Chapter-3

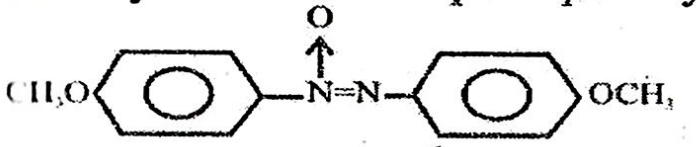
Liquid State
द्रव अवस्था

Q. 1. What are liquid crystals? How are they Classified Defferentiate between smetic and nematic liquid crystals. What are cholesteric liquid crystals.
द्रव मणिभ क्या है? इनका वर्गीकरण कैसे करोगे। स्मेटिक द्रव मणिभ और निमैटिक द्रव मणिभ में अन्तर कीजिए।

[2002,05,06,07,09,10,14,15,17]

Solution : Some substance do not melt directly to a liquid phase. Increasing the temperature they convereted into an intermediate stage, further increase temperatue they, converted intermediate stage to liquid. The intermediate stage is called liquid crystal. It show anisotopy. Anistropy is a property in which liquid show different properties in different diretion. True solution do not show anisotropy because their all properties same in all direction. This is also known as mesomorphic state. Actualy liquid crystals do not show properties like crystal but name liquid crystal is still continue.

P-azoxyanisole is example liquid crystal.



P-ozoxyanisole.

Transition stage is as follow

Solid → liquid crystal → liquid

It means liquid crystal is stable at $84 - 15^0C$

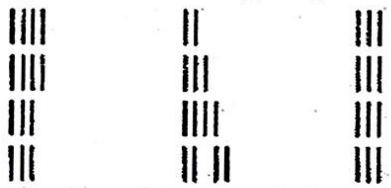
Types

(1) Liquid crystal are three type.

(i) Smetic (ii) Nematic (iii) Cholestric

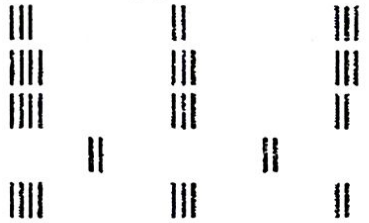
(i) Smetic Liquid Crystal

They are arrange layer by layer. They do not flow as normal liquids. They have limited mobility. The velocity of different layer is different. It is opposite to true liquid. In another word. We can say that this motion is not Newtonian motion. The concept of visocrity is not apply on liquid crystal. When it spread over glass surface it form a series of strata. Their orientation and arrangement is equispaced planes but there is no periodicity.



Smetic liquid crystal

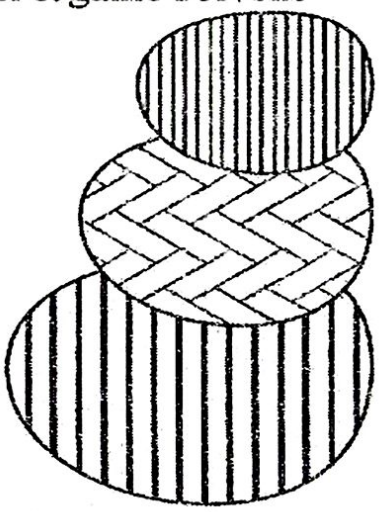
Flow of nematic liquid crystal just as normal liquid. Their flow is Netonion & concept of viscosity is applicable to their flow. In nematic crystal orientation without periodicitity. In plane polarized light substance in nematic phase appear to have thread like structure.



3. Cholestric Liquid Crystals **2017**

Cholesteric liquids have a layer structure like nematic liquid crystal but orientation vary layer to layer. Cholesteric liquid crystals have some properties like nematic & some properties like smetic crystal.

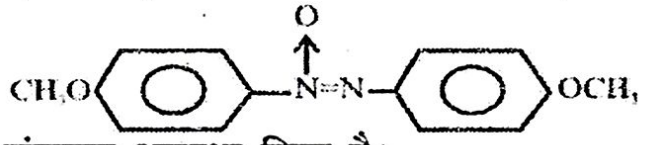
Example—Polyeptide in organic solvent



Cholesteric liquid Crystal

कुछ पदार्थ सीधे नहीं पिघलते हैं। तापमान बढ़ाने पर वे मध्यावस्था में परिवर्तित होते हैं। आगे तापमान बढ़ाने पर मध्यावस्था से होते हुए द्रव में परिवर्तित होते हैं। मध्यावस्था द्रव मणिभ कहलाते हैं। ये एंजाइसोट्रोपी कहलाते हैं। एंजाइसोट्रोपी एक ऐसा गुण है जिसमें द्रव अलग-अलग भागों में अलग-अलग गुण प्रदर्शित करता है। वास्तविक द्रव एंजाइसोट्रोपी के गुण नहीं प्रदर्शित करते हैं क्योंकि सभी दिशाओं में उनके सभी गुण समान होते हैं। इसे मिसोमार्फिक अवस्था भी कहते हैं। वास्तव में द्रव मणिभ रवा जैसे गुण नहीं प्रदर्शित करते हैं लेकिन अभी तक द्रव मणिभ नाम चल रहा है। उदाहरण—

एजीक्लीएनीसोल द्रव गणिम का उदाहरण है।



संक्रमण अवस्था निम्न है।

ठोस ⟶ द्रव मणिभ ⟶ द्रव

प्रकार-द्रव मणिभ तीन प्रकार के होते हैं। (i) स्मेक्टिक (ii) निमैटिक (iii) कोलेस्ट्रिक

(1) स्मेक्टिक द्रव मणिभ—ये परत दर परत लगे रहते हैं। ये सामान्य द्रव जैसे नहीं बहते है। इसकी संचारण सीमित होता है। अलग-अलग परतों का संचारण अलग-अलग होता है। यह वास्तविक द्रव के विपरीत होता है। दूसरे शब्दों में हम कह सकते हैं कि द्रव न्यूटोनियन गति नहीं प्रदर्शित करते हैं। द्रव मणिभ पर श्यानता का संकल्पना नहीं लागू होता

है। ग्लास के परत पर इसे फैलाने पर ये स्ट्रेटा का श्रेणी बना लेते हैं। उनका उदगम और तल समान होता है। इनमें कोई चक नही होता है1

(2) निमैटिक द्रव मणिभ– निमैटिक द्रव का प्रवाह सामान्य द्रव के समान है। इसका प्रवाह न्यूटोनियन होता है। श्यानता का सम्प्रत्य इस पर लागू होता है। निमैटिक मणिभ का अभिविन्यास में क्रम नहीं होता है। प्लेन पोलेराइज्ड प्रकाश में पदार्थ निमैटिक प्रवस्था में धागे के समान दिखायी देते हैं।

(3) कोलेस्टेरिक द्रव मणिभ– कोलेस्टेरिक द्रव मणिभ में निमैटिक द्रव मणिभ के समान परत-संरचना होती है परन्तु ये संरचनाएं परत दर परत बदलती रहती है। कोलेस्टेरिक द्रव मणिभ का कुछ गुण निमैटिक द्रव मणिभ तथा कुछ गुण स्मेटिक द्रव मणिभ के समान होता है। उदाहरण– कार्बिनिक विलायक में पॉलिपेप्टाइड।

Q.No.3. How are intermolecular forces classified? Describe the structure of liquid.
अन्तराणुक बलों का वर्गीकरण कैसे किया जाता है? द्रवों की संरचना का वर्णन करें। **2006,2008,2010,2011,16**

Solution : Intermolecular force in liquid.—Heat of vaporization is a measure of the energy required to separate the molecules of the liquid is known as intermolecular force. There are three types of intermolecular force recognized in liquid crystal.

(1) Vander Waal's force.—Vander Waal's force of attraction act on molecule. Their force arise from the correlation electric motion in neighbouring molecule so that the positive nuclie is one molecule exert on attractive force of the other molecule.

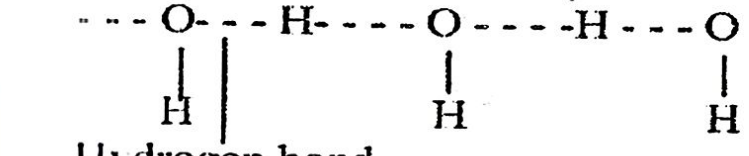
(2) Dipole-Dipole Interaction.—The HCl molecule has electron dot structure indicated below.

H : Cl

Although HCl form a shared pair bond the electronegativity of hydrogen and chlorine are 2.0 and 3.0 respectively. This lead to unequal sharing of electron and molecule becomes dipolar. Because of the unequal distribution of electron in HCl molecule each negative charge chlorine atom tend to be surrounded by the other HCl molecule with positive end. To vaporize such a liquid, we have to work against not only the Vander Waal's but also there dipole-dipole force. Dipole-dipole interaction certainly account of in part of intermolecular force.

(3) Hydrogen bonding.—When a hydrogen atom flanked by the electronegative atoms then a bond formed between hydrogen atom and electroneagive atom this bond is called hydrogen bond.

Water have great tendency to associate to form large molecule:



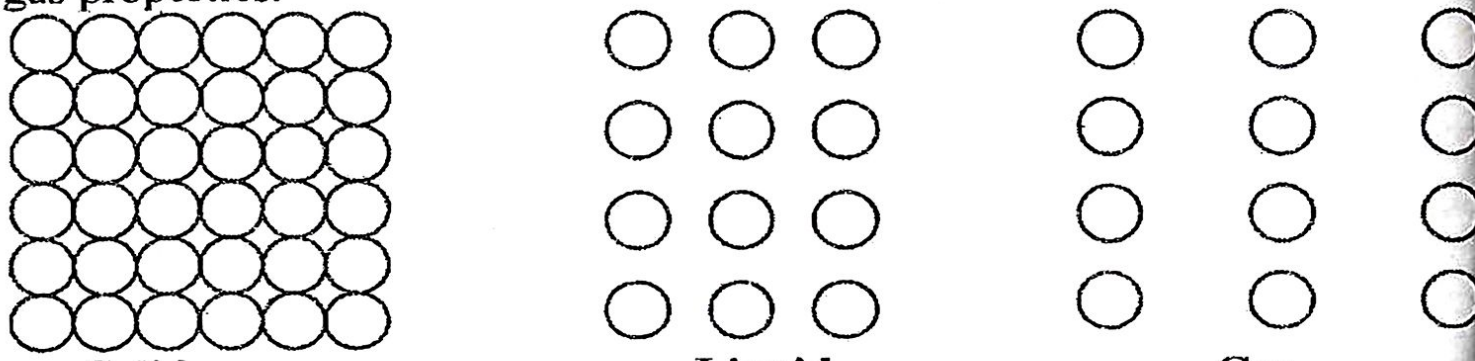
Hydrogen bond

Hydrogen bond is weaker bond. Intermolecular hydrogen bond is responsible for increase in boiling point. Intramolecular hydrogen bond decrease the BP of the molecule.

Structure of Liquid

When gas is gradually coated, it change into the liquid state by condensation. On further cooling the liquid freez into the solid state. On the heating the a solid the reverse change are observed. It means in the liquid present both properties solid and gas.

The cohesion indicate that the solid properties flow and diffuse indicate gas properties.

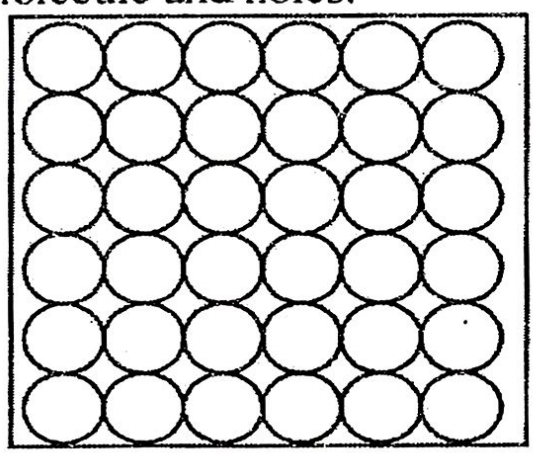


Solid **Liquid** **Gas**

In the solid molecules are compactly arranged. No inter molecular space in the solid. In case of liquid the molecules arrange for a little distance. Very short interval present arrangement of molecule which is smaller than gas but greater than solid. In the gas molecule arranged very large and solid. The intermolecular force between gas molecule is weaker than liquid and solid.

Vacancy theory of liquid

Normally liquid is less dence than the corresponding solid. It means the liquid Gontains more intermolecular space. This space is not uniformaly distribted but is molstly in the form of molecule sized holes, and that liquid is a random mixture of molecule and holes.



Molecule surrounding a hole can jump into it, hence are assumed to be gas like, whereas molecule not in contact with hole are solid like. Therefore property of liquid is mixed of property of solid and gas.

द्रव में अन्तराणुक बल

वाष्पीकरण उष्मा द्रवों के अणुओं को अलग करता है इसे अन्तराणुक बल कहते हैं। द्रवों में तीन तरह के अन्तराणुक बल होते हैं।

(1) वाउन्डरववाल बल—वाउन्डरवाल बल द्रवों के अणुओं के बीच लगता है। यह बल आस-पास के अणुओं के इलेक्ट्रोनिक गति से उत्पन्न होता है जिससे कि एक अणु का धनात्मक नाभिक दूसरे को आकर्षित करें!

(2) द्विध्रुव द्विध्रुव आकर्षण—HCl अणु का इलेक्ट्रॉन डॉट संरचना नीचे दिया गया है।

H ẋ C̣l :

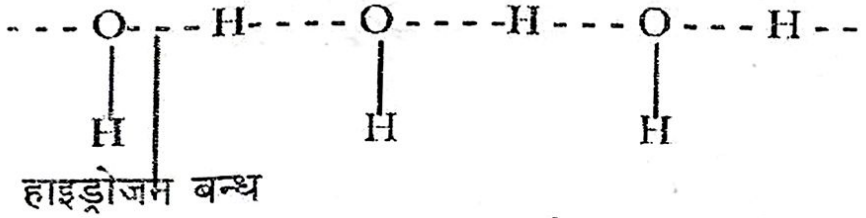
यद्यपि HCl सहसंयोजक बन्ध से बना होता है, हाइड्रोजन तथा क्लोरीन की विद्युत ऋणात्मकता क्रमशः 2.0 और 3.0 है। इससे इलैक्ट्रॉनों का विभाजन असमान होता है तथा अणु 'द्विध्रुवी हो जाता है। इलेक्ट्रॉनों के असमान वितरण के कारण प्रत्यैंक क्लोरीन परमाणु अन्य HCl अणु के धनात्मक छोर से बंधा रहता है। इस तरह के अणुओं को वाष्पित करने के लिए न केवल वान्डर वॉल बन्ध को तोड़ना पड़ता है बल्कि द्विध्रुव-द्विध्रुव आकर्षण को भी तोड़ना रहता है।

द्विध्रुव-द्विध्रुव आकर्षण निश्चय ही आन्ताण्विक बल का भाग है।

(3) हाइड्रोजन बन्ध—जब हाइड्रोजन परमाणु दो विद्युत ऋणात्मक परमाणुओं से बंधा हो तो हाइड्रोजन तथा एक विद्युत ऋणात्मक तत्व के बीच में एक बन्ध बन जाता है जिसे हाइड्रोजन बन्ध कहते हैं।

अन्तराणुक हाड्रोजन बन्ध के कारण जल के अणुओं में आकर्षण का गुण होता है।

हाइड्रोजन बन्ध



हाइड्रोजन बन्ध एक कमजोर बन्ध है। अन्तरा-अणुक हाइड्रोजन बन्ध क्वथनांक बढ़ा देता है। अन्तः अणुक हाइड्रोजन बन्ध क्वथनांक घटाने का काम करता है।

द्रव का संरचना

जब गैस को ठण्डा किया जाता है तो धीरे-धीरे द्रवित हो जाता है। आगे ठण्डा करने पर ये द्रव ठोस में बदल जाते हैं। गर्म करने पर ठोस उल्टे क्रम में बदलता है। अतः द्रव में दोनों गैस तथा ठोस का गुण मौजूद रहता है।

संसजकता ठोस गुण को दर्शाता है, बहाव तथा विसरण गैसीय गुण को प्रदर्शित करती है।

ठोस में अणु पास-पास लगे रहते हैं। ठोस मे कोई अन्तरा-अणुक जगह नहीं होता है। द्रव में अणु यदि जगह पर होते हैं। अणुओं के व्यवस्था में बहुत कम गैप होता है जो ठोस से अधिक तथा द्रव से कम होता है। गैस के अणुओं में बहुत अधिक दूरियाँ होती हैं। द्रव तथा ठोस के तुलना में। अन्तराण्विक बल गैसों में द्रव तथा ठोस के तुलना में कम होता है!

द्रवों का रिक्ती सिद्धान्त

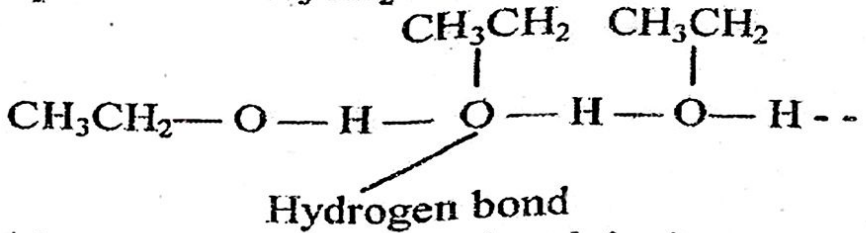
सामान्यतः द्रव ठोसों से कम घना होता है। अतः द्रव में अधिक अन्तराण्विक स्थान होता है। ये स्थान एक समान रुप से नही वितरीत रहते हैं बल्कि अणु के अकार होल के रूप में अधिक होते हैं। ये द्रव ठोस तथा अणु का असमान्य मिश्रण होता है।

होल के चारों तरफ के अणु होल में कूद जाते हैं अतः ये गैसे के तरह व्यवहार करत ह जबकि जो अणु होल के समीप नहीं होता है वे ठोस जैसे गुण प्रदर्शित करते हैं। अतः द्रवों में गैसों तथा ठोसों के गुण मिश्रित होता है।

Q. 4. Explain type of molecular forces that are exhibited in liquid state of CH_3CH_2OH and C_6H_6.
उस प्रकार के अन्तराअणुक बलों को समझाये जो CH_3CH_2OH और C_6H_6 की द्रव प्रावस्था में प्रदर्शित होती है। **[2005]**

Solution:

Vander Waal's force of attraction, dipole-dipole interaction, hydrogen bond present in CH_3CH_2OH molecule.

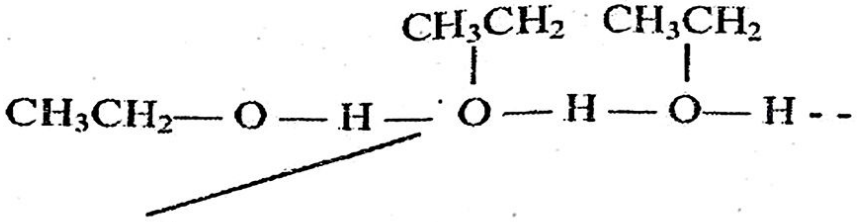


There is no hydrogen bond in benzene molecule because, here no attachment of electronegative atom and hydrogen. We know that Vander Waal's force out on surface between two molecule.

Boiling point of CH_3CH_2OH will be high and boiling point of benzene will be low.

Hydrogen bonding increase the boiling point of the CH_3CH_2OH.

वान्डरवाल आकर्षण बल, द्विध्रुव-द्विध्रुव आकर्षण बल, हाइड्रोजन बन्ध CH_3CH_2OH में पाये जाते हैं।



बेन्जिन में हाइड्रोजन बन्ध नहीं पाया जाता है क्योंकि यहाँ हाइड्रोजन किसी ऋणविद्युतीय परमाण से नहीं जुड़ा रहता है। हम जानते हैं कि वान्डरवाल बल अणुओं के तलों के बीच लगता है अतः बेन्जिन में वान्डरवाल बल लगेगा

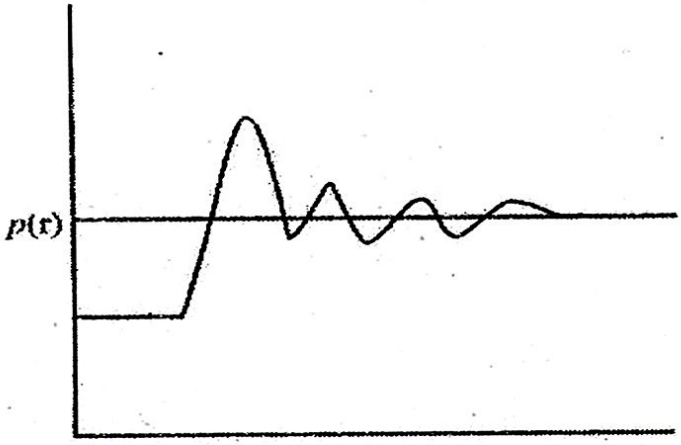
CH_3CH_2OHका B.P. अधिक होता है तथा बेन्जिन का B.P. कम होता है।

हाइड्रोजन बन्ध B.P. बढ़ा देता है।

Q. 5. What are radial distribution function? How does it is used for elucidation of structure of liquid.
त्रेज्यिक वितरण फलन क्या है? यह द्रव की संरचना स्पष्ट करने के लिए कैसे प्रत्युक्त होते हैं? **2005, 2007, 2011,2016,17**

Solution:

The radial distribution function specifies the no. of atom or molecule to be found at any distance, r from on arbitrarily chosen molecule. In fig. the structure of a liquid is represented by ploting the no. of density, ρ (r) the number of molecules per unit volume at distance r of the molecules for any distance r.



In perfect crystal radial distribution functioin is a periodic array of sharp pickes, representing the certainty that molecules lie at difinit locations. This regularity continue out of crystal edges, so we can say that crystal has long range order. When crystal melt long-range order is lost and wherever we look at long distance from given molecule, there is equal probability of finding a second molecule. Close to the first molecule, though, the nearest neighbours might still adopt approximately their original relative position and even if they displaced by newcomers, the new particle might adopt their vacated positions. It is still possible to defect a sphere of nearest neighbours at a distance r, and perhaps beyond them a sphere of a next nearest neighbours at r_2. The existance of this short-range order means that the radial distribution function can be expected to oscillate at short distance, with a peak at r_1, a smaller peak at r_2 and perhaps some more structure beyond this.

In case of liquid potassium., a potassium atom has a neighbour situated at a distance of about $4.5A^0$ whereas the nearest neighbour distance in case of liquid mercury is about $3A^0$. In case of liquid water, the nearest neighbours are about e.g. A^0 apart.

Q. 6. Describe the principles of working of a liquid crystal all.
द्रव क्रिस्टल सेल के कार्य करने का वर्णन कीजिए। [2009]

Solution : Liquid crystals applicable due to its anisotropic optical properties. Because by weak magnetic field, elecrtrical field change its configuration.

Liquid crystal widly used in liquid crystal display (LCD) which is found in watch, calculater, laptop computer screen.

There are following main applications of liquid crystal.

(1) Seven segment cell.—This is use in digital clock, calculator etc. for exhibit different digits. We take seven nematic crystal for this. Each liquid crystal act as an electrode which is known as liquid crystal electrode (LCE). It is arranged as follow—

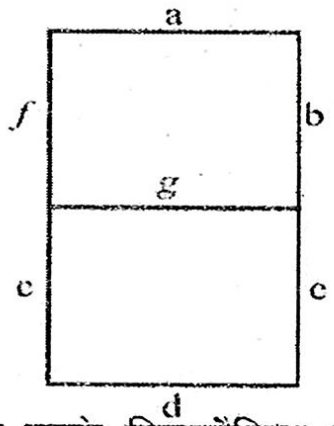
Put a thin film between transparent electrode. It put on a glass in specified manner. Provide very low voltage to each electrode. Only there LCE glow which is provided energy and make a special digit (0 to 9)

For example—For zero we have give energy to a, b, c, d, e, f. This, for one we have to give energy b and c, for 2 give energy a, b, g, e and d.

There cells consume very low energy.

(2) Thermography.—When change the temperature of cholestric liquid then change the colour of reflected light. This change happen red to violet colour. The colour change is reversible. Mean liquid crystal cool then change of colour just opposite to order of change of colour when heat. This

specic property is known as thermogrpahy. This technique is applicable for tumours, cancer etc.



द्रव क्रिस्टलों के मुख्य अनुप्रयोग इनके विषमदैशिक प्रकाशिक गुण के कारण होते हैं क्योंकि दुर्बल चुम्बकीय, वैद्युत या प्रकाशित क्षेत्र द्वारा इसके अभिविन्यास के क्रम में बड़ी संफलतापूर्वक परिवर्तन किया जा सकता है।

द्रव क्रिस्टल कां सबसे अधिक प्रयोग द्रव किस्टल प्रदर्श (LCD) में किया जाता है जिसे घड़ी कैल्कूलेटर या लैपटॉप के पर्दे पर देखते हैं।

(1) सात खण्ड सेल—यह एक ऐसी युक्ति है जिसका उपयोग हाथ की डिजीटल घड़ी , कैल्कूलेटर आदि में विभिन्न अंकों दर्शाने के लिए किया जाता है। इसके लिए हम सात नेमेटिक द्रव क्रिस्टल लेते हैं। प्रत्येक द्रव क्रिस्टल एक इलेट्रोड की भाँति कार्य करता है जिसे द्रव क्रिस्टल इलेक्ट्रोड (LCE) कहते हैं। इसे निम्न प्रकार व्यवस्थित करते हैं,

पारदर्शी इलेक्ट्रोडों के मध्य द्रव क्रिस्टल की एक पतली परत रखते हैं। इनको काँच पर एक विशेष प्रकार से रखते हैं। प्रत्येक सेल को बहुत कम वोल्टेज देते हैं। जिसे LCE को वैद्युत ऊर्जा देते हैं केवल वही चमकने लगता है तथा विशेष अंक (0से 9) तक बनना है। उदाहरण 'O' के लिए a, b, e, d, e तथा f को वैद्युत ऊर्जा देते हैं। दो के लिए a, b, g, e तथा d को वैद्युत ऊर्जा देते हैं।

इसका सबसे बड़ा लाभ यह है कि ये सेल बहुत कम ऊर्जा व्यय करते हैं।

(2) उष्मा लेखन—जब कोलेस्टरी द्रव क्रिस्टल का ताप परिवर्तन करते हैं तो परावर्ती प्रकाश के रंग में परिवर्तन होता है। यह परिवर्तन लाल से बैंगनी रंग तक होता है। यह रंग परिवर्तन उत्क्रमणीय होता है। अर्थात् जब द्रव क्रिस्टल को गर्म करते हैं तो जिस क्रम में रंग परिवर्तन होता है ठीक उसका उल्टा रंग परिवर्तन द्रव क्रिस्टल को ठण्डा करने पर होता है। इस विशिष्ट गुण को उष्मा लेखन कहते हैं। इस गुण का उपयोग अर्बुद, कैसर आदि का पता लगाने के लिए किया जाता है।

Q. 7. Write caloric equation of state for a liquid.
किसी द्रव के लिए कैलोरिक समीकरण लिखिये।

Solution: Coloric equation for a liquid is given below.

किसी द्रव के लिए कैलोरिक समीकरण निम्न है—

Er = Kinetic energy + potential energy

$$E_T = \frac{3}{2}RT - \frac{}{v}$$

Where a = Vander Waal constant

V = Volume of liquid

जहाँ a = वान्डरवाल स्थिरांक

v = द्रव का आयतन