6 Ultrasonics

Q.1 : What is piezo-electric effect? Describe a method of producing ultrasonic wave utilizing this phenomenon? (2011,2013,2015)(SU-2016)

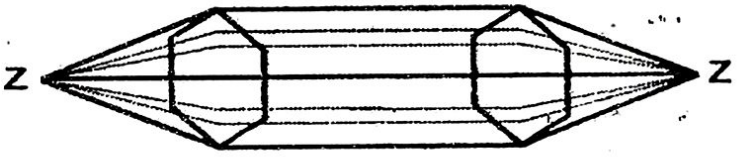
Find out th fundamental frequency of a quartz crystal of 1mm. thick. For quartz young's modulus E = 8.55 x 10^{10} N/m^2 and density ρ = 2650 kg/m^3 (2001)

Discuss one method for generation of ultrasonics. (2009)

What are x-cut and y-cut pieza electric crystals. (2009)

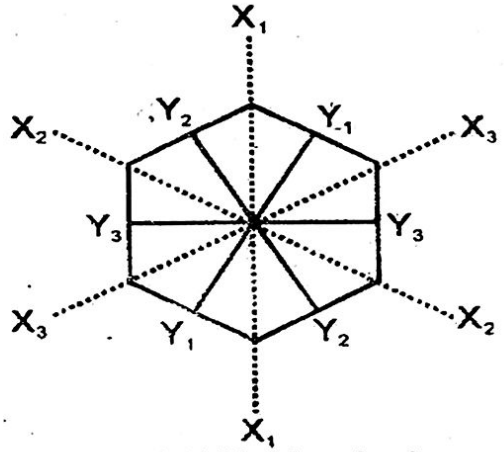
Sol^n: The phenomenon of appearance of electrical charges by applying mechanical pressure on certain crystal plate like quartz tourmaline etc along certain direction is called **Piezo-electric effect**. This effect was discovered by J. and P. curie in 1890. The converse is also true i.e. a voltage applied across the plane of the crystal will produce a change in the dimensions of the crystal. Thus when an alternating potential difference is applied across the crystal, it is set into elastic vibration. If the frequency of the electrical oscillations coincides with one of the natural frequency of the crystal (250 to 10,000 kilohertz) a large amplitude of vibration results. The natural quartz crystal is shown in the following figures.

कई निश्चित प्रकार के क्रिस्टल प्लेटो जैसे क्वार्टज, टर्मेलिन इत्यादि पर यदि किसी निश्चित दिशा में यांत्रिक दाब लगाया जाय तो इसके फलस्वरूप विद्युत आवेश उत्पन्न होने की घटना को **पीजो–विद्युत प्रभाव** कहते हैं। इस प्रभाव का अध्ययन सर्वप्रथम जे० तथा पी० क्यूरी द्वारा 1890 में किया गया । इस प्रभाव का उल्टा भी सम्भव है अर्थात यदि क्रिस्टल प्लेट के निश्चित सिरे पर यदि वोल्टेज लगाया जाता है तो क्रिस्टल के विमाओ में अन्तर उत्पन्न हो जाता है। इस प्रकार यदि एक प्रत्यावर्ती वोल्टेज आरोपित करे तो क्रिस्टल मे प्रत्यास्थ कम्पन होने लगता है। यदि वैद्युत दोलन की आवृत्ति क्रिस्टल की स्वाभाविक आवृत्ति से मिल जाती है तो कम्पन का आयाम बहुत अधिक हो जाता है। प्राकृतिक क्वार्टज क्रिस्टल चित्र में दिया गया है।



Z-Z optic axis

Figure : Natural Quartz Crystal



XX-electrical axes, YY-Mechanical axes

The line joining the opposite ends of the hexagonal prism or a line parallel to it is known as optic axis or z- axis By cutting the crystal in a plane perpendicular to the z-axis a hexagonal shape is obtained. The line joining the corners XX (X_1X_1, X_2X_2, X_3X_3) or line parallel to it are called electrical axis and the line joining the mid pOint of the arms YY (Y_1Y_1, Y_2Y_2, Y_3Y_3) are called mechanical axis.The natural frequency of vibration is given by

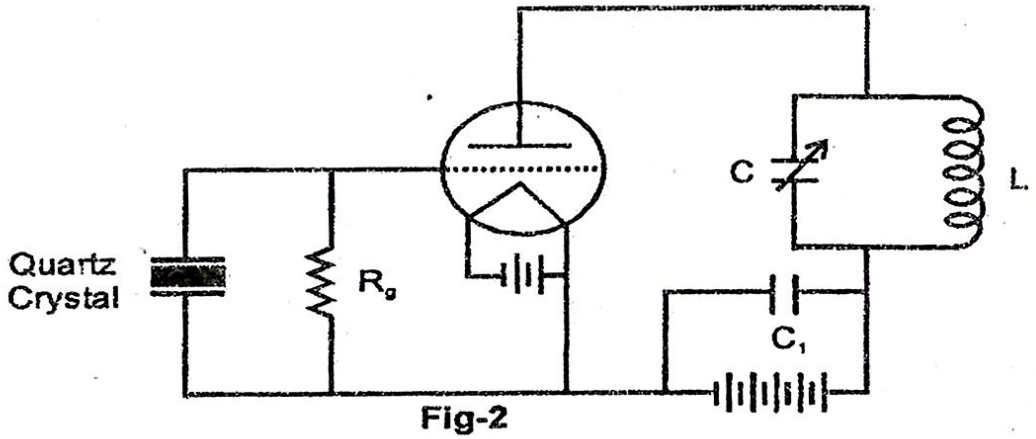


Fig-2

षटकोणीय प्रिज्म के दोनो सिरों को मिलाने वाली रेखा को या इसके समान्तर रेखा को प्रकाशीय अक्ष या z- अक्ष कहते हैं। क्रिस्टल को z- अक्ष के लम्बवत तल काटने पर एक षटकोणीय आकार प्राप्त होता है। x x कोनों को (x_1 x_1, x_2 x_2)मिलाने वाली रेखा या इसके समान्तर रेखा को वैद्युत अक्ष कहते हैं तथा षटकोण के आमने सामने के सिरो के मध्य बिन्दु को मिलाने वाली रेखा को (y y y_1 y_1, y_2 y_2) यांत्रिकी अक्ष कहते हैं। किसी क्रिस्टल प्लेट की कम्पन की स्वाभाविक आवृत्ति के लिए सूत्र निम्न होगा–

$$n = \frac{c}{2t} = \frac{1}{2t}\sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

Where E Young's Modulus , ρ is density and t is the thickness of the crystal.

जहां E यंग गुणांक है (क्रिस्टल का)। ρ तथा t क्रमशः क्रिस्टल का घनत्व तथा चौड़ाई है।

When the frequency of the alternating potential difference is made equal to the fundamental natural frequency of the crystal slice, it is thrown into resonant vibration and hence powerful ultrasonic waves are produced. Fig (2) show a quatz plate sand-witch between two metal plate which are connected to the anode and grid of a triode valve. When a current of high frequency flows in anode circuit, an alternating potential difference of the same frequency is produced between faces of the crystal slice as result. of which the crystal executes thickness vibration By varying the capacity of the capacitor C, the frequency of the altemating voltage can be varied when this frequency becomes equal to the fundamental or natural frequency of the crystal resonate vibration are excited and ultrasonic waves are produced. To prevent high frequency current a by pass capacitor C_1 is used. The resistance R regulates the action of grid.

The fundamental or natural frequency of the crystal is

जब प्रत्यावर्ती विभवान्तर की आवृत्ति को क्रिस्टल के मूलभूत स्वाभाविक आवृत्ति को क्रिस्टल के मूलभूत स्वाभाविक आवृत्ति के किया जाता है तो फलस्वरूप क्रिस्टल में अनुनादी कम्पन उत्पन्न हो जाता है। और इस प्रकार शक्तिशाली पराश्रव्य तरंगे उत्पन्न होती हैं चित्र 2 में जैसा कि दिखाया गया है कि एक क्वार्टज क्रिस्टल को दो ऐसे प्लेटों के बीच में दबाया गया है जिसमें से एक ट्रायोड वाल्व के एनोड को तथा दूसरा दूसरे ग्रिड से जुड़ा है। जब उच्च आवृत्ति की एक धारा एनोड परिपथ में बहती है तो फलस्वरूप प्रत्यावर्ती विभावन्तर जिसका आव1त्ति एनोड परिपथ मे बहने वाली धारा के बराबर है

क्रिस्टल चौड़ाई में कम्पन करने लगता है। संधारित्र C की धारिता को बदलकर प्रत्यावर्ती वोल्टेज की आवृत्ति को बदला जा सकता है। जब यह आवृत्ति क्रिस्टल के मूलभूत (स्वाभाविक) आवृत्ति के बराबर हो जाता है तो अनुनादी कम्पन के उत्पन्न होने के कारण पराश्रव्य तरंगे उत्पन्न होती है। उच्च आवृत्ति की धारा को प्रतिबन्धित करने के लिए एक बाईपास संधारित्र C_1 का उपयोग किया गया है। प्रतिरोध R ग्रिड की क्रिया को नियंत्रित करता है।

क्रिस्टल की स्वाभाविक या मूल आवृत्ति

$$n = \frac{1}{2t}\sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

When $t = 1\text{ mm} = 1\times10^{-3}\text{ m}$, $E = 8.55\times10^{10}\text{ N/m}^2$, $t = 2650\text{ kg/m}^2$

Therefore, $$n = \frac{1}{2\times10^{-3}}\sqrt{\frac{8.55\times10^{10}}{2650}}$$

or, $$n = \frac{10^5}{2\times10^{-3}}\sqrt{\frac{8.55}{2650}}$$

or, $$n = 0.5\times10^8\times0.0568$$

or, $$n = 0.0284\times10^8$$

$$n = 2.84\times10^6\text{ Hz}$$ **Ans.**

Q.2 : What is difference between sound waves and ultrasonic waves? What do you understand by accoustic grating. How is this grating used in finding out the velocity of ultrasonic waves? (2000)

or

Describe a method for determining the velocity of ultrasonic waves in liquid. (2003,2012)

or

What is acoustic grating ? How is this grating formed. Describe with necessary theory a method to determine the velocity of ultrasonic waves. (2005,2014)

Sol^n : Sound is the term used to represent the longitidinal mechanical waves of frequencies to which the human ear is sensitive. These are called the audible sound waves. The longitidinal mechanical waves having frequency, above the upper limit of audibility (20,000 sec^{-1}) are called ultrasonic or supersonic waves. This wave length in air is of the order of 1 cm. The wave length of ultrasonic waves are small, so it is possible to produce parallel beam of these waves and to focus them; because they do not diffrant like sound wave. The intensity of ultrasonic waves are much higher than the intensity of sound waves.

ध्वनि, अनुदैर्ध्य यांत्रिक तरंगो की वह आवृत्ति प्रदर्शित करती है जो कि मनुष्य के कान द्वारा महसूस किया जा सकता है। ये श्रव्य ध्वनि तरंगे कहलाती है। उन अनुदैर्ध्य यांत्रिक तरंगों को जिनकी आवृत्ति श्रव्य ध्वनि तरंगों की उच्च सीमा से उपर होती है उन्हे पराश्रव्य तरंगे कहते हैं। वायु में इन तरंगो का तरंग दैर्ध्य 1 सेमी के आसपास होता है। चूकि पराश्रव्य तरंगों का तरंग दैर्ध्य छोटा होता है अतः इन तरंगो का समान्तर किरण पुंज उत्पन्न कर सकते हैं और उनको फोकस भी कर सकते हैं। पराश्रव्य तरंगो की तीव्रता ध्वनि तरंगों की तीव्रता से काफी अधिक होती है।

Determination Of Velocity Of Ultrasonic Waves In Liquid : The ultrasonic waves are longitidinal mechanical waves, which when travel through a liquid or a solid medium, result in compression and rarefaction. When a plane ultrasonic wave is setup in a liquid, the pressure varies with distance of the source periodically. Therefore, the density and refractive index of medium varies periodically with distance from the source along. the direction of propogation of the wave. For a stationary ultrasonic wave system in the liquid, the density of the liquid is greater in nodal planes than in any other plane. If light passes through the liquid at right angles to the ultrasonic wave, the liquid behaves as a diffraction grating (or a coustic grating).

पराश्रव्य तरंगो की वेग पानी मे ज्ञात करना : पराश्रव्य तरंगे अनुदैर्ध्य यांत्रिक तरंग होती है जो कि जब द्रव या ठोस माध्यम से गुजरती है तो माध्यम में सघन तथा विरलन उत्पन्न हो जाता है। जब एक समतल पराश्रव्य तरंग किसी द्रव मे स्थापित किया जाता है तो माध्यम में दाब, स्रोत के दूरी के साथ आवर्ती रूप में बदलता है। अतः घनत्व तथा अपवर्तनांक (माध्यम का) तरंगो के गमन की दिशा में आवर्त रूप से स्रोत से दूरी के साथ बदलता रहता है। द्रव में, अप्रगामी पराश्रव्य तरंगो के लिए द्रव का घनत्व नोडल तलो पर किसी अन्य तलों के सापेक्ष अधिक होता है। यदि पराश्रव्य तरंगो से 90° के कोण पर प्रकाश को गुजारे तो द्रव विवर्तक ग्रेटिंग या एकास्टिक ग्रेटिंग की तरह व्यवहार करता है।

The grating element is equal to the wavelength of the ultrasonic waves (ray λ_S). If θ is the angle of diffraction for the n^{th} order maximum, then

ग्रेटिंग का ग्रेटिंग एलीमेन्ट द्रव में पराश्रव्य तरंगों के तरंग दैर्ध्य λ_S के बराबर होता है। यदि θ n^{th} वे क्रम का अधिकतम हो तो $\lambda_S \sin\theta = n\lambda$

$$\text{or} \qquad \lambda_s = \frac{n\lambda}{\sin\theta} \qquad \text{.....(1)}$$

If λ_S is the wave length of light used , v is the velocity of ultrasonic waves in liquid and υ is the frequency of these wave then

यदि λ_S प्रकाश का तरंग दैध्यै है v पराश्रव्य तरंगों का द्रव में वेग है तथा υ इन तरंगो की आवृत्ति है तो

$$v = \upsilon\lambda_s$$

$$\text{or} \qquad \lambda_s = \frac{v}{\upsilon} \qquad \text{.....(2)}$$

From equ (1) to eqn (2) we get

$$\lambda_s = \frac{v}{\upsilon} = \frac{n\lambda}{\sin\theta}$$

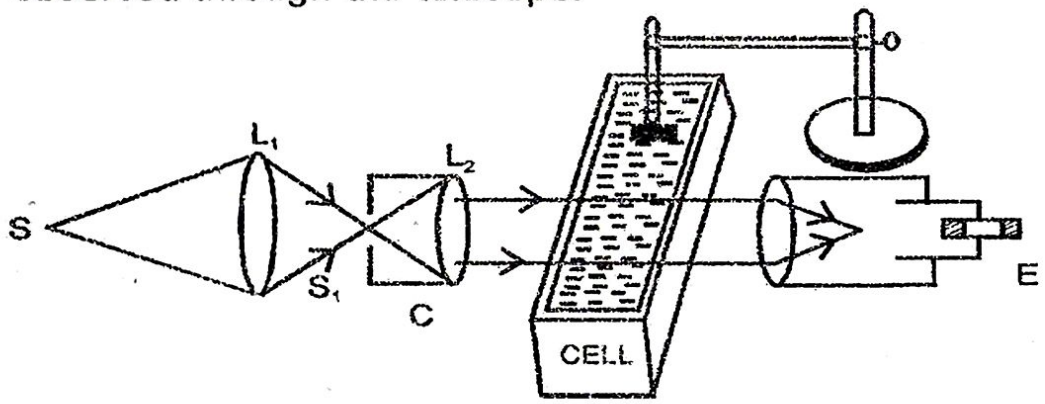
$$\Rightarrow \qquad \boxed{v = \frac{2n\upsilon\lambda}{\sin\theta}}$$

Here v = Velocity of Ultrasonic wave.
n = is order of the spectrum.
υ = frequency of ultrasonic wave (frequency or R.F. oscillator).
λ = wavelength of monochromic light.

Now, with the help of this formula we can determine the velocity of ultrasonic wave.

The experimental setup for the determination of the velocity of ultrasonic waves in liquid are shown in the figure -3.

Light from a source is condensed by a lens L_1 on the slit S_1 of a collimator C so that a parallel beam of light is obtained. It is passed through a transparent cell filled with the experimental liquid. A quartz crystal fed by a radio-frequency osciiator is suspended in the liquid such that the generated ultrasonic waves are propogated in the liquid at right angles to the light beam. The ultrasonic waves are reflected back from the wall of the cell and stationary wave system is setup in the liquid. The light beam passing through the equivalent grating is diffracted. A number of diffraction images on an either side of the central zero order are observed through the telecope.



Experimental setup for production of Ultrasonic wave
Fig-3

पराश्रव्य तरंगो की द्रव में वेग ज्ञात करने की प्रायोगिक व्यवस्था चित्र 3 में दिखया गया है। समान्तर किरण पुंज प्राप्त करने कि लिए प्रकाश को लेन्स L_1 द्वारा स्लिट S_1 पद केन्द्रित किया जाता है। यह प्रकाश किरण पुंज प्रायोगिक द्रव से गुजरता है जो कि पारदर्शी है। एक क्वार्टज से उत्पन्न पराश्रव्य तरंगों के गमन की दिशा प्रकाश किरण पुंज के संचरण की दिशा के लम्बवत हो। पराश्रव्य तरंग बर्तन के दीवार से परावर्तित हो जाती है और द्रव में अप्रमामी तरंग स्थापित हो जाता है।

प्रकाशीय किरणपुंज जब प्रायोगिक द्रव से गुजारा जाता है तो इस अप्रगामी तरंग के कारण जो कि विवर्तक ग्रेटिंग का कार्य करता हैं विवर्तित हो जाता है। टेलीस्कोप द्वारा केन्द्रीय शून्य क्रम के दोनो तरफ बहुत सारे विवर्तित दृश्य दिखाई देते हैं।

Q. 3 : Describe the method of detection, properties and use of ultranonic waves . Find the frequncy of the first and second mode of vibration for a quartz crystal of piezo-electric oscillation. The velocity of longitudinal waves in quartz crystal is 0.05 meter. (1999) OR
Write short noteon Ultrasonic waves (2002) OR
Describe a method for predection of Ultrasonic waves. What are the ures of ultrasonic waves. (06,07,2015) OR
Write down the properties and applications of Ultransonic wave. (2010)
Sol^n: Detection of Ultrasonic Wave : (2013)

(1) Low frequency ultranonic wave in air can be detected with the help of sensitive flame and rotating mirror, In a stationary ultrasonic waves system, the image of the flame in the mirror rotation present a saw teeth appearance when placed at a node and a continuous appearance when it is placed at an antinode.

(2) When ultrasonic waves fall on a quartz plate, elastic vibrations are set . Due to a piezo electric effect, electric charge produced on the faces of the plate normal to that on which the waves are falling . The potential difference so

developed is amplified and detected by a suitable device.

(3) A fine platinum wire probe is moved along the stationary ultrasonic wave system. Periodic heating and cooling at nodes take place due to compressions and rarefaction alternately. It produce a change in electrical resistance which can be detected by a wheat stone bridge.

पराश्रव्य तरंगों का निरीक्षण :–

1. कम आवृत्ति के पराश्रव्य तरंगों का निरीक्षण संवेदनशील ज्वाला और घूर्णीय शीशा द्वारा किया जा सकता है। अप्रगामी पराश्रव्य तरंगों में घूमते हुए शीशे में ज्वाला का प्रतिबिम्ब निस्पन्द पर सा टीय के रूप में दिखायी देता है जबकि प्रस्पन्द पर यह एक पूरा रूप प्रदर्शित करता है।

2. जब क्वाटर्ज प्लेट परपराश्रव्य तरंग आरोपित होता है तो प्रत्यास्थ कम्पन होने लगता है। पीजो–वैद्युत प्रभाव के कारण उन सिरों पर जिसके लम्बतव तरंगो को आरोपित किया गया है, एक वैद्युत आवेश उत्पन्न हो जाता है। इस प्रकार उत्पन्न हुए विभवान्तर को प्रवर्धित कर उपयुक्त उपकरण द्वारा निरीक्षण करते है।

3. यदि एक अच्छे प्लेटिनम तार प्रोब को अप्रगामी पराश्रव्य तरंग की तरफ घुमाया जाय तो निस्पन्द पर आवर्ती उष्ण एवं शीत प्रत्यावर्ती सघन एवं विरलन के कारण उत्पन्न होती हैं जिसके कारण तार के विद्युत प्रतिरोध में बदलाव आता है जो कि व्हीट स्टोन सेतु द्वारा निरीक्षण किया जा सकता है।

Properties of Ultrasonic waves :

(1) As the intensity of a wave is proportional to the square of the product of amplitude and frequency of the particle displacement, it is possible to generate ultrasonic wave of much higher intensity than sound.

(2) The wavelengths of ultrasonic waves are small so it is possible to produced parallel beam of these waves and to focus them, because they do not diffract like sound waves.

(3) When a plane stationary ultrasonic wave is generated in liquid, a structure equivalent to diffraction grating is produced, which in known as **acoustic** grating.

(4) They do not disperse in air. Except to a small extent at very high frequencies, they travel at a fixed - speed independent of their wavelength.

(5) As the wave length decreases, the attenuation of the wave increases, that is the dissipation of sound energy of the gas molecules increases.

(6) These waves of higher frequencies than 10^8 Hz in liquid and solids are called **microscopic wave**. They produce destructive effect in both solid and liquids.

पराश्रव्य तरंगो के गुणः–

1. चूंकि तरंग की तीव्रता आयाम तथा आवृत्ति के गुणनफल के वर्ग के समानुपाती होती है अतः हम ध्वनि से बहुत अधिक तीव्रता वाली पराश्रव्य तरंगो को उत्पन्न कर सकते हैं।

2. पराश्रव्य तरंगो का तरंग दैर्ध्य कम होता है अतः इन तरंगो का समान्तर किरण पुंज उत्पन्न किया जा सकता है तथा उन्हें फोकस किया जा सकता है क्योंकि ये ध्वनि तरंगों की तरह विवर्तित नही होती।

3. जब किसी द्रव में समतल अप्रगामी तरंग उत्पन्न किया जाता है तो यह एक विवर्तन ग्रेटिंग की तरह होता है जिसे एकास्टिक ग्रेटिंग कहते हैं।

4. वे वायु में विक्षेपित नही होते हैं। उच्च आवृत्तियों को छोड़कर पराश्रव्य तरंगे स्थिर

ोग से तरंग दैर्ध्य से स्वतंत्र होकर माध्यम मे गमन करती है।

5. तरंग दैर्ध्य के कमी होने पर एटानुवेशन बढ़ता है जिससे कि ध्वनि उर्जा का क्षय (गैस के अणु में) बढ़ जाता है।

6. 10^8 हट्र्ज से अधिक आवृत्ति वाले इन तरंगों को द्रव तथा ठोस में माइक्रोस्कोपिक तरंग कहते हैं। वे ठोस तथा द्रव में विनाशकारी प्रभाव उत्पन्न करते हैं।

Uses of Ultrasonic waves :

(i) Ultrasonic waves in solids and liquids both produce destructive effect.

(ii) A focussed beam of high intensity waves can be use to drill square holes in glass or steel.

(iii) A strong beam in liquid produce cavitation, that is, the formation, of bubbles. It is used to scrap off material cleaning to any surface immersed in the liquid .

(iv) In low temperature sterilizing processes, as bacteria are killed by the cavitation.

(v) They produce a soothing massage action on affected joints and are used widely for treatment of muscular pains.

(vi) They are useful in locating the eye tumour, brain tumour and in the treatment of mental patients.

(vii) It can be used in bloodless surgery, painless dental cutting.

पराश्रव्य तरंगों का उपयोग–

1. पराश्रव्य तरंगे, ठोस तथा द्रव में विनाशकारी प्रभाव उत्पन्न करती है।

2. अधिक तीव्रता की एक फोकस किये गये पराश्रव्य किरण पुंज को कांच या स्टील की वर्गाकार छिद्र में गमन कराया जा सकता है।

3. द्रव में एक शक्तिशाली किरण पुंज कोटर उत्पन्न करती है।

4. कम ताप पर स्टेरिलाइजिंग विधि से गुहा द्वारा जीवाणु मारे जाते हैं।

5. यह जोड़ो पर मसाज क्रिया उत्पन्न करते हैं और पेशीय दर्द के निवारण में उपयोग किया जाता है।

6. यह आंख के ट्यूमर में, दिमागी ट्यूमर को प्रदर्शित करने में किया जाता है तथा दिमागी मरीज के उपयोग में आता है।

7. इसके द्वारा रक्तहीन सर्जरी तथा दर्द रहित दांत कटिंग में इसका उपयोग होता है।

Chemical Effect : -

(I) Ultrasonic waves accelerate the rate of certain chemical reactions and others retract.

(ii) When suspension of solid particles in liquids are subjected to ultrasonics, they can be dispersed or coagulated.

(iii) Air can be washed to remove particles. This effect is used in landing the aeroplane in the frost.

(iv) Ultrasonic beam keeps the metals well mixed, like iron and lead. An alloy of natrium composition is obtained.

(v) Stable emulsions of one liquid in another can be made by passing these waves into the mixture. Photographic films are made with its help.

2 रासायनिक प्रभावः–

1. कुछ रासायनिक अभिक्रिया को यह तरंग त्वरित करता है तथा कुछ को धीमा करता है।

2. जब पराश्रव्य तरंगो के तहत ठोस कणों को किसी द्रव में डाला जाता है तो पराश्रव्य तरंगों द्वारा वे विक्षेपित या इकट्ठा किये जा सकते हैं।

3. इसको वायु के कणों को हटाने में उपयोग किया जा सकता है। इस प्रभाव को जहाज के लोडिंग में किया जाता है।

4. पराश्रव्य तरंगे धातुओ जैसे लोहा तथा लेड को मिश्रित रखता है।

5. किसी मिश्रण से इन तरंगो को पार कराने से किसी एक द्रव के स्थिर इमल्सन को दूसरे मे बनाया जा सकता है इसके द्वारा फोटोग्राफ फिल्म बनाया जा सकता है।

(3) Ultranonic Echoer : The principle is to produce a short pulse of waves and to measure the time interval before a reflected pulse returns.

(i) Bats use echo techniques with ultranonic waves to locate obstacles and small objects such as insects

(ii) Sonar, a system for measuring the depth of water below a boat, uses the echo technique at about 40 KH_z, displaying the outgoing and returning pulse on an oscilloscope..

(iii) Ultrasonic echoes can be used to measure the thickness of materials and to detect flows in metal objects like railway lines

(iv) Ultrasonic rays can be propagated in the form of a fine pencil of rays to detect the submarines, icebergs, fishes etc. in the ocean.

पराश्रव्य इको :— इसका सिद्धान्त तरंगों के छोटे पल्स का उत्पादन करना तथा एक परावर्तित तरंग के वापस होने मे समय अन्तराल को मापना है।

1. चमगादड़ पराश्रव्य तरंगो को इको विधि के रूप में अवरोध तथा छोटे–मोटे कीड़ो का पता लगाने के लिए करते हैं।

2. सोनार एक ऐसा निकाय है जिसमें इको विधि का उपयोग होता है जिसके द्वारा किसी नाव के नीचे पानी की गहराई नापी जाती है। जिससे आने वाले तथा जाने वाले पल्स को आस्लिस्कोप में देखा जाता है।

3. अल्ट्रासोनिक इको को पदार्थों की चौड़ाई तथा पदार्थों की धातु मे गति जैसे रेलवे लाइन पर किया जा सकता है।

4. पराश्रव्य तरंगों को एक पतली पेंन्सिल किरण पुंज के रूप में प्रवाहित किया जा सकता है जिसके द्वारा समुद्र में बहुत सारी जानकारी मिलती है।

In the lowest mode of vibration, the distance between the two ends of the crystal (length l) will be $\lambda/2$ .Therefore

$$\lambda = 2l = 2 \times 0.05 = 0.1 \text{ meter.}$$

$$\text{Lowest frequency, } n_1 = \frac{r}{\lambda} = \frac{5.5 \times 10^3}{0.1} = 5.5 \times 10^4 \, Hz$$

$$\text{or } n_1 = 5.5 \times 10^4 \, Hz$$

the Second mode, the frequency is

$$n_2 = 2n_1 = 2 \times 5.5 \times 10^4 = 11 \times 10^4 \, Hz \qquad \text{Ans.}$$

Q.4 : What are ultrasonic waves ? How is the method of piezo electric effect used to produce them ? Discuss the properties of ultroasonic waves and their application in various field. (GKP-2004,2007,2016)

Sol^n: Ultrasonic waves :- The longitudinal mechanical waves having frequency above the upper limit of audibility (20,000/ Sec) are called Ultrasonic

or Supersonic waves. Due to high frequency, ultrasonic wave can not stimulate our ear and hence special devices are used for their detection.

पराश्रव्य तरंगे:— ऐसे अनुदैर्ध्य यांत्रिकी तरंगे जिनकी अवृत्ति श्रव्य तरंगों की आवृत्ति के उच्च सीमा से अधिक होती है उन्हें पराश्रव्य तरंगे कहते हैं। चूंकि पराश्रव्य तरंगो की आवृत्ति श्रव्य तरंगों की उच्च सीमा से अधिक होती है अतः इन्हें हम अपने कानों द्वारा नहीं सुन सकते हैं इनकी परीक्षण करने के लिए विशेष उपकरण का उपयोग करते हैं।

Q.5 : Write short notes on acoustic grating. **(2006)(SU-2016)**

Sol^n : Ultrasonic waves are longitudinal mechanical waves, which when travel through a liquid or a solid medium, then it produces a compression and rarefaction. When there is a compression, the density of the medium is above the normal value and at the place of rarefaction the density is below the normal valve. In travelling wave, the position of compression and rarefaction continuously charges. If, however a reflection is placed in the path of the travelling ultrasonic waves then they are reflected. The reflected and the incident waves superposed as result of which standing waves are formed. At the nodal wave superpose as a result of which standing waves are formed. At the nodal planes. The density is maximum and at antinodal plane it is minimum. The position of nodal and antinodal planes remain fixed. Such a medium whose density periodically varies in space is called **Acoustic Grating.**

If a beam of parallel monochromatic light is incident on the acoustic grating, diffraction pattern is observed.

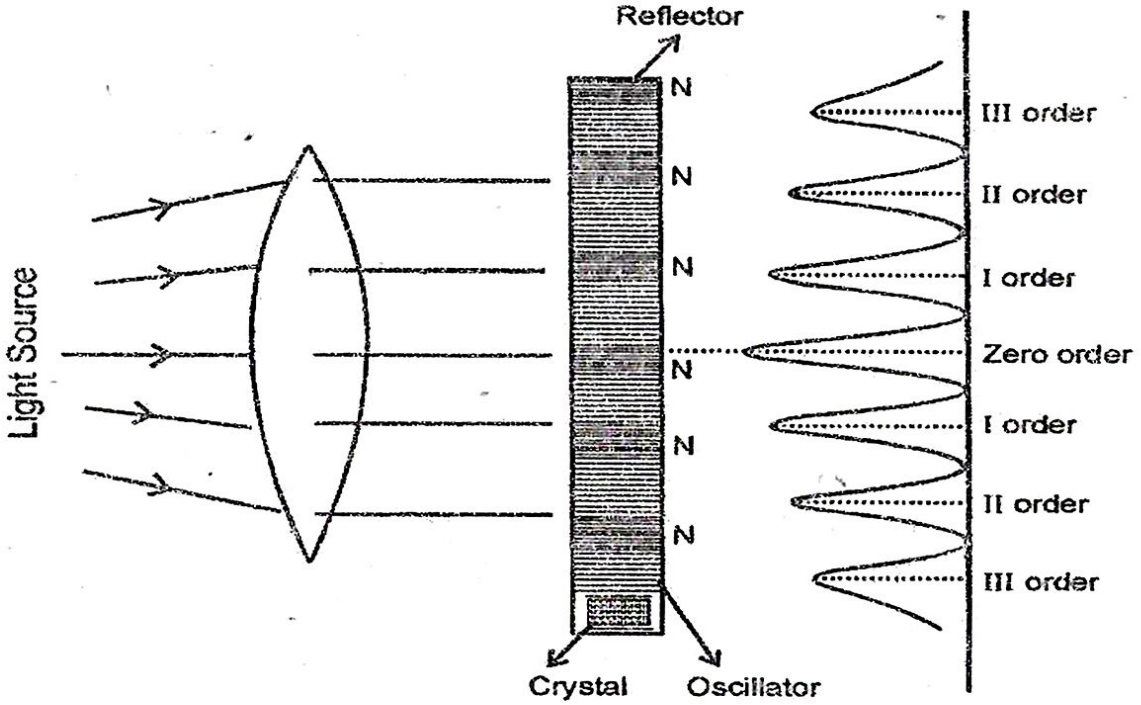
Measuring the angle of diffraction corresponding to various orders of the spectrum, the grating element 'e' can be determined from the grating equation.

$$e \sin\theta = n\lambda_0$$

Where n is order of the spectrum and λ_0 is the wavelength of the light. We know that in standing waves. The distance between the two consecutive nodal plane is $\lambda/2$ where λ is the wavelength of the ultrasonic wave. Therefore-

$$e = \frac{\lambda}{2}$$

from which λ, the wavelength of the ultrasonic wave is determined.



पराश्रव्य तरंगे अनुदैर्ध्य यांत्रिक तरंगे होती है, जो यदि किसी द्रव या ठोस माध्यम से गुजरती है तो माध्यम में संपीडन या विरलन की घटना को जन्म देती है। जब किसी माध्यम में संपीडन उत्पन्न होती है तो माध्यम के उस स्थान पर घनत्व का मान सामान्य से अधिक होता है। जबकि विरलन वाले स्थान पर घनत्व का मान सामान्य से कम होता है। अनुगामी तरंगो में संपीडन तथा विरलन का मान सतत् परिवर्तित होता रहता है। यदि अनुगामी पराश्रव्य तरंगों के मार्ग में परावर्तक रख दिया जाय तो ये तरंगे परावर्तित हो जाती है। आपतित और परावर्तित तरंगे उत्पन्न होती है। नोडल तल पर इनका धनत्व अधिकतम तथा सन्टीनोडल पर न्यूनतम होती है। नोडल तथा एन्टीनोडल तल की स्थिती अपरिवर्तित होती है। ऐसा माध्यम जिसका घनत्व आवर्ती रूप से परिवर्तित होती रहती है, उसे **Acoustic Grating** कहते है।

यदि एक समानान्तर एकवर्णी किरण किसी **Acoustic Grating** पर आपतित होती है तो विवर्तन की घटना उत्पन्न होती है। विभिन्न कोटि के स्पेक्ट्रमों के संगत विवर्तन कोण को नापकर हम ग्रेटिंग अवयव e का मान निम्न सूत्र से ज्ञात कर सकते है–

$$e \sin\theta = n\lambda_0$$

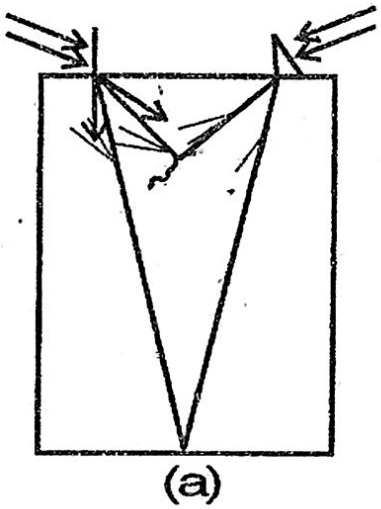
जहाँ n स्पेक्ट्रम की कोटि है तथा λ_0 प्रकाश की तरंगदैर्ध्य है। अप्रभारी तरंगो में दो नोडल तल के बीच की दूरी $\lambda/2$ होती है अतः

$$e = \frac{\lambda}{2}$$

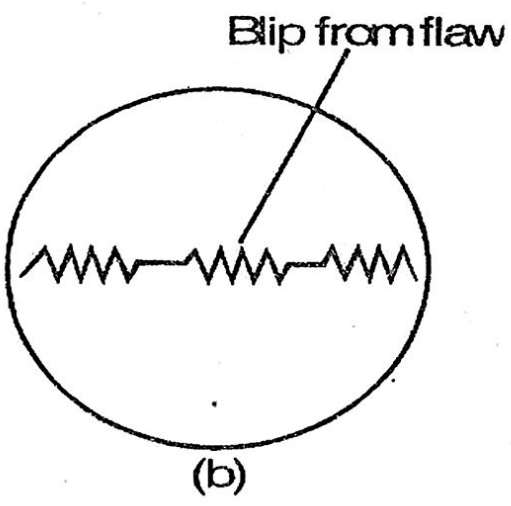
उपरोक्त सूत्र से हम λ के मान की गणना कर सकते हैं।

Q 6. Describe the method of finding fault inside a metallic slab with the help of ultrasonic transducer. (2009)

Sol^n. The fine internal cracks and flaws in metal act as good sound reflectors of ultrasonics whose wavelength is small compared with the size of the cracks or the flaw. Hence they can be detected and located by echosounding techniques. A part of the surface of the metal is polished and a small ultrasonic generator is placed on it which sends a beam into the specimen. The beam will be reflected at the for surface and also at the crack or flaw if any. Near the generator is placed a receiver also which picks up the reflected echoes, which are ampltied and displayed along the time-base of a cathode- **Ray-Oscillo graph**. The time-base shows a blip A in the beginning corresponding to the signal received directly and a blip B at the end due to the signal reflected from the far surface.



(a)



(b)

धातु में महीन आंतरिक क्रैक और दोष (फ्रला) अल्ट्रासोनिक्स के अच्छे ध्वनि प्रतिरोधक की तरह कार्य करता है जिसका तरंगदैर्ध्य क्रैक या फ्रला आकार की तुलना में छोटी होती है। इसीलिए इनकी जाँच या पता इकोसाउंडिग तकनीकी द्वारा लगाया जाता है। धातु की सतह का एक भाग को पालिश कर देते हैं और एक छोटा अल्ट्रासोनिक जेनरेटर इस पर रख देते हैं जो एक बीम स्पेसिमेन में भेजता है। दूर की सतह से और क्रैक या फ्रला से भी बीम परावर्तित होगा। जेनरेटर के पास एक रिसिवर रखते हैं जो परावर्तित इको को ग्रहण कर लेता है जो कैथोड किरण कंपनदर्शी के समयाधर विभव पर प्रवर्धित और प्रदर्शित होता है। समयाधर सीध ो प्राप्त सिग्नल के समतुल्य आरम्भ में एक ब्लिप A प्रदर्शित करता है और सुदूर तल से परावर्तित सिग्नल के कारण एक ब्लिप B अंत में प्रदर्शित करता है।

Any signal due to the flaw-appears between A and B. The interval between the first and the last blip gives a length scale by which the exact location of the flaw can be known.

फ्रला (दोष) के कारण कोई सिग्नल A और B के बीच प्रकट होता है। पहले और अंतिम ब्लिप के बीच का अंतर एक लेंथ स्केल देता है जिससे फ्रला का ठीक–ठीक स्थान जाना जा सकता है।

•••••••••••••••••