UNIT – 3

SOUND & ULTRASONICS

ધ્વનિ અને અલ્ટ્રાસોનિકસ

Que. 01. તરંગ એટલે શું? તરંગ ગતિ સાથે સંકળાયેલી વ્યાખ્યાઓ આપો.

Ans: તરંગ એટલે માધ્યમમાં વિક્ષોભની ગતિ

1. **આવર્તકાળ** (T): તરંગ ગતિ દરમિયાન એક પૂર્ણ તરંગ અથવા એક આંદોલન પૂર્ણ કરવા માટે લાગતા સમયને આવર્તકાળ કહે છે.

   આવર્તકાળને $\boldsymbol{T}$ વડે દર્શાવાય છે.

   આવર્તકાળનો એકમ $\boldsymbol{s}$ (સેકન્ડ) છે.

2. **આવૃતિ** (f): એક સેકન્ડમાં પૂરા થતાં આંદોલનો (કંપનો) ની સંખ્યાને તે તરંગની આવૃતિ કહે છે.

   આવૃતિને $\boldsymbol{f}$ વડે દર્શાવાય છે.

   આવૃતિનો એકમ **Hz** અથવા $\mathbf{s^{-1}}$ છે.

   આવૃતિ અને આવર્તકાળ એકબીજાના વ્યસ્ત છે.

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

3. **તરંગલંબાઈ** (λ): સમાન કળામાં આંદોલન કરતા બે ક્રમિક કણો વચ્ચેના અંતરને તરંગલંબાઈ કહે છે.

   લંબગત તરંગ માટે, બે ક્રમિક શ્રૃંગ અથવા બે ક્રમિક ગર્ત વચ્ચેના અંતરને તરંગલંબાઇ કહે છે.

   સંગત તરંગ માટે, બે ક્રમિક સંઘનન અથવા બે ક્રમિક વિઘનન વચ્ચેના અંતરને તરંગલંબાઇ કહે છે.

   તરંગલંબાઈને $\boldsymbol{\lambda}$ વડે દર્શાવાય છે.

   તરંગલંબાઈનો એકમ $\boldsymbol{m}$ (મીટર) છે.

4. **કંપવિસ્તાર (A):** તરંગ ગતિ દરમિયાન માધ્યમના કણે, તેના મધ્યમાન સ્થાનથી કોઇ એક દિશામાં કરેલા મહત્તમ સ્થાનાંતરને તેનો કંપવિસ્તાર કહે છે.

   કંપવિસ્તારને A વડે દર્શાવાય છે.

   કંપવિસ્તારનો એકમ m (મીટર) છે.

5. **તરંગવેગ (v):** તરંગે એકમ સમયમાં કરેલા સ્થાનાંતરને તે તરંગનો વેગ કહે છે.

   તરંગ વેગ ને v વડે દર્શાવાય છે.

   તરંગવેગનો એકમ m/s છે.

   તરંગ જો એક આવર્તકાળ જેટલા સમયમાં જો એક પૂર્ણ તરંગલંબાઈ જેટલું અંતર કાપે તો,

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \times \frac{1}{T} = \lambda \times f$$

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

Que. 02. તરંગોના માધ્યમની જરૂરિયાતના આધારે તેના પ્રકાર વર્ણવો.

અથવા

Que. 02. યાંત્રિક તરંગ અને બિનયાંત્રિક તરંગની વ્યાખ્યા અને ઉદાહરણ આપો.

Ans.: તરંગોને પ્રસરવા માટે માધ્યમની જરૂરીયાત છે કે નહિ તેના આધારે તરંગોના બે પ્રકારમાં વિભાજીત થાય છે.

1. યાંત્રિક તરંગો: જે તરંગોને પ્રસારણ માટે કોઈ માધ્યમની જરૂર પડે તેવા તરંગોને યાંત્રિક તરંગો કહે છે.

   દા.ત. પાણીના તરંગો, દોરીના તરંગો, ધ્વનિના તરંગો.

2. બિનયાંત્રિક તરંગો: જે તરંગોને પ્રસારણ માટે કોઈ પણ માધ્યમની જરૂર ન પડે તેવા તરંગોને બિનયાંત્રિક તરંગો કહે છે.

   દા.ત. પ્રકાશના તરંગો.

Que. 03. તરંગોના પ્રસરણના આધારે તેના પ્રકાર વર્ણવો.

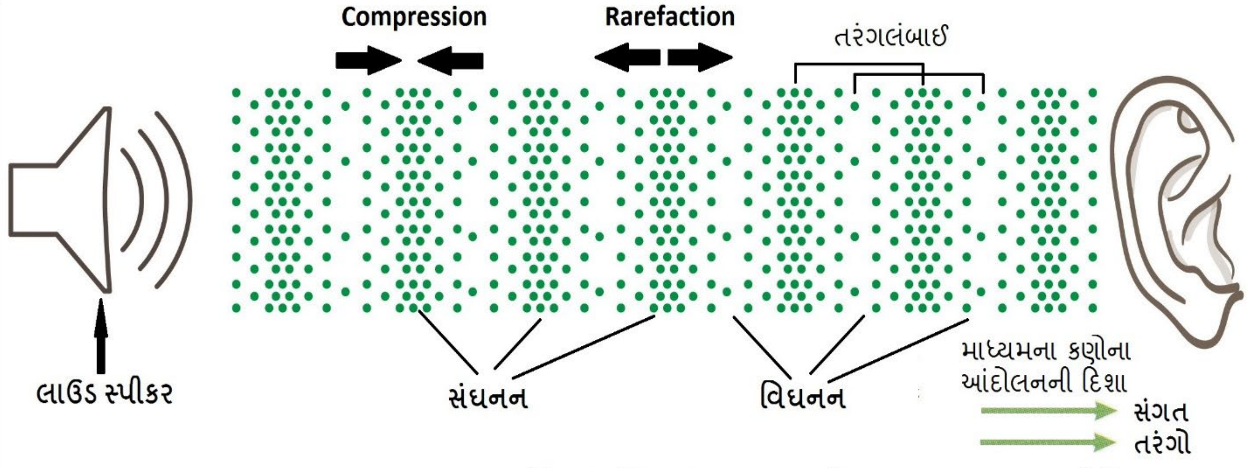
અથવા

Que. 03. સંગત તરંગ અને લંબગત તરંગની વ્યાખ્યા અને ઉદાહરણ આપો.

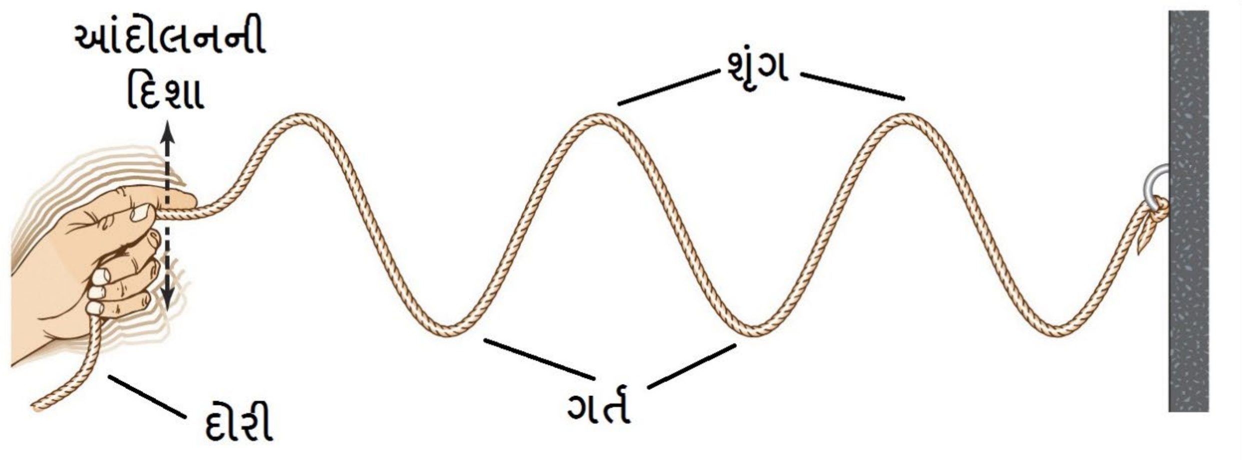
Ans.: તરંગોનું પ્રસરણ કેવી રીતે થાય છે તેના આધારે તરંગોના બે પ્રકારમાં વિભાજીત થાય છે.

1. **સંગત તરંગ:** તરંગ ગતિ દરમિયાન માધ્યમના કણોના કંપન, તરંગ પ્રસરણ દિશામાં જ થતા હોય, તેવા તરંગોને સંગત તરંગો કહે છે. દા.ત., ધ્વનિના તરંગો.
2. **લંબગત તરંગ:** તરંગ ગતિ દરમિયાન માધ્યમના કણોના કંપન, તરંગ પ્રસરણ દિશાને લંબ થતા હોય, તેવા તરંગોને લંબગત તરંગો કહે છે.

   દા.ત. પ્રકાશના તરંગો, દોરીના તરંગો



ધ્વનિતરંગો - સંગત તરંગો



દોરીના તરંગો - લંબગત તરંગો

Que. 04. સંગત તરંગ અને લંબગત તરંગ વચ્ચેના તફાવતના મુદ્દાની યાદી બનાવો.

અથવા

Que. 04. સંગત તરંગો અને લંબગત તરંગોની લાક્ષણિકતાઓ\ગુણધર્મોની યાદી બનાવો.

Ans:

સંગત તરંગો	લંબગત તરંગો
તરંગ ગતિ દરમિયાન માધ્યમના કણોના કંપન અને તરંગ પ્રસરણ સમાન દિશામાં જ થતા હોય તેવા તરંગોને સંગત તરંગો કહે છે.	તરંગ ગતિ દરમિયાન માધ્યમના કણોના કંપન એ તરંગ પ્રસરણ દિશાને લંબ થતા હોય તેવા તરંગોને લંબગત તરંગો કહે છે.
સંગત તરંગોના શૂન્યાવકાશમાંથી પસાર થઈ શકતા નથી.	લંબગત તરંગો શૂન્યાવકાશમાં પણ પ્રસરણ પામી શકે છે.
સંગત તરંગોના હવામાં વેગ ઓછો હોય છે.	લંબગત તરંગોના હવામાં કે શૂન્યાવકાશમાં વેગ મહત્તમ હોય છે.
સંગત તરંગો ઘન, પ્રવાહી કે વાયુ માધ્યમમાં પ્રસરી શકે છે.	લંબગત તરંગો માત્ર ઘન અને પ્રવાહી માધ્યમમાં જ પ્રસરી શકે છે.
સંગત તરંગોનું ધ્રુવીભવન થઈ શકતું નથી.	લંબગત તરંગોનું ધ્રુવીભવન થઈ શકે છે.
સંગત તરંગો એક જ દિશામાં પ્રસરી શકે છે.	લંબગત તરંગો બે કે ત્રણ દિશામાં પ્રસરી શકે છે.
સંગત તરંગના પ્રસરણ દરમિયાન માધ્યમની ઘનતા બદલાય છે.	લંબગત તરંગના પ્રસરણ દરમિયાન માધ્યમની ઘનતા બદલાતી નથી.
સંગત તરંગના પ્રસરણ દરમિયાન જો માધ્યમની ઘનતા વધે તો સંગત તરંગનો વેગ વધે છે.	લંબગત તરંગના પ્રસરણ દરમિયાન જો માધ્યમની ઘનતા વધે તો લંબગત તરંગનો વેગ ઘટે છે.
સંગત તરંગોનું માધ્યમમાં પ્રસરણ સંઘનન અને વિઘનન દ્વારા થાય છે.	લંબગત તરંગોનું માધ્યમાં પ્રસરણ શૃંગ અને ગર્ત દ્વારા થાય છે.
ધ્વનિના તરંગો, સ્વરકાંટાના તરંગો, અલ્ટ્રાસોનિક તરંગો, ભૂકંપના P-wave એ સંગત તરંગોના ઉદાહરણ છે.	દોરી પરના તરંગો, પ્રકાશના તરંગો, ભૂકંપના S-wave એ લંબગત તરંગોના ઉદાહરણ છે.

અલ્ટ્રાસોનિક ધ્વનિ

Que. 05. વ્યાખ્યાઓ આપો.

Ans:

1. શ્રાવ્ય ધ્વનિ: જે ધ્વનિ તરંગોની આવૃત્તિ 20 Hz થી 20,000 Hz સુધીની હોય તેવી ધ્વનિને શ્રાવ્ય ધ્વનિ કહે છે.
   મનુષ્ય, માત્ર આ જ આવૃત્તિવાળી ધ્વનિ સાંભળી શકે છે.
2. ઇન્ફ્રાસોનિક ધ્વનિ: જે ધ્વનિ તરંગોની આવૃત્તિ 20 Hz થી ઓછી હોય તેવી ધ્વનિને ઇન્ફ્રાસોનિક ધ્વનિ કહે છે.
   હાથી, બ્લૂ વ્હેલ અને કેટલાક પ્રાણીઓ જ આવૃત્તિવાળી ધ્વનિ સાંભળી શકે છે.
   જવાળામુખી વિસ્ફોટ, સમુદ્રી તરંગો, ભુકંપ, ચક્રવાત વગેરેથી ઉત્પન્ન થતો ધ્વનિ ઇન્ફ્રાસોનિક હોય છે.
3. પરાશ્રાવ્ય ધ્વનિ (અલ્ટ્રાસોનિક સાઉન્ડ): જે ધ્વનિ તરંગોની આવૃત્તિ 20,000 Hz થી મોટી હોય તેવી ધ્વનિને પરાશ્રાવ્ય ધ્વનિ (અલ્ટ્રાસોનિક સાઉન્ડ) કહે છે.
   ચામાચીડિયા, કુતરાં, મચ્છર, ડોલ્ફિન, ઉંદર, અને કેટલાંક જીવજંતુઓ જ આવૃત્તિવાળી ધ્વનિ સાંભળી શકે છે.

Que. 06. અલ્ટ્રાસોનિક તરંગોની ઉપયોગીતાઓ યાદી બનાવો.

Ans: (દર એક માર્ક દીઠ બે ઉપયોગો તૈયાર કરવા. અહીં જણાવેલ તમામ ક્ષેત્રોમાંથી દરેક ક્ષેત્રમાંથી યાદ રહે તેવા કોઇ પણ ઉપયોગો તૈયાર કરવા.)

ઔદ્યોગિક ક્ષેત્રે (Industrial Field):

1. NDT (Non-Destructive Testing): ઓઇલનું વહન કરતી પાઇપ, બોઇલર વગેરેને કોઇ પણ જાતનું નુકશાન કર્યા વગર તેમાં રહેલી આંતરિક તિરાડોને શોધવા માટે અલ્ટ્રાસોનિક વપરાય છે.
2. SONAR (Sound and Navigation Ranging): પાણીની અંદર રહેલ પદાર્થો કે જળચરોનું સ્થાન નક્કી કરવા મારે SONAR વપરાય છે. દરિયામાં તરતાં જહાજો કે

સબમરીન આ પધ્ધતિ વડે અન્ય જહાજો કે જળચરોનું સ્થાન નક્કી કરી તેમનો વેગ જાણી શકે છે.

3. USID (Ultrasonic Identification): નિશ્ચિત કરેલા વિસ્તારમાં કોઇ અજાણ્યા પદાર્થની ગેરકાયદેસર હાજરી તપાસવા માટે અલ્ટ્રાસોનિક વપરાય છે.
4. સફાઈ (Ultrasonic Cleaning): સામાન્ય રીતે સફાઈ સાબુ કે ડિટર્જન્ટ વડે થાય છે. પરંતુ ખુબ જ નાની અને અનિયમિત આકારની વસ્તુઓ, ઘડીયાળના ભાગો, એન્જીનના કેટલાક સ્પેરપાર્ટસ વગેરેની સફાઈ હાથ કે બ્રશ વડે થઈ શકે નહીં. આથી આવી વસ્તુઓને એક દ્રાવણ ભરેલા પાત્રમાં મુકવામાં આવે છે. આ પાત્રમાં અલ્ટ્રાસોનિક તરંગો પસાર કરતા આ વસ્તુઓ પર રહેલો કચરો કે ગ્રીસ જેવો તૈલી પદાર્થ વસ્તુઓ પરથી છૂટો પડી દ્રાવણમાં ભળી જાય છે. અને વસ્તુઓની સંપુર્ણ સફાઈ થાય છે.
5. અલ્ટ્રાસોનિક ડ્રીલીંગ (Ultrasonic Drilling): કાચ, ફાઈબર કે ધાતુઓમાં ડ્રીલ કરવા માટે સાદી ડ્રીલ ચાલી શકે નહીં. આથી એક ધાતુના સળીયાને એક અલ્ટ્રાસોનિક વાઈબ્રેટર(દોલક) સાથે જોડી સળીયાને અલ્ટ્રાસોનિક આવૃત્તિથી આંદોલન કરાવવામાં આવે છે. આથી આ સળીયો હથોડાની જેમ વર્તે છે.
6. અલ્ટ્રાસોનિક વેલ્ડીંગ (Ultrasonic Welding): પ્લાસ્ટિક જેવા પદાર્થોનું વેલ્ડીંગ પરંપરાગત વેલ્ડીંગ સાધનો વડે થઇ શકાતું નથી. ઉચ્ચ આવૃત્તિ ધરાવતા અલ્ટ્રાસોનિક ઉદગમ વડે પ્લાસ્ટિક જેવા પદાર્થોની સપાટીને પીગાળીને તેમને વેલ્ડ કરી શકાય છે.
7. અલ્ટ્રાસોનિક ઈમલ્સન (Ultrasonic Emulsion): સામન્ય રીતે તેલ અને પાણી એકબીજામાં ભળી શકતા નથી. અલ્ટ્રાસોનિક ઉદગમ વડે પાણી અને તેલ ભેગા કરી શકાય છે. દા.ત. સામાન્ય રીતે મધ અમુક સમય બાદ દાણાદાર **(Crystallize)** થઇ જાય છે. અલ્ટ્રાસોનિક વડે ટ્રીટમેન્ટ અપાયેલ મધમાં આવી સમસ્યા ઉત્પન્ન થતી નથી.

મેડીકલ ક્ષેત્રે (Medical Field):

1. અલ્ટ્રાસોનિક એન્જીઓલોજી: ધમની અને શિરામાં થતા રોગોની તપાસ માટે વપરાય છે.
2. કાર્ડિયોલોજી: હૃદયની વિસ્ફારક્તા અને ધબકારાની નિયમિતતા જાણવા માટે પણ અલ્ટ્રાસોનિક વપરાય છે.
3. ગેસ્ટ્રોએન્ટ્રોલોજી: પેટ તથા આંતરડાના દર્દોની તપાસ માટે અલ્ટ્રાસોનિક વપરાય છે.
4. થાઈરોઈડ ગ્રંથીમાં થતા કેન્સરની તપાસ માટે અલ્ટ્રાસોનિક વપરાય છે.

5. ન્યુરોલોજી: મગજનાં આંતરિક ચેતાતંતુઓની તપાસ, તેની ધમનીઓમાં વહેતા રક્તપ્રવાહ અને તેમાં થતા આંતરિક રક્તસ્ત્રાવની તપાસ માટે અલ્ટ્રાસોનિક વપરાય છે.
6. ઓબ્સ્ટ્રેટ્રીક્સ: ગર્ભધારણ દરમિયાન ગર્ભના વિકાસ અને ખામીઓની તપાસ માટે અલ્ટ્રાસોનિક વપરાય છે.
7. મસ્ક્યુલોસ્કેલેટલ: બાળકોના હાડકાના ફ્રેકચર, સ્નાયુ, સાંધાની તપાસ માટે X-ray ના સારા વિકલ્પ તરીકે અલ્ટ્રાસોનિક વપરાય છે.
8. કેટેરેક્ટ સર્જરી: આંખમાં થતાં મોતિયાની તથા અન્ય સર્જરી માટે અલ્ટ્રાસોનિક તરંગો વપરાય છે.
9. લીપોસકસન: શરીર પર રહેલી વધારાની ચરબી (ફેટ)ને દૂર કરવા માટે પણ અલ્ટ્રાસોનિક વપરાય છે.
10. ડેન્ટીસ્ટ્રી: દાંતમાં પેઢાની સારવાર અને તેમની સફાઇ માટે અલ્ટ્રાસોનિક વપરાય છે.
11. લિથોટ્રિપ્સી: કિડની(મૂત્રાશય)માં થતી પથરીની તોડીને દૂર કરવામાં અલ્ટ્રાસોનિક વપરાય છે.
12. ડીસઇનફેકટર: શસ્ત્રક્રિયામાં વપરાતા ઓજારોને જંતુમુક્ત કરવા માટે અલ્ટ્રાસોનિક વપરાય છે.

Food Industry (ખાધ પદાર્થો):

1. ક્વોલિટી કંટ્રોલ: તૈયાર થતા ખાધ પદાર્થોની ગુણવત્તાની ચકાસણી માટે તેમજ ખાધ પદાર્થોમાં ભળી ગયેલા અખાધ પદાર્થોની તપાસ માટે અલ્ટ્રાસોનિક વપરાય છે.
2. કોલ્ડ પેશ્ચ્યુરાઈઝેશન: ખાધ પદાર્થોને જંતુમુક્ત કરવા માટે સામાન્ય રીતે પેશ્ચ્યુરાઈઝેશન (Pasteurization) જેવી પધ્ધતિઓ વડે શરીરને ઉપયોગી એવા કેટલાંક સુક્ષ્મ જીવો અને બેક્ટેરિયા નાશ પામે છે. ફળોનો રસને થોડા સમય બાદ રાખી મૂકતાં તેમાથી રસ ઉપરની બાજુ અને પલ્પ નીચે એમ અલગ તરી આવે છે. આની સામે કોલ્ડ પેશ્ચ્યુરાઇઝ કરેલો મહિનાઓ સુધી રસ અને પલ્પ સમમિશ્રિત રહે છે. આ માટે હાઈ પાવર અલ્ટ્રાસોનિક (HPU) વપરાય છે.
3. Irradiation: ફળો અને શાકભાજી પર છાંટેલ જંતુનાશક દવાઓ આરોગ્ય માટે અતિશય હાનિકારક હોય છે. સામાન્ય ગરમ પાણીથી ધોવા છતાં જંતુનાશક દવાઓ દુર થતાં નથી. અલ્ટ્રાસોનિક તરંગો વડે Irradiate કરતાં હાનિકારક જંતુઓ અને જંતુનાશકોને ફળ અને શાકભાજી પરથી દુર કરે છે.

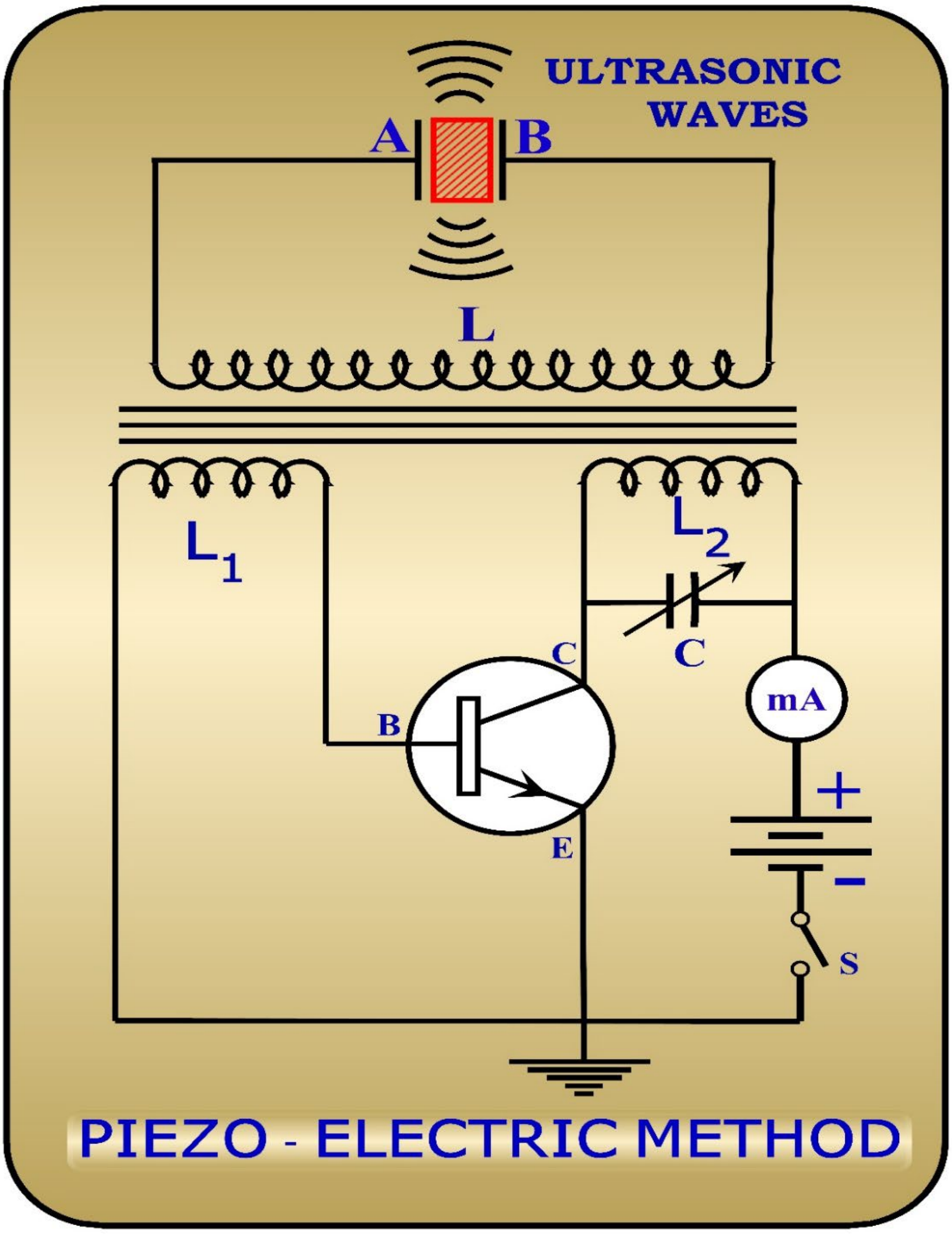
4. ટેન્ડરાઇઝેશન (Tenderization): માંસ જેવા ખાદ્ય પદાર્થોને ફૂડ ઈન્ડસ્ટ્રીમાં પેકિંગ કરતાં પહેલા રાંધવામાં સરળ અને સુપાચ્ય બને એ માટે તેમને નરમ બનાવવા માટે અલ્ટ્રાસોનિક તરંગોનો ઉપયોગ થાય છે.
5. Ripening: કાચા ફળોને પકવવા માટે અલ્ટ્રાસોનિક તરંગોનો ઉપયોગ થાય છે.
6. કેટલાક ખાદ્ય પદાર્થોના મિશ્રણ, વિક્ષેપન, સંતુલન, વિસર્જન, સ્ફટિકીકરણ અને સાચવણી માટે અલ્ટ્રાસોનિક તરંગોનો ઉપયોગ થાય છે.

Biomedical Field (જૈવવિજ્ઞાન ક્ષેત્રે):

1. Cell Destruction: સજીવ કોષો પર નભતા બેક્ટેરિયા પોતાની આજુબાજુ ચોક્કસ પ્રકારનાં રક્ષણાત્મક કવચ બનાવે છે. ચોક્કસ પ્રકારનાં રસાયણમાં રાખેલા સજીવ પેશીમાં (tissue) રહેલા કોષોમાં નભતા બેક્ટેરિયા પર અલ્ટ્રાસોનિક તરંગો આપાત કરતા આ તૈયાર થતા રક્ષણાત્મક કવચ અલગ તરી આવે છે, જેનો દવાઓમાં ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.
2. કેટલીક દવાઓ બનાવતી વખતે અમુક રસાયણો તેના દ્રાવણમાં દ્રાવ્ય થતી નથી. આથી અલ્ટ્રાસોનિક તરંગોની મદદથી તેમેને સરળતાથી દ્રાવણમાં ઓગાળી શકાય છે.
3. ઉત્સેચક સક્રિયકરણ (Activation of Enzymes): કેટલીક જૈવરાસાયણિક પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયાને ઝડપી બનાવતાં ઉત્સેચકોના સક્રિયકરણ કે નિષ્ક્રિયકરણ માટે અલ્ટ્રાસોનિક તરંગોનો ઉપયોગ થાય છે.
4. દૂધ જેવી પ્રાણીજ પેદાશમાંથી મિલ્ક-ક્રીમ બનાવાવા માટે માત્ર ચરબી (ફેટ) છૂટી પાડવા માટે અલ્ટ્રાસોનિક તરંગોનો ઉપયોગ થાય છે.
5. સજીવ કોષોમાંથી કોષને તોડીને તેમાંથી જૈવ રાસાયણિક પદાર્થો બનાવવા માટે જરૂરી એવું કોષીય તરલ (Cellular Fluid) છૂટું પાડવા માટે અલ્ટ્રાસોનિક તરંગોનો ઉપયોગ થાય છે.

Que. 07. પીઝૉ-ઇલેક્ટ્રીક જનરેટરનો સિધ્ધાંત, રચના, કાર્યપધ્ધતિ, ફાયદા અને ગેરફાયદા(મર્યાદાઓ) આકૃતિ સહીત સમજાવો.

Ans: સિધ્ધાંત: જ્યારે ક્વાર્ટ્ઝ અથવા ટુર્મેલીન જેવા સ્ફટિક પદાર્થોને પ્રત્યાવર્તી વીજચાલક બળ (Alternating e.m.f) લગાડવામાં આવે ત્યારે તે સ્ફટિક લંબ દિશામાં વારાફરતી સંકોચન અને વિસ્તરણ પામે છે.



રચના:

- આકૃતિમાં દાર્શાવ્યા મુજબ ટ્રાન્ઝિસ્ટરના બેઝ ટર્મિનલ સાથે L_1 ગૂંચળું જોડેલ છે.
- એક ચલિત કેપેસિટર (variable capacitor) ને ગૂંચળા L_2 સાથે જોડીને LC ટેન્ક સર્કિટ બનાવી તેનો એક છેડો ટ્રાન્ઝિસ્ટરના કલેક્ટર ટર્મિનલ સાથે જોડેલ છે.
- LC ટેન્ક સર્કિટનો બીજો છેડો mA અને શ્રેણીમાં એક બેટરી સાથે જોડેલ છે.
- એક પીઝૉ-ઇલેક્ટ્રીક સ્ફટિક Q વડે સમાંતર પ્લેટ કેપેસીટર AB બનાવી તેના દ્વિતીય ગૂંચળું L જોડેલ છે.

કાર્યપધ્ધતિ:

- ટેન્ક સર્કિટના ચલિત કેપેસીટર અને ઇન્ડક્ટર ભેગા મળીને ઉત્પન્ન થતાં વિધુત આંદોલનોની આવૃત્તિ નક્કી કરે છે.

- જ્યારે સર્કિટને સ્વિચ S વડે શરૂ કરવામાં આવે છે ત્યારે વિદ્યુતપ્રવાહ કેપેસીટરમાં જાય છે અને તેને ચાર્જ કરે છે અને કેપેસીટર સંપૂર્ણ ચાર્જ થાય ત્યારે વિદ્યુતપ્રવાહ વહેતો બંધ થાય છે. હવે કેપેસીટર તેની સાથે રહેલા ઇન્ડક્ટરમાં ડિસ્ચાર્જ થવાથી વિદ્યુત આંદોલનો પેદા થાય છે.
- ટ્રાન્જિસ્ટર અને અન્ય ઈલેક્ટ્રોનિક ભાગોની મદદથી આ વિદ્યુત આંદોલનો સતત પેદા થાય છે.
- આ આંદોલનોને દ્વિતીય ગૂંચળા મારફતે પીઝૉ-ઇલેક્ટ્રીક સ્ફટિકને આપવામાં આવે છે. આથી આ સ્ફટિક આંદોલનો કરે છે.
- અહીં સ્ફટિકને સતત પ્રત્યાવર્તી વિદ્યુતક્ષેત્રમાં રાખવામા આવેલો હોવાથી તે ધ્વનિ તરંગો પેદા કરે છે. આ સ્ફટિક જે આવૃત્તિથી આંદોલનો કરે છે તેને તેની પ્રકૃતિક આવૃત્તિ કહે છે.

$$f_0 = \frac{n}{2l}\sqrt{\frac{Y}{\rho}}$$

જ્યાં l = સ્ફટિકની જાડાઇ

Y = યંગ મોડ્યુલસ

ρ = ઘનતા

n = 1, 2, 3, ... (પૂર્ણ ગુણાંક)

- હવે ચલિત કેપેસીટર વડે ટેન્ક સર્કિટની આવૃત્તિ f એવી રીતે રખવામાં આવે છે કે જેથી $f = f_0$ જે અનુનાદ માટેની અત્યંત જરૂરી શરત છે.
- અનુનાદ સમયે પીઝૉ-ઇલેક્ટ્રીક સ્ફટિક ખૂબ મોટા કંપવિસ્તારથી આંદોલનો કરે છે જેને પરિણામે અલ્ટ્રાસોનિક તરંગો પેદા થાય છે.

ફાયદા:

1. આ પધ્ધતિથી 500 MHz જેટલી ઉચ્ચ આવૃત્તિવાળા અલ્ટ્રાસોનિક તરંગો ઉત્પન્ન કરી શકાય છે.
2. તેનો આઉટપુટ પાવર ઘણો ઊંચો હોય છે.
3. તે તાપમાન કે ભેજ જેવાં પરિબળોથી અસર પામતો નથી.
4. તે મેગ્નેટોસ્ટ્રીક્સ્શન પદ્ધતી કરતાં વધુ કાર્યક્ષમ છે.
5. તેના અનુનાદ આલેખની પહોળાઇ ઘણી ઓછી હોવાથી આ પધ્ધતિ વડે અચળ અને સતત અલ્ટ્રાસોનિક તરંગો મેળવી શકાય છે.

ગેરફાયદા:

1. ક્વાર્ટ્ઝ સ્ફટિકની કિંમત ઘણી વધારે હોય છે.
2. આ સ્ફટિકને કાપીને આકાર આપવાનું કાર્ય ઘણું જટિલ હોય છે.

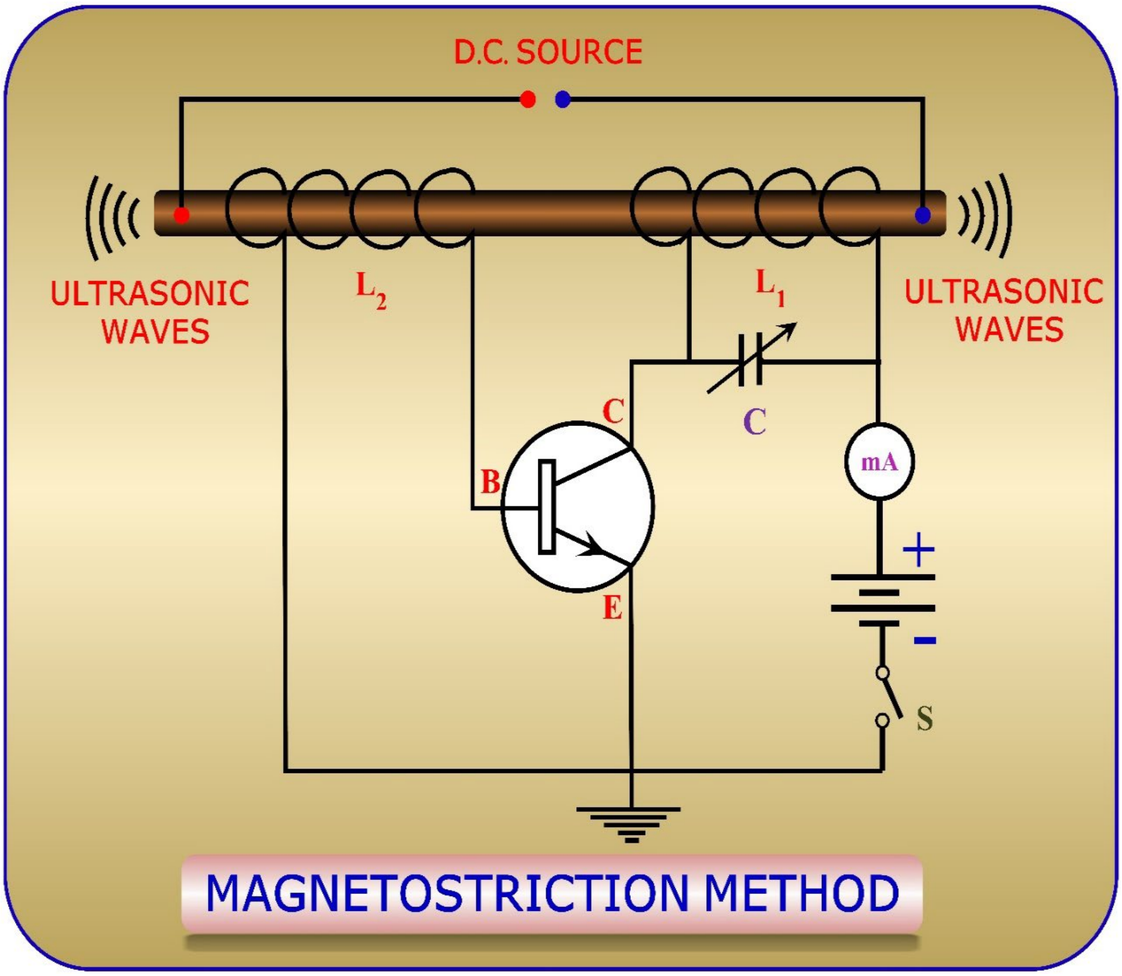
Que. 08. મેગ્નેટોસ્ટ્રીકસન પધ્ધતિનો સિધ્ધાંત, રચના, કાર્યપધ્ધતિ, ફાયદા અને ગેરફાયદા(મર્યાદાઓ) આકૃતિ સહીત સમજાવો.

અથવા

Que. 08. અલ્ટ્રાસોનિક તરંગોના ઉત્પાદન માટે વપરાતી મેગ્નેટોસ્ટ્રીકસન પધ્ધતિ વિસ્તૃતમાં વર્ણવો.

Ans: સિધ્ધાંત: જ્યારે ફેરોમેગ્નેટીક સળિયાની લંબાઇને સમાંતર વિદ્યુતક્ષેત્ર લગાડવામાં આવે છે ત્યારે સમગ્ર સળિયાની લંબાઇ બદલાય છેઅને જ્યારે વિદ્યુતક્ષેત્ર દૂર કરવામાં આવે છે ત્યારે તે સળિયો મૂળ લંબાઇ પ્રાપ્ત કરે છે.

આકૃતિ:



➢

રચના:

- આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એક ફેરોમેગ્નેટિક (Fe, Co, Ni, Cr) સળિયાને વાહક તારના બે ગૂંચળા L_1 અને L_2 વચ્ચે મૂકી ક્લેમ્પ જડેલો છે.
- આ સળિયાને D.C. વિદ્યુત ઉદ્‌ગમ સાથે જોડેલ છે, આથી સળિયામાં D.C. વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થાય છે.
- ગૂંચળા L_1 ને એક ચલિત કેપેસીટર (variable capacitor) સાથે જોડેલ છે જે એક LC અનુનાદ ટેન્ક સર્કિટ (LC resonance Tank circuit) બનાવે છે.
- ગૂંચળા L_2 નો એક છેડો ટ્રાન્ઝિસ્ટરના બેઝ (B) સાથે અને બીજો છેડો એમીટર (E) સાથે જોડેલો છે.
- ગૂંચળા L_1 નો એક છેડો ટ્રાન્ઝિસ્ટરના કલેક્ટર (C) સાથે અને બીજો છેડો બેટરીના એક છેડા સાથે જોડેલો છે.
- કોમન એમીટર (CE) જોડાણમાં ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો એમીટર (E) ટર્મિનલ ગ્રાઉન્ડ કરેલ છે.

કાર્યપધ્ધતિ:

- બેટરી વડે ગૂંચળા L_1 અને કેપેસીટરનું ચાર્જિંગ અને ડિસ્ચાર્જિંગ થયા કરે છે અને આ ટેન્ક સર્કિટ f આવૃત્તિ ધરાવતા આંદોલનો (તરંગો) ઉત્પન્ન કરે છે.
- આંદોલનોની આવૃત્તિ

$$f = \frac{1}{2\pi}\frac{1}{\sqrt{LC}}$$

- આ આંદોલનો સળિયાને આપવામાં આવે છે. આથી સળિયામાં સંગત (Longitudinal) તરંગો ઉત્પન્ન થાય છે જેને કારણે સળિયો તેની લંબાઈની દિશામાં સંકોચન અને વિસ્તરણ પામે છે.
- સળિયાની લંબાઈમાં ફેરફાર થવાથી L_1 સાથે સંકળાયેલા ફ્લક્સમાં ફેરફાર થાય છે જેને પરિણામે L_1 માં વિદ્યુતચાલક બળ (e.m.f) ઉત્પન્ન થાય છે.
- આ વિદ્યુતચાલક બળ (e.m.f) ટ્રાન્ઝિસ્ટરના કલેક્ટર (C) થી બેઝ (B) ટર્મિનલમાંથી પસાર થતી વખતે વિવર્ધિત (Amplify) થાય છે અને L_2 તરફ જાય છે.
- LC ટેન્ક સર્કિટ વડે L_2 ને ફિડબેક (Feedback) અપાય છે જેને પરિણામે LC ટેન્ક સર્કિટ આંદોલનો જાળવી રાખે છે.
- ચલિત કેપેસીટરનું મૂલ્ય એવું રાખવામાં આવે છે જેથી સર્કિટ દ્વારા ઉત્પન્ન થતાં આંદોલનોની આવૃત્તિ સળિયાની પ્રાકૃતિક આવૃત્તિ જેટલી થાય ત્યારે અનુનાદ

(Resonance) થવાને કારણે સળિયો મહત્તમ કંપવિસ્તારથી આંદોલનો કરે છે જેને પરિમાણે અલ્ટ્રાસોનિક તરંગો પેદા થાય છે.

- અનુનાદ સમયે સળિયાની પ્રાકૃતિક આવૃત્તિ

$$f_0 = \frac{n}{2l}\sqrt{\frac{Y}{\rho}}$$

જ્યાં, l = સળીયાની લંબાઇ

Y = યંગ મોડ્યુલસ

ρ = ઘનતા

n = 1, 2, 3, ... (પૂર્ણ ગુણાંક)

- હવે ચલિત કેપેસીટર વડે ટેન્ક સર્કિટની આવૃત્તિ f એવી રીતે રખવામાં આવે છે કે જેથી $f = f_0$ જે અનુનાદ માટેની અત્યંત જરૂરી શરત છે.

ફાયદા:

1. મેગ્નેટોસ્ટ્રિક્ટીવ મટિરિયલ પીઝોઇલેક્ટ્રિક ક્રિસ્ટલની સાપેક્ષે ઘણું સસ્તું હોય છે.
2. તેની રચના ઘણી સરળ છે.
3. તેના વડે મોટા કંપવિસ્તાર ધરાવતા તરંગો પણ ઉત્પન્ન કરી શકાય છે.
4. તેની કાર્યક્ષમતા સારી હોય છે.
5. તેના વડે ઊંચો પાવર ધરાવતા તરંગો પેદા કરી શકાય છે.

ગેરફાયદા:

1. તે 3 MHz કરતાં વધુ આવૃત્તિવાળા તરંગો પેદા કરી શકતું નથી.
2. તેનાં આંદોલનો તાપમાન આધારિત છે.
3. હિસ્ટેરીસિસ અને એડી (Eddy) વિદ્યુતપ્રવાહમાં ઉર્જાનો વ્યય થાય છે.
4. તેના વડે એક જ અચળ આવૃત્તિ ધરાવતા તરંગો મળતા નથી.
5. આવૃત્તિ એ સળિયાની લંબાઇના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોવાથી મોટી આવૃત્તિ મેળવવા માટે સળિયાની લંબાઇ ઘણી નાની કરવી પડે છે જે ઘણી વખત પ્રાયોગિક રીતે અશક્ય હોય છે.