

3. What are the factors on which the radiation from a hot body depends?
See theory.
4. What is the chief source of error and how to avoid it?
See discussions.
5. Why is it necessary to use the same volume of the two liquids?
In this way the surface area, from which radiation occurs, is kept equal in both cases.
6. Is it an accurate method?
No; it is a quick method. The law of cooling does not hold strictly for large temperature differences.
7. Can you find the specific heat of a very volatile liquid by this method?
No; because if the liquid is volatile its boiling point cannot be far away from the room temperature. As a result observation of cooling from a temperature, which should be at least 25° higher than room temperature would not be possible.

EXP 27. TO DETERMINE THE LATENT HEAT OF FUSION OF ICE BY APPLYING THE METHOD OF RADIATION CORRECTION.

Theory: Latent heat of fusion of ice is defined as the quantity of heat required to melt one gram of ice at 0°C into water at 0°C.

Let an amount of ice of mass M be added to a mass m of water contained in a calorimeter of mass w and sp. heat s . Let t_1 °C be the temperature of the calorimeter and its content (water) before the addition of ice and t_2 °C be the final temperature, after making due allowance for the gain of heat from the surrounding, of the mixture after addition and complete melting of ice. Then the heat lost by the calorimeter and water is $m(t_1 - t_2) + ws(t_1 - t_2)$. The heat required to melt the ice is ML where L is the latent heat of fusion of ice and the heat required to raise the temperature of the water, formed as a result of melting of ice, from 0°C to t_2 °C is Mt_2 . Therefore the total heat gained in the experiment is $ML + Mt_2 = M(L + t_2)$.

Now, heat gained = heat lost.

$$\text{So } M(L+t_2) = (m+ws)(t_1-t_2)$$

$$\text{or } ML = (m+ws)(t_1-t_2) - Mt_2$$

$$L = \frac{(m+ws)(t_1-t_2) - Mt_2}{M}$$

Apparatus : Calorimeter with stirrer, thermometer graduated to one-tenth of a degree, blotting-paper, stop-watch, pieces of ice, balance etc.

Procedure : (i) Before starting the experiment, ascertain the dew point so that the final temperature after adding ice always remains above it. This is necessary because, if the final temperature falls below it, water vapour will then condense on the surface of the calorimeter as well as on the water inside, which will vitiate the result. The dew point data is usually supplied.

(ii) Clean and dry the calorimeter. First weigh the empty calorimeter with the stirrer. Fill it with a certain amount of water (say about 150 cc) and weigh again. The difference between the two weights gives the mass of water.

(iii) Place the calorimeter with water on a non-conducting stand and note the temperature with a thermometer graduated to a tenth of a degree.

(iv) Break a lump of ice into small pieces. Wash them. Add them, one by one, into the water in the calorimeter. Stir the contents in the calorimeter continuously and note the temperature every one or half minute. Before you add the ice pieces to water, dry each piece carefully with a blotting paper and be sure that each piece has melted completely before you add the next piece. Also take care that none of the ice pieces floats on the top while the water is stirred.

(v) Go on adding ice, stirring and noting the temperature every half minute until the temperature of the calorimeter falls to a value about 5°C . above the dew point. Then stop adding ice but go on noting the temperature every half minute, till you get about five to six readings beyond the minimum temperature reached.

(vi) Weigh the calorimeter with its contents again and hence determine the mass of ice added.

(vii) Enter your time-temperature record in tabular form as in table 1, expt.23. From it plot the heating curve. Proceed as follows (for detailed procedure, see radiation correction, expt.23). From the last 5 or 6 readings determine the average temperature and the average rate of heating exactly in the manner described in expt.23. The only difference is that you are now determining the amount of heating instead of cooling. Thus you obtain one point in the heating curve. The other point corresponds to the fact that heating is zero at room temperature. Draw a straight line through these two points which is the required heating curve (Fig 3.9). Now determine the average temperature for every half minute interval as in column 3 table 1 expt.23 and enter them in column 5 in your time-temperature table. From the heating curve determine the amount of heating corresponding to column 4. Now enter the amount of total heating upto a certain interval in column 5 and subtract it from the corresponding average temperatures of column 3 instead of adding, as in the case of a cooling curve. This gives you the correct temperatures, had there been no gain of heat from the surrounding. Enter them in column 6. Plot this corrected temperature against the time (curve B Fig.3.10). Curve A in the same figure gives the time-temperature graph before radiation correction was made.

Determine the final temperature of your experiment from the curve B.

Results:

Mass of calorimeter+stirrer, $w = \dots$ gm.

Sp. heat of the calorimeter, $s = \dots$

Mass of calorimeter+stirrer+water, $w_1 = \dots$ gm.

Mass of water, $m = w_1 - w = \dots$ gm.

Mass of calorimeter+stirrer+water+molten ice, $w_2 = \dots$ gm.

Mass of ice added, $M = w_2 - w_1 = \dots$ gm.

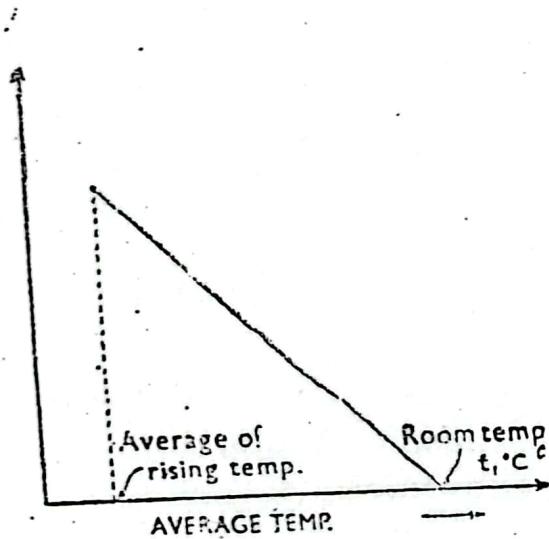
Initial temperature of water, $t_1 = \dots ^\circ C$

Final temperature of the mixture, after correcting for the heat gained from the surrounding, $t_2 = \dots ^\circ C$.

(A) Time temperature record.

Time in minute	Observed temp. (°C)	Average temp. during interval (°C)	Rate of heating as obtained from graph (°C per min.)	Total heating (Correction to be added to the average temp.)	Corrected average temperature (°C)
0					
1/2					
1					
1 1/2					
etc					
etc					
etc					

(B)



(C)

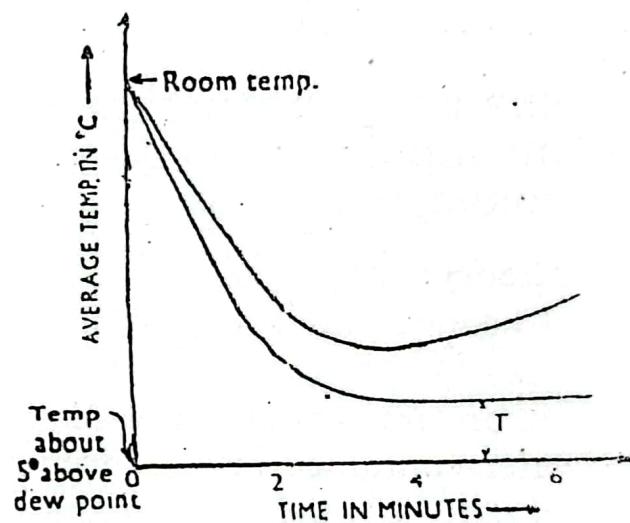


Fig. 3.9

Fig. 3.10

Calculation:

Latent heat of fusion of ice.

$$L = \frac{(m+ws)(t_1 - t_2) - Mt_2}{M}$$

$$= \frac{(m+ws)(t_1 - t_2)}{M} - t_2 = \dots \text{cal/gm.}$$

Discussions: (i) The chief source of error lies in the fact that particles of water, formed as a result of melting of ice before it is added to water, adheres to the ice. But the calculation of the present experiment is made on the assumption that the ice added is dry. So great care should be taken to make sure that the ice added is completely dry. This is done by soaking out all water particles by blotting paper.

(ii) As ice floats on water, some parts of it will be melted by the heat from the atmosphere. To avoid this, it should be made to remain under water by pressing it with the stirrer.

(iii) The final temperature should always be a few degrees above the dew point.

(iv) The calorimeter should be placed on a non-conducting stand to avoid error due to conduction.

(v) Ice may contain impurities which do not give out any latent heat but adds to the mass of ice added.

Oral Questions and their Answers.

1. Define latent heat of a substance. What is its unit?

What is its value for ice?

Latent heat of a substance is defined as the quantity of heat which is necessary to change the state of unit mass of the substance without any change in temperature.

It is expressed in calories per gram.

About 80 cal/gm.

2. Define latent heat of fusion of ice.

See theory.

3. Why do you dry the ice before adding it to water?

See discussions.

4. Is the latent heat of a substance the same at all temperatures?

No. By the application of pressure a substance may be made to change state at different temperatures. The latent heat required at these different temperatures is not the same. It becomes zero at the critical temperature of the substance.

5. What do you mean by dew point? What is the minimum temperature which you can afford in this experiment?

It is the temperature at which the pressure of vapour of the air is equal the saturation pressure i.e., on cooling moist air at this temperature dew will first form.

A few degrees (about 5°) above the dew point.

EXPT. 28. TO DETERMINE THE LATENT HEAT OF STEAM BY APPLYING THE METHOD OF RADIATION CORRECTION.

Theory: Let a known mass M of steam be passed into a known mass m of water contained in a calorimeter of mass w and sp. heat s , both the calorimeter and its contents being at the room temperature t_1 °C. If after steam is added, the final temperature of the mixture due to the condensation of the steam be t_2 °C. after making proper radiation correction, then the heat gained by the calorimeter and water is $m(t_2-t_1)+ws(t_2-t_1)$ and that lost by steam is $ML+M(t-t_2)$ where L is the latent heat of condensation of steam and t the temperature of steam.

The latent heat of condensation of steam is defined as the quantity of heat which is given up by the condensation of 1gm of steam at t °C to the same mass of water at the same temperature.

Now, heat lost = heat gained

$$ML + M(t-t_2) = (m+ws)(t_2-t_1)$$

$$\text{or } ML = (m+ws)(t_2-t_1) - M(t-t_2)$$

$$L = \frac{(m+ws)(t_2-t_1)}{M} - (t-t_2)$$

Apparatus : Steam-boiler, steam trap, calorimeter, thermometer - graduated to a tenth of a degree, balance etc.

Description of the steam-trap : The steam-trap (Fig.3.11). consists of a small cylindrical glass tube open at both ends which are fitted tightly with fitting corks. The steam enters the trap through a glass inlet tube E which passes through the cork at the upper end and which protrudes only a short distance inside the trap. Through the other cork at the bottom pass two glass tubes, one of which G extends almost to the upper cork inside the trap, while it projects some distance outside also. This is the delivery tube through which steam enters the calorimeter. The other tube S enters only very short distance into the trap and is bent outside in an obtuse angle. Outside, it is connected with a small piece of rubber tube, which is kept closed by a pinch-cock P . This

The next mode of vibration in order of complexity is that of Fig 4.1 (b) with a node at each end and another in the middle. Here two vibrations are completed while the wave travels twice the length of the string. Thus $2l = 2\lambda$
or $l = \lambda$ and

$$n = \frac{1}{l} \sqrt{\frac{t}{m}} = 2n_0$$

The note then emitted is the first overtone or harmonic.

In a similar manner, the frequency of vibration associated with the mode of vibration of Fig. 4.1 (c) is

$$n = \frac{3}{2l} \sqrt{\frac{t}{m}} = 3n_0$$

Similarly the modes (d), (e), etc. give frequencies $4n_0$, $5n_0$, etc. Overtones with frequencies as high as $10n_0$ may often be detected.

Thus there are many possible frequencies of vibration for a string, the vibration frequencies being proportional to the numbers

$$1 : 2 : 3 : 4 : \text{etc.}$$

EXPT. 33. TO FIND THE VARIATION OF THE FREQUENCY OF A TUNING FORK WITH THE LENGTH OF A SONOMETER ($n-l$ CURVE) UNDER GIVEN TENSION AND HENCE TO DETERMINE THE UNKNOWN FREQUENCY OF A TUNING FORK.

Theory : If a tuning fork be in resonance with a stretched string vibrating in its fundamental form (see Art. 4.3), then the frequency n of the fork is given by

$$n = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{t}{m}}$$

where l is the length of the string between the two fixed points, t is the tension in dynes used to stretch the string and m is the mass per unit length of the string in grammes.

If t and m remain constant, then $n \propto \frac{1}{l}$ or $nl = \text{constant}$. Therefore, keeping t and m constant, if the vibrating length (l) of the string is determined for a number of different tuning forks of known frequencies, then the graphs of n vs l and n vs $\frac{1}{l}$ should be a rectangular hyperbola and a straight line respectively.

If the vibrating length (l) of the string is now determined for a tuning fork of unknown frequency, then the frequency of the tuning fork can be easily read off from anyone of the two curves mentioned above.

Apparatus : Sonometer, set of tuning forks of known frequencies, a tuning fork of unknown frequency, weight box, etc.

Description of the apparatus:

Sonometer : Sonometer or monochord is an instrument frequently employed for studying the vibration of strings. It consists of a rectangular hollow wooden board WW with a fine uniform steel wire S stretched over it (Fig. 4.2). One end of the wire is fixed to a peg P at one end of the box while the other end passes over a pulley and carries a hanger H. The wire is stretched by placing adjustable loads on the hanger. The slotted loads can be put upon the hanger and thereby the amount of stretching can be adjusted. There is a number of thin vertical wooden strips like B_1 and B_2 , called bridges, over which the wire is stretched.

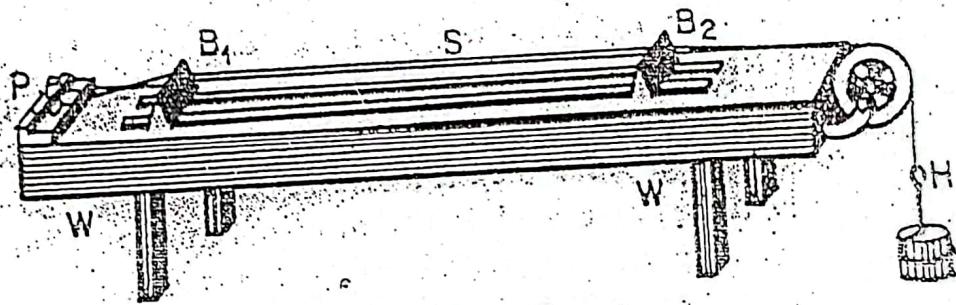


Fig. 4.2

These bridges can be shifted anywhere on the board and thus the length of the vibrating segment of the wire can be altered. A metre scale is fitted on the top of the box by the side of the wire for measuring its length. The function of the hollow board is to increase the loudness of the tone emitted by the wire or any other vibrating source placed in contact with the board.

In some apparatus there are two pieces of wires, one of which is stretched by adjustable loads and the other is stretched parallel to this wire and is fixed between two pegs. The fixed wire is called the *comparison wire* and is used to verify the laws of transverse vibration of strings.

Procedure : (i) First determine the weight of the hanger H (m_H gm). Then place a suitable load of T , kg (say about 2 kg) on the hanger to give some tension to the wire. The total stretching load is therefore $M = (1000T + m_H)$ gm. Keep this load constant throughout the experiment.

(ii) Move the two adjustable bridges to opposite ends until the length of the wire between them, when plucked (see discussion) is in complete unison with the vibrating tuning fork. Satisfy yourself that the notes emitted by the stretched string when it vibrates in its fundamental tone and the tuning fork are in complete unison with each other by either of the two methods described below.

(a) Move the two adjustable bridges towards two ends of the sonometer so that the distance between them is large. Then strike the given tuning fork on a rubber pad and place its shank on the sonometer board. Carefully listen to the note. When this note begins to fade out, pluck the string near the middle and carefully listen to the note, which most probably will appear flat when compared to the note emitted by the fork. Now bring the two bridges very close to each other so that they are separated by a few centimetres only. Again successively compare the notes emitted by the fork and the wire. This time the note emitted by the string will most probably appear very sharp compared to that emitted by the fork. Now keeping one of the bridges fixed in one position, move the other away gradually, in steps of half a centimetre or so at a time, everytime comparing successively the notes emitted by the fork and the string till the two notes are approximately in unison. Under this condition you will probably hear beats (see Art 4.1). It may require a little practice before the ear can recognise them. Since this unison occurs between the shortest length of the wire, we conclude that this unison occurs between the fork and the fundamental tone of the string.

Slowly adjust the vibrating length until the beats completely disappear. You now have complete unison. This method is known as the *method of beats*.

(b) Those who have no musical ear may proceed as follows:

(vii) Force
and
Inertia

for Degree Students

180

Arrange the two movable bridges so that they are separated by a few centimetres only. Take a small piece of paper, fold it into an inverted V shape. Place this paper, popularly known as the rider, on the wire mid-way between the bridges. Now set the fork into vibration and place it vertically near the string with its shank on the board of the sonometer. The vibration of the fork will be communicated to the string, first through the board and then through the bridges. Go on adjusting the length by moving the bridges apart very slowly until the rider is thrown over. When this happens, the string vibrates in resonance with the tuning fork. Care should be taken so that for every new adjustment of length the rider is always placed on the wire mid-way between the bridges. Adjust the length so as to obtain maximum resonance when there will be violent motion of the string on placing the stem of the fork on the board. As a result the rider will be instantly thrown off just the moment the struck tuning fork is placed on the sonometer board. This is the desired length of the wire and the method is known as rider method.

Note : It is better to use the lowest-frequency fork first so that complete unison of the vibration of the string in its fundamental form and the fork occurs with the bridges widely spaced. In order to achieve this condition, if it becomes necessary to alter the weight on the hanger, mentioned in operation (i) a bit, then this should be done. This (new) weight then should be kept constant throughout the rest of the experiment.

(iii) Now measure the length of the wire between the bridges. Make three independent adjustment and take the mean length.

(iv) Repeat operations (ii) and (iii) for each tuning fork of known frequency and also for the tuning fork of unknown frequency. Determine for each of them the length (l) of the vibrating string, making sure that the string always vibrates in its fundamental tone.

(v) Plot, for the tuning forks of known frequencies, the $n-l$ and $n - \frac{1}{l}$ curves with frequency n as the abscissa and $\frac{1}{l}$ as the ordinate. The first should be a rectangular hyperbola (Fig.4.3) while the second should be a straight line (Fig.4.4).

(vi) From either of the graphs read off the value of the frequency corresponding to the vibrating length which was obtained in case of the fork of unknown frequency.

Results :

Stretching weight of the wire, $M = \dots \dots \dots$ gm.

No. of obs.	Frequency n	Resonating length in cm	mean resonating length (l)	$\frac{1}{l}$	$nl = \text{const}$
1
2
3
4
5
6	unknown

$n - l$ curve

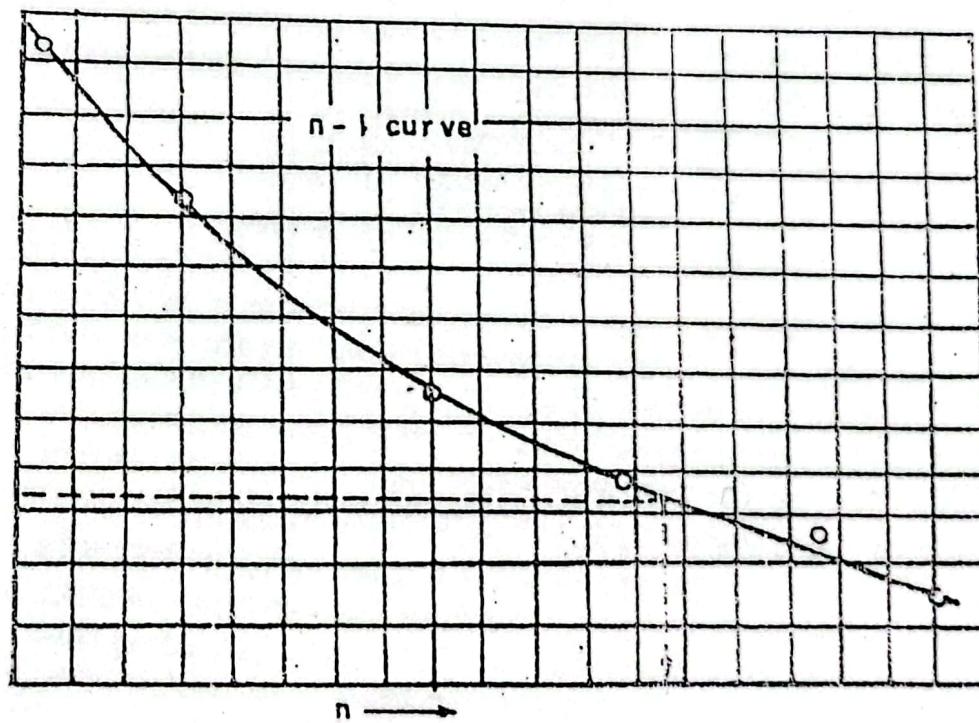


Fig. 4.3

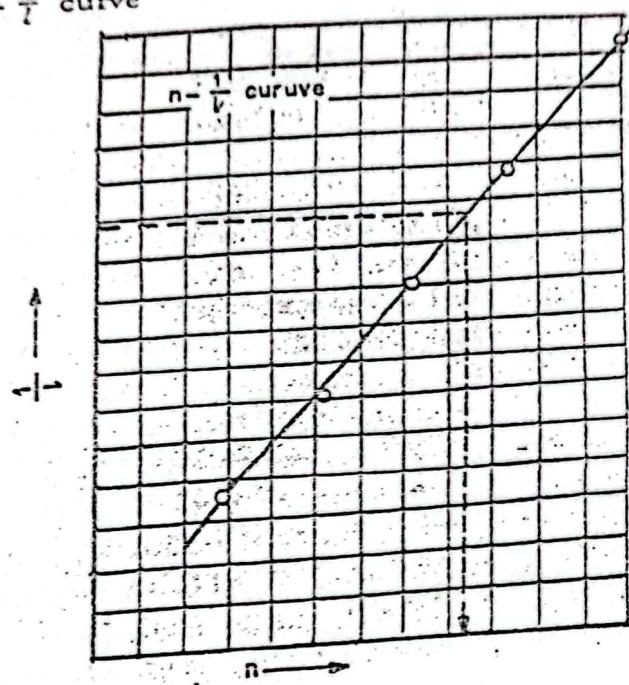
$n - \frac{1}{l}$ curve

Fig. 4.4

The value of the unknown frequency as obtained from the graph = ... vibrations per second.

Note : On being worked out, the frequency may turn out to be a fraction. In that case always take the nearest integer.

Discussions : (i) The wire should be stretched horizontally i.e., B_1, B_2 and the pulley must all lie in one plane.

(ii) Pluck the wire by drawing a resined bow across it or by giving it a blow with a padded hammer. Do not use finger nails, otherwise overtones may occur. Pluck it in such a way that the intensity of the sound emitted by the fork and the string should be of the same order.

(iv) The fork should always be put into resonance with the shortest possible length of the string. This makes sure that the resonance has occurred between the fork and the fundamental tone of the string.

উচ্চতর ব্যবহারিক গবেষণার পদ্ধতি

৭৮

(প) সময়-তাৎপর্য ডাটা

সময় মিনিট	০	১	২	৩	৪	৫	৬	৭	৮
তরলের তাপমাত্রা °C									
পানির তাপমাত্রা °C									

(গ) লেনচিত্র হতে গ্রাফ পাঠ

0_1°C হতে 0_2°C পর্যন্ত শীতল হতে তরলের অয়োজনীয় সময় $t_1 = \dots$ মিনিট (গ্রাফ হতে) আবার 0_1°C হতে 0_2°C পর্যন্ত শীতল হতে পানির অয়োজনীয় সময় $t_2 = \dots$ মিনিট (গ্রাফ হতে)।

(৷) যদি ক্যালরিমিটারের পদার্থের আপেক্ষিক তাপ S_1 হয় তবে

ক্যালরিমিটারের পানি-সম $W = W_1 \times S_1$ গ্রাম।

সূচীকরণ (১)-এ W এর মান ও অন্যান্য মান বসিয়ে তরলের আপেক্ষিক তাপ S পাওয়া যায়।

ফলাফল (Results)

$$S = \frac{1}{M} \left\{ \frac{(m + W)_{t_1}}{t_2} - W \right\} = \dots \text{ ক্যালরি/গ্রাম}/^{\circ}\text{C}$$

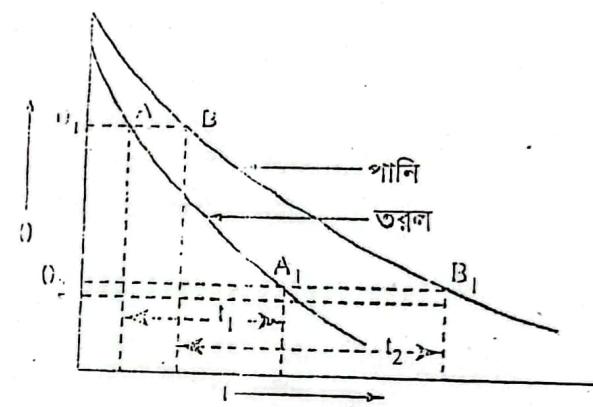
সতর্কতা ও আলোচনা (Precautions and Discussion)

(১) বাষ্পীভবন এড়ানোর জন্য ক্যালরিমিটারে ঢাকনা ব্যবহার করা হয়। একই কারণে পরীক্ষণীয় তরলকে এবং পানিকে তাদের স্ফুটনাক্ষের কাছাকাছি তাপমাত্রা পর্যন্ত যেন উত্তপ্ত না করা হয় সেদিকে লক্ষ্য রাখা হয়।

(২) ক্যালরিমিটারে তরলের ও পানির আয়তন সমান নেয়া হয়।

(৩) পরীক্ষণীয় তরল বা পানিকে ক্যালরিমিটারে উত্পন্ন না করে বাইরে অন্য একটি বীকানে উত্পন্ন করা হয়।

(৪) উভয় ক্ষেত্রে ক্যালরিমিটারের বাইরের তলের প্রকৃতি এবং আবেষ্টনীর তাপমাত্রা একই রাখতে হয়।



চিত্র- ২২(৩)

প্রশ্ন ও উত্তর Questions and answers

প্রশ্ন : ১। এ পদ্ধতি কি নিউটনের শীতলীকরণ নীতির উপর নির্ভরশীল?

উত্তর : হ্যাঁ।

প্রশ্ন : ২। এ পদ্ধতিতে কি শর্ত পূরণ হওয়া বাধ্যনীয়? উত্তর : তব্বি দেখ।

প্রশ্ন : ৩। কোন প্রধান প্রক্রিয়ায় ক্যালরিমিটার হতে তাপ হারায়? উত্তর : বিকিরণ।

প্রশ্ন : ৪। ক্যালরিমিটারকে যদি খোলা রাখা হয় তবে কি এ পরীক্ষা সফল হবে?

উত্তর : পারিপার্শ্বিকের সাথে তাপমাত্রার পার্থক্য বেশি হওয়ায় বিকিরণ বেশি হবে।

প্রশ্ন : ৫। পরীক্ষণীয় তরল পদার্থ ও পানির আয়তন সমান রাখার অযোজন কেন?

উত্তর : তরল পদার্থের তাপ হারানো তরলের উন্মুক্ত তলের মেঘফলের উপর নির্ভর করে যাবে।

প্রশ্ন : ৬। কঠিন পদার্থ বা গ্যাসের ক্ষেত্রে এ প্রক্রিয়া কি অযোজ্য?

উত্তর : না, অযোজ্য নয়। কারণ নাড়ি কাঠি দ্বারা আলোড়িত করে কঠিন পদার্থ বা গ্যাসের তাপমাত্রা সর্বত্র সমান রাখা যায় না।

প্রশ্ন : ৭। উদ্বায়ী (volatile) তরলের জন্য কি এ পদ্ধতি অযোগ্য করা যায়?

উত্তর : না, সম্ভব নয়—কারণ উদ্বায়ী তরলের স্ফুটনাক্ষ কম তাপমাত্রার চেয়ে সামান্য বেশি। স্ফুটনাক্ষ কম তাপমাত্রার

উত্ত 30°C — 40°C-বেশি হওয়া উচিত।

পরীক্ষণ-২৩ বিকিরণ সংশোধনসহ বরফ গলনের সুষ্ঠু তাপ নির্ণয় (Determination of latent heat of fusion of ice with radiation correction) :

ତ୍ରୈ (Theoy)

একক ডরের বরফকে তার গলনাকে রেখে শুধুমাত্র গলাতে যে তাপের প্রয়োজন হয় তাকে বরফ পদক্ষেপের সুষ্ঠু তাপ বলে।

মনে করি,

বরফের ভর = M গ্রাম

ক্যালরিমিটারে পানির ভর = m গ্রাম

ନ୍ୟାକ୍ କାଠିନରୁ କ୍ୟାଲରିମିଟାରେନ୍ ଭର୍ତ୍ତା = W ଶାଖା

କ୍ୟାଲାରିମିଟାରେର ଉପଦାନେର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ = 5

ପାନ୍ଦିସତ୍ତ୍ଵ କ୍ୟାଲେନ୍ଡିଆମ୍ବାର୍ଟ୍ ଆନ୍ଦି ଆପମାତ୍ରା - ୫୦୮

ଧ୍ୟାନ ବସ୍ତୁ ଗଲମେର ସଂଖ ଆପ = । କ୍ଲାବି/ଶାମ

বিকিরণ সংশোধনের পর বরফ মিশ্রিত গানি ও ক্যালরিসিটারের সঠিক ছড়াত ডাপন্তা (Corrected final temperature of the mixture after radiation correction) = $t^{\circ}\text{C}$

এখানে $t_1 > t_0$

ক্যালকুলেশনে প্রযোজিত ও প্রাপ্তির ভারপূরতা t_1^oC হতে t_2^oC তাপমাত্রায় ক্ষেত্রে আসতে হবার তাপ = $(P + WS) (t_1 - t_2)$

0°C তাপমাত্রার বরফ গলে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত হওয়া এবং 0°C তাপমাত্রার পানি 0°C তাপমাত্রায় পৌছতে গৈতে তাপ = $M_1 L + M_2 L_2$

କ୍ୟାଲାଗ୍ନିମିତ୍ରର ସତ୍ତ୍ଵ ଅନ୍ୟାଯୀ

হারান তাপ = গহীত তাপ

$$\text{অর্থাৎ } (m \pm ws) (t_1 - t_2) \equiv ML + Mt_2$$

যন্ত্রপত্র (Apparatus)

তার জালের নাড়নকাঠিসহ ক্যালুরিমিটার, সুবেদী থার্মোমিটার, বরফ, ষ্টপ-ওয়াচ, চোখ কাপড় (plotting paper), নিঞ্জি ইত্যাদি।

কার্যপদ্ধতি (Procedure)

(১) একই পদার্থের তৈরি তারজাল নাড়ন কাঠিসহ একটি পরিষার ও শুক ক্যালরিমিটাৰ নিয়ে নিতিৰ সাহায্যে এৱ ভৱন নিৰ্গত কৰা হয়।

(২) কক্ষ-তাপমাত্রার পানি দ্বারা ক্যালরিমিটারের দুই-ভৱিতায় পূর্ণ করে নাড়ন কাঠিসহ পুনরায় এর ভর নির্ণয় করা হয়।

(৩) পানিসহ ক্যালরিমিটারকে একটি প্রকোষ্ঠে একটি অপরিবাহী ষ্ট্যান্ডে স্থাপন করা হয় এবং একটি সুবেদী থার্মোমিটারের সাহায্যে এর তাপমাত্রা লিপিবদ্ধ করা হয়।

(8) এবার কয়েক টুকরা বরফ নিয়ে চোষ কাগজ দ্বারা ডালভাবে মুছে এওলোকে আত্ম আত্ম সাবধানে পানিতে নিহেপ করা হয় যেন পানি ছিটকে বাইরে না পড়ে।

উচ্চতর ঘ্যবহারিক পদার্থবিজ্ঞান

- (৫) তার জাল নাড়ন কাঠি দ্বারা ক্যালরিমিটারের মধ্যে নিশ্চিন্ত বরফের টুকরাগুলো সর্কণ নাড়তে হয়। প্রতি $\frac{1}{2}$ বা ১ মিনিটে পর পর মিশ্রণের তাপমাত্রার পাঠ এবং একটি টপ-ওয়াচের সাহায্যে সময়ের পাঠ লিপিবদ্ধ করা হয়।
- (৬) এভাবে সময়ের সাথে তাপমাত্রার পাঠ ততক্ষণ পর্যন্ত নেয়া হয় যতক্ষণ না ক্যালরিমিটারসহ মিশ্রণের তাপমাত্রা সর্বনিম্নে পৌঁছার পর আরও ৭—৮ বাড়ত তাপমাত্রার পাঠ লিপিবদ্ধ করা হয়।
- (৭) এবার প্রকোষ্ঠ থেকে বের করার পর নিতিতে বরফ গলা পানিসহ ক্যালরিমিটারের ওজন নেয়া হয়। ওজনের এ পাঠ থেকে দ্বিতীয় পাঠ বিয়োগ করলে বরফের ডর পাওয়া যায়।
- (৮) ২২ নং পরীক্ষণের মত শীতলতার লেখচিত্রের পরিবর্তে এক্ষেত্রে উত্পন্নতার লেখচিত্র (Heating Curve) অঙ্কন করে বিকিরণ সংশোধন পদ্ধতিতে ছড়াত তাপমাত্রার শুরু পাঠ নেয়া হয়। (চিত্র : ২৩-ক)।

পরীক্ষালব্ধ উপাত্ত (Experimental Data)

(ক) নাড়ন কাঠিসহ ক্যালরিমিটারের ডর, $W = \dots\dots\dots$ গ্রাম
 পানি + নাড়ন কাঠিসহ ক্যালরিমিটারের ডর, $W_1 = \dots\dots\dots$ গ্রাম
 ক্যালরিমিটারের পানির ডর, $W_1 - W = m = \dots\dots\dots$ গ্রাম
 নাড়ন কাঠিসহ ক্যালরিমিটার + পানি + বরফের একক্ষে ডর, $W_2 = \dots\dots\dots$ গ্রাম
 বরফের ডর, $W_2 - W_1 = M = \dots\dots\dots$ গ্রাম
 ক্যালরিমিটারের উপাদানের আপেক্ষিক তাপ = S

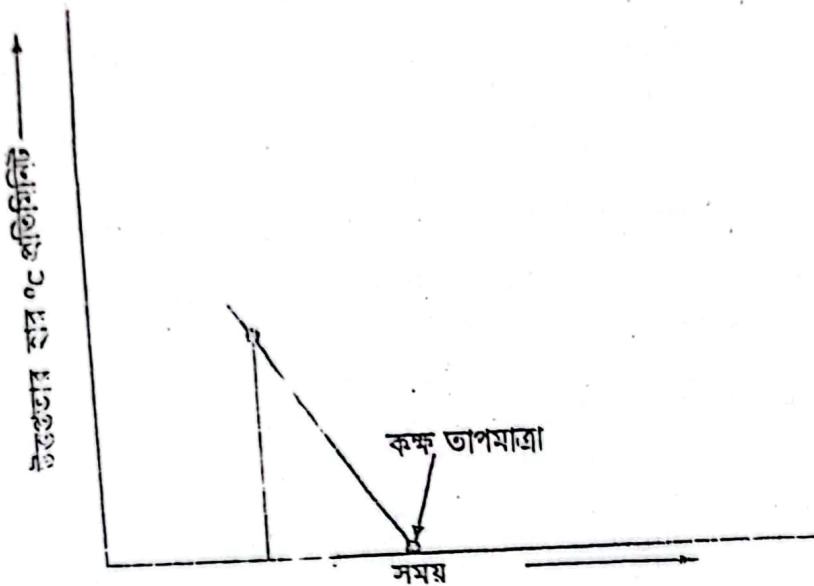
(খ) সময়— তাপমাত্রা পাঠ

ছক - ১

১ম স্তর	২য় স্তর	৩য় স্তর	৪র্থ স্তর	৫ম স্তর	৬ষ্ঠ স্তর	৭ম স্তর
মিনিটে সময়	মিশ্রণসহ ক্যালরিমিটারের তাপমাত্রা $^{\circ}\text{C}$	গড় তাপমাত্রা $^{\circ}\text{C}$	উত্পন্নকরণ হারের সেখচিত্র হতে উত্পন্নতার হার $^{\circ}\text{C}/\text{মিনিট}$	উত্পন্নতার মোট পরিমাণ $^{\circ}\text{C}/\text{মিনিট}$	গড় তাপমাত্রার সঠিক পাঠ $^{\circ}\text{C}$	সেখচিত্র হতে গড় সংশোধিত তাপমাত্রা $^{\circ}\text{C}$
কক্ষ তাপমাত্রা $^{\circ}\text{C}$						
নাড়ন কাঠ	১					
নাড়ন কাঠ	২					
নাড়ন কাঠ	৩					
নাড়ন কাঠ	৪					
নাড়ন কাঠ	৫					
নাড়ন কাঠ	৬					
নাড়ন কাঠ	৭					
নাড়ন কাঠ	৮					
নাড়ন কাঠ	৯					
নাড়ন কাঠ	১০					
নাড়ন কাঠ	১১					
নাড়ন কাঠ	১২					
নাড়ন কাঠ	১৩					

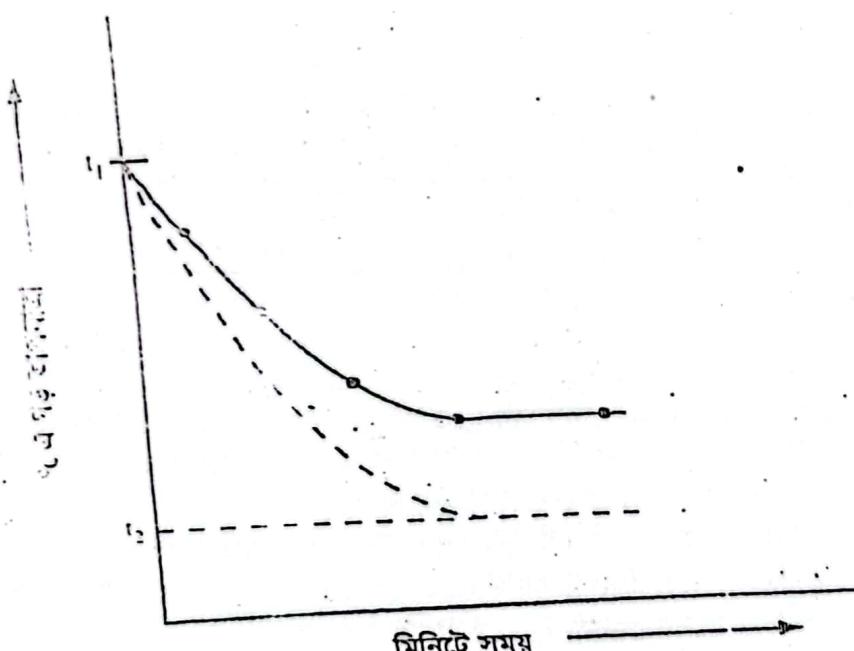
- (গ) শের ৬টি বাড়ত তাপমাত্রার গড় তাপমাত্রায় উত্পন্নতার হার এবং কক্ষ তাপমাত্রায় উত্পন্নতার হার (যা শূন্য) এ দুটি বিলু নিয়ে একটি লেখচিত্র অঙ্কন করা হয়। (চিত্র ২৩-ক)

উচ্চ ক্ষা ব্যবহারিক পদার্থবিজ্ঞান



চিত্র - ২৩ (ক) : উপর্যুক্ত সময়ের লেখচিত্র

(ঘ) X-কক্ষে সময় এবং Y-কক্ষে তাপমাত্রা 0°C একটি লেখচিত্র এবং একই গ্রাফে কাগজে X-কক্ষে সময় এবং Y-কক্ষে গড় তাপমাত্রার সঠিক পাঠ নিয়ে আর একটি লেখচিত্র অঙ্কন করা হয়। ফুটকি চিহ্নিত (dotted) লেখচিত্রের অনুভূমিক অংশ হতে মিশ্রণের চূড়ান্ত তাপমাত্রা 12°C নির্ণয় করা হয়।



চিত্র - ২৩ (খ)

উচ্চতর ব্যবহারিক পদার্থবিজ্ঞান

$$L = \frac{(m + WS) (t_1 - t_2) - ML_2}{M} = \dots \dots \dots \text{ক্ষেত্রাধিকার}$$

প্রত্যক্ষ ও আলোচনা (Precautions and Discussion)

- (১) বরফ টুকরাকে ক্যালরিমিটারের পানিতে নিষ্কেপ করার পূর্বে ঢোয় কাগজ দিয়ে তালতাবে ঢুকে নিতে হয়।
- (২) একই পদার্থের তার জাল খাড়ন কাঠি দিয়ে বরফের টুকরাগুলোকে সর্বদা পানিতে নিমজ্জিত রাখতে হয়।
- (৩) বরফের পরিমাণ খুব বেশি হওয়া ঠিক নয়। কারণ এতে ক্যালরিমিটারের পায়ে তলীয় বাষ্প জমা হতে পারে।

পরীক্ষণ-২৪ বিকিরণ সংশোধনসহ বাষ্পের সূত্র তাপ নির্ণয় Determination of latent heat of steam with radiation correction)

ন্যূন (Theory)

এক একাং পানিকে তার স্ফুটনাচে (100°C) রেখে বাষ্পে পরিণত করতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় অথবা পানির স্ফুটনাকে ১ একাং বাষ্পকে পানিতে পরিণত করতে যে পরিমাণ তাপ বের হয়ে আসে তাকে বাষ্পীভবনের সুষ্ঠুতাপ (latent heat of vaporisation of water or latent heat of condensation of steam) মনে করি, M = বাষ্পের তাপ

M_1 = ক্যালরিমিটারের পানির তাপ

W = ক্যালরিমিটারের পানি সম (Water equivalent)

$t_1^{\circ}\text{C}$ = ক্যালরিমিটার ও পানির প্রাথমিক তাপমাত্রা

$t_2^{\circ}\text{C}$ = বাষ্পের তাপমাত্রা

$t^{\circ}\text{C}$ = বাষ্প ও ক্যালরিমিটারের পানির মিশ্রণের তাপমাত্রা (বিকিরণ সংশোধনের পর)

L = বাষ্পের সুষ্ঠুতাপ

ভাইলে তাপ পরিমাপের সূত্র অনুযায়ী বাষ্পের
রানো তাপ = পানিসহ ক্যালরিমিটার কর্তৃক গৃহীত
প।

$$\therefore ML + M (t_2 - t) = (M_1 + W) (t - t_1)$$

অর্থাৎ

$$L = \frac{(M_1 + W) (t - t_1) - M (t_2 - t)}{M}$$

ক্যালরি / একাং।

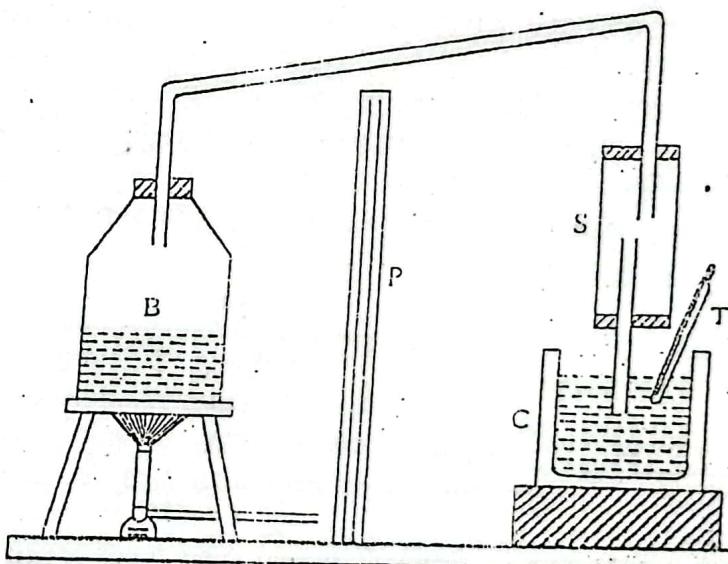
বিকিরণ সংশোধনসহ উপরোক্ত সমীকরণকে
ব্যবহার করে,

$$L = \frac{(M_1 + W) (T - t_1) - M (t_2 - T)}{M}$$

যে T = মিশ্রণের সঠিক চূড়ান্ত তাপমাত্রা ($^{\circ}\text{C}$)

পরীক্ষণ উপস্থিতি (Apparatus)

তাপ উৎপাদক (Steam boiler), বাষ্প ফাঁদ (steam trap), ক্যালরিমিটার, বুনসেন বার্গার, নিক্সি, স্টপ-ওয়াচ,
মিটার ইত্যাদি।



চিত্র : ২৪

যন্ত্ৰেৰ বিবৰণ

(Description of the Apparatus)

এ যন্ত্ৰ একটি বাল্প উৎপাদক B থাকে। এখান থেকে বাল্প একটি বাঁকা নলেৰ মধ্য দিয়ে অতিফেন কৰে একটি খণ্ড নলেৰ সাহায্যে বাল্প ফাঁদে (S) এবেশ কৰে। স্টীম ফাঁদ হচ্ছে দু-মুখ খোলা একটি ছোট গ্লাস চোৱা। খোলা দুইপথি কৰ্ক ঘৰ শক্ততাৰে আটকানো থাকে।

বাল্পেৰ সাথে যুক্ত পানিৰ শুল্ক কলা এ বাল্প ফাঁদে আটকা পড়ে যায় এবং বাল্প শুল্ক অবস্থায় চোৱা থেকে বেৰিয়ে আসতে পাৰে। একটি নিৰ্ণয় নলেৰ মধ্য দিয়ে বাল্প ক্যালৱিমিটাৱ C-তে এবেশ কৰতে পাৰে। এ মলতি চোৱেৰ ধৰা উপৰ আত হচ্ছে ক্যালৱিমিটাৱেৰ ভিতৰ পৰ্যন্ত বিতৃত থাকে। পানিসহ ক্যালৱিমিটাৱ একটি অপৱিবাহী স্থাপনাৰ উপৰ বসানো থাকে।

কাৰ্যপদ্ধতি (Procedure)

(১) একটি শুল্ক ও পৰিষ্কাৰ ক্যালৱিমিটাৱ নিয়ে নিকিৰ সাহায্যে নাড়নকাঠিসহ খালি অবস্থায় এৱ তৰ নিৰ্ণয় কৰা হয়।

(২) ক্যালৱিমিটাৱেৰ দু-ত্বীয়াল্প পানি দ্বাৰা পূৰ্ণ কৰে পুনৰাব নাড়নকাঠিসহ এৱ তৰ নিৰ্ণয় কৰা হয়। দিক্ষীয় পাঠ থেকে অথবা পাঠ বিয়োগ কৰে পানিৰ তৰ পাওয়া যায়।

(৩) একটি সুবেদী থাৰ্মোমিটাৱেৰ সাহায্যে ক্যালৱিমিটাৱেৰ পানিৰ তাপমাত্ৰা নিৰ্ণয় কৰা হয়। এ তাপমাত্ৰাই কলা তাপমাত্ৰা নিৰ্দেশ কৰে।

(৪) ক্যালৱিমিটাৱকে পানিসহ বাল্প ফাঁদেৰ নীচে বসান হয় এবং সংযোগ মলকে ক্যালৱিমিটাৱেৰ পানিতে ত্ৰুটি দেৱা হয়।

(৫) বয়লাৰে বাল্প উৎপাদন কৰা হয় এবং বাল্পেৰ একটি স্রোত ক্যালৱিমিটাৱেৰ পানিতে সৱবৰাহ কৰা হৈ বতদণ কৰক তাপমাত্ৰাৰ চেয়ে তাপমাত্ৰা 15°C বৃক্ষি পায়।

(৬) তাপমাত্ৰা বৃক্ষিৰ সময় নাড়ন কাঠি দ্বাৰা পানিকে সৰ্বদা আলোড়িত কৰা হয় এবং প্ৰতি $\frac{1}{2}$ বা ১ মিনিট অতিৰ এৱ তাপমাত্ৰা লিপিবদ্ধ কৰা হয়।

(৭) বাল্প সৱবৰাহ বৰ্ক কৰে ক্যালৱিমিটাৱকে পূৰ্বেৰ অবস্থানে নিয়ে আসা হয়। তাপমাত্ৰাহস হতে থাকলেও প্ৰতি $\frac{1}{2}$ বা ১ মিনিট পৰ পৰ ৬ থেকে ৮টি পাতল তাপমাত্ৰাৰ পাঠ লিপিবদ্ধ কৰা হয়।

(৮) ক্যালৱিমিটাৱকে মিশ্ৰণসহ ঠাণ্ডা কৰা হয় এবং কক্ষেৰ তাপমাত্ৰাৰ আসলে নিকিৰ সাহায্যে ওজন কৰা হয়। তৃতীয় ওজন থেকে ২য় ওজন বিয়োগ কৰলে ঘনীভূত বাল্পেৰ পাওয়া যায়।

(৯) সময় ও তাপমাত্ৰাৰ পাঠগুলোকে তালিকাভূক্ত কৰে ২১(ক) নম্বৰ পৱীক্ষাৰ মত বিকিৰণ সংশোধন কৰে চূড়ান্ত তাপমাত্ৰাৰ সঠিক পাঠ নিৰ্ণয় কৰা হয়।

পৰীক্ষালক্ষ উপাস্ত (Experimental Data)

(ক) নাড়ন কাঠিসহ ক্যালৱিমিটাৱেৰ তৰ, $W_1 = \dots\dots\dots\dots$ গ্ৰাম

ক্যালৱিমিটাৱ + নাড়ন কাঠি + কক্ষ তাপমাত্ৰায় পানিৰ তৰ, $W_2 = \dots\dots\dots\dots$ গ্ৰাম

পানিৰ তৰ, $W_2 - W_1 = M_1 = \dots\dots\dots\dots$ গ্ৰাম

ক্যালৱিমিটাৱ + নাড়ন কাঠি + পানি + ঘনীভূত বাল্পেৰ তৰ, $W_3 = \dots\dots\dots\dots$ গ্ৰাম

ঘনীভূত বাল্পেৰ তৰ, $W_3 - W_2 = M = \dots\dots\dots\dots$ গ্ৰাম

ক্যালৱিমিটাৱ পদাৰ্থেৰ আপেক্ষিক তাপ, $S = \dots\dots\dots\dots$

ক্যালৱিমিটাৱেৰ পানি-সম, $W = W_1 S = \dots\dots\dots\dots$ গ্ৰাম

পানিৰ প্ৰাথমিক তাপমাত্ৰা, $t_1^{\circ}\text{C} = \dots\dots\dots\dots$

বাল্পেৰ উক্ষতা, $t_2^{\circ}\text{C} = \dots\dots\dots\dots$

বিকিৰণ সংশোধনসহ মিশ্ৰণেৰ সঠিক চূড়ান্ত তাপমাত্ৰা, $T^{\circ}\text{C} = \dots\dots\dots\dots$

(৫) বিহুকণ অপেক্ষা করলে ঝাকের বাতাস আবার গরম হয়ে যায় এবং পরীক্ষণের প্রাথমিক তাপমাত্রা আওঁ হয়। একই সাথে চাপও বৃদ্ধি পায়। ফলে ম্যানোমিটারে তরল তলের উচ্চতার পার্থক্য সৃষ্টি হয়। উচ্চতার পার্থক্য স্থিতিতে আসলে এর পাঠ h_2 লিপিবদ্ধ করা হয়।

(৬) উপরোক্ত কার্য পদ্ধতি অন্তত তিনি বার পুনরাবৃত্তি করা হয়।

(৭) h_1 কে X-অক্ষে এবং $(h_1 - h_2)$ কে Y-অক্ষে নির্দেশ করে একটি লেখাচিত্র অঙ্কন করা হয় (চিত্র - ২৭খ)। এটি একটি সরলরেখার রূপ নেয়। একই হতে h_1 এবং h_2 নির্ণয় করে সমীকরণ (4) এর সাহায্যে γ -এর ধৰন পাওয়া যায়।

পরীক্ষলক্ষ উপাত্ত (Experimental Data)

(ক) ছক - ১ : h_1 এবং h_2 উপাত্ত

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	ম্যানোমিটারে তরল-তলের উচ্চতার পাঠ						$h_1 - h_2$ (সে.মি.)	$\gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2}$	গড় γ			
	ঝাকে বায়ু প্রবেশের ফলে বাতাসের চাপ বৃদ্ধির পর			কন্দতাপ প্রস্তরণের পর হ্রাবদ্ধা আসলে								
	বামনদ A সে.মি.	ডানন্দ B সে.মি.	পার্থক্য $h_1 = B - A$ সে.মি.	বামনল A সে.মি.	ডাননল B সে.মি.	পার্থক্য $h_2 = B - A$ সে.মি.						
1			
2			
3			
.			
5			

(খ) $(h_1 - h_2) \sim h_2$ লেখাচিত্র অঙ্কন

হিসাব (Calculation)

$$(i) \gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2} = \dots \dots \dots$$

$$(ii) \gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2} = \dots \dots \dots$$

$$(iii) \gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2} = \dots \dots \dots$$

$$\therefore \text{গড় } \gamma = \dots \dots \dots$$

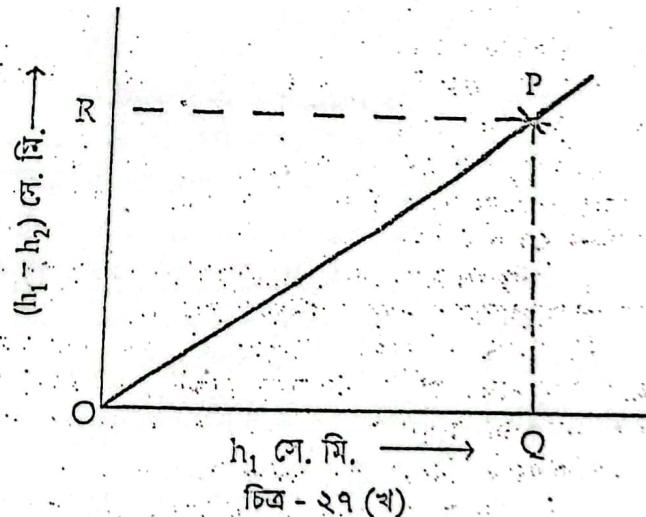
একই হতে,

$$\gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2} = \frac{PR}{PQ} = \dots \dots \dots$$

ফলাফল (Results)

$$(i) \gamma = \dots \dots \dots \text{ (হিসাব হতে প্রাপ্ত)}$$

$$(ii) \gamma = \dots \dots \dots \text{ (একই হতে প্রাপ্ত)}$$



h_1 সে.মি. \longrightarrow Q
চিত্র - ২৭ (খ)

পমাত্রা আও হয়। একই
স্থিতিতে আসলে এৱ

(চিত্ৰ -২৭খ)। এটি
আওয়ায়া যায়।

সতৰ্কতা ও আলোচনা (Precautions and Discussion)

- ১। পরীক্ষার শুরুতেই ম্যানোমিটাৱের দু'বাহুৰ তৱল— তলেৰ উচ্চতা সমান কৰা হয়।
- ২। ম্যানোমিটাৱের দু'বাহুৰ তৱল— তল থিৰ অবস্থায় আসাৰ পৰ পাঠ দেয়া হয়।
- ৩। টপ -কক T_2 খোলা এবং বন্দ দ্রুত কৰাৰ পৰ বাতাস কক্ষ তাপমাত্রায় না আসা পৰ্যন্ত আপেক্ষা কৰা হয়।
- ৪। ফ্লাকটি যাতে কোন রকমে তাগ না হারায় সেজন্য একে তুলা ভৰ্তি কাঠেৰ বাস্তৱে বসানো হয়।

প্রশ্ন ও উত্তৰ Questions and answers

প্রশ্ন -১। স্থিৰ চাপে ও স্থিৰ আয়তনে কোন গ্যাসেৰ আপেক্ষিক তাপ বলতে কি বুবায়?

উত্তৰ : এক গ্রাম ভৱেৰ কোন গ্যাসেৰ চাপ স্থিৰ রেখে এৱ তাপমাত্রা 1°C বাড়াতে যে পৰিমাণ তাপেৰ প্ৰয়োজন তাকেই ঐ গ্যাসেৰ স্থিৰ চাপে আপেক্ষিক তাপ (C_p) বলে।

এক গ্রাম ভৱেৰ কোন গ্যাসেৰ আয়তন স্থিৰ রেখে এৱ তাপমাত্রা 1°C বাড়াতে যে পৰিমাণ তাপেৰ প্ৰয়োজন হয় তাকেই ঐ গ্যাসেৰ স্থিৰ আয়তনে আপেক্ষিক তাপ (C_v) বলে।

প্রশ্ন -২। C_p ও C_v এৱ মান কি সমান?

উত্তৰ : না, $C_p > C_v$ অৰ্থাৎ C_p এৱ মান C_v আপেক্ষা বেশি।

প্রশ্ন ৩। γ বলতে কি বুবায়?

উত্তৰ : C_p ও C_v এৱ অনুপাতকে γ বলে।

প্রশ্ন ৪। $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ কি দণ্ড গ্যাসেৰ জন্য সহজ?

উত্তৰ : না, এক পৰমাণবিশিষ্ট গ্যাসেৰ জন্য সহজ— হিলিয়াম, পারদ বাষ্প ইত্যাদি এৱ মান সৰ্বাধিক। আগুন্তে প্ৰয়োজন বাড়লে এৱ মান কমে যায়।

প্রশ্ন ৫। সমৰ্থ প্ৰক্ৰিয়া কি?

উত্তৰ : যে প্ৰক্ৰিয়ায় কোন গ্যাসেৰ চাপ ও আয়তন পৰিবৰ্তিত হলোৱ এৱ তাপমাত্রা স্থিৰ থাকে তাকে সমৰ্থ প্ৰক্ৰিয়া বলে।

প্রশ্ন ৬। রূদ্ধতাপ প্ৰক্ৰিয়া কাকে বলে?

উত্তৰ : যে প্ৰক্ৰিয়ায় কোন গ্যাসেৰ চাপ ও আয়তনেৰ পৰিবৰ্তনে তাপেৰ কোন প্ৰকাৰ আদান প্ৰদান হয় না এবং আসেৱ মোট পৰিমাণ স্থিৰ থাকে তাকে রূদ্ধতাপ প্ৰক্ৰিয়া বলে।

প্রশ্ন ৭। এ পৰীক্ষায় প্ৰাথমিক চাপ ও চূড়ান্ত চাপ কি সমান?

উত্তৰ : না, সমান নয়।

অন্ত বিজ্ঞান

পৰীক্ষণ - ২৮ n-1 লেখচিত্ৰ অঙ্কন কৰে তিউনিং ফৰ্কেৰ কম্পান্স
নিৰ্ণয় (To draw n-1 curve and hence to find out the frequency of a given force)।

তত্ত্ব (Theory)

কোন টানা তাৱ কেবল একটি দুপ (100g) গঠন কৰে কাঁপতে থাকলে তাৱটিৰ মধ্যবিন্দুতে একটি সুপন্দ বিন্দু (antinode) এবং দুথাতে দুটি নিষ্পন্দ বিন্দু (node) উৎপত্তি ঘটে। তাৱেৰ এ কম্পনে যে সুৱ সৃষ্টি হয় তাকে মূল সুৱ (fundamental note) বলে। n কম্পাক্ষেৰ কোন টিউনিং ফৰ্ক যখন । দৈৰ্ঘ্যেৰ তাৱেৰ এ মূল সুৱেৰ ঐক্যতানে আসে তখন আমৰা লিখতে পাৰি,

$$n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{F}{m}} \dots \quad (1)$$

$T = \text{কম্পিউটার দৈর্ঘ্য}$ (1)
 $T = \text{তারেফ পথের দৈর্ঘ্য}$

তারের অযুক্ত টান T এবং একক দৈর্ঘ্যের ভর m অপরিবর্তিত (constant) থাকলে (1) নম্বর সমীকরণকে আন্তর্মালিখতে পারি

$$n \propto \frac{1}{l}$$

না, nl = একটি ধ্রুবক (Constant)
টান অপরিবর্তিত

১৩. ৬ ইত্যাদি দৈর্ঘ্য এক্ষয়ানে আসে তবে

$$n_1 l_1 = n_2 l_2 = n_3 l_3 = n_4 l_4 = \dots = \text{একটি স্থিরক} \quad (2)$$

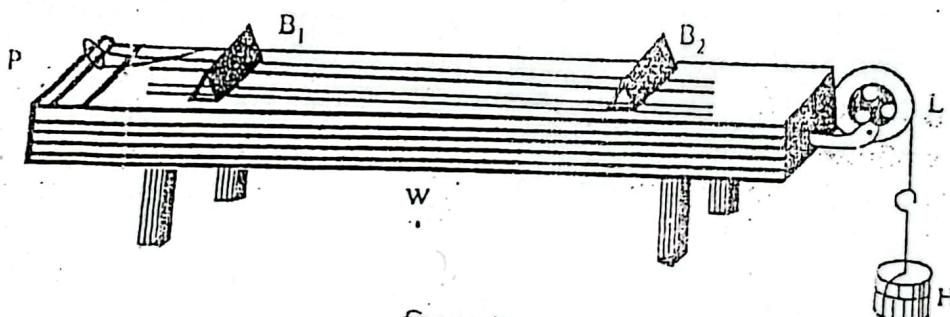
একটি লেখচিত্র অকল করলে তা একটি আয়তাকার পরাবলয় (Rectangular hyperbola) হবে। অজনা কম্পাক্ষিশিরী টিউনিং ফর্কের অনুনাদী দৈর্ঘ্যের সাহায্যে এ লেখচিত্র হতে এর কম্পাক্ষ ম' নির্ণয় করা যায়।

যন্ত্রপাতি (Apparatus)

সনেমিটোর, জানা কম্পাক্সেন ৬/৭টি টিউনিং ফর্ক, অজানা কম্পাক্সেন। একটি টিউনিং ফর্ক, দাবার যুক্ত কাঠের হাতুড়ী, মিটার ফেল, ঘ্যাসার, কয়েকটি বাটোখানা, কাঠের বৌজ ইত্যাদি।

সনোমিটায় যন্ত্রের বিবরণ (Description of Sonometer)

সানোমিটার প্রায় এক মিটার লঙ্ঘা একটি ফাঁপা আয়তকার কাঠের বায় W [চিত্র-২৮(ক)]



ଚିତ୍ର-୨୮(କ)

এ বাত্রের উপরিভাগে একটি ইঞ্জিনের সরু তার থাকে। এ তারের এক প্রান্ত একটি P পিনের সাথে শক্তভাবে আটকানো থাকে। অপর প্রান্ত L কপিকলের উপর দিয়ে একটি ওজনবাহী H এর সাথে শক্তভাবে যুক্ত থাকে। ওজনবাহীতে (hanger) বিডিন্য ওজন হ্রাপন করে তারে টানের পরিবর্তন করা যায়। ইঞ্জিনের তারটির নিচে দুটি সঞ্চরণশীল ব্রীজ B₁ এবং B₂ থাকে। তীক্ষ্ণ ধাতব ধারা বিশিষ্ট ব্রীজগুয়ের অবস্থান পরিবর্তন করে অনুনাদ দৈর্ঘ্য নির্ণয় করা হয়। তারের পাশ দিয়ে আটকানো একটি মিটার কেন্দ্রের গাহায়ে দৈর্ঘ্যের পরিমাপ করা হয়।

କାର୍ଯ୍ୟପଦ୍ଧତି (Procedure)

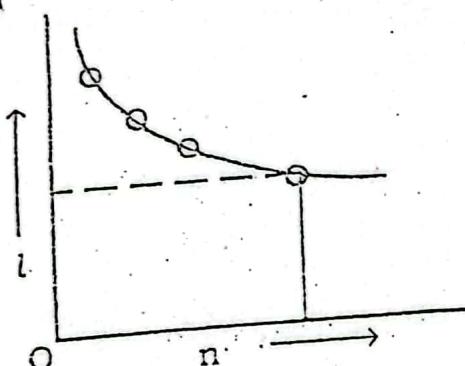
(১) একটি ছাড়া অন্যসব কর্তৃত জানা কম্পাক্ষের এক সেট টিউনিং ফন্ড (৬-৭টি) নেয়া হয়। যাপারে একটি নির্দিষ্ট মানের টান চাপিয়ে সনেমিটারের তারটিকে টান টান করা হয়। পরীক্ষা চলাকালীন এ ওজনের আর কোন পরিবর্তন হবে না।

(২) কাঠের হতৃতী দিয়ে একটি টিউনিং ফর্কের আধাত করা হয়। ফর্কের একটি ডানাকে (prong) অথবা সেন্টুর (tong) কাছাকাছি খুব আলতোভাবে স্পর্শ করিয়ে তারের দৈর্ঘ্য বরাবর অন্য ত্রীজের দিকে টেনে আনা হলে তারের একটি সিদ্ধি হচ্ছে একটি তীব্র ভাবে শব্দ শোনা যায়। অথবা ত্রীজটি এরপর ঐ হালে নিয়ে আসা হয়। এটাই এক্ষতাসের আনন্দানিক অবস্থা।

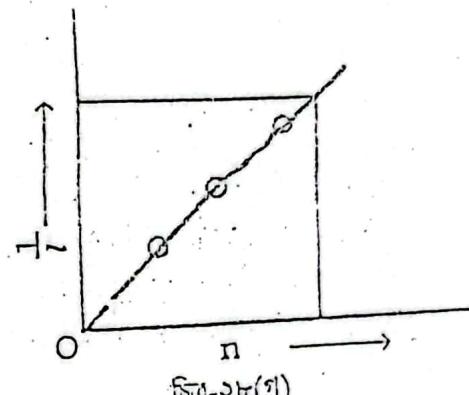
(৩) টিউনিং ফর্কটিকে আবার আধাত করে শনোমিটার বোর্ডের উপর স্থাপন করলে একটি উচ্চ শব্দ শোনা যায়। এ পর্যায়ে একটি ছোট কাগজের টুকরা V আকারে ভাঁজ করে তারের উপরের দু-ত্রীজের মাঝখানে খিপিয়ে দেয়া হয়। ত্রীজ দুটি অর এনিক-ওদিক সরাতে থাকতে হয় ব্যতুকণ পর্যন্ত না কাগজের টুকরাটি পড়ে যায়। এ অবস্থায় অনুনাদ দৃষ্টি হয় এবং টিউনিং ফর্কের কম্পাক্ষ ও তারের কম্পাক্ষ সমান হয়। ত্রীজ দুটির মধ্যকার দূরত্বই অনুনাদী দৈর্ঘ্য। এভাবে তিনবার দৈর্ঘ্য টিক করে গড় দৈর্ঘ্য নেয়া হয়।

(৪) এভাবে অজানাসহ সব কয়টি টিউনিং ফর্কের জন্য (২) এবং (৩) পদ্ধতির পুনরাবৃত্তি করা হয়।

(৫) দৈর্ঘ্য n -কে \bar{n} -কে বরাবর এবং কম্পাক্ষ n -কে X -কে \bar{n} -কে বরাবর নির্দেশ করে একটি লেখচিত্র (চিত্র: ২৮-৬) অঙ্কন করা হয়। এ লেখচিত্র একটি আয়তাকার পরাবলয় হবে। লেখচিত্র হতে অজানা কম্পাক্ষের অনুনাদী দৈর্ঘ্য n' এর জন্য n_1' নির্ণয় করা হয়।



চিত্র - ২৮ (৬)



চিত্র - ২৮ (৭)

(৬) আবার টিউনিং ফর্কের কম্পাক্ষ n -কে X -কে বরাবর এবং $\frac{1}{n}$ কে \bar{n} -কে বরাবর নির্দেশ করে আর একটি লেখচিত্র (চিত্র - ২৮গ) অঙ্কন করা হয়। এ $n - \frac{1}{n}$ লেখচিত্রটি একটি সরলরেখা হবে। এ লেখচিত্র হতে অজানা কম্পাক্ষ n_1' প্রাপ্তয় যায়। দু-অজানা কম্পাক্ষের গড় কম্পাক্ষ নির্ণয় করা যায়।

পরীক্ষালক্ষ উপাত্ত (Experimental Data)

(ক) যাপারে নির্দিষ্ট ভার = kg
(খ) $n - l$ পাঠ

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	টিউনিং ফর্কের কম্পন সংখ্যা n C/S	অনুনাদী দৈর্ঘ্য l সে.মি.	গড় অনুনাদী দৈর্ঘ্য l সে.মি.	$\frac{1}{n}$	$n - l$ লেখচিত্র হতে কম্পন সংখ্যা n_1'	$n - \frac{1}{n}$ লেখচিত্র হতে কম্পন সংখ্যা n_2'	গড় কম্পন সংখ্যা $n' = \frac{n_1' + n_2'}{2}$
1							
2							
3							
4							
ইত্যাদি							

ফলাফল (Result)

$n' = \text{ (গ্রাফ হতে)}$

সতর্কতা ও আলোচনা (Precautions and Discussion)

- (১) টিউনিং ফর্ক খুব জোরে সনোমিটার বোর্ডের উপর রাখা উচিত নয়।
 - (২) এভিটি টিউনিং ফর্কের জন্য অনুমানী দৈর্ঘ্য খুব সতর্কতার সাথে মাপা উচিত।
 - (৩) অনুমান দৈর্ঘ্য নির্ধারকালে স্পষ্টিত টিউনিং ফর্ক যেন সনোমিটার তারকে শৰ্প না করে সেটা লক্ষ্য করা উচিত।

পরীক্ষণ-২৯ সন্তোষিটারের সাহায্যে একটি টানা তারে সৃষ্টি আড়কম্পনের সুত্তুভূলোর সত্ত্যতার অমাণ (Verification of the laws of transverse vibration of a stretched string)।

काव्य (Theory)

କେବଳ ଟାନା ତାରେ ଆଡ଼ କମ୍ପନ୍ ସୁତ୍ତିର ଫଳେ ଯଦି ଏହା ଦୁ-ପ୍ରାତେ ଦୁଟି ନିଷ୍ପଦ ବିନ୍ଦୁ (node) ଏବଂ ମାଧ୍ୟାଧାନେ ଏକଟି ସୁପ୍ରଦ
(anti-node) ବିନ୍ଦୁର ସୁତ୍ତି ହେଁ ତବେ ଏହା ତାରେର କମ୍ପାକ୍ଟେର ରାଶିମାତ୍ରା ହେଁ ।

একেব্রে ! = তারের কম্পমান দৈর্ঘ্য

$$T = Mg = \text{তারের টনা বল}$$

m = তারের একক দৈর্ঘ্যের ভর

সমীকরণ (1) হতে দেখা যায় যে T_n তারের কম্পাক্ট ডিনিটি যাশি। T এবং m এর উপর নির্ভরশীল।

সুতরাং টানা! তারের আড় কম্পনকে তিনটি সুন্দর ঘোঁষণা গুমাণ করা যায়।

ଏଥିମ ଦ୍ୱାରା (ଦେଖେର ସ୍ତର) : ୨୩୧୯ ମୁଦ୍ରା ଥାକୁଳେ ତାରେ କୁଞ୍ଚାଙ୍କ ତାରେ କୁଞ୍ଚମାନ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ବାଲ୍ଯାନପାତିକ ଅର୍ଥ ।

$$n \propto \frac{1}{l}$$

অর্থাৎ, $n! = n \cdot k = n!k_2 = \dots = n!k_m =$ কোনো সংখ্যা

ବିଭିନ୍ନ ସତ୍ତା (ଆମ୍ବଳ ସତ୍ତା) । ଏ ମା ଶିଖିବ ରାଖିଲେ

$$n \propto \sqrt{T}$$

অর্থাৎ $\frac{n^2}{T} = \frac{n_1^2}{T_1} = \frac{n_2^2}{T_2} = \dots =$ একটি ধ্রুবক।
 তৃতীয় সূত্র (ভরের সূত্র) : । এবং T হিলো রাখলে
 $n \propto \sqrt{\frac{1}{m}}$
 অর্থাৎ $n^2 m = n_1^2 m_1 = n_2^2 m_2 = \dots =$ একটি ধ্রুবক।

ଅନ୍ତରୀଳ (Anastrophe)

সন্দৰ্ভিটার বিভিন্ন কৃষ্ণাঙ্গের ক্ষয়েকুটি টিউনিং ফর্ক প্যাডয়েক্স কাঠের হাতভী, ওজন বাঞ্চ, নিকি, মিটাৰ কেল ইত্যাদি।

কার্যপদ্ধতি (Procedure)

ପ୍ରକାଶ କାନ୍ତିକାଳୀ ପ୍ରକାଶନ

- (১) n₁, n₂, n₃ ইত্যাদি কম্পাক্ষের ফয়েকটি টিউনিং ফর্ক নেয়া হয়। হ্যাসারে নির্দিষ্ট পরিমাণ ওজন বসিয়ে সনোমিটার
ব্যবহার করে দেখা যাবে।

শ্রীজয়রের মধ্যস্থিতি হালে একটি ছোট কাগজের টুকরা V আকারে ভাজ করে তাবের উপর বসিয়ে দেয়া হয়। ধরি মা
স্পেচে বিনিষ্ঠ একটি টিউনিং ফর্ককে আঘাত করে কম্পন সঠি হলে সনোমিটার বোর্ডের উপর ধরা হয়। শ্রীজ দুটোকে একটু

টানকা ব্যবহারিক পদার্থবিজ্ঞান

এদিক গুরিয়ে সময় কারতে থাকলে এক সময় কাগজের টুকরাটি পড়ে যায়। এ অবস্থায় টিউনিং ফর্কের কম্পাঙ্কন সংখ্যা ও আলোগিত ভাবের বৃশ্চিন্ম সংখ্যা সমান হয়। অর্থাৎ অনুনাদ সৃষ্টি হয়। একটি সিটার কেলের সাথ্যে ত্রীজ দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বে পরিমাপ করা হয়।

(৩) একই নিয়মে n_2, n_3, n_4 ইত্যাদি কম্পাঙ্কবিশিষ্ট টিউনিং ফর্কের জন্য যথাক্রমে l_1, l_3, l_4 ইত্যাদি অনুনাদী দৈর্ঘ্য পরিমাপ করা হয়। দেখা যায় $n_1l_1 = n_2l_2 = n_3l_3 = \dots =$ প্রদর্শক।

(৪) n কে X-অক্ষ বরাবর এবং t কে Y-অক্ষ বরাবর নির্দেশ করে একটি লেখচিত্র অঙ্কন করা হয়। লেখচিত্রটি একটি আয়তাকৃত পরাবলয় (rectangular hyperbola) হয়।

তৃতীয় সূত্রের প্রমাণ :

(১) সবচেয়ে কম কম্পাঙ্কযুক্ত টিউনিং ফর্ক দেয়া হয়। যাসারে সবচেয়ে কম ভর রেখে সনোমিটারে অনুনাদিক দৈর্ঘ্য (I) নির্ণয় করা হয়। এ দৈর্ঘ্যকে হিল রেখে পরবর্তী কার্যক্রম গ্রহণ করা হয়।

(২) টানকে পরিবর্তন করে প্রত্যেক টিউনিং ফর্কের জন্য উভয় হিল দৈর্ঘ্যে অনুনাদ সৃষ্টি করা হয়।

(৩) টিউনিং ফর্কের কম্পাঙ্ক (n) ও তাদের সংশ্লিষ্ট টানের (T) একটি তালিকা লিপিবদ্ধ করা হয়।

(৪) n^2 বনাম T একটি লেখচিত্র অঙ্কন করা হয়। এটি একটি সরলরেখা হবে।

তৃতীয় সূত্রের প্রমাণ :

(১) সনোমিটারে মূল ভাবে টান প্রয়োগ করা হয় এবং একটি সাহায্যকারী তার নিয়ে এর ওপরে নির্দিষ্ট টান প্রয়োগ করা হয়। তিনটি হয়।

(২) মূল ভাবের একটি নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যের মতো বিশেষ টানযুক্ত সাহায্যকারী তারে অনুনাদিক দৈর্ঘ্য নির্ণয় করা হয়। পাঠের গড় মান বের করা হয়।

(৩) মূল ভাবের পরিবর্তে অপর একটি তার সনোমিটারে বসানো হয়। এ তারে প্রথম ভাবের দৈর্ঘ্য নির্দিষ্ট করা হয় এবং এ দৈর্ঘ্যের জন্য সাহায্যকারী তারের অনুনাদিক দৈর্ঘ্য নির্ণয় করা হয়।

(৪) এভাবে অন্যান্য ভাবের একটি নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যের জন্য সাহায্যকারী তারের অনুনাদিক দৈর্ঘ্য নির্ণয় করা হয়।

(৫) নির্ভুল সাহায্যে প্রতিটি ভাবের একক দৈর্ঘ্যের ভর নির্ণয় করা হয়। একক দৈর্ঘ্যের ভর (m) এবং অনুনাদিক দৈর্ঘ্য

(m) এর তালিকা লিপিবদ্ধ করা হয়।

(৬) m বনাম n একটি লেখচিত্র অঙ্কন করা হয় যা একটি সরল রেখা হবে।

পরীক্ষালক্ষ উপাত্ত (Experimental Data)

(ক) প্রথম সূত্র প্রমাণের পাঠ

ছক - ১

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	টিউনিং ফর্কের কম্পাঙ্ক (n) সংকেত-১	অনুনাদ দৈর্ঘ্য (l) সে.মি.	$nl =$ প্রদর্শক
1			
2			
3			
4			
5			
6			