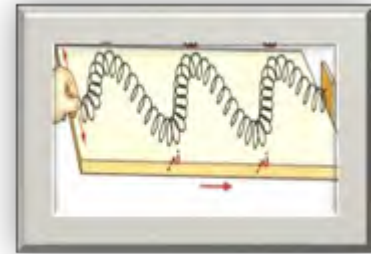


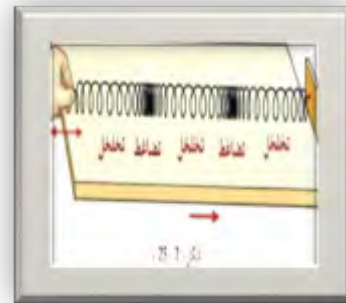
فيزياء العاشر متقدم



إعداد

الأستاذ / مجدي عوض

الاهتزازات والموجات



الحركة الاهتزازية :

هي حركة جسم حول نقطة ثابتة . أي حركة الجسم على جانبي نقطة ثابتة تسمى موضع الاستقرار .

كما يطلق على هذا النوع من الحركات بالحركة الدورية . ذلك لأنها تتكرر خلال فترات زمنية متساوية . ويطلق أيضا عليها مسمى الحركة التوافقية البسيطة

تعريف الحركة الدورية :

هي الحركة التي تكرر نفسها في فترات زمنية متساوية

أمثلة : حركة بندول ساعة - حركة جسم معلق في نابض - حركة أوتار آلة موسيقية

تعريف الحركة التوافقية البسيطة :

هي الحركة التي تحدث عندما تتناسب القوة التي تعيد الجسم إلى موضع الإتزان طرديا مع إزاحة الجسم . مثل حركة البندول البسيط

الكميات المؤثرة في الحركة الاهتزازية (التوافقية البسيطة) :

① الزمن الدوري (T) :

هو الزمن المنقضي لعمل اهتزازة كاملة

هو الزمن اللازم لمرور جسم مهتز بنقطة واحدة مرتين متتاليتين وفي نفس الاتجاه

② سعة الاهتزازة (A) :

هي أقصى إزاحة للجسم بعيدا عن موضع سكونها (موضع الاستقرار - الاتزان)

قانون هوك :

نص قانون هوك :

القوة التي يؤثر بها نابض تساوي حاصل ضرب ثابت النابض في مقدار الاستطالة أو الانضغاط.

الاستطالة :

مقدار الزيادة أو النقص في طول الزنبرك ويرمز له

بالرمز (ΔX) أو الرمز (Δl)

القوة

الاستطالة

$$F = -K \Delta X$$

ثابت هوك - ثابت الزنبرك - ثابت المرونة

الصفحة 2 من 22

تفسير وجود الإشارة السالبة :

والإشارة السالبة في القانون تعني أن القوة هي قوة ارجاع النابض إلى وضعة الطبيعي (الأصلي)

طاقة الوضع المرونية المخزونة في النابض :

طاقة الوضع المرونية في نابض تساوى نصف حاصل ضرب ثابت النابض (K) في مربع الاستطالة (X^2)

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

العلاقة البيانية بين القوة المؤثرة في نابض ومقدار الاستطالة :

كلما زادت القوة المؤثرة على النابض زادت الاستطالة (أي أن العلاقة طردية).

من خلال الرسم يمكن إيجاد ما يلي :

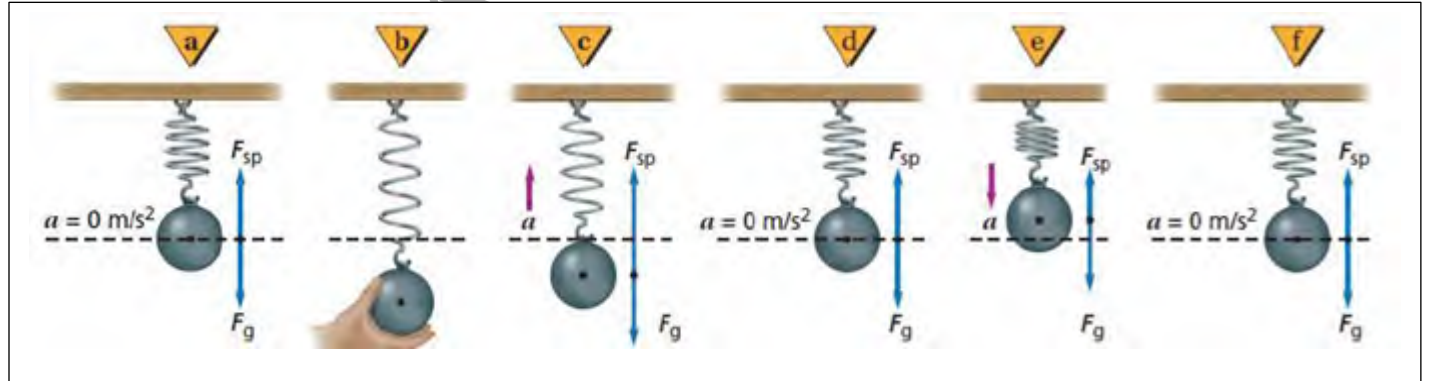
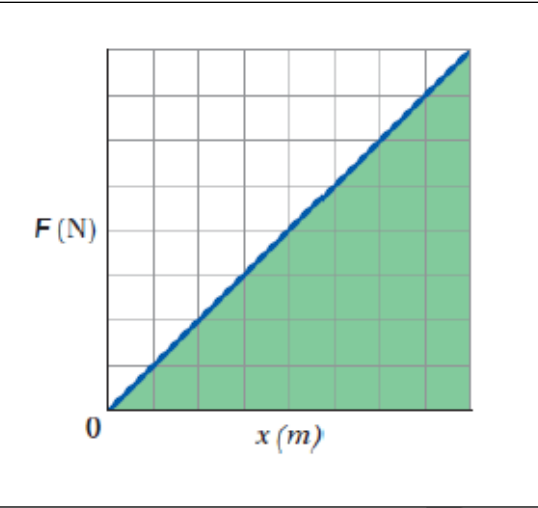
① ثابت النابض (K) يساوي ميل الخط البياني لمنحنى

القوة – الاستطالة

② طاقة الوضع المرونية المخزنة في نابض (PE_{sp})

تساوي مساحة الشكل أسفل المنحنى (القوة – الاستطالة) .

ملاحظات مهمة جدا :



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

القوة المحصلة المؤثرة في الجسم والتسارع أكبر ما يمكن والسرعة المتجه تساوى صفرا

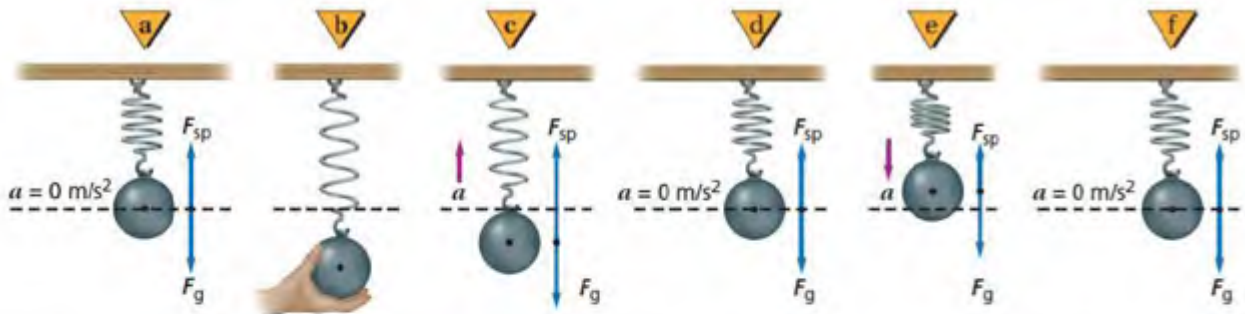
عندما يمر الجسم بنقطة الإتزان تكون:

كلا من القوة المحصلة المؤثرة في الجسم والتسارع يساوى صفرا والسرعة المتجهة أكبر ما يمكن

تطبيقات على طاقة الوضع المرونية (ماصات الصدمات) :

يتم تصميم ماصات الصدمات في السيارات الحديثة بحيث تحتوي على نابض يكون لها المقدرة على امتصاص الطاقة الحركية قبل التصادم وتحويلها إلى طاقة وضع مرونية مخزنة في الهيكل بعد التصادم فينتج عن ذلك ارتداد السيارة عند الحاجز أو توقفها عن الحركة

س يوضح الشكل المجاور الحركة التوافقية البسيط لجسم معلق في نابض . أدرس الشكل جيدا ثم أكمل الجدول التالي:



1- في أي حالة يكون مقدار التسارع صفرا ؟ ما مقدار السرعة المتجهة في تلك الحالة؟

2- في أي حالة تكون السرعة المتجهة صفرا ؟ كم يكون التسارع في تلك الحالة؟

الحالة	F_{sp}		F المحصلة	
	الاتجاه	المقدار	الاتجاه	المقدار
a				
b				
d				
e				
f				

مثال رقم 1 :

احسب ثابت نابض استطال بمقدار (25 cm) عندما علق به جسم كتلته (0.500 Kg) ثم احسب طاقة الوضع المرونية المخزنة في النابض ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

الحل

$$F = mg = 0.500 \times 9.80 = 4.90 \text{ N}$$

$$K = \frac{F}{\Delta X} = \frac{4.90}{0.250} = 19.6 \text{ N/m}$$

$$PE_{sp} = \frac{1}{2} K X^2 = \frac{1}{2} 19.6 \times 0.25^2 = 0.612 \text{ J}$$

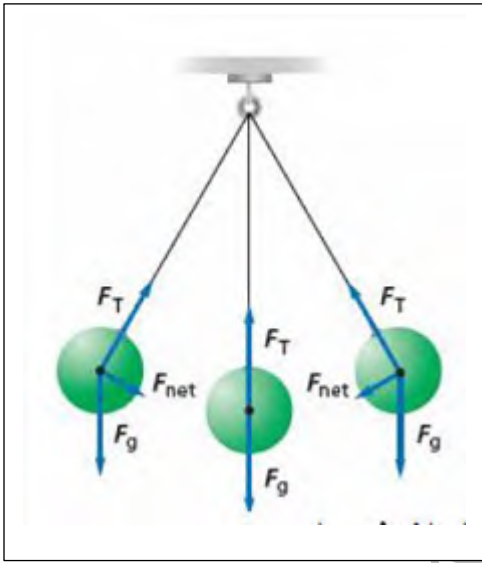
مثال رقم 2 :

إذا كانت طاقة الوضع المرونية المخزنة في النابض (4.39 J) وثابت النابض (135 N / m) احسب مقدار انضغاط النابض ؟

الحل

$$PE_{sp} = \frac{1}{2} K X^2$$

$$X = \sqrt{\frac{2 \times 4.39}{135}} = 0.255$$



البندول البسيط

يتكون البندول البسيط من جسم صلب معلق بخيط - عند سحب الجسم الصلب وتركه يتحرك فإنه يتأرجح حول موضع الاستقرار (الاتزان) حركة البندول البسيط حركة توافقية بسيطة (دورية) وذلك لأن قوة الارجاع تتناسب طرديا مع الازاحة عن موضع الاستقرار وذلك في حدود زاوية ميل من (15° - 10°)

عند الموضعين الأيمن والأيسر :

تكون القوة المحصلة والتسارع أكبر ما يمكن وتكون السرعة المتجهة تساوي صفر.

عند موضع الاتزان :

كلا من القوة المحصلة المؤثرة في الجسم والتسارع يساوي صفر والسرعة المتجهة أكبر ما يمكن .

الزمن الدوري للبندول البسيط (T) :

هو الزمن اللازم للمرور بنقطة واحدة مرتين متتاليتين في نفس الاتجاه يمكن حساب الزمن الدوري من القانون التالي :

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

يعتمد الزمن الدور للبندول البسيط على عاملين هما :

(1) طول الخيط (2) عجلة الجاذبية

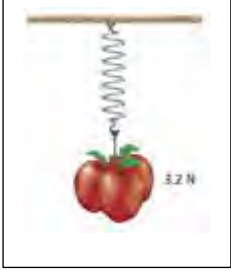
كما لا يعتمد على كتلة البندول او سعة الاهتزازة

مسائل وتدريبات :

(1) إذا استطال نابض بمقدار (0.12 m) عندما علق أسفله عدد من التفاحات وزنها (3.2 N)

كما بالشكل الموضح أدناه . فأحسب

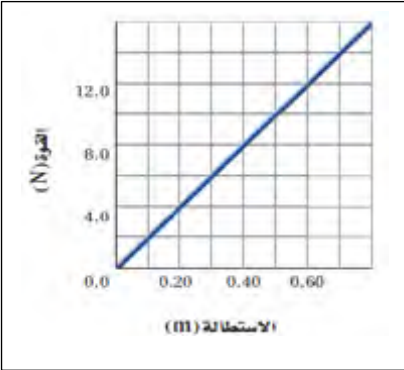
أ (ثابت النابض :



ب (طاقة الوضع المرونية المخزنة في النابض نتيجة لهذه الاستطالة.

(2) يبين الشكل أدناه العلاقة البيانية بين القوة المؤثرة في نابض ومقدار استطالته . احسب ما يلي:

أ (ثابت النابض



ب (الطاقة المخزنة في النابض عندما يستطيل ويصبح طوله (0.5 m)

ج (اذا زادت الاستطالة في نابض بمقدار الضعف . فما تأثير ذلك على طاقة الوضع المرونية المخزنة في النابض؟

(3) اذا كان ثابت كل نابض من نوابض سيارة وزنها (12000 N) يساوي (25000 N/m) . فكم ينضغط كل

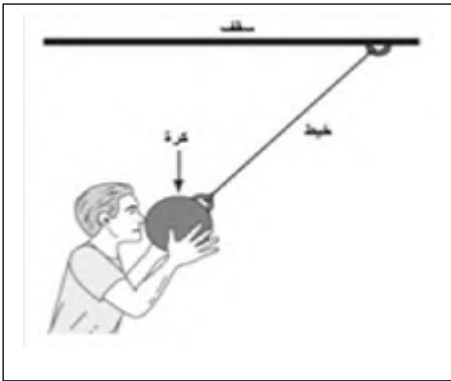
نابض اذا وقع عليه ربع وزن السيارة؟

④ إذا كان الزمن الدوري لبندول طوله (0.75 m) يساوي (1.8 s) على سطح أحد الكواكب، فما مقدار (g) على هذا الكوكب؟

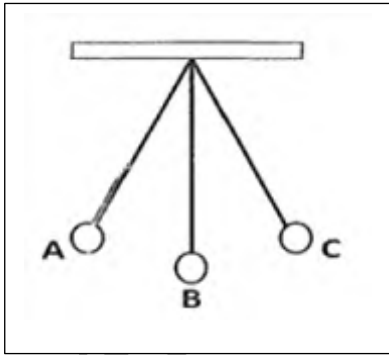
⑤ إذا زادت الاستطالة في نابض بمقدار الضعف، فما تأثير ذلك على ما يلي:
أ (القوة الناتجة في النابض (قوة الارجاع).

ب (طاقة الوضع المرورية المخزنة في النابض.

مسائل وأسئلة مقالية :



① في الشكل المجاور خيط مربوط بسقف وينتهي بكرة معدنية إذا كان لديك ساعة إيقاف ومسطرة مترية . وضح كيف يمكنك استخدام هذه الأدوات لحساب تسارع الجاذبية الأرضية.



② بندول بسيط يتأرجح جيئة وذهابا كما بالشكل. أجب عن الأسئلة التالية:
أ (ماذا تسمى حركة البندول (التآرجح حول موضع السكون)؟

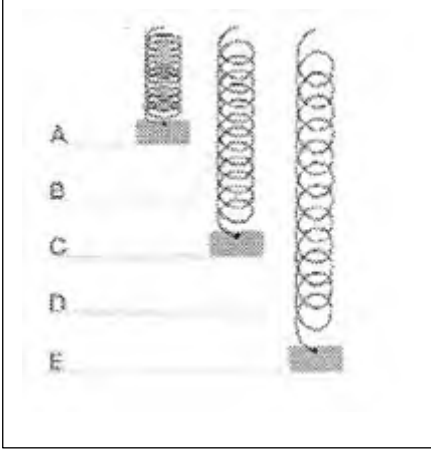
ب (ارسم على الشكل المجاور القوى المؤثرة في الثقل المعلق عند الوضع (A) مع تحديد مسمى كل قوة.

ج (مستعينا بالرموز في الشكل المجاور أكمل الفراغات التالية:

- 1 - تكون السرعة المتجهة أكبر ما يمكن عند الموضع / المواضع-
- 2 - يكون التسارع أكبر ما يمكن عند الموضع المواضع.....، بينما يكون التسارع صفرا عند
- 3 - إذا كانت كتلة الجسم الصلب (3Kg) وطول الخيط 50 cm فاحسب الزمن الدوري للبندول.

4 - هل تتوقع أن يبقى الزمن الدوري لهذا البندول كما هو عليه عند نقله إلى سطح القمر حيث تسارع الجاذبية (1.6 m/s^2) علل

③ يمثل الشكل أدناه كتلة معلقة في نهاية نابض، يهتز لأعلى وأسفل، فإذا علمت أن المسافتين CA و CE تمثلان أكبر مسافة



ينضغطها أو يستطيلها النابض. فأجب عن الأسئلة التالية:

أ) حدد النقطة/ النقاط التي يكون فيها للكتلة المعلقة طاقة حركية عظمى.

ب) حدد النقطة / النقاط التي تكون فيها طاقة الوضع المرونية المخزنة في النابض قيمة عظمى.

ج) في أي اتجاه (أعلى/ أسفل) يكون اتجاه قوة الارجاع عندما تكون استطالة النابض أكبر ما يمكن.

④ يتأرجح طارق وحسن جيئة وذهابا على جسر بالحبال فوق أحد الأنهار، حيث يربطان حبالهما عند إحدى نهايتي الجسر، ثم يسقطان في النهر. فإذا علمت أن طول الحبل 10m فأجب عن الأسئلة التالية:

أ) احسب الزمن اللازم لطارق حتى يصل لقمة الدورة في الجانب الآخر من الجسر.

ب) قارن بين الزمن الدوري لحسن وطارق إذا كانت كتلة حسن ضعف كتلة طارق.

ج) حدد النقاط التي تكون عندها ما يلي:

(KE) أكبر ما يمكن	(PE) أكبر ما يمكن	(KE) أقل ما يمكن	(PE) أقل ما يمكن
---------------------	---------------------	--------------------	--------------------

--	--	--	--

٥) كتلة مقدارها 5Kg معلقة بنابض مرن ، والاستطالة الحادثة في النابض قدرها 20 cm احسب كلا من:

أ) ثابت النابض

ب) مقدار طاقة الوضع المرونية المخزنة في النابض والناجمة عن هذه الاستطالة.

٦) سيارة كتلتها 2000Kg ، تستقر على قمة تل ارتفاعه 6m ، قبل أن تهبط على طريق عديم الاحتكاك في اتجاه حاجز تصادم عند أسفل التل . فإذا احتوى حاجز التصادم على نابض مقدار ثابتته يساوي 26670 N/m مصمم على أن يوقف السيارة بأقل الأضرار . احسب:

أ) المسافة التي ينضغطها النابض عندما تصطدم به السيارة.

ب) المسافة التي ينضغطها النابض اذا هبطت السيارة من قمة تل ارتفاعه ضعفي ارتفاع التل السابق.

ج) ماذا يحدث بعد أن تتوقف السيارة؟

أسئلة الاختيار من متعدد :

١) بندول بسيط طوله 2m وزمنه الدوري T تغير طوله إلى 8m فان زمنه الدوري يتغير إلى

4 T ☐

2 T ☐

0.5 T ☐

0.25 T ☐

② عند زيادة طول الخيط في بندول بسيط أربع مرات ، فإن الزمن الدوري للبندول البسيط:

☐ يزيد مرتين ☐ يزيد أربع مرات ☐ يقل للنصف ☐ يقل للربع

③ يمثل الشكل بندول بسيط يتحرك حركة توافقية بسيطة، اذا كان الزمن اللازم

للبندول ليتحرك من النقطة A الى النقطة C 0.2 s ، ما تردد البندول؟

10 HZ ☐

0.4 HZ ☐

2.5 HZ ☐

5 HZ ☐

④ يمكن تغيير تردد البندول عن طريق:

☐ زيادة طول الخيط

☐ تقليل سعة الاهتزازة

☐ زيادة سعة الاهتزازة

☐ زيادة الثقل المعلق

⑤ في البندول البسيط ، عند زيادة كل من طول البندول والكتلة المعلقة به الى ضعفي ما كانتا عليه ، ماذا يحدث

للزمن الدوري للبندول؟

☐ يزداد بمقدار 1.4 - مما كان عليه

☐ يزداد بمقدار 0.71 - مما كان عليه

☐ يبقى الزمن الدوري ثابتا

الرنين :

شروط حدوث الرنين :

① تأثير قوة صغيرة في جسم مهتز

② تزويد القوة للجسم المهتز بالطاقة في فترات زمنية متساوية

③ تكون الفترة الزمنية الفاصلة بين تطبيق القوة على الجسم مساوية للزمن الدوري للحركة

نتائج حدوث الرنين :

زيادة سعة اهتزازة الحركة

أمثلة على الرنين :

② القفز المتواتر على منصات السباحة

① تحرير إطارات سيارة مغروزة في الرمال

④ الساعات لزيادة القة

③ الالات الموسيقية لتضخيم الصوت

خصائص لموجات

تعريف الموجة :

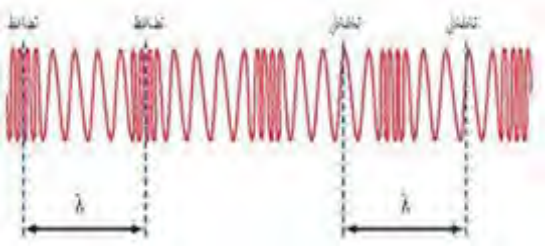
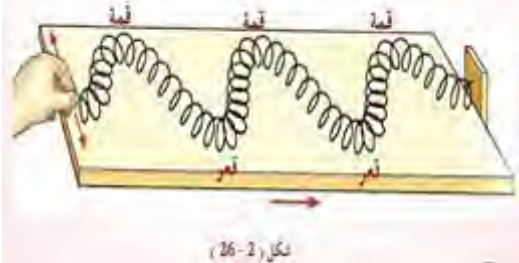
اضطراب يحمل الطاقة خلال الفراغ أو المادة دون أن تنتقل مادة الوسط (وتتكون من عدة نبضات موجية)

أنواع الموجات

موجات كهرومغناطيسية

موجات ميكانيكية

مقارنة بين الموجات الميكانيكية و الموجات الكهرومغناطيسية :

وجه المقارنة	الموجات الميكانيكية	الموجات الكهرومغناطيسية
التعريف	هي موجات ناتجة عن اهتزاز المواد الصلبة أو السائلة	هي موجات ناتجة عن تذبذب مجالين أحدهما كهربائي والآخر مغناطيسي
وسط الانتشار	لا بد من وجود وسط مادي	لا تحتاج إلى وسط مادي (يمكنها الانتشار في الفراغ)
نوع الموجات	غالبا هي موجات طولية	جميعها موجات مستعرضة
اتجاه الانتشار	يكون اتجاه حركة جزيئات الوسط في نفس اتجاه انتشار الموجة	يكون اتجاه حركة جزيئات الوسط عمودي على اتجاه حركة الموجة
الطول الموجي	هو المسافة بين مركزي تضاعطين متتاليين أو تخلخلين متتاليين	هو المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين
شكل الموجة		
أمثلة على الموجات	الصوت – الموجات المائية – الموجات في النوابض	الضوء – الرادية – الاشعة السينية – اشعة الفا – اشعة جاما – اشعة الميكروويف

سرعة الموجة (v) :

تتوقف سرعة الموجة على عدة عوامل منها

- (1) المسافة التي تقطعها الموجة
- (2) زمن استمرار الموجة
- (3) التردد f
- (4) الطول الموجي λ

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

وحدة قياس سرعة الموجة هي m / s

ملاحظات :

- (1) تعتمد سرعة الموجات الميكانيكية على نوع الوسط الذي تنتقل خلاله ولا تعتمد على سعة الموجة
- (2) تؤثر خصائص الوسط مثل (الكثافة – درجة الحرارة) على سرعة الموجة

سعة الموجة (A) :

تعرف سعة الموجة بأنها (أقصى إزاحة للموجة عن موضع الاتزان " الاستقرار ")

العوامل المؤثرة على سعة الموجة :

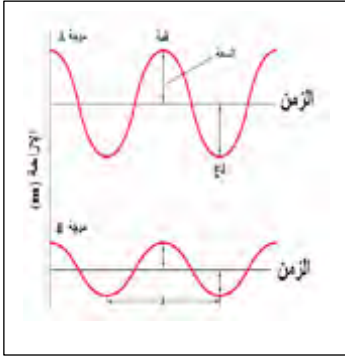
- (1) تعتمد سعة الموجة على المصدر (أي كيفية توليدها) ولا تعتمد على الوسط (أو سرعة الموجة).
- (2) تنتقل الموجة ذات السعة الكبيرة بطاقة أكبر من التي تنقل بها الموجة ذات السعة القليلة حيث تتناسب طاقة الموجة طرديا مع مربع السعة. (إذا زادت سعة الموجة للضعف فإن طاقة الموجة تزداد أربع أمثال)

الطول الموجي (λ) :

هناك أكثر من تعريف للطول الموجي . سوف نستعرض هنا جميع التعريفات الخاصة بالطول الموجي مع الشرح

- (1) هو أقصر مسافة بين أي نقطتين يتكرر نمط الموجه نفسه .
المقصود بنمط الموجه هو (موضع واتجاه النقطتين)
- (2) المسافة بين مركزي تضاعطين متتاليين أو مركزي تخلخلين متتاليين (الموجات الطولية)
- (3) المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين (الموجات المستعرضة)
- (4) المسافة بين نقطتين متتاليتين لهما نفس الطور (يصلح لجميع الموجات)
المقصود بالطور هو (موضع النقطتين واتجاه حركتهما)

الزمن الدوري (T) :



- ① هو الزمن اللازم لعمل اهتزازة كاملة (طول موجي كامل)
- ② هو الزمن اللازم للمرور بنقطة واحدة مرتين متتاليتين في نفس الاتجاه
- ③ هو الزمن المنقضي بين نقطتين لهما نفس الطور

التردد (f) :

هو عدد الإهتزازات الكاملة التي يعملها الجسم المهتز في الثانية الواحدة ويقاس بالهيرتز (Hz/S)

$$f = \frac{\text{عدد الاهتزازات}}{\text{الزمن الكلي}}$$

العوامل المؤثرة على التردد :

يعتمد التردد على المصدر فقط ولا يعتمد على الوسط الذي تنتقل خلاله (أو سرعة الموجة).

العلاقة بين التردد والزمن الدوري :

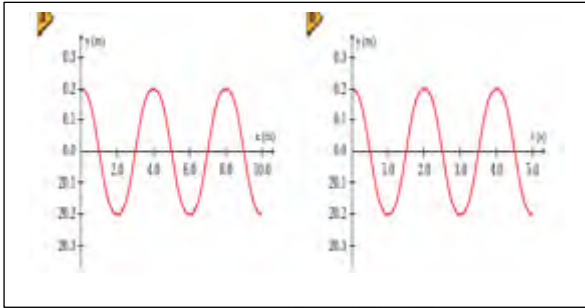
$$f = \frac{1}{T}$$

العلاقة بين الطول الموجي والتردد و السرعة :

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

تمثيل الموجات :

يمكن تمثيل الموجات بيانيا من خلال منحنى (الازاحة -الموقع) أو (الازاحة – الزمن) كما هو موضح بالشكل



صدى الصوت :

هو ارتداد الصوت نتيجة لاصطدامه بحاجز

خصائص صدى الصوت :

- ① الزمن اللازم لسماع صدى الصوت هو ضعف الزمن اللازم لقطع الصوت المسافة من المصدر إلى الحاجز
- ② المسافة المحسوبة عن طري صدى الصوت هي ضعف المسافة بين المصدر والحاجز

استخدامات صدى الصوت :

① قياس بعض الأبعاد في المناطق الشاسعة لتحديد موضع حاجز

② قياس الأعماق في الآبار والبحيرات والمحيطات

ملاحظات مهمة جدا

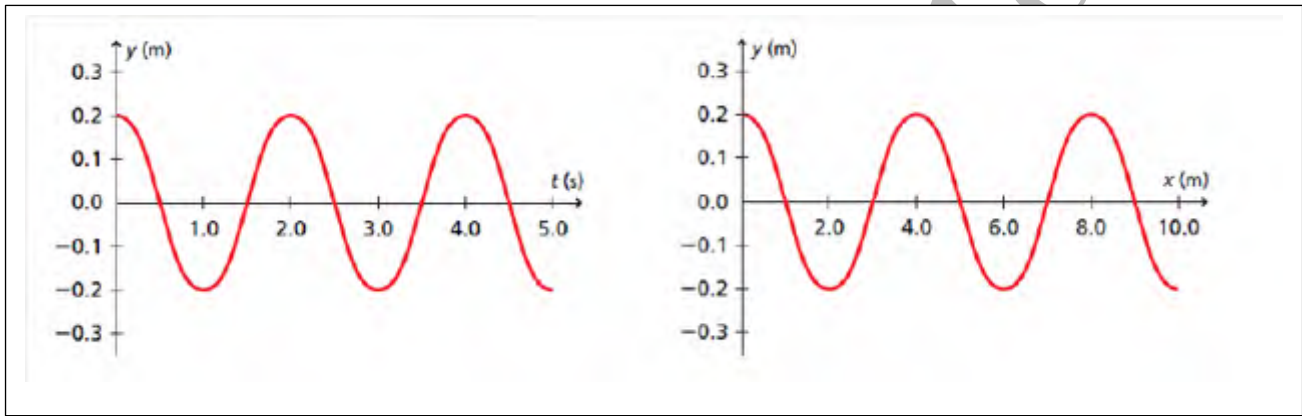
① تقدر سرعة الصوت عند درجة حرارة (20 °C) بـ (343 m / s)

② تزداد سرعة الصوت بمقدار (0.6 m / s) عن كل درجة حرارة تزيد عن (20 °C)

مسائل على الموجات :

① في الشكلين التاليين تم تمثيل نفس الموجة بالعلاقة البيانية (الإزاحة- الموقع)، كما تم تمثيلها بالعلاقة البيانية بين

(الإزاحة- الزمن .) أوجد ما يلي:



- أ (الطول الموجي :
ب (الزمن الدوري :
ج (سعة الموجة :
د (تردد الموجة :
هـ (سرعة الموجة :
و (عدد الموجات في الشكل :

② أطلق خالد صوتا عاليا في اتجاه جبل يبعد (465 m) وسمع صدى الصوت بعد زمن (2.75 s) أوجد

أ (سرعة الصوت في الهواء.

ب (تردد موجة الصوت إذا كان طولها الموجي (0.750 m)

ج (الزمن الدوري للموجة.

د (إذا دخلت موجات الصوت في ماء البحيرة القريبة من الجبل . فكم يكون التردد والزمن الدوري داخل الماء؟

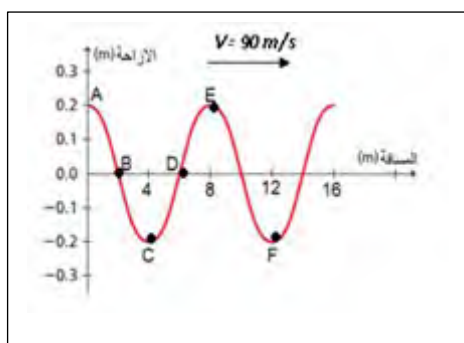
٣) تتولد خمس نبضات في خزان ماء كل (0.100s) احسب سرعة انتشار الموجة إذا كان طولها (1.2 cm)

٤) صنف الخصائص التالية بحسب اعتمادها على الوسط أو المصدر أو الأثنان معا

السرعة – الطول الموجي -الزمن الدوري -التردد - السعة

خصائص تعتمد على الوسط	
خصائص تعتمد على المصدر	

٥) الشكل المجاور يمثل موجة تتحرك بسرعة 90 m/s أوجد ما يلي :



1 - سعة الموجة :

2 - الطول الموجي :

3 - تردد الموجة :

4 - الزمن الدوري :

5 - نقطتان متفقتان في الطور :

6 - عدد الموجات في الشكل :

٦) يمثل الجزء a من الشكل المجاور نبضة موجية تنتقل في نابض بسرعة 1m/s الى نابض آخر يتصل به عند

النقطة A ، ويمثل الجزء b النبضتين في النابضين بعد فترة زمنية،(اعتبر المسافة التي قطعتها النبضة المنعكسة AN

والتي قطعتها النبضة النافذة (AM .)

أجب عن الأسئلة التالية:

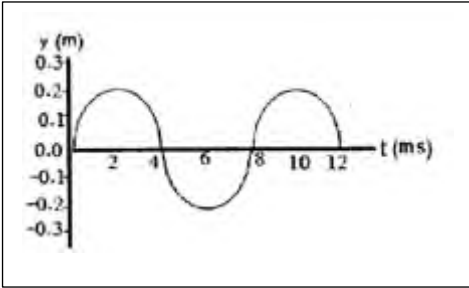
أ) ما سرعة النبضة المنعكسة؟

.....

ب) احسب سرعة النبضة النافذة.

.....

7) الموجة التي تظهر في الشكل أدناه قطعت مسافة 80m في زمن قدره 0.21s ، أجب عن الأسئلة التالية:



أ) أوجد سرعة الموجة :

.....

ب) ما مقدار طول الموجة؟

.....

ج) ما مقدار سعة الموجة؟

.....

8) إذا وقفت عند طرف وادي وصرخت وسمعت الصدى بعد مرور 0.80s فما عرض هذا الوادي إذا كانت سرعة الصوت في

الهواء عند درجة حرارة 20°C هي 343m/s

.....

.....

9) وقف شخص على بعد d من جرف صخري ، فإذا كانت درجة الحرارة 15°C ، وصفق الشخص بيديه فسمع

صدى الصوت بعد 2s ، فما بعد الجرف الصخري؟

.....

.....

10) يجلس مشجع في مباراة كرة القدم على بعد 152m من حارس المرمي في يوم دافئ درجة حرارته 30°C

فاحسب:

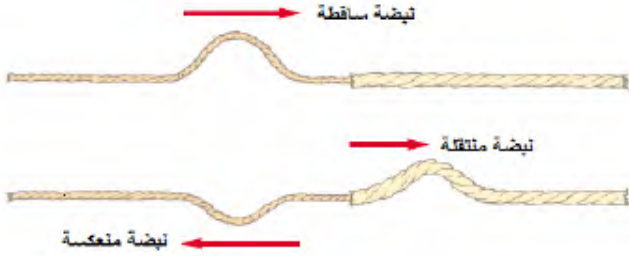
أ) سرعة الصوت في الهواء عند درجة (30 C)

.....

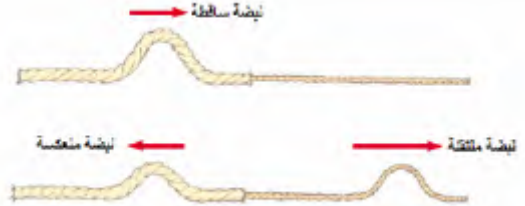
ب) الزمن الذي يحتاج إليه المشجع لسمع صوت ضرب الكرة بعد مشاهدته لضرب الحارس لها

أنواع انعكاس الموجات في الأجسام حرة الحركة :

عندما تتحرك نبضة من (الخيط) الأقل سمكا (الأقل كثافة) إلى الخيط الأكثر سمكا (الأكبر كثافة) فإن جزء من النبضة ينعكس (مقلوبا) والجزء الآخر ينتقل في الخيط الأكثر سمكا (معتدلا)



عندما تتحرك نبضة من (الخيط) الأكثر سمكا (الأكبر كثافة) إلى الخيط الأقل سمكا (الأقل كثافة) فإن جزء من النبضة ينعكس (معتدلا) والجزء الآخر ينتقل في الخيط الأقل سمكا (معتدلا)

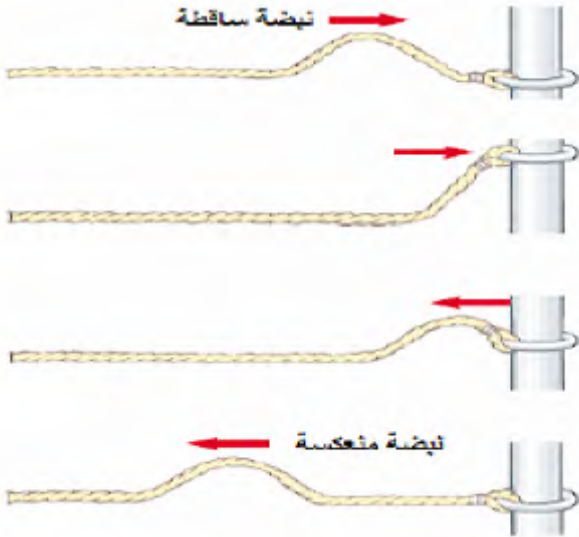


من الرسمين السابقين يتضح لنا أن النبضة الساقطة عند وصولها إلى الحد الفاصل بين وسطين تنقسم إلى جزئين
 (1) نبضة منعكسة (2) نبضة منتقلة

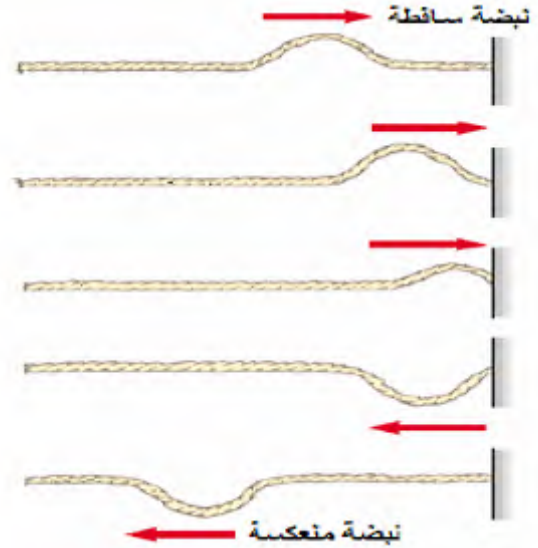
نلاحظ أن شكل النبضة المنتقلة هو نفس شكل النبضة الساقطة دائما . بينما شكل النبضة المنعكسة يتوقف على اختلاف كثافة الوسط

أنواع انعكاس الموجات في الأجسام المقيد أحد طرفيها :

عندما يكون النابض متصلا بحلقة حرة الحركة حول قضيب تكون النبضة المنعكسة معتدلة وتكون مساوية تقريبا لسعة الموجة الساقطة.



عندما تتحرك نبضة باتجاه حائط صلب مصقول تنعكس النبضة وتكون النبضة المنعكسة مقلوبة ومساوية تقريبا لسعة النبضة الساقطة.



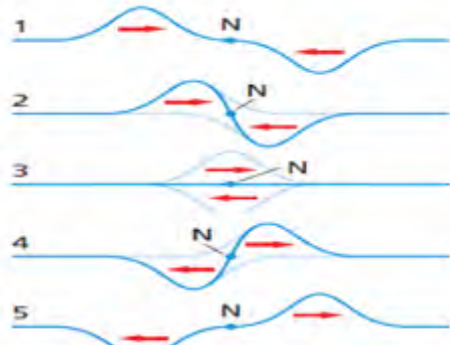
الإزاحة الحادثة في وسط والنااتجة عن نبضتين أو أكثر تساوى المجموع الجبرى للإزاحات الناتجة عن كل موجة على حدة

ثانيا : تداخل الموجات :

هو الأثر الناتج عن تراكب موجتين أو أكثر في نفس الوسط وفي نفس الوقت.

أنواع التداخل

التداخل البناء



تداخل هدمي تام

التداخل الهدام

غير تام

تام

أولا : التداخل الهدام التام :

شرط حدوثه : يحدث عندما تكون سعة الموجتين متساويتين

ويكون مقدار الازاحة أو سعة الموجة الناتجة تساوي صفرا . وتتكون عندها

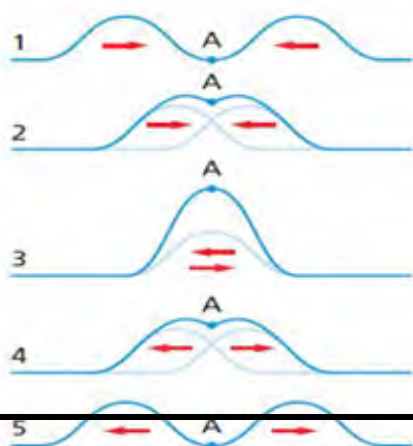
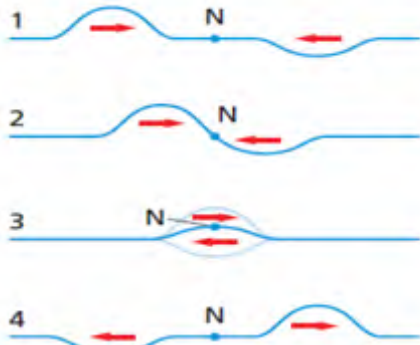
نقاط تسمى العقد . N

العقدة : N هي النقطة التي عندها تكون سعة الموجة الناتجة من تراكب

موجتين = صفر، وهي نقاط لا تتحرك مطلقا

ثانيا : التداخل الهدام غير التام :

شرط حدوثه : يحدث عندما تكون سعة الموجتين غير متساويتين



ثالثا : التداخل البناء :

شرط حدوثه :

① ينتج من تراكب موجتين أو أكثر

② أن تكون ازاحات الموجات في الاتجاه نفسه

(3) أن تلتقي قمة الموجة الأولى مع قمة الموجة الثانية أو قاع الموجة

الأولى مع قاع الموجة الثانية

نتائج حدوث التداخل البناء :

(1) تكون سعة النبضة الناتجة أكبر من سعة أي من النبضتين

(2) ينتج عن تلاقي النبضتين نقطة (تسمى البطون A)

ملاحظة :

بعد حدوث عملية التداخل تستعيد النبضات شكلها وحجمها الأصلي وتواصل حركتها

الموجة المستقرة :

هي الموجة التي تبدو ساكنة . وهي عبارة عن تداخل موجتين تتحركان في اتجاهين متعاكسين

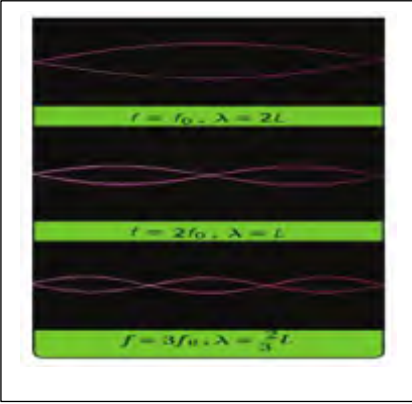
شرط حدوث الموجة المستقرة :

(1) تساوي الزمن الدوري مع زمن حدوث موجة أو اهتزازة كاملة ذهابا وإيابا

(2) تردد الموجة المنعكسة وسعتها تساوي تردد وسعة الموجة الساقطة

(3) تكون عقد و بطون

(4) عند مضاعفة تردد الاهتزاز تزداد العقد والبطون



أنواع الموجات حسب طريقة انتشارها

الموجات في ثلاثة
أبعاد مثل الموجات
التي تنتشر في الفراغ
الصوت - الضوء

الموجات في بعدين
مثل الموجات التي
تنتشر على سطح الماء

الموجات في بعد واحد
مثل الموجات التي
تنتشر في حبل أو
سلسلة معدنية

الموجات في بعدين :

ذكرنا مثال لانتشار الموجات في بعدين . كما يحدث على سطح الماء
فعند حدوث اضطراب ما على سطح الماء عن طريق سقوط حجر

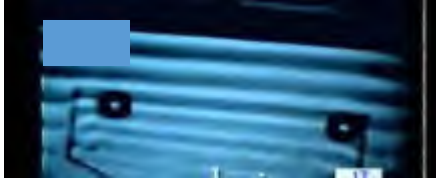


تتكون مجموعة من الدوائر كما هو مبين بالشكل المجاور تنتشر في اتجاهي المحورين (y و x) وهي عبارة عن قمم وقيعان .
يمكن رسم الموجات في بعدين عن طريق رسم دوائر تمثل القمم والمسافة المحصورة بين دائرتين لهما نفس المركز تعتبر قيعان .
الدائرة المرسومة لتمثيل الموجة في بعدين تسمى مقدمة الموجة أو (صدر الموجة)

أشكال الموجات

موجات مستوية

مثل الموجات الناتجة عن لمس سطح الماء بحافة مسطرة وهي عبارة عن خطوط مستقيمة متوازية



موجات دائرية

مثل الموجات الناتجة عن سقوط حجر في الماء وهي عبارة عن دوائر متحدة المركز



ملاحظات مهمة جدا :

- ① المسافة بين صدور الموجات في بعدين تبين الطول الموجي لهذه الموجات ولا تبين سعتها
- ② يمكن تمثيل اتجاه انتشار الموجة بواسطة شعاع متعامد مع صدور الموجات (زاوية قائمة).

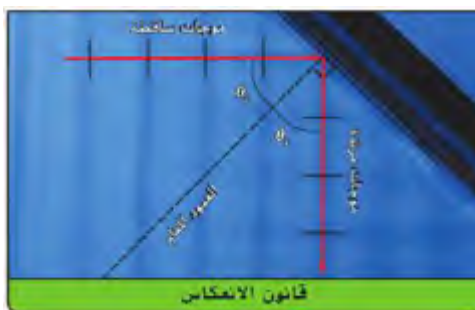
حوض التمجعات :

في الرسم المجاور يظهر مكونات حوض التمجعات الذي يستخدم في إظهار خصائص الموجات



انعكاس الموجات في بعدين :

عند سقوط موجات على سطح عاكس فإنها تنعكس باتجاه محدد تبعاً لقانون الانعكاس



قانون الانعكاس :

زاوية السقوط = زاوية الانعكاس

مصطلحات مهمة :

- أ) زاوية السقوط : هي الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس .
ب) زاوية الإنعكاس : هي الزاوية المحصورة بين الشعاع المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس

ج) العمود المقام : الخط المتعامد مع الحاجز عند نقطة السقوط.

انكسار الموجات في بعدين :

عندما تنتقل الموجات بين وسطين مختلفين فانها تنكسر عند السطح الفاصل.
الانكسار:التغير في اتجاه انتشار الموجات عند الحد الفاصل بين وسطين مختلفين.

