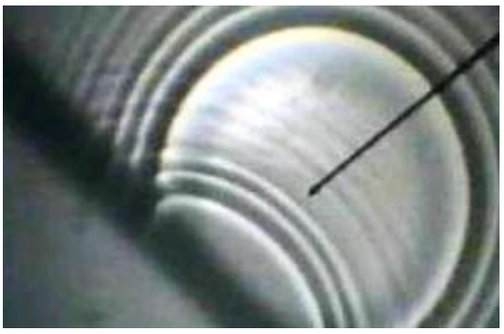
وتمتاز الموجات بخواص أساسية مثل الانعكاس والانكسار والتراكب والتداخل والحيود والاستقطاب وغيرها مما سندرسه في الدروس القادمة.

12F.21.1

الانعكاس Reflection

اننا جميعاً نلاحظ انعكاس الضوء عن السطوح اللامعة ، وفي الحقيقة فإن ظاهرة انعكاس الضوء عن الأجسام هي السبب الذي يمكننا من رؤية تلك الأجسام.
كذلك في حالة موجات الصوت فإن ظاهرة الانعكاس تتجلى واضحة في ظاهرة صدى الصوت.

الشكل التالي يوضح انعكاس الموجات المتولدة في حوض الموجات على سطع مستوي.



الانعكاس: هو ارتداد الموجة عن السطح العاكس وكأنها صادرة من نقطة مناظرة لمنبع الموجة الساقطة بالنسبة للسطح للعاكس.

إن ظاهرة انعكاس الضوء تخضع لقانونين :

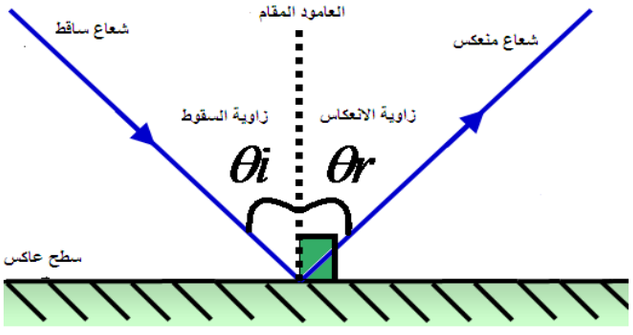
القانون الأول:

زاوية الانعكاس = زاوية السقوط

$$\theta_i = \theta_r$$

القانون الثاني:

الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام على السطح العاكس عند نقطة الانعكاس تقع كلها في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس.



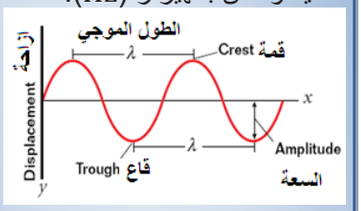
12F.21.1

هناك بعض المصطلحات التي تستخدم لوصف الموجات وهي:

1.السعة: وهي أقصى إزاحة للموجة من موضع سكونها وتقاس بالمتر.

2.الطول الموجي (للموجة المستعرضة) : المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين ويقاس بالمتر.

3.التردد: وهو عدد الموجات في الثانية وتقاس بالهيرتز (Hz).



4. سرعة الموجة: وتقاس بـ(m/s).

$$v = \lambda \times f$$

v: سرعة الموجة

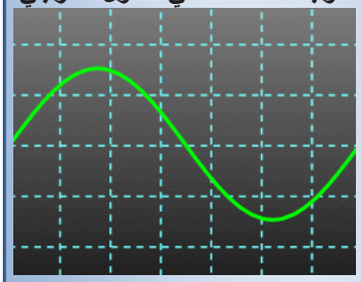
λ: الطول الموجي

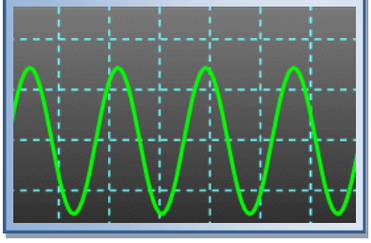
f: التردد

أما سرعة الضوء في الفراغ فهي:

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

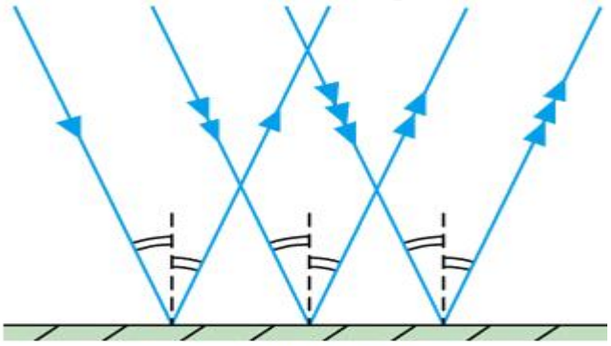
موجات مختلفة في الطول الموجي





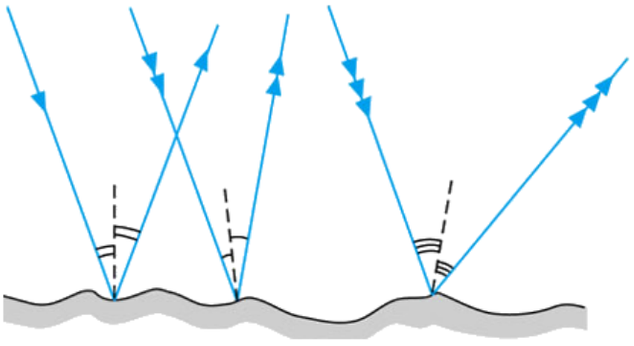
وهناك نوعان من الانعكاس:

1. **الانعكاس المنتظم**: والذي تكون فيه الأشعة المنعكسة متوازية كما الأشعة الساقطة، ويحدث على الأسطح الملساء المصقولة كالمرايا.



الانعكاس المنتظم

2. **الانعكاس غير المنتظم**: والذي تكون فيه الأشعة المنعكسة متفرقة مع أن الأشعة الساقطة متوازية ويحدث على الأسطح الخشنة كالورق.



الانعكاس غير المنتظم

نشاط : قارن في جدول بين الانعكاس المنتظم والانعكاس غير المنتظم.

من تطبيقات ظاهرة الانعكاس في حياتنا اليومية:

1- المرايا بكل أنواعها واستخدامها من قبل كل من (صالونات التجميل، طبيب الأسنان، مرايا السيارات، في الديكورات، في محال التسوق للمراقبة)

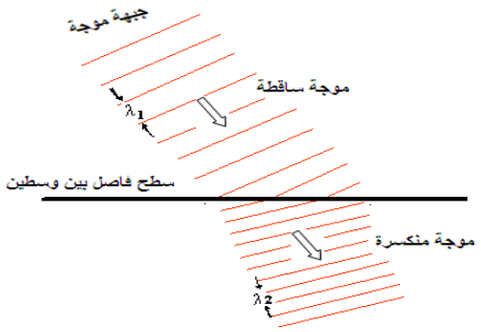
2- الصدى: الذي يستخدم لقياس المسافة بين الأشياء.

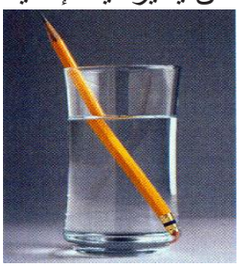
3- الألياف الضوئية (البصرية).

12F.21.1

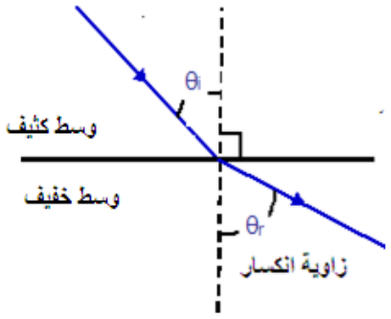
Refraction الانكسار

عبارة عن انحراف الضوء عن مساره عند انتقاله بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية فبدلاً من أن يستمر في الحركة على نفس الخط المستقيم الذي كان يسير فيه فإنه ينحرف عن مساره عند نقطه انتقاله بين الوسطين.

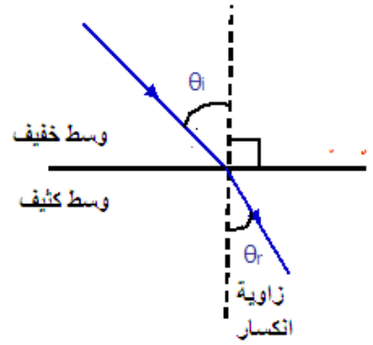




ويعود تفسير هذه الظاهرة إلى اختلاف الكثافة الضوئية بين الوسطين اللذين يسير بهما الضوء، حيث أن الضوء يتكون من موجات قصيرة جداً فعندما يمر الضوء من الهواء إلى الزجاج أو الماء (كأوساط شفافة) فإنه يسير بسرعة أقل ولهذا ينحرف عن مساره.



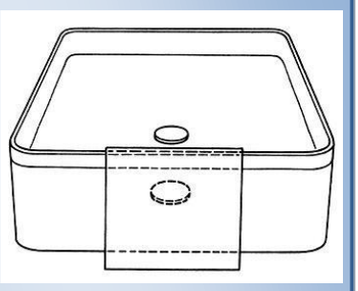
عندما تنتقل الموجة من وسط كثيف إلى وسط أقل كثافة فإن سرعتها تزيد، وفي هذه الحالة تنحرف الموجة مبتعدة عن العمود المقام.



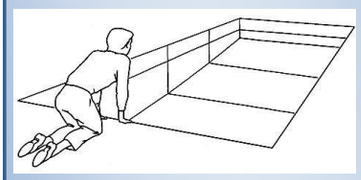
بينما إذا انتقلت الموجة من وسط خفيف إلى وسط أكثر كثافة فإن سرعتها تقل وفي هذه الحالة تنحرف الموجة مقتربة من العمود المقام.

12F.21.1

تطبيقات على انكسار الضوء

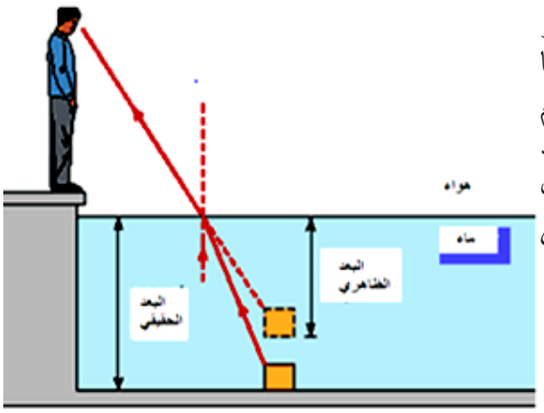


ضع وعاء زجاجي فارغ صغير على منضدة وضع به عملة معدنية (50 درهم)أسفل الجانب الذي تنظر من جهته ، حاول أن تضع قطعة من الورق بحيث تخفي العملة عن مجال الرؤية المباشرة ، صب الماء في الوعاء الزجاجي شيئاً فشيئاً ستلاحظ أن العملة المعدنية بدأت تظهر مع ارتفاع الماء ... ما تفسيرك لما حدث؟



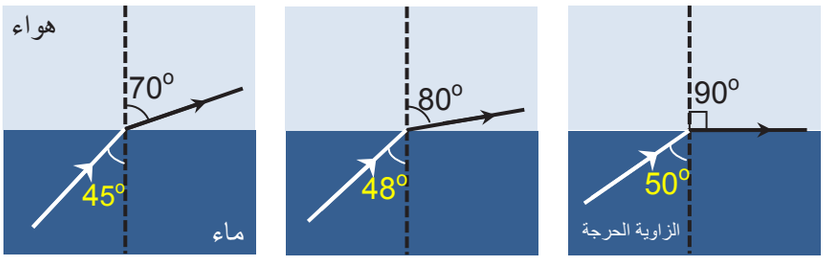
عادة ما ننصح الأطفال بعدم النزول لبرك الماء غير معروفة العمق ، بالرغم من أن قاع البركة يبدو قريباً جداً .. ما تفسيرك لهذا؟

وبسبب الانكسار تبدو الأجسام في غير موقعها الحقيقي وإنما تكون الأجسام على بعد يسمى البعد الظاهري، والذي يحدث بسبب سير الضوء في خطوط مستقيمة.



الانعكاس الكلي الداخلي:

في الشكل التالي نلاحظ أنه كلما زادت زاوية سقوط الموجة في الوسط الكثيف فإن انحرافه مبتعداً عن العمود المقام في الوسط الأقل كثافة تزداد ولكن السؤال ماذا بعد ذلك؟



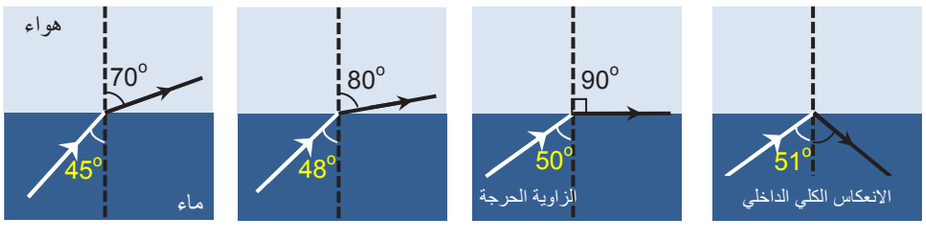
بزيادة زاوية الانكسار تصل إلى أن يحدث الانكسار على السطح الكاسر، وهنا تسمى في هذه الحالة زاوية السقوط التي تقابل زاوية انكسار قيمتها (90°) بالزاوية الحرجة (θ_C).

إن الزاوية الحرجة تختلف باختلاف الوسط فكما في الشكل فإن الزاوية الحرجة للماء تساوي (49°).

الزاوية الحرجة : هي أكبر زاوية سقوط في الوسط الأكبر في الكثافة والتي يقابلها زاوية انكسار قيمتها (90°).

ونعود لنسأل ماذا يحدث لو كانت زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة؟

انظر الشكل:

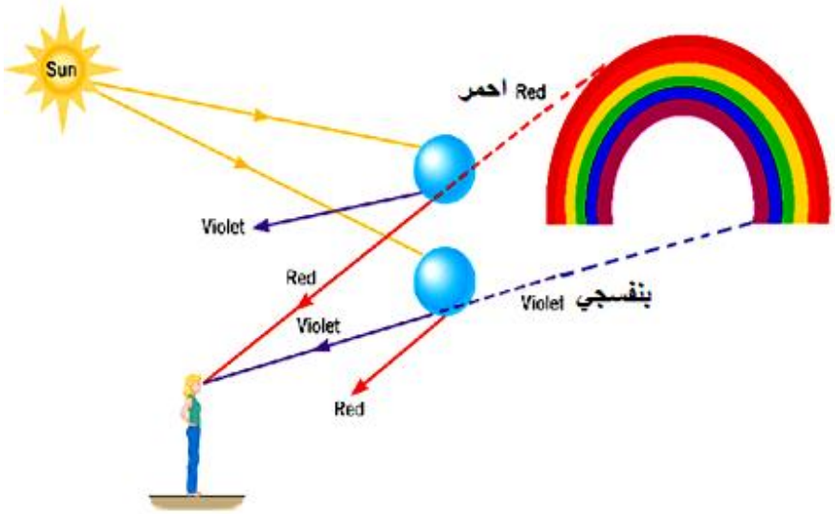


هنا تحدث ظاهرة تسمى:
الانعكاس الكلي الداخلي (total internal reflection) TIR.
أي أن: زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة.

$$\theta_i > \theta_C$$

ويوجد العديد من الظواهر الطبيعية التي تحدث في حياتنا اليومية بسبب الانعكاس الكلي الداخلي مثل:

ظاهرة قوس المطر (قزح)



مشاهدة الشمس بعد غروبها

الزاوية الحرجة

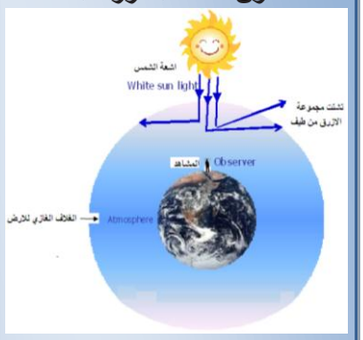
الجدول التالي الزاوية الحرجة لبعض الأوساط:

الوسط	الزاوية الحرجة
الماء	49°
الكحول	50.3°
الزجاج	41.1°
البلاكسي غلاس	42.1°

قوس المطر

كيف يحدث قوس المطر؟
في البداية ينكسر ضوء الشمس الساقط بشكل مائل عند دخوله في قطرات المطر ومن ثم ينعكس مرة أخرى في السطح الداخلي من القطرة وينكسر أيضا عند خروجه من القطرة. يظهر التأثير الكلي في الضوء الساقط منعكسا على مدى واسع من الزوايا، مع تركيز شديد له في زاوية ($42° - 40°$). يمكن إثبات أن هذه الزاوية مستقلة عن حجم القطرة، ولكنها تعتمد على معامل الانكسار. يمتلك ماء البحر معامل انكسار أعلى من ماء المطر، لذا يكون نصف قطر قوس قزح في المرشات البحرية أصغر من القوس الحقيقي. يكون هذا مرئيا للعين المجردة على هيئة عدم استقامة بين هذين القوسين.

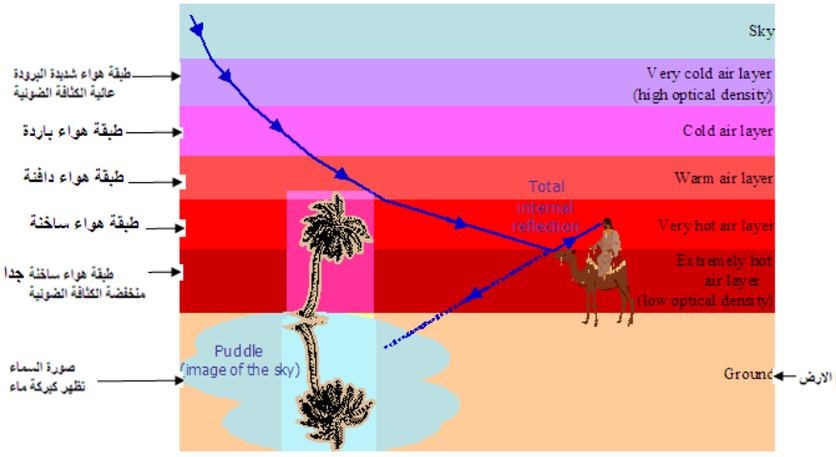
لون السماء الزرقاء



ظاهرة السراب:

الشكل التالي يوضح آلية حدوث ظاهرة السراب، لاحظ أن:

- الهواء الجوي يتكون من طبقات مختلفة في درجات الحرارة، وبالتالي تختلف الكثافة الضوئية لكل طبقة.
- الضوء ينكسر عند انتقاله بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية.
- الشعاع الساقط من أعلى يمر خلال طبقات تتناقص كثافتها الضوئية فينكسر مبتعداً عن العمود في كل مرة حتى تصبح زاوية سقوطه أكبر من الزاوية الحرجة وعندها يحدث انعكاساً كلياً داخلياً.

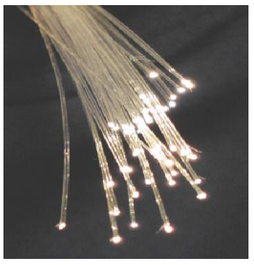


شرح ظاهرة السراب

الألياف البصرية: Optic fibers

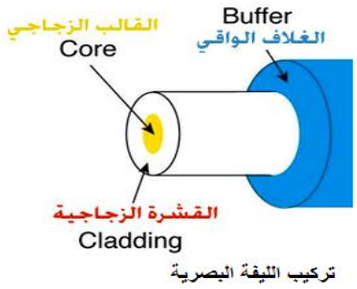
هي ألياف مصنوعة من الزجاج النقي، تكون طويلة ورفيعة ولا يتعدى سمكها سمك الشعرة.

يجمع العديد من هذه الألياف في حزم داخل الكابلات البصرية، وتستخدم في نقل الإشارات الضوئية لمسافات بعيدة جداً.



تركيب الليفة البصرية:

1- القلب Core: وهو قلب من الزجاج الفائق النقاء يمثل المسار الذي ينتقل من خلاله الضوء.

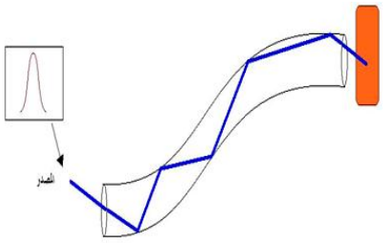


تركيب الليفة البصرية

2- القشرة الزجاجية Cladding: وهو المادة الخارجية التي تحيط بالقلب الزجاجي. وهي مصنوعة من زجاج معامل انكساره أقل من معامل انكسار الزجاج الذي يصنع منه القلب ويعكس الضوء باستمرار ليظل في داخل القلب الزجاجي.

3- الغلاف الواقي Buffer coating: وهو غلاف بلاستيكي يحمي القلب من الضرر.

كيف تعمل الألياف البصرية:



افترض أنك تريد أن توصل ومضة ضوئية خلال مسار طويل مستقيم كل ما عليك هو أن توجه الضوء خلال هذا المسار ولأن الضوء ينتقل في خطوط مستقيمة فإنه سيصل للطرف الآخر بلا مشاكل. لكن ماذا لو كان المسار به انحناء.

بسهولة يمكن أن تتغلب على ذلك بوضع مرآة عند الانحناء لتعكس الضوء إلى داخل المسار مرة أخرى.

وبنفس الطريقة تحل المشكلة لو كان المسار كثير الانحناءات حيث تصف مرايا على طول المسار لتعكس الضوء باستمرار من جانب إلى آخر ليبقى في مساره.

12F.21.1

تطبيقات الألياف البصرية في الحياة العملية

في المجال الطبي، حيث يتم رؤية المعدة وغيرها منها.
في مجال الاتصالات. وهو المجال الأوسع الذي يضم عشرات من التطبيقات مثل تطبيقات الاتصالات والتلفزيونات وغيرها.
في مجال الهندسة الوراثية، حيث يمكن تفكيك الشفرة الوراثية ومنع الأمراض الوراثية كالسكري ومتلازمة داون وفقر الدم.

هذه بالضبط هي فكرة عمل الألياف الضوئية. حيث ينتقل الضوء بواسطة الانعكاس المستمر عن الجدار المحاذي للقالب الزجاجي انعكاساً داخلياً كلياً.
ولأن هذا الجدار لا يمتص أي من الضوء الساقط عليه فإن الإشارة الضوئية يمكن أن تسافر مسافات طويلة. ولكن يحدث أحياناً أن يفقد جزء من الضوء حيث تمتصه الشوائب الموجودة في القلب الزجاجي.
ولكي تحدث الانعكاسات المستمرة على جدار الغلاف الواقي داخل الألياف الضوئية فإن هذا يعتمد على ظاهرة فيزيائية تسمى ظاهرة الانعكاس الداخلي الكلي Total internal reflection.

مميزات الألياف الضوئية

لقد أحدثت الألياف الضوئية ثورة في عالم الاتصالات لتميزها على أسلاك التوصيل العادية فهي:

1- أكثر قدرة على حمل المعلومات.
2- أقل حجماً، حيث أن نصف قطرها أقل من نصف قطر الأسلاك النحاسية التقليدية.
3- أخف وزناً.
4- فقد أقل للإشارات المرسلة.
5- عدم إمكانية تداخل الإشارات المرسلة من خلال الألياف المتجاورة. كما أنها لا تتعرض للتداخلات الكهرومغناطيسية مما يجعل الإشارة تنتقل بسرية تامة مما له أهمية خاصة في الأغراض العسكرية.
6- غير قابلة للاشتعال مما يقلل من خطر الحرائق.
7- تحتاج إلى طاقة أقل في المولدات لأن الفقد خلال عملية التوصيل قليل.

بسبب هذه المميزات فإن الألياف الضوئية دخلت في الكثير من الصناعات وخصوصاً الاتصالات وشبكات الكمبيوتر.
كما تستخدم في التصوير الطبي بأنواعه، وكذلك كمجسات عالية الجودة للتغير في درجة الحرارة والضغط، بما له من تطبيقات في التنقيب في باطن الأرض.

12F.21.1

Superposition التراكب

Superposition التراكب

إذا التقت موجتان في نفس الوسط وكانتا متزامنتان بأن تلتقي قمة الأولى مع قمة الثانية تحدث إزاحة عظمى، كما في الشكل التالي:

أما إذا التقت موجتان في نفس الوسط وكانتا متضادتان بأن تلتقي قمة الأولى مع قاع الموجة الثانية تحدث إزاحة صغرى، وقد تساوي صفراً إن كانت الموجتان لهما نفس السعة، كما في الشكل:

إثرائي

الموجات التصادمية

الطاقة المنقولة والمحمولة بواسطة الموجات تعتبر طاقة محسوسة ذات قيمة. على سبيل المثال الموجات الصادمة (الزلزالية) الصادرة عن كوارث بركانية يمكنها أن تسبب أضراراً عمرانية خطيرة على مساحة كبيرة. وبحساب الطاقة المصاحبة لتلك الثورة البركانية لوحظ أن قيمتها قد تصل إلى 10^{20}J وبالمثل الزلازل والتي تعتبر خليطاً من موجات طولية وأخرى مستعرضة ، تنشر معها كمية كبيرة من الطاقة المختزنة في أعماق كبيرة من سطح الأرض ، مسببة تأثيرات تدميرية هائلة.

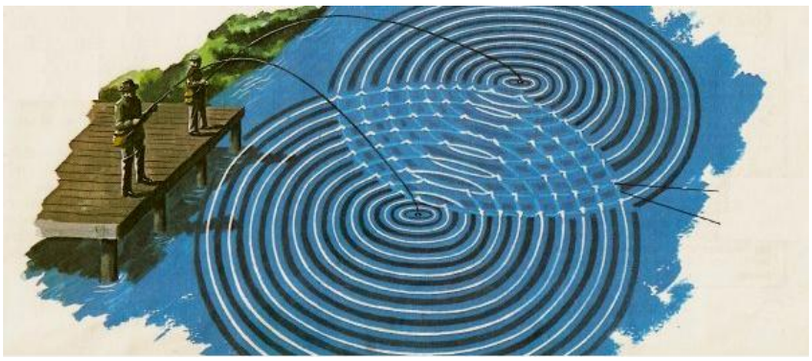
الزلزال المدمر الذي ضرب مدينة سان فرانسيسكو في أبريل 1906 والذي صاحب معه طاقة تدميرية هائلة ، نتج عنها تدمير مئات المنازل ، ووفاة عشرات الآلاف من البشر.

التداخل Interference

12F.21.1

التداخل Interference

ظاهرة تنشأ من التقاء موجتين في نفس الوسط وبنفس الوقت.



وللتداخل نوعان:

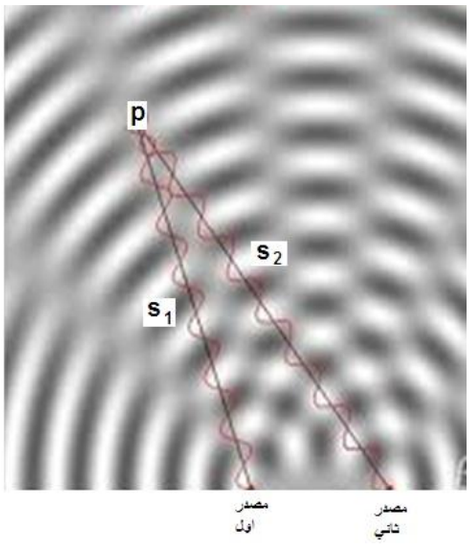
1- تداخل بناء (constructive interference):

وينتج عنه تقوية اهتزازات الموجات وإزاحة كبرى. ويحدث عند التقاء قمة من الموجة الأولى مع قمة من الموجة الثانية أو التقاء قاع من الموجة الأولى مع قاع من الموجة الثانية.

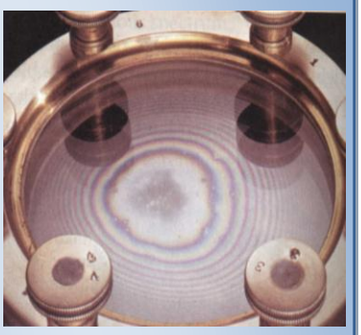
2- تداخل هدام (Destructive interference):

وينتج عن هذا النوع من التداخل ضعف للاهتزاز وإزاحة صغرى. ويحدث عند التقاء قمة من الموجة الأولى مع قاع من الموجة الثانية أو العكس.

في الشكل التالي مصدران لموجتان لهما نفس الطول الموجي (λ) والتردد (f) تداخلتا في نفس الوسط عند النقطة (p):



حلقات نيوتن



تحدث عند وضع عدسة محدبة مثلاً على سطح زجاجي أفقي أملس ، وعند إضاءة العدسة من الأعلى بضوء أحادي اللون تظهر حلقات دائرية هي نتيجة تداخل الضوء المنعكس خلال الهواء بين سطحي الزجاج.

12F.21.1

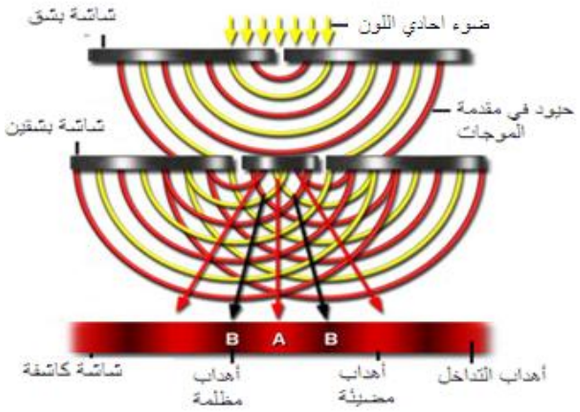
إذا كان فرق المسار يساوي أعداداً صحيحة من الطول الموجي فالتداخل بناء.

$$\Delta S = S_2 - S_1 = n\lambda \; ; \; n = 0, 1, 2, 3, \ldots$$

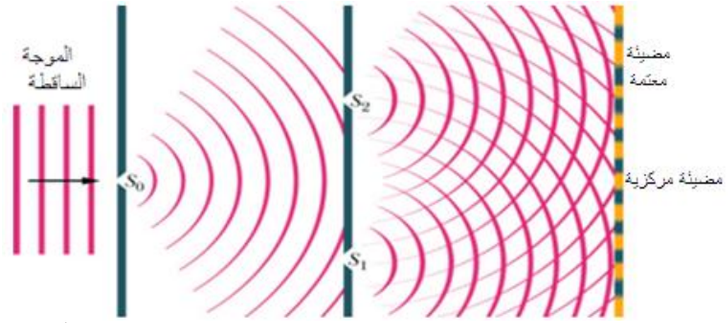
أما إذا كان فرق المسار يساوي أعداداً فردية من نصف الطول الموجي فالتداخل هدام.

$$\Delta S = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda \; ; \; n = 0, 1, 2, 3, \ldots$$

وقد كان أول من درس تداخل الموجات الضوئية هو العالم توماس يونغ في عام 1801م بإجراء تجربته التي أسهمت في البحث في طبيعة الضوء وكيفية حدوث التداخل بنوعيه، والشكل التالي يوضح الجهاز الذي استخدمه يونغ في تجربته:



أدخل يونغ ضوءً أحادي اللون من خلال شق صغير، فلاحظ أن هذا الشق الضيق أصبح منبعاً لموجات تنتشر خلف الحاجز الأول لتصل بنفس اللحظة إلى كل من الشقين الضيقين المتوازيين للشق الأول، وحيث أن الشقين متساويان في البعد فهما يقعان على نفس جبهة الموجة، وعند خروجهما من الشقين نلاحظ تكون الأهداب المضيئة والمعتمة نتيجة التداخل البناء والهدام.



نلاحظ من الشكل تكون الهدبة المركزية ($\Delta S = 0$) وحولها من أعلى وأسفل هدب مضيئة وهدب معتمة.

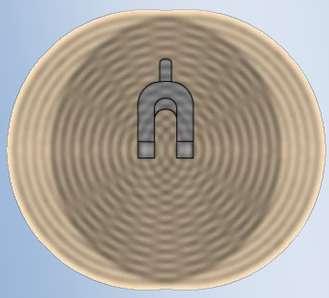
تداخل الموجات

في عام 1801 قام العالم توماس يونج بإجراء تجربته التاريخية الشهيرة التي أثبت بها الطبيعة الموجية للضوء بأن وضح أن الموجتين الضوئيتين المتراكبتين تتداخلان. وقد زاد من أهمية هذه التجربة أن يونج أمكنه بواسطتها تعيين الطول الموجي للضوء.

من أهم التطبيقات على التداخل:

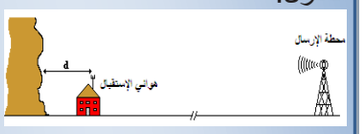
1. تعيين الطول الموجي للضوء.
2. تعيين معامل الانكسار لبعض المواد.

تداخل لموجات شوكة رنانة:



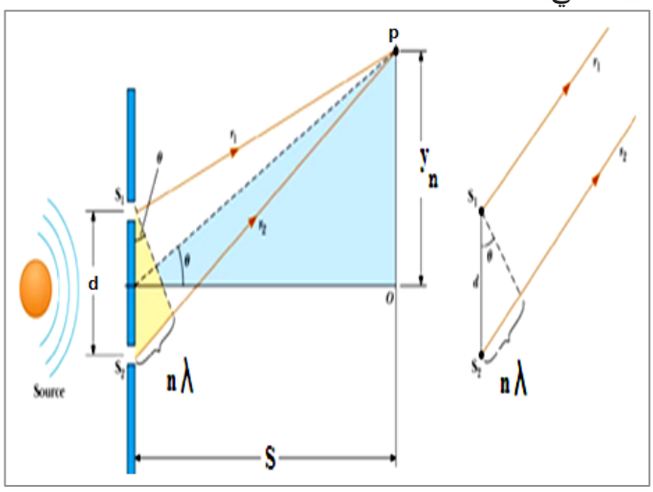
12F.21.1

من التطبيقات على التداخل:
تداخل موجات الراديو عند المنازل في المناطق الجبلية، فموجات الراديو تسير مباشرة نحو هوائي المنزل من محطة الإرسال وتتداخل هذه الموجة مع موجات أخرى منعكسة من قبل المنحدرات الجبلية خلف المنزل وتعود مرة أخرى نحو المنزل.



كذلك يتم تصميم القاعات الضخمة بشكل مدروس لتقوم جدران القاعة بعكس الأصوات وبالتالي يحدث تداخل مما يعطي شعوراً بالحيوية.

عمل يونغ على دراسة العلاقة بين الطول الموجي والمسافة بين الشقين فمن خلال الشكل التالي:



تكون المسافة بين الشقين (d) صغيرة جداً، والمسافة بين الشقين والشاشة (S) كبيرة وبالتالي تكون الزاوية (θ) صغيرة جداً، عندها يكون:

$$\tan\theta = \frac{y}{S}$$

$$\sin\theta = \frac{n\lambda}{d}$$

وبما أن: $(\sin\theta = \tan\theta)$ للزوايا الصغيرة، عندها يكون:

للأهداب المضيئة:

$$y = n\lambda\frac{S}{d}\ ;\ n = 0, 1, 2, 3, \ldots$$

حيث أن y هي المسافة بين الهدبة المركزية وهدبة مضيئة رتبتها n

وللأهداب المعتمة:

$$y = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda\frac{S}{d}\ ;\ n = 1, 2, 3, \ldots$$

حيث أن y هي المسافة بين الهدبة المركزية وهدبة مظلمة رتبتها n

وللحصول على أهداب أكثر وضوحاً:

1- استخدام ضوء له طول موجي أكبر.
2- زيادة بعد الشاشة عن الشقين وهذا يقلل الإضاءة.
3- تقليل المسافة بين الشقين.

نشاط

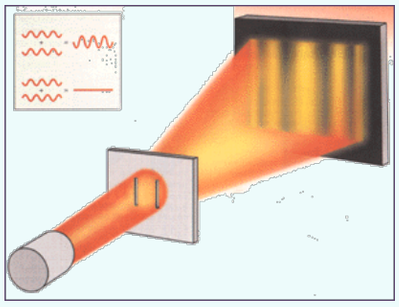
الهدف: حساب الطول الموجي لشعاع ليزر.

الأدوات:

- شعاع ليزر.
- محزوز حيود
- شريط متري

الخطوات:

1- أسقط شعاع ليزر عمودياً على الشقوق لمحزوز الحيود، واستقبل نمط الحيود والتداخل على شاشة بيضاء.



2- باستخدام الشريط المتري، قم بقياس المسافة بين الشق والشاشة، ولتكن (S).
3- قم بقراءة قيمة (d) من محزوز الحيود.
4- قم بقياس المسافة بين الهدبة المضيئة المركزية والهدبة المضيئة الأولى على الشاشة باستخدام المسطرة (y).
5- سجل ملاحظاتك بالجدول التالي:

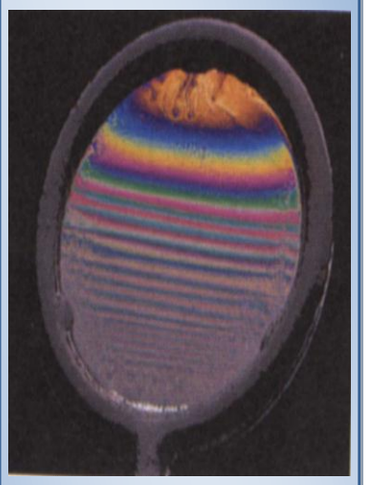
λ	y	d	S

- استخدم العلاقة الرياضية $(\lambda = \frac{yd}{S})$ لحساب الطول الموجي لشعاع الليزر.

12F.21.1

التداخل من خلال غشاء رقيق لمحلول الصابون ذو سماكة منتظمة

عند سقوط الضوء على سطح الغشاء فإن جزءاً منها ينعكس من على السطح العلوي وجزء آخر ينعكس من على السطح السفلي للغشاء عندها يحدث تداخل بين الشعاعين المنعكسين فتظهر كما في الشكل التالي.



مثال:

في تجربة يونج ذات الشقين كانت المسافة بين الشقين (0.04 cm)، والمسافة بين الشقين والشاشة (400 cm)، وكانت الهدبة الثامنة المضيئة تبعد عن الهدبة المركزية (4 cm)، احسب الطول الموجي للضوء المستخدم.

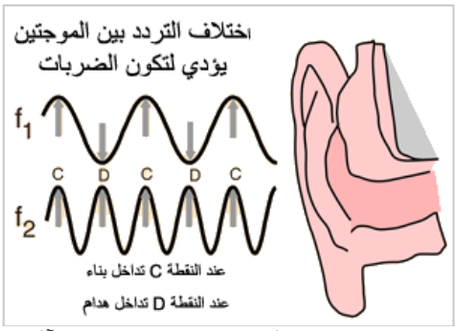
$$y = n\lambda\frac{S}{d}$$

$$\lambda = \frac{4 \times 0.04}{8 \times 400}$$

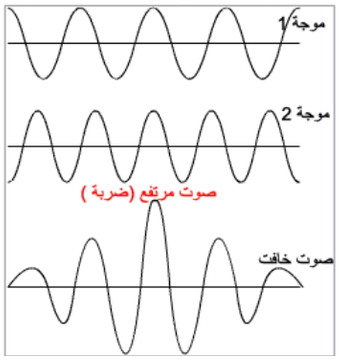
$$\lambda = 5 \times 10^{-5}\ \text{cm}$$

الضربات: Beats

تحدث عند اقتراب موجتين صوتيتين مختلفتين في التردد من الأذن، فيحدث تداخل بناء وهدام مما يجعل الصوت عالياً وليّناً. ويساوي تردد الضربات الفرق بين ترددي الموجتين.



الشكل التالي يمثل موجتان متماثلتان صادرتان من آلتين موسيقيتين بنفس التردد تقريباً، ويسمى الاهتزاز الناشئ عنهما بالضربات.



حيث يساوي تردد الضربة الفرق بين ترددي الموجتين:

$$f_{beat} = f_1 - f_2$$

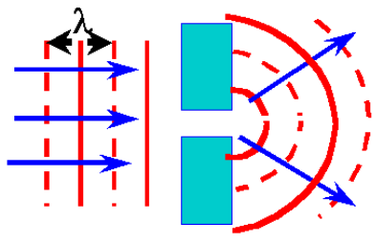
فإذا كان هذا الفرق أكبر من (7 Hz)، فإن الأذن تسمعه كتلوث ضوضائي.
ويحاول صناع الآلات الموسيقية أن يكون تردد الضربة شبه معدوم.

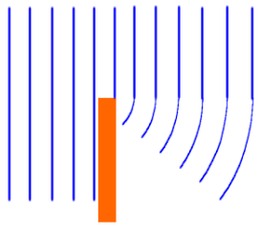
12F.21.1

Diffraction الحيـود

الحيود Diffraction

ظاهرة طبيعية تحدث عند اصطدام الموجة بحافة عائق وتوصف بأنها انحناء شديد الوضوح للموجات حول حافة عائق أو انتشار الموجات من خلال فتحات صغيرة. انظر الشكل:

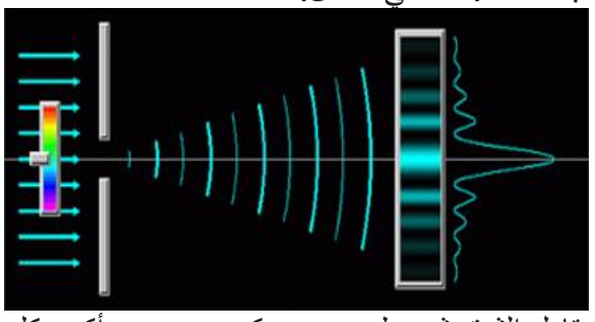




فالحيود هو الانحناء الذي يحدث للموجة مثل موجات الضوء أو موجات الصوت بعد مرورها حول عائق أو خلال الشقوق.

ووضوح الحيود يعتمد على عرض الشق والطول الموجي للموجة.
فإذا كان عرض الشق مساو للطول الموجي أو أقل يسبب حيوداً أكبر، مثل سماع الأصوات عبر شقوق الأبواب.
وإذا كان عرض الشق أكبر من الطول الموجي فإن الحيود يكون قليلاً أو منعدماً.

ولدراسة ظاهرة حيود الضوء خلال شق مفرد ضيق توضع شاشة بشق ضيق في طريق أشعة متوازية أحادية اللون ويوضع على مسافة معينة من الشاشة شاشة أخرى تظهر عليها هدب الحيود.
الهدب هو نمط (منطقة) الحيود الذي يظهر على الشاشة فإما تكون هدبة مضيئة أو هدبة معتمة. كما في الشكل:



نلاحظ في مقابل الشق شريط مضيء يكون عرضه أكبر كلما كان الشق أضيق ويتتابع خلف الهدبة المضيئة المركزية هدب معتمة وهدب مضيئة.

ولكن عند استخدام ضوء أبيض تكون هدب الحيود أكثر انتشاراً ويكون لها ألوان الطيف المرئي، كما في الشكل المقابل.

الحيود
من الأمثلة على الحيود في حياتنا اليومية: انحراف الموجة المنكسرة للموجات الضوئية ويحدث انحراف الضوء مع كل الموجات بما يشمل الموجات الضوئية والموجات الكهرومغناطيسية مثل الضوء المرئي وأشعة أكس وموجات الراديو. وتحدث ظاهرة الحيود أيضا مع الجسيمات الأولية مثل الإلكترون والنيوترون.
كما أن الحيود يؤثر على موجات الراديو والتلفاز، حيث أن إشارات موجات الراديو طويلة وتتأثر بشكل أقل بوجود المباني والتلال والأنفاق عند انتشارها بعكس الإشارات ذات الموجات القصيرة.

12F.21.2

معامل الانكسار Refractive Index

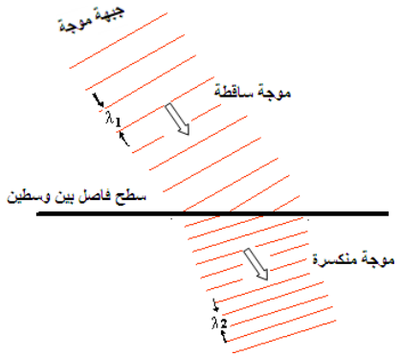
الأهداف

- يفسر انكسار موجات الضوء والماء.
- يحسب معامل الانكسار وسرعة الموجات عند انتقالها من وسط إلى آخر.

المصطلحات الأساسية

معامل الانكسار
Refractive index

لنعد إلى الشكل التالي لندرس الانكسار من جانب آخر:



نلاحظ من الشكل أن الطول الموجي للموجة الساقطة λ_1 اكبر من الطول الموجي للموجة الثانية λ_2

وبما أن تردد الموجة ثابت فإننا نستنتج أن:

$$v \propto \lambda$$

أي أن:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

حيث سميت نسبة سرعة الضوء في الوسط الأول (v_1) إلى سرعته في الوسط الثاني (v_2) **بمعامل الانكسار** الذي يرمز له بالرمز (n) ويسمى هنا معامل الانكسار النسبي بين الوسطين.

$$\boldsymbol{n = \frac{v_1}{v_2}}$$

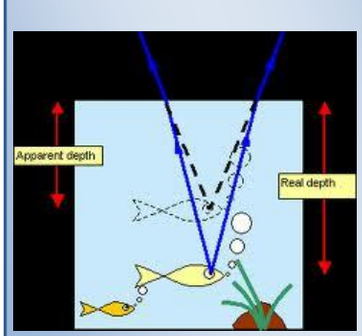
n: معامل الانكسار النسبي.
v_1: سرعة الموجات في الوسط الأول.
v_2: سرعة الموجات في الوسط الثاني.

وان كان الوسط الأول الذي انتقل منه الضوء الفراغ أو الهواء فإن معامل الانكسار يكتب بالمعادلة التالية:

$$\boldsymbol{n = \frac{c}{v}}$$

n: معامل الانكسار المطلق.
c: سرعة الضوء في الفراغ $(c = 3 \times 10^8 \text{ m/s})$.
v: سرعة الضوء في الوسط.

يستخدم معامل الانكسار لفحص جودة السوائل.

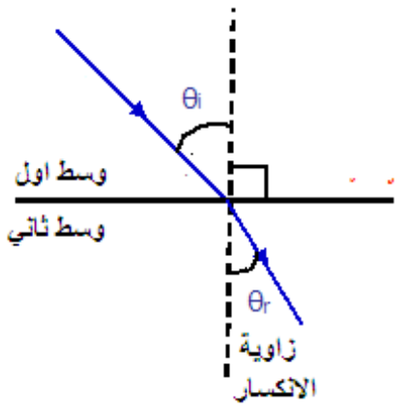


$$\text{معامل الانكسار} = \frac{\text{البعد الحقيقي}}{\text{البعد الظاهري}}$$

12F.21.2

وقد درس العالم سنل العلاقة الرياضية لمعامل الانكسار:

$$n = \frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r}$$



وتستخدم هذه العلاقة إن كان الوسط الأول فراغ.

أما إذا كان الوسطين مختلفين في الكثافة الضوئية (غير الفراغ) فإن:

$$n_1 \sin\theta_i = n_2 \sin\theta_r$$

n_1: معامل الانكسار للوسط الأول.
n_2: معامل الانكسار للوسط الثاني.
$\sin\theta_i$: زاوية السقوط من الوسط الأول.
$\sin\theta_r$: زاوية الانكسار في الوسط الثاني.

الجدول التالي يوضح قيم معامل الانكسار لبعض المواد.

اسم المادة	معامل الانكسار
الفراغ	1.000
الهواء	1.0008
الماء	1.330
الزجاج	1.510
الماس	2.417

لاحظ أن معامل الانكسار لا وحدات له لأنه نسبة بين كميتين فيزيائيتين متماثلتين.

مثال: سقطت موجة ضوئية من الهواء بزاوية تساوي (27°) وانكسرت في الماء بزاوية (20°) احسب معامل الانكسار للماء.

$$n = \frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r}$$

$$n = \frac{\sin 27°}{\sin 20°}$$

$$n = 1.33$$

ويلبرود سنيل فان روين

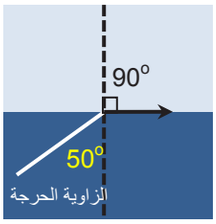
عالم فلك ورياضيات هولندي، ارتبط اسمه في الغرب طويلاً بقانون انكسار الضوء، ولكن الأبحاث الحديثة أثبتت أن الفضل في اكتشاف ذلك القانون يرجع لابن سهل الذي اكتشفه سنة 984 م.

ابن سهل

ابن سهل، هو **أبو سعد العلاء ابن سهل**. (940-1000) عالم مسلم رياضياتي، وطبيب ومهندس في علم البصريات. له العديد من الأبحاث والنظريات حول الأشكال الهندسية. قام ابن الهيثم باستعمال أبحاث ابن سهل و قد ساعدته في علم البصريات.

معامل الانكسار والزاوية الحرجة:

بما أن زاوية الانكسار المقابلة للزاوية الحرجة تساوي 90° فإن:



$$n = \frac{\sin 90°}{\sin \theta_C}$$

أي أن:

$$\boldsymbol{n = \frac{1}{\sin \theta_C}}$$

مثال:

إذا كان معامل انكسار الضوء المار من الفراغ إلى الهواء هو (1.0003)، وسرعة الضوء في الفراغ هي (3×10^8 m/s)، ما هي سرعة الضوء في الهواء؟

$$n = \frac{c}{v}$$

$$v = \frac{3 \times 10^8}{1.0003}$$

$$v = 2.997 \times 10^8 \text{ m/s}$$

مثال:

إذا كان معامل الانكسار المطلق للزجاج (1.5) ما مقدار الزاوية الحرجة للزجاج؟

$$n = \frac{1}{\sin \theta_C}$$

$$\sin \theta_C = \frac{1}{1.5} = 0.67$$

$$\theta_C = 42^o$$

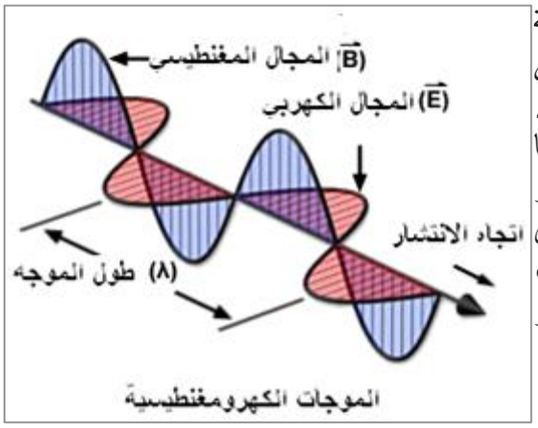
12F.21.6

الطيف الكهرومغناطيسي Electromagnetic Spectrum

الأهداف
- يفسر الإشعاع الكهرومغناطيسي بدلالة اهتزاز المجالين الكهربائي والمغناطيسي.
- يستنتج أن جميع الموجات الكهرومغناطيسية تسير بنفس السرعة في الفراغ.
- يصف الخصائص الرئيسة للأقسام المختلفة للطيف الكهرومغناطيسي وتطبيقاتها.
- يعطي أمثلة على انعكاس وانكسار وتداخل الموجات الكهرومغناطيسية.

المصطلحات الأساسية
الموجات الكهرومغناطيسية
Electromagnetic Waves
الموجات اللاسلكية
Wireless waves
الطيف spectrum
الأشعة تحت الحمراء Infra Red
موجات الطيف المرئي
Visible waves
الأشعة فوق البنفسجية
Ultraviolet rays
الأشعة السينية X- Rays
أشعة جاما Gamma Rays

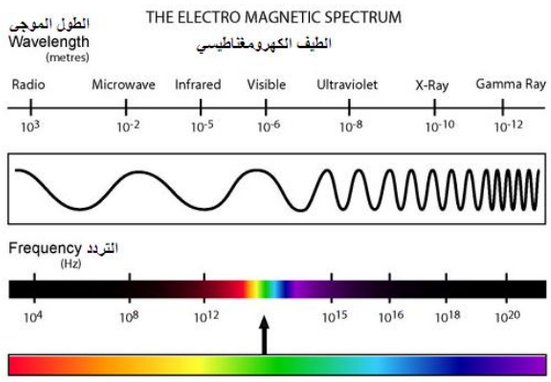
عجائب الموجات الكهرومغناطيسية
س: من يسمع الصوت أولاً الجالس أمام المتحدث في قاعة محاضرات مثلاً أم الذي يجلس في بيته واضعاً سماعة الراديو في أذنه يستمع إلى المحاضرة؟
ج: نجد أن المستمع من بيته يسمع أولاً والسبب لأن الموجات الكهرومغناطيسية التي تحمل الصوت إلى المذياع تسبق مليون مرة تقريباً الصوت المنتقل من المتحدث إلى مستمع يجلس أمامه في القاعة!

الموجات الكهرومغناطيسية:


هي ظاهرة تحدث نتيجة الانتشار الذاتي للموجات في الفراغ أو الوسط المادي. وهي تتكون من مجالين، هما المجال الكهربائي والآخر مغناطيسي، وهما يتذبذبان بشكل عمودي على بعضهما، ويتعامدان على اتجاه الانتشار ومتفقان في الطور.
كما في الشكل المقابل.

خصائص الموجات الكهرومغناطيسية
1- موجات مستعرضة لذلك تكون قابلة للاستقطاب.
2- سرعتها $(3 \times 10^8\ m/s)$ في الفراغ أو في الهواء.
3- تتكون من مجالين كهربائي، ومغناطيسي متعامدين مع بعضهما وكل منهما متعامد على اتجاه انتشار الموجة.
4- لا تتأثر بالمجالات الكهربائية أو المجالات المغناطيسية.
5- تنتشر في خطوط مستقيمة وتتعرض للانعكاس والانكسار والتداخل والحيود.

الطيف الكهرومغناطيسي
يتكون الطيف الكهرومغناطيسي من مجموعات من الموجات لها نفس الخصائص إلا أنها تختلف في أطوالها الموجية وفي ترددتها، وتحتوي على المجموعات الآتية:
1- أمواج الراديو.
2- موجات الميكروويف.
3- الأشعة تحت الحمراء.
4- موجات الطيف المرئي.
5- موجات الأشعة فوق البنفسجية.
6- موجات الأشعة السينية.
7- موجات أشعة جاما.



12F.21.6

الموجات الكهرومغناطيسية

يرجع الفضل في اكتشاف الموجات الكهرومغناطيسية إلى العالم جيمس ماكسويل الذي وضع فرضية نشوء الموجات الكهرومغناطيسية سنة 1864م، فقد كان معلوماً حسب قانون فاراداي أن المجال المغناطيسي المتغير يُنتج (يُحرض) مجالاً كهربائياً متغيراً. فقام ماكسويل بصياغة قوانين حركة تلك الموجات الكهرومغناطيسية وهي المعروفة بمعادلات ماكسويل. ثم أثبت هنريك هيرتز لاحقاً صحتها - أن المجال الكهربائي المتغير ينتج بدوره مجالاً مغناطيسياً متغيراً، وبالعكس فالمجال المغناطيسي يولد أيضاً مجالاً كهربياً. وهكذا تنشأ الموجات الكهرومغناطيسية بقسميها الكهربائي والمغناطيسي. وهي تستطيع قطع مسافة كبيرة جداً وبسرعة كبيرة جداً هي سرعة الضوء دون أن تعاني اضمحلالاً في الفضاء. ولأن سرعة الموجات الكهرومغناطيسية التي تنبأ ماكسويل بها في المعادلة تتزامن مع سرعة الضوء المقاسة، فاستنتج ماكسويل بأن الضوء نفسه هو موجة كهرومغناطيسية.

قدرة الموجات اللاسلكية

تزداد قدرة الموجات اللاسلكية على اختراق طبقات الهواء المتأينة كلما ازداد ترددها، لذلك تستخدم الموجات القصيرة (عالية التردد) بهدف تغطية مساحات أوسع.وكلما كانت الموجات عالية التردد، كلما استطاعت النفاذ إلى الفضاء الخارجي، مثل: موجات التليفزيون والرادار، لذلك يمكن الاستفادة من الموجات اللاسلكية القصيرة جداً الموجات الدقيقة في الاتصال بالأقمار الصناعية ومركبات الفضاء لقدرتها على اختراق جميع الطبقات المتأينة إلى الفضاء الخارجي.

لاحظ:

1- يرتبط تردد الموجة مع طولها الموجي بالعلاقة التالية:

$$v = \lambda \times f$$

حيث:

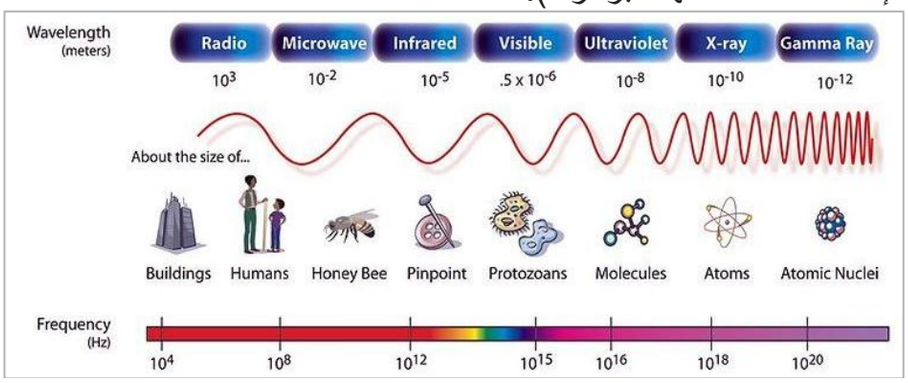
v: سرعة الانتشار للموجة.

λ: الطول الموجي.

f: التردد.

2- العلاقة بين التردد (f) والطول الموجي (λ) علاقة عكسية لثبات السرعة.

3- كلما زاد التردد كلما زادت طاقة الموجة (حيث أشعة جاما هي أكبر الإشعاعات طاقة لأنها أكبر تردد).



بعض التطبيقات لموجات الطيف الكهرومغناطيسية:

1)- موجات اللاسلكي (الراديو) Wireless waves (Radio)

وتستخدم هذه الموجات في عمليات الإرسال اللاسلكي، مثل:

1- الإرسال الإذاعي.
2- الإرسال التلفازي.
3- الرادار.
4- توجيه الطائرات والسفن.
5- موجات مركبات الفضاء.

ويختلف طول موجات اللاسلكي المستخدمة في كل من هذه الأغراض. وأطولها موجات الإذاعة ولها أنواع مثل: (موجات طويلة ومتوسطة وقصيرة)، وأقصرها موجات الرادار وموجات مركبات الفضاء والتي تسمى بالموجات الدقيقة Micro waves.

12F.21.6

2) موجات الميكروويف

موجات كهرومغناطيسية متناهية الصغر ذات تردد عال. وموجات الميكروويف شبيهة بموجات الراديو أو التلفزيون وأجهزة الاتصال اللاسلكي، ولكنها موجات ذات طول أقصر وذات تردد أكبر.

وموجات فرن الميكروويف تعتبر موجات غير مؤينة أي أنها غير قادرة على تغيير خواص ذرات المادة المعرضة لها.

3) الأشعة تحت الحمراء (Infra - Red)

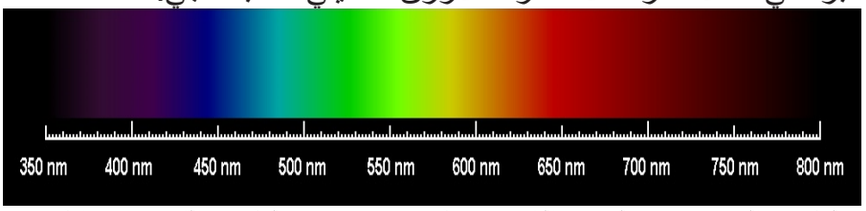
الأشعة تحت الحمراء هي أشعة غير مرئية لكننا نحس بوجودها عن طريق الحرارة المتولدة عنها، وتظهر في الطيف الكهرومغناطيسي بنهاية الطيف المرئي ويتراوح طولها الموجي بين $(10^{-3}\ \mathrm{m})$ إلى $(7.5 \times 10^{-7}\mathrm{m})$.

ويعتمد إشعاع الجسم للأشعة تحت الحمراء على طبيعة سطح الجسم، ودرجة حرارته.

تستخدم الأشعة تحت الحمراء في دراسة أسطح الأجسام ومكوناتها عن طريق الأشعة تحت الحمراء الصادرة منها، وفي دراسة أنواع الصخور والمعادن المكونة لها، وفي التصوير والرؤية الليلية، وفي وسائل التحكم عن بعد.

4) الطيف المرئي Visible Spectrum

تتراوح الأطوال الموجية لهذا الطيف بين $(7.5 \times 10^{-7}\mathrm{m})$ و $(4 \times 10^{-7}\mathrm{m})$ ، ويتكون هذا الطيف من سبعة ألوان هي: الأحمر - البرتقالي – الأصفر - الأخضر - الأزرق - النيلي – البنفسجي.



والطيف المرئي هو الجزء الذي نستطيع رؤيته من الطيف الكهرومغناطيسي، وتختلف حساسية العين البشرية لألوان الطيف السبعة وتبلغ أقصاها في منطقة الأصفر- الأخضر، ويعتبر الطيف المرئي مسئولاً عن تكون الألوان فلولاه لما بدت الأجسام بألوانها التي تبدو عليها.

5) الأشعة فوق البنفسجية Ultra Violet Radiation

يتراوح طولها الموجي بين $(4 \times 10^{-7}\mathrm{m})$ إلى $(10^{-9}\mathrm{m})$، تأتينا من الشمس كميات هائلة من الأشعة فوق البنفسجية التي تنبعث من الأجسام الحارة جداً. وتعمل طبقة الأوزون على تحديد كمية الإشعاع الذي يصل الأرض.

البرق

البرق من الموجات الكهرومغناطيسية ولكن هل تستطيع حساب ثمن البرق؟ وعلى سبيل المثال حسب تسعيرة شركة الكهرباء القطرية؟

إذا علمت أن جهد تفريغ شحنة صاعقة البرق حسب ما تشير إليه أحدث البيانات هو 50 مليون فولت، كما تقدر شدة التيار القصوى في هذه الحالة 100 ألف أمبير.

بحساب القدرة الناتجة بالواط (الجهد × شدة التيار) علماً بأن الجهد هو الجهد المتوسط لأن الجهد يصل إلى الصفر أثناء التفريغ وهكذا فإن القدرة هي 5 مليارات كيلو واط وبما أن الفترة الزمنية التي يستمر فيها البرق قصيرة جداً 0.001 ثانية فإن الطاقة المستهلكة بالكيلو واط /ساعة أي حوالي 1400 كيلو واط/ ساعة فلو كان سعر الكيلو واط/ ساعة 10 دراهم أي أن ثمن البرق هو:

1400×10 = 14000 درهم

وتساوي: 140 ريال قطري.

هل تصدق هذه النتيجة المدهشة لحساب ثمن وميض البرق الذي يستغرق جزء من ألف من الثانية ويضيء المدينة كلها بنور أبيض لامع جميل!!!

استخداماتها وفوائدها:

1- التعرض لهذه الأشعة يعطي تأثيراً بيولوجياً هاماً، حيث يوفر للإنسان فيتامين (د) الذي يقي الإنسان من الأمراض التي تصيب العظام مثل الكساح الذي يسببه نقص هذا الفيتامين.
2- تتميز هذه الأشعة بمفعولها القوي ضد الميكروبات حيث تعد هذه الأشعة عاملا رئيسا للتقنية الطبيعية (التعقيم) للماء كما تستخدم في الصناعة وذلك لتعقيم بعض المنتجات الغذائية والدوائية والعبوات الخاصة.
3- لها آثار تحفيزية للكثير من التفاعلات الكيميائية مثل تفاعلات التضاعف والبلمرة.
4- تُستخدم في دراسة مستويات الطاقة للذرات المختلفة.
5- يستعين بها علماء الفلك لتحديد المسافات بين المجرات والنجوم.

لاحظ:

يحتاج الجسم البشري إلى كميات ضئيلة من الأشعة فوق البنفسجية إلا أن تعريضه إلى كميات كبيرة من الإشعاع قد يؤدي إلى حدوث حروق وسرطانات مختلفة.

6) الأشعة السينية X – Rays

يتراوح طولها الموجي بين (10^{-9}m) إلى (10^{-12}m)، وتتميز بأنها موجات كهرومغناطيسية عالية التردد وذات طاقة عالية وذات نفاذية عالية.
تستخدم هذه الخاصية في الطب للكشف عن الكسور في العظام والحصى في المرارة والكلى.
وفي الصناعة لدراسة البناء البلوري للعناصر.
كما تستخدم للكشف عن الأجسام الفلزية داخل الحقائب في المطارات، إذ يمكن توليدها في أنبوب خاص عن طريق اصطدام شعاع من الإلكترونات ذات الطاقة العالية بسطح فلزي داخل أنبوبة مفرغة من الهواء فتنطلق الأشعة السينية (X-Ray) من الفلز.

7) أشعة جاما Gamma Rays

يتراوح طولها الموجي بين (10^{-11}m)، و(10^{-16}m)هي ذات قدرة عالية جداً على النفاذ داخل المواد بسبب طاقتها العالية. من أهم مصادرها المواد المشعة (Radioactive atoms) كما أنها تنتج في التفاعلات النووية المختلفة. وتستخدم في الطب لأغراض مختلفة.

ماركوني

ماركوني، جوليلمو مخترع إيطالي، ومهندس كهربائي اكتسب شهرة عالمية لدوره في تطوير الإرسال البرقي اللاسلكي أو الراديو. حيث قام في عام 1895م بإرسال أول إشارات برقية عبر الهواء. وكانت الإشارات البرقية قبل اختراع ماركوني ترسل عبر الأسلاك الكهربائية، لذا أصبح نظام ماركوني معروفاً بالبرق اللاسلكي. وقام في 1901م بإرسال أول اتصال لاسلكي عبر الأطلسي.
حيث أرسل ماركوني ومعاونوه حروف نظام مورس من بولدو بكورنوول بإنجلترا إلى سانت جون بكندا. وكان هذا أول اتصال لاسلكي في التاريخ عبر الأطلسي. وبعد ذلك سرعان ما سهَّل جهاز ماركوني على السفن الاتصال بعضها ببعض وبالشاطئ، على مسافة تزيد على (3000 km).
ازدادت شهرة ماركوني حينما ساعد جهازه على إرشاد سفن الإنقاذ إلى سفينة ريبابليك في عام 1909م، والسفينة تيتانك في عام 1912م وإنقاذ العديد من الأرواح. وقد أدت هذه الحوادث إلى صدور القوانين التي تقتضي بأن يكون بسفن الركاب الكبيرة أجهزة لاسلكية.

رونتجن

عالم فيزياء ألماني، حصل على أول جائزة نوبل في الفيزياء عام 1901م، اكتشف الأشعة السينية (x – ray)، وكانت هذه الأشعة تخترق بعض المواد، مثل اللحم، وتعجز عن اختراق مواد أخرى كالعظم والفلزات، وبذلك استطاع أن يصوّر عظام يده، وبالتالي كشف للناس عن ميدان من أوسع ميادين استعمالها.

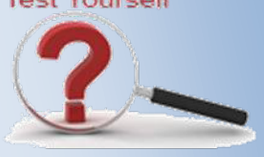
- **الانعكاس**: هو ارتداد الموجة عن السطح العاكس وكأنها صادرة من نقطة مناظرة لمنبع الموجة الساقطة بالنسبة للسطح للعاكس.
- زاوية السقوط = زاوية الانعكاس.
- الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود على السطح العاكس عند نقطة الانعكاس تقع كلها في مستوى واحد وهو مستوى الانعكاس.
- **الانكسار** هو انحراف الضوء عن مساره عند انتقاله بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية.
- **الحيود** هو الانحناء الذي يحدث للموجة مثل موجات الضوء أو موجات الصوت بعد مرورها حول عائق أو خلال الشقوق.
- **التداخل** ظاهرة تنشأ من التقاء موجتين في نفس الوسط وبنفس الوقت.
- **معامل الانكسار** هو النسبة سرعة الضوء في الوسط الأول (c) إلى سرعته في الوسط الثاني (v).

$$n = \frac{c}{v}$$

- **قانون سنل**:

$$n_1 \sin\theta_i = n_2 \sin\theta_r$$

تذكر أن...



أسئلة اختيار من متعدد

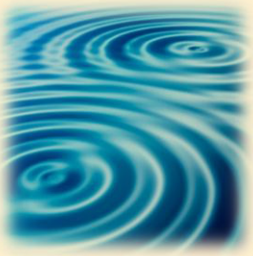
(1)للموجات الميكانيكية القدرة على ....
- الانتشار في الفراغ فقط.
- الانتشار في الوسط المادي فقط.
- الانتشار في الوسط المادي وفي الفراغ.
- لا يوجد إجابة صحيحة.

(2) تتكون الموجات الطولية من ..
- تضاغطات وتخلخلات.
- قمم وقيعان.
- ذرات وجزيئات.
- انكسارات وانعكاسات.

(3)من تطبيقات انعكاس الموجات ...
- صدى الصوت.
- رؤية نفسك في المرآة .
- استخدام الألياف الضوئية في نقل البيانات.
- جميع ما سبق.

(4)عندما ترى وجهك على صفحة الماء فإن ذلك من تطبيقات ..
- انعكاس الموجات.
- انكسار الموجات.
- حيود الموجات.
- تداخل الموجات.

(5)الشكل المقابل يمثل ظاهرة للموجات. ما هي؟



- انعكاس الموجات.
- انكسار الموجات.
- تداخل الموجات.
- حيود الموجات.

(6)يعتبر ظاهرة السراب إحدى التطبيقات على خاصية من خصائص الضوء. ما هي تلك الخاصية؟
- الانكسار.
- الحيود.
- التداخل.
- جميع الإجابات ممكنة.

(7)إذا التقت موجتان وكانت سعة الموجة الناتجة يساوي صفراً فإن ..
- التداخل الحادث يكون هداماً
- التداخل الحادث يكون بناء.
- التداخل الحادث يكون منتظم.
- التداخل الحادث يكون مشتت.

(8) في تركيب الألياف الضوئية يجب أن تكون قيمة الكثافة الضوئية لمادة القلب ..

- أكبر من الكثافة الضوئية للمادة المغلفة لها.
- أقل من الكثافة الضوئية للمادة المغلفة لها.
- تساوي الكثافة الضوئية للمادة المغلفة لها.
- لا يوجد إجابة صحيحة.

(9) إذا كان فرق المسار بين موجتين متداخلتين هو 3λ فإن سعة الموجة الناتجة ..

- يساوي سعة إحدى الموجتين المتداخلتين.
- أكبر من سعة إحدى الموجتين المتداخلتين.
- أصغر من سعة إحدى الموجتين المتداخلتين.
- لا يوجد إجابة صحيحة.

(10) كيف يمكن الحصول على أهداب واضحة في تجربة يونغ ؟

- زيادة المسافة بين الشقين.
- استخدام موجات ضوئية لها طول موجي صغير.
- تقليل المسافة بين الشاشة والشقين لزيادة الإضاءة على الشاشة.
- لا يوجد إجابة صحيحة.

(11) ما هو الطول الموجي لضوء مستخدم في تجربة يونج إذا كانت المسافة بين الشقين 0.02cm والمسافة بين الشقين والشاشة 3m إذا علمت أن الهدبة السادسة تبعد عن الهدبة المركزية بمقدار 5cm ؟

- $1.8 \times 10^{5}\text{cm}$
- 18000cm
- $5.5 \times 10^{-5}\text{m}$
- $5.5 \times 10^{-5}\text{cm}$

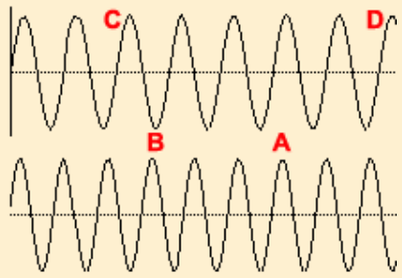
(12) ما هي المسافة بين هدبتين في تجربة يونج إذا تم استخدام ضوء طوله الموجي 579nm والمسافة بين الشقين في الحاجز 1.6mm ، إذا علمت أن الشاشة تقع على بعد 355cm من الشقين؟

- 1.28mm
- 1.28m
- 1.28nm
- 0.26nm

(13) ضوء طوله الموجي $650nm$ يسقط من شقين المسافة بينهما $0.15mm$. كم تبعد كل هدبة عن الأخرى إذا علمت أن بعد الشاشة من الشقين هي $80cm$ ؟

- 340nm
- 3.5nm
- 3.5mm
- 3.5cm

(14) الشكل التالي يوضح موجتان صوتيتان، إذا تداخلت الموجتان ، عند أي منطقة من المناطق التالية تحدث ضربة قوية؟



- A
- B
- C
- D

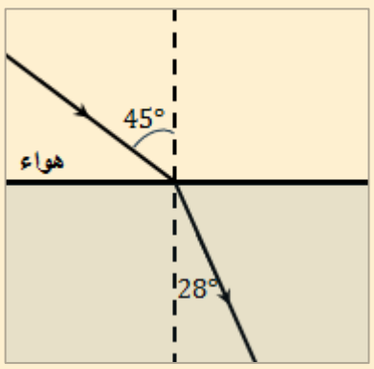
(15) إذا مرت موجة خلال فتحة ضيقة بحيث أن عرض الفتحة أقل كثيراً من الطول الموجي للموجة ، فإن الموجة تعاني ..

- انعكاساً.
- انكساراً.
- حيوداً.
- خمود.

(16) في تجربة لقياس سرعة الضوء في وسط ما كانت سرعته $2.25 \times 10^8 m$ ، ما هو معامل الانكسار لهذا الوسط إذا علمت أن سرعة الضوء في الفراغ $3 \times 10^8 m/s$ ؟

- 1.33
- 0.33
- 2.33
- 4.66

(17) الرسم التالي يوضح انتقال شعاع ضوئي من الهواء إلى وسط ما ، باستخدام المعلومات في الرسم ، ما هو معامل انكسار هذا الوسط؟



- 1.66
- 1.50
- 0.66
- 3.26

(18) إذا علمت أن معامل انكسار الماء 1.33 ، ما مقدار الزاوية الحرجة للماء؟

- 40°
- 31.45°
- 48.7°
- 90°

(19) أي من التالي ليس من خصائص الموجات الكهرومغناطيسية؟

- موجات طولية.
- تتأثر بالمجال المغناطيسي المنتظم.
- غير قابلة للاستقطاب.
- جميع الإجابات الممكنة.

(20) يتناسب تردد الموجة تناسباً عكسياً مع ..

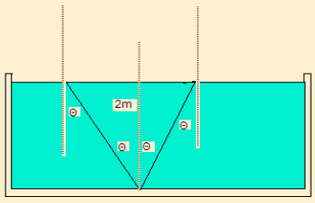
- سرعتها.
- طولها الموجي.
- طاقتها.
- جميع الإجابات ممكنة.

(21) موجات ذات تردد عالي جداً لذا لها قدرة كبيرة على النفاذ. ما هي؟

- جاما.
- الميكروويف.
- تحت الحمراء.
- فوق البنفسجية.

أسئلة متنوعة

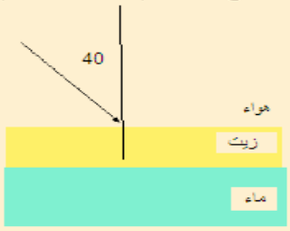
(1)أضيء مصباح صغير في قاع بركة ماء ($n = 1.33$) عمقها (2 m)،انطلقت الأشعة من المصباح في جميع الاتجاهات، وشكلت مساحة دائرية على سطح الماء، احسب نصف قطر دائرة الضوء المتشكلة؟



(2)لوح زجاجي سمكه (0.6 cm) وله معامل انكسار (1.55)، كم الوقت الذي تحتاجه نبضة ضوء تسقط عموديا عليه للمرور خلال اللوح؟

(3)المسافة بين الشقين في تجربة يونج (0.2 mm) والمسافة بين الشقين والشاشة (42 cm)، والمسافة بين الأهداب المضيئة (1.2 mm)، احسب الطول الموجي

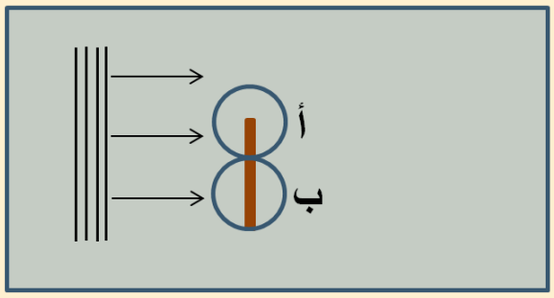
(4)تطفو طبقة من الزيت ($n = 1.45$) على سطح الماء ($n = 1.33$)، يسقط شعاع من الضوء على سطح الزيت بزاوية (40°) احسب الزاوية التي يصنعها الشعاع مع الماء؟



(5)سرعة الضوء في لوح زجاج (1.91×10^8 m/s)، ما هو معامل انكسار الزجاج؟

(6)يوضح الشكل المقابل مسقط رأسي لحوض به ماء، تتحرك موجة مائية نحو جدار خشبي يرتفع جزء منه فوق سطح الماء:

a. ما الذي يحدث للموجة عندما تضرب الجدار عند النقطة (أ)؟
b. ما الذي يحدث للموجة عندما تضرب الجدار عند النقطة (ب)؟
c. إذا تم إنزال الجدار الخشبي تحت سطح الماء قليلاً ثم مرت الموجة من فوقه، ماذا يحدث للموجة؟



(7) انتشرت موجات زلزالية بسرعة (6 km/h) وبتردد (3000 Hz)
احسب طولها الموجي بالأمتار؟

(8) غمر لوح من مادة غير معروفة في الماء, الضوء الذي في الماء يسقط بزاوية (31°)، زاوية الانكسار في اللوح (27°)، ما هو معامل الانكسار للمادة غير المعروفة؟

ثوابت وقيم فيزيائية هامة

البادئات في النظام الدولي		
البادئة	الرمز	القيمة العلمية
peta-	P	10^{15}
tera-	T	10^{12}
giga-	G	10^{9}
mega-	M	10^{6}
kilo-	k	10^{3}
hecto-	h	10^{2}
deka-	da	10^{1}
deci-	d	10^{-1}
centi-	c	10^{-2}
milli-	m	10^{-3}
micro-	μ	10^{-6}
nano-	n	10^{-9}
pico-	p	10^{-12}
femto-	f	10^{-15}

الكميات المشتقة والوحدات			
الكمية	الرمز	الوحدة	الوحدة المكافئة
Area	A	m^2	--
Volume	V	m^3	--
Speed / velocity	v	m/s	--
Acceleration	a	m/s^2	--
Frequency	f	Hz	s^{-1}
Force	F	N	$kg.m/s^2$
Momentum	p	$kg.m/s$	--
Impulse	J	$N.s$	$kg.m/s$
Energy, Work	E, W	J	$kg.m^2/s^2$
Power	P	W	$kg.m^2/s^3$
Electric charge	q	C	A.s
Electric potential	V	V	$kg.m^2/s^3.A$
Electric resistance	R	Ω	$kg.m^2/s^3.A^2$
Activity	A	Bq	s^{-1}

الثوابت		
القيمة	الرمز	الاسم
1.60×10^{-19} C	e	Unit of charge
6.67×10^{-11} N.m^2/kg^2	G	Gravitational constant
8.99×10^{9} N.m^2/C^2	k	Coulomb's constant
1.66×10^{-27} kg	u	Atomic mass unit
9.11×10^{-31} kg	m_e	Rest mass of electron
1.67×10^{-27} kg	m_p	Rest mass of proton
1.67×10^{-27} kg	m_n	Rest mass of neutron
3.00×10^{8} m/s	c	Speed of light
6.63×10^{-34} J.s	h	Planck's constant
8.854×10^{-12} F/m	$\varepsilon_\circ$	Permittivity of free space
8.314 JK^{-1}mol^{-1}	R	Molar gas constant

قيم هامة	
القيمة	الاسم
6.378×10^{6} m	Mean radius of Earth
5.974×10^{24} kg	Mass of the Earth
9.81 N/kg	Gravitational field strength (Earth)
1.013×10^{5} Pa	Atmospheric pressure
7.35×10^{22} kg	Mass of the Moon
6.96×10^{8} m	Mean radius of the Sun
1.99×10^{30} kg	Mass of the Sun
1.00×10^{3} kg/m^3	Density of water
4.190×10^{3} J.kg^{-1}.K^{-1}	Specific heat capacity of water
3.313×10^{2} m/s	Speed of sound in air
1.5	Refractive index of glass

ملاحظات على كتاب الطالب للصف ..... الفصل الدراسي ..... 2015 / 2016		
رقـم الصفحـة	الملاحـظـــة	التوصيـــات

مراجعة وتنقيح ، لجان وفرق وطنية

النسخة المعدلة للعام الأكاديمي 2016 - 2017

www.sec.gov.qa

www.qatscience.net

رقم الايداع بدار الكتب القطرية ٣٢٢ / ٢٠١٦

مطابع قطر الوطنية
QATAR NATIONAL PRINTING PRESS
Serving Qatar Since 1958
Website : www.qnpp.net