Grade11files

الفصل الأول : الإهتزازت والموجات

الحركة الدورية : هى الحركة التى تكرر نفسها فى فترات زمنية متساوية

مثل الحركة التوافقية البسيطة (الحركة الإهتزازية) والحركة الموجية

الحركة التوافقية البسيطة : هى الحركة التى تحدث عندما تتناسب القوة التى تعيد الجسم إلى موضع الإتزان طرديا مع إزاحة الجسم

مثل حركة البندول البسيط وحركة النابض

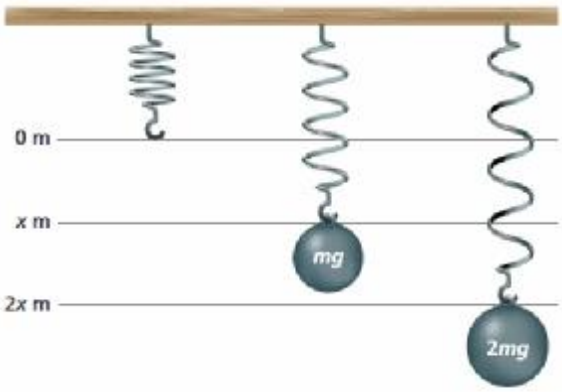
الزمن الدورى T : هو الزمن الذى يحتاج اليه الجسم لعمل اهتزازة كاملة

سعة الإهتزازة A: هى أقصى إزاحة للجسم بعيدا عن موضع سكونه

عند التأثير بقوة على نابض أو بندول

عندما تكون محصلة القوى المؤثرة على الجسم = صفر يكون الجسم فى حالة إتزان

عندما نسحب الجسم بعيدا عن موضع الإتزان تكون محصلة القوى المؤثرة على الجسم لاتساوى صفرا وتعمل على إعادة الجسم إلى موضع الإتزان



قانون هوك : القوة F التى يؤثر بها نابض تساوى حاصل ضرب ثابت النابض k فى المسافة التى يستطيلها أو بنضغطها النابض عن موضع اتزانه x

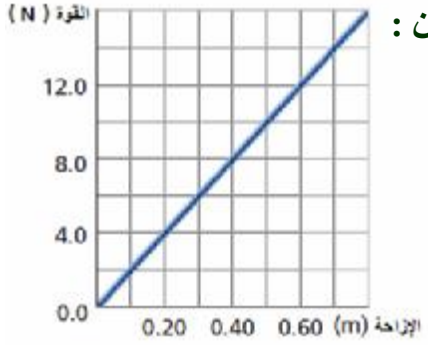
$$F = -kx$$

يعتمد ثابت النابض على صلابة النابض إضافة إلى خصائص أخرى له

طاقة الوضع المرونية المخزنة فى نابض:

طاقة الوضع المرونية فى نابض تساوى نصف حاصل ضرب ثابت النابض k فى مربع إزاحته x^2

$$PE_{SP} = \frac{1}{2} kx^2 \qquad J(N.m)$$



عند رسم العلاقة البيانية بين محصلة القوى المؤثرة على نابض وإزاحة النابض فإن :

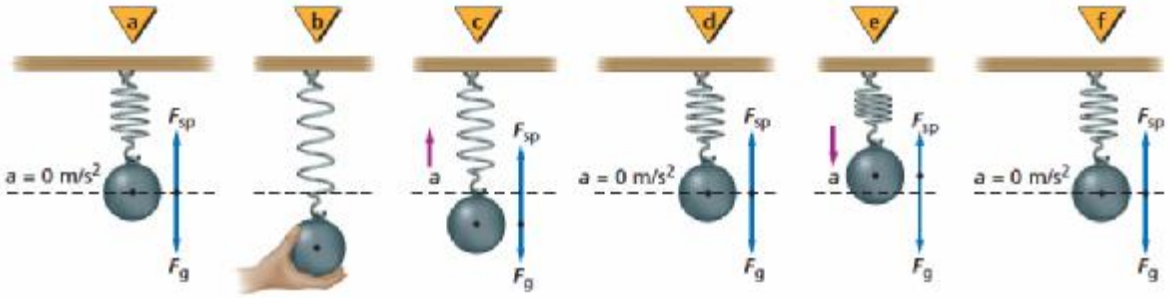
ثابت النابض = ميل الخط المستقيم

$$k = \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{8-0}{0.4-0} = 20 \quad N/m$$

طاقة الوضع المرونية المخزنة فى نابض = المساحة تحت المنحنى

$$PE_{SP} = \frac{1}{2} \times 0.8 \times 14 = 5.6 \qquad J$$

حركة النابض:



عند سحب الجسم بقوة إلى أسفل فإنه عند لحظة تحرر الجسم تكون:

القوة المحصلة المؤثرة فى الجسم والتسارع أكبر مايمكن والسرعة المتجهة تساوى صفرا

عندما يمر الجسم بنقطة الإتزان تكون:

كلا من القوة المحصلة المؤثرة فى الجسم والتسارع يساوى صفرا والسرعة المتجهة أكبر مايمكن

السيارات: تعتمد مقدرة السيارة على تحمل الصدمات على مقدار الطاقة الحركية للسيارة قبل التصادم والتى تتحول إلى طاقة وضع مرونية فى الهيكل بعد التصادم لذلك تزود السيارات بنوابض ماصة للصدمات

تمرين1: احسب ثابت نابض استطال بمقدار $25cm$ عندما علق به جسم كتلته $0.500kg$ ثم احسب طاقة الوضع المرونية المخزنة فى النابض

(تسارع الجاذبية الأرضية $= 9.80m/s^2$)

$$F = mg = (0.500\ \text{kg})(9.80\ \text{m/s}^2) = 4.90\ \text{N}$$

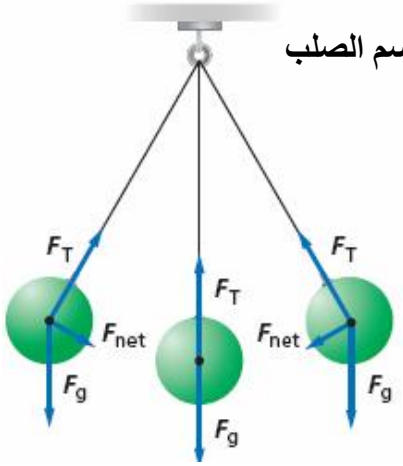
$$k = \frac{F}{x} = \frac{4.90\ \text{N}}{0.250\ \text{m}} = 19.6\ \text{N/m}$$

$$PE_{sp} = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}(19.6\ \text{N/m})(0.250\ \text{m})^2 = 0.612\ \text{J}$$

تمرين 2: إذا كانت طاقة الوضع المرونية المخزنة فى النابض $= 4.39J$ وثابت النابض $135\ N/m$ احسب مقدار انضغاط النابض

$$PE_{sp} = \frac{1}{2}kx^2$$

$$x = \sqrt{\frac{2PE_{sp}}{k}} = \sqrt{\frac{2(4.39\ \text{J})}{135\ \text{N/m}}} = 0.255\ \text{m}$$



البندول البسيط: يتكون البندول البسيط من جسم صلب معلق بخيط – عند سحب الجسم الصلب وتركه يتحرك فإنه يتأرجح

عند الموضعين الأيمن والأيسر

تكون القوة المحصلة والتسارع أكبر مايمكن وتكون السرعة المتجهة تساوى صفرا

فى الموضع الوسط عند الإتزان

كلا من القوة المحصلة المؤثرة فى الجسم والتسارع يساوى صفرا

والسرعة المتجهة أكبر مايمكن

ملاحظة : القوة المحصلة هى قوة ارجاع وتكون دائما معاكسة لإتجاه إزاحة ثقل البندول وتعمل على إرجاع الثقل إلى موضع الإتزان

الزمن الدورى للبندول البسيط : (T)

الزمن الدورى للبندول البسيط يساوى $2p$ مضروبة فى الجزر التربيعى لحاصل طول الخيط l علي تسارع الجاذبية الإرضية g

$$T = 2p\sqrt{\frac{l}{g}}$$

الزمن الدورى للبندول البسيط يعتمد على طول الخيط l للبندول وتسارع الجاذبية الأرضية g

الزمن الدورى للبندول البسيط لايعتمد على كتلة البندول أو سعة الإهتزازة

يستخدم البندول البسيط لحساب تسارع الجاذبية الأرضية g

إذا زاد الزمن الدورى للضعف فإن الطول يزداد أربع أمثال

إذا قل الزمن الدورى للنصف فإن الطول يقل للربع

تمرين 3:احسب طول بندول بسيط إذا كان الزمن الدورى له $1.22s$ **(تسارع الجاذبية الأرضية =** $9.80m/s^2$ **)**

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$l = g\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 = (9.80\ m/s^2)\left(\frac{1.22\ s}{2\pi}\right)^2 = 1.85\ m$$

تمرين 4:احسب تسارع الجاذبية الأرضية إذا كان طول بندول بسيط $75cm$ **و الزمن الدورى له** $1.8s$

$$T = 2p\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$g = l\left(\frac{T}{2p}\right)^2 = 0.75\left(\frac{1.8}{2p}\right)^2 = 9.138\ m/s^2$$

الرنين: يحدث عندما تؤثر قوة صغيرة فى جسم متذبذب (مهتز) فى فترات زمنية منتظمة بحيث تؤدى إلى زيادة سعة الإهتزازة وتكون الفترة الزمنية الفاصلة بين تطبيق القوة على الجسم المهتز مساوية للزمن الدورى للإهتزازة

من الأمثلة الشائعة على الرنين:

أرجحة السيارة للأمام والخلف لتحريك عجلاتها

حركة الجمهور فى شرفة المسرح قد تؤدى إلى تحطيم هيكل الشرفة إذا كان الزمن الدورى لحركة الجمهور مساو للزمن الدورى الطبيعى لإهتزاز هذه الشرفة

علل: إذا كانت عجلات السيارة غير متوازنة فسوف تهتز السيارة بقوة عند سرعة محددة ولايحدث ذلك عند سرعات أقل أو أكبر

.....

.....

خصائص الموجات:

الموجة: هى اضطراب يحمل الطاقة خلال الفراغ أو المادة دون أن تنتقل مادة الوسط

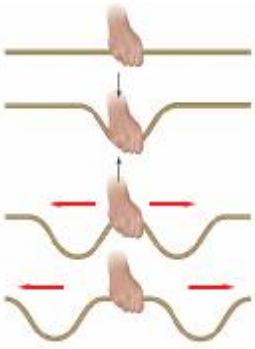
الموجات الميكانيكية:هى الموجات التى تحتاج لوسط مادى للإنتشارها

مثل موجات الصوت – موجات الماء- الموجات المنتقلة خلال نابض أو حبل أو ...

من الممكن أن تتكون من أمواج طولية – أو أمواج مستعرضة –أو من كليهما معا

الموجات الكهرومغناطيسية:هى الموجات التى لاتحتاج ألى وسط مادى لإنتشارها (يمكن أن تنتشر فى الفراغ وفى الأوساط المادية) وتتكون من أمواج مستعرضة مثل موجات الضوء – الأشعة السينية - ...

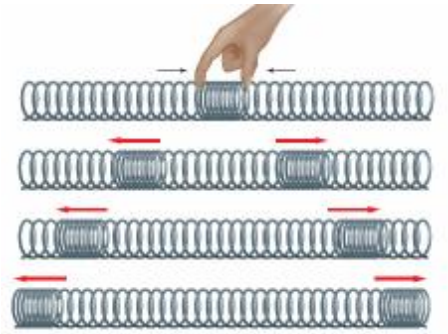
الموجة المستعرضة:هى إهتزاز جزيئات الوسط عموديا على إتجاه انتشار الموجه



فى الشكل المقابل تؤثر اليد عموديا على الحبل بإضطراب ما فيتحرك الحبل رأسيا

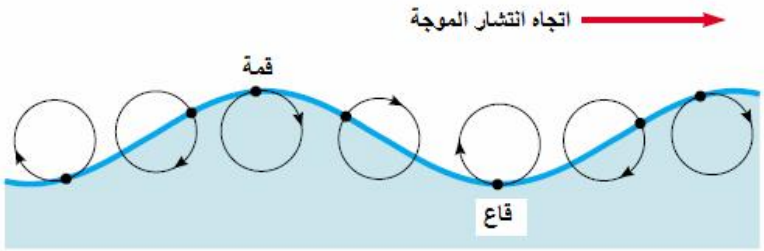
لكن تتولد نبضتين تتحركان فى الحبل فى اتجاهين أفقيين متعاكسين

الموجة الطولية: هى إهتزاز جزيئات الوسط فى نفس إتجاه انتشار الموجة



فى الشكل المقابل عند تجميع مجموعة من حلقات النابض وتركها فجأة
فإن الإضطرابات والنبضات تنتشران فى كلا الإتجاهين
بحيث أنه فى كل إتجاه تكون الإضطرابات والنبضات فى نفس الإتجاه

الموجات السطحية البحرية:



الموجات فى أعماق البحيرات والمحيطات موجات طولية
بينما تتحرك الجزيئات على سطح الماء فى اتجاه مواز وعمودى على اتجاه حركة الموجه
حيث تتحرك الجزيئات التى على السطح فى مسار دائرى (ويكون إتجاه حركة الجزيئات فى نفس اتجاه انتشار الموجة عند القمة وفى عكس اتجاه انتشار الموجة عند القاع) وتزاح الجزيئات أفقيا وعموديا بعيدا عن مواضع اتزانها
مما يؤدى إلى تكوين موجة سطحية لها خصائص كل من الموجات الطولية والمستعرضة
مصدر طاقة موجات الماء يأتى من العواصف البعيدة

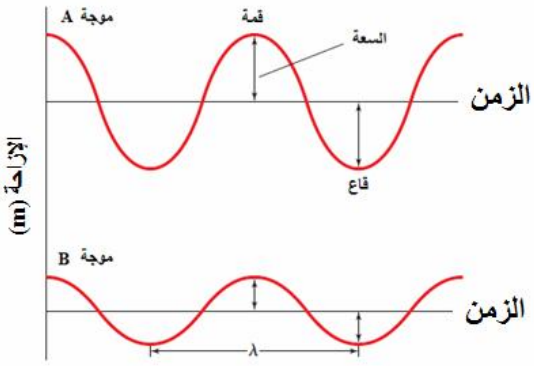
سرعة الموجة v **:** هى المسافة d التى تقطعها الموجة خلال وحدة الزمن t

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} \qquad m/s$$

تعتمد سرعة الموجة الميكانيكية الطولية والمستعرضة على الوسط التى تنتقل خلاله فقط
لاتعتمد سرعة الموجة الميكانيكية الطولية والمستعرضة على سعة الموجة أو ترددها

مثال: يؤثر عمق الماء فى سرعة موجات الماء المتكونة فيه
تؤثر درجة حرارة الهواء فى سرعة الصوت فى الهواء
تعتمد سرعة الموجات المنتشرة فى نابض أو وترعلى (قوة الشد – كتلة وحدة الأطوال)

سعة الموجة A **:** هى أقصى إزاحة للموجة بعيدا عن موضع سكونها



تعتمد سعة الموجه على كيفية توليدها
لاتعتمد سعة الموجه على سرعة الموجة
يجب أن يبذل شغل أكبر لتوليد موجة سعتها كبيرة
تنقل الموجة ذات السعة الكبيرة طاقة أكبر من التى تنقلها الموجة التى سعتها قليلة
فى الشكل المقابل موجتان مختلفتان فى السعة
طاقة الموجة تتناسب طرديا مع مربع السعة
(إذا زادت سعة الموجة للضعف فإن طاقة الموجة تزداد أربع أمثال)

طول الموجة l : هو أقصر مسافة بين أى نقطتين بحيث يتكرر نمط الموجة نفسه

مثل المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين

يعتمد طول الموجة على كلا من تردد الموجة وسرعة الموجة

الطور: أى نقطتين فى الموجة تكونان فى الطور نفسه إذا كانت المسافة بينهما تساوى طولا موجيا واحدا أو مضاعفاته

يعد جسيمان فى وسط ما فى الطور نفسه إذا كان :

الجسمان لهما الإزاحة نفسها عن موضع الإتزان ولهما السرعة المتجهة نفسها

يكون فرق الطوربين جسيمين فى وسط ما 180 درجة إذا كان :

الجسمان فى الوسط متعاكسين فى الإزاحة وفى السرعة المتجهة

الزمن الدورى T : هو الزمن اللازم للجسم المهتز حتى يكمل دورة كاملة

التردد f : هو عدد الإهتزازت الكاملة التى يصنعها الجسم المهتز فى الثانية الواحدة ويقاس بالهيرتز (Hz)

الهيرتز(Hz) : هو تردد موجة زمنها الدورى واحد ثانية

العلاقة بين التردد والطول الموجى $f = \frac{1}{T}$ (تردد الموجة يساوى مقلوب زمنها الدورى)

العلاقة بين الطول الموجى والتردد والسرعة $l = \frac{v}{f}$ (طول الموجة يساوى سرعتها مقسومة على ترددها)

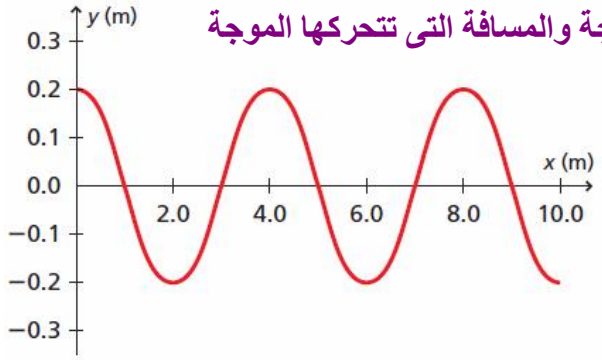
يعتمد الزمن الدورى للموجة وترددها على مصدرها فقط

لايعتمد الزمن الدورى للموجة وترددها على الوسط الذى تنتقل خلاله أو على سرعة الموجة

تمرين 5 :

فى الشكل المقابل تم تمثيل موجة بالعلاقة البيانية بين إزاحة الموجة والمسافة التى تتحركها الموجة

وكان الزمن الدورى للموجة $o.5s$



احسب

سعة الموجة – طول الموجة – التردد - سرعة الموجة

المسافة التى تحركتها الموجة بعد $20s$

سعة الموجة = $A = 2m$

طول الموجة = $l = 4m$

التردد = $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.5} = 2Hz$

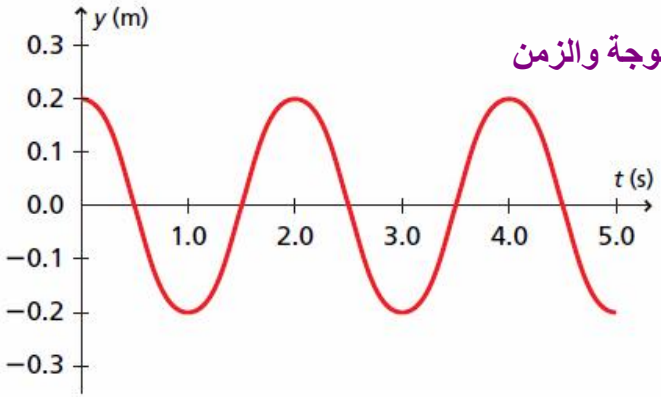
سرعة الموجة = $v = l\ f = 4 \times 2 = 8\ m/s$

المسافة التى تحركتها الموجة = $d = v\ t = 8 \times 20 = 160\ m$

تمرين 6 :

فى الشكل المقابل تم تمثيل موجة بالعلاقة البيانية بين إزاحة الموجة والزمن

وكان طول الموجة $8m$



احسب

سعة الموجة – الزمن الدورى – التردد - سرعة الموجة

المسافة التى تحركتها الموجة بعد $20s$

سعة الموجة = $A = 2m$

الزمن الدورى $T = 2s$

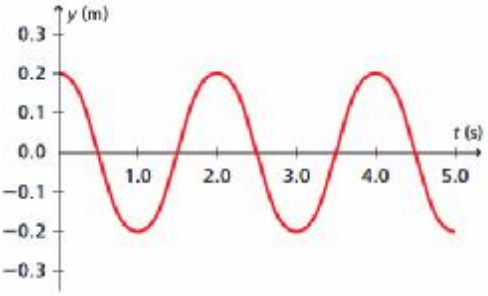
التردد = $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} = 0.5Hz$

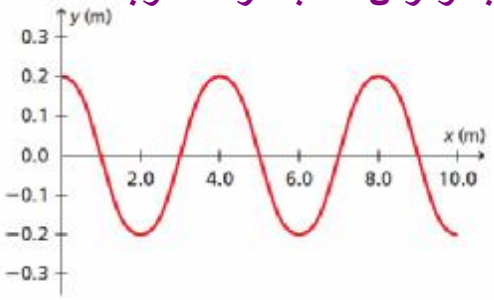
سرعة الموجة = $v = l \quad f = 8 \times 0.5 = 4 \ m/s$

المسافة التى تحركتها الموجة = $d = v \ t = 4 \times 20 = 80 \ m$

تمرين 7 :

فى الشكل المقابل تم تمثيل نفس الموجة بالعلاقة البيانية إزاحة الموجة والمسافة التى تتحركها كما تم تمثيلها بالعلاقة البيانية بين إزاحة الموجة والزمن احسب سرعة الموجة





طول الموجة = $l = 4m$

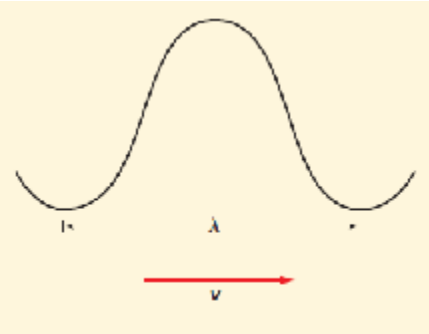
الزمن الدورى $T = 2s$

التردد = $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} = 0.5Hz$

سرعة الموجة = $v = l \quad f = 4 \times 0.5 = 2 \ m/s$

تمرين 8 :قطعت موجة صوتية ترددها $192Hz$ ملعب كرة قدم طوله $91.4m$ خلال $0.271s$

احسب : سرعة الموجة – الزمن الدورى – طول الموجة – طول الموجة والزمن الدورى عندما يكون التردد $192Hz$



$$v = \frac{d}{t} = \frac{91.4 \text{ m}}{0.271 \text{ s}} = 337 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{337 \text{ m/s}}{192 \text{ Hz}} = 1.76 \text{ m}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{192 \text{ Hz}} = 0.00521 \text{ s}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{337 \text{ m/s}}{442 \text{ Hz}} = 0.762 \text{ m}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{442 \text{ Hz}} = 0.00226 \text{ s}$$

تمرين 9:أطلق صوتا عاليا فى اتجاه مبنى مرتفع يبعد $465m$ وسمع صدى الصوت بعد زمن $2.75s$

احسب سرعة الصوت فى الهواء – تردد موجة الصوت إذا كان طولها الموجى $0.750m$ – الزمن الدورى للموجة

المسافة التى تحركتها الموجة = $d = 2 \times 465 = 930m$

سرعة الموجة = $v = \frac{d}{t} = \frac{930}{2.75} = 338.18 \ m/s$

تردد موجة الصوت = $f = \frac{v}{l} = \frac{338.18}{0.750} = 450.9Hz$

الزمن الدورى = $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{450.9} = 2.217s$

تمرين 10: تتولد خمس نبضات فى خزان ماء كل $0.100s$ احسب سرعة انتشار الموجة إذا كان طولها $1.20cm$

التردد = $f = \frac{5}{0.100} = 50Hz$

سرعة الموجة = $v = l \quad f = 1.20 \times 50 = 60cm/s \quad = 0.6m/s$

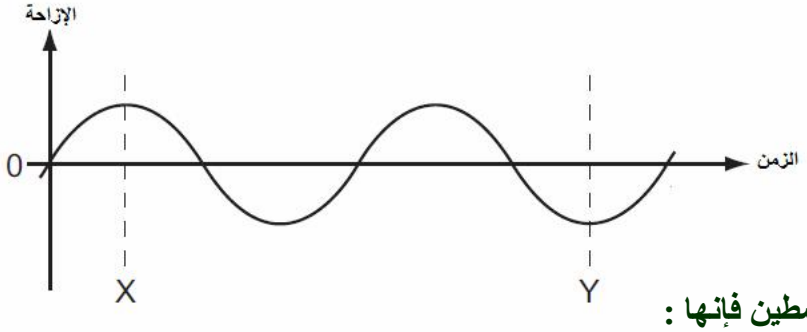
ملاحظة :

$$\text{التردد} = \frac{\text{عدد الإهتزازات}}{\text{الزمن الكلى}}$$

$$\text{الزمن الدورى} = \frac{\text{الزمن الكلى}}{\text{عدد الإهتزازات}}$$

تمرين 11:

احسب عدد الموجات بين (X) و (Y)



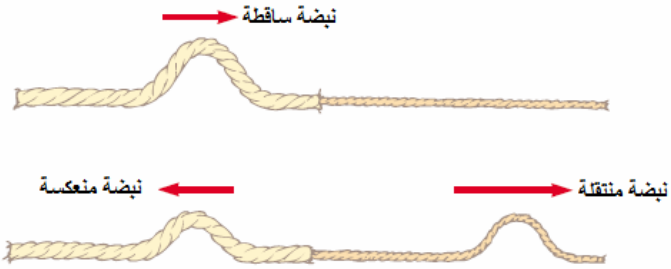
سلوك الموجات:

عندما تصل موجة إلى الحد الفاصل بين وسطين فإنها :

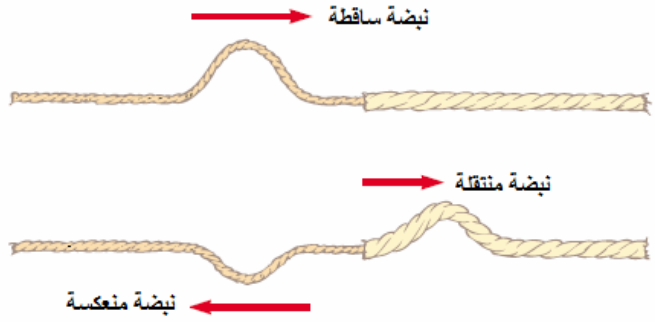
من الممكن أن تنعكس وترتد إلى الوسط نفسه

أو أن تمر كلها أو جزء منها خلال الحد الفاصل إلى وسط آخر ويتغير اتجاهها عند الحد الفاصل بين الوسطين

الموجات عند الحواجز:

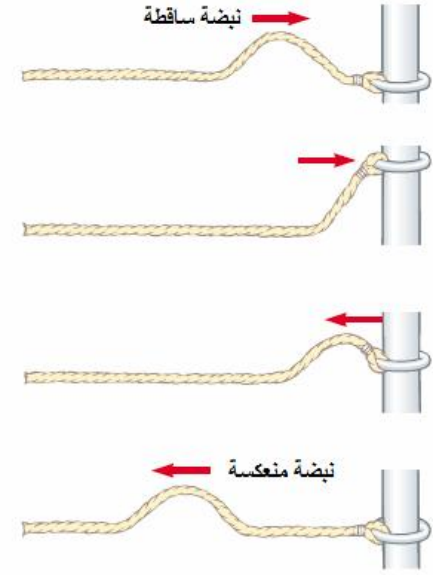


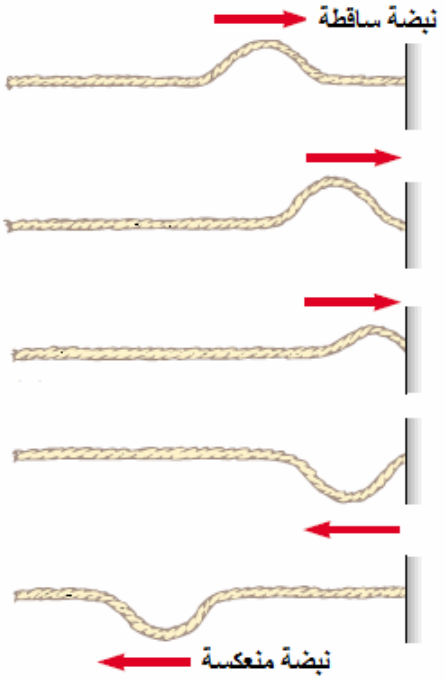
عندما تتحرك نبضة من النابض الأكثر سمكا إلى النابض الأقل سمكا فإن جزء من النبضة ينعكس (معتدلا) والجزء الآخر ينتقل فى النابض الأقل سمكا



عندما تتحرك نبضة من النابض الأقل سمكا إلى النابض الأكثر سمكا فإن جزء من النبضة ينعكس (مقلوبا) والجزء الآخر ينتقل فى النابض الأقل سمكا

إذا كان الحد الفاصل حائطا وليس نابضا آخر





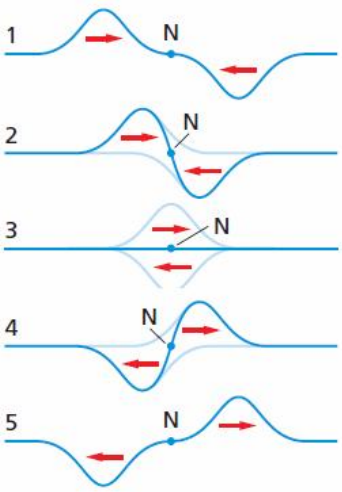
نابض مثبت فى حائط صلب
تكون النبضة المنعكسة مقلوبة وتكون سعة النبضة المنعكسة مساوية تقريبا لسعة الموجة الساقطة

نابض متصل بحلقة حرة الحركة حول قضيب
تكون النبضة المنعكسة معتدلة وتكون سعة النبضة المنعكسة مساوية تقريبا لسعة الموجة الساقطة

تراكب الموجات : ينص مبدأ التراكب على أن الإزاحة الحادثة فى وسط والناتجة عن نبضتين أو أكثر تساوى المجموع الجبرى للإزاحات الناتجة عن كل موجة على حدة

تداخل الموجات : هو الأثر الناتج عن تراكب موجتين أو أكثر

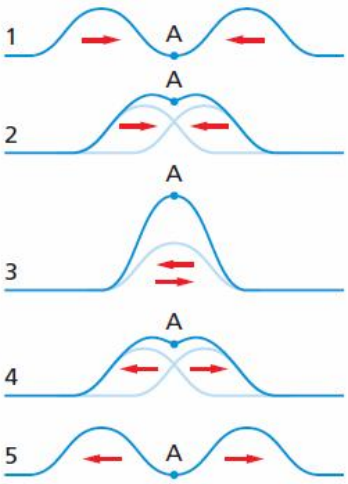
التداخل الهدمى: ينتج عندما تلتقى نبضتان تنتشران فى اتجاهين متعاكسين وقمة الموجة الأولى تلتقى مع قاع الموجة الثانية فتقل إزاحة الوسط عند النقاط كلها فى منطقة التداخل ويكون التداخل هدميا



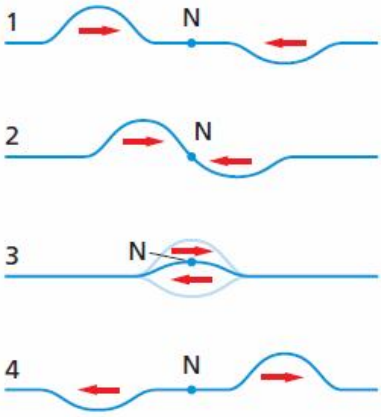
إذا كانت الموجتان متساويتان فى السعة والتردد كما بالشكل المقابل
يكون التداخل هدميا تاما
وتسمى النقطة N التى لم تتحرك مطلقا العقدة
وتستعيد النبضات شكلها الأصلى بعد التداخل وتواصل حركتها

العقدة N : هى النقطة التى عندها تكون سعة الموجة الناتجة من تراكب موجتين = صفر

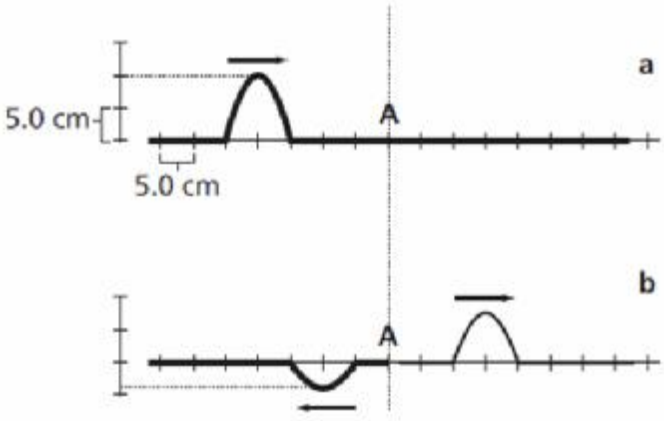
التداخل البناء: ينتج عندما تلتقى نبضتان تنتشران فى اتجاهين متعاكسين
وقمة الموجة الأولى تلتقى مع قمة الموجة الثانية
فتزداد إزاحة الوسط عند النقاط كلها فى منطقة التداخل
ويكون التداخل بناء



إذا كانت الموجتان متساويتان فى السعة والتردد كما بالشكل المقابل
يكون التداخل بناء تاما
وتسمى النقطة A البطن
وتستعيد النبضات شكلها الأصلى بعد التداخل وتواصل حركتها
البطن A :هى النقطة التى عندها تكون سعة الموجة الناتجة من تراكب
موجتين أكبر مايمكن



التداخل الهدمى الغير تام:
ينتج عندما تلتقى نبضتان غير متساويتان فى السعة تنتشران
فى اتجاهين متعاكسين وقمة الموجة الأولى تلتقى مع قاع
الموجة الثانية ويكون التداخل هدميا غير تام
وتستعيد النبضات شكلها الأصلى بعد التداخل وتواصل حركتها
وتكون سعة الموجة الناتجة عن تداخل النبضتين تساوى
المجموع الجبرى لإزاحتى النبضتين



تمرين12:فى الشكل المقابل (a)تنتشر نبضة ساقطة
قابلتها نبضة منعكسة عند (A)
فى الشكل (b) صورة لما حدث فى النابض بعد
تراكب النبضتين (نبضة منعكسة وأخرى منتقلة)
فى النابض نفسه
احسب سعة النبضة الساقطة
إذا كانت سرعة الموجة الساقطة $1.0m/s$ احسب
سرعة الموجة المنعكسة
وسرعة الموجة المنتقلة
سعة الموجة الساقطة $0.1m$
سرعة الموجة المنعكسة = سرعة الموجة الساقطة
الزمن الذى أخذته الموجة المنعكسة بعد مرورها بالنقطة (A)

$$t = \frac{d}{v} = \frac{0.1}{1.0} = 0.1s$$

سرعة الموجة المنتقلة = $v = \frac{d}{t} = \frac{0.15}{0.1} = 1.5\,m/s$

تمرين13:إذا كانت سعة موجة ساقطة $0.53m$ فى نابض تتحرك ناحية اليمين وقابلتها نبضة منعكسة سعتها $-0.24m$
كم تكون سعة الموجة الناتجة عن تراكب الموجتين لحظة مرورهما ببعض

$$A = A_1 + A_2 = 0.53\ \text{m} + (-0.24\ \text{m}) = 0.29\ \text{m}$$

تمرين14:تنتقل موجات ماء فى بركة مسافة $3.4m$ فى $1.8s$ إذا كان الزمن الدورى للإهتزازة الواحدة $1.1s$
احسب سرعة الموجة ـ طول الموجة

تمرين15:إذا كانت سرعة الموجة فى وتر قيثارة $265m/s$ وكان طول الوتر $63cm$ وقد حركته من مركزه بسحبه لأعلى ثم تركه فتحركت نبضتين فى اتجاهين ثم انعكست عند نهايتي الوتر
احسب الزمن اللازم للنبضة للوصول إلى نهاية الوتر والعودة إلى نفس النقطة
هل يكون الوتر أعلى موضع سكونه أم أسفله عندما تعود النبضتان
إذا حركت الوتر من نقطة تبعد $15cm$ من أحد طرفيه ثم ترك أين تلتقى النبضتان

تمرين16: تبث إشارات راديو موجات ترددها بين ($550kHz$ و $1600kHz$) وتنتقل بسرعة $3\times10^8 m/s$
احسب مدى الطول الموجى لهذه الإشارات

تمرين 17:المسافة بين أربع عقد منتشرة فى نابض ما $42cm$ احسب طول الموجة

$$1.5\,l = 0.42$$

$$l = 0.28m$$

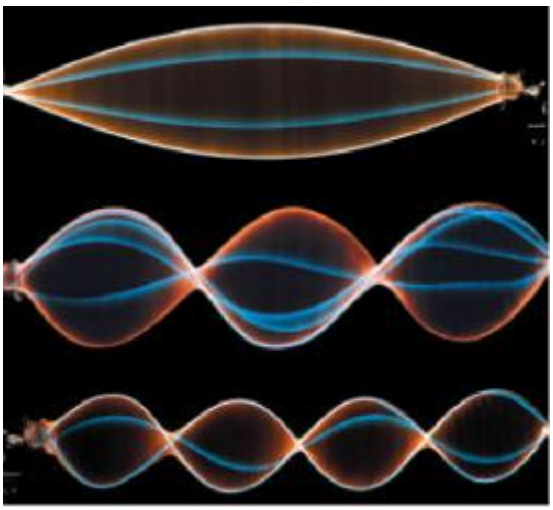
تمرين18:إذا كان معدل ضربات القلب $beats$ يتراوح من $1.0beat/s$ إلى $1.6beats/s$ احسب تردد ضربات القلب

$$f_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{1.0\ \text{s}} = 1.0\ \text{Hz}$$

$$f_2 = \frac{1}{T_2} = \frac{1}{1.6\ \text{s}} = 0.63\ \text{Hz}$$

$$f = 0.63 - 1.0\ \text{Hz}$$

الموجات الموقوفة: هى الموجات الناتجة عن تراكب موجتين إحداهما ساقطة والأخرى منعكسة فى خيط وتتكون من عقد ويطون



عند ربط أحد طرفى حبل أو نابض فى حائط صلب والطرف الأخر فى اليد – والعمل على إهتزاز الطرف الملامس لليد فإن الموجات تترك اليد وتصل إلى الجدار ثم تنعكس مقلوبة مكونة الموجة الموقوفة – وبعد ملامسة اليد تنعكس وتنقلب مرة ثانية فى نفس اتجاه وازاحة الموجة الأولى

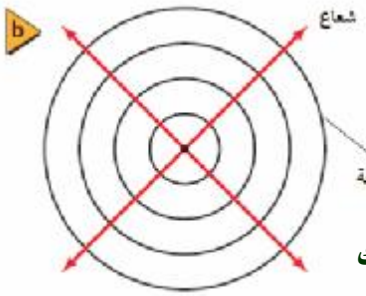
بزيادة التردد لحركة اليد يزداد عدد العقد والبطون كما بالشكل

إذا كان الزمن الدورى لحركة اليد يساوى الزمن اللازم للنبضة حتى تكمل دورة كاملة (من يدك للباب ثم العودة)

عندئذ سوف تضاف الإزاحة التى تولدها يدك فى كل مرة إلى إزاحة الموجة المنعكسة

ويتولد رنين ميكانيكى عندما تكون العقدتان فى طرفى الحبل فى حين يكون البطن فى وسطه

تمثيل الموجات فى بعدين:



عندما تضع رأس إصبعك فى الماء وتحركه بتردد ثابت ستنتج دوائر متتابعة متحدة مراكزها ويكون إصبعك مركز تلك الدوائر التى تسمى صدور الموجات

صدر الموجة: هو الخط الذى يمثل قمة الموجة فى بعدين

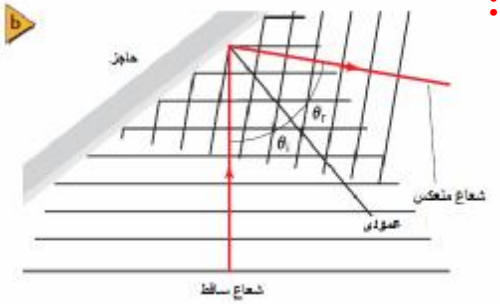
ومهما يكن شكل الموجات التى تتحرك فى بعدين فإنها تتحرك فى اتجاه متعامد مع صدور هذه الموجات

ويمثل هذا الإتجاه بشعاع على شكل خط يصنع زاوية قائمة مع صدر الموجة

(a) موجات الماء هى موجات دائرية تنتشر للخارج مبتعدة عن مصدرها

(b) يمكن التعبير عن الموجات بدوائر ترسم عند قممها

انعكاس الموجات فى بعدين:



عند سقوط شعاع من الموجة على سطح عاكس فإنه ينعكس

يمكن توضيح انعكاس الموجة فى بعدين بحوض الموجات

(حوض به ماء- ألواح أهتزاز تولد موجات بتردد ثابت - حاجز-لوح كرتون أبيض فى قاع الحوض- مصباح فوق الحوض)

عندما تنتشر موجات ناحية الحاجز تنعكس فى اتجاه محدد

وعند اضاءة المصباح يتكون ظل تحت الحوض يبين موقع قمم الموجات وقيعانها

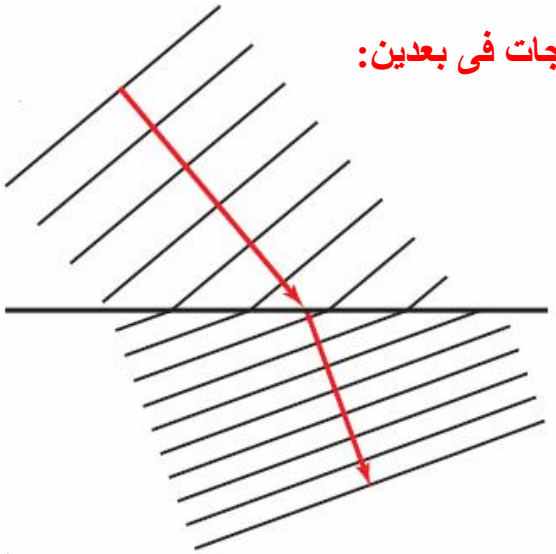
زاوية السقوط : هى الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس

زاوية الإنعكاس : هى الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس

قانون الإنعكاس : زاوية السقوط = زاوية الإنعكاس

صدى الصوت: هو تكرار سماع الصوت الأصلى نتيجة انعكاسه

انكسار الموجات فى بعدين:



تنكسر الموجات (تنحرف عن مسارها) عندما تنتقل من وسط إلى آخر

يمكن تمثيل انكسار الموجات بحوض الموجات

(حوض موجات - ألواح أهتزاز تولد موجات بتردد ثابت فى قاع الحوض - لوح زجاجى بحيث تكون كمية الماء فوقه أقل من تحته)

حيث يمثل لوح الزجاج كسطح فاصل بين وسطين

عندما تنتقل الموجة من منطقة الماء العميق إلى منطقة الماء الضحل

تقل سرعتها ويتغير اتجاهها

ولأن الموجات فى منطقة المياه الضحلة (أعلى اللوح) تولدت من الموجات القادمة من منطقة الماء الأعمق

فإن ترددها لن يتغير

وبناء على المعادلة $v = l\ f$ فإنه عندما تقل السرعة يقل الطول الموجى (التردد ثابت)

لذلك يقصر الطول الموجى فى منطقة المياه الضحلة

(إذن الموجات فى منطقة الماء الضحل تتباطأ ويقل طولها الموجى)

تكون قوس قزح أثناء المطر ناتج من انكسار الضوء

يتغير طول الموجة وسعتها وسرعتها عندما تنتقل من وسط لآخر لكن ترددها يظل ثابتا

الفصل الثانى: الصوت

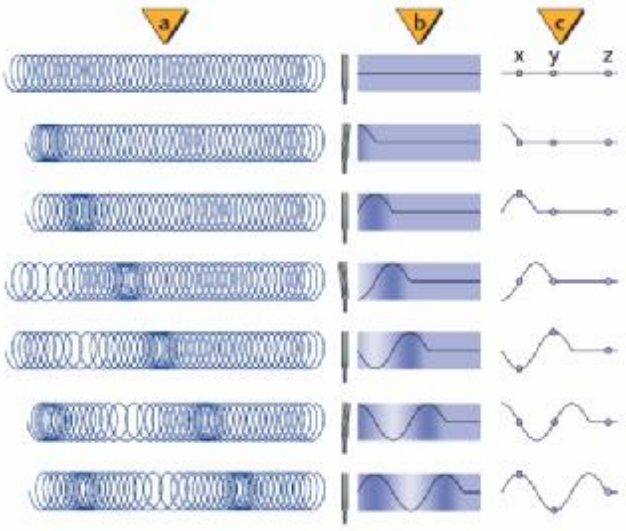
الموجة الصوتية:هى الموجة التى تنتقل فى مادة نيجة اختلاف الضغط المنتقل خلالها والناتج عن الصوت

فى الشكل عند قرع الجرس تحدث الحافة المهتزة
مناطق ذات ضغط مرتفع (المناطق الداكنة) ومناطق ضغط منخفض (المناطق الفاتحة)

علل: موجة الصوت تكون موجة طولية ؟
لأن جزيئات الهواء تهنز موازية لإتجاه حركة الموجة

تردد الموجة الصوتية: هو عدد الإهتزازات (التغيرات فى قيمة الضغط) فى الثانية الواحدة

طول الموجة الصوتية : هو المسافة بين مركزى ضغطين مرتفعين متتاليين (تضاغطين)
أو المسافة بين مركزى ضغطين منخفضين متتاليين (تخلخلين)



تمثيل موجات الصوت بحركة نابض:
الشكل(a) يمثل انتقال التضغطات والتخلخلات لموجات الصوت
الشكل(b) يمثل ارتفاع وانخفاض الضغط فى الموجة المنتشرة
الشكل(c) تمثل موجة جيبية للتعبير عن موجة الصوت
النقاط (x,y,z) تبين أن الموجة هى التى تتحرك للأمام وليست المادة

تعتمد سرعة الصوت فى الهواء على درجة الحرارة
تزداد سرعة الصوت فى الهواء بزيادة درجة الحرارة
(تزداد سرعة الصوت فى الهواء بمعدل ($0.6 m/s$) لكل ارتفاع فى درجة الحرارة مقداره $1°C$)
سرعة الصوت عند درجة حرارة (**0°C**) هى $331 m/s$
سرعة الصوت عند درجة حرارة $(20°C)$ هى($343 m/s$) وذلك بتطبيق المعادلة $(v = 331 + 0.6T)$ عند درجة حرارة T
سرعة الصوت فى المواد الصلبة أكبر منها فى السوائل أكبر منها فى الغازات
لموجات الصوت خصائص الموجات مثل الإنعكاس – الإنكسار – التداخل .....
قد تتداخل موجتان صوتيتان مما يؤدى إلى بقع تدعى البقع الميتة (ينعدم عندها الصوت) عند العقد
وبقع يزداد عندها الصوت تسمى البطون

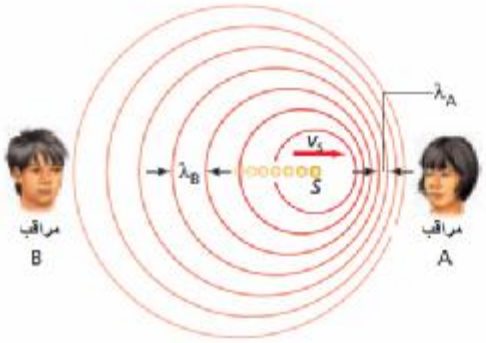
صدى الصوت : هو تكرار سماع الصوت الأصلى نتيجة إنعكاسه

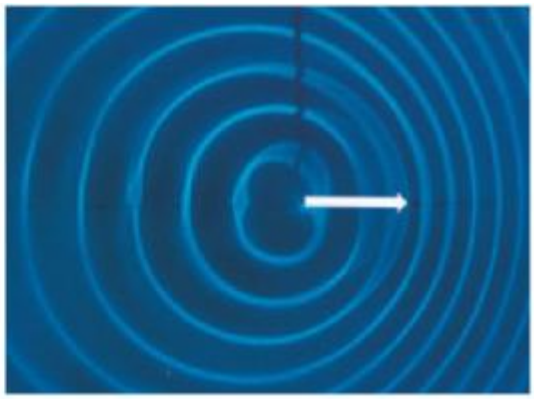
ويمكن استعمال الزمن الذى يحتاج إليه الصدى حتى يعود إلى مصدر الصوت فى إيجاد المسافة بين مصدر الصوت والجسم الذى انعكس عنه
ويستعمل هذا المبدأ الخفافيش وبعض الكاميرات وبعض السفن التى تستعمل السونار

تأثير دوبلر: هو تغير التردد الناتج عن حركة مصدر الصوت أو المراقب أو كلايهما

التردد الذى يدركه المراقب f_d يساوى تردد الموجة f_s مضروبا فى السرعة المتجهة للمراقب بالنسبة للسرعة المتجهة للموجة $(v - v_d)$ مقسوما على السرعة المتجهة للمصدر بالنسبة إلى السرعة المتجهة للموجة $(v - v_s)$

$$f_d = f_s\left(\frac{v - v_d}{v - v_s}\right)$$

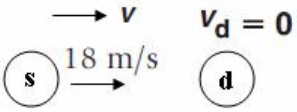




عند تحرك المصدر فى اتجاه مراقب ساكن
تتقارب الموجات فى المنطقة بين المصدر والمراقب فيقل الطولى الموجى ويزداد التردد (لثبات السرعة)

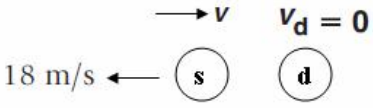
عند تحرك المصدربعيدا عن مراقب ساكن
تتباعد الموجات فى المنطقة بين المصدر والمراقب فيزداد الطولى الموجى ويقل التردد (لثبات السرعة)

تمرين 1: يتحرك مصدر صوتى تردده $510Hz$ بسرعة $18m/s$ ناحية مراقب ساكن ماتردد الصوت الذى يسمعه المراقب إذا كانت سرعة الصوت فى الهواء $343m/s$



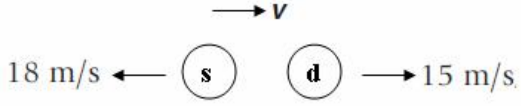
$$f_d = f_s\frac{(v - v_d)}{(v - v_s)} = (510\text{ Hz})\frac{343\text{ m/s} - 0}{(343\text{ m/s} - 18\text{ m/s})} = 538.246\text{ Hz}$$

تمرين 2: يتحرك مصدر صوتى تردده $510Hz$ بسرعة $18m/s$ مبتعدا عن مراقب ساكن ماتردد الصوت الذى يسمعه المراقب إذا كانت سرعة الصوت فى الهواء $343m/s$



$$f_d = f_s\frac{(v - v_d)}{(v - v_s)} = (510\text{ Hz})\frac{343\text{ m/s} - 0}{343\text{ m/s} - (-18\text{ m/s})} = 484.57\text{ Hz}$$

تمرين 3: يتحرك مصدر صوتى تردده $510Hz$ بسرعة $18m/s$ مبتعدا عن مراقب يتحرك بسرعة $15m/s$ فى عكس اتجاه حركة المصدر ماتردد الصوت الذى يسمعه المراقب إذا كانت سرعة الصوت فى الهواء $343m/s$

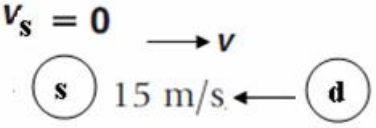


$$f_d = f_s\left(\frac{v - v_d}{v - v_s}\right) = (510\text{ Hz})\frac{343\text{ m/s} - 15\text{ m/s}}{343\text{ m/s} - (-18\text{ m/s})} = 463.379\text{ Hz}$$

تمرين 4: يتحرك مراقب بسرعة $15m/s$ ناحية مصدر صوتى تردده $510Hz$ يتحرك فى اتجاه معاكس له بسرعة $18m/s$ ماتردد الصوت الذى يسمعه المراقب إذا كانت سرعة الصوت فى الهواء $343m/s$

$$f_d = f_s\left(\frac{v - v_d}{v - v_s}\right) = (510\ \text{Hz})\frac{343\ \text{m/s} - (-15\ \text{m/s})}{(343\ \text{m/s} - 18\ \text{m/s})} = 561.78\ \text{Hz}$$

تمرين 5: يتحرك مراقب بسرعة $15m/s$ ناحية مصدر صوتى ساكن تردده $510Hz$ ماتردد الصوت الذى يسمعه المراقب إذا كانت سرعة الصوت فى الهواء $343m/s$

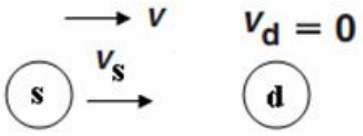


$$f_d = f_s\left(\frac{v - v_d}{v - v_s}\right) = (510\ \text{Hz})\frac{343\ \text{m/s} - (-15\ \text{m/s})}{343\ \text{m/s} - 0} = 532.3\ \text{Hz}$$

تمرين 6: يتحرك مراقب بسرعة $15m/s$ مبتعدا عن مصدر صوتى ساكن تردده $510Hz$ ماتردد الصوت الذى يسمعه المراقب إذا كانت سرعة الصوت فى الهواء $343m/s$

$$f_d = f_s\left(\frac{v - v_d}{v - v_s}\right) = (510\ \text{Hz})\frac{343\ \text{m/s} - 15\ \text{m/s}}{343\ \text{m/s} - 0} = 487.696\ \text{Hz}$$

تمرين 7: يتحرك مصدر صوتى تردده $510Hz$ ناحية مراقب ساكن إذا كان تردد الصوت الذى يسمعه المراقب $540Hz$ ماهى سرعة المصدر الصوتى إذا كانت سرعة الصوت فى الهواء $343m/s$



$$f_d = f_s\left(\frac{v - v_d}{v - v_s}\right)$$

$$540 = 510\left(\frac{343 - 0}{343 - v_s}\right)$$

$$v_s = 19.055\,m/s$$

يحدث تأثير دوبلر فى كل حركة موجية ويستخدم فى:

الطب : لقياس سرعة حركة ضربات قلب الجنين بإستخدام جهاز الموجات فوق الصوتية

الفلك : لمراقبة الضوء المنبعث من المجرات البعيدة

قياس سرعة المجرات

استنتاج بعد المجرات عن الأرض

الرادار: نستخدم كواشف الرادار تأثير دوبلر فى قياس سرعة المركبات وكرات البيسبول

الخفافيش: تستخدم الخفافيش تأثير دوبلر فى الكشف عن الحشرات الطائرة وافتراسها حيث أنه:

عندما تطير الحشرة بسرعة أكبر من سرعة الخفاش يكون تردد الموجة المنعكسة قليل

عندما يلحق الخفاش بالحشرة ويقترب منها يكون تردد الموجة المنعكسة أكبر

الرنين فى الأعمدة الهوائية:

الأعمدة الهوائية المغلقة:

تولد الشوكة الرنانة موجات صوتية تتكون من إهتزازات مرتفعة ومنخفضة الضغط
تتحرك هذه الموجات إلى أسفل العمود وعندما تصطدم بسطح الماء تنعكس مرتدة إلى الشوكة الرنانة
وعندما تصل موجات الضغط المرتفع إلى الشوكة الرنانة فى تفس الوقت الذى تنتج فيه الشوكة الرنانة موجات ضغط مرتفع يحدث الرنين
ويكون ضغط الموجة المنعكسة معتدلا
إذا وصلت موجات ضغط مرتفع إلى الطرف المغلق فإنها ترتد موجات ضغط مرتفع

الأعمدة الهوائية المفتوحة:

تولد الشوكة الرنانة موجات صوتية تتكون من إهتزازات مرتفعة ومنخفضة الضغط
تتحرك هذه الموجات إلى أسفل العمود ونيجة لإصطدامها بجدران الأنبوب تنعكس مرتدة إلى الشوكة الرنانة
وعندما تصل موجات الضغط المرتفع إلى الشوكة الرنانة فى تفس الوقت الذى تنتج فيه الشوكة الرنانة موجات ضغط مرتفع يحدث الرنين
ويكون ضغط الموجة المنعكسة مقلوبا
إذا وصلت موجات ضغط مرتفع إلى الطرف المفتوح فإنها ترتد موجات ضغط منخفض

تمثيل الموجات فى الإعمدة:

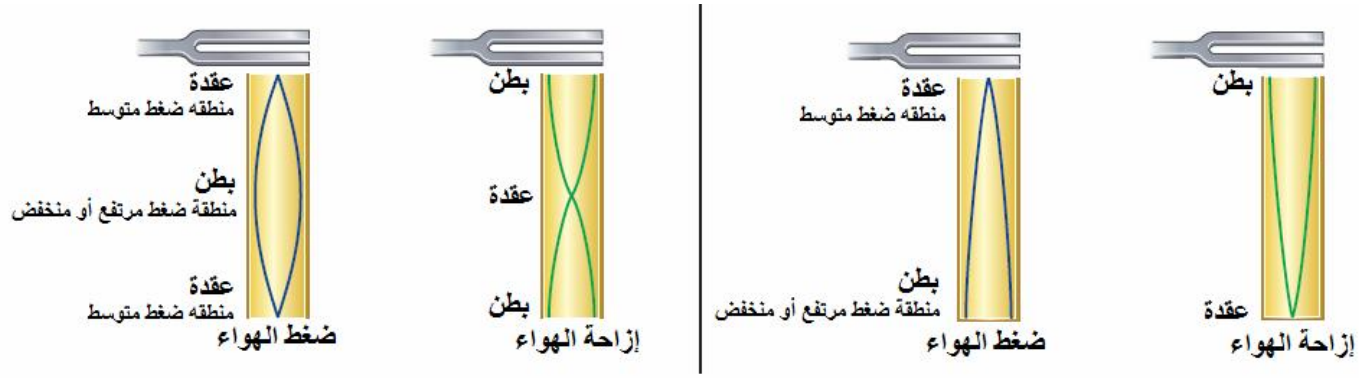
يمكن تمثيل الموجة الموقوفة فى عمود بموجة جيبية
وتمثل الموجة الجيبية إما بتغير ضغط الهواء - أو إزاحة جزيئات الهواء

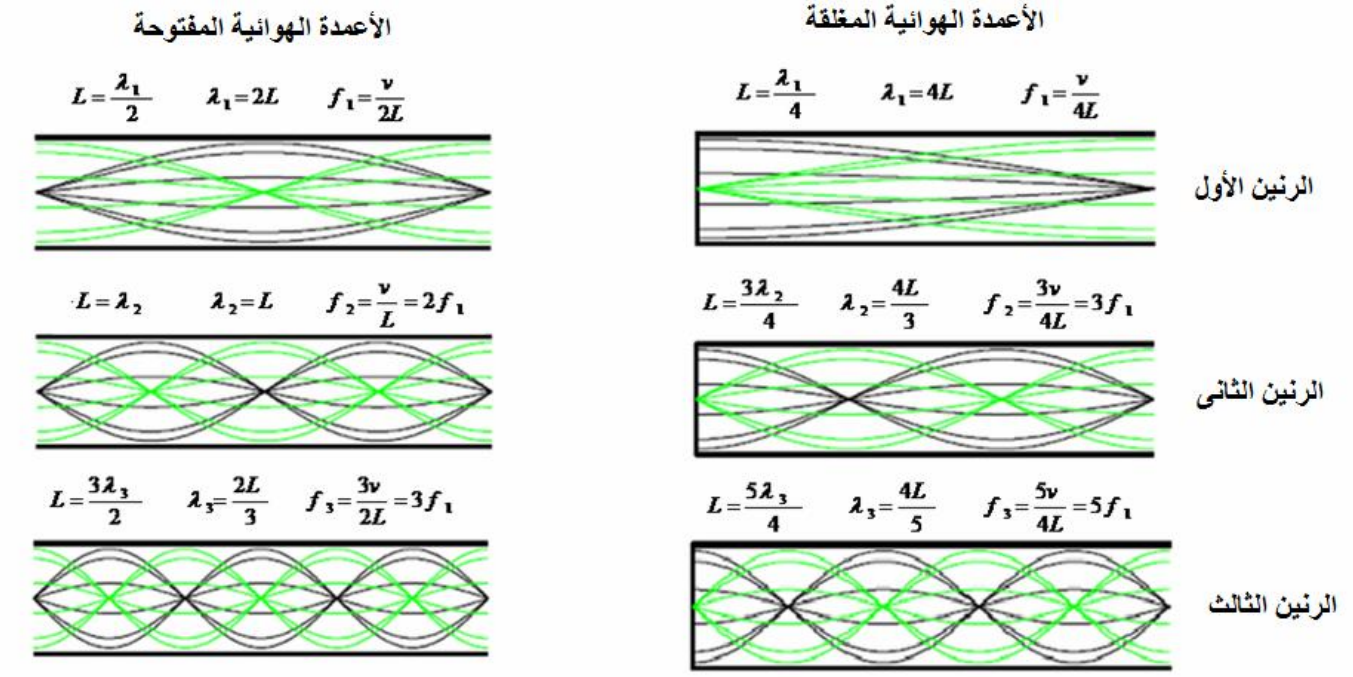
1- التمثيل البيانى لتغير الضغط

تكون العقد هى مناطق الضغط الجوى المتوسط
أما البطون فيتذبذب عندها الضغط بين قيمته العظمى والصغرى
فى الأعمدة الهوائية المغلقة تتكون بطن عند الطرف المغلق وعقدة عند الطرف المفتوح
فى الأعمدة الهوائية المفتوحة تتكون عقدة عند كل طرف مفتوح

2- عند التمثيل البيانى لتغير إزاحة جزيئات الهواء

تكون العقد هى مناطق الإزاحة القليلة
أما البطون فتكون هى مناطق الإزاحة الكبيرة
وفى كلتا الحالتين تكون المسافة بين عقدتين متتاليتين أو بطنين متتاليين تساوى نصف طول الموجة
فى الأعمدة الهوائية المغلقة تتكون عقدة عند الطرف المغلق وبطن عند الطرف المفتوح
فى الأعمدة الهوائية المفتوحة تتكون بطن عند كل طرف مفتوح





عند اختلاف طول عمود الهواء وثبات التردد فإنه لكل من الأعمدة الهوائية المغلقة والمفتوحة

$$L_B - L_A = \frac{1}{2} l$$

$$\therefore \quad v = 2f(L_B - L_A)$$

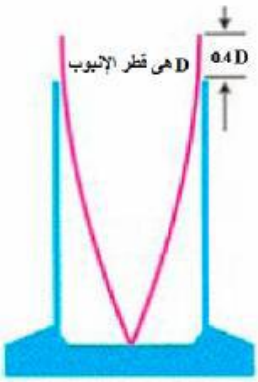
حيث أن L_B و L_A طولى عمود هواء عند رنينين متتاليين

إذا استعملنا عمودين أحدهما مفتوحا والآخر مغلقا ولهما الطول نفسه وكانا فى حالة رنين فإن:

الطول الموجى لصوت الرنين فى العمود الهوائى المفتوح

يكون نصف الطول الموجى للعمود المغلق

لذا يكون التردد فى العمود الهوائى المفتوح ضعف التردد للعمود المغلق



لاتتكون بطن الموجة عند نهاية الانبوبة تماما بل يمتد قليلا خارج الأنبوب بمقدار (0.4) من قطر الانبوب

الرنين فى الأوتار:

تعتمد سرعة الموجة فى الوتر على كل من :

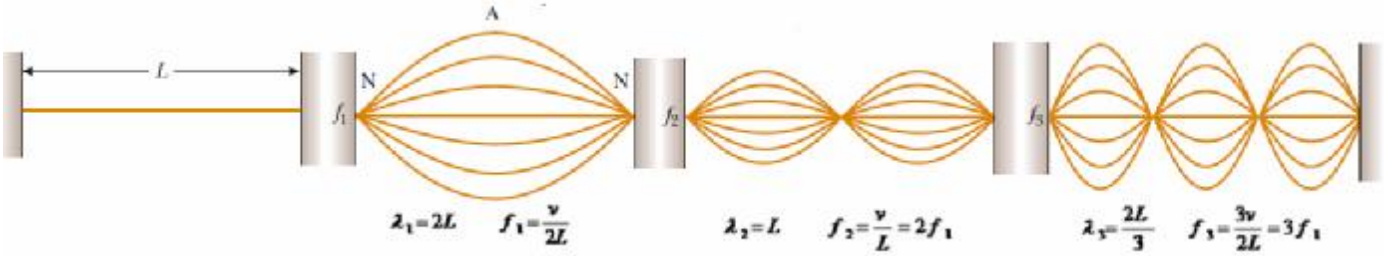
قوة الشد فيه - كتلة وحدة الأطوال للوتر

لذلك نضبط الألة الوترية بتغيير الشد فى أوتارها

لأنه كلما كان الوتر مشدودا أكثر كانت سرعة حركة الموجة أكبر

لذا تزداد قيمة تردد موجات الوتر الموقوفة

وتوصل الأوتار بصندوق الصوت لزيادة مساحة السطح المهتز فنسمع الصوت بوضوح



الضربات:

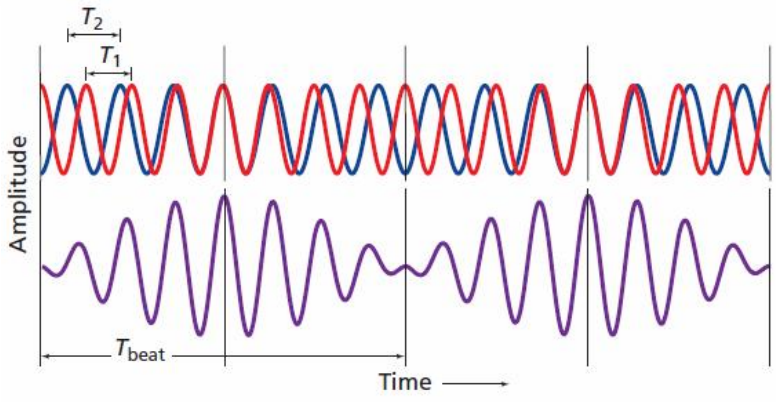
عندما تكون النسبة بين ترددين أو أكثر نسبة عددية صحيحة وبسيطة

يقال أن هناك تناغما فى الأصوات

وعندما تصبح النسبة قريبة من 1:1

تكون الترددات متقاربة جدا ويتداخل ترددان متقاربان جدا لينتج مستويات صوت مرتفعة ومنخفضة كما بالشكل

ويسمى اهتزاز سعة الموجة (الضربة)



وتردد الصربة يساوى $f_{\text{الضربة}} = |f_2 - f_1|$

وعندما يكون الفرق أقل من $7Hz$ فإن الأذن تلتقط هذا على أنه نبضة صخب

وتضبط الألآت الموسيقية عادة بتعديل تردداتها حتى تختفى مثل هذه الضربات

تمرين 8:احسب تردد شوكة رنانة تسبب الرنين الأول فى عمود هوائى مغلق عندما يكون طوله $32.7cm$ والرنين الثانى عندما يكون طوله $98.2cm$ إذا كانت سرعة الصوت فى الهواء $343m/s$

$$L_B - L_A = \frac{1}{2}\lambda$$

$$\lambda = 2(L_B - L_A) = 2(0.982\text{ m} - 0.327\text{ m}) = 1.31\text{ m}$$

$$v = \lambda f$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343\text{ m/s}}{1.31\text{ m}} = 262\text{ Hz}$$

تمرين 8:احسب تردد شوكة رنانة تسبب الرنين الثانى فى عمود هوائى مفتوح عندما يكون طوله $32.7cm$ **والرنين الثالث عندما يكون طوله** $98.2cm$ **إذا كانت سرعة الصوت فى الهواء** $343m/s$

$$L_B - L_A = \frac{1}{2}\lambda$$

$$\lambda = 2(L_B - L_A) = 2(0.982\text{ m} - 0.327\text{ m}) = 1.31\text{ m}$$

$$v = \lambda f$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343\text{ m/s}}{1.31\text{ m}} = 262\text{ Hz}$$

تمرين 9:احسب البعد بين رنينين متتاليين فى عمود هوائى مفتوح إذا استخدمنا شوكة رنانة ترددها $440Hz$ **وكانت سرعة الصوت فى الهواء** $343m/s$

$$L_B - L_A = \frac{\lambda}{2} = \frac{v}{2f} = \frac{343\text{ m/s}}{(2)(440\text{ Hz})} = 0.39\text{ m}$$

تمرين 10:آلة موسيقية تعمل كأنبوب هوائى مفتوح إذا كان تردد الرنين الأول $370Hz$ **احسب ترددى الرنينين التاليين**

$$f_2 = 2f_1 = (2)(370\text{ Hz}) = 740\text{ Hz}$$

$$f_3 = 3f_1 = (3)(370\text{ Hz}) = 1110\text{ Hz}$$

تمرين 11:آلة موسيقية تعمل كأنبوب هوائى مغلق إذا كان تردد الرنين الأول $370Hz$ **احسب ترددى الرنينين التاليين**

$$f_2 = 3f_1 = (3)(370\text{ Hz}) = 1110\text{ Hz} = 1100\text{ Hz}$$

$$f_3 = 5f_1 = (5)(370\text{ Hz}) = 1850\text{ Hz} = 1800\text{ Hz}$$

تمرين 12:مانسبة طول عمود هوائى مغلق إلى عمود هوائى مفتوح عنددما يصدر العمود الهوائى المغلق رنينا ثانيا والعمود الهوائى المفتوح يصدر رنينا ثالثا عند نفس التردد

تمرين 13:احسب طول عمود هوائى مغلق يعطى الرنين الثالث بإستخدام شوكة رنانة ترددها $512Hz$ **إذا كانت سرعة الصوت فى الهواء** $343m/s$

تمرين 14:احسب التردد الذى يحدث رنينا أولا لعمود هوائى مغلق طوله $50cm$ **إذا كانت سرعة الصوت فى الهواء** $343m/s$

تمرين 15:احسب التردد الذى يحدث رنينا ثانيا لعمود هوائى مفتوح طوله $80cm$ **إذا كانت سرعة الصوت فى الهواء** $343m/s$

تمرين 15: وتر طوله $65cm$ **يعطى أقل تردد مقداره** $196Hz$ **احسب سرعة الموجة المنتشرة فى الوتر – احسب تردد الرنينين التاليين للتردد السابق**

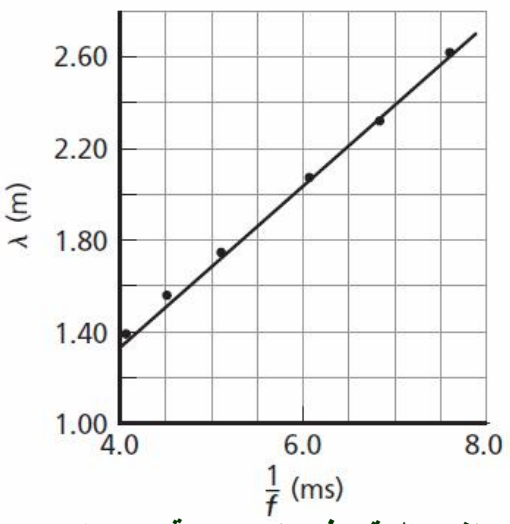
$$\lambda_1 = 2L = (2)(0.650\ \text{m}) = 1.30\ \text{m}$$

$$v = \lambda f = (1.30\ \text{m})(196\ \text{Hz}) = 255\ \text{m/s}$$

$$f_2 = 2f_1 = (2)(196\ \text{Hz}) = 392\ \text{Hz}$$

$$f_3 = 3f_1 = (3)(196\ \text{Hz}) = 588\ \text{Hz}$$

تمرين 16:فى الشكل علاقة بيانية بين الطول الموجى l **ومقلوب التردد** $\frac{1}{f}$ **احسب سرعة الموجة**



تمرين 17:أعطى وتر آلة موسيقية وشوكة رنانة ترددان لنغمتين فى نفس الوقت فتكونت ضربة ترددها $4Hz$ **احسب تردد الوتر إذا كان تردد الشوكة الرنانة** $262Hz$

$$f_{\text{الضربة}} = \left| f_A - f_B \right|$$

$$f_A = f_{\text{الضربة}} + f_B = 4.0\ \text{Hz} + 262.0\ \text{Hz} = 266.0\ \text{Hz}$$

الفصل الثالث : أساسيات الضوء

كيف تثبت أن الضوء يسير فى خطوط مستقيمة

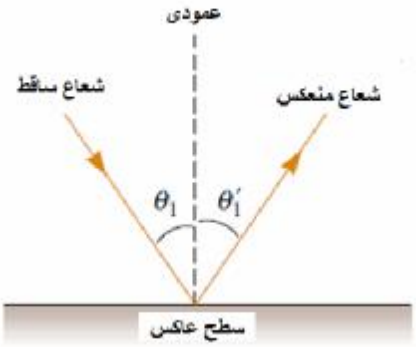
عندما تدخل حزمة ضيقة من الضوء عبر النافذة فإن دقائق الغبار المنتشرة فى الهواء تجعل الضوء مرئيا وترى مسار الضوء على شكل خط مستقيم

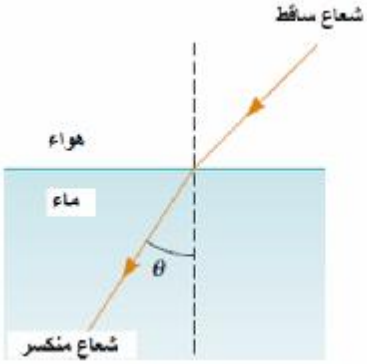
عندما يعترض جسمك ضوء الشمس ترى هيئة جسمك فى صورة ظل

عندما تضع جسما أمام عينيك وتتحرك فى اتجاهه فإنك تتحرك فى خط مستقيم

نموذج الشعاع الضوئى:

اعتقد إسحق نيوتن أن الضوء سيل من جسيمات متناهية فى الصغر (كريات ضوئية) تتحرك بسرعة كبيرة جدا فى خطوط مستقيمة استطاع نموذج نيوتن تفسير انعكاس وانكسار الضوء لكنه لم يستطع تفسير الحيود والتداخل والإستقطاب





مصادر الضوء:

1-مصدر مضىء بذاته : ينبعث منه الضوء مثل الشمس – المصباح .....

2- مصدر مستضاء : هو جسم يصبح مرئيا نتيجة انعكاس الضوء عنه مثل القمر

الأوساط الضوئية:

1- الوسط الشفاف : هو وسط يمر الضوء من خلاله مثل الهواء – الزجاج - ... (a)

2- الوسط شبه الشفاف: هو وسط يمر الضوء من خلاله ولكن الأجسام من خلاله لاترى بوضوح (b)

3- الوسط المعتم : هو وسط لايمر الضوء من خلاله ويعكس بعض الضوء (c)

كمية الضوء:

التدفق الضوئى (p) **: هو معدل انبعاث طاقة الضوء من المصدر الضوئى ويقلس بوحدة لومن** (lm)

الإستضاءة (E) **:هى معدل اصطدام الضوء بوحدة المساحات للسطح وتقاس بوحدة** (lx) **وتكافىء** (lm/m^2)

شدة الإضاءة (C) **:هى التدفق الضوئى الذى يسقط على مساحة** $1m^2$ **من مساحة السطح الداخلى لكرة نصف قطرها** $1m$ **وتقاس بوحدة** (cd) **وتكافىء** $(lm/4p)$

$$C = \frac{p}{4p}$$

قانون التربيع العكسى : شدة استضاءة سطح (E) **تتناسب عكسيا مع مربع المسافة بين مصدر الضوء والسطح** (r^2) **وتتناسب طرديا مع التدفق الضوئى لمصدر الضوء** (p)

$$E = \frac{p}{4p\ r^2}$$

تمرين1: يسقط تدفق ضوئى $(2500\ lm)$ **على سطح إذا كان البعد العمودى بين مصدر الضوء والسطح** $(2.8m)$ **احسب شدة استضاءة السطح – شدة إضاءة المصدر الضوئى**

$$E = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{2500\ \text{lm}}{4\pi(2.8\ \text{m})^2} = 25.375\ \text{lx}$$

$$C = \frac{P}{4\pi} = \frac{2500\ \text{lm}}{4\pi} = 198.94\ \text{cd}$$

تمرين2:اذا كان التدفق الضوئى لمصدر ضوئى $(1500\ lm)$ **يسبب شدة استضاءة لسطح** $(3.32lx)$ **احسب البعد العمودى بين مصدر الضوء والسطح**

$$E = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$r = \sqrt{\frac{P}{4\pi E}} = \sqrt{\frac{1500\ \text{lm}}{4\pi(3.32\ \text{lx})}} = 6.0\ \text{m}$$

تمرين3:مصدر ضوئى على بعد عمودى من سطح $(4.89m)$ **يسبب شدة استضاءة للسطح** $(3.32lx)$ **احسب كلا من التدفق الضوئى لمصدر الضوء وشدة الإضاءة له**

$$E = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$P = 4\pi Er^2 = 4\pi(3.32\ \text{lx})(4.89\ \text{m})^2 = 997.62\ \text{lm}$$

$$C = \frac{P}{4\pi} = \frac{997.62\ \text{lm}}{4\pi} = 79.388\ \text{cd}$$

تمرين4:مصدر ضوئى على بعد عمودى من سطح $(2.1m)$ **يسبب شدة استضاءة للسطح** $(4.21lx)$ **احسب شدة اضاءة المصدر الضوئى**

$$C = \frac{P}{4\pi}$$

$$E = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$P = 4\pi Er^2$$

$$C = \frac{4\pi Er^2}{4\pi} = Er^2 = (4.21\ \text{lx})(2.1\ \text{m})^2 = 18.566\ \text{cd}$$

تمرين5: تحرك مصباح من $(30cm)$ **عموديا على سطح كتاب إلى** $(90cm)$ **عموديا على نفس الكتاب قارن بين استضاءة الكتاب قبل وبعد انتقال المصباح**

الطبيعة الموجية للضوء:

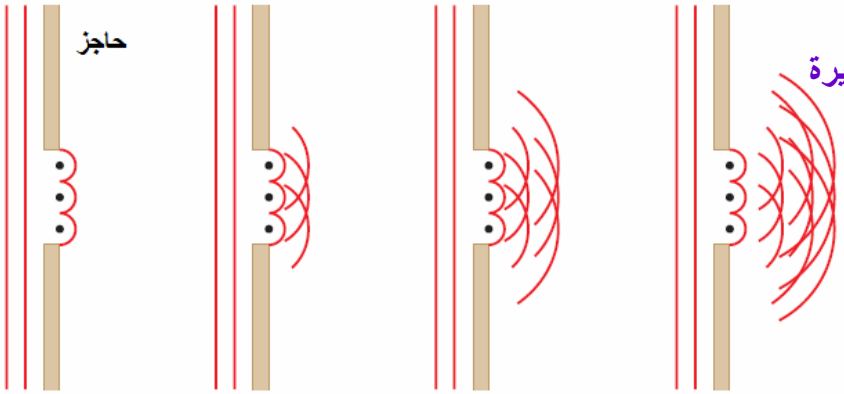
الحيود: هو انحناء الضوء حول حواف الحواجز

جريمالدى: لاحظ أن حواف الظلال ليست حادة تماما

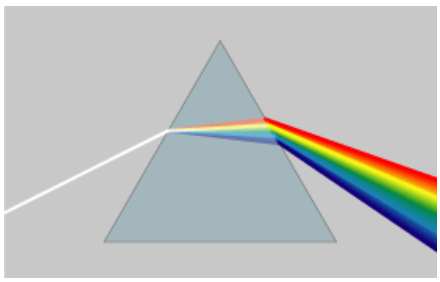
أدخل حزمة ضيقة من الضوء إلى داخل غرفة مظلمة وأمسك بقضيب أمام الضوء

فكان ظل القضيب أعرض من الظل الذى ينبغى أن يكون لو كان الضوء يسير فى خطوط مستقيمة

هيجنز : كل نقطة على صدر الموجة تمثل مصدرا جديدا مستقلا لموجات صغيرة تنتشر للأمام بسرعة الموجة نفسها



كل نقطة على صدر الموجة تولد موجات صغيرة دائرية – كل الموجات الصغيرة الدائرية تتحد لتكون صدر موجة مستوية فيما عدا المناطق عند الحواف حيث تتحرك الموجات الدائرية مبتعدة عن صدر الموجة ليظهر حيود الضوء



الوان الطيف : قام نيوتن بتحليل الضوء بواسطة منشور ثلاثى الى الوان الطيف

وعندما وضع منشور ثلاثى معكوس فى طريق ألوان الطيف اتحدت لتكون اللون الأبيض مرة أخرى

مما سبق:

الضوء له خصائص موجية

لكل لون من الوان الضوء طول موجى محدد

أكبر هذه الأطوال الموجية (طول موجة اللون الأحمر)

أقل هذه الأطوال الموجية (طول موجة اللون البنفسجى)

يتراوح طول الموجات المرئية من $(400nm)$ **إلى** $(700nm)$

لكل لون من ألوان الضوء زاوية انكسار محددة عندما ينتقل الضوء من وسط شفاف إلى وسط شفاف آخر مختلف عنه

الألوان الأساسية (الأولية):

الأحمر - الأخضر - الأزرق

الألوان الثانوية :

أصفر - أزرق داكن - أرجوانى

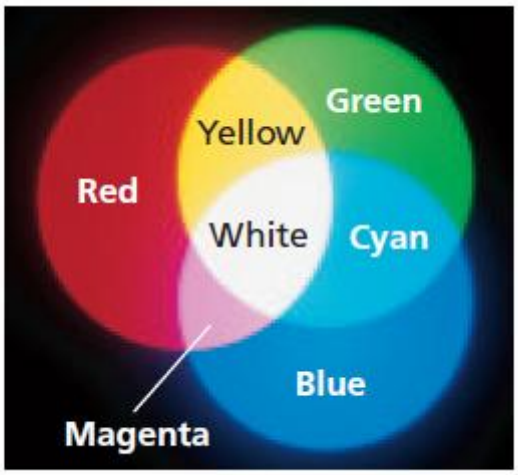
الألوان بواسطة جمع أشعة الضوء

مجموع أى لونيين أساسيين يساوى لون ثانوى

أحمر + أخضر = أصفر

أزرق + أخضر = أزرق داكن

أحمر + أزرق = أرجوانى



الألوان المتتامة :

هى كل لونان يتراكبان معا لإنتاج اللون الأبيض

الأصفر متمم للأزرق

الأزرق الداكن متمم للأحمر

الإرجوانى متمم للأخضر

علل : يمكن تبيض الملابس المصفرة بإستخدام عامل أزرق اللون

لأن اللون الأزرق يتمم اللون الأصفر (ينتج لون أبيض)

اللون بواسطة اختزال أشعة الشمس:

المواد الملونة عبارة عن جزيئات لها القدرة على امتصاص ألوان أطوال موجية معينة للضوء وتسمح لأطوال موجية أخرى بالنفاذ خلالها أو تعكسها

الجسم الأحمر لونه أحمر

لأنه يمتص جميع الألوان الساقطة عليه ويعكس اللون الأحمر

الجسم الأبيض لونه أبيض

لأنه يعكس جميع الألوان الساقطة عليه

الجسم الأسود لونه أسود

لأنه يمتص جميع الألوان

فى الشكل (a) يسقط ضوء أبيض على قطع حجر النرد

فى الشكل (b) يسقط ضوء أحمر على قطع حجر النرد

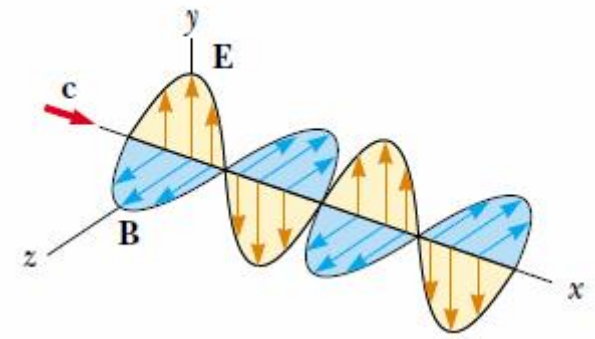
(الحجران الأزرق والأخضر امتصا اللون الأحمر وبدا لونهما أسود)

فى الشكل (c) يسقط ضوء أزرق على قطع حجر النرد

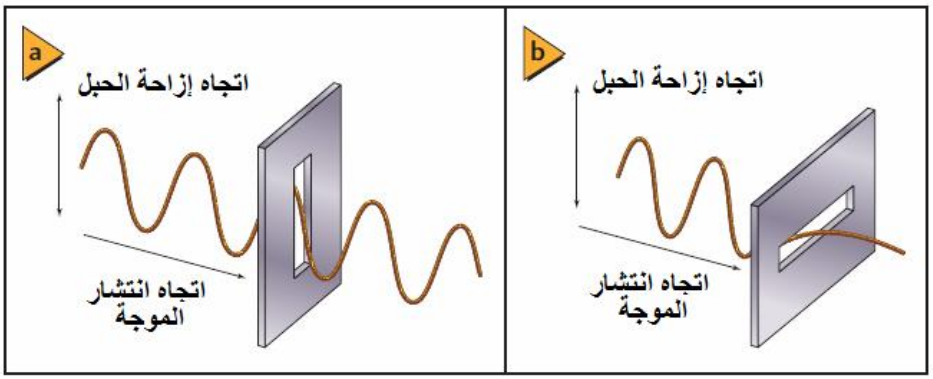
(الحجران الأحمر والأصفر امتصا جزءا كبيرا من اللون الأزرق وعكسا جزءا قليلا)

استقطاب الضوء:

الإستقطاب : هو انتاج ضوء يتذبذب فى مستوى واحد



فى الشكل رسم تخطيطى للموجة الكهرومغناطيسية
والتى تتكون من مجالين متعامدين يولد كل منهما الآخر
مجال كهربائىE يهتز فى مستوى (xy)
مجال مغناطيسىB يهتز فى مستوى(xz)

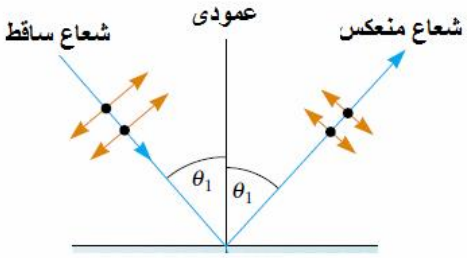


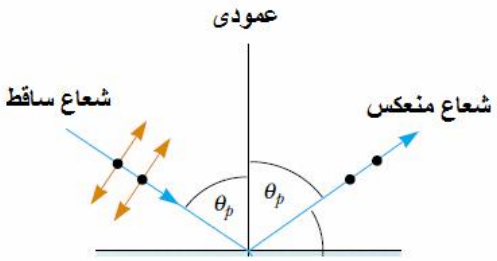
فى الشكل جزء من موجة الضوء
تهتز فى المستوى الرأسى
تمر من المستقطب الرأسى
ولايمكن أن تمر من المستقطب الأفقى

الإستقطاب بالترشيح:

عندما يسقط الضوء على مرشح الإستقطاب
فإن الإلكترونات تمتص الموجات الضوئية التى تهتز فى اتجاه اهتزاز الإلكترونات نفسه
وتمر الموجات الضوئية المهتزة عموديا على مستوى اهتزاز الإلكترونات

الإستقطاب بالإنعكاس:





عندما يسقط الضوء
بزاوية سقوط محددة
فإن جزء الموجة الضوئية

الموازى للسطح ↕ لاينعكس

بينما ينعكس جزء الموجة العمودى على السطح العاكس ●
ويصبح الضوء المنعكس مهتزا فى مستوى واحد (مستقطب)

قانون مالوس:

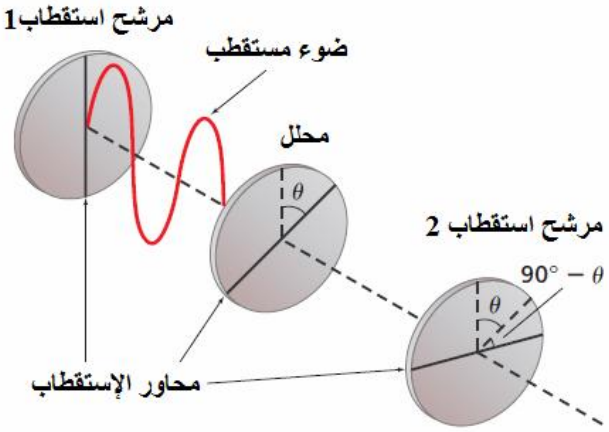
شدة الضوء الخارج من مرشح الإستقطاب الثانى I_2

تساوى شدة الضوء الخارج من مرشح الإستقطاب الأول I_1

مضروبا فى مربع جيب تمام الزاوية المحصورة

بين محورى استقطاب المرشحين q

$$I_2 = I_1 \cos^2 q$$



تمرين6: إذا كانت شدة الضوء الخارجة من مرشح الإستقطاب الثانى تساوى 0.75 من شدة الضوء الخارجة من مرشح الإستقطاب الأول احسب الزاوية بين محورى استقطاب المرشحين

$$I_2 = I_1 \cos^2\theta \qquad I_2 = (0.750) I_1$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \cos^2\theta \qquad \frac{I_2}{I_1} = 0.750$$

$$\theta = \cos^{-1}\left(\sqrt{\frac{I_2}{I_1}}\right) = \cos^{-1}\left(\sqrt{0.750}\right) = 30.0°$$

سرعة الموجات الضوئية:

سرعة موجات الضوء فى الفراغ مقدار ثابت ويساوى $c = 3\times10^8\ m/s$

يمكن حساب طول أى موجة من الضوء من العلاقة $l_0 = \frac{c}{f}$

تأثير دوبلر:

تردد الضوء المراقب من مصدر يساوى التردد الحقيقى لمصدر الضوء

مضروبا فى حاصل جمع واحد إلى السرعة النسبية على طول المحور بين المصدر والمراقب إذا تحرك كل منهما فى اتجاه الأخر مقسوما على سرعة الضوء

أو مضروبا فى حاصل طرح السرعة النسبية على طول المحور بين المصدر والمراقب من الواحد إذا تحرك كل منهما مبتعدا عن الأخر مقسوما على سرعة الضوء

$$f_{obs} = f\left(1 \pm \frac{v}{c}\right)$$

انزياح دوبلر:

الفرق بين الطول الموجى الذى يسجله مراقب للضوء والطول الموجى الحقيقى للضوء

يساوى الطول الموجى الحقيقى للضوء مضروبا فى السرعة النسبية للمصدر والمراقب مقسوما على سرعة الضوء

$$l_{obs} - l = \Delta l = \pm \frac{v}{c} l$$

تمرين7: احسب التغير فى طول موجة الضوء البرتقالى الذى طوله الموجى $590\ nm$ **عندما يتحرك مصدر الضوء فى اتجاه المراقب بسرعة** $3.66\times10^{5}\ m/s$ **إذا كانت سرعة الضوء** $3.00\times10^{8}\ m/s$

$$\Delta\lambda = -\frac{v}{c}\lambda = \left(-\frac{5.66\times10^{5}\ \text{m/s}}{3.00\times10^{8}\ \text{m/s}}\right)(590\times10^{-9}\ \text{m}) = -1.11\times10^{-9}\ \text{m}$$

تمرين8: احسب سرعة المراقب إذا كانت حركته فى اتجاه مقتربا من مصدر ضوئى بحيث يظهر الضوء الأحمر $l = 590\ nm$ **كأنه ضوء أصفر** $l = 585\ nm$ **إذا كانت سرعة الضوء** $3.00\times10^{8}\ m/s$

$$\lambda_{obs} - \lambda = \pm\frac{v}{c}\lambda$$

$$v = (c)\frac{\lambda_{obs} - \lambda}{\lambda} = (3.00\times10^{8})\left(\frac{470\times10^{-9} - 670\times10^{-9}}{670\times10^{-9}}\right) = -8.95\times10^{7}\ \text{m/s}$$

تمرين9: مصدر ضوئى تردده $5.45\times10^{12}\ Hz$ **ماهو تردد المراقب إذا كان يتحرك مبتعدا عن المصدر بسرعة** $2.60\times10^{4}\ m/s$ **إذا كانت سرعة الضوء** $3.00\times10^{8}\ m/s$

$$f_{obs} = f\left(1 \pm \frac{v}{c}\right) = (5.45\times10^{12}\ \text{Hz})\left(1 - \frac{2.60\times10^{6}\ \text{m/s}}{3.00\times10^{8}\ \text{m/s}}\right) = 5.40\times10^{12}\ \text{Hz}$$

التغير (+) فى الطول الموجى يعنى أن الضوء مزاح ناحية الضوء الأحمر
وهذا يحدث عندما تكون السرعة المتجهة النسبية للمصدر فى اتجاه مبتعدا عن المراقب
التغير (-) فى الطول الموجى يعنى أن الضوء مزاح ناحية الضوء الأزرق
وهذا يحدث عندما تكون السرعة المتجهة النسبية للمصدر فى اتجاه مقتربا من المراقب
يستطيع الباحثون تحديد كيفية تحرك الأجسام الفلكية مثل المجرات
بالنسبة إلى الأرض وذلك بمراقبة انزياح دوبلر للضوء