



وزارة التربية والتعليم
MINISTRY OF EDUCATION



مؤسسة الإمارات للتعليم المدرسي
EMIRATES SCHOOLS ESTABLISHMENT

هيكل الفيزياء
الصف العاشر المتقدم
الفصل الدراسي الأول
العام الدراسي 2025/2026

بسم الله الرحمن الرحيم

الوحدة الأولى (الإهتزازات و الموجات)

الدرس الأول (الحركة الدورية)

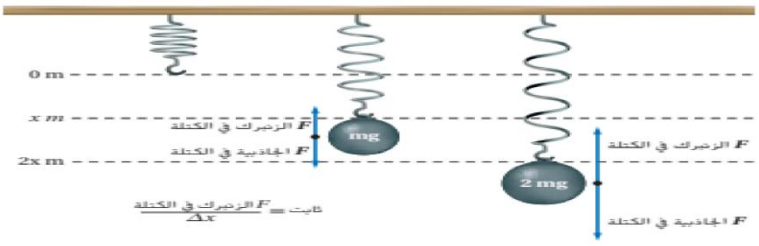
الكتلة المعلقة في زنبرك

الحركة الدورية : حركة الأجسم التي تتكرر بإنتظام على فترات زمنية متساوية ، تكون محصلة القوى صفرا عندما يكون الجسم في حالة الإتزان ، عند سحب الجسم بعيدا عن موضع الإتزان ، تعيد القوى المحصلة الجسم لحالة الإتزان ، الزمن الدوري : هو الزمن الذي يستغرقه الجسم لإكمال دورة كاملة واحدة من الحركة . سعة إهتزاز الحركة : الحد الأقصى للمسافة المطلوبة لإزاحة الجسم على أحد جانبي موضع الإتزان

الحركة التوافقية البسيطة

الحركة التوافقية البسيطة : حركة دورية تحدث فيها قوة استعادة تتناسب طردياً مع إزاحة الجسم عن موضع اتزانه وتؤثر باتجاه معاكس لتلك الإزاحة

تتناسب القوة التي يؤثر بها زنبرك طرديا مع استطالته، فإذا سحبت الكتلة إلى أسفل وتركتها، فإنها سترتد صعودا وهبوطا حول موضع الاتزان. وإذا كانت القوة المحصلة التي تعيد الجسم المهتز إلى موضع اتزانه تتناسب طرديا مع إزاحة الجسم وبإتجاه معاكس فإن الحركة الناتجة تسمى الحركة التوافقية البسيطة



قانون هوك

قانون هوك : القوة المؤثرة في الزنبرك تساوي حاصل ضرب ثابت الزنبرك في إستطالته ، و يخضع الزنبرك الذي تؤثر فيه قوة طرديا مع إستطالته لقانون هوك

$$F = -kx$$

F = FORCE

$k = Spring\ \ constant$

$x = Elongation$

تشير الإشارة السالبة في قانون هوك إلى أن اتجاه القوة التي يؤثر بها الزنبرك تكون معاكسة لاتجاه الاستطالة أو الانضغاط للزنبرك، بينما يكون اتجاه القوة التي يؤثر بها الزنبرك باتجاه موضع الاتزان دائما.

قانون هوك و الزنبرك المرن

ينطبق قانون هوك على الزنبركات بشرط أن يبقى التناسب ثابتا بين القوة و الإستطالة

تسمى الزنبركات التي ينطبق عليها قانون هوك بالزنبركات المرنة ، في الزنبرك الواحد نطبق قانون هوك عليه في حدود ثابت التناسب بين القوة و الإستطالة ، لكن عندما تزيد القوة إلى حد معين فإن إستطالة الزنبرك تزداد بشكل كبير ، عندها لا يمكن تطبيق قانون هوك لإن الإستطالة غير متناسبة و يكون الزنبرك قد تجاوز حد المرونة .

طاقة الوضع المرونية للزنبرك

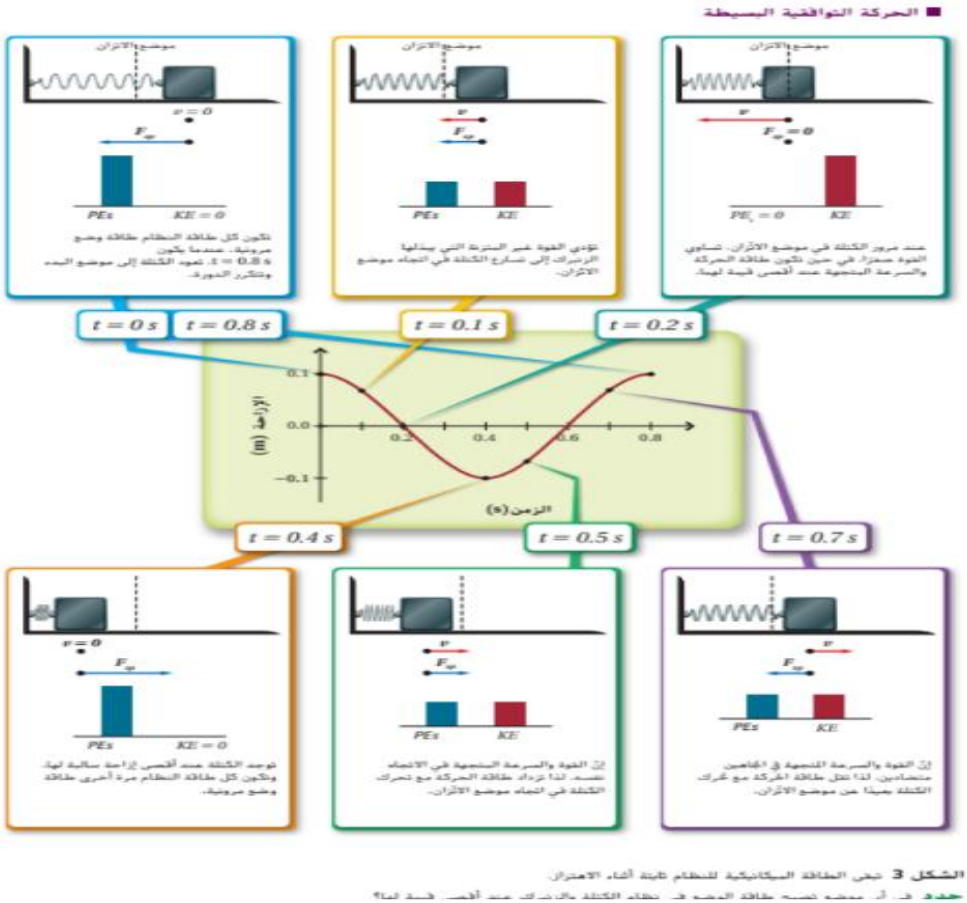
عندما يستطيل الزنبرك فإنه يكتسب طاقة وضع مرونية ، و الشغل الذي تبذله القوة المؤثرة يساوي المساحة تحت المنحنى البياني للعلاقة بين القوة و الإستطالة ، ألا و هو مساحة المثلث ، حيث الإستطالة x هي القاعدة و القوة F=kx هي الإرتفاع ، فتصبح العلاقة :

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

PE_{Spring} = Elastic Potential Energy

$k = Spring\ \ constant$

$x = Elongation$



الشكل 3 تغير الطاقة الميكانيكية للنظام ثابتة أثناء الاهتزاز.

عندما يكون الجسم في بداية الحركة أو نهاية الحركة (على أحد جانبي موضع الإتزان)

تكون طاقة الوضع المرونية أكبر ما يمكن ، حيث تكون القوة المحصلة أكبر ما يمكن ، و طاقة الوضع المرونية تعتمد على القوة من خلال العلاقة

$$PE_{Spring} = \frac{1}{2}Fx$$

عندما يكون الجسم في موضع الإتزان

تكون الطاقة الحركية أكبر ما يمكن ، حيث تكون السرعة المتجهة أكبر ما يمكن ، و الطاقة الحركية تعتمد على مربع السرعة من خلال العلاقة

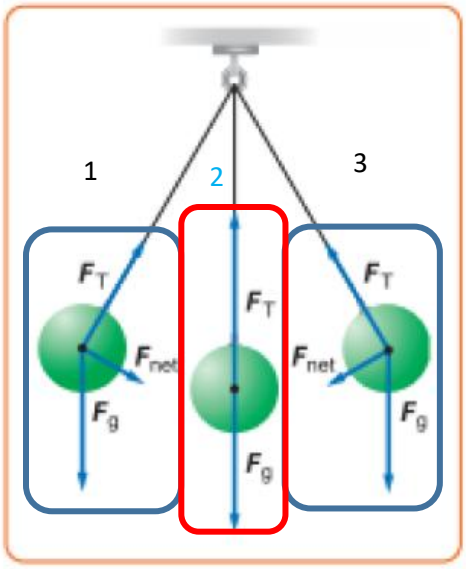
$$KE_{trans} = \frac{1}{2}mv^2$$

أثناء الحركة

$$PE_{Spring} = KE_{trans}$$

البندول البسيط

البندول : جسم صلب مصمت ذي كفاءة عالية و يعلق في الطرف الحر للخيط (سلك طوله L) ، و عند سحب الثقل مبتعدا عن موضع الإتزان ، فإنه يتحرك مبتعدا عن موضع الإتزان ذهابا و إيابا حول موضع الإتزان ، يؤثر الخيط بقوة (F_T) و تؤثر الجاذبية الأرضية بقوة (F_g) ، و يتحرك الثقل بتأثير محصلة القوتين ، تمثل المحصلة قوة إرجاع ، فتحاول إعادة الجسم المهتز لموضع الإتزان و تكون دائما معاكسة لإتجاه الإزاحة .



	F_{net}&a	$\bar{v}$
1	أكبر ما يمكن >	$0\ m/s$
2	$0\ N\ or\ 0\ m/s^2$	أكبر ما يمكن >
3	أكبر ما يمكن >	$0\ m/s$

عندما تكون زاوية الإزاحة صغيرة (أقل من 15) ، فإن قوة الإرجاع تتناسب طرديا مع الإزاحة ، و هذه حركة توافقية بسيطة ، و لإيجاد زمنها الدوري :

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

T = Periodic Time

$l = length$

$g = gravity$

يعتمد الزمن الدوري على الطول و العجلة التي تختلف من مكان إلى آخر

الرنين

الرنين : يحدث عندما تؤثر قوة صغيرة في جسم مهتز في فترات زمنية متساوية و هذا يؤدي لزيادة سعة إهتزاز الحركة ، و تكون الفترة الزمنية الفاصلة بين تطبيق القوة على جسم مساوية للزمن الدوري للهزة .

قد ينتج من السعة الكبيرة الناتجة من الرنين شعورا بالإجهاد ، يطبق الرنين في الآلات الموسيقية لتضخيم الأصوات و في الساعات لزيادة دقتها ، أدت القوى التي تولدها الرياح إلى انهيار جسر تكوما تاروس نتيجة للقوى المتتالية و المتكررة بإنتظام التي ولدتها الرياح و أعطتها طاقة أدت لتذبذب الجسر و زيادة سعة إهتزازه و من ثم إنهياره .

بسم الله الرحمن الرحيم

حل تطبيقات الدرس الأول

الحركة الدورية

الوحدة الأولى

الإهتزازات و الموجات

س1 / ما مقدار ثابت زنبرك يستطيل بمقدار 12 cm عندما يعلق به جسم يزنN 24؟

ج 1 / $x = 12cm = 0.12m \quad F = -24N \quad k = ?$

$$F = -kx$$

$$-24N = -k \cdot 0.12m$$

$$\frac{-24N}{0.12m} = -k$$

$$-200N/m = -k \rightarrow k = 200N/m$$

س 2 / ينضغط زنبرك ثابته 144 N/m ، بمقدار16.5 cm، كم تبلغ طاقة الوضع المرونية للزنبرك ؟

ج 2 / $k = \frac{144N}{m} \quad x = 16.5cm = 0.165m \quad PE_{spring} = ?$

$$PE_{Spring} = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times \frac{144N}{m} \cdot 0.165m^2 = 1.96J = 2J$$

س 3 / إذا كان ثابت زنبرك مقداره 56 N/m ، ما مقدار إستطالته عندما تعلق كتلة تزن 18 نيوتن من طرفه ؟

ج 3 / $k = \frac{56N}{m} \quad F = -18N \quad x = ?$

$$F = -kx \rightarrow -18N = -56N/m \cdot x$$

$$x = \frac{-18N}{-56N/m} = \frac{9}{28}m = 0.32m$$

س 4 / زنبرك ثابته 256 N/m ، ما مقدار المسافة التي يجب أن يستطيلها ليختزن طاقة وضع مرونية قدرها 48 J ؟

ج 4 / $k = 256\frac{N}{m} \quad PE_{Spring} = 48J \quad x = ?$

$$PE_{Spring} = \frac{1}{2}kx^2 \rightarrow x^2 = \frac{PE_{spring}}{\frac{1}{2}k}$$

$$\sqrt{x^2} = \sqrt{\frac{PE_{spring}}{\frac{1}{2}k}} \rightarrow x = \sqrt{\frac{PE_{spring}}{\frac{1}{2}k}}$$

$$x = \sqrt{\frac{48J}{\frac{1}{2} \times 256N/m}} = \frac{\sqrt{6}}{4}m = 0.6m$$

س 5 / ما مقدار الزمن الدوري لبندول يبلغ طوله 1 متر ؟

ج 5 / $T = ? \quad l = 1m \quad g = 9.8m/s^2$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1m}{9.8m/s^2}} = 2s$$

س 6 / ما الطول المناسب لبندول على سطح القمر عندما يكون g=1.6N/kg و زمنه الدوري ثانيتين ؟

ج 6 / $g = 1.6N/kg \quad T = 2s \quad l = ?$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \rightarrow \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 = \left(\sqrt{\frac{l}{g}}\right)^2 \rightarrow l = g\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2$$

$$l = g(\frac{T}{2\pi})^2 = 1.6N/kg \times \left(\frac{2s}{2\pi}\right)^2 = 0.16m$$

س 7 / إذا كان الزمن الدوري لبندول طوله 0.75 متر يساوي 1.8 ثانية على أحد الكواكب ، فما مقدار تسارع جاذبية هذا الكوكب ؟

ج 7 / $l = 0.75m \quad T = 1.8s \quad g = ?$

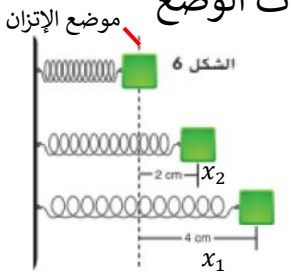
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \rightarrow \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 = \left(\sqrt{\frac{l}{g}}\right)^2 \rightarrow g = l\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

$$g = 0.75m\left(\frac{2\pi}{1.8s}\right)^2 = 9.13m/s^2$$

س 8 / **الفكرة الرئيسية** اشرح لماذا يعد البندول مثالا على الحركة الدورية ؟

ج 8 / يعد البندول مثالا على الحركة الدورية لأنه يتحرك حول موضع إتزانه ذهابا و إيابا و تحاول القوة المحصلة إعادته لموضع السكون أو الإتزان

س 9 / طاقات الزنبرك إن الزنبركات الموضحة في الشكل متطابقة ، قارن بين طاقات الوضع في الزنبركين السفليين



ج 9 / $x_1 = 2x_2 \quad k = k \quad PE_1 = {x_1}^2 \quad PE_2 = {x_2}^2$

$${x_1}^2 = 4{x_2}^2$$

$$PE_1 = 4PE_2$$

طاقة وضع الزنبرك السفلي الذي مقدار إستطالته ضعف مقدار إستطالة الزنبرك العلوي يساوي 4 أضعاف مقدار طاقة وضع الزنبرك العلوي

س 10 / **قانون هوك** قد يتشابه زنبركان ولكن يكون ثابت الزنبرك لكل منهما مختلفا عن الآخر كيف يمكنك تمييز الزنبرك الذي ثابته أكبر ؟

ج 10 / الزنبرك الذي يستطيل أقل عند نفس القوة هو الذي ثابتُه أكبر.

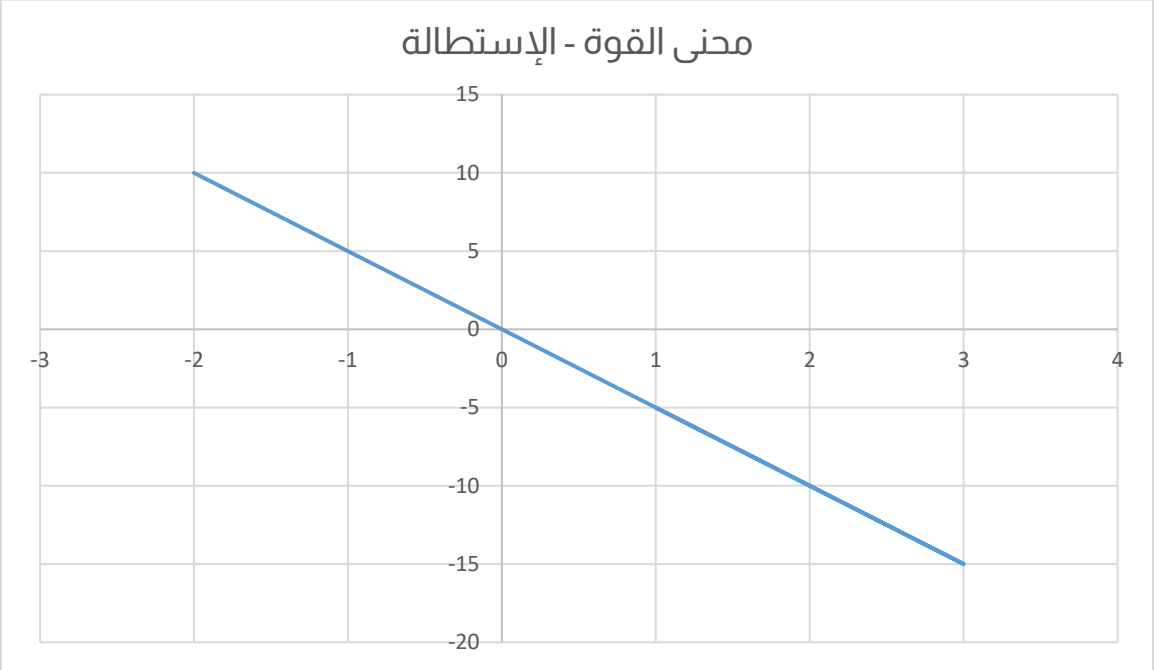
س 11 / قانون هوك تعلق أوزان مختلفة في شريط مطاطي بواسطة خطاف. فإذا كانت العلاقة ما بين هذه الأوزان واستطالة الشريط المطاطي عكسية، كيف يمكنك أن توضح من خلال التمثيل البياني إذا كان الشريط المطاطي يخضع لقانون هوك؟

ج 11 / للتأكد مما إذا كان الشريط المطاطي ينطبق عليه قانون هوك أم لا يجب

اولا : يجب تحديد الأوزان من خلال قانون نيوتن الثاني $F_g = mg$

ثانيا : إنشاء المنحنى البياني من خلال رسم المحور الأفقي (الإستطالة) و رسم المحور الراسي (القوة) ، و رسم العلاقة الخطية العكسية من خلال مرور الخط المستقيم بنقطة الأصل حيث يمر بالربع الثاني و الربع الرابع

ثالثا : إيجاد ثابت الزنبرك من خلال إيجاد ميل المنحنى البياني من خلال قانون هوك $\frac{F}{x} = k$



س 12 / البندول إلى أي مدى يجب أن يتغير طول البندول حتى يتضاعف زمنه الدوري؟
كيف يجب أن يتغير الطول حتى يقل الزمن الدوري بمقدار النصف؟

ج 12 / $T_1 = 2T_2 \quad L_1 =? L_2$

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} \rightarrow 2T_2 = 2 \times 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}$$

$$\frac{2\pi}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{l_1}{g}} = \frac{4\pi}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{l_2}{g}}$$

$$(\sqrt{\frac{l_1}{g}})^2 = (2\sqrt{\frac{l_2}{g}})^2 \rightarrow g \times \frac{l_1}{g} = 4\frac{l_2}{g} \times g \rightarrow l_1 = 4l_2$$

$$T_2 = \frac{1}{2}T_1 \quad L_2 = ?\, L_1$$

$$2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} = \frac{1}{2}(2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}})$$

$$\frac{2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}}{2\pi} = \frac{\frac{1}{2}(2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}})}{2\pi}$$

$$\sqrt{\frac{l_2}{g}} = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{l_1}{g}}$$

$$(\sqrt{\frac{l_2}{g}})^2 = (\frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{l_1}{g}})^2$$

$$\frac{1}{4}l_1 = l_2$$

س 13 / **الرنين** إذا اختل توازن إطار سيارة. فإنها ستهتز بقوة عند سرعة محددة ولكن ليس بسرعة أكبر أو أقل. فسر ذلك

ج 13 / تهتز السيارة بقوة عند سرعة معينة لأن تردد دوران الإطار غير المتوازن يتطابق مع التردد الطبيعي لاهتزاز هيكل السيارة. هذا التطابق يسبب زيادة كبيرة في سعة الاهتزاز(، مما يؤدي إلى الشعور بالاهتزاز القوي. عند السرعات الأخرى، لا يحدث هذا التطابق، ولهذا يكون الاهتزاز ضعيفًا أو غير محسوس.

س 14 / التفكير الناقد قارن بين الحركة الدائرية المنتظمة و الحركة التوافقية البسيطة

ج 14 /

	الحركة الدائرية المنتظمة	الحركة التوافقية البسيطة
المسار	تكون على محيط الدائرة	ذهابا و إيابا حول موضع الإتزان
السرعة	تكون السرعة العددية ثابته بينما تكون السرعة المتجهة متغيرة	تكون السرعة متغيرة في المقدار و الإتجاه تكون صفر عند أقصى إزاحة (السعة) و تكون عظمى عند موضع الإتزان
التسارع و القوة	الجسم يمتلك تسارعًا مركزيًا موجهًا دائمًا نحو مركز الدائرة. هذا التسارع ناتج عن قوة مركزية ثابتة في المقدار ومتغيرة في الاتجاه.	التسارع والقوة ليسا ثابتين. كلاهما يتناسب طرديًا مع الإزاحة عن موضع الاتزان ويكونان موجهين دائمًا نحو)عكس اتجاه الإزاحة (موضع الاتزان).

بسم الله الرحمن الرحيم

الوحدة الأولى (الإهتزازات و الموجات)

الدرس الثاني (خصائص الموجات)

تعريف الموجة

الموجة : إضطراب ينقل الطاقة من دون نقل المادة

أنواع الموجات

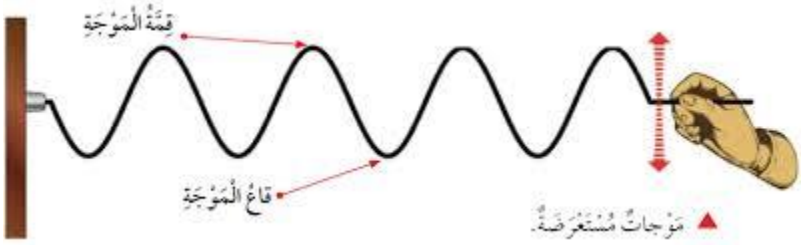
من حيث الوسط :

الموجات الميكانيكية : الموجات التي تنتقل من خلال المادة مثل موجات الصوت

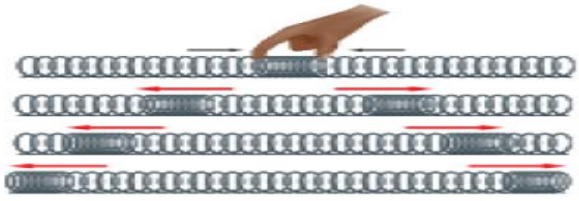
الموجات الكهرومغناطيسية : الموجات التي تنتقل من خلال المادة أو الفراغ مثل موجات الضوء

من حيث الحركة :

الموجات المستعرضة : الموجة التي تحدث إضطرابا في الجسيمات الموجودة في الوسط عموديا على إتجاه حركتها



الموجات الطولية : الموجة التي تنتشر في إتجاه اهتزاز حلقات الزنبرك نفسه مثل موجات الصوت



الموجات السطحية : موجة تنتشر على السطح الفاصل بين وسطين (مثل الماء والهواء)، وتجمع في طبيعتها بين الحركة الطولية والمستعرضة، بحيث تتحرك الجسيمات على شكل **مسار دائري أو بيضاوي**.



خصائص الموجات :

تعتمد خصائص الموجة على كيفية تكون الموجة ، بينما تعتمد خصائص أخرى على طبيعة الوسط الذي تنتقل الموجة من خلاله

السعة : أقصى إزاحة للموجة من موضع الإتزان ، و نظرا لأن السعة عبارة عن مسافة ، فهي دائما موجبة

طاقة الموجة : تتوقف سعة الموجة على طريقة حدوثها ، إذ يجب إضافة المزيد من الطاقة إلى النظام لإنتاج موجة ذات سعة أكبر ، حيث تنقل الموجات ذات السعة الكبيرة تنقل قدر كبير من الطاقة

بالنسبة للموجات التي تتحرك بنفس السرعة ، فيتناسب معدل نقل الطاقة طرديا مع مربع السعة

$$WE \propto A^2$$

الطول الموجي : أقصر مسافة بين النقاط المتكافئة على الموجة المستعرضة ، القمة : كل نقطة أعلى الموجة ، القاع : كل نقطة أسفل الموجة

السرعة : يمكن قياس سرعة الموجة من خلال المعادلة :

$$v = \lambda T$$

لا تعتمد سرعة الموجة على السعة أو التردد أو الطول الموجي ، لكنها تعتمد على الوسط الذي تنتقل من خلاله

طور الموجة : يُطلق على نقطتين على الموجة يفصل بينهما طول موجي واحد أو مضاعفاته أنهما في الطور نفسه. والجسيمان الموجودان في الوسط نفسه يُعدان في طور واحد إذا كان لهما الإزاحة و السرعة نفسها عن موضع الاتزان، أما إذا كان الجسيمان في الوسط متعاكسين في الإزاحة و السرعة، فإنهما يكونان متعاكسين في الطور حيث يكون فرق الطور بينهما ° 180

إن فرق الطور بين القمة والقاع للموجة يساوي ° 180. وبناءًا عليه فإن فرق الطور بين أي نقطتين على الموجة ينحصر بين ° 0 و ° 180 إحداهما بالنسبة إلى الأخرى. °0 وبالتالي فإن فرق الطور يمكن أن ينحصر بين °0 و °360 درجة بين نقطتين في الوسط نفسه

الزمن الدوري و التردد : ينطبق كل من الزمن الدوري و التردد على الموجات الدورية فقط

الزمن الدوري : الزمن الذي يستغرقه الجسم لإتمام دورة واحدة ، بينما التردد : عدد الذبذبات الكاملة التي تحدثها نقطة على هذه الموجة كل ثانية و يقاس بوحدة الهرتز Hz ، و يمثل ذبذبة واحدة في الثانية .

يعتمد كل من الزمن الدوري و التردد على مصدر تالموجة و لا يعتمدان على سرعة الموجة أو الوسط

يمكن حساب التردد من خلال المعادبة التالية :

$$f = \frac{1}{T}$$

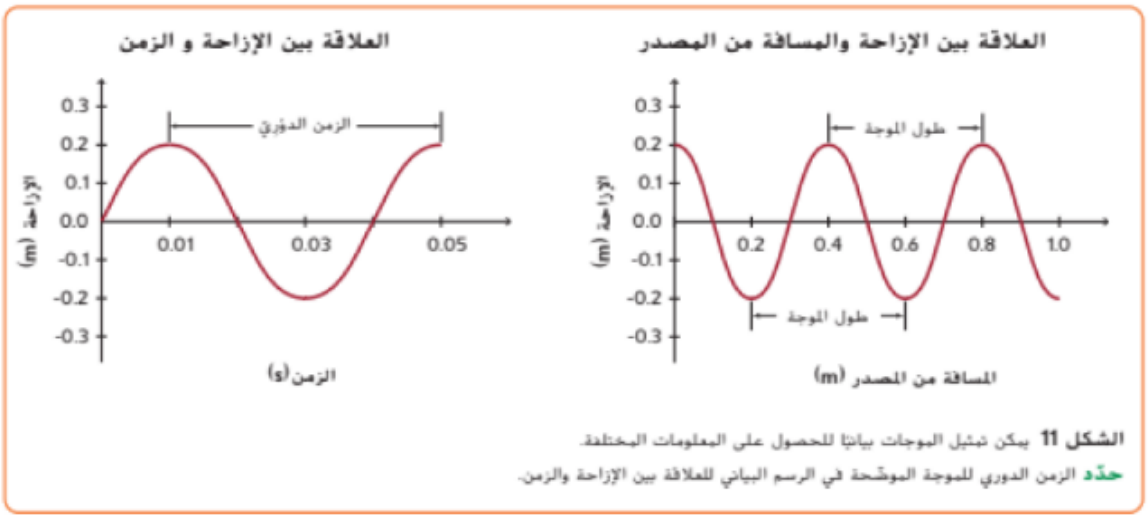
يمكن حساب الطول الموجي من خلال المعادلة التالية : (الطول الموجي يساوي السرعة قسمة التردد)

$$v = \lambda T, f = \frac{1}{T} \rightarrow T = \frac{1}{f}$$

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

التمثيل البياني للموجات

تمثيل الموجات بيانيًّا إذا أخذت صورة فوتوغرافية لموجة مستعرضة في حبل، فربما تجدها تشبه إحدى الموجات الموضّحة في **الشكل 10**. يمكن وضع هذه الصورة على ورقة تمثيل بياني لتوضيح المزيد من المعلومات عن الموجة. كما في الجزء الأيسر من **الشكل 11**. حيث يؤدي القياس من القمة إلى القمة المجاورة أو من القاع إلى القاع المجاور على هذه النقطة إلى معرفة طول الموجة. وبالمثل لو أنك رصدت حركة جسم واحد. مثل حركة النقطة P في **الشكل 10** فإنه يمكنك تمثيل هذه الحركة بيانيًا على ورقة رسم بياني. بحيث ترسم الإزاحة بوصفها متغيرًا مع الزمن كما في **الشكل 11** والذي من خلاله يمكن إيجاد الزمن الدوري. بقياس المسافة من القمة إلى القمة أو من القاع إلى القاع.



الشكل 11 يمكن تمثيل الموجات بيانيًا للحصول على المعلومات المختلفة.

حدّد الزمن الدوري للموجة الموضّحة في الرسم البياني للعلاقة بين الإزاحة والزمن.

بسم الله الرحمن الرحيم

حل تطبيقات الدرس الثاني

خصائص الموجات

الوحدة الأولى

الإهتزازات و الموجات

س 15 / يسمع صوت الموجة الصوتية الذي تصدره دقات الساعة على بعد 515m بعد مرور 1.5 s

a / بناءً على هذه القياسات ما سرعة الصوت في الهواء؟

$$\Delta d = 515m \quad \Delta t = 1.5\ s \quad v = ?$$

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{515m}{1.5\ s} = 343.3m/s$$

b / يبلغ تردد الموجة الصوتية 436.2 فكم يبلغ الزمن الدوري لهذه الموجة؟

$$f = 436Hz \quad T = ?$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{436Hz} = 2.29 \times 10^{-3}s$$

c / ما طول موجة صوت دقات الساعة؟ ؟

$$v = 343.3m/s \quad f = 436Hz \quad \lambda = ?$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343.3m/s}{436Hz} = 0.78m$$

س 16 / إذا كنت تريد زيادة أطوال الموجات في الحبل ، فهل ينبغي أن تهزه بأعلى تردد أم بأقل تردد ؟

ج 16 / يجب هز الحبل بأقل تردد ، حيث يتناسب الطول الموجي عكسيا مع التردد $\lambda \propto \frac{1}{f}$

س 17 / كم تبلغ سرعة الموجة الدورية التي يبلغ ترددها 3.5Hz و طول موجتها 0.7m ؟

ج 17 / $f = 3.5Hz \quad \lambda = 0.7m \quad v = ?$

$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow v = \lambda f = 0.7m \times 3.5Hz = 2.45m/s$$

س 18 / كيف تؤثر زيادة طول الموجة بنسبة 50% في تردد موجة على حبل ؟

ج 18 / $\lambda_2 = 1.5\,\lambda_1 \rightarrow \lambda_2 = \frac{3}{2}\,\lambda_1$

$$f = \frac{v}{\lambda_2} \rightarrow \frac{2}{3} \times f = \frac{v}{\frac{3}{2}\,\lambda_1} \times \frac{2}{3} \rightarrow \frac{2}{3} f = \frac{v}{\lambda_1}$$

سيقل مقدار التردد بمقدار الثلث ، حيث ستصبح ثلثي القيمة الأصلية

لأن التردد يتناسب عكسيا مع الطول الموجي

س 19 / تبلغ سرعة موجة مستعرضة في وتر 15 m/s إذا أحدث المصدر اهتزازا يبلغ تردده 6 Hz ، فكم يبلغ طول موجته؟

ج 19 / $v = \frac{15m}{s} \quad f = 6Hz \quad \lambda = ?$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{15m/s}{6Hz} = 2.5m$$

س 20 / تنشأ خمسة أطوال موجة كل 0.1 s في خزان ماء. كم تبلغ سرعة الموجة إذا كان طول الموجة السطحية 1.20cm

ج 20 / $5\lambda \rightarrow 5T = 0.1S \quad \lambda \rightarrow T = \frac{5T}{5} = \frac{0.1S}{5} = 0.02S$

$$\lambda = 1.2cm = 0.012m \quad T = 0.02s \quad v = ?$$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0.012m}{0.02s} = 0.6m/s$$

س 21 / تنتقل موجة طولية دورية يبلغ ترددها 20Hz على طول لعبة بها زنبرك حلزوني. إذا كانت المسافة بين الانضغاطات المتتالية 0.6m. فكم تبلغ سرعة الموجة؟

ج 21 / $f = 20Hz \quad \lambda = 0.6m \quad v = ?$

$$v = \lambda f = 0.6m \times 20Hz = 12m/s$$

س 22 / كيف يتغير تردد الموجة عندما يتضاعف زمنها الدوري ؟

ج 22 / سيقل التردد للنصف لأن التردد يتناسب عكسيا مع الزمن الدوري

$$\frac{1}{2} \times f = \frac{1}{T} \times \frac{1}{2} \rightarrow \frac{f}{2} = \frac{1}{2T}$$

س 23 / وضح التغير الذي يطرا على الطول الموجي عندما يقل الزمن الدوري للنصف ؟

ج / 23 $\lambda \propto T \rightarrow \frac{1}{2}\lambda \propto \frac{1}{2}T$

س 24 / إذا زادت سرعة الموجة بمقدار 1.5 عن سرعتها الأصلية و ظل التردد ثابتا ، فما التغير الذي يطرأ على الطول الموجي ؟

ج / 24 $v_2 = 1.5v_1 \quad f_2 = f_1 \quad \lambda_2 = ? \lambda_1$

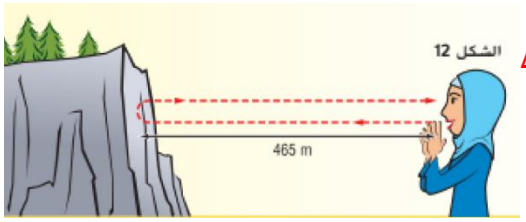
$$v_1 = f_1 \lambda_1$$

$$\lambda_2 = \frac{v_2}{f_2} \rightarrow \lambda_2 = \frac{1.5(f_1 \lambda_1)}{f_2} \rightarrow \lambda_2 = 1.5\lambda_1$$

سيزداد الطول الموجي بمقدار 1.5 لأنه يتناسب طرديا مع السرعة

س 25 / أصدرت مريم صوت صراخا بإتجاه منحدر رأسي ، فسمعت صدى الصوت بعد 2.75s

a / ما سرعة صوت مريم في الهواء ؟



$\Delta d = 465m \quad \Delta t = 2.75s \quad v = ?$

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{465m}{2.75s} = 169m/s$$

b / يبلغ الطول الموجي للصوت 0. 75m ، فما تردده ؟

$\lambda = 0.75m \quad v = \frac{169m}{s} \quad f = ?$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{169m/s}{0.75m} = 225.5Hz$$

a / ما الزمن الدوري للموجة ؟

$f = 225.5Hz \quad T = ?$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{225.5Hz} = 4.4 \times 10^{-3}s$$

س 26 / **الفكرة الرئيسة** لنفترض أنه طلب منك وزميلك في المختبر توضيح أن الموجة المستعرضة تنقل الطاقة من دون نقل المادة. كيف يمكنكما فعل ذلك؟

ج 26 / اربط قطعة من الخيط في مكان ما بالقرب من منتصف حبل ثم اطلب إلى زميل لك أن يثبت أحد طرق الجبل ثم حرك الطرف الآخر للحبل إلى أعلى وإلى أسفل لتوليد موجة مستعرضة ، عندما تتحرك الموجة خلال الحبل إلى أسفل يتحرك الحيط إلى أعلى و إلى أسفل الحبل و لكنه يبقى في المكان نفسه

س 27 / **خصائص الموجة** إذا أردت إحداث موجات مستعرضة على حبل عن طريق هز يدك من طرف إلى آخر. وبدأت بهز الحبل أسرع من دون تغيير المسافة التي تتحرك فيها يدك ماذا يحدث لسعة الموجة وطول الموجة والتردد والزمن الدوري والسرعة المتجهة؟

ج 27 / لا تتغير كل من السعة والسرعة المتجهة إلا أن التردد يزداد في حين يقل كل من الزمن الدوري والطول الموجي

س 28 / **الموجات الطولية** صف الموجات الطولية. ما أنواع الأوساط التي تنتقل من خلالها الموجات الطولية؟

ج 28 / في الموجات الطولية تهتز دقائق الوسط في اتجاه موار الاتجاه حركة الموجة. وتسمح الأوساط جميعها تقريبا للموجات الطولية بالانتقال خلالها سواء أكانت صلبة أو سائلة أو غازية

س 29 / **السرعة في الأوساط المختلفة** إذا سحبت طرفا واحدا من زنبرك. فهل ستصل الموجة إلى الطرف الآخر على الفور؟ ماذا يحدث عند سحب حبل؟ ماذا يحدث عند طرق نيابة ساق فلزية؟

قارن بين الموجات التي تنتقل من خلال هذه المواد الثلاث.

ج 29 / تحتاج النبضة إلى فترة زمنية حتى تصل إلى الطرف الآخر في كل حالة. ويكون انتقالها في الحبل أسرع مقارنة بسرعتها في النابض، والنبضة الأسرع تكون في قضيب الحديد

س 30 / **التفكير الناقد** إذا سقطت قطرة مطر في بركة مياه، فإنها الحدث موجات سعتها صغيرة. بينما إذا قفز سباح في بركة ماء. فسيحدث موجات سعتها كبيرة لماذا لا تحدث الأمطار الغزيرة أثناء العواصف الرعدية موجات كبيرة؟

ج 30 / تنتقل طاقة السباح إلى الموجة عبر مساحة صغيرة وخلال فترة زمنية قصيرة، في حين تنتشر طاقة حبات المطر على مساحة أوسع خلال فترة زمنية أكبر.

بسم الله الرحمن الرحيم

الوحدة الأولى (الإهتزازات و الموجات)

الدرس الثاني (سلوك الموجات)

الموجات عند الحدود

تعتمد سرعة موجات الزنبرك على مقدار قوة الشد F_T و على كتلة وحدة أطواله

إذا افترضنا أنه يوجد زنبركين مختلفين في سماكتهما و *متصلين من طرفيهما* (*الحد الفاصل*)

و مرت نبضة من خلالها سواءً من :

1 – الزنبرك الأكثر سماكة إلى الزنبرك الأقل سماكة

2 – الزنبرك الأقل سماكة إلى الزنبرك الأكثر سماكة

فإن هذه الموجة تسمى بالموجة الساقطة : و هي الموجة التي تصطدم بالحد الفاصل بين الزنبركين

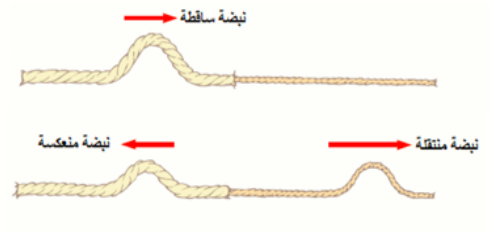
بعد إصطدام الموجة الساقطة بالحد الفاصل ، يرتد جزءاً من هذه الموجة بالإتجاه المعاكس

تسمى بالموجة المنعكسة و تعتمد على خصائص الزنبركين

يكون إتجاه الموجة المنعكسة كالآتي في الحالتين التاليتين :

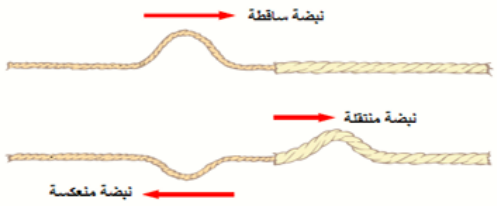
1 – إذا كانت الموجة الساقطة من الزنبرك الأكثر سماكة إلى الزنبرك الأقل سماكة

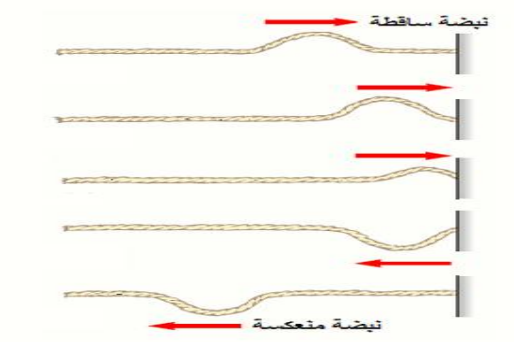
تنعكس الموجة كما هي



2 – إذا كانت الموجة الساقطة من الزنبرك الأقل سماكة إلى الزنبرك الأكثر سماكة

تنعكس الموجة مقلوبة (للأسفل)

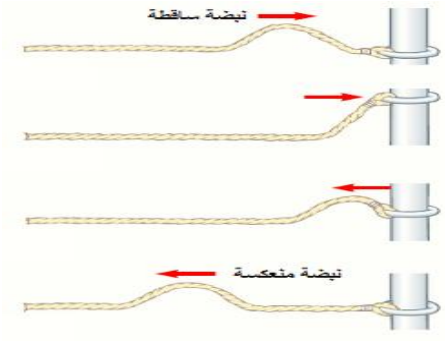




نابض مثبت في حائط (نفس الوسط)

تصطدم الموجة الساقطة بالحائط و تنعكس رأساً على عقب

(و لها نفس سعة الموجة الساقطة)



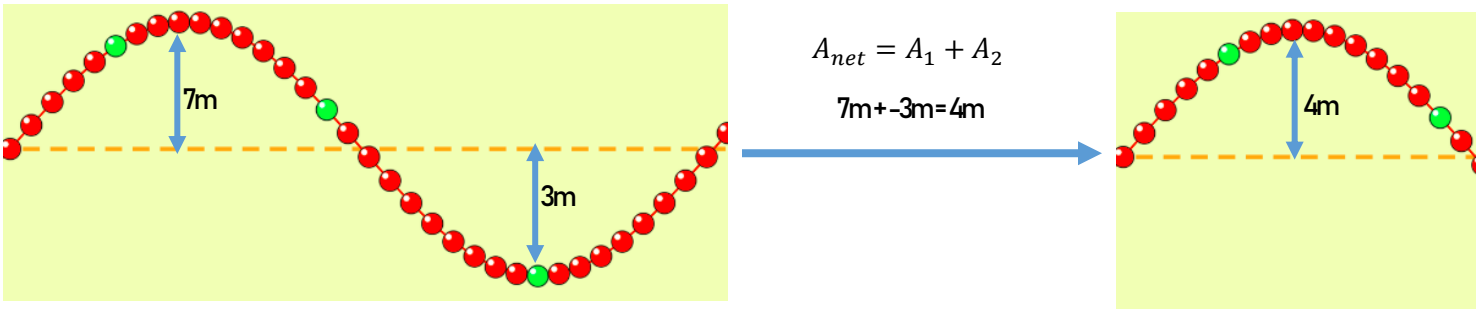
نابض متصل بحركة حرة حول قضيب (نفس الوسط)

تصطدم الموجة الساقطة بالحد الفاصل و تنعكس بنفس وضعها

(و لها نفس سعة الموجة الساقطة)

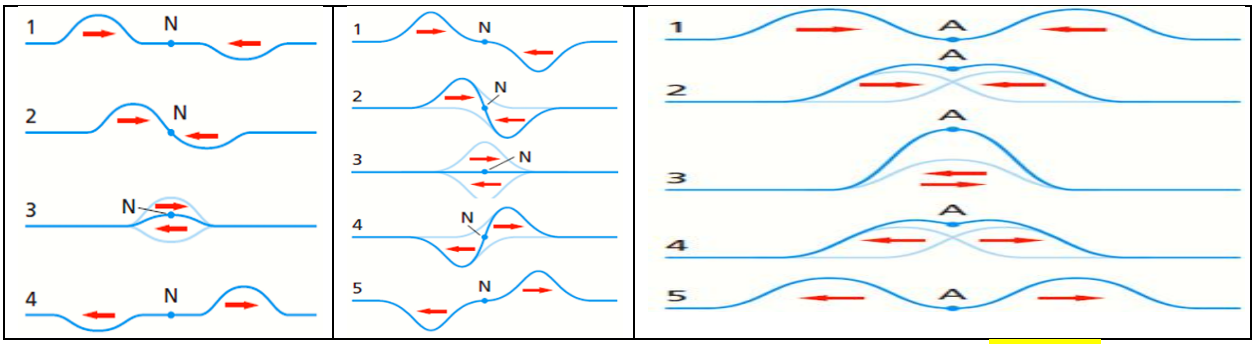
مبدأ التراكب

مبدأ التراكب : إزاحة الوسط الناتجة عن موجتين أو أكثر تساوي المجموع الجبري للإزاحات الناتجة من كل موجة على حدة و هذا يعني أنه ***يمكن تكوين موجة جديدة عند إلتقاء الموجتين في نقطة محددة***



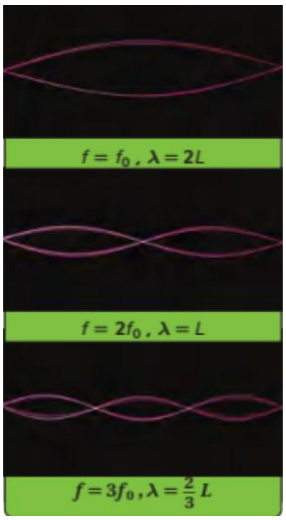
التداخل : الأثر الناتج عن تراكب الموجات ، و ينقسم لنوعين و هما :

البناء	الهدام	
	التام	الغير تام
هو إلتقاء قاعين أو قمتين عند نقطة محددة تسمى البطن و تكون السعة الناتجة هي مجموع السعتين أو ضعف السعة حيث تكون سعة الموجتين متساوية	هو إلتقاء قمة موجة مع قاع موجة اخرى و تكون سعة الموجتين متساويتين	هو إلتقاء قمة موجة مع قاع موجة اخرى و تكون سعة الموجتين غير متساويتين



العقدة N : النقطة التي لا تتحرك على الإطلاق و تكون في التداخل الهدام بنوعيه

البطن A : النقطة التي تتحرك عبر الموجة نتيجة التداخل البناء



الموجات المستقرة : الموجة التي تبدو و أنها لا تزال ساكنة بسبب الحركة المستمرة ذات السعة و التردد نفسه و الثابت ، و هي تداخل موجتين تتحركان في إتجاهين متعاكسين ، و عند مضاعفة تردد الإهتزاز ، تزداد كل من العقد و البطون بمقدار 1 (تزداد عقدة واحدة إضافية و يزداد بطن واحد إضافي)

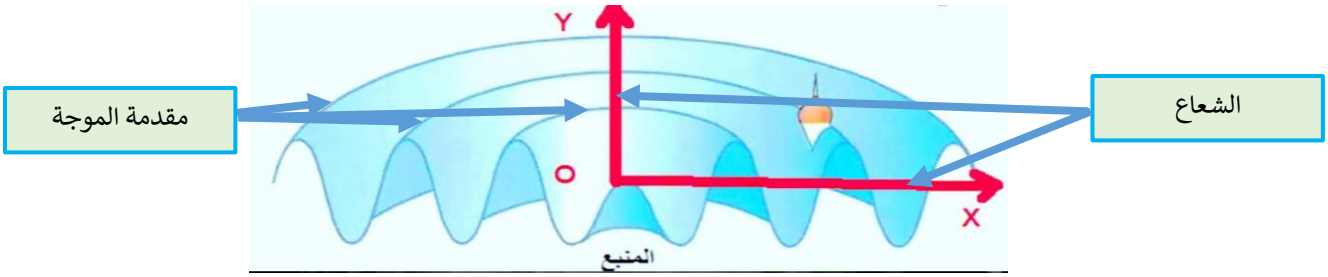
عدد العقد = عدد البطون + 1

الموجات في بعدين

تتحرك موجات سطح الماء في بعدين ، فعند إلقاء حجر صغير في بركة ماء ساكنة ، تتحرك القمم و القيعان للموجات الدائرية نحو الخارج في جميع الإتجاهات ، تمثل هذه الموجات عن طريق رسم دوائر تصل بين قمم الموجات الواصلة في الفترة الزمنية نفسها

مقدمة الموجة : خط يصل بين قمم الموجات الواصلة في الفترة الزمنية نفسها في بعدين (تستخدم لتوضيح شكل الموجات سواءً دائرية أو مستقيمة)

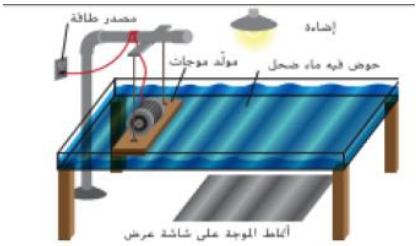
تتحرك الموجات في بعدين دائما في إتجاه متعامد مع مقدماتها أيا كان شكلها ، يمكن تمثيل هذا الإتجاه بشعاع : الخط الذي يبين إتجاه الموجة و يرسم عموديا على مقدمة الموجة



إنشاء الموجات في بعدين

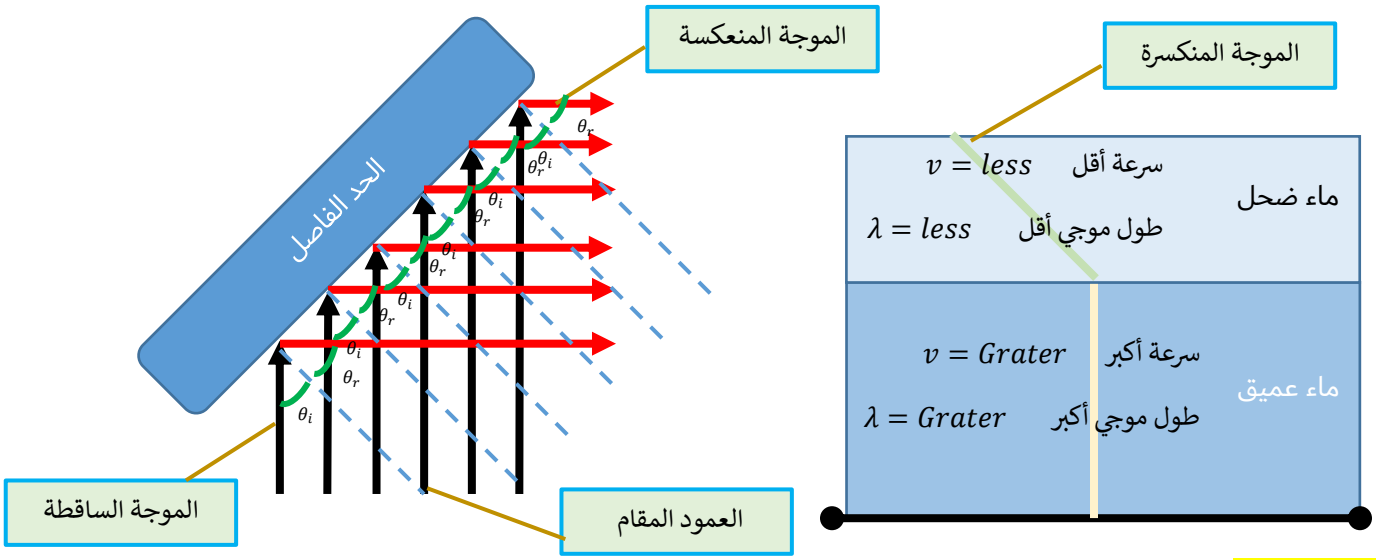
يمكن إنشاء الموجات في بعدين من خلال حوض الموجات : و هو حوض يولد الموجات عن طريق جسم مهتز لبيان خصائص الموجات المنتشرة في بعدين

في الحوض ، ترتبط الموجات الموجودة في الماء الضحل (الماء السطحي) بالموجات التي في الماء العميق ، و نتيجة لذلك ، يتساوى التردد في كلا الوسطين ، و يكون الطول الموجي أقصر في الماء الضحل (الماء السطحي)



إنعكاس الموجات في بعدين

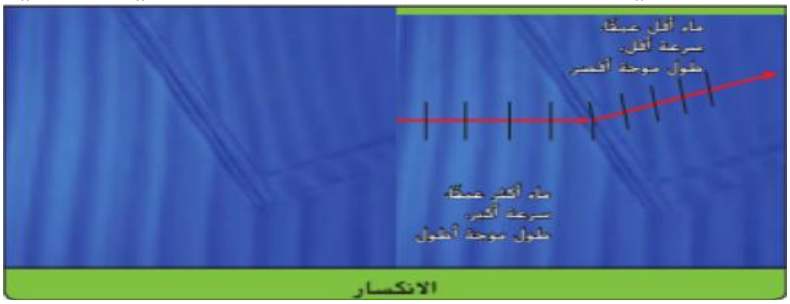
قانون الإنعكاس : ينص على أن زاوية السقوط $\theta_{incident}/\theta_i$ تساوي زاوية الإنعكاس $\theta_{reflection}/\theta_r$



قانون الإنكسار : التغير الناتج في إتجاه إنتشار الموجة عند الحد الفاصل بين وسطين مختلفين

إذا وضع لوحا زجاجيا أسفل الماء في حوض الموجات ، و سمك طبقة الماء أعلى اللوح الزجاجي أقل من سمك الماء في باقي الحوض ، فعندما تنتقل الموجات من الماء العميق للماء الضحل ، تقل سرعتها و يتغير إتجاهها ، حيث تعد هذه التغيرات التي تحدث في السرعة عندما تنتقل الموجات من وسط لآخر

" في الحوض ، ترتبط الموجات الموجودة في الماء الضحل (الماء السطحي) بالموجات التي في الماء العميق ، و نتيجة لذلك ، يتساوى التردد في كلا الوسطين ، و يكون الطول الموجي أقصر في الماء الضحل (الماء السطحي) "



بسم الله الرحمن الرحيم

حل تطبيقات الدرس الثالث

سلوك الموجات

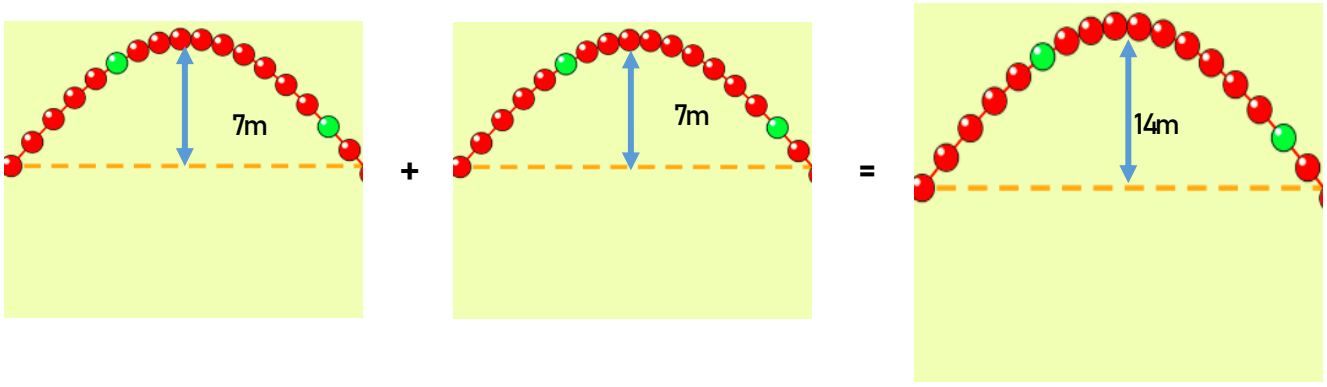
الوحدة الأولى

الإهتزازات و الموجات

س 31 / ما الخصائص التي تبقى ثابتة من دون تغيير عندما تعبر الموجة من خلال حد فاصل بين وسطين مختلفين (التردد – السعة – الطول الموجي – السرعة – الإتجاه)

ج 31 / التردد يبقى ثابتاً بينما تقل السعة و الطول الموجي و السرعة و يتغير إتجاه الموجة عند الإرتداد حسب الوسط المنتقل له الموجة

س32 / **تراكب الموجات** مثل بالرسم موجتين تنتج من تداخلهما موجة سعتها أكبر من سعة الموجتين المنفردتين



س 33 / **إنكسار الموجات** تغير الموجة إتجاهها عندما تنتقل من وسط إلى آخر. هل يمكن أن تعبر الموجة في بعدين حدا يفصل بين وسطين من دون أن يتغير إتجاههما ؟

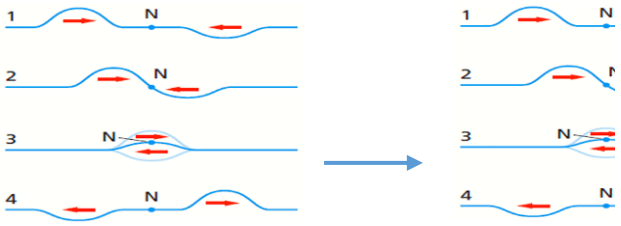
ج 33 / يمكن ، يجب أن تغير الموجة إتجاهها بسبب مرور الموجة بوسط مختلف بتباعد جسيمات مختلف ، فتميل الموجة المنكسرة بزاوية معينة و تكون عندما يسقط الموجة على الحد الفاصل أو أن تكون للموجة نفس السرعة في الوسطين

س 34 / **الموجات المستقرة** ما العلاقة بين عدد العقد و عدد البطون في موجة مستقرة في زنبرك مثبت من الطرفين ؟

ج 34 / عند مضاعفة تردد الإهتزاز ، تزداد كل من العقد و البطون بمقدار 1 (تزداد عقدة واحدة إضافية و يزداد بطن واحد إضافي)

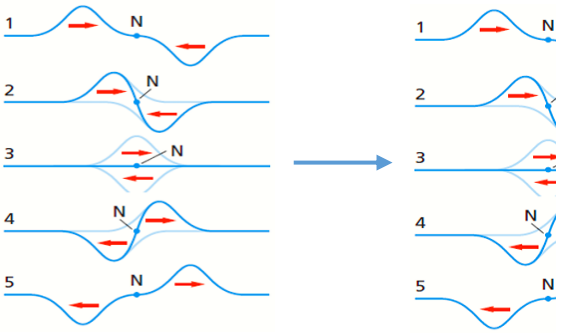
عدد العقد = عدد البطون + 1

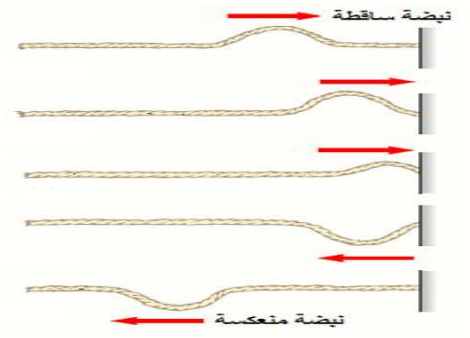
س 35 / التفكير الناقد لفهم انعكاس الموجات بطريقة أخرى، غطّ الجانب الأيمن من كل رسم في الجزء الأيمن في الشكل 16 بقطعة من الورق، على أن تكون حافة الورقة موضوعة على النقطة التي تمثل العقدة الآن. ركز على الموجة الناتجة التي تظهر باللون الأزرق الداكن لاحظ أنها تنتقل كموجة منعكسة من أحد الحدود الفاصلة هل هذا الحد الفاصل جدار ثابت؟ كرر هذا التمرين مع الجزء الأوسط من الشكل 16.

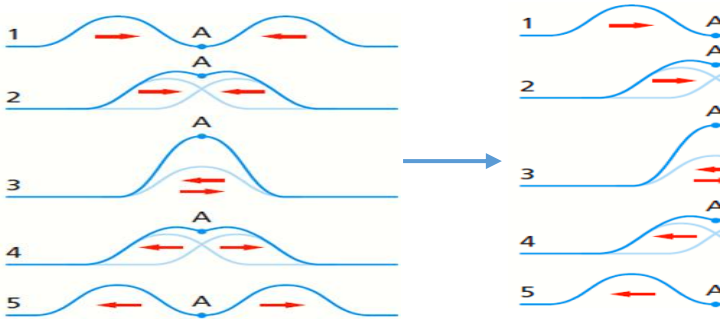


إصطدمت الموجة بنقطة ثم إرتدت مقلوبة و هذا يعني أنها موجة مثبتة في نقطة محددة ، مثل موجات الحبل المثبتة في حائط

التداخل الهدام بنوعيه

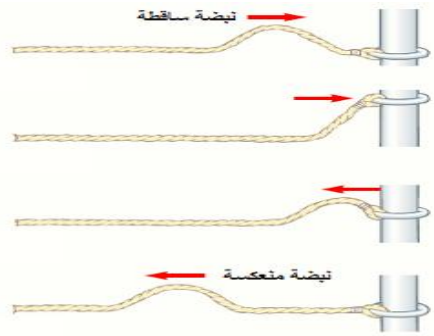






إصطدمت الموجة بنقطة ثم إرتدت كما هي و هذا يعني أنها موجة حرة الحركة ، مثل موجات الحبل المتصلة حول عمود أو قضيب معدني

التداخل البناء



بسم الله الرحمن الرحيم

حل تطبيقات الوحدة الأولى

الإهتزازات و الموجات

القسم 1 الحركة الدورية

إتقان المفاهيم

س 36 / **الفكرة الرئيسة** ما الحركة الدورية ، اذكر 3 أمثلة عليها

ج 36 / الحركة الدورية هي حركة الأجسام التي تتكرر بإنتظام على فترات زمنية متساوية مثل حركة الجرس و البندول البسيط و حركة النابض عند تعليق كتلة به

س 37 / ما الفرق بين التردد و الزمن الدوري ؟ كيف يرتبط كل منهما بالآخر ؟

ج 37 / التردد هو عدد الإهتزازات بالثانية الواحدة بينما الزمن الدوري هو الزمن المستغرق لإكمال الجسم الذي يتحرك حركة دورية دورة واحدة ، و كلما زاد عدد الإهتزازات بالثانية (التردد) قل الزمن المستغرق لإكمال إهتزازة واحدة (الزمن الدوري) ، فيتناسب التردد عكسيا مع الزمن الدوري

س 38 / ما الحركة التوافقية البسيطة ، اذكر مثالا عليها

ج 38 / الحركة التوافقية البسيطة هي حركة دورية تحدث بها قوة إستعادة تتناسب طرديا مع إزاحة الجسم عن موضع إتزانه و تؤثر بإتجاه معاكس لتلك الإزاحة مثل الكتلة المعلقة بزنبرك ، فقوة الجاذبية الخاصة بالكتلة المعلقة تتناسب طرديا مع إستطالة الزنبرك و القوة المحصلة للجاذبية و قوة الشد بالزنبرك تحاول إعادة الكتلة المعلقة لموضع إتزانها

س 39 / إذا كان الزنبرك يخضع لقانون هوك ، فما العلاقة التي تربط القوة المؤثرة مع الإستطالة ؟

ج 39 / علاقة طردية فعندما تزداد القوة المؤثرة على الكتلة المعلقة يزداد إستطالة الزنبرك المرن

س 40 / كيف يمكن تحديد ثابت الزنبرك من الرسم البياني للعلاقة بين القوة و الإستطالة ؟

ج 40 / من خلال ميل العلاقة الخطية بين القوة و الإستطالة ، فقانون هوك ينص على أن القوة المؤثرة على زنبرك تساوي حاصل ضرب الإستطالة بثابت الزنبرك ، مما يعني أن ثابت الزنبرك هو حاصل قسمة القوة المؤثرة على الإستطالة و هو نفس قيمة ميل العلاقة الخطية بين القوة المؤثرة و الإستطالة

س 41 / كيف يمكن تحديدطاقة الوضع المرونية المختزنة في الزنبرك من الرسم البياني للعلاقة بين القوة و الإستطالة ؟

ج 41 / طاقة الوضع المرونية المختزنة في الزنبرك تساوي الشغل ، و يمكن إيجاد الشغل من خلال الرسم البياني من خلال المساحة أسفل المنحنى البياني ، و عادة ما تكون العلاقة الخطية بين القوة و الإستطالة

علاقة تناسبية ، فتكون المساحة أسفل المنحنى البياني على شكل المثلث ، و مساحة المثلث رياضيا هي نصف القاعدة ضرب الإرتفاع ، و من خلال المنحنى البياني للقوة المؤثرة مقابل الإستطالة ، فإن مساحة المثلث هي نصف الإستطالة مضروبة في القوة المؤثرة $PE_{spring} = \frac{1}{2}Fx$

س 42 / هل يعتمد الزمن الدوري للبندول على كتلة الثقل ؟ أم طول البندول ؟ أم سعة الإهتزازة ؟ ما الذي يعتمد عليه أيضا الزمن الدوري ؟

ج 42 / يعتمد الزمن الدوري للبندول على طول البندول و على تسارع الجاذبية حسب الموقع الذي عليه البندول

س 43 / ما الشروط اللازمة لحدوث الرنين ؟

ج 43 / يحدث الرنين عندما تؤثر قوة صغيرة في جسم مهتز على فترات زمنية متساوية و هذا يؤدي إلى زيادة سعة إهتزاز الحركة

إتقان حل المسائل

س 44 / إذا استطال زنبرك مسافة $0.12m$ عندما علق في أسفله عدد من التفاحات وزنها $3.2N$ ، فما مقدار ثابت الزنبرك

ج 44 / $x = 0.12m \quad F_g = -3.2N \quad k = ?$

$$F = -kx \rightarrow \frac{F}{x} = -k$$

$$-k = \frac{-3.2N}{0.12m} = -26.6N/m$$

$$k = 26.6N/m$$

س 45 / **صدمات السيارات** تتضمن كل الزنبركات اللولبية لسيارة ثابت زنبركها يبلغ $25 \times \frac{10^3 N}{m}$ ، ما مقدار انضغاط كل زنبرك عندما يحمل ربع سيارة وزنها $25 \times 10^3 N$؟

ج 45 / $k = 25 \times 10^3 N/m \quad F = \frac{25 \times 10^3 N/m}{4} = 6.25 \times 10^3 N \quad x = ?$

$$F = -kx \rightarrow 6.25 \times 10^3 N = -25 \times 10^3 N/m \cdot x$$

$$x = \frac{6.25 \times 10^3 N}{-25 \times 10^3 N/m} = -\frac{1}{4}m$$

سينضغط الزنبرك بمقدار ربع متر

س 46 / يستطيل زنبرك يبلغ ثابته $27N/m$ لمسافة مقدارها $16cm$. كم تبلغ طاقة الوضع المرونية للزنبرك ؟

ج 46 / $k = 27N/m \quad x = 16cm = 0.16m \quad PE_{spring} = ?$

$$PE_{spring} = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 27N/m \times 0.16m^2 = 0.3456J$$

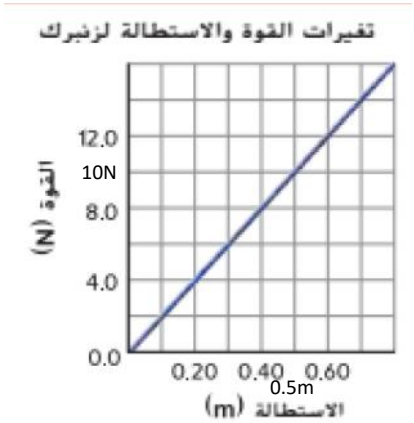
س 47 / **قاذفة الصواريخ** تتضمن لعبة قاذفة الصواريخ زنبرك يبلغ ثابته $35N/m$. ما المسافة التي يجب أن ينضغطها الزنبرك لتخزين $1.5J$ من الطاقة ؟

ج 47 / $k = 35N/m \quad PE_{spring} = 1.5J \quad x = ?$

$$PE_{spring} = \frac{1}{2}kx^2 \rightarrow \frac{PE_{spring}}{\frac{1}{2}k} = x^2$$

$$x = \sqrt{\frac{2PE_{spring}}{k}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.5J}{35N/m}} = 0.29m \approx 0.3m$$

س 48 / أوجد من خلال الرسم البياني التالي ثابت الزنبرك و أوجد طاقة الوضع المرونية إذا إستطال الزنبرك بمقدار $0.5m$



ج 48 أ / يمكن إيجاد ثابت الزنبرك من خلال ميل المنحنى البياني

$$k = \frac{4N - 0N}{0.2m - 0m} = 20N/m$$

ج 48 ب / يمكن إيجاد طاقة الوضع المرونية بطريقتين

1 – نحدد القوة من خلال الرسم البياني عند إستطالة الزنبرك بمقدار $0.5m$

عندما تكون الإستطالة $0.5m$ ، تكون القوة المؤثرة $10N$

و يتم إيجاد طاقة الوضع المرونية من خلال المساحة أسفل المنحنى البياني (مثلث)

$$PE_{spring} = \frac{1}{2}Fx = \frac{1}{2} \times 10N \times 0.5m = 2.5J$$

2 – نضرب نصف ثابت الزنبرك في مربع الإستطالة

$$PE_{spring} = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 20N/m \times 0.5m^2 = 2.5J$$

س 49 / ما مقدار الطول اللازم للبندول ليصبح زمنه الدوري $2.3s$ على سطح القمر (حيث أن تسارع الجاذبية على سطح القمر $1.6m/s^2$)

ج 49 / $T = 2.3s \quad g = \frac{1.6m^2}{s} \quad l = ?$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \rightarrow (\frac{T}{2\pi})^2 = (\sqrt{\frac{l}{g}})^2 \rightarrow l = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$$

$$l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{2.3^2 \times 1.6m/s^2}{4\pi^2} = 0.214m$$

س 50 / **مهمة الترتيب** رتب البندولات التالية وفقاً للزمن الدوري من الأصغر للأكبر

A / الطول $l = 10cm$ ، الكتلة $m = 25kg$

B / الطول $l = 10cm$ ، الكتلة $m = 35kg$

C / الطول $l = 20cm$ ، الكتلة $m = 25kg$

D / الطول $l = 20cm$ ، الكتلة $m = 35kg$

ج 50 / بالبداية ، الكتلة لا تؤثر على الزمن الدوري ، يعتمد الزمن الدوري للبندول فقط على طول الخيط و على تسارع الجاذبية حسب موقع البندول ، سنفترض أن جميع البندولات على الأرض حيث تخضع لتسارع الجاذبية و قدره $g = 9.8m/s^2$

A / الطول $l = 10cm$ ، الكتلة $m = 25kg$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.1m}{9.8m/s^2}} = 0.63s$$

B / الطول $l = 10cm$ ، الكتلة $m = 35kg$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.1m}{9.8m/s^2}} = 0.63s$$

C / الطول $l = 20cm$ ، الكتلة $m = 25kg$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.2m}{9.8m/s^2}} = 0.9s$$

D / الطول $l = 20cm$ ، الكتلة $m = 35kg$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.2m}{9.8m/s^2}} = 0.9s$$

$$A = B < C = D$$

القسم 2 خصائص الموجات

إتقان المفاهيم

س 51 / اشرح كيف تختلف عملية نقل الطاقة المرتبطة بقذف كرة عن عملية نقل الطاقة المرتبطة بموجة ميكانيكية

ج 51 / عند إلقاء الكرة ، تنتقل الطاقة الميكانيكية مع نقل الكرة (المادة) بينما تنتقل الطاقة المرتبطة بالموجة ميكانيكية دون نقل المادة مثل الصوت ، تنتقل موجات الصوت دون نقل جسيمات الوسط

س 52 / ما أوجه الإختلاف بين الموجات المستعرضة و الموجات الطولية و الموجات السطحية ؟

ج 52 / تنتقل الموجة المستعرضة عموديا على إتجاه الحركة بينما تنتقل الموجة الطولية موازياً لإتجاه الحركة ، بينما تعتبر الموجة السطحية مزيجاً بينهم و تنتشر على السطح الفاصل بين وسطين

س 53 / إذا انتقلت الموجة عبر زنبرك ثابت الطول ، فهل يمكن تغيير سرعة الموجات التي تنتقل عبر الزنبرك ؟ و هل يمكن تغيير تردد موجة تنتقل عبر الزنبرك ؟

ج 53 / لا يمكن تغيير سرعة الموجات لأنها تعتمد على الوسط الناقل بينما يمكن تغيير التردد من خلال زيادة أو نقصان عدد الإهتزازات بالثانية الواحدة

س 54 / ما الطول الموجي لموجة ؟

ج 54 / هي أقصر مسافة بين النقاط المتكافئة ، بمعنى أنها أقصر مسافة بين القمم أو القيعان بالموجة المستعرضة أو أنها المسافة بين قمتين متتاليتين أو بين قاعين متتاليين ، و تكون أقصر مسافة بين الإنضغاطات و التخلخلات على الموجة الطولية أو أنها المسافة بين إنضغاطين متتاليين أو بين تخلخلين متتاليين

س 55 / لنفترض أنك أحدثت نبضة عبر حبل ما وجه المقارنة بين موضع نقطة على الحبل قبل وصول النبضة و موضع النقطة بعد وصول النبضة ؟

ج 55 / بمجرد مرور النبضة ، تعود النقطة تماما كما كانت عليه قبل مرور نبضة جديدة

س 56 / ما وجه الإختلاف بين الموجة و الموجة الدورية ؟

ج 56 / تعد الموجة العادية مجرد اضطراب مفرد في وسط ما ، بينما تعد الموجة الدورية عدة موجات متجاورة

س 57 / وضح الإختلاف بين تردد الموجة و سرعة الموجة ؟

ج 57 / تردد الموجة يعتمد على عدد الإهتزازات بالثانية الواحدة بينما تعتمد سرعة الموجة على حركة الموجة عبر الوسط

س 58 / لنفترض أنك أحدثت موجة مستعرضة عن طريق هز أحد طرفي زنبرك من جانب إلى آخر ما وجه المقارنة بين تردد حركة يدك وتردد الموجة؟

ج 58 / كلاهما نفس الشئ فتردد حركة اليد هو الذي يحدث تردد الموجة

س 59 / متي تكون نقطتان على الموجة في الطور نفسه، ومتى تصبح النقطتان متعاكستين في الطور؟ اذكر مثالا لكل منهما

ج 59 / تكون النقاط على الموجة في الطور نفسه إذا كان لهما نفس الإزاحة و السرعة المتجهة و الإتجاه (كلاهما للأعلى أو كلاهما للأسفل) و تكون النقاط متعاكسة في الطور إذا كان لكل منهما إزاحة مختلفة و سرعة متجهةمختلفة و إتجاه مختلف عن النقطة الأخرى (نقطة للأعلى و نقطة للأسفل) ، تكون القمم في نفس الطور و تكون القيعان في نفس الطور ، و لكن لا تكون القمم و القيعان في نفس الطور

إتقان حل المسائل

س 60 / وضح العلاقة بين سعة الموجة و الطاقة التي تنقلها

ج 60 / تكون العلاقة بين سعة الموجة و طاقة الموجة علاقة تربيعية طردية ، حيث تتناسب الطاقة مع مربع سعة الموجة $E_{Wave} \propto A^2$

س 61 / **حركة بناية** يتأرجح برج ويليس في مدينة شيكاغو ذهابًا وإيابا في مهب الريح بتردد $0.12Hz$ تقريبا . كم يبلغ الزمن الدوري للاهتزاز ؟

ج 61 / $f = 0.12Hz \quad T = ?$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.12Hz} = 8.\overline{3}s$$

س 62 / **موجات المحيط** يبلغ طول موجة محيط $12m$ وتمر موجة بموقع ثابت كل $3s$كم تبلغ سرعة الموجة؟

ج 62 / $\lambda = 12m \quad T = 3s \quad v = ?$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{12m}{3s} = 4m/s$$

س 63 / يبلغ طول الموجة لموجات الماء في طبق مسطح $6cm$ ، يتحرك الماء صعوداً و هبوطاً بمعدل $4.8Hz$

a / كم تبلغ سرعة الموجات

$$\lambda = 6cm = 0.06m \quad f = 4.8Hz \quad v = ?$$

$$v = \lambda f = 0.06m \times 4.8Hz = 0.288m/s \approx 0.29m/s$$

b / كم يبلغ الزمن الدوري لهذه الموجات ؟

$$f = 4.8Hz \quad T = ?$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{4.8Hz} = 0.21s$$

س 64 / تنتقل موجات الماء في بحيرة بمعدل $3.4m$ خلال $1.8s$ ، يبلغ الزمن الدوري للذبذبة $1.1s$

a / كم تبلغ سرعة موجات الماء ؟

$$\Delta d = 3.4m \quad \Delta t = 1.8s \quad T = 1.1s \quad v = ?$$

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{3.4m}{1.8s} = 2m/s$$

b / كم يبلغ الطول الموجي ؟

$$T = 1.1s \quad v = 2m/s \quad \lambda = ?$$

$$\lambda = vT = 2m/s \times 1.1s = 2.2m$$

س 65 / **السونار** يبلغ طول موجة إشارة سونار ترددها $1 \times 10^6 Hz \; or \; 1MHz$ نحو $1.5mm$ في الماء

a / كم تبلغ سرعة الإشارة في الماء

$$f = 1 \times 10^6 Hz \; or \; 1MHz \quad \lambda = 1.5mm = 1.5 \times 10^{-3}m \quad v = ?$$

$$v = \lambda f = 1.5 \times 10^{-3}m \times 1 \times 10^6 Hz = 1500m/s \; or \; 1.5 \times 10^3$$

b / كم يبلغ الزمن الدوري لها في الماء ؟

$$f = 1 \times 10^6 Hz \; or \; 1MHz \quad T = ?$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1 \times 10^6 Hz} = 1 \times 10^{-6}s$$

س 66 / تبلغ سرعة الصوت في الماء $1498m/s$. ترسل إشارة سونار من سفينة مباشرة إلى أسفل عند نقطة تحت سطح الماء مباشرة وكشفت الإشارة المنعكسة بعد مرور $1.8s$ كم يبلغ عمق الماء؟

ج 66 / $v = 1498m/s \quad \Delta t = 1.8s \quad \Delta y = ?$

$$2\Delta y = v \cdot \Delta t = 1498m/s \times 1.8s = 2696.4m$$

$$\Delta y = \frac{1}{2} \times 2696.4m = 1348.2m$$

س 67 / تحدث موجة صوتية طولها الموجي $0.6m$ و سرعتها $330m/s$ خلال $0.5s$

a / ما تردد الموجة ؟

$$\lambda = 0.6m \quad v = 330m/s \quad \Delta t = 0.5s \quad f = ?$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{330m/s}{0.6m} = 550Hz$$

b / كم عدد الموجات الكاملة المرسلة في هذه الفترة الزمنية ؟

$$f = 550Hz \quad \Delta t = 0.5s \quad \text{عدد الإهتزازات} = ?$$

$$f = \frac{\text{عدد الإهتزازات}}{\Delta t} \rightarrow \text{عدد الإهتزازات} = f \cdot \Delta t = 550Hz \times 0.5s = 275 \text{هزة}$$

c / بعد مرور $0.5s$. كم تبعد مقدمة الموجة عن مصدر الصوت ؟

$$v = 330m/s \quad \Delta t = 0.5s \quad \Delta d = ?$$

$$\Delta d = v \cdot \Delta t = v = 330m/s \times 0.5s = 165m$$

س 68 / يستريح مازن وعبدالله على منصة بحرية بعد السباحة. قدر كلاهما أن المسافة التي تفصل بين القاع والقمة المجاورة لكل موجة سطحية في البحيرة $3m$. عد كلاهما 12 قمة خلال $20s$ احسب مقدار السرعة التي تنتقل بها الموجات.

ج 68 / $\lambda = 2 \times 3m = 6m \quad f = \frac{12wave}{20s} = 0.6Hz \quad v = ?$

$$v = \lambda f = 6m \times 0.6Hz = 3.6m/s$$

$$\lambda = 2 \times 3m = 6m \quad T = \frac{20s}{12wave} = \frac{5}{3}s \quad v = ?$$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{6m}{\frac{5}{3}s} = 3.6m/s$$

س 69 / **الزلازل** تبلغ السرعة للموجات المستعرضة التي يحدثها . زلزال $8.9km/s$ وتبلغ السرعة للموجات الطولية$5.1km/s$. يسجل جهاز قياس الزلازل وصول الموجات المستعرضة قبل الموجات الطولية بمقدار $68s$ ما مقدار المسافة التي يبعدها الزلزال (عن المركز)؟

ج 69 / $v_s = 8.9km/s \quad v_p = 5.1km/s \quad \Delta t = 68s \quad \Delta d = ?$

$$\frac{\Delta d}{v} = \Delta t$$

$$\Delta t = (\frac{\Delta d}{v_p} - \frac{\Delta d}{v_s})$$

$$68s = (\frac{\Delta d}{5.1km/s} - \frac{\Delta d}{8.9km/s})$$

$$68s = \Delta d(\frac{1}{5.1km/s} - \frac{1}{8.9km/s})$$

$$68s = \Delta d(0.0837km/s)$$

$$\Delta d = \frac{68s}{0.0837km/s} = 812.4km = 8.1 \times 10^2 km$$

القسم 3 سلوك الموجات

إتقان المفاهيم

س 70 / عندما تعبر موجة حدا فاصلا بين حبل رفيع وحبل سميك كما هو موضح في الشكل ،23 يتغير طولها الموجي وسرعتها ولا يتغير ترددها اشرح لماذا يبقى التردد ثابتا.



ج 70 / لأن التردد يعتمد على عدد الإهتزازات بالثانية و لا يعتمد على الوسط المنتقل من خلاله مثل الطول الموجي و السرعة

س 71 / ما وجه الإختلاف بين نبضة موجة منعكسة من جدار ثابت و النبضة الساقطة ؟

ج 71 / ترتد النبضة المنعكسة من الجدار بشكل معاكس لنبضتها الساقطة ، بينما تسقط النبضة الساقطة و لا ترتد

س 72 / صف حركة جسيمات وسط يقع عند عقد موجات مستقرة

ج 72 / تكون حركة الجسيمات ثابتة حيث لا تتغير حركة و سرعة الموجات المستقرة

س 73 / **الموجات المستقرة** تُثبت لوحة من منتصفها، ونثرت عليها كمية من السكر عند النقر على وتر كمان بالقرب منها. تهتز حافة اللوحة ويتجمع السكر في مناطق معينة ويبتعد عن مناطق أخرى صف هذه المناطق في ضوء الموجات المستقرة.

ج 73 / المناطق التي يتجمع عندها السكر هي العقد حيث لا يوجد إهتزاز ، بينما المناطق الخالية من السكر هي البطون حيث يكون بالقرب منها أكبر إهتزاز فلذلك يبتعد السكر عنها و يذهب للمناطق التي لا توجد بالقرب منها إهتزاز (العقد)

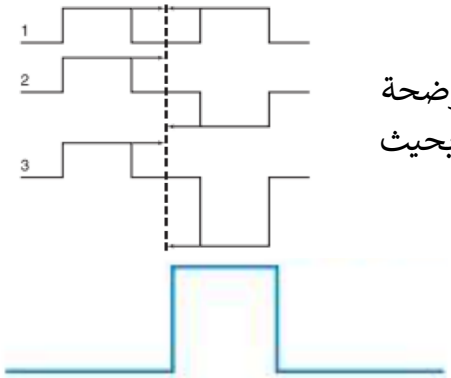
س 74 / إذا اهتز وتر شكلا 4 أقسام ، ستستطيع لمس بعض النقاط عليه من دون إحداث إضطراب في حركته ما عدد هذه النقاط ؟

ج 74 / الأقسام المتكونة هي البطون ، و لا يمكن لمس البطون دون إحداث إضطراب بها ، و لكن يمكن لمس العقد دون إحداث إضطراب بها ، و حسب القانون فإن عدد العقد = عدد البطون + 1 ، بمعنى أنه يمكن لمس 5 عقد دون إحداث إضطراب بالموجة المستقرة

س 75 / عبرت مقدمات موجات بزاوية من وسط إلى آخر ، و تحركت فيه بسرعات مختلفة ، صف التغيرين اللذين حدثا في مقدمات الموجات ، ما الذي لم يتغير ؟

ج 75 / يتغير كل من الطول الموجي و إتجاه الموجة و لكن لا يتغير التردد ، فهو لا يعتمد على الوسط أو الزاوية ، و السرعة متغيرة حسب السؤال

إتقان حل المسائل



س 76 / مثل بالرسم نتيجة كل حالة من الحالات الثلاث (1و2و3) الموضحة في الشكل 24 عندما يقع مركزا النبضتين المتقاربتين على الخط المنقط بحيث تتداخل النبضتان تماما.

1 – ستنتج موجة جديدة تساوي مجموع سعات الموجات المتداخلة

ستتضاعف السعة نظرا لأن سعات الموجات المتداخلة متساوية

2 – ستتداخل الموجات تداخل هدام، و نظرا لتساوي سعات الموجات

المتداخلة ، فسيلغيان بعضهما البعض و تكون السعة الناتجة صفر

3 – ستتداخل الموجات تداخل هدام غير تام نظرا لإختلاف السعات



فستنتج موجة سعتها تساوي حاصل طرح سعة الموجتين

س 77 / **أجهزة الجيتار** تبلغ سرعة الموجة في وتر الجيتار $265m/s$. و يبلغ طول الوتر $63cm$. و عندما حرك منتصف الوتر بسحبه إلى أعلى و تركه ، انتقلت الموجات في كلا الإتجاهين و انعكست بعيداً من طرفي الوتر

a / ما المدة الزمنية التي تستغرقها الموجة لتنتقل إلى الوتر و تعود إلى المنتصف ؟

عندما تسحب منتصف الوتر ثم تتركه، تنتقل الموجة من *المنتصف إلى أحد الطرفين* ثم *تنعكس وتعود إلى المنتصف* .أي أن *الموجة تقطع مرتين نصف طول الوتر* :

$$d = \frac{0.63m}{2} \times 2 = 0.63m$$

$$\Delta t = \frac{\Delta d}{v} = \frac{0.63m}{265m/s} = 2.4 \times 10^{-3}s$$

b / عندما تعود الموجات . هل يوجد الوتر فوق موقعه المستقر أم أسفله ؟

ستكون الموجات أسفل موقع الوتر المستقر ، لأنها انتقلت من وسط أقل صلابة إلى وسط أكثر صلابة

c / إذا حُرك الوتر مسافة $15cm$ من أحد طرفيه ، فأين ستلتقي النبضتان ؟

عند تحريك نقطة تبعد 15 cm عن أحد الطرفين ، تنطلق نبضة نحو الطرف القريب يبعد 0.15m، و نبضة أخرى نحو الطرف البعيد يبعد 0.48m، تنعكس كل نبضة عن الطرف الذي تصله، ثم تتحركان نحو بعضهما.نريد معرفة المكان الذي تلتقيان فيه بعد الانعكاس.

لنحسب أولاً **الزمن** الذي تستغرقه كل نبضة لتصل إلى الطرف وتنعكس:

النبضة القريبة من الطرف الأيسر:

$$t_1 = \frac{0.15m}{265m/s} = 5.66 \times 10^{-4}s$$

النبضة البعيدة من الطرف الأيمن:

$$t_2 = \frac{0.48m}{265m/s} = 1.8 \times 10^{-3}s$$

بعد الانعكاس، النبضة التي كانت قريبة من الطرف الأيسر تبدأ بالعودة **قبل** الأخرى بزمن

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 1.8 \times 10^{-3}s - 5.66 \times 10^{-4}s = -1.24 \times 10^{-3} \rightarrow 1.24 \times 10^{-3}s$$

أي أنها تتحرك نحو اليمين لمدة $1.24 \times 10^{-3}s$ قبل أن تنعكس النبضة الثانية.

خلال هذا الزمن، النبضة الأولى تقطع مسافة:

$$\Delta d = v \times \Delta t = 265m/s \times 1.24 \times 10^{-3}s = 3.3 \times 10^{-1}m$$

إذن عند لحظة انعكاس النبضة الثانية، تكون النبضة الأولى على بعد $0.48\,m$ من الطرف الأيسر

$$0.15m + 0.33m = 0.48\,m$$

.أي أن النبضتين ستلتقيان في منتصف المسافة تقريباً بعد الانعكاسين —لاحظ أن هذا بالضبط هو مكان الطرف الأيمن
:لكن لنتأكد رياضيًا بعد الانعكاس

بعد أن تنعكس كلتاهما، المسافة بينهما = $0.63m$، وسرعة اقترابهما.$265m/s + 265m/s = 530m/s$

:الزمن اللازم لتلتقيا بعد انعكاس الثانية

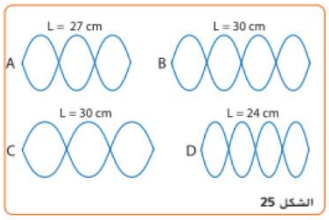
$$t = \frac{0.63m}{530m/s} = 1.2 \times 10^{-3}s$$

خلال هذا الزمن، النبضة الثانية (من الطرف الأيمن) تقطع:

$$\Delta d = 265m/s \times 1.2 \times 10^{-3}s = 0.315m$$

فتلتقيان على بعد $0.315m$

أي في منتصف الوتر



س 78 / تنشأ الموجات المستقرة في الأوتار الأربعة ، إن كتلة كل الأوتار هي نفسها لكل وحدة طول و تتأثر جميعها بقوة الشد نفسها ، إذا كانت أطوال الأوتار (L) معلومة ، رتب ترددات الموجات من الأكبر إلى الأصغر

ج 78 / $D > B > A > C$

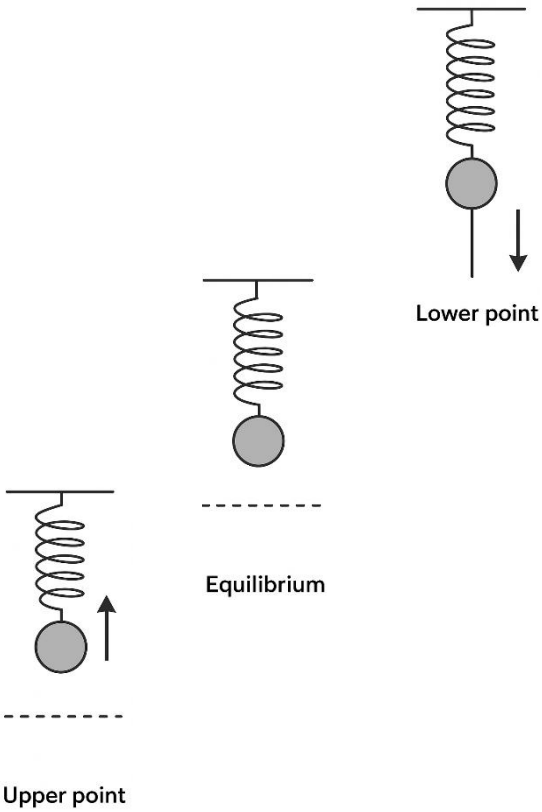
كلما قل الطول الموجي ، زاد التردد ، و نلاحظ أن الموجات B,D يمتلكان أقل طول موجي و أيضا يمتلكان عدد عقد أكثر ، مما يعني أن ترددهما قد يكون ضعف تردد موجتي A,C

تطبيق المفاهيم

س 79 / تهتز كرة إلى أعلى وإلى أسفل معلقة بطرف زنبرك وضح تغيرات الطاقة التي تحدث خلال اهتزازة واحدة كاملة. هل تتغير الطاقة الميكانيكية الكلية؟

ج 79 /

عند أسفل نقطة في مسار الحركة



تكون PE_{spring} عند قيمتها العظمى

بينما تكون $PE_{gravity}$ عند قيمتها الصغرى

تكون $KE = 0$

عند موضع الاتزان

تكون الطاقة الحركية KE عند قيمتها العظمى

تكون $PE_{spring} = 0$

وعند أعلى نقطة في مسار الحركة - لحظة الرجوع إلى أسفل

تكون $KE = 0$

بينما تكون $PE_{gravity}$ عند قيمتها العظمى

تكون PE_{spring} عند قيمتها العظمى

وتكون الطاقة الميكانيكية الكلية محفوظة

س 80 / هل يمكن إستخدام ساعة بندولية في محطة الفضاء الدولية الدوارة ؟ وضح ذلك

ج 80 / لا يمكن إستخدام الساعة البندولية في محطة الفضاء الدولية لأنها تخضع تحت تأثير السقوط الحر و الوزن الظاهري ، أي أن الجسم يبدو و كأنه ثابتاً ، فلذلك لن يتحرك البندول الذي بالساعة نظراً لأن تسارع الجاذبية صفراً

س 82 / لنفترض أنك وضعت إصبعك عدة مرات في حوض ممتلئ بالماء لصنع موجات دائرية. ماذا يحدث لطول الموجة عندما تحرك إصبعك بوتيرة أسرع؟

ج 82 / سيزداد التردد نظراً لزيادة عدد الإهتزازات بالثانية

س 83 / ماذا يحدث للزمن الدوري لموجة عندما يزداد ترددها ؟

ج 83 / سيقل الزمن الدوري بنفس معدل زيادة التردد لأنهما يتناسبان عكسياً

س 84 / ماذا يحدث لطول الموجة عندما يزداد ترددها ؟

ج 84 / سيقل الطول الموجي بنفس معدل زيادة التردد لأنهما يتناسبان عكسياً

س 85 / لنفترض أنك أحدثت نبضة واحدة في زنبرك ممتد . ما مقدار الطاقة اللازمة لإحداث نبضة ثانية لها ، سعتها مثلي سعتها الأصلية ؟

ج 85 / تتناسب الطاقة طرديا مع مربع السعة ، فعند زيادة السعة بمقدار الضعف ، تزداد الطاقة بمقدار 4 أضعاف $2^2 = 4$

س 86 / لا يمكنك أن تجعل الماء يتدفق ذهابا و إيابا في وعاء مسطح إلا إذا جعلت الوعاء يهتز بالتردد المناسب . وضح ذلك

ج 86 / يجب أن يكون الزمن الدوري للإهتزاز مساويا للزمن الذي تتحرك فيه الموجة للأمام و للخلف في الوعاء لإنتاج تداخل بناء

مراجعة عامة

س 87 / احسب الزمن الدوري لبندول طوله $1.4m$

ج 87 / $l = 1.4m \quad g = 9.8m/s^2 \quad T = ?$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1.4m}{9.8m/s^2}} = 2.37s$$

س 88 a / موجات الراديو تبث إشارات راديو AM بترددات تتراوح بين $550KHz \; and \; 1600KHz$ بسرعة $3 \times 10^8 m/s$ ، بسرعة موجات الضوء ، ما مدى أطوال موجات الإشارات ؟

ج 88 a / $f_1 = 550KHz = 5.5 \times 10^5 Hz \quad f_2 = 1600KHz = 1.6 \times 10^6 Hz$

$$c = 3 \times 10^8 m/s \quad \lambda_1 = ? \quad \lambda_2 = ?$$

$$\lambda_1 = \frac{c}{f_1} = \frac{3 \times 10^8 m/s}{5.5 \times 10^5 Hz} = 5.45 \times 10^2 m$$

$$\lambda_2 = \frac{c}{f_2} = \frac{3 \times 10^8 m/s}{1.6 \times 10^6 Hz} = 1.9 \times 10^2 m$$

س 88 b / موجات الراديو تبث إشارات راديو FM بترددات تتراوح بين $88MHz \; and \; 108MHz$ بسرعة $3 \times 10^8 m/s$ ، بسرعة موجات الضوء ، ما مدى أطوال موجات الإشارات ؟

ج 88 b / $f_1 = 88MHz = 8.8 \times 10^7 Hz \quad f_2 = 108MHz = 1.08 \times 10^8 Hz$

$$c = 3 \times 10^8 m/s \quad \lambda_1 = ? \quad \lambda_2 = ?$$

$$\lambda_1 = \frac{c}{f_1} = \frac{3 \times 10^8 m/s}{8.8 \times 10^7 Hz} = 3.4m$$

$$\lambda_2 = \frac{c}{f_2} = \frac{3 \times 10^8 m/s}{1.08 \times 10^8 Hz} = 2.7m$$

س 90 / عندما تعلّق كتلة $225g$ في زنبرك. يستطيل الزنبرك مسافة مقدارها $9.4\ cm$إذا سحب الزنبرك والكتلة مسافة مقدارها 8cm من موضع الاتزان الجديد هذا ثم تُركا، أوجد قيمة ثابت الزنبرك.

ج 90 / $m = 225g = 0.225kg \quad x = 9.4cm = 0.094m \quad \Delta y = 8cm = 0.08m$

$$F_g = 0.225kg \times -9.8m/s^2 = -2.205N$$

$$F = -kx \rightarrow k = \frac{-F}{x} = \frac{-(-2.205)N}{0.094m} = 23.45N/m$$

س 91 / إذا كنت تسبح بعيداً من الشاطئ . بالرغم من أن نبضات الموجة تنتقل نحو الشاطئ ، فإنها لا تنتقلك بالقرب من الشاطئ

a / ما نوع الموجة التي تواجهها عندما تسبح في الماء ؟

تكون الموجات التي بالماء هي الموجات السطحية

b / اشرح لماذا لا تنقلك الموجة بالقرب من الشاطئ ؟

لأن الإزاحة تكون عمودية على سطح الماء أي أن الموجات على سطح الماء تكون موجات مستعرضة للأعلى و للأسفل ، فبالتالي هي لا تؤثر على الحركة الأفقية للجسم

c / إذا مرت عليك 10 موجات في غضون 15 ثانية ، كم يبلغ الزمن الدوري لهذه الموجات ؟

$$10waves \rightarrow 15s$$

$$wave \rightarrow ?\,s$$

$$T = \frac{t}{N} = \frac{15s}{10waves} = 1.5s$$

d / احسب تردد هذه الموجات

$$T = 1.5s \quad f = ?$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1.5s} = \frac{2}{3}Hz$$

e / إذا قدرت أن قمم الموجات تبعد إحداها من الأخرى مسافة $3m$. فما السرعة المتجهة للموجات ؟

$$\lambda = 3m \quad f = \frac{2}{3}Hz \quad v = ?$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow v = \lambda f = 3m \times \frac{2}{3}Hz = 2m/s$$

f / بعد العودة إلى الشاطئ ، تنتقل الموجات بسرعة $1.8m/s$. كم يبلغ طول الموجة الفعلي لهذه الموجات ؟

$$v = 1.8m/s \quad f = \frac{2}{3}Hz \quad \lambda = ?$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1.8m/s}{\frac{2}{3}Hz} = 2.7m$$

س 92 / لاعب القفز بالحبال قفز أحد لاعبي القفز بالحبال كتلته $68kg$ من منطاد هواء ساخن باستخدام حبل مطاطي طوله $540m$ قابل للاستطالة. وعند اكتمال القفز كان اللاعب معلقاً بالحبل الذي أصبح طوله $1710m$كم يبلغ ثابت المرونة للحبل المطاطي ؟

ج 92 / $m = 68kg \quad F_g = 68kg \times -9.8m/s^2 = -666.4N$

$$l_1 = 540m \quad l_2 = 1710m$$

$$x = l_2 - l_1 = 1710m - 540m = 1170m \quad k = ?$$

$$k = \frac{-F}{x} = \frac{-(-666.4N)}{1170m} = 0.57N/m$$

س 93 / لديك ميزان ميكانيكي لوزن السمك مزود بزنبرك ينضغط عند إضافة وزن إلى خطاف مثبت أسفل الميزان. لسوء الحظ. أتلفت معايرة الميزان تماما. بالرغم من ذلك. لديك كتلة واحدة معلومة $500g$ تجعل الزنبرك ينضغط مسافة مقدارها $2cm$

a / ما مقدار ثابت الزنبرك ؟

$$m = 500g = 0.5kg \quad x = 2cm = 0.02m \quad F_g = 0.5kg \times -9.8N/kg = -4.9N$$

$$k = \frac{-F}{x} = \frac{-(-4.9N)}{0.02m} = 245N/m = 2.45 \times 10^2 N/m$$

b / إذا تسببت سمكة بأن ينضغط الزنبرك مسافة مقدارها $4.5cm$. ما كتلة السمكة ؟

$$k = 2.45 \times 10^2 N/m \quad x = 4.5cm = 4.5 \times 10^{-2}m \quad F_g = ? \quad m = ?$$

$$F = -kx = -2.45 \times 10^2 N/m \times 4.5 \times 10^{-2}m = -2.45 \times 4.5 = -1.1 \times 10^1 N$$

$$F_g = mg$$

$$-1.1 \times 10^1 N = -9.8N/kg \cdot m$$

$$m = \frac{-1.1 \times 10^1 N}{-9.8N/kg} = 1.125kg$$

س 94 / **تأرجح الجسر** في الصيف فوق نهر نيو ريفر في فرجينيا الغربية، يتأرجح العديد من الأولاد باستخدام الحبال ثم يسقطون في النهر بعد بضعة تأرجحات ذهابا وإيابا.

a / إذا استخدم "حسام حبلا طوله $10m$ ، فما الزمن الذي يحتاج إليه ليعمل اهتزازة كاملة؟

$$l = 10m \quad g = 9.8m/s^2 \quad T = ?$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{10m}{9.8m/s^2}} = 6.35s$$

b / إذا كانت كتلة "فهد" أكبر من كتلة "حسام" بمقدار $20kg$. فما توقعك لاختلاف الزمن الدوري لحركة تأرجحه عن حركة تأرجح "حسام" ؟

لا يكون هناك إختلاف ، لأن الزمن الدوري لا يتأثر بالكتلة ، بل يعتمد على الطول و على تسارع جاذبية موقع البندول

c / عند أي نقطة في حركة التأرجح تبلغ طاقة الحركة أقصى مقدار لها ؟

عند الجانبين ، حيث تكون السرعة عند أكبر مقدار لها ، و الطاقة الحركية تعتمد على السرعة من خلال المعادلة $KE_{trans} = \frac{1}{2}mv^2$

d / عند أي نقطة في حركة التأرجح تبلغ طاقة الوضع أقصى مقدار لها ؟

عند موضع الإتزان ، حيث تكون القوة المحصلة و تسارع الجاذبية عند أكبر مقدار لهما ، و طاقة الوضع الجذبية تعتمد على التسارع و على القوة المحصلة من خلال المعادلة $PE_g = mgh \; or \; PE_g = F_g h$

e / عند أي نقطة في حركة التأرجح تبلغ طاقة الحركة أدنى مقدار لها ؟

عند موضع الإتزان ، حيث تكون السرعة عند أقل مقدار لها ، و الطاقة الحركية تعتمد على السرعة من خلال المعادلة $KE_{trans} = \frac{1}{2}mv^2$

f / عند أي نقطة في حركة التأرجح تبلغ طاقة الوضع أدنى مقدار لها ؟

عند الجانبين ، حيث تكون القوة المحصلة و تسارع الجاذبية عند أقل مقدار لهما ، و طاقة الوضع الجذبية تعتمد على التسارع و على القوة المحصلة من خلال المعادلة $PE_g = mgh \; or \; PE_g = F_g h$

س 95 / **زنبركات السيارات** عندما تضيف حمولة مقدار $45kg$ إلى صندوق سيارة صغيرة جديدة، ينضغط الزنبركان الخلفيان مسافة إضافية مقدارها $1\ cm$

a / احسب الثابت لكل من الزنبركان.

$$m = 45kg \quad F_g = 45kg \times -9.8m/s^2 = -441N \quad x = 2cm = 0.02m \quad k = ?$$

$$k = \frac{-F}{x} = \frac{-(-441N)}{0.02m} = 22050N/m = 2.2 \times 10^4 N/m$$

b / ما مقدار الزيادة في طاقة الوضع المرونية المختزنة لكل من الزنبركين بعد إضافة الحمولة إلى صندوق السيارة؟

$$k = 2.2 \times 10^4 N/m \quad x = 0.01m \quad PE_{spring} = ?$$

$$PE_{spring} = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 2.2 \times 10^4 N/m \times 0.01m^2 = 1.1J$$

س 96 / **مدينة الألعاب** إذا كانت لعبتك المفضلة في مدينة الألعاب هي عربة مثبتة في هيكل بحيث تتأرجح مثل البندول . و إذا كانت العربة تتأرجح من موضع إلى آخر 8 مرات بالدقيقة ، أصبحت الآن تتأرجح 6 مرات في الدقيقة

a / ما الزمن الدوري الأصلي للعبة ؟

$$N = \text{عدد الإهتزازات} = 8 \quad t = 1min = 60s \quad T = ?$$

$$T = \frac{t}{N} = \frac{60s}{8} = 7.5s$$

b / ما الزمن الدوري الجديد للعبة ؟

$$N = \text{عدد الإهتزازات} = 6 \quad t = 1min = 60s \quad T = ?$$

$$T = \frac{t}{N} = \frac{60s}{6} = 10s$$

c / احسب التردد الجديد

$$N = \text{عدد الإهتزازات} = 6 \quad t = 1min = 60s \quad f = ?$$

$$f = \frac{N}{t} = \frac{6}{60s} = 0.1Hz$$

d / ما طول الساق الذي يحمل العربة باللعبة ؟

$$T = 10s \quad g = 9.8m/s^2 \quad \Delta l = ?$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \rightarrow (\frac{T}{2\pi})^2 = (\sqrt{\frac{l}{g}})^2 \rightarrow g \times \frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{l}{g} \times g \rightarrow l = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$$

$$l_2 = \frac{10^2 \times 9.8m/s^2}{4\pi^2} = 25m$$

$$l_1 = \frac{7.5^2 \times 9.8m/s^2}{4\pi^2} = 14m$$

$$\Delta l = l_2 - l_1 = 25m - 14m = 11m$$

e / إذا أراد أصحاب اللعبة مضاعفة الزمن الدوري للعبة ، فما النسبة المئوية للزيادة التي يلزم إضافتها إلى طول الساق ؟

سيتم إثبات هذا السؤال رياضيا بطريقتين :

1 – $T_2 = 2T_1$

$$2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} = 2\left(2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}\right)$$

$$2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} = 4\pi \cdot \frac{2\sqrt{l_1}}{2\sqrt{g}}$$

$$\left(2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}\right)^2 = \left(4\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}\right)^2$$

$$4\pi^2\frac{l_2}{g} = 16\pi^2\frac{l_1}{g}$$

$$\frac{4l_2}{4} = \frac{16l_1}{4}$$

$$l_2 = 4l_1$$

$\times 2 \rightarrow +100\%$

$\times 3 \rightarrow +200\%$

$\times 4 \rightarrow +300\%$

سنزيد على طول الساق 300% لمضاعفة الزمن الدوري للعبة

أو أن نزيد طول الخيط بمقدار 4 مرات

- 2

$$T_2 = 2T_1$$

$$T_2 = \sqrt{l_2} \quad T_1 = \sqrt{l_1}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\sqrt{l_2}}{\sqrt{l_1}} \rightarrow \frac{2T_1}{T_1} = \frac{\sqrt{l_2}}{\sqrt{l_1}}$$

$$2^2 = (\frac{\sqrt{l_2}}{\sqrt{l_1}})^2 \rightarrow 4 = \frac{l_2}{l_1} \rightarrow l_2 = 4l_1$$

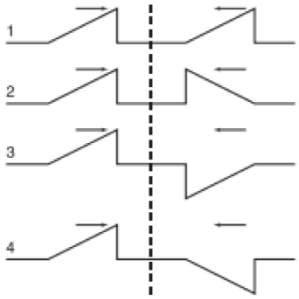
$\times 2 \rightarrow +100\%$

$\times 3 \rightarrow +200\%$

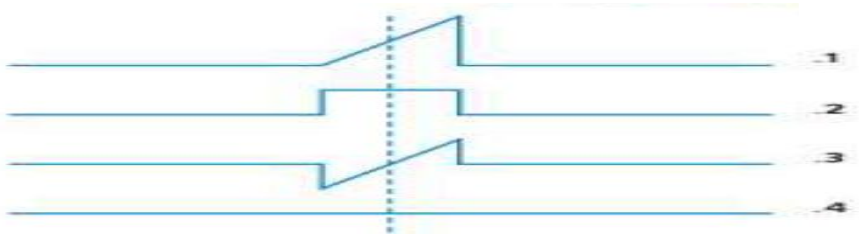
$\times 4 \rightarrow +300\%$

سنزيد على طول الساق 300% لمضاعفة الزمن الدوري للعبة

أو أن نزيد طول الخيط بمقدار 4 مرات



س 97 / مثل بالرسم نتيجة كل من الحالات الأربعة الموضحة بالشكل ، عندما يقع مركز كل من النبضتين على الخط المنقط بحيث تتداخل النبضتان تماماً



س 98 /**الساعات** يتحكم البندول المتأرجح في السرعة التي تعمل بها الساعة البندولية.

a / إذا وجدت أن الساعة تؤخر الوقت يوميا. فما التعديل الذي يلزم إجراؤه على البندول لضبط الوقت؟

من خلال تقليل طول خيط البندول بمقدار معين ، مما يزيد من الزمن الدوري ليكون مقارباً للوقت الأصلي

b / إذا كان طول البندول حاليا $15cm$. فما مقدار الطول اللازم تغييره حتى يكون الزمن الدوري أقل بمقدار $4 \times 10^{-2}s$ ؟

$$l_1 = 15cm = 0.15m \quad T_1 =? \quad l_2 =? \quad \Delta l =?$$

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.15m}{9.8m/s^2}} = 0.77s = 7 \times 10^{-1}s$$

$$T_2 = T_1 - 0.04s = 0.77s - 0.04s = 0.73s$$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} \rightarrow l_2 = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{0.73s^2 \times 9.8m/s^2}{4\pi^2} = 0.132m$$

$$\Delta l = l_2 - l_1 = 0.132m - 0.15m = 0.018m = 1.8cm$$

يجب تقليل الخيط بمقدار $1.8cm$ ليقل الزمن الدوري بمقدار $4 \times 10^{-2}s$

c / يبلغ طول بندول ساعة أخرى $77.5cm$. تؤخر الساعة على مدار اليوم $5min$ ما مقدار الطول الذي ينبغي تغييره لضبط الوقت؟

$$l_{false} = 77.5cm = 0.775m = 7.75 \times 10^{-1}m \quad l_{real} = ? \quad \Delta t = 5min = 300s \quad \Delta l = ?$$

$$real\ time\ in\ the\ day = 24h \times 3600s = 86400s$$

$$False\ time\ in\ the\ day = real\ time\ in\ the\ day - 300s = 86400s - 300s = 86100s$$

$$\left(\frac{Time_{false}}{Time_{real}}\right)^2 = \frac{l_{false}}{l_{real}}$$

$$\left(\frac{86100s}{86400s}\right)^2 = \frac{7.75 \times 10^{-1}m}{l_{real}}$$

$$(9.965 \times 10^{-1}s)^2 = \frac{7.75 \times 10^{-1}m}{l_{real}}$$

$$9.93 \times 10^{-1}s = \frac{7.75 \times 10^{-1}m}{l_{real}}$$

$$l_{real} = \frac{7.75 \times 10^{-1}m}{9.93 \times 10^{-1}s} = 0.78m = 7.8 \times 10^{-1}m$$

$$\Delta l = l_{false} - l_{real} = 7.75 \times 10^{-1}m - 7.8 \times 10^{-1}m = -5.4 \times 10^{-3}m = -54mm$$

يجب تقليل طول خيط البندول بمقدار $54mm$ ليصبح مثل الزمن الحقيقي

س 99 / تتوقف السرعة للموجة التي تنتقل عبر وتر على قوة الشد في الوتر والكتلة لكل وحدة طول للوتر. إذا كانت F_T هي قوة الشد في الوتر وμ هي الكتلة لكل وحدة طول، فيمكن تحديد السرعة (v) من خلال المعادلة التالية.

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

تبلغ كتلة جزء من الوتر طوله 5.30 m نحو 15.0 g. فكم يجب أن تكون قوة الشد في الوتر حتى يصبح طول موجة ترددها 125 Hz يساوي 120.0 cm؟

ج 99 /

$$l = 5.3m \quad m = 15g = 0.015kg \quad \lambda = 120cm = 120 \times 10^{-2}m = 1.2m$$

$$f = 125Hz \quad v = \lambda f = 1.2m \times 125Hz = 150m/s$$

$$\mu = \frac{m}{l} = \frac{0.015kg}{5.3m} = 2.8 \times 10^{-3}kg/m$$

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

$$v^2 = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}^2$$

$$v^2\mu = \frac{F_T}{\mu} \times \mu$$

$$F_T = v^2\mu = 150m/s^2 \times 2.8 \times 10^{-3}kg/m = 63.7N$$

التفكير الناقد

س 103 / **التحليل و الإستنتاج** إذا لزمت قوة مقدارها $20N$ لإحداث إستطالة في الزنبرك بمقدار $0.5m$

a / احسب ثابت الزنبرك

$$F = -20N \quad x = 0.5m \quad k = ?$$

$$k = \frac{-F}{x} = \frac{-(-20)}{0.5m} = 40N/m$$

b / ما مقدار الطاقة الكامنة في الزنبرك ؟

$$k = 40N/m \quad x = 0.5m \quad PE_{spring} = ?$$

$$PE_{spring} = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times \frac{40N}{m \times 0.5m^2} = 5J$$

$$F = 20N \quad x = 0.5m \quad PE_{spring} = ?$$

$$PE_{spring} = \frac{1}{2}Fx = \frac{1}{2} \times 20N \times 0.5m = 5J$$

c / لماذا لا يساوي الشغل المبذول لتمدد الزنبرك القوة مضروبة في الإستطالة أو $10J$؟

لأن الطاقة (الشغل) من خلال المنحنى البياني هي المساحة أسفل المنحنى البياني ، و بما أن العلاقة بين القوة و الإستطالة علاقة خطية تناسبية ، فإن المساحة أسفل المنحنى البياني هي مساحة المثلث و قانونها الرياضي هي نصف القاعدة بالإرتفاع ، و بالنسبة للمنحنى بين القوة و الإستطالة ، فإن قانونها هو نصف القوة بالإستطالة ، و في هذه الحالة تساوي الطاقة $PE_{spring} = \frac{1}{2}Fx = \frac{1}{2} \times 20N \times 0.5m = 5J$

تدريب على الإختبار المعياري

1 – ما قيمة ثابت زنبرك تبلغ طاقة وضعه المرونية $8.67J$ عندما يستطيل بمقدار $247mm$ ؟

$$PE_{spring} = 8.67J \quad x = 247mm = 247 \times 10^{-3}m = 0.247m \quad k = ?$$

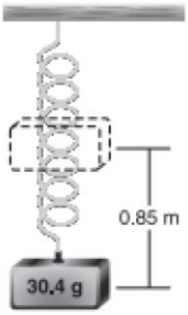
$$k = \frac{2PE_{spring}}{x^2} = \frac{2 \times 8.67J}{0.247m^2} = 284.2N/m$$

2 – ما مقدار القوة التي تؤثر في زنبرك يبلغ ثابته $275N/m$ عندما يستطيل بمقدار $14.3cm$ ؟

$$k = 275N/m \quad x = 14.3cm = 14.3 \times 10^{-2}m = 0.143m \quad F = ?$$

$$F = kx = 275N/m \times 0.143m = 39.3N$$

3 – إذا علقت كتة في نهاية طرف زنبرك فاستطال بمقدار $0.85m$ كما هو موضح في الشكل ، كم يبلغ ثابت الزنبرك؟



$$m = 30.4g = 30.4 \times 10^{-3}g = 0.0304kg \quad x = 0.85m$$

$$F = 0.0304kg \times -9.8m/s^2 = -0.3N \quad k = ?$$

$$k = \frac{-F}{x} = \frac{-(-0.3N)}{0.85m} = 0.35N/m$$

4 – زنبرك ثابته يساوي $350N/m$ يسحب بابا لكي يغلقه . ما مقدار الشغل المبذول عندما يسحب الزنبرك الباب بسرعة ثابتة من إستطالة مقدارها $85cm$ إلى إستطالة مقدارها $5cm$ ؟

$$PE_{Spring_1} = ? \quad PE_{Spring_2} = ? \quad \Delta PE_{Spring} = ? \quad k = 350N/m$$

$$x_1 = 5cm = 0.05m \quad x_2 = 85cm = 0.85m$$

$$PE_{Spring_1} = \frac{1}{2}kx_1{}^2 = \frac{1}{2} \times 350N/m \times 0.05m^2 = 0.4375J$$

$$PE_{Spring_2} = \frac{1}{2}kx_2{}^2 = \frac{1}{2} \times 350N/m \times 0.85m^2 = 126.4375J$$

$$\Delta PE_{Spring} = PE_{Spring_2} - PE_{Spring_1} = 126.4375J - 0.4375J = 126J$$

$$\approx 130J$$

5 – ما طول بندول يبلغ زمنه الدوري $4.89s$ ؟

$$T = 4.89s \quad g = 9.8m/s^2 \quad l = ?$$

$$l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{4.89s^2 \times 9.8m/s^2}{4\pi^2} = 5.9m \approx 6m$$

6 – ما تردد موجة يبلغ زمنها الدوري $3s$ ؟

$$T = 3s \quad f = ?$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{3s} = 0.3333Hz$$

7 – اعتماداً على معادلة الزمن الدوري للبندول ، أي معادلة صحيحة لطول البندول ؟

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

$$\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 = \left(\sqrt{\frac{l}{g}}\right)^2$$

$$g \times \frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{l}{g} \times g$$

$$l = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$$

8 – أي صفوف الجدول يمثل موجة مستقرة ؟

	الموجات	الإتجاه	الوسط
a	متماثلة	نفسه	نفسه
b	غير متماثلة	متعاكس	مختلف
c	متماثلة	متعاكس	مختلف
d	غير متماثلة	نفسه	مختلف

9 – ما اسم الظاهرة التي يطلق على سلوك الموجة التي يتغير فيها إتجاه الموجة عند إنتقالها من وسط إلى آخر ؟

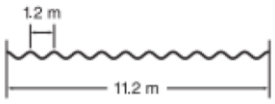
الإنكسار : التغير الناتج في إتجاه إنتشار الموجة عند الحد الفاصل بين وسطين مختلفين

الإنعكاس : عملية ارتداد الموجات على سطح فاصل بين وسطين مختلفين

التداخل : الأثر الناتج عن تراكب الموجات

التخلخل : منطقة في الموجات الطولية حيث يكون الضغط و الكثافة منخفضتين بسبب تباعد الجسيمات

10 – قطعت الموجة الموضحة في الشكل مسافة $11.2m$ إلى جدار و انعكست مرة أخرى في $4s$ ، كم يبلغ تردد الموجة ؟



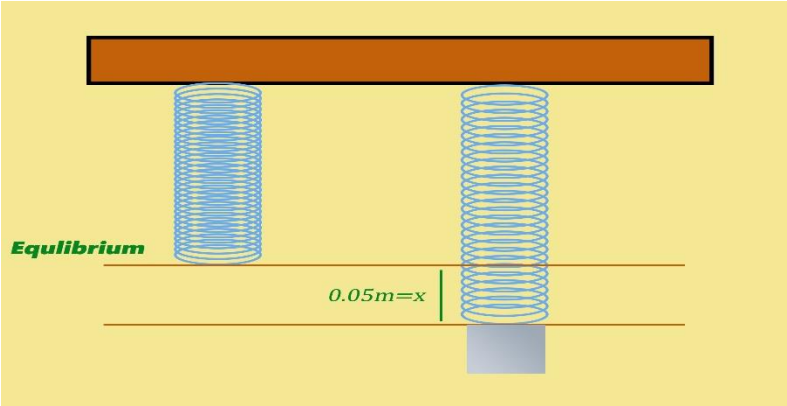
$$\Delta d = 11.2m \quad \Delta t = 2s \quad \lambda = 1.2m \quad f = ?$$

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{11.2m}{2s} = 5.6m/s$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{5.6m/s}{1.2m} = 4.6Hz \approx 5Hz$$

أسئلة من إختبارات وزارية سابقة

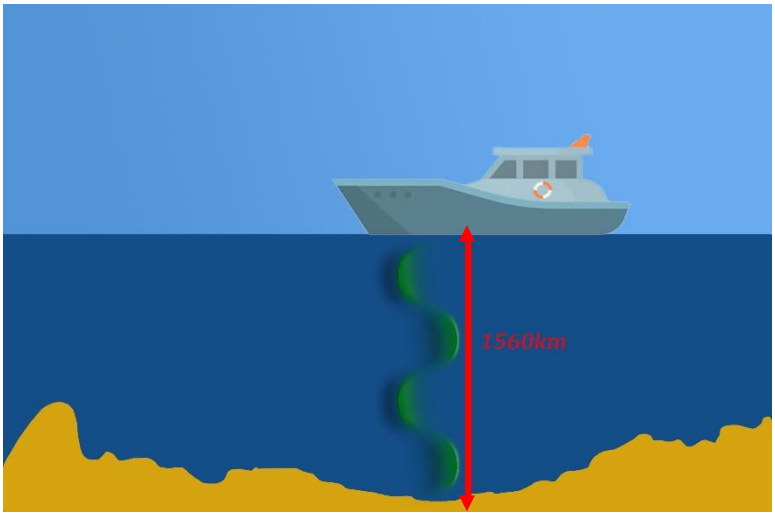
س1 – تم تعليق إسطوانة وزنها $(70N)$ بخطاف زنبركي مما أدى إلى تمدد الزنبرك (النابض) مسافة $(0.05m)$ ، كما هو موضح بالشكل أدناه ، أجب عن الأسئلة التالية :



A - ما مقدار ثابت المرونة (k) للنابض ؟

B - ما مقدار طاقة الوضع المرونية (PE_{Spring}) للنابض ؟

س 2 – أرسلت سفينة إستكشافية بالبحر آشعة على شكل موجة لقاع البحر لمعرفة عمق البحر ، قطعت الموجة مسافة $(780km)$ خلال $(60s)$ ، أجب عن الأسئلة التالية :

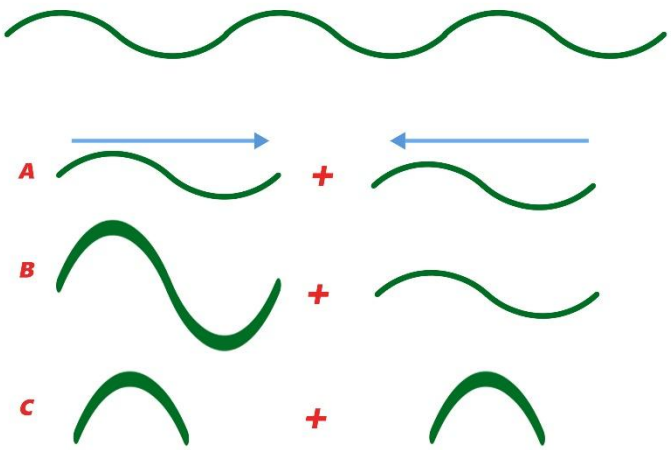


A - ما سرعة الآشعة المرسلة من السفينة ؟

B - ما تردد الآشعة الآشعة (إذا كان المسافة بين النقاط المتكافئة $3m$)؟

C - إذا سبح غواص من النقطة التي أطلقت السفينة منها الآشعة ، فكم سيستغرق للوصول إل القاع ؟

س3 – اذكر نوع التداخل و حدد ما إذا كان سيتكون A , N ، و اذكر بشكل وصفي سعة الموجة المتكونة من التداخل



A

نوع التداخل : _____

ما الذي سيتكون : _____

السعة الناتجة : _____

B

نوع التداخل : _____

ما الذي سيتكون : _____

السعة الناتجة : _____

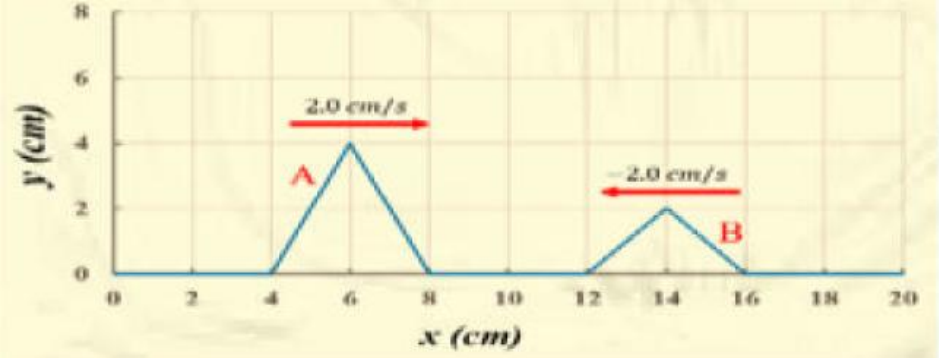
C

نوع التداخل : _____

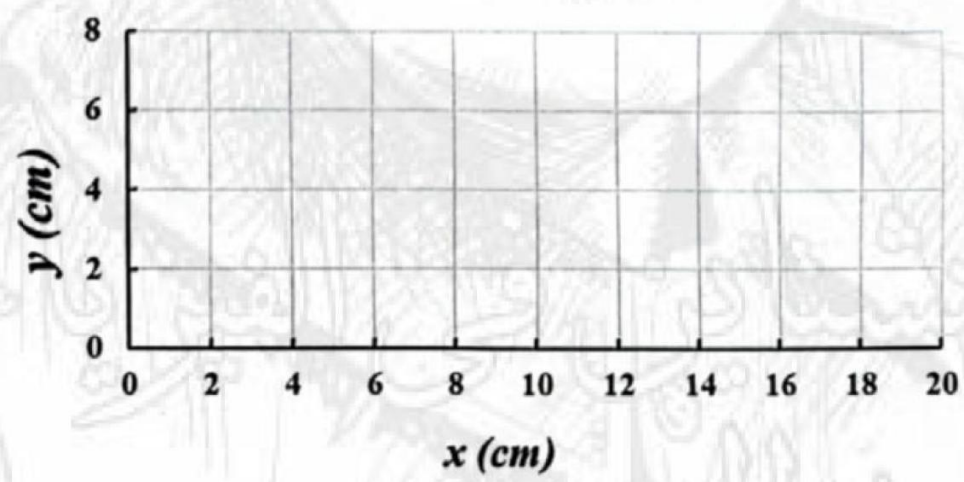
ما الذي سيتكون : _____

السعة الناتجة : _____

س4 – تتحرك موجتان مثلثتان A , B بإتجاه بعضهما البعض على وتر مشدود ، و سرعة كل نبضة $(2cm/s)$، كما هو موضح في الشكل a ، عند $t = 0s$. ارسم بدقة في الشكل b شكل الموجة الناتجة عند $t = 2s$



الشكل (a)



الشكل (b)

س5 – انظر للشكلين (1) , (2) ، ثم املأ الجدول التالي

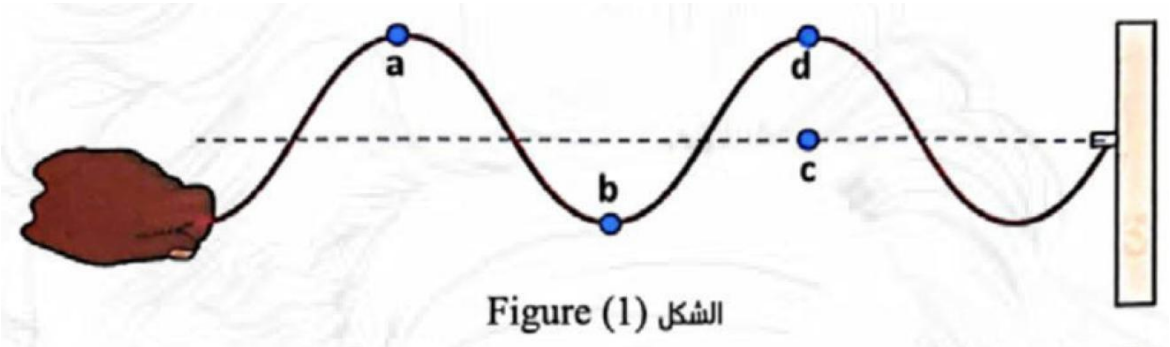


Figure (1) الشكل

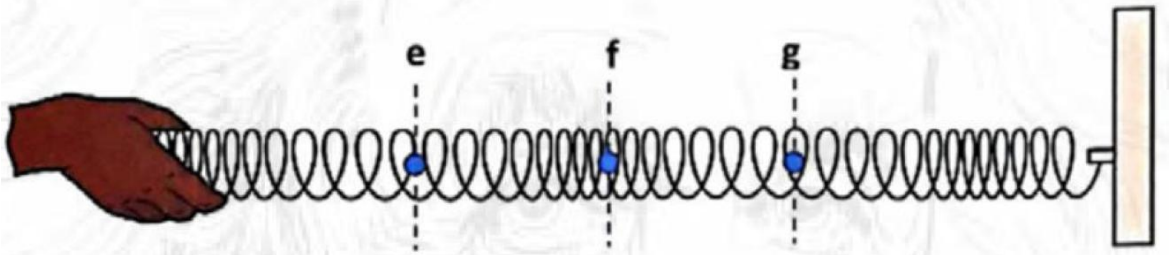


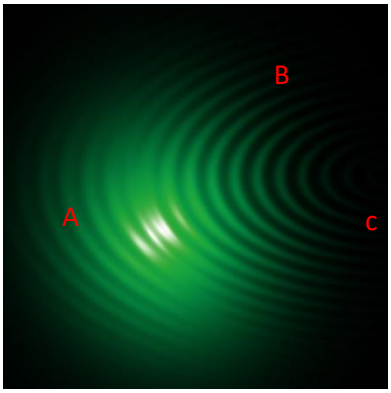
Figure (2) الشكل

إملأ الفراغات في الجدول التالي بما يلي :

- تحديد نوع الموجة (في الصف الأول)
- تحديد كل كمية فيزيائية (طول الموجة ، سعة الموجة) بإستخدام الحروف المناسبة (a , b , c , d) (e , f , مثال ef ، كما هو موضح في الصفيت الثاني و الثالث

رقم	*وجه المقارنة*	الشكل 1	الشكل 2
1	نوع الموجة	_____	_____
2	طول الموجة (λ)	_____	_____
3	سعة الموجة(A)	_____	XXXXXXXXXXX

س6 – لوحظ تأثير دوبلر في الماء في حوض الموجات ، مصدر الإهتزاز فيه يتحرك إلى اليسار ، بإستخدام أجهزة كشف موجات في 3 مواقع A , B , C كما في الشكل ، مستعيناً بالشكل ادناه حدد أي موقع / مواقع تكون فيها القيمة أكبر ما يمكن لكل من الكميات الفيزيائية التالية :

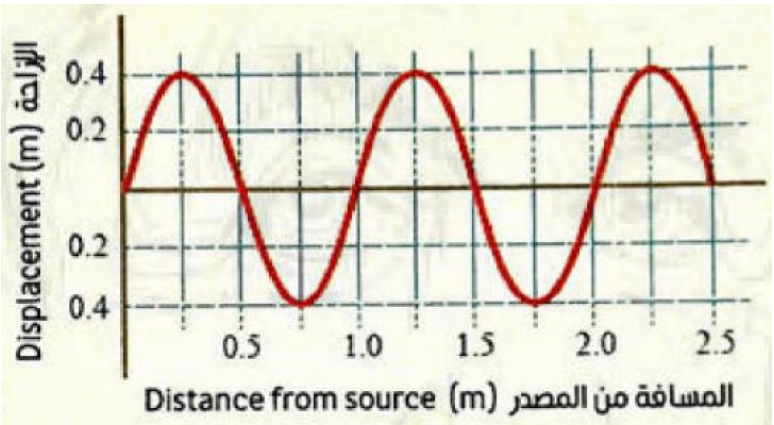


v : _____

λ : _____

f : _____

س7 – تنتشر موجات مستعرضة في حبل ممدود بسكل أفقي ، كما هو مبين في منحنى (إزاحة أجزاء الحبل – بعد كل مصدر من أجزاء الإهتزاز) ، إذا قطعت الموجة مسافة (2.5 m) خلال (0.5 s) ، معتمداً على المنحنى ، أجب عما يلي :



a) إملأ الجدول التالي بما يناسبه :

سعة الموجة	الزمن الدوري	طول الموجة	عدد الموجات	خاصية الموجة
				الإجابة

b) احسب سرعة الموجة المستعرضة :

_____

_____

_____

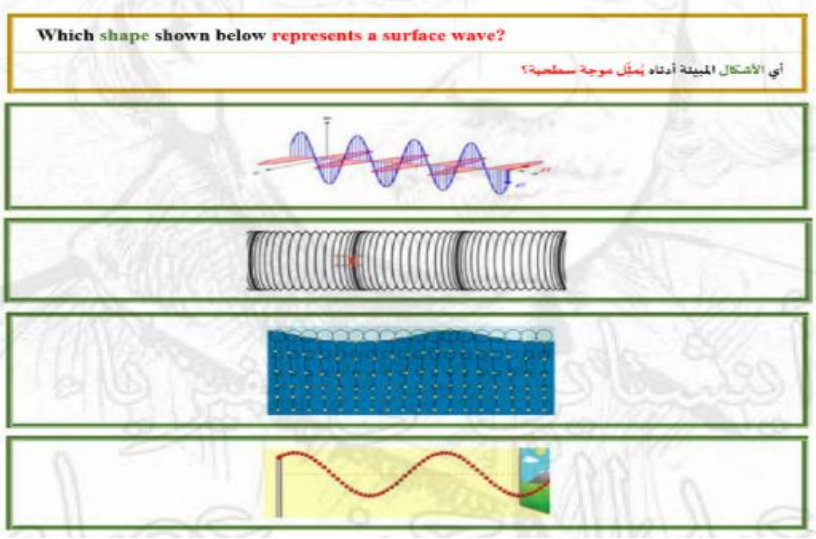
_____

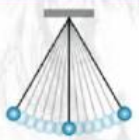
_____

الأسئلة الإلكترونية (الإختيار من متعدد)



Periodic motion	حركة دورية
Simple harmonic motion	حركة تو افقية بسيطة
Linear Motion	حركة خطية
Linear translational motion	حركة انتقالية خطية

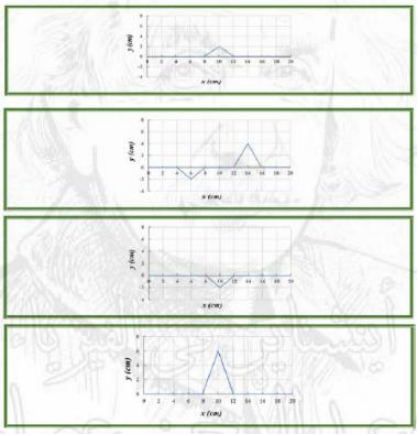




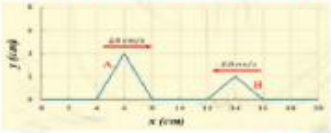
البندول البسيط يتأرجح بحركة تو افقية بسيطة. وعند دراسة حركته، أي الكميات الفيزيائية الآتية يعتمد عليها الزمن الدوري للبندول؟

The simple pendulum swings in a simple harmonic motion. When studying its motion, which of the following physical quantities does the pendulum's period depend on?

Length of pendulum, material of the bob	طول البندول، المادة المصنوعة منه
Gravitational field (gravity), mass of bob	مجال الجاذبية، كتلة كرة البندول
Length of pendulum, gravitational field (gravity)	طول البندول، مجال الجاذبية
Mass of bob, shape of the bob	كتلة كرة البندول، شكل كرة البندول



Two triangular wave pulses A and B are traveling toward each other on a stretched string, each pulse speed is $(2.0\ cm/s)$, as shown in the Figure when $(t = 0\ s)$.
What is the resulting shape of the interference of the two waves at time $(t = 2.0\ s)$?



تتحرك نبضتان موجيتان مثلثيتان A و B، باتجاه بعضهما البعض على وتر مشدود. وسُرعة كل نبضة $(2.0\ cm/s)$، كما يُوضح الشكل عندما تكون $(t = 0\ s)$.
ما الشكل الناتج لتداخل الموجتين عند الزمن $(t = 2.0\ s)$؟

10 N/m

98 N/m

980 N/m

56 N/m

The figure shows a massless elastic spring suspended vertically with a ball of mass $(100\ g)$ attached to its end. It stretches by $(x = 1\ cm)$.
What is the spring constant (k)?



الشكل يُبين زنبركا مُهمل الكتلة مرنا، عُلق عموديا وثُبت في نهايته كرة كتلتها $(100\ g)$، فاستطال بمقدار $(x = 1\ cm)$.
ما قيمة ثابت الزنبرك (k)؟

2π

$4\pi^2$

$\frac{1}{2\pi}$

$\frac{1}{4\pi^2}$

Based on the equation of the period of a simple pendulum $\left(T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}\right)$,

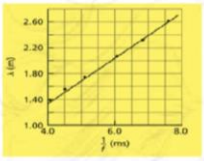
What is the value of x in the equation for calculating the Earth's gravitational acceleration $\left(g = x\frac{\ell}{T^2}\right)$?



اعتمادًا على معادلة الزمن الدوري للبندول البسيط $\left(T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}\right)$،

ما قيمة x في معادلة حساب عجلة الجاذبية الأرضية $\left(g = x\frac{\ell}{T^2}\right)$؟

Sound Amplitude	سعة الصوت
Sound Speed	سرعة الصوت
Sound Intensity	شدة الصوت
Sound Power	قدرة الصوت



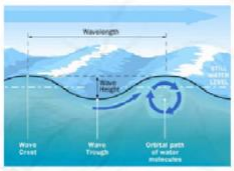
في مختبر بدرجة حرارة $(20^{\circ}C)$ أجريت تجربة باستخدام شوكات رنانة ذات ترددات مختلفة. وفي التجربة تم قياس الأطوال الموجية (λ) لكل منها، وتم تمثيل العلاقة بين الطول الموجي ومعكوس (مقلوب) التردد $\left(\frac{1}{f}\right)$ كما هو موضح في الشكل.

ما الكمية التي يُمثلها ميل أفضل خط مستقيم في الرسم البياني؟

In a laboratory with a temperature of $(20^{\circ}C)$, an experiment was conducted using tuning forks of different frequencies. In the experiment, the wavelength (λ) of each of them was measured, and the relationship between the wavelength and the inverse (reciprocal) of the frequency $\left(\frac{1}{f}\right)$ was plotted as shown in the Figure.

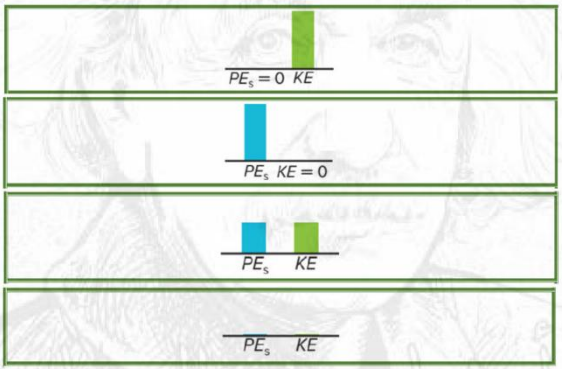
What physical quantity is represented by the slope of the line of best fit on the graph?

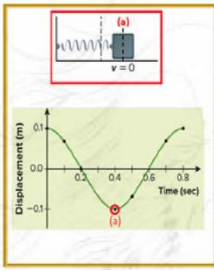
Primary waves	موجات أولية
Longitudinal waves	موجات طولية
Transverse waves	موجات مستعرضة
Surface waves	موجات سطحية



في هذا النوع من الموجات، تتبع جسيمات الوسط مسارًا دائريًا يكون في بعض الأحيان موازيًا وفي أحيان أخرى متعامدًا مع اتجاه انتقال الموجة، كما هو موضح في الشكل. ما اسم هذا النوع من الموجات؟

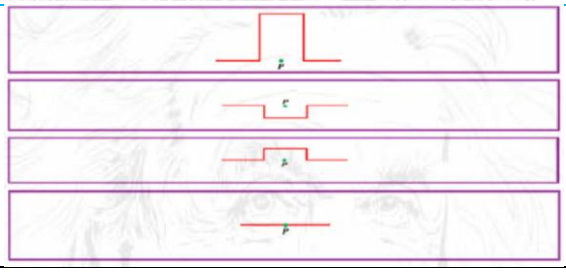
In this type of waves, the medium's particles follow a circular path that is at times parallel and at other times perpendicular to the direction of wave travel, as shown in the Figure. What is the name of this type of waves?

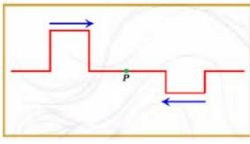




يتحرك نظام الكتلة-الزنبرك (النابض) حركة توافقية بسيطة أفقية. إذا تحرك الجسم عند الزمن $t = 0$ من الوضعية المبينة في الشكل، بحيث كانت طاقته الكلية على شكل طاقة وضع مرونية. اعتماداً على الرسم البياني، ومبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية، أي الرسومات الآتية تُعبّر عن الطاقة التي يمتلكها النظام عندما يكون موقع الجسم عند (a)؟

The mass-spring system moves in a simple, horizontal harmonic motion. If the body moves at time $t = 0$ from the position shown in the Figure, so that the total energy is elastic potential energy. Based on the graph and the principle of conservation of mechanical energy, which graph expresses the energy possessed by the system when the body position is at (a)?





تتجه نبضتان موجيتان على نفس الوتر نحو بعضهما البعض كما هو موضح في الشكل. عند تراكب الموجتين، أي المخططات الآتية يصف شكل الموجة الناتجة؟

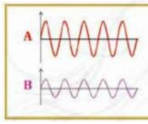
Two wave pulses on the same string are headed towards one another as shown. When both occupy the same space, which diagram best describes the resulting wave form?

يولد مصدر للموجات موجات مستعرضة طولها الموجي $(20\ m)$، بتردد (10) موجات كاملة في الثانية الواحدة) ، ما مقدار سرعة الموجة؟

A source of waves produces longitudinal wave of wavelength $20\ m$,with a frequency of (10 complete waves in a second). What is the speed of the wave.?

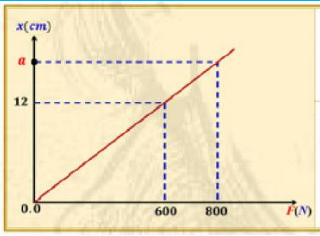
- $0.50\ \frac{m}{s}$
- $200\ \frac{m}{s}$
- $2.00\ \frac{m}{s}$
- $20.0\ \frac{m}{s}$

- Wave A has less frequency than wave B — الموجة A لها تردد أقل من الموجة B.
- Wave A has a greater frequency than wave B — الموجة A لها تردد أكبر من الموجة B.
- Wave A has less energy than wave B — الموجة A تمتلك طاقة أقل من الموجة B.
- Wave A has a greater energy than wave B — الموجة A تمتلك طاقة أكبر من الموجة B.



الشكل يبين موجتين تنتشران في وسط واحد بالسرعة نفسها ، اي مما يأتي صحيح؟

The figure shows two waves moving at the same speed. Which of the following is true?



يمثل الشكل المجاور العلاقة بين استطالة زنبرك (x) ، والقوة المؤثرة عليه (F) ، ما هو مقدار الاستطالة (a) المبينة على الشكل؟

The figure represents the relationship between The stretch distance (x) of a spring and the force acting on it (F).
What is the magnitude of the stretch distance (a) on the graph?

- $16\ cm$
- $18\ cm$
- $24\ cm$
- $6\ cm$



يتم وضع مكبر صوت بجوار لهب شعلة متباعدة، كما في الشكل . وبتم تشغيل موجة صوتية بصوت عال باتجاه لهب الشعلة ليهتز. أي الصفوف التالية يبين بشكل صحيح نوع الموجات الصادرة من مكبر الصوت واتجاه حركة لهب الشعلة؟

A speaker is placed next to a flame, a loud sound wave is played through the speaker causing the flame to vibrate.
Which of the following rows describes, correctly, the type of the wave and the direction of the flame movement?

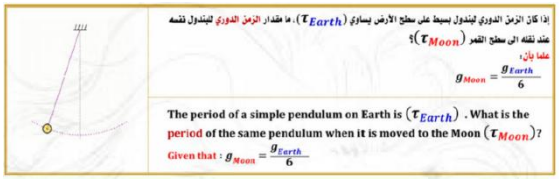
	Type of waves	Direction of flame movement — اتجاه حركة اللهب	نوع الموجة
A	Longitudinal	↔	طولية
B	Transverse	↔	مستعرضة
C	Longitudinal	↕	طولية
D	Transverse	↕	مستعرضة

$\tau_{Moon} = \sqrt{6}\,\tau_{Earth}$

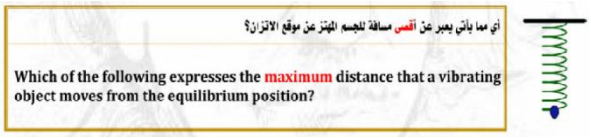
$\tau_{Moon} = 6\,\tau_{Earth}$

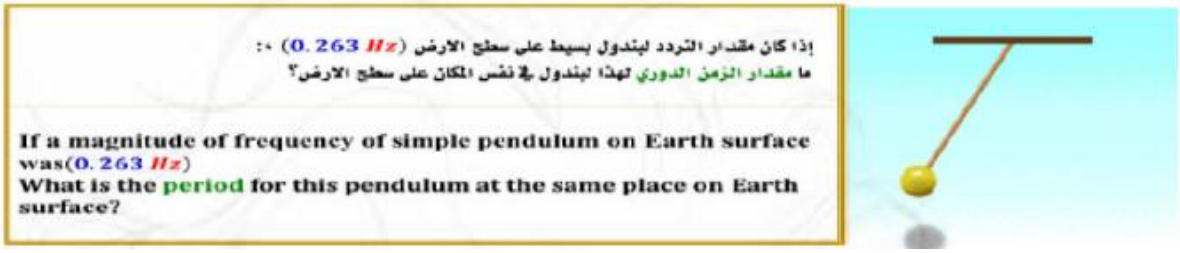
$\tau_{Earth} = \sqrt{6}\,\tau_{Moon}$

$\tau_{Earth} = 6\,\tau_{Moon}$



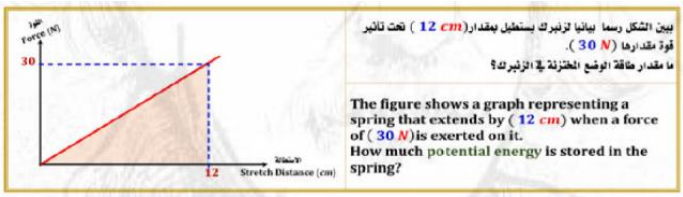
An amplitude	سعة الاهتزاز
A complete oscillation	الاهتزازة الكاملة
The frequency	التردد
The period	الزمن الدوري





- $3.80\ s$
- $1.80\ s$
- $0.80\ s$
- $7.60\ s$

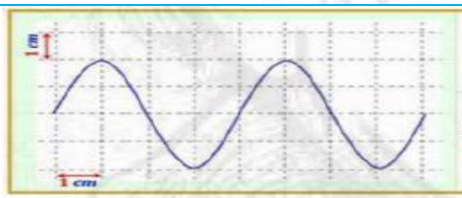
- $7.20\ J$
- $3.60\ J$
- $2.16\ J$
- $1.80\ J$



أي من الآتي ليس مثالا على الحركة الدورية؟

Which one of the following choices is not an example of periodic motion?





يوضح الشكل الموجود موجة تم الحصول عليها من مولد موجات بتردد $(f = 60\ s^{-1})$. ما هي سرعة انتقال هذه الموجة (ϑ) ؟

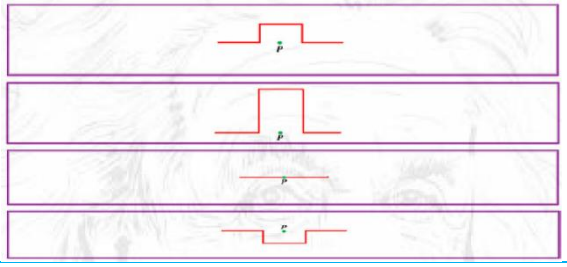
Figure on the left shows a wave obtained from a wave's generator with frequency $(f = 60\ s^{-1})$. , what is the velocity(ϑ) of this wave?

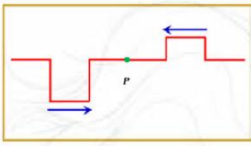
$360\ cm.\ s^{-1}$

$160\ cm.\ s^{-1}$

$240\ cm.\ s^{-1}$

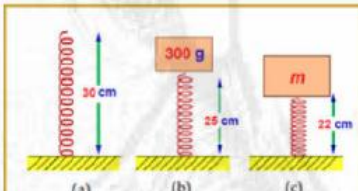
$240\ cm.\ s$





تتجه نبضتان موجيتان على نفس الوتر نحو بعضهما البعض كما هو موضح. عند تراكب الموجتين، أي مخطط يصف بشكل الموجة الناتجة؟

Two wave pulses on the same string are headed towards one another as shown. When both occupy the same space, which diagram best describes the resulting wave form?



زنبرك طوله $(30\ cm)$ ، وضع فوقه ثقل $(300\ g)$ فانضغط ليصبح طوله $(25\ cm)$ ما مقدار الثقل (m) الواجب وضعه على الزنبرك حتى ينضغط ليصبح طوله $(22\ cm)$؟

A $(30\ cm)$ spring is compressed to be $(25\ cm)$ when a load of $(300\ g)$ is placed on it. What is the load (m) that is required to compress the spring to be $(22\ cm)$?

$300\ g$

$120\ g$

$80\ g$

$480\ g$

بسم الله الرحمن الرحيم

الوحدة الثانية (الصوت)

الدرس الأول (خصائص الصوت و الكشف عنه)

تغيرات الضغط و وصف الصوت

الموجة الصوتية : انتقال الإهتزازات الناتجة عن تغيرات الضغط عبر المادة

تنتقل الموجات الصوتية عبر الهواء (وسط ثلاثي الأبعاد) ؛ لأن مصدر الإهتزاز ينتج إهتزازات منتظمة في ضغط الهواء

ينتج عن ذلك مناطق في الوسط

1 - ذات ضغط مرتفع (التضاغط)

2 - ذات ضغط منخفض (التخلخل)

تتحرك الموجات الصوتية حركة طولية لأن حركة الجزيئات في الهواء موازية لإتجاه حركة الموجة

عند إهتزاز جسم يجعل الهواء المحيط به يهتز ، فتنتشر هذه الإهتزازات في جميع الإتجاهات مبتعدة عن المصدر ، فيتنج الصوت (الموجة الصوتية)

سرعة الصوت

تعتمد سرعة الصوت على الوسط المنتقل من خلاله ، تختلف سرعة الصوت حسب درجة حرارة الوسط ، حيث تزداد بمعدل $+0.6m/s \rightarrow +1°C$ ، و سرعة الصوت في الهواء بدرجة حرارة الغرفة ($20°C$) و ضغط مساوٍ للضغط الجوي عند مستوى سطح البحر هي $343m/s$

تكون سرعة الصوت في الأجسام الصلبة أكبر من الأجسام السائلة و الغازية ، لأن الجسيمات ذات تقارب أكثر مما يعزز إنتقال الصوت أسرع

الوسط + درجة الحرارة	السرعة
الهواء (0°C)	$331m/s$
الهواء (20°C)	$343m/s$
الهيليوم (0°C)	$965m/s$
الماء (25°C)	$1497m/s$
ماء البحر (25°C)	$1535m/s$
النحاس (20°C)	$4760m/s$
الحديد (20°C)	$4994m/s$

لا يمكن للصوت الإنتقال عبر الفراغ حيث لا توجد جسيمات للإنتقال من خلاله

يكون للصوت نفس خصائص الموجات ، فبإمكانه الإنعكاس من خلال الجدران الصلبة ، و يسمى الصوت المنعكس بالصدى

الكشف عن موجات الضغط (موجات الصوت)

تتحول الطاقة الصوتية (حركة جزيئات الوسط) إلى **طاقة كهربائية** بواسطة الميكروفون أو أذن الإنسان حيث يمكن إكتشاف وجود الصوت

الميكروفون:

- يحتوي على **قرص رقيق** يهتز عند وصول الموجات الصوتية.
- تتحول هذه الاهتزازات إلى **إشارة كهربائية**.

أذن الإنسان:

- **الصيوان** يلتقط الموجات الصوتية ويدخلها إلى **القناة السمعية**.

تتسبب الموجات الصوتية في إهتزاز جزيئات الهواء ، تدخل الموجات الصوتية إلى القناة السمعية ، و تتسبب بإهتزاز طبلة الأذن (غشاء موجود في نهاية القناة السمعية)،تنتقل هذه الموجات من الأذن الخارجية إلى الأذن الوسطى من خلال 3 عظام و هم :

1- المطرقة

2- السندان

3- الركاب

عند إهتزاز الركاب ، تهتز النافذة البيضاوية (غشاء يفصل الأذن الوسطى عن الأذن الداخلية)

القوقعة : جسم في الأذن الداخلية على شكل حلزون ملئ بسائل مبطن بخلايا شعرية شديدة الصغر ، تتسبب الإهتزازات بتحرك السائل الموجود داخل القوقعة على شكل موجة مقابل الخلايا الشعرية ، تستجيب الخلايا الشعرية بإرسال سيالات عصبية للعصب السمعي و ينقلها إلى الدماغ

خصائص السمع:

- الأذن حساسة لمجموعة واسعة من **الترددات**.
- تستطيع تمييز **أنواع كثيرة من الأصوات** بدقة كبيرة.
- تفسير الدماغ للأصوات عملية **معقدة جداً** لم تُفهم تمامًا بعد

إدراك الصوت

درجة الصوت / حدة الصوت / طبقة الصوت

حدة الصوت : إرتفاع الصوت أو إنخفاضه و تعتمد على تردد الإهتزاز ، تستخدم طبقة الصوت بالموسيقى في السلم الموسيقى ، و يمكن لمعظم الحيوانات سماع الأصوات عند ترددات لا يستطيع الإنسان سماعها

تكون مدى الترددات التي يمكن للأذن البشرية سماعها $20Hz \rightarrow 20KHz$

شدة الصوت

شدة الصوت : خاصية الصوت التي تدركها الأذن و يفسرها الدماغ ، تعتمد شدة الصوت على سعة موجة الضغط (الصوت) ، تستطيع الأذن **اكتشاف فروق صغيرة جدًا في الضغط** تقل عن **واحد من المليار من الضغط الجوي**.

أقل تغير في الضغط يمكن أن تميّزه الأذن هو تقريبًا $2 \times 10^{-5}\ Pa$، بينما تغير ضغط بمقدار $20\ Pa$ يسبب **ألمًا للأذن**.

الأذن تتحسس **تغيرات الضغط مع الترددات الصوتية فقط**، أما التغيرات الكبيرة في الضغط مثل **الصعود إلى الجبال** فلا تؤثر على السمع لأنها **لا تغير الترددات الصوتية**

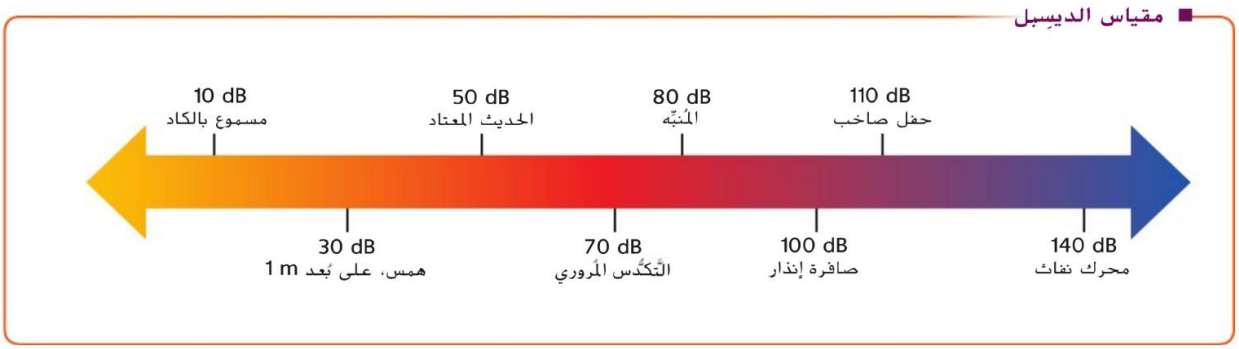
مستوى الصوت

مستوى الصوت : مدى درجات شدة الصوت ، و تقاس على مقياس لوغارتمي ، و تعتمد على نسبة شدة موجة صوتية معينة إلى نسبة أضعف الأصوات المسموعة ، الزيادة في مستوى الصوت بمقدار $20dB$ تعني تضاعف ضغط الصوت 10 أضعاف ، و تمثل بالمعادلة التالية :

$$\Delta P_{Sound} = 10\left(\frac{20}{\Delta L_{Sound}}\right)$$

ΔP_{Sound} = التغير في ضغط الصوت

ΔL_{Sound} = التغير في مستوى الصوت



تأثير دوبلر

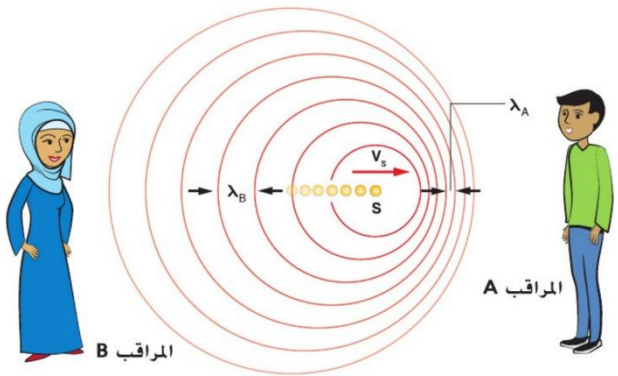
تأثير دوبلر : التغير في تردد الصوت الذي تحدثه حركة مصدر الصوت أو حركة المراقب أو كلاهما

1 – في حالة إقتراب مصدر الصوت من المراقب :

يقل الطول الموجي ($\lambda <$)و يزداد التردد ($< f$)

2 – في حالة إبتعاد مصدر الصوت من المراقب :

يزداد الطول الموجي ($< \lambda$)و يقل التردد ($f <$)



معادلة تأثير دوبلر (لإيجاد التردد الذي يسمعه المراقب)

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

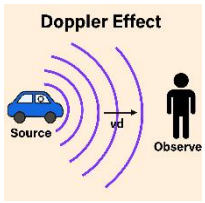
$f_d = frequency\ of\ detector$

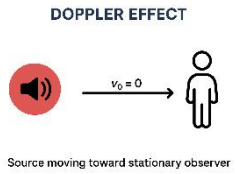
$f_s = frequency\ of\ sorce$

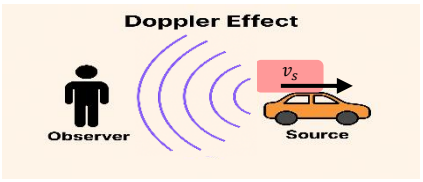
$v_d = velocity\ of\ detector$

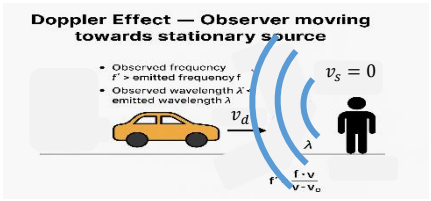
$v_d = velocity\ of\ sorce$

$v = velocity\ of\ sound$









النظام الإحداثي لتأثير دوبلر

1 – إذا كان المراقب ثابت و المصدر يتحرك بإتجاه المراقب $v_d=0$

$v_s(+) \rightarrow \qquad detector$

2 – إذا كان المراقب ثابت و المصدر يتحرك مبتعداً عن المراقب $v_d=0$

$\leftarrow v_s(-) \qquad detector$

3 – إذا كان المصدر ثابت و المراقب يتحرك بإتجاه المصدر $v_s=0$

$v_d(-) \rightarrow \qquad sorce$

4 – إذا كان المصدر ثابت و المراقب يتحرك مبتعداً المصدر $v_s=0$

$\leftarrow v_d(+) \qquad sorce$

5 – إذا كان المصدر و المراقب يتحركان بنفس الإتجاه

$v_s(+) \rightarrow \qquad v_d(+) \rightarrow$

$\leftarrow v_s(+) \qquad \leftarrow v_d(+)$

6 – إذا كان المصدر و المراقب يتحركان في إتجاهات متعاكسة

$\leftarrow v_s(+) \qquad v_d(-) \rightarrow$

بسم الله الرحمن الرحيم

حل تطبيقات الدرس الأول

خصائص الصوت و الكشف عنه

الوحدة الثانية

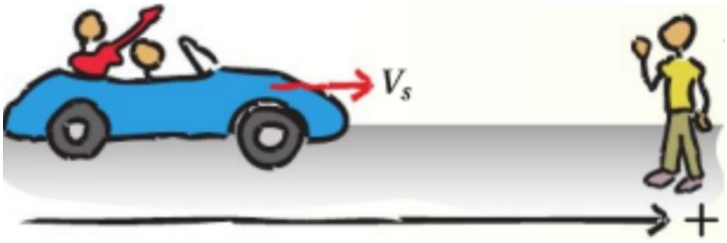
الصوت

مثال 1 /

تأثير دوبلر يصدر الجيتار الذي يستخدمه العازف النغمة C التي تقع فوق النغمة C الوسطى (523 Hz) وذلك في أثناء ركوب هذا العازف بسيارة مكشوفة سرعتها 24.6 m/s. ما التردد الذي سنسمعه إذا كانت السيارة تتحرّك تجاهك؟ افترض أنّ درجة الحرارة تساوي 20°C.

تحليل المسألة و رسمها

- مثل الموقف
- حدد محاور الإحداثيات ، تأكد أن الإتجاه الموجب من المصدر إلى المراقب
- وضح السرعات المتجهة للمصدر و المراقب



المعطيات

$$v = \frac{343m}{s} \quad v_d = \frac{0m}{s} \quad v_s = \frac{24.6m}{s} \quad f_s = 523Hz \quad f_d = ?$$

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

$$f_d = 523Hz \times \frac{(343m/s - 0m/s)}{(343m/s - 24.6m/s)}$$

$$f_d = 523Hz \times 1.07 = 536.4Hz \approx 540Hz$$

س 1 / أعد حل الثال السابق إذا كانت السيارة مبتعدة عنك

ج 1 /

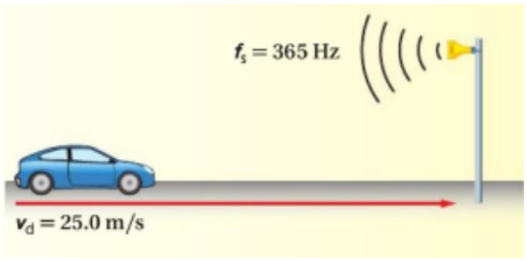
$$v = \frac{343m}{s} \quad v_d = \frac{0m}{s} \quad v_s = \frac{-24.6m}{s} \quad f_s = 523Hz \quad f_d = ?$$

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

$$f_d = 523Hz \times \frac{(343m/s - 0m/s)}{(343m/s - (-24.6m/s))}$$

$$f_d = 523Hz \times 0.93 = 488Hz$$

س 2 / افترض أنك تركب السيارة الموجودة في الشكل 7 وتتحرك في اتجاه صافرة إنذار المثبتة على السارية. إذا كان تردد صوت الصافرة يساوي $365Hz$ فما التردد الذي تسمعه؟ علما بأن سرعة الصوت تساوي $343m/s$



ج 2 /

$$v = \frac{343m}{s} \quad v_d = \frac{-25m}{s} \quad v_s = \frac{0m}{s} \quad f_s = 365Hz \quad f_d = ?$$

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

$$f_d = 365Hz \times \frac{(343m/s - (-25m/s))}{(343m/s - 0m/s)}$$

$$f_d = 365Hz \times 1.07 = 392Hz$$

س 3 / افترض أنك تركب سيارة تسير بسرعة قدرها ($24.6m/s$) وتتحرك سيارة ثانية في إتجاهك بالسرعة نفسها ويصدر بوقها صوتا تردده $475Hz$. ما التردد الذي تسمعه؟ علما بأن سرعة الصوت تساوي $343m/s$

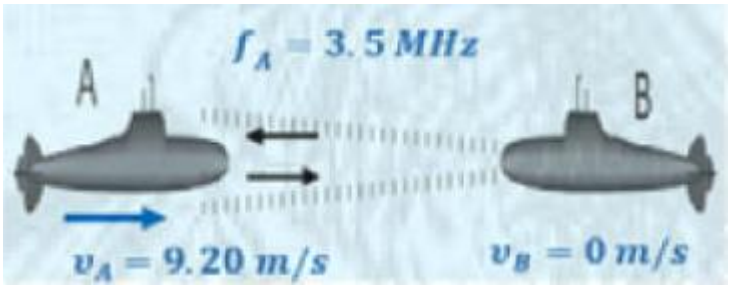
ج 3 /

$$v = \frac{343m}{s} \quad v_d = \frac{-24.6m}{s} \quad v_s = \frac{24.6m}{s} \quad f_s = 475Hz \quad f_d = ?$$

$$f_d = 475Hz \times \frac{(343m/s - (-24.6m/s))}{(343m/s - 24.6m/s)}$$

$$f_d = 475Hz \times 1.15 = 548.3Hz \approx 550Hz$$

س 4 / تتحرك غواصة في إتجاه غواصة أخرى بسرعة $9.2m/s$. وتصدر موجات فوق صوتية ترددها يساوي $3.5MHz$. ما التردد الذي ستلتقطه الغواصة الثانية وهي ساكنة؟ علما بأن سرعة الصوت في عمق الماء الذي تتحرك فيه الغواصتان تساوي $1482m/s$



ج 4 /

$$v = \frac{1482m}{s} \quad v_d = \frac{0m}{s} \quad v_s = \frac{9.2m}{s} \quad f_s = 3.5MHz = 3.5 \times 10^6 Hz$$

$$f_d = ?$$

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

$$f_d = 3.5 \times 10^6 Hz \times \frac{(1482m/s - 0m/s)}{(1482m/s - 9.2m/s)}$$

$$f_d = 3.5 \times 10^6 Hz \times 1.006 = 3521863Hz = 3.52MHz$$

س 5 / **تحفيز** يصدر بوق نغمة Cالوسطى $(262Hz)$. ما السرعة التي يجب أن يتحرك بها لتزيد درجة الصوت إلى النغمة C المرتفعة $(277Hz)$ علما بأن سرعة الصوت تساوي $343m/s$

ج 5 /

$$v_d = \frac{0m}{s} \quad f_d = 277Hz \quad f_s = 262Hz \quad v = \frac{343m}{s} \quad v_s = ?$$

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

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

$$f_d(v - v_s) = f_s(v - v_d)$$

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

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

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

$$v_s = \frac{343m}{s} - \frac{262Hz \times (343m/s - 0m/s)}{277Hz}$$

$$v_s = \frac{343m}{s} - \frac{324.4m}{s} = 18.6m/s$$

س 6 / **الفكرة الرئيسية** ما الخاصية الفيزيائية التي ينبغي تغييرها لموجة صوتية بتغيير حدة (درجة) الصوت ؟ و لتغيير شدة الصوت ؟

ج 6 / تعتمد حدة الصوت على التردد بينما تعتمد شدة الصوت على السعة

س 8 / **تأثير الوسط** اذكر خاصيتين من خصائص الصوت تتأثران بالوسط المنتقل من خلاله ، و خاصيتان لا تتأثران بالوسط المنتقل من خلاله

ج 8 / يتأثر كل من سرعة الصوت و الطول الموجي بالوسط المنتقل من خلاله الصوت و لا تتأثر سعة الموجة أو ترددها بالوسط المنتقل من خلاله

س 9 / **مقياس ديسيبل** كم عدد المرات التي يزيدها مستوى ضغط الصوت المسموع في حفل صاخب $(110dB)$ عن محادثة عادية $(50dB)$ ؟

ج 9 /

$$110dB - 50dB = 60dB$$

$$\frac{60dB}{20dB} = 3 \quad \rightarrow \quad 10^3 = 1000$$

س 10 / **الكشف المبكر** في القرن التاسع عشر ، كان الأشخاص يضعون آذانهم على مسار السكة الحديدية ليسمعوا صوت القطار ، لماذا كانت هذه الطريقة مجدية ؟

ج 10 / لأن سرعة الصوت بالجسم الصلب هي الأعلى ، و بالتالي فيمكن سماع صوت القطار مقترباً رغم أنه على بعد العديد من الكيلومترات

س 11 / **الخفافيش** يرسل الخفاش نبضات صوتية قصيرة بتردد عالٍ و يستقبل الصدى

a / ما الطريقة التي يقارن بها الصدى المرتد عن الحشرات الكبيرة و الصدى المرتد عن الحشرات الصغيرة إذا كانت تبعد المسافة نفسها ؟

ستعكس الحشرات الكبيرة موجات أعلى نحو الخفاش

b / ما الطريقة التي يميز بها الخفاش بين الصدى المرتد من الحشرة الطائرة في إتجاهه وعن الصدى المرتد من الحشرة الطائرة مبتعداً عنه

ستعيد الحشرة المتجهة نحو الخفاش تردد (صدى) أعلى من الحشرة المبتعدة عنه

س 12 / التفكير الناقد هل يستطيع شرطي إستخدا مراقب رادار على أحد جانبي الطريق لتحديد سرعة السيارة اللحظية عندما تمر أمامه ؟ وضح





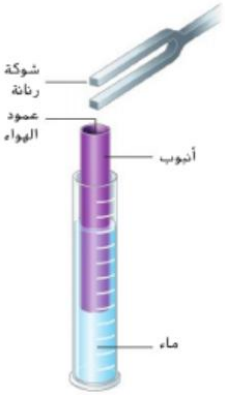
لا يمكن ، حيث يجب أن تتحرك السيارة مقتربة أو مبتعدة عن الرادار ، حيث لا تنتج عن الحركة المستعرضة أي ملاحظة على تأثير دوبلر

بسم الله الرحمن الرحيم

الوحدة الثانية (الصوت)

الدرس الثاني (الفيزياء و الموسيقى)

الرنين في أنابيب الهواء



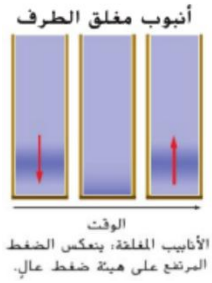
أنبوب الرنين مغلق الطرف : هو الأنبوب الذي في حالة الرنين و الذي يغلق أحد طرفيه بالنسبة إلى الهواء

يمكن تغيير طول الأنبوب عن طريق ضبط إرتفاع الجزئ العلوى من الأنبوب فوق سطح الماء

عند الطرق بشوكة رنانة فوق الأنبوب ، فسيعلو الصوت و ينخفض بالتناوب نتيجة لتغير طول عمود الهواء

عندما يُكون الأنبوب رنيناً مع الشوكة الرنانة ، يعلو الصوت لأقصى درجة حيث تزداد شدة الصوت

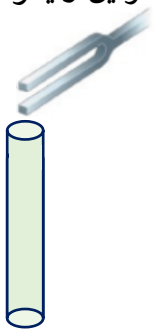
موجات الضغط المستقرة

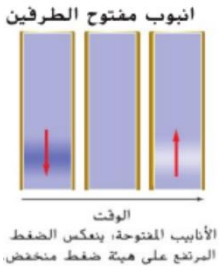


يحدث الرنين بالأنبوب مغلق الطرف عندما تصدر الشوكة الرنانة موجة صوتية تصل إلى سطح الماء و ترتد الموجة الصوتية ذات الضغط المرتفع مرة أخرى ، و بنفس اللحظة تنتج الشوكة الرنانة موجة صوتية أخرى بنفس التردد ، فتنتج موجة مستقرة

الخلاصة : عندما تصدر الشوكة الرنانة موجة صوتية ذات ضغط مرتفع و ترتد و بنفس اللحظة تصدر الشوكة الرنانة موجة صوتية ذات ضغط مرتفع ، فتتكون موجة مستقرة

أنبوب الرنين مفتوح الطرفين : أنبوب مفتوح الطرفين و يكون في حالة رنين مع مصدر الصوت





تنعكس موجات الصوت من الطرف المفتوح و ليس من الطرف المغلق ، فإذا اصطدم موجة ذات ضغط مرتفع من الموجة بالطرف المفتوح ، فسيكون ضغط الموجة المرتدة منخفضاً

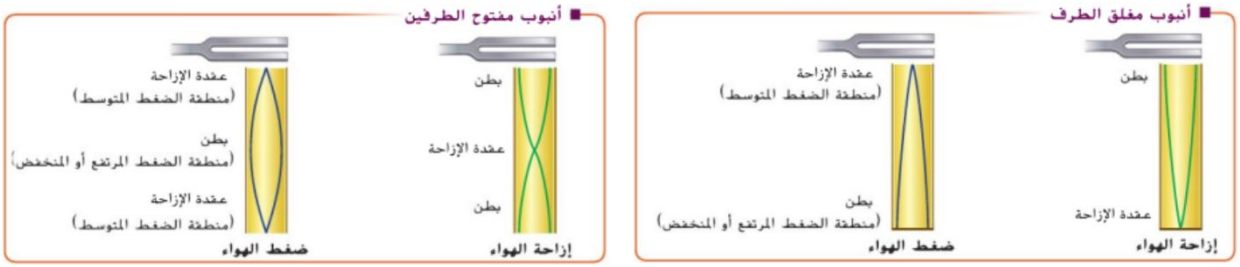
طول عمود هواء الرنين

يمكن أن تمثل الموجات الجيبية ضغط الهواء أو إزاحة جزيئات الهواء ، في التمثيل البياني للضغط ،

تمثل العقد " مناطق الضغط الجوي المتوسط " ، بينما تمثل البطون " قيمة الضغط الجوي إما المرتفعة و إما المنخفضة "

تمثل البطون مناطق الإزاحة الأعلى ، و تمثل العقد مناطق الإزاحة الأقل

تكون المسافة بين بطنين (أو عقدتين) متجاورتين مساوية لنصف طول الموجة



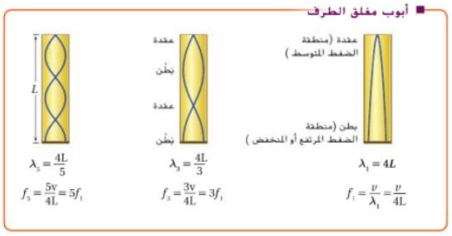
ترددات الرنين في الأنبوب مغلق الطرف

يجب أن يساوي طول عمود الهواء ربع الطول الموجي $\lambda_1 = 4L \rightarrow L = \frac{\lambda_1}{4}$

$$\lambda_{\text{الرتبة}} = \frac{\lambda_1}{\text{الرتبة}} \rightarrow \lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2} = \frac{4L}{2} = 2L \, , \lambda_3 = \frac{\lambda_1}{3} = \frac{4L}{3} \, , \lambda_4 = \frac{\lambda_1}{4} = \frac{4L}{4} = L$$

$$f = \frac{(L \text{ مقام معامل })v}{(L \text{ بسط معامل })L} \rightarrow f_2 = \frac{(2)v}{(4)L} = \frac{(1)v}{(2)L} \, , f_3 = \frac{(3)v}{(4)L} \, , f_4 = \frac{(1)v}{(1)L}$$

يكون طول الرنين الأول أطول قليلا من ربع طول الموجة و ذلك لأن تغيرات الضغط لا تنخفض إلى الصفر تماماً عند طرف الأنبوب المفتوح [تساوي ترددات الرنين مضاعفات العدد الكلي لأقل تردد]



ترددات الرنين في الأنبوب مفتوح الطرفين

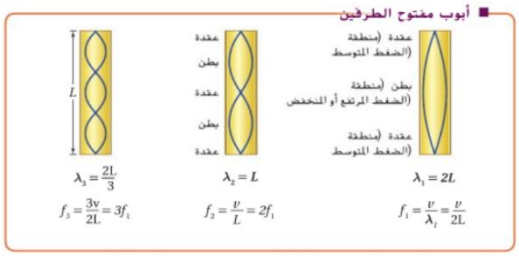
يجب أن يساوي طول عمود الهواء نصف الطول الموجي $\lambda_1 = 2L \rightarrow L = \frac{\lambda_1}{2}$

$$\lambda_{\text{الرتبة}} = \frac{\lambda_1}{\text{الرتبة}} \rightarrow \lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2} = \frac{2L}{2} = L \, , \lambda_3 = \frac{\lambda_1}{3} = \frac{2L}{3} \, , \lambda_4 = \frac{\lambda_1}{4} = \frac{2L}{4} = \frac{1}{2}L$$

$$f = \frac{(L \text{ مقام معامل})v}{(L \text{ بسط معامل})L} \rightarrow f_2 = \frac{(1)v}{(1)L} \, , f_3 = \frac{(3)v}{(2)L} \, , f_4 = \frac{(2)v}{(1)L}$$

في حال استخدام أنبوبين متساويين في الطول أحدهما مفتوح والآخر مغلق كمصادر رنين،

سيكون الطول الموجي لصوت الرنين في الأنبوب المفتوح نصف الطول الموجي لصوت الرنين في الأنبوب المغلق وبالتالي سيساوي تردد الأنبوب المفتوح ضعف تردد الأنبوب المغلق تتباعد أطوال الرنين في كلا الأنبوبين بفترات مقدارها نصف طول الموجة [تساوي ترددات الرنين مضاعفات العدد الكلي لأقل تردد]



الرنين في الأوتار

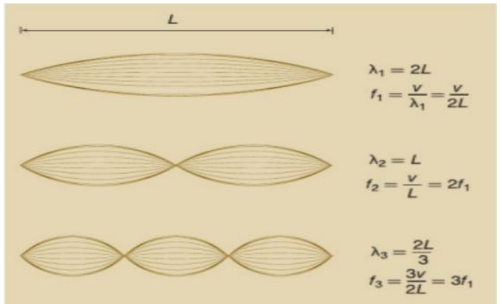
يجب أن يساوي طول الوتر نصف الطول الموجي $\lambda_1 = 2L \rightarrow L = \frac{\lambda_1}{2}$

$$\lambda_{\text{الرتبة}} = \frac{\lambda_1}{\text{الرتبة}} \rightarrow \lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2} = \frac{2L}{2} = L \, , \lambda_3 = \frac{\lambda_1}{3} = \frac{2L}{3} \, , \lambda_4 = \frac{\lambda_1}{4} = \frac{2L}{4} = \frac{1}{2}L$$

$$f = \frac{(L \text{ مقام معامل})v}{(L \text{ بسط معامل})L} \rightarrow f_2 = \frac{(1)v}{(1)L} \, , f_3 = \frac{(3)v}{(2)L} \, , f_4 = \frac{(2)v}{(1)L}$$

يكون الوتر في الآلة مشدوداً من الطرفين ، فعندما يهتز يكون عقدة عند كل طرف ، تساوي ترددات الرنين مضاعفات العدد الكلي لأقل تردد [تساوي ترددات الرنين مضاعفات العدد الكلي لأقل تردد]

تعتمد سرعة الموجة الصوتية بالوتر على " قوة الشد به " و " كتلة وحدة طوله " ، فكلما كان الوتر مشدوداً ، تكون سرعة حركة الموجات عليه أكبر ، مما يؤدى إلى زيادة تردد الموجات المستقرة ، و هذا يساعد على ضبط نغمة الآلات الوترية عن طريق تغيير درجة شد أوتارها



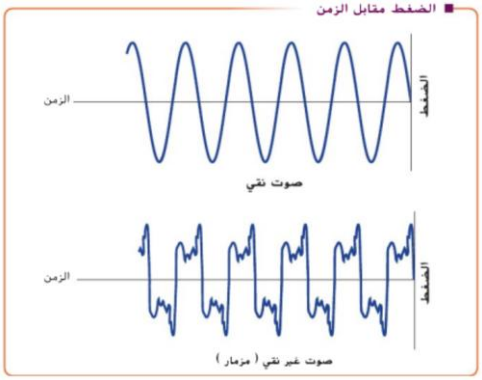
معادلة سرعة الموجة في وتر :

$$v_{tendon} = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

بسبب صغر مساحة المقطع العرضي للأوتار إلى حد كبير فإنها تحرك كمية قليلة جدًا من الهواء عند إهتزازها، لذلك من الضروري ربطها في لوحة الصوت التي تنقل إهتزازها إلى الهواء مما ينتج عنه موجة صوتية أقوى على عكس الأوتار نفسها، إذ لا ينبغي للوحة الصوت أن تحدث رنينا عند تردد أحادي لأن الغرض منها هو نقل اهتزازات كل الأوتار إلى الهواء، ولهذا ينبغي أن تهتز جيدا عند كل الترددات التي تصدرها الآلة.

جودة الصوت

تعد موجة الصوت المعقدة تركيبا من موجات ذات ترددات مختلفة. يعتمد شكل الموجة على السعات النسبية لهذه الترددات وتكون مصادر الصوت المختلفة تراكيب ترددات مختلفة، ويُطلق على الإختلاف بين موجات الآلات الموسيقية طابع الصوت / جودة النغمة



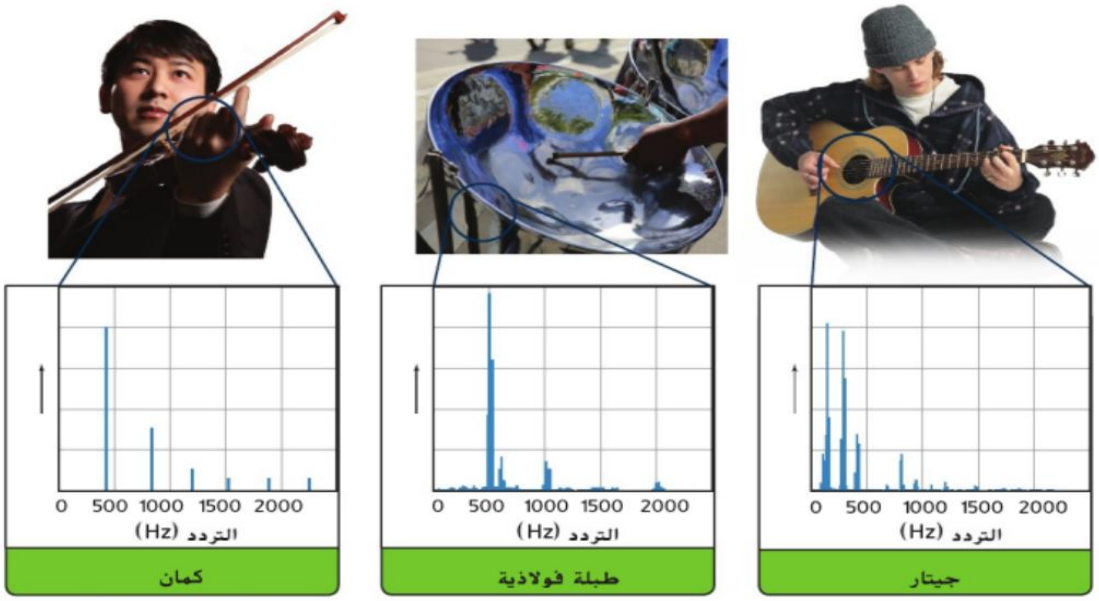
التردد الأساسي و التوافقيات

ينتج المزمار موجة صوتية معقدة (غير نقية) لأن أنبوب الهواء يعمل بالمزمار كأنبوب مغلق الطرف ، التردد الأساسي : أقل تردد للصوت يحدث رنيناً ، أي أنه التردد الأول (f_1) ، تنتج الآلة توافقيات و هي مضاعفات فردية من التردد الأساسي

مثل التردد الثاني(f_2) و التردد الثالث (f_3) و التردد الرابع (f_4) ، إلخ

الجرس (نوع الصوت) : إنتاج التشكيلات المختلفة للتوافقيات صوتاً مميزاً لكل آلة ، حيث يكون لكل توافقية سعة مختلفة

الطيف الصوتي (النغمة الموسيقية) : التمثيل البياني لتغيرات سعة الموجة و التمثيل البياني



بسم الله الرحمن الرحيم

حل تطبيقات الدرس الثاني

الفيزياء و الموسيقى

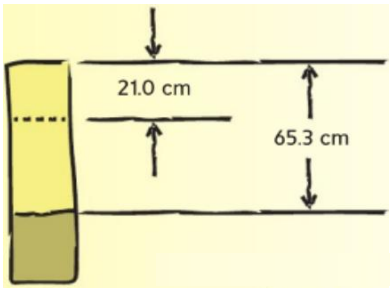
الوحدة الثانية

الصوت

مثال 2 /

إيجاد سرعة الصوت باستخدام الرنين عند استخدام شوكة رنانة ترددها 392 Hz مع مصدر رنين ذي أنبوب مغلق الطرف. يُسمع أعلى صوت عندما يكون طول العمود 21.0 cm و 65.3 cm. كم تبلغ سرعة الصوت في هذه الحالة؟ هل درجة الحرارة أعلى أم أقل من درجة الحرارة العادية للغرفة والتي تساوي 20°C؟ وضح إجابتك.

تحليل المسألة و رسمها



- إرسم مصدر رنين ذا أنبوب مغلق الطرف
- حدد أطوال عمود هواء الرنين

المعطيات

$f = 392Hz \quad L_1 = 21cm = 0.21m \quad L_2 = 65.3cm = 0.653m \quad \Delta L = ? \quad v = ?$

الحل

$$\Delta L = L_2 - L_1 = 0.653m - 0.21m = 0.443m$$

$$\lambda_1 = 2L = 2 \times 0.443m = 0.886m$$

$$v = \lambda f = 0.886m \times 392Hz = 347.3m/s$$

تكون درجة حرارة الغرفة أعلى قليلا من 20°C لأن سرعة الصوت أعلى قليلا من سرعة الصوت بدرجة حرارة 20°C

س 13 / تستخدم شوكة رنانة ترددها $440Hz$ مع عمود رنين لتحديد السرعة للصوت في غاز الهيليوم. إذا كان التباعد بين أطوال الرنين يساوي $110cm$ فكم تبلغ السرعة للصوت في غاز الهيليوم؟

ج 13 / $f = 440Hz \quad L = 110cm = 1.1m \quad \lambda_1 = 2L = 2 \times 1.1m = 2.2m \quad v = ?$

$$v = \lambda f = 2.2m \times 440Hz = 968m/s$$

س 14 / إذا كان تردد شوكة رنانة غير معلوم ولمعرفته استعمل طالب أنبوب هواء في درجة حرارة تصل إلى 27°C ووجد أن مقدار التباعد بين أطوال الرنين يساوي $20.2cm$ فما تردد هذه الشوكة الرنانة؟ استخدم سرعة الصوت في الهواء في درجة الحرارة 27°Cالمحسوبة في مثال "المسألة 2".

ج 14 / $f = ?$ $L = 20.2cm = 0.202m$

$$\lambda_1 = 2L = 2 \times 0.202m = 0.404m \quad v = 347.3m/s$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{347.3m/s}{0.404m} = 860Hz$$

س 15 / وضعت شوكة رنانة ترددها $440Hz$فوق أنبوب مغلق الطرف أوجد المسافات بين أطوال الرنين عندما تساوي درجة حرارة الهواء $20C°$

ج 15 / $f = 440Hz$ $L = ?$ $v = 343m/s$

$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow 2L = \frac{v}{f} \rightarrow L = \frac{v}{2f}$$

$$L = \frac{v}{2f} = \frac{343m/s}{2 \times 440Hz} = 0.39m$$

س 16 / **تحفيز** يمكن اعتبار البوق أنبوبا مفتوح الطرفين، إذا تم وضعه بشكل رأسي، سيكون طوله $2.65m$

a / إذا كانت سرعة الصوت تساوي $343m/s$. أوجد أقل تردد لرنين البوق (تجاهل الأطراف).

$$L = 2.65m \quad v = 343m/s \quad \lambda_1 = 2L \quad f_1 = ?$$

$$f_1 = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2L} = \frac{343m/s}{2 \times 2.65m} = 65Hz$$

b / أوجد ترددي الرنين التاليين للبوق.

$$f_2 = ? \quad f_3 = ?$$

$$f_2 = 2f_1 = 2 \times 65Hz = 130Hz$$

$$f_3 = 3f_1 = 3 \times 65Hz = 195Hz$$

س 17 / **الفكرة الرئيسية** أي الآتية يهتز و يصدر اصواتاً ؟

صوت الإنسان الأحبال الصوتية المزمار قصبة الناي شفتا العازف الكمان الوتر

س 18 / **الرنين في أعمدة الهواء** ما السبب في أن الأنبوب المصنوع منه آلة الناي أطول بكثير من أنبوب البوق ؟

ج 18 / كلما قل طول الأنبوب ، زاد تردد إهتزازه ، و لذلك يصدر البوق صوتاً أعلى من الناي

س 19 / **الرنين في الأنابيب المفتوحة** كم ينبغي أن يكون طول أنبوب مفتوح الطرفين بالمقارنة مع الطول الموجي للصوت ، لحدوث الرنين الأول ؟

ج 19 / ينبغي أن يكون طول الأنبوب نصف الطول الموجي بالأنابيب المفتوحة من خلال العلاقة

$$\lambda_1 = 2L \rightarrow L = \frac{\lambda_1}{2}$$

س 20 / **الرنين في الأوتار** يصدر الكمان النغمة *F* و التي ترددها *370Hz* . ما تردد التوافقيات الثلاثة اللاحقة التي تنتج في هذه النغمة الموسيقية ؟

$$f_1 = 370Hz \quad f_2 =? \quad f_3 =? \quad f_4 =?$$

$$f_2 = 2f_1 = 2 \times 370Hz = 740Hz$$

$$f_3 = 3f_1 = 3 \times 370Hz = 1110Hz$$

$$f_4 = 4f_1 = 4 \times 370Hz = 1480Hz$$

س 21 / **الرنين في الأنابيب مغلقة الطرف** يبلغ طول أحد الأنابيب في آلة الأرغن *2.4m*

a / ما تردد النغمة الموسيقية المعزوفة بواسطة هذا الأنبوب ؟

$$L = 2.4m \quad v = 343m/s \quad f =? \quad \lambda_1 = 4L$$

$$f = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{4L} = \frac{343m/s}{4 \times 2.4m} = 35.7Hz \approx 36Hz$$

b / عندما يستخدم أنبوب ثانٍ في العزف في الوقت نفسه ، تسمع نغمة موسيقية ترددها $1.4Hz$ / ما مقدار الفرق بين طولي الأنبوبين بفترة العزف ؟

$$\Delta f = f_2 - f_1 = 35.7Hz - 1.4Hz = 34.3Hz$$

$$L = \frac{v}{4f} = \frac{343m/s}{4 \times 34.3Hz} = 2.5m$$

$$\Delta L = L_2 - L_1$$

$$\Delta L = 2.5m - 2.4m$$

$$\Delta L = 0.1m$$

بسم الله الرحمن الرحيم

حل تطبيقات الوحدة الثانية

الصوت

القسم 1 خصائص الصوت و الكشف عنه

إتقان المفاهيم

س 25 / ما الخصائص الفيزيائية للموجات الصوتية ؟

ج 25 / سعة الموجة الصوتية ، تردد الموجة الصوتية ، سرعة الموجة الصوتية ، طول الموجة الصوتية

س 26 / عند قياس زمن الجري لمسافة مقدارها 100m، يُطلب من المراقبين عند خط النهاية تشغيل ساعات الإيقاف في اللحظة التي يرون فيها دخانًا منبعثًا من المسدس الذي يُطلق إشارة الانطلاق لا في اللحظة التي يسمعون فيها صوت الإطلاق منه. فسر ذلك. ماذا سيحدث للأزمنة التي يجري خلالها العداؤون في حال البدء في قياسها عند سماع الصوت المنطلق من المسدس؟

ج 26 / ينتقل الدخان من خلال الضوء ، وسرعة الضوء $(3 \times 10^8 m/s)$ أسرع من سرعة الصوت $(343 m/s)$ ، فإذا تم الإعتماد على الصوت ، فسيقل الزمن الفعلي للسباق

س 27 / **الفكرة الرئيسة** اذكر نوعين من أنواع إدراك الصوت و الخصائص الفيزيائية المرتبطة معها

ج 27 / يمكن إدراك الصوت من خلال

1 - حدة الصوت و التي تعتمد على ***تردد الإهتزاز***

2 - شدة الصوت و التي تعتمد على ***السعة***

س 28 / هل يحدث إنزياح دوبلر لبعض أنواع الموجات فقط أم لأنواع الموجات كلها ؟

ج 28 / يحدث إنزياح دوبلر لكل أنواع الموجات ، فينطبق على الموجات الصوتية من حيث تردد المصدر و المراقب و من حيث سرعة المصدر و المراقب ، و ينطبق على موجات الضوء من حيث السرعة المتجهة النسبية للمصدر و المراقب ، إلخ .....

إتقان حل المسائل

س 30 / إذا سمعت صوت إطلاق النار من مدفع بعيد بعد رؤية الوميض المنبعث منه بفترة $5s$ ، فكم يبعد عنك المدفع ؟

ج 30 / $v = 343 m/s \quad t = 5s \quad d = ?$

$$d = vt = 343m/s \times 5s = 1715m = 1.7 \times 10^3 m = 1.7km$$

س 31 / إذا صرخت في وادٍ و سمعت صدى الصوت بعد مرور $3s$ ، فما مقدار بعد حافة الوادي عنك ؟

ج 31 / $2t = 3s \quad t = 1.5s \quad v = 343m/s \quad d = ?$

$$d = vt = 343m/s \times 1.5s = 514.5m = 5.1 \times 10^2 m = 0.5km$$

س 32 / موجة صوتية ترددها $4700Hz$ ، إذا انتقلت عبر ساق فولاذي ، وكانت المسافة بين التضاغطات المتتالية هي $1.1m$ ، كم تبلغ سرعة الموجة ؟

ج 32 / $f = 4700Hz \quad \lambda = 1.1m \quad v = ?$

$$v = \lambda f = 1.1m \times 4700Hz = 5170m/s$$

س 33 / **الخفافيش** إذا كان الطول الموجي للموجات الصوتية التي تطلقها الخفافيش $3.5mm$ ، فكم يبلغ تردد الصوت بالهواء ؟

ج 33 / $\lambda = 3.5mm = 3.5 \times 10^{-3} m \quad v = \frac{343m}{s} \quad f = ?$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343m/s}{3.5 \times 10^{-3} m} = 98000Hz = 98KHz$$

س 34 / صوت تردده $261.6Hz$ ينتقل في ماء درجة حرارته $25℃$. أوجد الطول الموجي للموجة الصوتية بالماء ، لا تخلط بين الموجات الصوتية التي تتحرك بالماء و الموجات السطحية التي تتحرك فيه

ج 34 / $f = 261.6Hz \quad v_{water\ at 25℃} = 1497m/s \quad \lambda = ?$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1497m/s}{261.6Hz} = 5.7m$$

س 35 / الطول الموجي لصوت تردده $4.4 \times 10^2 Hz$ يساوي $3.3m$ ، فكم تبلغ سرعة الصوت بالماء العذب ؟

ج 35 / $f = 4.4 \times 10^2 Hz \quad \lambda = 3.3m \quad v_{sweet\ water} = ?$

$$v_{sweet\ water} = \lambda f = 3.3m \times 4.4 \times 10^2 Hz = 1452m/s$$

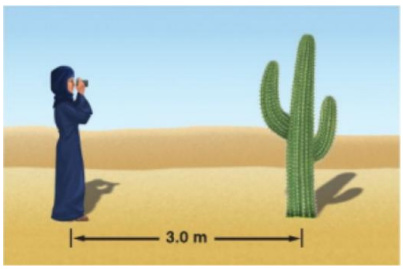
س 36 / سيارة إطفاء تتحرّك بسرعة $35m/s$ وتتحرّك سيارة أخرى أمام سيارة الإطفاء في الاتجاه نفسه بسرعة $15m/s$. إذا انطلق صوت صافرة سيارة الاطفاء بتردد $327\ Hz$، فما التردد الذي يسمعه سائق السيارة التي أمامها؟ (إذا كان كل من المصدر و المراقب يتحركان بالإتجاه نفسه ، فإن كل من سرعتهما موجبة)

ج 36 / $v_s = 35m/s \quad v_d = 15m/s \quad f_s = 327Hz \quad v = 343m/s \quad f_d = ?$

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

$$f_d = 327Hz \times \frac{(343m/s - 15m/s)}{(343m/s - 35m/s)} = 327Hz \times \frac{328m/s}{308m/s}$$

$$f_d = 327Hz \times 1.064m/s = 348Hz$$



س 37 / **التصوير الفوتوغرافي** تستطيع بعض الكاميرات إرسال موجة صوتية و قياس الزمن اللازم لعودة الصدى إلى الكاميرا ، فما الزمن الذي استغرقته الموجة الصوتية للعودة إلى مثل هذه الكاميرا إذا كان الجسم يبعد $3m$ ؟

ج / 37 $d = 3m \quad v = 343m/s \quad 2t = ?$

$$t = \frac{d}{v} = \frac{3m}{343m/s} = 8.7 \times 10^{-3}s$$

$$2t = 2 \times 8.7 \times 10^{-3}s = 1.75 \times 10^{-2}s$$

س 38 / ينتقل صوت تردده $442Hz$ عبر ساق حديدية ، أوجد الطول الموجي للموجات الصوتية بالحديد

ج / 38 $f = 442Hz \quad v = 343m/s \quad \lambda = ?$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343m/s}{442Hz} = 0.776m = 7.7 \times 10^{-1}m$$

س 40 / الموسيقى فرقة موسيقية تُنشد بصوت مستواه 80 dB. ما مقدار الزيادة في ضغط الصوت الصادر من فرقة موسيقية أخرى تعزف عند كل من مستويات الصوت التالية؟

a / $100dB$

$$\Delta L_{Sound} = 100dB - 80dB = 20dB$$

$$\Delta P_{Sound} = 10\left(\frac{20}{\Delta L_{Sound}}\right) = 10\left(\frac{20}{20dB}\right) = 10dB$$

b / $120dB$

$$\Delta L_{Sound} = 120dB - 80dB = 40dB$$

$$+20dB \rightarrow \times 10$$

$$40dB - 20dB = 20dB$$

$$10 \times 10 = 100 \text{ضعف}$$

س 41 / يهتز نابض حلزوني للعبة بتردد $4Hz$ بحيث تتم ملاحظة الموجات المستقرة التي طولها الموجي $0.5m$ ، ما سرعة إنتشار الموجة ؟

ج 41 / $f = 4Hz \quad \lambda = 0.5m \quad v = ?$

$$v = \lambda f = 0.5m \times 4Hz = 2m/s$$

س 42 / سرعة الصوت يجلس أحد مشجعي مباراة كرة بيسبول في يوم صيف دافئ درجة حرارته $(30°C)$ على المدرجات بعيداً عن دائرة وسط الملعب بمسافة $152m$

a / ما سرعة الصوت في الهواء عندما تبلغ درجة حرارته $(30°C)$ ؟

$$v_{in\ air\ (20°C)} = 343m/s \quad +1°C \rightarrow +0.6m/s \quad v_{in\ air\ (30°C)} = ?$$

$$\Delta T° = \left(T°_f - T°_i\right) = (30°C - 20°C) = 10°C$$

$$\Delta v = 0.6m/s \times \Delta T° = 0.6m/s \times 10°C = 6m/s$$

$$\Delta v = \left(v_{in\ air\ (30°C)} - v_{in\ air\ (20°C)}\right) \rightarrow v_{in\ air\ (30°C)} = \Delta v + v_{in\ air\ (20°C)}$$

$$v_{in\ air\ (30°C)} = 6m/s + 343m/s$$

$$v_{in\ air\ (30°C)} = 349m/s$$

b / ما الفترة الزمنية التي يحتاج إليها المشجع ليسمع صوت الضربة بعد مشاهدة ضرب اللاعب لها ؟

$$v_{in\ air\ (30°C)} = 349m/s \quad d = 152m \quad t = ?$$

$$t = \frac{d}{v_{in\ air\ (30°C)}} = \frac{152m}{349m/s} = 0.435s = 4.35 \times 10^{-1}s$$

س 43 / وقف شخص على بعد (d) من جرف صخري ، وكانت درجة الحرارة $(15°C)$ و صفق بيده ، فسمع صدى الصوت بعد $(2s)$ ، فكم يبعد عن الجرف ؟

ج 43 / $v_{in\ air\ (20°C)} = 343m/s \quad +1°C \rightarrow +0.6m/s \quad v_{in\ air\ (15°C)} = ?$

$$\Delta T° = \left(T°_f - T°_i\right) = (15°C - 20°C) = -5°C$$

$$\Delta v = 0.6m/s \times \Delta T° = 0.6m/s \times -5°C = -3m/s$$

$$\Delta v = \left(v_{in\ air\ (15°C)} - v_{in\ air\ (20°C)}\right) \rightarrow v_{in\ air\ (15°C)} = \Delta v + v_{in\ air\ (20°C)}$$

$$v_{in\ air\ (15°C)} = -3m/s + 343m/s$$

$$v_{in\ air\ (15°C)} = 340m/s$$



$$2t = 2s \quad t = 1s \quad d = ?$$

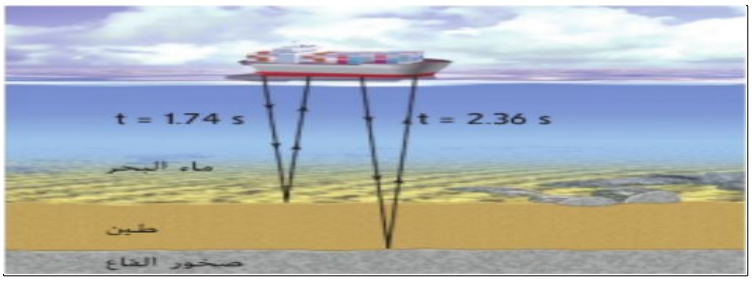
$$d = vt = 340m/s \times 1s = 340m$$

س 44 / التصوير الطبي يمكن إستخدام الموجات فوق السمعية ذات التردد $4.25MHz$ لإلتقاط صور جسم الإنسان ، إذا كانت سرعة الصوت بالإنسان هي نفسها بالماء المالح (ماء البحر) و تساوي ($1.5 \times 10^3 m/s$) ، فما الطول الموجي لموجة ترددها ($4.25MHz$) في الجسم ؟

ج / 44 $f = 4.25 \times 10^6 Hz \quad v_{sound\ in\ body} = 1.5 \times 10^3 m/s \quad \lambda = ?$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1.5 \times 10^3 m/s}{4.25 \times 10^6 Hz} = 3.54 \times 10^{-4} m = 0.354 \times 10^{-3} m = 0.354mm$$

س 45 / تمسح سفينة قاع المحيط بارسال موجات سونار مباشرة من السطح إلى قاع البحر. وتستقبل السفينة الانعكاس الأول عن الطين عند قاع البحر بعد $1.74s$ من إرسال الموجات. ويصل الانعكاس الثاني عن الصخور تحت الطين بعد $2.36s$ فإذا كانت درجة حرارة ماء البحر (25°C)، وسرعة الصوت في الطين ($1875m/s$)



a / ما عمق الماء ؟

$$2t = 1.74s \quad t = 0.87s \quad v_{see\ water\ (25°C)} = \frac{1535m}{s} \quad \Delta y = ?$$

$$\Delta y = vt = 1535m/s \times 0.87s = 1335m$$

b / ما سمك طبقة الطين ؟

$$v_{clay} = 1875m/s$$

$$t_2 = \frac{2.36s}{2} = 1.18s$$

$$t_1 = \frac{1.74s}{2} = 0.87s$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 1.18s - 0.87s = 0.31s$$

$$\Delta y_{clay} = v_{clay} \times \Delta t = 1875m/s \times 0.31s = 580m$$

س 46 / حدد مقدار الزيادة في ضغط الصوت في محادثة تجرى عند مستوى صوت يصل إلى $60dB$ مقارنة بأرق صوت مسموع

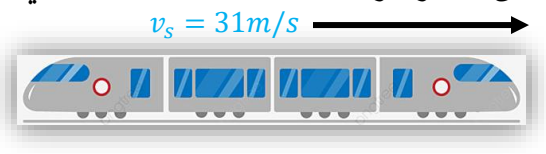
ج 46 / أرق صوت مسموع يكون بحدود $20dB$

$$\Delta L_{Sound} = 60dB - 20dB = 40dB$$

$$+20dB \rightarrow \times 10$$

$$10 \times 10 \times 10 = 1000 \text{ضعف}$$

س 47 / تحرّك قطار في إتجاه مراقب بسرعة $31m/s$ وأطلق صافرة ترددها $305Hz$ فما التردد الذي يستقبله المراقب في كل من الحالات التالية؟



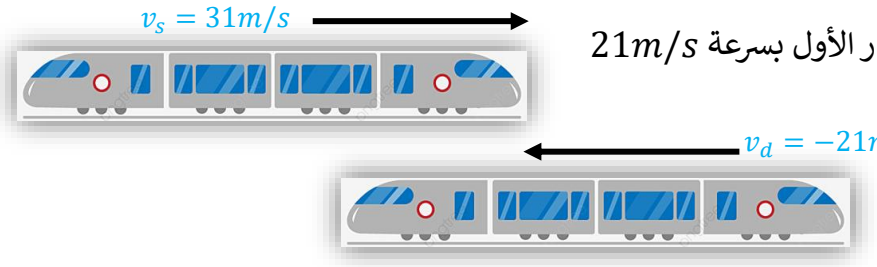


a. قطار ثابت

$$v_s = 31m/s \quad f_s = 305Hz \quad v_d = 0m/s \quad v = 343m/s \quad f_d = ?$$

$$f_d = 305Hz \times \frac{(343m/s - 0m/s)}{(343m/s - 31m/s)} = 305Hz \times \frac{343m/s}{312m/s}$$

$$f_d = 305Hz \times 1.1m/s = 335.5Hz$$



b. قطار يتحرك في اتجاه القطار الأول بسرعة $21m/s$

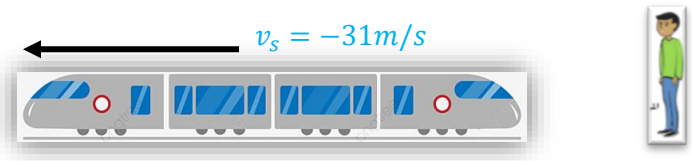
$$v_s = 31m/s \quad f_s = 305Hz \quad v_d = -21m/s \quad v = 343m/s \quad f_d = ?$$

$$f_d = 305Hz \times \frac{(343m/s - -21m/s)}{(343m/s - 31m/s)} = 305Hz \times \frac{364m/s}{312m/s}$$

$$f_d = 305Hz \times \frac{7}{6}m/s = 355.8Hz = 356Hz$$

س 48 / إذا تحرك القطار في المسألة السابقة مبتعداً عن المراقب ، فما التردد الذي يستقبله المراقب في كل من الحالات التالية؟

قطار ثابت a /

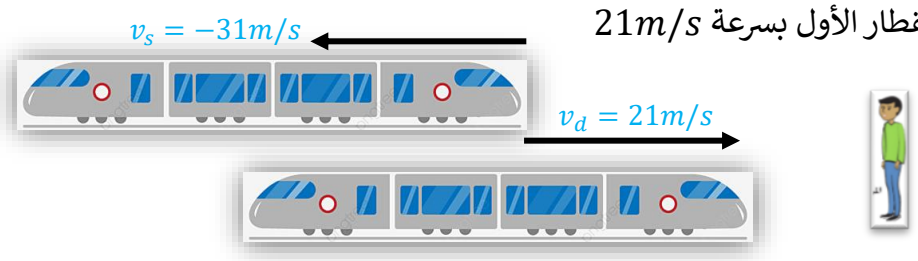


$$v_s = -31m/s \quad f_s = 305Hz \quad v_d = 0m/s \quad v = 343m/s \quad f_d = ?$$

$$f_d = 305Hz \times \frac{(\,343m/s - 0m/s\,)}{(\,343m/s - -31m/s)} = 305Hz \times \frac{343m/s}{374m/s}$$

$$f_d = 305Hz \times 0.92m/s = 279.7Hz = 280Hz$$

b / قطار يتحرك مبتعداً عن القطار الأول بسرعة $21m/s$



$$v_s = -31m/s \quad f_s = 305Hz \quad v_d = 21m/s \quad v = 343m/s \quad f_d = ?$$

$$f_d = 305Hz \times \frac{(\,343m/s - 21m/s\,)}{(\,343m/s - -31m/s)} = 305Hz \times \frac{322m/s}{374m/s}$$

$$f_d = 305Hz \times 0.86m/s = 263Hz$$

القسم 2 الفيزياء و الموسيقى

إتقان المفاهيم

س 49 / ماذا يلزم لإنتاج الصوت و إنتقاله ؟

ج 49 / يجب أن يتوفر الجسم المهتز و الوسط المادي

س 50 / **الصوت** كيف يمكن لنغمة موسيقية معينة في حفل بتحطيم زجاج كريستال ؟

ج 50 / يعود السبب لرنين موجات الصوت ، حيث يجب أن يتساوى تردد إهتزاز الموجات الصوتية مع تردد إهتزاز زجاج الكريستال على فترات زمنية متساوية

س 51 / **المشاة** في الجيش ، عندما يقترب جنود المشاة من الجسر ، يُصدر أمر يتيح لهم " السير " بحركات غير منتظمة بينما يعبرون الجسر ، فسر السبب

ج 51 / عندما يسير الجنود بخطوات منتظمة ، قد يتساوى تردد إهتزاز حركة أرجلهم مع تردد إهتزاز حركة الجسر المتسببة من الرياح و هذا يؤدي لحدوث الرنين و قد ينتج عنه تدمير الجسر ، و لكن أثناء السير بخطوات غير منتظمة ، تقل إحتمالية حدوث الرنين حيث لا يسير جميع الجنود بنفس تردد حركة الأرجل

إتقان حل المسائل

س 55 / إذا كان تردد صوت شوكة رنانة يساوي $445\ Hz$. وعند النقر على شوكة ثانية تصدر نغمات ترددها 3Hz. فما الترددان المحتملان للشوكة الثانية؟

ج 55 / $f_1 = 445Hz \quad f_2 =? \quad f_3 =?$

$$f_2 = 445Hz + 3Hz = 448Hz$$

$$f_3 = 445Hz - 3Hz = 442Hz$$

س 56 / أنبوب في وضع رأسي مملوء بالماء وله صنبور عند قاعدته. تهتز شوكة رنانة فوق فوهته . إذا سُمع صوت رنين عندما انخفض الماء بمقدار $17cm$ وإذا سُمع صوت رنين مرة أخرى عندما انخفض مستوى الماء عن فوهة الأنبوب بمقدار $49cm$. فما تردد الشوكة الرنانة ؟

ج 56 / $L_2 = 49cm = 0.49m \quad L_1 = 17cm = 0.17m \quad \Delta L = 0.32m \quad \lambda_1 = 2L$

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{2L} = \frac{343m/s}{2 \times 0.32m} = \frac{343m/s}{0.64m} = 535.9Hz = 536Hz$$

س 57 / **السمع لدى الإنسان** تعد القناة السمعية التي تؤدي إلى طبلة الأذن أنبوبا مغلقا طوله $3cm$. أوجد القيمة التقريبية لأقل تردد للرنين.

ج 57 / $L = 3cm = 0.03m \quad \lambda_1 = 4L \quad f_1 =?$

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{4L} = \frac{343m/s}{4 \times 0.03m} = 2858Hz \approx 3kHz$$

س 58 / إذا أمسكت ساقا من الألمنيوم طوله $1.2m$ من المنتصف ونقرت على أحد طرفيه بمطرقة ، فإهتز كأنه أنبوب مفتوح الطرفين. ونظرًا إلى توافق بطون الضغط مع عقد الحركة الجزيئية يتكون بطن عند منصف الساق. وإذا كانت سرعة الصوت في الألمنيوم تساوي $6420m/s$. ما أقل تردد لتذبذب الساق؟

ج 58 / $L = 1.2m \quad v_{Al} = 6420m/s \quad \lambda_1 = 2L \quad f_1 = ?$

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{2L} = \frac{6420m/s}{2 \times 1.2m} = 2675Hz$$

س 59 / مهمة التصنيف صنف النغمات التالية وفقاً للطول الموجي من الأصغر إلى الأكبر

$A.35Hz$	$B.50Hz$	$C.83HZ$	$D.100Hz$	$E.140Hz$

ج 59 / كلما زاد التردد ، قل الطول الموجي

$$A > B > C > D > E$$

س 60 / **آلات المزمار** يشبه المزمار أنبوبا مغلق الطرف. إذا أصدرت آلة المزمار نغمة بدرجة صوت ترددها $370Hz$ فما ترددات التوافقيات الثلاث الأولى التي تنتجها هذه الآلة؟

ج 60 / $f_1 = 370Hz \quad f_2 = ? \quad f_3 = ? \quad f_4 = ?$

$$f_2 = 2f_1 = 2 \times 370Hz = 740Hz$$

$$f_3 = 3f_1 = 3 \times 370Hz = 1110Hz$$

$$f_4 = 4f_1 = 4 \times 370Hz = 1480Hz$$

س 61 / الآلات الوترية إذا كان طول وتر جيتار يساوي $65cm$ ويتم ضبطه ليصدر أقل تردد $196Hz$

a / فما سرعة الموجة على الوتر؟

$$L = 65cm = 0.65m \quad f_1 = 196Hz \quad v = ? \quad \lambda_1 = 2L$$

$$v = \lambda f = 2L \cdot f = 2 \times 0.65m \times 196Hz = 254.8m/s$$

b / ما أعلى ترديين متتاليين للرنين الذي يُنتجه هذا الوتر؟

$$f_2 = ? \quad f_3 = ?$$

$$f_2 = 2f_1 = 2 \times 196Hz = 392Hz$$

$$f_3 = 3f_1 = 3 \times 196Hz = 588Hz$$

س 62 / **الآلات الموسيقية** إذا كان تردد أقل نغمة على آلة الأرغن $16.4Hz$

a / ما أقصر أنبوب مفتوح الطرفين في الأرغن سيحدث هذا التردد ؟

$$f_1 = 16.4Hz \quad v = 343m/s \quad L = ? \quad \lambda_1 = 2L$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow 2L = \frac{v}{f} \rightarrow L = \frac{v}{2f}$$

$$L = \frac{v}{2f} = \frac{343m/s}{2 \times 16.4Hz} = 10.45m$$

b / ما درجة الصوت التي ستنتج إذا كان أنبوب الأرغن نفسه مغلقاً ؟

$$f_1 =? \quad v = 343m/s \quad L = 10.45m \quad \lambda_1 = 4L$$

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{4L} = \frac{343m/s}{4 \times 10.45m} = 8.2Hz$$

س 63 / **الآلات الموسيقية** تصدر آلتان موسيقيتان النغمة A (440Hz) عند العزف عليهما يُسمع صوت تردده $2.5Hz$ ، إذا افترضنا أن آلة واحدة تصدر درجة الصوت الصحيحة، فما تردد درجة الصوت التي تصدرها الآلة الثانية؟

ج 63 / $f_1 = 440Hz \quad f_2 =? \quad f_3 =?$

$$f_2 = 440Hz + 2.5Hz = 442.5Hz$$

$$f_3 = 440Hz - 2.5Hz = 437.5Hz$$

س 64 / **الآلات الموسيقية** يبلغ طول أنبوب مفتوح الطرفين في آلة الأرغن $836mm$. إذا كانت درجة صوت الأنبوب الثاني المفتوح إحدى نغمات النغمة الثالثة العليا، كم سيبلغ طول الأنبوب الثاني؟

ج 64 / النغمة الثالثة العليا هو مصطلح في نظرية الموسيقى يعني أن النغمة الثانية لها تردد أعلى من الأولى بنسبة $\frac{5}{4}$

$$\lambda_1 = 2L \quad L_1 = 836mm = 0.836m \quad f_2 =? \quad L_2 =?$$

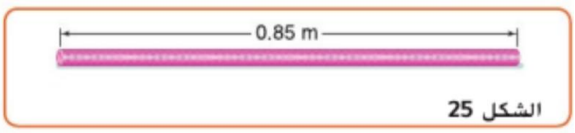
$$f_2 = \frac{5}{4} f_1$$

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{2L_1} = \frac{343m/s}{2 \times 0.836m} = 205Hz$$

$$f_2 = \frac{5}{4} \times 205Hz = 256.25Hz$$

$$L_2 = \frac{v}{2f_2} = \frac{343m/s}{2 \times 256.25Hz} = 0.67m$$

س 65 / يوضح الشكل 25 أنبوباً بلاستيكياً مرناً طوله $0.85m$ عندما يهتز ، ينتج نغمة درجة صوتها أقل من درجة صوت أنبوب مفتوح الطرفين بهذا الطول ، فما تردد النغمة ؟



الشكل 25

ج 65 / $f =?$ $\lambda = 2L = 2 \times 0.85m = 1.7m$ $L = 0.85m$ $v = 343m/s$

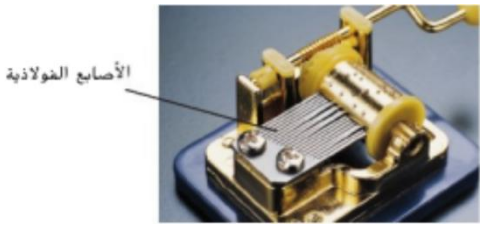
$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343m/s}{1.7m} = 201.76Hz \approx 2kHz$$

س 66 / إذا إهتز الأنبوب في المسألة السابقة بسرعة أكبر و أنتج درجة صوت أعلى ، فما التردد الجديد للنغمة ؟

ج 66 / $f_2 =?$ $f_2 = 2f_1$ $f_1 = 201.76Hz$

$$f_2 = 2f_1 = 2 \times 201.76Hz = 403.5Hz \approx 4kHz$$

س 68 / يوضح الشكل 26 صندوقا موسيقيا يحتوي على مجموعة من الأصابع الفولاذية المربوطة عند أحد الطرفين ويتم النقر عليها من الطرف الآخر بدبابيس على أسطوانة دوارة. ما سرعة الموجة على إصبع طوله $2.4m$ ويصدر نغمة ترددها $1760Hz$ ؟



ج 68 / $v =?$ $\lambda_1 = 4L$ $f = 1760Hz$ $L = 2.4m$

$$v = \lambda f = 4L \cdot f = 4 \times 2.4m \times 1760Hz = 16896m/s \approx 1.7 \times 10^3 m/s$$

س 69 / تزداد سرعة الصوت بمقدار $0.6m/s$ لكل درجة سيليزية عندما ترتفع درجة حرارة الهواء ماذا يحدث لكل مما يلي : بالنسبة إلى صوت معين عندما تزداد درجة الحرارة؟

a / التردد

يظل ثابتاً

b / طول الموجة

يزداد

س 75 / إذا زادت درجة الصوت ، فما التغير الذي يحدث لكل ما يلي :

a / التردد

يزداد

b / طول الموجة

يقل

c / سرعة الموجة

تظل ثابتة

d / السعة

تظل ثابتة

س 76 / **تغيرات في درجة الحرارة** إذا كانت سرعة الصوت تزداد بزيادة درجة الحرارة فهل ستزداد درجة صوت أنبوب مغلق الطرف أم ستقل عندما ترتفع درجة الحرارة في الهواء؟ افترض أن طول الأنبوب لم يتغير.

ج 76 / ستزداد ، فإذا بقى الطول ثابتاً سيزداد التردد

$$\lambda_1 = 4L \quad v = \lambda f = 4fL \quad v = 4f$$

س 77 / **الفرق الموسيقية العسكرية** يلحن عازفان على مزمارين. إذا كنت تسمع تردد النبضة يزداد فهل تردد المزمارين سيتقارب أم سيتباعد؟

ج 77 / ستتباعد الترددات

س 78 / **الآلات الموسيقية** تصدر آلة أرغن مغطاة نغمة معينة. في حال إزالة الغطاء ليصبح الأنبوب مفتوح الطرفين. هل ستزداد درجة الصوت أم ستقل؟

ج 78 / ستزداد حدة الصوت نظراً لأن التردد بالأنبوب مفتوح الطرفين ضعف التردد بالأنبوب مغلق الطرف

س 79 / **الآلات الوترية** يوضّح الشكل 28 قيثارًا فيه أوتار طويلة تصدر نغمات منخفضة، وأوتارًا قصيرة تُصدر نغمات مرتفعة. ويوضح الشكل 28 أيضًا جيتارًا أوتاره متساوية في الطول. كيف يمكن أن تُصدر هاتان الآلتان ألحانا بدرجات صوت مختلفة؟



الشكل 28

ج 79 / لكل وتر مقدار شد مختلف وكتلة لكل وحدة طول مختلفة تنتج الأوتار الأرفع والمشدودة بقوة أكبر نغمات أعلى من الأوتار غير المشدودة والأكثر سمكا ، ففي الجيتار متساوي الأطوال لأوتاره يجب زيادة التردد لإصدار نغمات مختلفة ، بينما في الجيتار مختلف الأطوال ، فتنتج نغمات مختلفة حتى و إن لم يتغير التردد

س 81 / إذا ألقيت حجرًا في بئر عمقها $122.5m$ كما هو موضح في الشكل 29 ، فما الفترة الزمنية التي ستسمع بعدها ارتطام الحجر بقاع البئر؟



ج / 81 $\Delta y = -122.5m \quad v_i = 0 \quad g = -9.8m/s^2 \quad t_{one\ way} = ?$

$t_{net} = ?$

$$\Delta y = v_i t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$-122.5m = 0 \times t + \frac{1}{2} \times -9.8m/s^2 \times {t_{one\ way}}^2$$

$$-122.5m = -4.9m/s^2 \times {t_{one\ way}}^2$$

$${t_{one\ way}}^2 = \frac{-122.5m}{-4.9m/s^2} = 25s$$

$$t_{one\ way} = \sqrt{25} = 5s$$

$$t_{refliction\ way} = \frac{\Delta y}{v} = \frac{-122.5m}{-343m/s} = 0.4s$$

$$t_{net} = t_{one\ way} + t_{refliction\ way}$$

$$t_{net} = 5s + 0.4s = 5.4s$$

يمكن سماع صوت الحجر بعد إلقاءه بمدة $5.4s$

س 83 / تستخدم سفينة موجات سونار بتردد 22.5KHz. إذا كانت سرعة الصوت في ماء البحر تساوي $1533m/s$ فما مقدار التردد الذي يصل إلى السفينة بعد انعكاسه من حوت يتحرك مبتعدا عن السفينة بسرعة $4.15m/s$ افترض أن السفينة ساكنة.

ج 83 / الجزء الأول (سنحسب التردد الذي يصل إلى الحوت) (حيث السفينة هي المصدر و الحوت هو المراقب)

$$v_s = 0m/s \quad v_d = 4.15m/s \quad f_s = 22.5kHz = 22.5 \times 10^3 Hz = 22500Hz$$

$$v = 1533m/s \quad f_d = ?$$

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

$$f_d = 22500Hz \times \frac{(1533m/s - 4.15m/s)}{(1533m/s - 0m/s)} = 22500Hz \times \frac{1528.85m/s}{1533m/s}$$

$$f_d = 22500Hz \times 0.997 = 22439Hz \approx 22.4KHz$$

الجزء الثاني (سنحسب التردد الذي يصل إلى السفينة)(حيث الحوت هو المصدر و السفينة هي المراقب)

$$v_s = -4.15m/s \quad v_d = 0m/s \quad f_s = 22.4kHz = 22.4 \times 10^3 Hz = 22439Hz$$

$$v = 1533m/s \quad f_d = ?$$

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

$$f_d = 22439Hz \times \frac{(1533m/s - 0m/s)}{(1533m/s - (-4.15m/s))} = 22439Hz \times \frac{1533m/s}{1537.15m/s}$$

$$f_d = 22439Hz \times 0.997 = 22378Hz \approx 22.3KHz$$

يرتد إلى السفينة موجة ترددها $22.3KHz$ أو $22378Hz$

تدريب على الإختبار المعياري

1 – كيف ينتقل الصوت من مصدره غلى أذنك ؟

عن طريق التغيرات في ضغط الهواء

2 - يستمع أحمد إلى موسيقى كلاسيكية تصدر من مكبرات الصوت المثبتة في بركة السباحة الخاصة به. إذا وصلت إلى أذنه نغمة موسيقية ترددها $330Hz$ أثناء تواجده تحت الماء. ما الطول الموجي للموجة الصوتية التي تصل إلى أذن أحمد؟ علما بأن سرعة الصوت في الماء تساوى 1493 m/s.

$$f = 330Hz \quad v = 1493m/s \quad \lambda = ?$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1493m/s}{330Hz} = 4.52m$$

3 – ينتقل الصوت الصادر من بوق بسرعة $351m/s$ في الهواء ، إذا كان تردد النغمة $294Hz$ فما الطول الموجي للموجة الصوتية ؟

$$f = 294Hz \quad v = 351m/s \quad \lambda = ?$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{351m/s}{294Hz} = 1.19m$$

4 - يجذب صوت بوق سيارة ما انتباه مراقب ثابت إذا كانت السيارة تقترب من المراقب بسرعة $60km/h$ ويصدر البوق صوتا تردده 512 H فما تردد الصوت الذي يدركه المراقب؟ علما بأن سرعة الصوت في الهواء تساوي 343 m/s

$$v_s = \frac{60km}{h} = \frac{60km}{h} \times \frac{1000m}{1km} \times \frac{1h}{3600s} = 16.6m/s$$

$$f_s = 512Hz \quad v_d = 0m/s \quad v = 343m/s \quad f_d = ?$$

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

$$f_d = 512Hz \times \frac{(343m/s - 0m/s)}{(343m/s - 16.6m/s)} = 512Hz \times \frac{343m/s}{326.3m/s}$$

$$f_d = 512Hz \times 1.05 = 538.14Hz$$

5 - كما هو موضح في الرسم أدناه تبتعد سيارة بسرعة $72km/h$ عن صافرة إنذار ثابتة. إذا كان تردد صوت صافرة الإنذار $657Hz$ فما تردد الصوت الذي يدركه السائق؟ علما بأن سرعة الصوت تساوي $343m/s$.

$$v_d = \frac{72km}{h} = \frac{72km}{h} \times \frac{1000m}{1km} \times \frac{1h}{3600s} = 20m/s$$

$$f_s = 657Hz \quad v_s = 0m/s \quad v = 343m/s \quad f_d = ?$$

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

$$f_d = 657Hz \times \frac{(343m/s - 20m/s)}{(343m/s - 0m/s)} = 657Hz \times \frac{323m/s}{343m/s}$$

$$f_d = 657Hz \times 0.94 = 618Hz \approx 620Hz$$

6 – تسمع ربما 20 ضربة في $5s$ في أثناء عزفها نغمتين على البيانو ، كما أنها على يقين بأن تردد النغمة الأولى يساوي $262Hz$. ما الترددات المحتملة للنغمة الثانية ؟

$$f = \frac{N}{t} = \frac{20beat}{5s} = 4Hz$$

$$f_1 = 262Hz \quad f_2 = ? \quad f_3 = ?$$

$$f_2 = 262Hz + 4Hz = 266Hz$$

$$f_3 = 262Hz - 4Hz = 258Hz$$

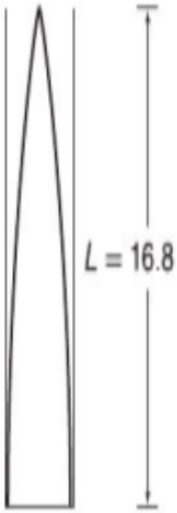
7 – أي من أزواج الآلات التالية لها ترددات رنانة عند ضرب أقل تردد لها في أي عدد صحيح ؟

1 – وتر مثبت و انبوب مغلق

2 – وتر مثبت و أنبوب مفتوح

3 – أنبوب مفتوح و أنبوب مغلق

4 – أنبوب مفتوح و آلة نفخ خشبية



8 – يوضح الشكل الرنين الأول لأنبوب هوائي مغلق الطرف ، إذا كان تردد الصوت $488Hz$ ، فما سرعة الصوت ؟

$$\lambda_1 = 4L \quad L = 16.8cm = 16.8 \times 10^{-2}m = 0.168m \quad f_1 = 488Hz \quad v = ?$$

$$v = \lambda f = 4L \cdot f = 4 \times 0.168m \times 488Hz = 327.936m/s \approx 330m/s$$

أسئلة من إختبارات وزارية سابقة

أُستخدمت الكؤوس الزجاجية لعزف الموسيقى منذ العصور الوسطى ، و قد سميت أول أداة موسيقية مصنوعة من الكؤوس الزجاجية المتراصة رأسياً بالقيثارة / الهيرمونيكا الزجاجية . يقوم مبدأ توليد النغمات الموسيقية من خلال الإحتكاك بين أصابع العازف و حواف الكؤوس المصنوعة من الكريستال ، انظر إلى الشكل و أجب عن السئلة التي تليه :



1 – عند أخذ كأس ، و محاولة إصدار نغمة صوتية لكل من مستويات الماء في الكاس (فارغ من الماء – مملوء ثلثه بالماء – مملوء ثلثيه بالماء)

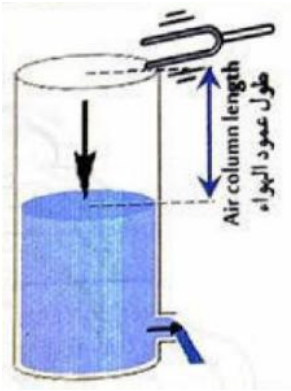
- ماذا يحدث لدرجة الصوت عند زيادة مستوى الماء في الكأس ؟ برر إجابتك مستخدماً العلاقة الرياضية

- يتم إعطاء طول عمود الهواء في حالة الرنين بالعلاقة $(L = \frac{1}{4}n\lambda)$ ، هل n عدد فردي أم زوجي ؟ وضح إجابتك

2 – عندما يتم وضع كأسين قريبين جداً من بعضهما البعض ، و قُمت بتحريك إصبعك على طول حافة أحد الكوبين لإصدار نغمة ، و لاحظت أنه يتم إنتاج نفس النغمة في الكوب الآخر

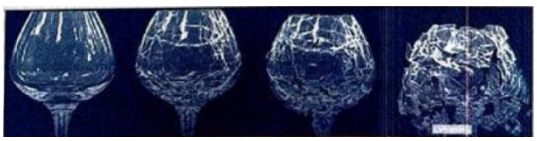
ماذا يمكن أن تسمى هذه الظاهرة ؟ و ما هو الشرط لحدوث هذه الظاهرة ؟

يبين الشكل أنبوب هوائي مغلق (مرنان) في أسفله فتحة لتسريب الماء منها ، و بالتالي التحكم في مستوى الماء عند إرتفاع معين يصدر نغمة صوتية ذات تردد معين ، ثم تم إنقاص مستوى الماء و أُصدرت نغمة أخرى و هكذا .....



ماذا يحدث لدرجة الصوت عند إنقاص مستوى الماء في الأنبوب ؟ برر إجابتك

هذه الصورة أخذت عن طريق كاميرا متخصصة في برنامج (Myth Busters) الذي قامت قناة ديسكفري (Discovery Channel) بعرضه عام 2005 ، حيث قام المدرب الصوتي " جيمي فانديرا " بتحطيق كأس ذات عنق (ساق) بإستخدام صوته فقط كما في الصورة



لماذا تتمكن ترددات صوتية معينة من تحطيم الكاس الزجاجي ؟ ماذا تسمى هذه الحالة ؟

تم الحصول على البيانات أدناه أثناء إستقصاء العلاقة بين السرعات المختلفة لمصدر الصوت المتحرك و الترددات الملتقطة (المكتشفة) بواسطة مستمع ثابت لكل سرعة

رقم التجربة	1	2	3	4
سرعة مصدر الصوت (m/s)	$0m/s$	$10m/s$	$20m/s$	$30m/s$
التردد الملتقط من مستمع ساكن (Hz)	$900Hz$	$874Hz$	$850Hz$	$827Hz$

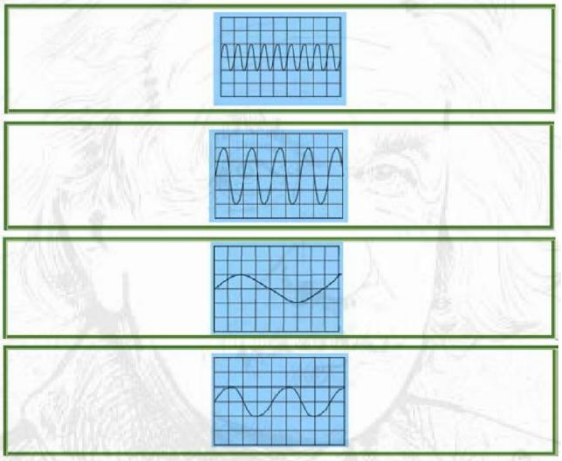
a / هل كان مصدر الصوت يتحرك باتجاه المستمع أم بعيداً عنه ؟ إعط سبباً لإجابتك

b / إستخدم المعلومات الواردة بالجدول لحساب سرعة الصوت أثناء الإستقصاء

الأسئلة الإلكترونية (الإختيار من متعدد)

Sound Pitch	جدة الصوت
Sound Loudness	علو (جهارة) الصوت
Sound Amplitude	سعة الصوت
Sound Level	مستوى الصوت



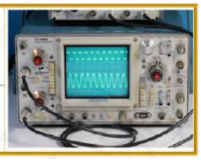


In the figure, an oscilloscope displays four sound waves from different sources.

Which of the following graphs represents the wave with the highest loudness (Intensity)?

في الشكل جهاز "راسم ذبذبات"، يُبيّن موجات صوتية لأربعة من المصادر المختلفة.

أي الرسوم البيانية الآتية لموجة لها أعلى شدة صوتية (علو الصوت)؟



2, 3
1, 3
1, 2
1, 2, 3

A resonant system has a fundamental frequency ($f_1 = 140\ Hz$). If the next frequencies that able to give resonance are ($280\ Hz$) and ($420\ Hz$). Figures (1-3) show musical instruments whose working principle is based on resonance.

Which musical instrument achieves the resonant frequencies in this system?



نظام الرنين له تردد أساسي ($f_1 = 140\ Hz$). إذا كانت الترددات التالية القادرة على إعطاء الرنين هي ($280\ Hz$) و ($420\ Hz$). الأشكال (1-3) تُبيّن الآلات موسيقية مبدأ عملها يقوم على الرنين.

أي الآلات الموسيقية تُحقق ترددات الرنين في هذا النظام؟

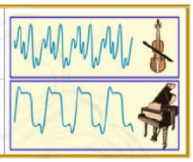
Due to the difference in atmospheric pressure on each of them, which leads to a change in the speed of sound in them	لاختلاف الضغط الجوي الواقع على كل منهما، والتي تؤدي لتغير سرعة الصوت فيهما
Due to the difference in temperature in the surrounding environment, which leads to a change in the speed of sound in them	لاختلاف درجة الحرارة في البيئة المحيطة بهما، والتي تؤدي لتغير سرعة الصوت فيهما
Due to the difference in the fundamental tone in them, with similarity in the harmonic tones accompanying it	لاختلاف النغمة الأساسية فيهما، مع تشابه في النغمات النو افقية المصاحبة لها
Due to the difference in the harmonic tones accompanying the fundamental tone issued by each of them	لاختلاف النغمات النو افقية المصاحبة للنغمة الأساسية الصادرة عن كل منهما

In Figure, the complex waves of the violin and the piano are similar, as they agree in pitch and intensity, but the sound produced by each of them is very different.

Why does the violin sound different from the piano?

في الشكل تتشابه الموجة المركبة لكل من الكمان والبيانو، إذ تتفقان في حدة الصوت وشدته. ولكن الصوت الناتج عن كل منهما مختلف عن الاخر إل حد كبير.

ما السبب في اختلاف صوت الكمان عن البيانو؟



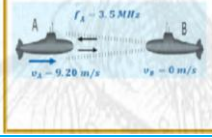
Sound Pitch	حِدَّة الصوت
Sound Loudness	علو (جبارة) الصوت
Sound Level	مستوى الصوت
Sound Amplitude	سعة الصوت



أي الكميات الفيزيائية الآتية تقاس بوحدة الديسيبل (dB)؟

Which of the following physical quantities is measured in decibels (dB)?

5.22 MHz	A
4.32 MHz	B
3.48 MHz	C
3.52 MHz	D



تتحرك الغواصة A بسرعة $9.20\ m/s$ باتجاه غواصة أخرى B في حالة السكون، تُصدر الغواصة A إشارة سونار بتردد مقداره $3.50\ MHz$، إذا علمت أن سرعة الصوت في الماء $1482\ m/s$. ما التردد الذي سترصده الغواصة الثانية (B)؟

A submarine A is moving at ($9.20\ m/s$) towards another submarine B, at rest. The Sub A sends out a sonar signal at ($3.50\ MHz$). If you know the speed of sound in water is ($1482\ m/s$). What frequency would the second submarine (B) detect?

$f_{(closed)} = f_{(open)}$

$f_{(closed)} = \frac{1}{2} f_{(open)}$

$f_{(closed)} = \frac{3}{2} f_{(open)}$

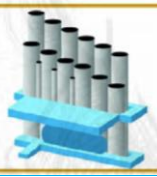
$f_{(closed)} = 2f_{(open)}$



أنبوب مفتوح من كلا الطرفين يتذبذب برنين تردده الأساسي $f_{(open)}$. عندما يتم تغطية أحد طرفي الأنبوب وجعله يتذبذب مرة أخرى، يكون تردد رنينه الأساسي $f_{(closed)}$. أي من العبارات التالية تصف العلاقة بين ترددي الرنين في الحالتين؟

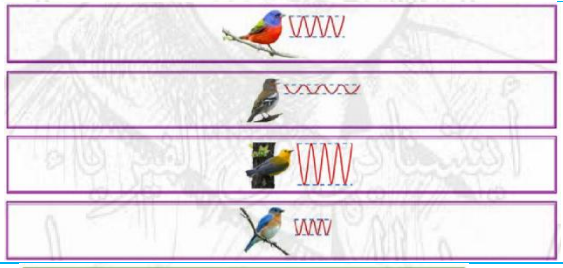
A pipe open at both ends resonates at a fundamental frequency $f_{(open)}$. When one end is covered and the pipe is again made to resonate, the fundamental frequency is $f_{(closed)}$. Which of the following expressions describes the relation between the two resonance frequencies?

Goes up	ترتفع
Goes down	تنخفض
Stays the same	تبقى كما هي
Is impossible to determine	من المستحيل تحديد ذلك



تحتوي حديقة *هيلي الترفيهية* في مدينة العين على رنان خارجي لأنابيب الأرغون المفتوحة. عندما ترتفع درجة حرارة الهواء، ماذا يحدث للتردد الأساسي للأنابيب المغلقة؟

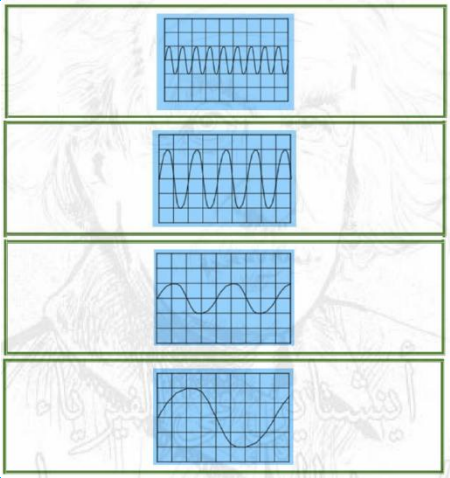
Hili Fun Park in Al-Ain city has an outer open organ pipe resonator. When the air temperature increases; What happened to the fundamental frequency of the closed pipes?

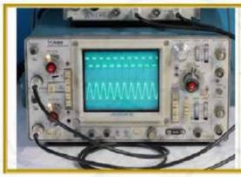




أي من الطيور التالية صوته له أعلى شدة؟

Which one of the following birds has the loudest sound?





جهاز "راسم ذبذبات" يُبيّن موجات صوتية لأربعة من المصادر المختلفة.

أي الرسوم البيانية الآتية لموجة لها أعلى حدة صوتية؟

An oscilloscope displays four sound waves from different sources.

Which of the following graphs represents the wave with the highest pitch?

Dissonance	النشاز
Timber	جرس الصوت
Hearing resonance	رنين السمع
harmonics	التوافقيات



أي مما يلي يُشير إلى خاصية الصوت الذي يُعطي كل آلة موسيقية صوتًا مختلفًا فريدًا؟

Which of the following indicates the quality of sound that gives each different musical instrument a unique sound?

Energy of sound	طاقة الصوت
Pitch of sound	درجة الصوت
Loudness of sound	شدة الصوت
Sound level	مستوى الصوت



أي الكميات التالية يقاس بوحدة الديسيبل (dB)؟

Which of the following quantities is measured in decibels (dB) ?

إذا كان التردد الأساسي لوتر في جيتار $(500\ Hz)$ ، أي الترددات التالية يمكنه ان يجعل الوتر في حالة رنين .

If a guitar string has a fundamental frequency of $(500\ Hz)$.
which of the following frequencies can set the string into resonance?

- $750\ Hz$
- $1750\ Hz$
- $1500\ Hz$
- $1250\ Hz$

يقوم لحنان من عازفي الفلوت بضبط آلاتهم . احد العازفين يصدر صوت بنغمة $(527\ Hz)$ ، والعازف الأخر يصدر صوت بنغمة $(523\ Hz)$. ما عدد الضربات في كل ثانية والتي سوف يسمعها كل منهما؟

Two flute players are tuning their instruments. One player sounds a tone with a pitch of $(527\ Hz)$ and the other player sounds a tone with a pitch of $(523\ Hz)$. How many beats per second will the players hear?

- 4
- 2
- 525
- None

قطار يتحرك بسرعة ثابتة $(0.25v)$ مقتربا من مراقب يقف على منصة، حيث (v) هي سرعة الصوت . يصدر القطار صوتا بتردد (f).
ما هو التردد الذي يرصده المراقب ؟

A train is traveling with a constant speed$(0.25v)$ toward an observer standing on a platform, where (v) is the speed of sound. The train sounds whistle of a frequency (f).
What is the observed frequency?

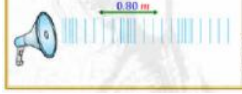
- $\frac{7}{4}f$
- $\frac{1}{2}f$
- $\frac{8}{10}f$
- $\frac{4}{3}f$

تعمل الزجاجة المبينة في الشكل كانبوب مفتوح من أحد طرفيه ومغلق من الطرف الأخر . طول الأنبوب يساوي طول الزجاجة $(0.18\ m)$ ، وسرعة الصوت الهواء في $(343\ m/s)$ ، ما تردد النغمة التوافقية التي تشكلت في الزجاجة؟

The bottle acts as an organ pipe open at one end and closed at the other. The length of the pipe is the equal to the length of the bottle $(0.18\ m)$, and the speed sound of air is $(343\ m/s)$. What is the frequency of the harmonic formed in the bottle?

- $2.4\ kHz$
- $0.4\ kHz$
- $1.4\ kHz$
- $140\ Hz$

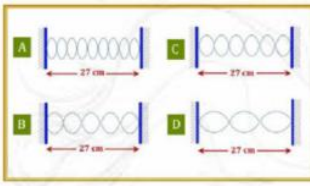
يوضح الشكل موجة صوتية يصدرها مكبر صوت . ينتشر الصوت في الهواء بسرعة $(336\ m/s)$.
ما تردد الموجة الصوتية؟



The figure shows a sound wave produced by a loudspeaker. The sound propagates in the air at the speed of, $(336\ m/s)$.
The frequency of the sound wave?

- $300\ Hz$
- $212\ Hz$
- $420\ Hz$
- $500\ Hz$

تتكون موجات مستقرة في أربعة أوتار متماثلة لها نفس الطول (l) كما هو مبين بالشكل .
أي مما يلي يمثل الترتيب الصحيح لتردد الموجات الناتجة في الاوتار الأربعة؟

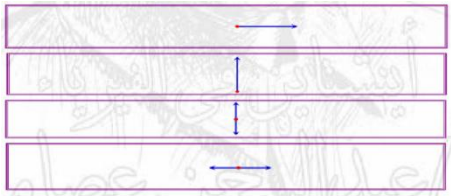


Standing waves are created in four identical strings, as shown in the figure. The strings are of length (l).
Which of the following is the correct ranking of the frequency produced in the four strings?

- $f_A > f_C > f_B > f_D$
- $f_A < f_C < f_B < f_D$
- $f_A \leq f_C > f_B \geq f_D$
- $f_D > (f_A = f_B) > f_D$

يمثل الرسم المجاور نبضات صوتية تنتقل في الهواء . النقطة الحمراء المبينة على الشكل تمثل أحد جزيئات الهواء . أي الرسوم التخطيطية الآتية تمثل حركة النقطة الحمراء ، اثناء حركة النبضات في الهواء؟

The diagram represents sound pulses traveling throw air. The red point represents an air molecule. Which of the following diagrams represents the motion of the red point as the pulses pass through air?



بسم الله الرحمن الرحيم

الوحدة الثالثة (أساسيات الضوء)

الدرس الأول (الإستضاءة)

مسار الضوء

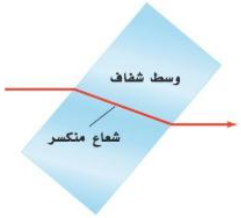
ينتقل الضوء في مسار مستقيم ، و يرجع السبب في ذلك هو انه عند رؤية الغبار الموجود أمام آشعة الضوء يكون في مسار خط مستقيم ، فعند التحرك للأمام نحو جسم أمام العينين ، فهذا يعني أن الكائن يتحرك في خط مستقيم لأن الضوء المنعكس عن الجسم يسير في خط مستقيم



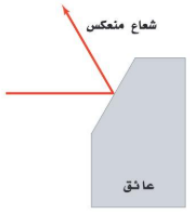
نموذج الشعاع الضوئي

نموذج الشعاع الضوئي : بعد وصول الشعاع الضوئي إلى حاجز ، يتفاعل معه و يغير إتجاهه و لكن يظل يتحرك في خط مستقيم

بصريات الآشعة / البصريات الهندسية : دراسة تفاعل الضوء مع المادة







مصادر الضوء

	مصادر مضيئة	مصادر مستضيئة
التعريف	أجسام تبعث ضوءا من ذاتها	أجسام مرئية تعكس الضوء الساقط عليها
الأمثلة	ضوء الشمس ، اللهب ، المصباح الفلوريسنتي	القمر ، المرآة ، الأريكة

الضوء و المادة

الوسط المعتم	الأوساط التي تمتص الضوء و تعكسه و لا ينفذ من خلالها
الوسط شبه الشفاف	الأوساط التي تنقل الضوء و تعكسه و لكن لا تسمح برؤية الأجسام بوضوح
الوسط الشفاف	الأوساط التي ينفذ من خلالها معظم الضوء



كمية الضوء (العوامل المؤثرة في مدى سطوع الضوء الذي يصل للشخص)

1 - كمية الضوء التي ينتجها المصدر المضئ
2 - المسافة بين المصدر المضئ و العين
3 - الزاوية التي يسقط فيها الضوء على العين

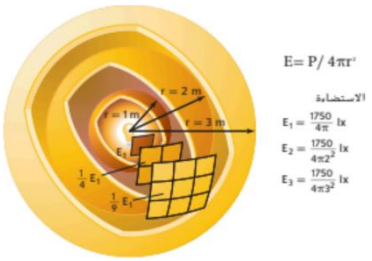
التدفق الضوئيP



التدفق الضوئي : معدل إنبعاث الضوء من المصدر المضئ ، و يقاس بوحدة اللومن lm
* يعتمد المقدار الكلي للضوء الساقط على السطح في فترة زمنية معينة *
* على التدفق الضوئي للمصدر فقط *

الإستضاءة E

الإستضاءة : معدل إصطدام الضوء بوحدة مساحة السطح (كمية الإضاءة التي يوفرها المصدر المضئ للجسم) و تقاس بوحدة اللوكس (lx) و التي تساوي لومن لكل متر تربيع lm/m^2
* عندما تنتشر آشعة الضوء من مصدر نقطي في خطوط مستقيمة في جميع الإتجاهات *
* فإن عدد آشعة الضوء المتاحة لإضاءة وحدة المساحة (الإستضاءةE)
* تتناقص مع زيادة مربع البعد عن مصدر الضوء النقطي r^2 *



الإستضاءة بفعل مصدر نقطي

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

علاقة التربيع العكسي
$$E \propto \frac{1}{r^2}$$

قانون التربيع العكسي

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{{r_2}^2}{{r_1}^2}$$

يعد إستخدام القانون $E = \frac{P}{4\pi r^2}$ صحيحا :

1 - إذا كان الضوء المنبعث من المصدر الضوئي يسقط عموديا على السطح الذي يضيئه
2 - إذا كانت المصادر المضيئة صغيرة أو بعيدة بصورة كافية لإعتبارها صورة نقطية

* المعادلة لا تعطي قيما دقيقة للإستضاءة الناتجة بفعل المصابيح الفلوريستينية الطويلة *
* أو المصابيح القريبة من الأسطح التي تضيئها *

شدة الإضاءة

شدة الإضاءة : كمية الضوء التي يرسلها المصدر المضئ في إتجاه معين و محدد و تقاس بوحدة الكاندلا (الشمعةcd)

قياس شدة الإضاءة (بدلالة التدفق الضوئي)

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

قياس شدة الإضاءة (بدلالة مربع البعد + الإستضاءة)

$$I_V = Er^2$$

بعد المصباح من الحاجز يساوي مثلي بعد الشمعة منه ، لتكون استضاءة سطح الحاجز المواجه للمصباح مساوية لاستضاءة سطح الحاجز المواجه للشمعة، يجب أن تكون إضاءة المصباح أقوى من إضاءة الشمعة أربع مرات. بالتالي يجب أن تكون شدة الإضاءة للمصباح أربعة أضعاف شدة الإضاءة للشمعة. أما إذا كان للمصدرين الموجودين شدة الإضاءة نفسها، فستكون استضاءة سطح الحاجز المواجه للمصباح الذي يبعد من الحاجز مسافة$2r$

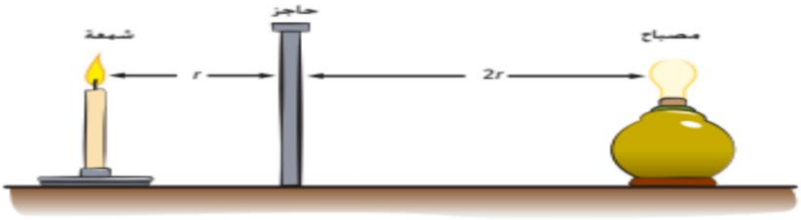
ربع استضاءة سطح الحاجز المواجه للشمعة وهذا يتفق مع علاقة التربيع العكسي

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{{r_2}^2}{{r_1}^2}$$

$$r_2 = 2r_1$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{(2r_1)^2}{{r_1}^2} \rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{4{r_1}^2}{{r_1}^2}$$

$$\frac{E_2}{E_1} = 4 \rightarrow E_2 = 4E_1 \; or \; E_1 = \frac{1}{4}E_2$$



الشكل 7 لكي تكون استضاءة سطح الحاجز المواجه للمصباح مساوية لاستضاءة سطح الحاجز المواجه للشمعة، يجب أن تكون شدة الإضاءة للمصباح أربعة أضعاف شدة الإضاءة للشمعة.

(غير موجود بالهيكل)

سرعة الضوء (دلالات من القمر آيو)

أجرى الفلكي الدنماركي أولي رومر 70 قياسا حول الزمن الدوري للقمر آيو (أحد أقمار كوكب المشتري) و الذي يساوي 1.8 يوم ، فرصد الأزمنة عندما كان القمر آيو يخرج من منطقة ظل كوكب المشتري ، و كانت قياساته تهدف لتحسين الخرائط من خلال خطوط الطول للمواقع على سطح الأرض ، إستطاع رومر أن يتوقع وقت حدوث خسوف القمر المقبل له ، و توصل أن الز من الدوري لقمر آيو يزداد بمتوسط 13 ث لكل دورة عندما تتحرك الأرض مبتعدة عن المشتري ، و يقل بمتوسط 13 ث لكل دورة عندما تتحرك الأرض مقتربة من المشتري

اعتقد رومر أن أقمار كوكب المشتري منتظمة الحركة في مداراتها مثل الأرض ، فلذلك ظل رومر يبحث عن السبب الذي يؤدي لتباين هذه القياسات فكانت حركة الأرض و موقعها بالنسبة للمشتري ، خلال 182.5 يوم ، حدث 100 خسوف لقمر آيو (بمعدل خشوف واحد كل 1.8 يوم) ، أجرى رومر حسابات متعلقة بإنتقال الضوء مسافة تعادل قطر مدار الأرض ، فوجد أن الخسوف الواحد يتأخر 13 ث ، فهذا يعني أن 100 خسوف يتأخروا بحوالي 22 دقيقة

قياسات ميلكسون

أجرى العالم الأمريكي ألبرت إبراهام ميلكسون قياسات على الزمن الذي يستغرقه الضوء للإنتقال ذهابا و إيابا بين جبلين المسافة بينهما 35 كم ، حيث استخدم مجموعة من المرايا الدوارة لقياس هذه الفترات الزمنية القصيرة و توصل لسرعة الضوء و التي كانت

$$(2.99796 \pm 0.00004) \times 10^{8} m/s$$

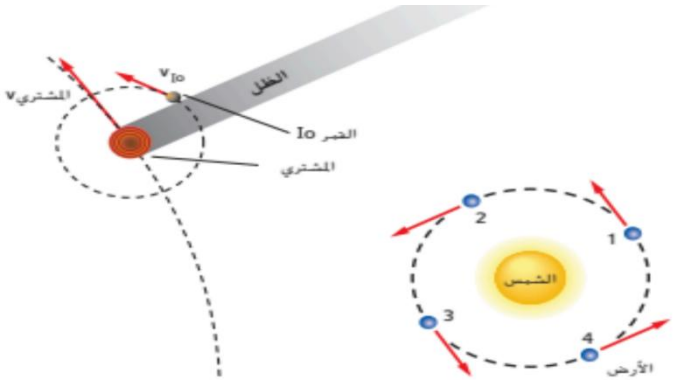
و يرمز لها بالرمز

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

و بهذا الشكل ينتقل الضوء مسافة

$$9.46 \times 10^{12} \text{km}$$

في السنة ، و تسمى هذه المسافة السنة الضوئية



بسم الله الرحمن الرحيم

حل تطبيقات الوحدة الثالثة (المتعلقة بدرس الإستضاءة)

أساسيات الضوء

س 1 / إذا سلط مصباح بشكل عمودي فوق كتاب من إرتفاع $30cm$ ، ثم رفع المصباح إلى إرتفاع $90cm$ ، قارن بين غستضاءة الكتاب قبل الحركة و بعدها

ج 1 / سنستخدم قانون التربيع العكسي ، حيث أن النسبة بين مربع البعد الأول و مربع البعد الثاني تساوي النسبة بين الإستضاءة الأولى و الإستضاءة الثانية

$$r_1 = 30cm = 30 \times 10^{-2}m = 0.3m \quad {r_1}^2 = (0.3m)^2 = 0.09m$$

$$r_2 = 90cm = 90 \times 10^{-2}m = 0.9m \quad {r_1}^2 = (0.9m)^2 = 0.81m$$

$$\frac{{r_2}^2}{{r_1}^2} = \frac{E_1}{E_2}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{0.81m}{0.09m} = 9$$

$$E_1 = 9E_2$$

س 2 / إرسم منحنى بياني يمثل الإستضاءة الناتجة عن مصباح تدفقه الضوئي $2275lm$ بين $0.5m$ و $5m$

ج 2 / سنجد إستضاءة المصباح عن كل بعد :

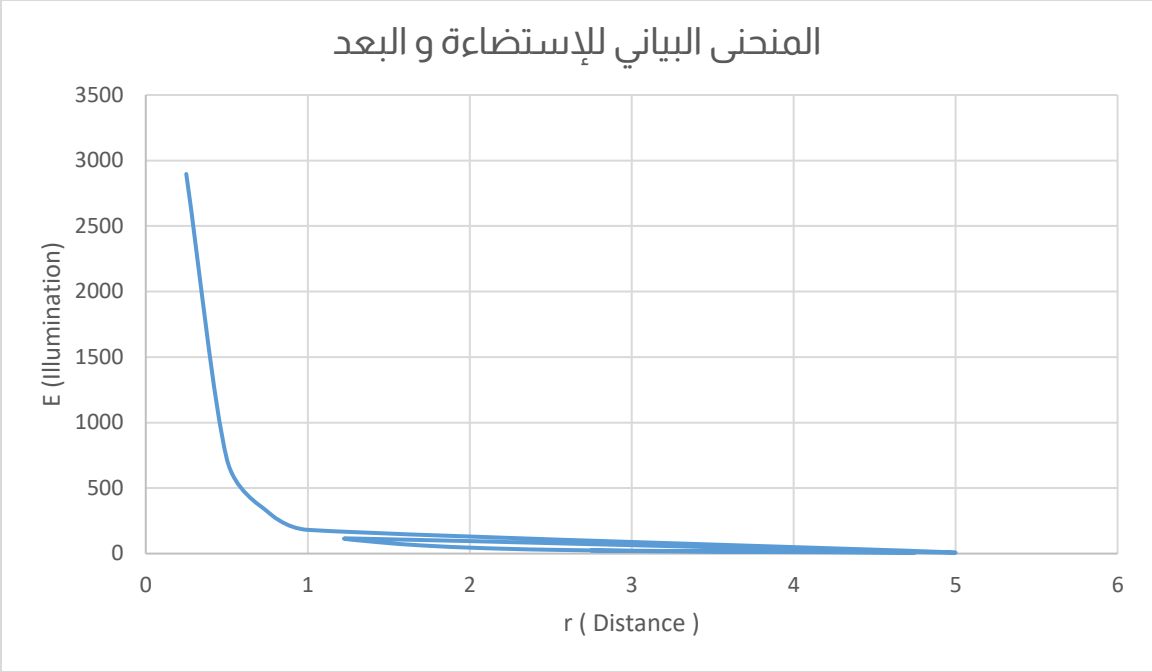
$$r_1 = 0.5m \quad {r_1}^2 = (0.5m)^2 = 0.25m$$

$$E_1 = \frac{P}{4\pi\, {r_1}^2} = \frac{2275lm}{4\pi \times 0.25m} = \frac{2275lm}{\pi} = 724.15lx$$

$$r_2 = 5m \quad {r_2}^2 = 5m^2 = 25m$$

$$E_2 = \frac{P}{4\pi\, {r_2}^2} = \frac{2275lm}{4\pi \times 25m} = \frac{2275lm}{100\pi} = 7.2415lx$$

r	$0.25m$	$0.5m$	$0.75m$	$1m$	$5m$	$10m$	$15m$	$20m$
$E = \frac{P}{4\pi r^2}$	$E = \frac{2275lm}{4\pi \times 0.25^2}$	$E = \frac{2275lm}{4\pi \times 0.5^2}$	$E = \frac{2275lm}{4\pi \times 0.75^2}$	$E = \frac{2275lm}{4\pi \times 1^2}$	$E = \frac{2275lm}{4\pi \times 5^2}$	$E = \frac{2275lm}{4\pi \times 10^2}$	$E = \frac{2275lm}{4\pi \times 15^2}$	$E = \frac{2275lm}{4\pi \times 20^2}$
E	$2897lx$	$724lx$	$322lx$	$181lx$	$7.24lx$	$1.81lx$	$0.8lx$	$0.45lx$



س 3 / مصدر ضوئي نقطي شدة إضاءته $64cd$ يقع على إرتفاع $3m$ فوق لوحة ، ما مقدار الإستضاءة ؟

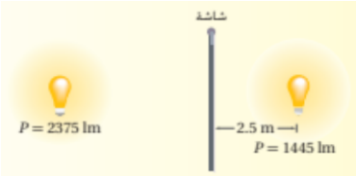
ج 3 / $I_v = 64cd \quad r = 3m \quad E = ?$

$$E = \frac{I_v}{r^2} = \frac{64cd}{3m^2} = \frac{64cd}{9m} = 7.1lx$$

س 4 / وضعت شاشة بين مصباحين يضيئانه بالتساوي، إذا كان التدفق الضوئي للمصباح الأول $1445lm$ ويبعد مسافة $2.5m$ من الحاجز كم يبلغ بعد المصباح الثاني من الحاجز إذا كان تدفقه الضوئي $2375lm$ ؟

ج 4 / $E_2 = E_1 \quad P_1 = 1445lm \quad r_1 = 2.5m \quad {r_1}^2 = (2.5m)^2 = 6.25m$

$P_2 = 2375lm \quad r_2 = ?$



$$\frac{P_1}{4\pi {r_1}^2} = \frac{P_2}{4\pi {r_2}^2}$$

$$\frac{1445lm}{4\pi \times 6.25m} = \frac{2375lm}{4\pi {r_2}^2}$$

$$18.38lx = \frac{2375lm}{4\pi {r_2}^2}$$

$$r = \sqrt{\frac{P}{4\pi E}}$$

$$r_2 = \sqrt{\frac{2375lm}{4\pi \times 18.38lx}} = \sqrt{\frac{2375lm}{73.59\pi}} = 3.2m$$

التحقق :

$$\frac{1445lm}{4\pi \times 2.5m^2} \overset{?}{=} \frac{2375lm}{4\pi \times 3.2^2}$$

$$18.38lx \approx 18.45lx$$

تقريباً الإستضائتين متساويتين ، فإذاً البعد الثاني هو 3.2m

س 5 / كم تبلغ الإستضاءة على سطح يبعد $3m$ اسفل مصباح متوهج قدرته $150W$ و تدفقه الضوئي $2275lm$ ؟

ج 5 / $E = ?$ $P(POWER) = 150W$ $P = 2275lm$ $r^2 = 3m^2 = 9m$ $r = 3m$

$$E = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{2275lm}{4\pi \times 9m} = \frac{2275lm}{36\pi} = 20.9lx = 21lx$$

س 6 / يتطلب أحد قوانين المؤسسات الحكومية أن تكون الاستضاءة الصغرى $160lx$ على سطح كل مكتب. وتقتضي المواصفات التي يوصى بها أن تكون المصابيح على بعد $2m$ فوق المقاعد. ما مقدار أقل تدفق ضوئي يجب أن تولده المصابيح؟

ج 6 / $P = ?$ $r^2 = (2m)^2 = 4m$ $r = 2m$ $E = 160lx$

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

$$P = 4\pi \times 4m \cdot 160lx = 2560\pi\ lm = 8042.5lx$$

س 7 / **تحفيز** تخطط المكتبة العامة المحلية في منطقتك لتجديد مختبر الحاسوب. وقد اشترى المقاولون مصابيح فلوريسنتية معدل تدفقها الضوئي $1750lm$ وكانت الإضاءة المطلوبة على أسطح لوحات المفاتيح $175lx$ افترض أن لكل حاسوب مصباحًا يضيئه

a / ما ارتفاع المصابيح المطلوب فوق أسطح لوحات المفاتيح لتوفير الإضاءة المطلوبة؟

$$E = 175lx \quad P = 1750lm \quad r = ?$$

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

$$r = \sqrt{\frac{1750lm}{4\pi \times 175lx}} = \sqrt{\frac{1750lm}{700\pi\ lx}} = 0.89m \approx 0.9m$$

b / إذا كان المقاولون قد اشتروا مسبقا وحدات التثبيت المصابيح بحيث يكون ارتفاع هذه المصابيح $1.5m$ فوق لوحات المفاتيح، فهل ستتحقق الاستضاءة المطلوبة؟

لا ، لن تحقق هذه الوحدات الإستضاءة المطلوبة لأنها تمتلك بعد أكبر من البعد المطلوب لتوفير الإستضاءة ، فإذا تم إستخدام هذه الوحدات فستحقق إستضاءة أقل من الإستضاءة المطلوبة

c / إذا كانت الإجابة لا، فهل ستكون الاستضاءة أكبر أم أقل من الاستضاءة المطلوبة؟

إذا تم إستخدام هذه الوحدات فستحقق إستضاءة أقل من الإستضاءة المطلوبة ، لأنها تمتلك بعد أكبر من البعد الذي يحقق الإستضاءة المطلوبة

d / ما التغيير المطلوب في التدفق الضوئي للمصابيح التوفير الاستضاءة المطلوبة؟

$$P_1 = 1750lm \quad E_1 = E_2 \quad E = 175lx \quad r_1 = 0.89m \quad r_2 = 1.5m$$

$$P_2 =? \quad \Delta P =?$$

$$\frac{P_1}{4\pi {r_1}^2} = \frac{P_2}{4\pi {r_2}^2}$$

$$\frac{1750lm}{4\pi \times (0.89m)^2} = \frac{P_2}{4\pi \times (1.5m)^2}$$

$$175lx = \frac{P_2}{4\pi \times (1.5m)^2}$$

$$P_2 = 4\pi \times (1.5m)^2 \times 175lx = 4948lm$$

$$\Delta P = P_2 - P_1 = 4948lm - 1750lm$$

$$\Delta P = 3198lm$$

إذا تم تثبيت المصابيح على الوحدات التي تم شراؤها ، فيجب أن يكون التدفق الضوئي للمصابيح الجديدة $4948lm$ ، أي يجب زيادة التدفق الضوئي بمعدل $3198lm$ لتحقيق الإستضاءة المطلوبة

س 10 / **الإستضاءة** هل يولد مصباح واحد إضاءة أكبر من مصباحين متماثلين يقعان على ضعف بعد مسافة المصباح الأول ؟

ج 10 / إذا كان التدفق الضوئي متساوي للمصباحين ، فإن المصباح سيولد إستضاءة أكبر من إستضاءة المصباحين الذان يقعان على ضعف مسافته ، و يمكن إثباتها رياضياً :

$$r_2 = 2r_1$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{{r_2}^2}{{r_1}^2}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{(2r_1)^2}{{r_1}^2}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{4{r_1}^2}{{r_1}^2}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = 4 \rightarrow E_1 = 4E_2$$

E_2 =إستضاءة المصباحين

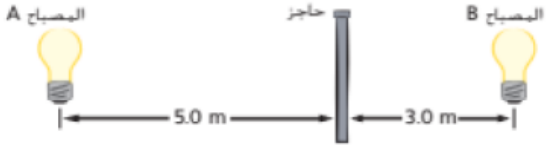
E_1 =إستضاءة المصباح

r_1 =بعد المصباح

r_2 =ضعف بعد المصباح (بعد المصباحين)

سيولد المصباح إستضاءة تكافئ 4 أضعاف إستضاءة المصباحين عندما يقعان على بعد ضعف بعد المصباح

س 11 / **شدة الإضاءة** يضيئ مصباحن حاجزاً بالتساوي ، و يبعدان عنه المسافة الموضحة بالشكل ، إذا كانت شدة إضاءة المصباح A تساوي $75cd$ ، فما شدة إضاءة المصباح B ؟



ج 11 / بما أن الإستضائتين متساويتان ، فإن النسبة بين شدة الإضاءة الأولى و مربع البعد الأول يساوي النسبة بين شدة الإضاءة الثانية و مربع البعد الثاني

$$I_{v_A} = 75cd \quad r_A = 5m \quad r_B = 3m \quad I_{v_B} = ?$$

$$\frac{I_{v_A}}{{r_A}^2} = \frac{I_{v_B}}{{r_B}^2}$$

$$\frac{75cd}{(5m)^2} = \frac{I_{v_B}}{(3m)^2} \rightarrow 3 = \frac{I_{v_B}}{9m}$$

$$I_{v_B} = 9m \times 3 = 27cd$$

س 12 / بعد المصدر الضوئي إفترض أن سطحاً كهربائياً يضئ سطح مكتبك و إضاءته نصف الإستضاءة المطلوبة ، فإذا كان المصباح يبعد عن المكتب $1m$ ، فكم ينبغي أن يكون بعده ليعطي الإستضاءة المطلوبة ؟

ج 12 / $\frac{E_1}{E_2}=\frac{1}{2}$ $r_1{}^2=1m^2=1m$ $r_2=?$

$$\frac{E_1}{E_2}=\frac{r_2{}^2}{r_1{}^2}$$

$$\frac{1}{2}=\frac{r_2{}^2}{1m}$$

$$r_2{}^2=\frac{1}{2}m$$

$$r_2=\sqrt{\frac{1}{2}m}=\frac{\sqrt{2m}}{2}=0.7m$$

تطبيقات الوحدة

س 34 / ما الذي يتناسب طردياً مع إستضاءة سطح بمصدر ضوئي ؟ و ما الذي يتناسب معه عكسياً ؟

ج 34 / تتناسب الإستضاءة طردياً مع التدفق الضوئي و تتناسب الإستضاءة عكسياً مع مربع البعد

إتقان حل المسائل

س 36 / أوجد مقدار الإستضاءة على مسافة $4m$ أسفل مصباح تدفقه الضوئي $405lm$

ج 36 / $r=4m$ $r^2=(4m)^2=16m$ $P=405lm$ $E=?$

$$E=\frac{P}{4\pi r^2}=\frac{405lm}{4\pi\times 16m}=\frac{405lm}{64\pi\, m}=2lx$$

س 38 / يستهلك مصباح كهربائي ثلاثي الضبط قدرة كهربائية تبلغ $50W$أو $100W$ أو $150W$ لإنتاج تدفق ضوئي يبلغ $665\ Im$ أو $1620\ Im$ أو $2285Im$ من خلال أزرار ضبطه الثلاثة. إذا وضع المصباح على بعد cm80 فوق صفحة وكانت أقل استضاءة لازمة لإضاءة الورقة 175 x فما أقل قدرة ينبغي استخدامها؟

ج 38 / $(665lm\rightarrow 50W)$ $(1620lm\rightarrow 100W)$ $(2285lm\rightarrow 150W)$

$E=175lx$ $r=80cm=80\times 10^{-2}m=0.8m$ $P=?$

$$P = 4\pi r^2 E = 4\pi \times (0.8m)^2 \times 175lx = 448\pi\ lm = 1407.5lm$$

أقرب تدفق ضوئي بالخيارات هو $(1620lm \rightarrow 100W)$ ، أي يجب ضبط المصباح على $100W$ لإنتاج تدفق ضوئي يحقق الإستضاءة المطلوبة

س 40 / يريد طالب أن يقارن التدفق الضوئي لمصباح ضوئي بمصباح آخر تدفقه الضوئي $1750lm$. وكان كل منهما يضيء ورقة بالتساوي، وكان المصباح الذي تدفقه الضوئي $1750\ lm$ يبعد $1.25m$ عن الورقة في حين يقع المصباح الآخر على بعد $1.08m$ فما التدفق الضوئي للمصباح الضوئي؟

ج / 40 $P_1 = 1750lm \quad r_1 = 1.25m \quad r_2 = 1.08m \quad P_2 = ? \quad E_1 = E_2$

$$\frac{P_1}{4\pi {r_1}^2} = \frac{P_2}{4\pi {r_2}^2}$$

$$\frac{1750lm}{4\pi \times (1.25m)^2} = \frac{P_2}{4\pi \times (1.08m)^2}$$

$$89.12lx = \frac{P_2}{14.65m}$$

$$P_2 = (14.65)m^2 \times 89.12lx$$

$$P_2 = 1306.3lm$$

تطبيق المفاهيم

س 57 / يقع مصدر ضوء نقطي على بعد $2m$ من الحاجز A وعلى بعد $4m$ من الحاجز B كما هو موضح في الشكل 27. قارن بين الاستضاءة على الحاجز B والاستضاءة على الحاجز A



ج / 57 $P_1 = P_2 \quad r_1 = 2m \quad r_2 = 4m \quad \frac{E_1}{E_2} = ?$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{(4m)^2}{(2m)^2} \rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{16}{4}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = 4 \rightarrow 4E_2 = E_1$$

الإستضاءة عند الحاجز A تساوي 4 أضعاف الإستضاءة عند الحاجز B

س 59 / مصباح الدراسة يبعد مصباح دراسة $35cm$ عن صفحات الكتاب ، فإذا ضاعفت المسافة :

a / هل تبقى الإستضاءة على الكتاب كما هي ؟

لا

b / إذا تغيرت ، فهل ستكون الإستضاءة أكبر أم اصغر مع بيان القيمة بالإثبات الرياضي

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{{r_2}^2}{{r_1}^2}$$

$$r_2 = 2r_1$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{(2r_1)^2}{{r_1}^2}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{4{r_1}^2}{{r_1}^2}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = 4 \rightarrow 4E_2 = E_1 \; or \; E_2 = \frac{E_1}{4}$$

ستقل الإستضاءة فستكون ربع الإستضاءة الأصلية

انظر إلى **الشكل 28** عند حل المسألتين 62 و 63.



الشكل 28

س 62 / ماذا يحدث لإستضاءة الكتاب عند إبعاد المصباح عن الكتاب ؟

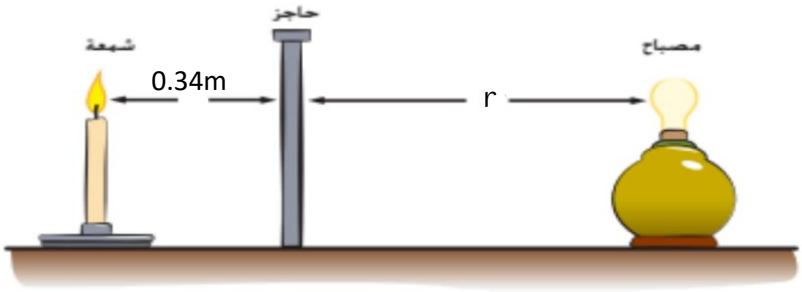
ج 62 / ستقل الإستضاءة بمقدار مربع البعد حسب علاقة التربيع العكسي

س 63 / ماذا يحدث لشدة إضاءة المصباح عند إبعاده عن الكتاب ؟

ج 63 / لا يوجد تغيير ، حيث لا تعتمد شدة الإضاءة على البعد

أسئلة من إختبارات وزارية سابقة

إذا كان التدفق الضوئي لشمعة $(1500lm)$ تبعد مسافة $(0.34m)$ عن الحاجز (شاشة) و تسبب إستضاءة لها تُساوي الإستضاءة نفسها التي يسببها مصباح تدفقه الضوئي $(2500lm)$ و يبعد مسافة (r) كما هو مبين في الشكل



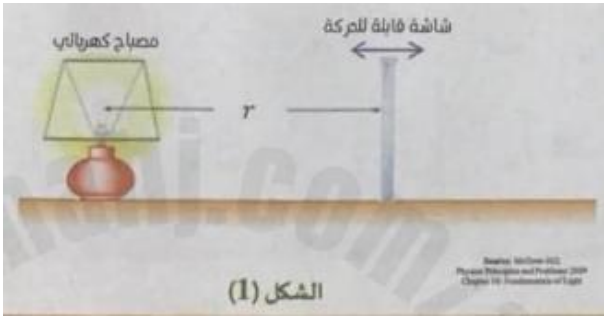
1 – جد بعد المصباح عن الشاشة (r)

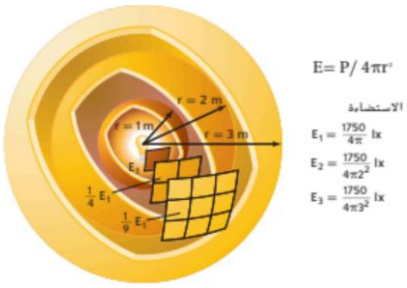
2 – إذا تم تحريك المصباح بإتجاه الشاشة بحيث أصبح بعده عنها $0.31m$ ، أوجد نسبة إستضاءة المصباح في هذه الحالة إلى مقدار إستضائته تبل التحريك $(\frac{E_2}{E_1})$ ؟

الأدوات المبينة في الشكل (1)، والمكونة من شاشة قابلة للتحريك موضوعة على يمين مصباح كهربائي (مصدر ضوئي)، تم استخدامها لدراسة كمية الضوء الساقطة على الشاشة (الاستضاءة)، وذلك بالعمل على تغيير المسافة بين الشاشة والمصباح الكهربائي (r). حيث لوحظ أن الاستضاءة تقل كلما ازدادت المسافة، لتوزع شدة الضوء على مساحات أكبر، وأن الضوء ينتشر على شكل سطوح كروية، مساحة أسطحها

$$A = 4\pi r^2$$

كما يبين الشكل (2) استناداً لما سبق ذكره، أجب عما يأتي:





الشكل 2

1 - ظلل (باستخدام قلم الرصاص) في الشبكة المرفقة أدناه، المنطقة التي تتوزع عليا كمية الضوء الساقطة على السطح (الاستضاءة) المكافئة لكمية الضوء الساقطة على وحدة المساحة الأساسية، عندما تكون المسافة بين السطح والمصدر المضيء تساوي (r = 4 m).

ملاحظة

كل مربع في الشبكة يمثل وحدة المساحة الأساسية

2 – إذا كان مقدار إستضاءة المصباح على بعد $(1m)$ يساوي $(140lx)$ ، احسب التدفق الضوئي للمصباح .

مساعدة : التدفق الضوئي عند نقطة = الإستضاءة × مساحة سطح الكرة

نصائح مهمة للإختبار

1 – ادرس جيداً القوانين و اعرف معنى كل رمز بالقانون و وحدة قياسه

2 – حل الكثير من الأسئلة لفهم فكرة الدرس

3 – حدد المعطيات بدقة قبل الحل

4 – احفظ حالات سلوك الموجات المرتدة

5 – احفظ خصائص الموجات السبعة

6 – حدد الخصائص التي تعتمد على الوسط و الخصائص التي تعتمد على طريقة تكون الموجة

7 – احفظ حالات تأثير دوبلر الستة (راعي دائماً إتجاه و إشارة سرعة المصدر و المراقب)

8 – يفضل إستخدام القانون (الصيغة) العامة لقانون تأثير دوبلر

9 – فرق بين حدة الصوت و بين شدة الصوت و بين مستوى الصوت

10 – احفظ قيمة الطول الموجي الأول للرنين(بالأعمدة الهوائية و الأوتار) $\lambda_1 = 2L\ , \lambda_2 = 4L$

11 – تذكر دائماً أن التردد الأساسي هو التردد الأول و التوافقيات هي مضاعفات التردد الأول

12 – عندما يطلب السؤال المسافات بين أطوال الرنين في أنبوب مغلق الطرف ، فإننا نحل المسألة كأنبوب مفتوح الطرفين حيث *الفرق بين الأطوال* يكون أنبوب مفتوح الطرفيين

13 – نتذكر دائماً قانون التربيع العكسي ، و أن الإستضاءة تساوي النسبة بين شدة الإضاءة و مربع البعد ، كلما زاد البعد ، قلت الإستضاءة بمقدار التربيع

14 – حاول أن تكتب الكثير من الخطوات بالإختبار الورقي فهذا يزيد من فرصة الحصول على درجات

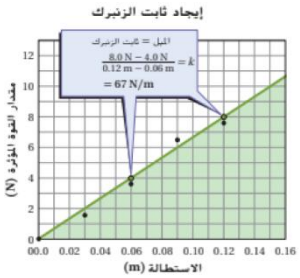
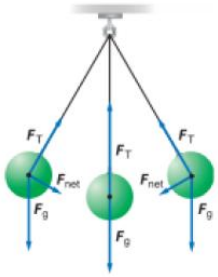
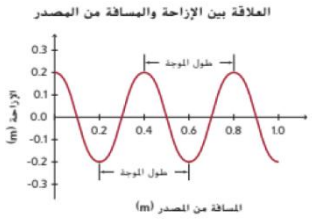
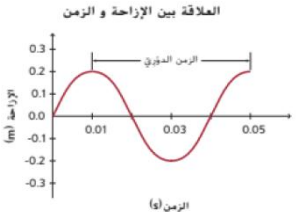
15 – إن لم تفهم السؤال ، حاول أن تشرحه لنفسك بطريقة مبسطة و كأنك تشرح لشخص بعمر 5 أعوام

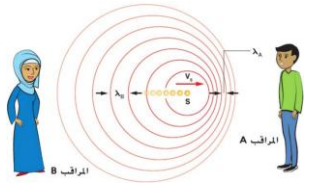
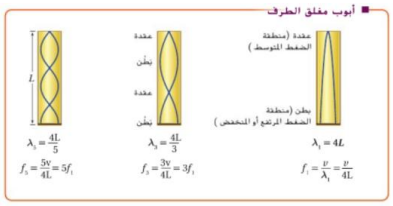
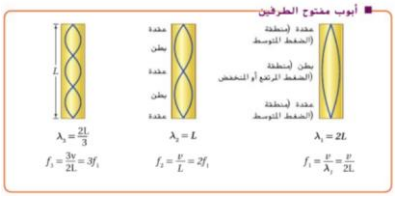
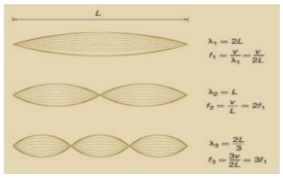
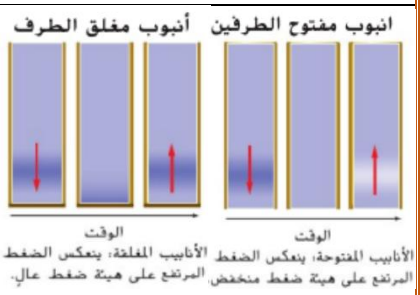
16 – حاول بعدم الإعتماد التام على الذكاء الإصطناعي لحل الأسئلة لأنه لن يكون موجوداً بالإختبار

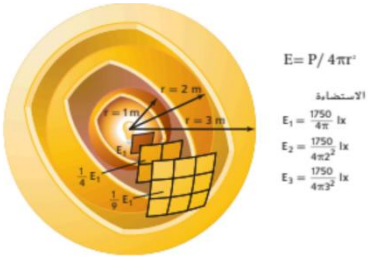
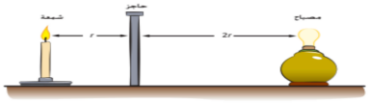
17 – في حال تم إستخدام الذكاء الإصطناعي ، **يفضل أن تفهم طريقة حل السؤال و تطلب منه بأن يعطيك مسائل بنفس الفكرة لحلها دون أن يعطيك الإجابة ثم تحقق من حلك**

18 – في حالة عدم فهم سؤال أو فكرة بالدرس ، يفضل *الإستعانة* بالمعلم أو بصديق ، أو يمكن مشاهدة شرح الدرس على منصة " اليوتيوب " على قناة " قطوف فيزيائية "

كلما كان ذلك ضرورياً ، استخدم المعادلات الفيزيائية التالية

Unit one Waves & Vibrations الوحدة الأولى الإهتزازات و الموجات	$F = -kx$	قانون هوك	
	$PE_{Spring} = \frac{1}{2}kx^2$	قانون طاقة الوضع المرونية (بدلالة ثابت الزنبرك و مربع الإستطالة)	
	$PE_{Spring} = \frac{1}{2}Fx$	قانون طاقة الوضع المرونية (بدلالة القوة و الإستطالة)	
	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$	الزمن الدوري للبندول	
	$l = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$	طول خيط البندول	
	$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$	عجلة (تسارع) موقع البندول	
	$\lambda = \frac{v}{f}$	طول الموجة بدلالة السرعة و التردد	
	$\lambda = vT$	طول الموجة بدلالة السرعة و الزمن الدوري	
	$v = \lambda f$	سرعة الموجة بدلالة الطول الموجي و التردد	
	$v = \frac{\lambda}{T}$	سرعة الموجة بدلالة الطول الموجي و الزمن الدوري	
	$f = \frac{1}{T}$	تردد الموجة (مقلوب الزمن الدوري)	
	$+20dB \rightarrow \times 10$	الزيادة في مستوى الصوت بمقدار 20dB تعني تضاعف الصوت بمقدار 10 أضعاف	

Unit two Sound الوحدة الثانية الصوت	$f_d = f_s \frac{(v - v_d)}{(v - v_s)}$	تأثير دوبلر بالنسبة لتردد المراقب تأثير دوبلر	
	$f_d = (1 - \frac{v_d}{v})$	تأثير دوبلر في حالة ثبات المصدر	
	$f_d = (\frac{1}{1 - \frac{v}{v_s}})$	تأثير دوبلر في حالة ثبات المراقب	
	$\lambda_1 = 4L$	طول الرنين الأول بالأنبوب مغلق الطرف	
	$\lambda_1 = 2L$	طول الرنين الأول بالأنبوب مفتوح الطرفين	
	$\lambda_1 = 2L$	طول الرنين الأول بالأوتار	
	$\lambda_{\text{الرتبة}} = \frac{\lambda_1}{\text{الرتبة}}$	إيجاد طول الأنبوب بدلالة الأطوال الموجية	$\lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2} = \frac{4L}{2} = 2L, \lambda_3 = \frac{\lambda_1}{3} = \frac{4L}{3}, \lambda_4 = \frac{\lambda_1}{4} = \frac{4L}{4} = L$ $\lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2} = \frac{2L}{2} = L, \lambda_3 = \frac{\lambda_1}{3} = \frac{2L}{3}, \lambda_4 = \frac{\lambda_1}{4} = \frac{2L}{4} = \frac{1}{2}L$
	$f = \frac{(L \text{ مقام معامل})v}{(L \text{ بسط معامل})L}$	إيجاد تردد النغمة بدلالة أطوال الأعمدة	

Unit three Light basics الوحدة الثالثة أساسيات الضوء	$E = \frac{P}{4\pi r^2}$	الإستضاءة	
	$\frac{E_2}{E_1} = \frac{{r_1}^2}{{r_2}^2}$	قانون التربيع العكسي	
	$P = 4\pi r^2 E$	التدفق الضوئي	
	$\frac{I_v}{r^2} = E$	الإستضاءة بدلالة شدة الإضاءة	
	$\frac{P}{4\pi} = I_v$	شدة الإضاءة	
كلما كان ذلك ضرورياً ، استخدم الثوابت الفيزيائية التالية			
$g = -9.8m/s^2$	$c = 3 \times 10^8 m$	$v_{sound} = 343m/s$	$G = 6.67 \times 10^{-11}$

رب إشرح لي صدري و يسر لي أمري

و احلل العقدة من لساني يفقه قولي

اللهم علمني كما علمت داوود

و فهمني كما فهمت سليمان

اللهم انصرني بالحق اللهم دلني على الحق

اللهم إرشدني إلى ما يرضيك و إستخرج مني ما يرضيك

بسم الله توكلت على الله و لا حول و لا قوة إلا بالله

اللهم افتح بيننا و بين قومنا بالحق و انت خير الفاتحين

" إن أصبت فمن عند الله

و إن أخطأت فمن نفسي و الشيطان"