الصوت والحركة الموجية

الاول بايولوجى

طبيعة الموجات الصوتية :

الصوت: موجة ميكانيكية يمكن وصفها بانها اضطراب يتنقل خلال وسط (ناقل للطاقة) من موقع الى اخر ويتم توليده من اجسام مهتزة.

الموجة الميكانيكية : هي موجة تنتقل خلال وسط من موقع الى اخر .

الوسط: هي المادة التي ينتقل خلالها الاضطراب وهي عبارة عن دقائق متسلسلة تتفاعل مع بعضها .امثلة على ذلك

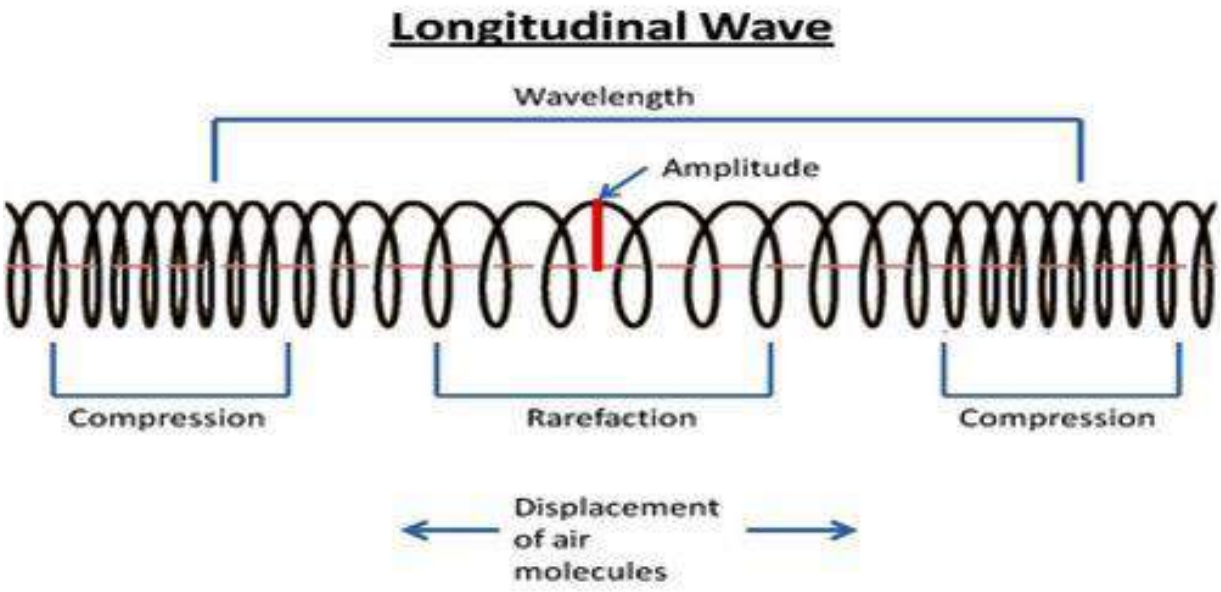
1. دقائق الماء في المحيط
2. دقائق الهواء
3. اجزاء نابض حلزوني

الصوت موجة طولية :

الموجة الطولية :هي الموجة التي تكون فيها حركة الجسيمات للوسط باتجاه موازي لاتجاه انتقال الطاقة.

الصوت موجة تضاغطية:ان اهتزاز شوكة رنانة يولد موجات طولية قعند اهتزاز رؤوس الشوكة الى الامام تعمل عل دفع دقائق الهواء المجاور لتولد منطقة تضاغط وعند الحركة الى الخلف تولد انخفاض في الضغط (تخلخل) فتكون حركة الجسيمات بالتجاه المعاكس.

منطقة الضغط العالي تعرف بالتضاغط compression



منطقة الضغط الواطئ تعرف بالفراغ (تخلخل) rarefaction

يقاس الطول الموجي بين منطقتي تضاغط متتاليتين

وتدعى احيانا بالموجة التضاغطية لانها عبارة عن نموذج متكرر من مناطق الضغط العالي والواطئ .

1. تعتمد سرعة الموجة الصوتية على كثافة الوسط الناقل.
2. الموجات الصوتية لها القابلية على الحيود.
3. ايضا لها القابلية على الانعكاس والتداخل.

مثال/ عند انتقال الموجة الصوتية خلال الوسط فان هذا الانتقال يتضمن :

1. انتقال طاقة فقط (*)
2. انتقال كتلة فقط
3. انتقال طاقة وكتلة
4. عدم انتقال للكتلة والطاقة

للموجة الصوتية تردد كحال الموجات الاخرى ويقاس التردد بالهيرتز Hz

1Hz = 1vibration/second

دورة الموجة الصوتية : period : هو الزمن بين نقطتي تضاغط وهي مقلوب التردد .

ان الاحساس بالتردد يشار اليه بدرجة الصوت (pitch) الدرجة العالية تقابل تردد عالي

الاذن البشرية وباقي الحيوانات تكون عبارة عن كاشف للاضطرابات في ضغط الهواء والذي يصطدم بطبلة الاذن eardrum .

تتمكن الاذن البشرية من كشف موجات الصوت التي يقع ترددها في المدى

(20Hz ……..20000Hz)

الترددات دون 20Hz تدعى تحت الصوتية infrasound

الترددات فوق المدى المسموع اكبر من 20000Hz تدعى فوق الصوتية Ultrasound .

طاقة الموجة الصوتية (شدتها) : (Intensity(loudness

- ان كمية الطاقة التي تنتقل في الوسط تعتمد على سعة الموجة amplitude
- كمية الطاقة التي تنتقل في الوسط لوحدة الزمن لوحدة المساحة تعرف بالشدة Intensity

بزيادة السعة تزداد شدة الموجة الصوتية.

مثال يعبر عن سطوع الصوت الى مايقابله في الضوء

1. اللون color
2. الحدة loudness (*)
3. الدورة period
4. السرعة speed

سرعة الصوت: تشير الى سرعة الاضطراب الذي يمر من جزيئة الى اخرى.

تردد الصوت: عدد الترددات التي تصنعهاالجزيئات لوحدة الزمن.

Speed =distance/time

العوامل المؤثرة على سرعة الصوت:

- تعتمد سرعة الصوت على خصائص الوسط الذي تمر فيه
- ينتقل الصوت بشكل اسرع في الاوساط الاكثر كثافة

$V_{Solids} > V_{Liquids} > V_{Gases}$

مثال/ ماذا يحدث عند انتقال الصوت من الهواء الى الماء؟

1) تقل سرعته ويقل طوله الموجي والتردد ثابت

2) تقل سرعته يقل طوله الموجي يزداد التردد

3) تزداد سرعته ويزداد طوله الموجي ويبقى التردد ثابت (*)

4) تزداد السرعة يزداد الطول الموجي يقل التردد

سرعة الصوت في الهواء:

تعتمد سرعة الصوت في الهواء على خصائص الهواء

على درجة الحرارة والضغط

تكون سرعة الموجة الصوتية في الهواء عند درجة حرارة صفر مئوي

331m/s

عند الضغط الجوي تكون علاقة الصوت حسب المعادلة

$$V=331+ (0.6T)$$

درجة الحرارة بالمقياس السليزي (T)

يمكن اعتماد هذه المعادلة لتحديد سرعة الصوت في الهواء عند درجات حرارة مختلفة

فمثلا عند درجة 20 مئوي تكون سرعة الصوت في الهواء 343

متر في الثانية بينما سرعة الضوء 300 مليون متر في الثانية

ان التاخير الزمني بين سماع صوت الرعد عن رؤية البرق مثلا يساعدنا في تحديد بعد الشخص عن موقع حدوث الصاعقة فمثلا لوكان التاخير لمدة 5 ثانية فهذا يعني ان بعده يساوي

$$d = V * t$$

$$d = 345 * 5 = 1725 \text{ m}$$

الطريقة الاخرى لتحديد المسافة باستخدام الموجات الصوتية هو الصدى (echo) فمثلا لو تم سماع الصدى بعد 1.40 ثانية بعد حدوث الصرخة تكون المسافة بين المصدر عن حاجز الانعكاس ؟؟؟

الموجة الصوتية كباقي الموجات تمتلك سرعة ترتبط رياضيا مع التردد والطول الموجي

$$V = f * \lambda$$

سرعة الصوت تحسب من هذه المعادلة ولكنها لاتعتمد على هاذين المتغيرين

ان اي تغير في الطول الموجي سوف لن يؤثر على السرعة وانما يؤثر عكسيا على التردد مع بقاء سرعة الصوت ثابتة.

سرعة الصوت تعتمد فقط على خصائص الوسط .

ظاهرة دوبلر : Dopplar effect

عند متابعة صفارة انذار سيارة الشرطة اوالاسعاف فأننا نتحسس درجة (pitch) الصوت وهي مقياس للتردد فأننا نجدها تكبر عند اقتراب المصدر من المستلم ومن ثم تقل درجة الصوت عند ابتعادها عن المستلم هذه الظاهرة هي ظاهرة دوبلر في الصوت .

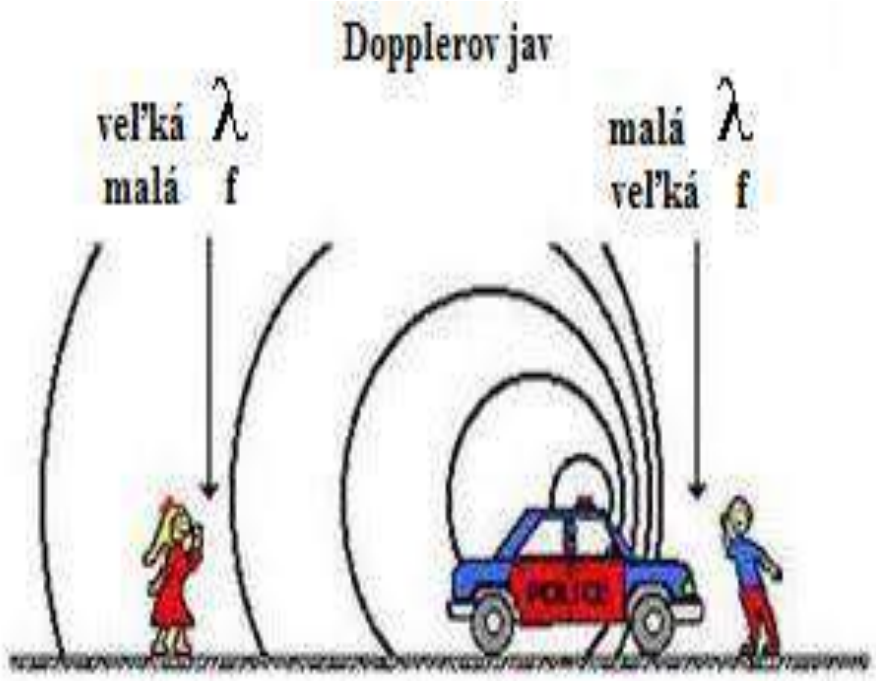
***تعريف**/ وهو التغير او الانحراف (زيادة – نقصان) في تردد الصوت الظاهري والناتج من حركة المصدر او المستلم او الاثنين معا.

⇦ توضيح ظاهرة دوبلر :

تلاحظ ظاهرة دوبلر عندما تكون المسافة بين المصدر والمراقب متغيرة .

عند اقتراب الاثنين عن بعضهما فأن المسافة تقل لذلك سوف تنضغط الموجة في مسافة قصيرة لذلك سيشعر المراقب بأن الصوت الذي يصل ألية بدرجة عالية (high pitch).

عند التباعد تزداد المسافة فتتمدد الموجة (spread) لذلك يشعر المراقب بتردد اقل اي درجة اقل وهذا لا يعني ان تردد المصدر قد تغير ولكن المراقب قد استلم ترددات مختلفة وذلك بسبب الحركة النسبية بين المراقب والمصدر .


Dopplerov jav
veľká λ
malá f
malá λ
veľká f
POLÍCIA

$$V = f * \lambda$$

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

عند حركة المصدر سيحدث تغير في الطول الموجي

الابتعاد $\lambda_1 = \frac{V - V_s}{f}$

الاقتراب $\lambda_2 = \frac{V + V_s}{f}$

V : سرعة الصوت

V_s: سرهة المصدر

$$f_1 = \frac{V}{\lambda_1}$$

$$f_1 = \left(\frac{V}{V - V_s}\right) f$$

f: تردد المصدر

(نقصان في الطول الموجي وزيادة في التردد)

$$f_2 = \left(\frac{V}{V + V_s}\right) f$$

(زيادة في الطول الموجي مع نقصان في التردد)

$$f^* = \left(\frac{V}{V \mp V_s}\right) f$$

**ملخص ظاهرة دوبلر : تردد المراقب للصوت يزداد عندما المصدر والمراقب يقتربان من بعضهما ويقل عند ابتعادهم عن بعض .

رياضيا /

$$f^* = \left(\frac{V \pm V_o}{V \mp V_s}\right) f$$

V= سرعة الصوت

V_o = سرعة المراقب

Vs= سرعة المصدر

F = تردد المصدر

F^*= التردد الظاهري

●التطبيقات الطبية لظاهرة دوبلر :

(1) ان انعكاسات الموجات فوق الصوتية (ultrasonic) من كريات الدم الحمراء يمكن ان تستخدم لتحديد سرعة الدم

(2) انعكاس الموجات فوق السمعية يمكن ان تستخدم للكشف عن حركة صدر الجنين الصغير ومراقبة دقات القلب الخاصة به.

انكسار الموجات الصوتية :

الانكسار (Refraction) : هو تغير في اتجاه الموجة اثناء مرورها من وسط الى آخر .

ينشأ الانكسار نتيجة التغير في السرعة والطول الموجي .

*** الانعكاس / الصدى او اعادة الاهتزاز (Reflection, echo)** :

اعادة الاهتزاز يحدث عادة في الغرف الصغيرة التي تكون ابعادها 17mاو اقل .

ويمكن ملاحظة ذلك عند التحدث في الغرف الفارغة او عند اطلاق منبه السيارة اثناء مرورها في الانفاق .

*** حيود الموجة الصوتية (Diffraction) :** هو تغير مسار الموجة الصوتية عند مرورها حول الحواجز في مساراتها . وهذا ما يحدث عند مرور الصوت من الابواب المفتوحة او حيودها حول الزوايا .

- **الرنين (Resonance)**
- التردد الطبيعي (Natural frequency) :

كل الاجسام ممكن ان تهتز اثناء تعرضها لمؤثر خارجي التردد او الترددات التي بها يميل الجسم للاهتزاز عند تعرضه لأضطراب خارجي يعرف بالتردد الطبيعي .

الاهتزاز القسري (Forced- vibration) :

عند الضرب على اوتار (الگيتار) سنسمع صوت . وأذا كانت تلك الاوتار ملامسة لصندوق خشبي نسمع صوت اكثر علوا (much louder) وذلك يكون بسبب ان الاوتار المهتزة تجبر الصندوق الصوتي ان يهتز بنفس التردد الطبيعي . كذلك سيعمل الصندوق على اجبار دقائق الهواء في الصندوق على الاهتزاز بنفس التردد الطبيعي للأوتار . الاوتار والهواء المحصور يبدأن بالاهتزاز بحركة اهتزازية .

ان نتائج الرنين عادة ما تكون اهتزاز عالي جدا وفي اغلب الأحيان يؤدي الى ظاهرة غريبة لنظام ميكانيكي تشبه ما يسمى بالبندول المقلوب (Inverted pendulum) .

الرنين : عندما يهتز جسم بتردد معين ليعمل على اجبار جسم ثاني على ان يهتز بنفس التردد الطبيعي وبحركة اهتزازية " هذا هو الرنين "

— لو ان هناك كرتان احدهما حمراء والاخرى زرقاء فعند تعرضها الـى اضـطراب خـارجي ينقـل أليهـا بواسـطة شـريط معـدني سـتكون احدهما في رنين

- وذلك بسبب ان الكرة الحمراء مثلا ستكون فـي تنـاغم مـع المصـدر لكونها بنفس التردد الطبيعي لذلك سيكون اهتزازها بسعة كبيرة جدا .

شروط الرنين Condition for resonance

1-يكون تردد القوة الدوريـة يسـاوي التـردد الطبيعـي للجسـم الـذي يؤثر عليه
2-تكون سعة الموجة الاصلية كافية لأحداث ذلك

ومن الامثلة على ذلك

- في اغاني الاوبرا ممكن ان يؤدي الصوت الى تحطم الزجاج عندما تكون النغمة مساوية للتردد الطبيعي للزجاج
- تحطم احد الجسور بسبب ان الرياح العالية كانت او احدثت رنين عليها
- شوكة رنانة غير مهتزة لها تردد طبيعي 256 Hzتكون في حالة رنين عندما تهتز شوكة اخرى قريبة منها بتردد 256 Hz .

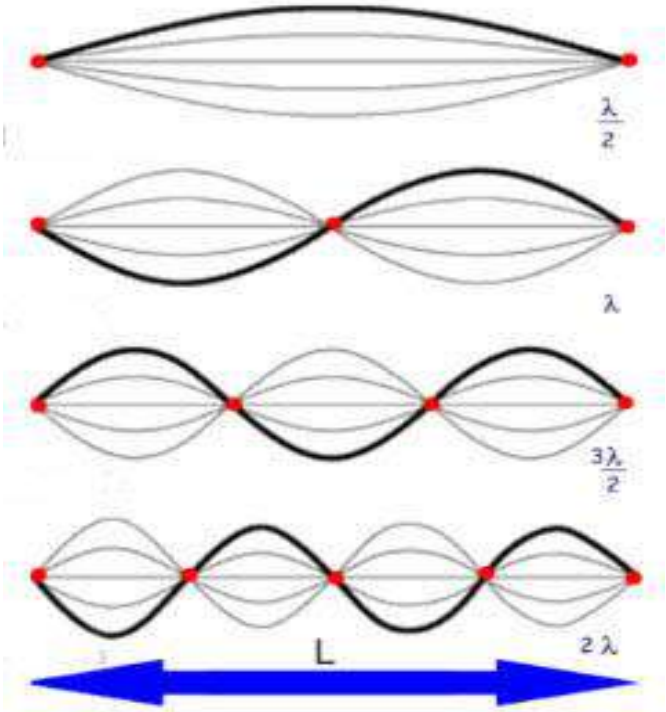
∴ الخلاصة / يحدث الرنين عندما يتشارك جسمان بنفس التردد الاهتزازي حيث يعمل الجسم الاول على اجبار الجسم الثاني على الحركة الاهتزازية .

الموجات الواقفة (standing wave)

النمط الاهتزازي الذي يتولد في الوسط عندما يحدث انعكاس للموجات من احدى نهايات الوسط والتي تتداخل مع الموجات الساقطة من المصدر .
سوف ينتج لدينا نقاط محدودة على طول الوسط تبدو وكأنها واقفة بينما النقاط الأخرى على طول الوسط تهتز الى الامام والخلف

مثلا / هذا النموذج يمكن ان يحدث في اوساط لترددات اهتزازية محددة وهذه الترددات تدعى الترددات التوافقية
Harmonic frequencies

في اي تردد غير التردد التوافقي سيولد التداخل بين الموجة الساقطة والموجة المنعكسة اضطراب الوسط بشكل غير منتظم وغير متكرر (تداخل اتلافي)



النقاط الموجودة في النموذج تكون واقفة وتشير الى ما يدعى بنقاط الضغط (Nodal points)

هذه المواقع تحدث نتيجة التداخل الاتلافي بين الموجة الساقطة والموجة المنعكسة

(Antinodal) كل نقطة عقدية تكون محاطة بأخرى مضادة لها وهي قمم .(points)

(Ultra sonic wave الموجات فوق الصوتية

ان كلمة (ultra sonic)
لاتينية تتكون من مقطعين الاولى فوق والاخرى االصوتي
الموجات الصوتية فوق تردد
Ultrasonic 20,000 Hz
هذه الموجات تدعى بالموجات ذات الترددات العالية .
ان مجالات التطبيق لها تكون في التصوير ، الكشف.
قطاعات مختلفة من المجتمع تعمل على تكنلوجيا الموجات فوق الصوتية مثل / القطاع الطبي ، الصناعي ،العسكري .

خصائص الموجات فوق الصوتية

1-لها خصائص الموجات الصوتية في الانعكاسات والانكسار والحيود والامتصاص
2-تستطيع النفاذ الى مسافات بعيدة وبخسائر قليلة
3-اذا ما اراد تكوين موجات موقعيه في السوائل . فأنها سوف تعمل على شكل محزز حيود حيث تسمى محزز صوتي (Acoustic grating)
4-لها طاقة عالية
5-يمكن ان تنتج تأثيرات حرارية عالية عند مرورها في المواد (الاوساط) .

انتاج الموجات فوق الصوتية

يمكن توليد هذه الموجات بالطرق التالية

1-مولد الضاغط المغناطيسي (Magneto_ striation generator) oscillatorاو ما يدعى بالمذبذب

2-مولد بيزو الكهربائي (Piezo_ electric generater) او المذبذب

《 مبدأ عملة 》 : عند وضع مادة فيرو مغناطيسي مثل قلم من الحديد او النيكل في مجال مغناطيسي وبموازاة طولة فأن القلم الحديدي Magneto)سيتعرض الى تغيرات بسيطة في طولة هذا ما يدعى (strict ion effect)
ان التغير في الطول زيادة او نقصان يعتمد على قوة المجال المغناطيسي وطبيعة المادة ولا يعتمد على اتجاه االجال المغناطيسي ان المجال المغناطيسي المسلط على احد اطراف القلم الحديدي يكون متناوب بشكل تتم السيطرة عليه ليكون بتردد يعادل التردد الطبيعي للمادة المغناطيسية .

علاقة رياضية

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1\, C}}$$

تردد المصدر F

C سعة المتسعة في الدائرة

يتم ضبط قيمة المتسعة في الدائرة الكهربائية لكي تولد تردد للدائرة الكهربائية يساوي التردد الطبيعي للقلم المغناطيسي حيث يحدث الرنين يتذبذب القلم طوليا بأعلى سعة ليولد موجات فوق صوتية من النهايات

**** التطبيقات ****

1- SONAR: هي تقنية تمثل تحديد المدى والمسح (Navigation and Ranging)

(ا)تستخدم الموجات فوق الصوتية للكشف وتحديد مواقع الاجسام تحت الماء

*يتم ذلك بأرسال موجات بقدرات معينة كافيه وبأتجاهاتمحددة في الماء

*يتم تسجيل الفترة الزمنية لارسال الموجة واستقبالها بعد انعكاسها ومن معرفة سرعة الصوت في الماء يمكن تحديد موقع الاجسام

(ب) عملية تغير التردد للصدى بتأثير دوبلر يساعدنا في تحديد سرعة الاجسام واتجاهها .

$$d = \frac{V}{t}$$

v = سرعة الصوت في البحر

t= الفترة الزمنية

كذلك يمكن استخدام ذلك القياس عمق البحار

- استخدام SONAR

1-تحديد مواقع حطام السفن في اعماق البحار

2-تحديد مواقع الاسماك

3-في المسح الزلزالي

تطبيقات الموجات فوق السمعية فى الطب

1- السونار الطبي (Sonography) : هو جهاز يعتمد على التشخيص الطبي بتقنية التصوير للعضلات , الحالات المرضية .

2-يمكن ان يستخدم لتخمين او اعطاء تصوير عن مراحل نمو الجنين الاعتيادية وكشف الحالات الخطرة في وقت مبكر ويقوم بذلك اشخاص ذوي اختصاص يدعون (Sonographeres)

** الموجات فوق السمعية فى عمليات العلاج **

(1) معالجة الاورام الخبيثة من خلال عمليات
تدعى بتركيز الموجات فوق السمعية الجراحية
(FUS)focused ultra sonic
للحصول على شدات عالية هذا الاسلوب يستخدم
ترددات اقل من تلك المستخدمة للتشخيص من

2000 KHZ————>250 KHZ
وتكون بشدات عالية

- تستخدم هذه الموجات ذات القدرات العالية لتنظيف الأسنان او احداث تسخين في الانسجة البايلوجية على سبيل المثال / العلاج الفيزيائي او معالجة السرطان .

(2) يمكن ان تستخدم لتفتيت الحصى في المثانة .

"الموجات فوق السمعية في تقنيات انسياب الدم "

- تستخدم في دراسة جريان الدم بتقنيات التغير الذي يحدث في تردد الموجات بسبب ظاهرة دوبلر .