COLLIGATIVE PROPERTIES OF WATER

The property of a solution that is dependent on the ratio between the total numbers of solute particles (in the solution) to the total number of solvent particles is called its colligative property.

Colligative properties are not dependent on the chemical nature of the solution's components. Thus, colligative properties can be linked to several quantities that express the concentration of a solution, such as molarity, normality, and molality.

The four colligative properties of a solution are:

- ✓ Relative lowering of vapour pressure
- ✓ Boiling point elevation (rise)
- ✓ Freezing point depression (lowering)
- ✓ Osmotic pressure

We can further consider colligative properties as those properties that are obtained by the dissolution of a non-volatile solute in a volatile solvent. Generally, the solvent properties are changed by the solute where its particles remove some of the solvent molecules in the liquid phase. This also results in the reduction of the concentration of the solvent. Colligative properties are said to be inversely proportional to the solute molar mass.

Examples of Colligative Properties

1. If we add a pinch of salt to a glass full of water its freezing temperature is lowered considerably than the normal temperature. Its boiling temperature is also increased and the solution will have a lower vapour pressure. There are changes in its osmotic pressure as well.

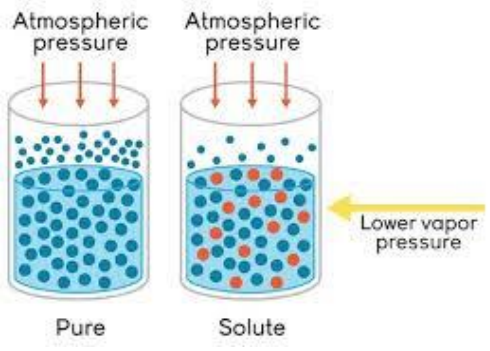
2. If we add alcohol to water, the solution's freezing point goes down below the normal temperature that is observed for either pure water or alcohol.

Types of Colligative Properties of Solution

The different types of colligative properties of a solution are -

1. Lowering of Vapour Pressure

In a pure solvent, the entire surface is occupied by the molecules of the solvent. If a non-volatile solute is added to the solvent, the surface now has both solute and solvent molecules; thereby fraction of surface covered by solvent molecules gets reduced. Since the vapour pressure of the solution is solely due to solvent, at the same temperature the vapour pressure of the solution is found to be lower than that of the pure solvent. https://byjus.com/jee/colligative-properties/



If P_0 is the vapour pressure of pure solvent and Ps is the vapour pressure of the solution. The difference Po – Ps is termed as lowering in vapour pressure. The ratio Po – Ps / Po is known as the relative lowering of vapour pressure.

2. Elevation in Boiling Point

The boiling point of a liquid is the temperature at which the vapour pressure is equal to atmospheric pressure. We know that on the addition of a non-volatile liquid to a pure solvent, the vapour pressure of a solution decrease. Therefore to make vapour pressure equal to atmospheric pressure we have to increase the temperature of the solution. The difference in the boiling point of the solution and the boiling point of the pure solvent is termed as elevation in boiling point.

If T^0b is the boiling point of the pure solvent and Tb is the boiling point of the solution then elevation in boiling point is given as

$\Delta Tb = T^0b - Tb$

3. Depression in Freezing Point

The freezing point of a substance is defined as the temperature at which the vapour pressure of its liquid is equal to the vapour of the corresponding solid. According to Raoult's law when a non-volatile solid is added to the solvent its vapour pressure decreases and now it would become equal to that of solid solvent at a lower temperature. The difference between the freezing point of the pure solvent and its solution is called depression in freezing point.

If T^0_f is the boiling point of the pure solvent and T_f is the boiling point of the solution then depression in freezing point is given as

$\mathbf{\Delta T_f = T^0_f - T_f}$

4. Osmotic Pressure

When a semipermeable membrane is placed between a solution and solvent, it is observed that solvent molecules enter the solution through the semipermeable membrane and the volume of the solution increases. The semi-permeable membrane allows only solvent molecules to pass through it but prevents the passage of bigger molecules like solute. This phenomenon of the spontaneous flow of solvent molecules through a semipermeable membrane from a pure solvent to a solution or from a dilute to a concentrated solution is called osmosis.

The flow of solvent molecules through the semipermeable membrane can be stopped if some extra pressure is applied from the solution side. This pressure that just stops the flow of solvent is called osmotic pressure of the solution.

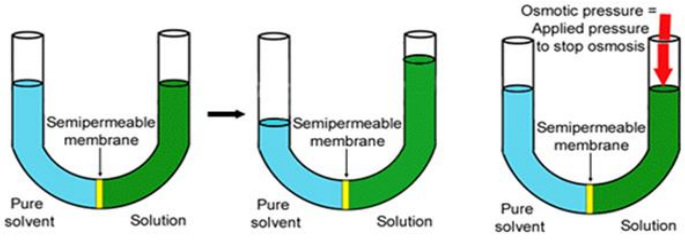


Illustration https://byjus.com/jee/colligative-properties/

Osmotic pressure is a colligative property as it depends on the number of solute present and not on the nature of the solute.

Different types of Solutions

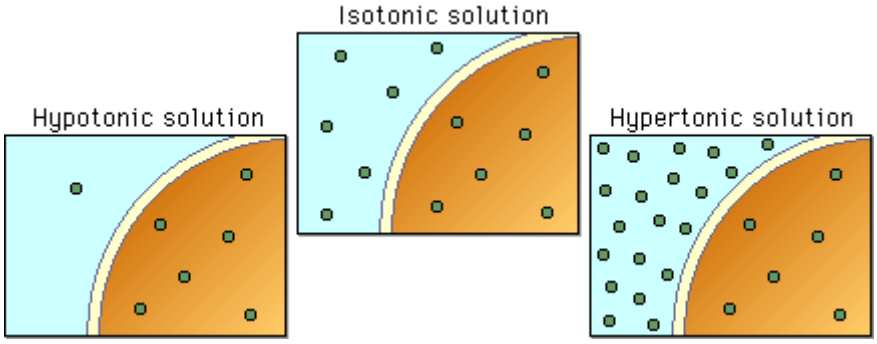


illustration https://byjus.com/jee/colligative-properties/

- Isotonic solution: Two solutions having the same osmotic pressure at a given temperature are known as an isotonic solution. When such solutions are separated by a semi-permeable membrane than there is no osmosis.
- Hypotonic solution: A hypotonic solution has a lower osmotic pressure than that of the surrounding, i.e, the concentration of solute particles is less than that of the surrounding. If the hypotonic solution is separated by semipermeable membrane then water moves out of the hypotonic solution.
- Hypertonic solution: A hypertonic solution has a higher osmotic pressure than that of the surrounding, i.e, the concentration of solute particles is more than that of the surrounding. If the hypertonic solution is separated by semipermeable membrane then water moves inside the hypertonic solution.

Water as a solvent

- Solubility depends on the ability of a solvent to interact with a solute more strongly than solute particles interact with each other.
- Water is said to be a universal solvent because it dissolves more types of substances and in greater amounts than any other solvent.
- The polar character of water makes it an excellent solvent for polar and ionic materials, which are said to be Hydrophilic
- On the other hand, non-polar substances are virtually insoluble in water and are described as hydrophobic.
- Nonpolar substances dissolve in nonpolar solvents such as CCl_4 and hexane. (Like dissolves like)
- Most biological molecules have polar and nonpolar segments and are therefore simultaneously hydrophilic and hydrophobic. Such molecules are called Amphiphilic and Amphipathic. example - fatty acid

Reference Books : Fundamentals of Biochemistry – J.L. Jain
Fundamentals of Biochemistry- Donald Voet et al.
Principles of Biochemistry – Lehninger

पानी के अणुसंख्य गुणधर्म

एक विलयन ता **गुणधर्म,** जो विलेय कणों की कुल संख्या के बीच के अनुपात में विलेय कणों की कुल संख्या के बीच के अनुपात पर निर्भर करता है, **अणुसंख्य गुणधर्म** कहलाता है ।

कोलीगेटिव गुण विलयन के घटकों की रासायनिक प्रकृति पर निर्भर नहीं हैं । इस प्रकार, संपार्श्विक गुणों को कई मात्राओं से जोड़ा जा सकता है जो एक विलयन की एकाग्रता को व्यक्त करते हैं, जैसे कि दाढ़ता, सामान्यता, और मातृत्व।

एक विलयन के चार **अणुसंख्य गुण** हैं:

- ✓ वाष्प दबाव के आपेक्षिक अवनमन
- ✓ कथनांक में उन्नयन (वृद्धि)
- ✓ हिमांक बिंदु अवनमन (कम होना)
- ✓ **परासरण दाब**

हम आगे के गुणक पर विचार कर सकते हैं क्योंकि वे गुण जो एक वाष्पशील विलायक में गैर-वाष्पशील विलेय के विघटन से प्राप्त होते हैं। आमतौर पर, विलायक के गुणों को विलेय द्वारा बदल दिया जाता है, जहां इसके कण तरल चरण में विलायक के कुछ अणुओं को हटा देते हैं। इसके परिणामस्वरूप विलायक की एकाग्रता में कमी आती है। **अणुसंख्य** गुणों को विलेय दाढ़ द्रव्यमान के व्युत्क्रमानुपाती कहा जाता है।

Colligative Properties के उदाहरण हैं

1. यदि हम एक गिलास पानी में नमक की एक चुटकी डालते हैं, तो इसका तापमान सामान्य तापमान से काफी कम हो जाता है। मैं ts उबलते तापमान में भी वृद्धि हुई है और समाधान में वाष्प का दबाव कम होगा। इसके **परासरण** दबाव में भी बदलाव होते हैं।

2. मैं पानी में अल्कोहल मिलाता हूं , विलयन का हिमांक सामान्य तापमान से नीचे चला जाता है जो कि शुद्ध पानी या शराब के लिए मनाया जाता है।

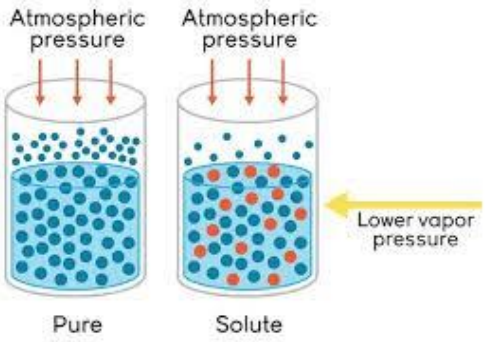
विलयन के सहयोगात्मक गुणों के प्रकार

किसी विलयन के विभिन्न गुणधर्म गुण हैं -

1. वाष्प दबाव के आपेक्षिक अवनमन

एक शुद्ध विलायक में, संपूर्ण सतह विलायक के अणुओं द्वारा कब्जा कर ली जाती है। यदि एक गैर वाष्पशील विलेय को विलायक में जोड़ा जाता है, तो सतह में अब विलेय और विलायक दोनों अणु होते हैं; इससे विलायक के अणुओं द्वारा ढकी गई सतह का अंश कम हो जाता है। चूँकि , विलायक का वाष्प

दाब केवल विलायक के कारण होता है, उसी तापमान पर विलयन का वाष्प दाब विशुद्ध विलायक की तुलना में कम पाया जाता है।



यदि P_0 शुद्ध विलायक का वाष्प दाब है और Ps विलयन का वाष्प दाब है। अंतर पो - Ps को वाष्प दाब में कमी के रूप में कहा जाता है। अनुपात - Ps / Po को वाष्प दाब के सापेक्ष कम होने के रूप में जाना जाता है।

2. कथनांक में उन्नयन

तरल का कथनांक वह तापमान होता है जिस पर वाष्प का दबाव वायुमंडलीय दबाव के बराबर होता है। हम जानते हैं कि शुद्ध विलायक में एक गैर-वाष्पशील तरल के अलावा, एक समाधान का वाष्प दबाव कम हो जाता है। इसलिए वायुमंडलीय दबाव के बराबर वाष्प दबाव बनाने के लिए हमें विलयन का तापमान बढ़ाना होगा। विलयन के क्वथनांक और शुद्ध विलायक के क्वथनांक में अंतर को क्वथनांक में उत्थान कहा जाता है।

यदि टी ^{0}बी शुद्ध विलायक का क्वथनांक है और टीबी घोल का क्वथनांक है तो क्वथनांक में उभार इस प्रकार दिया जाता है

Λ टीबी = टीबी^{0}-टीबी

3. हिमांक बिंदु अवनमन

किसी पदार्थ के हिमांक को उस तापमान के रूप में परिभाषित किया जाता है, जिस पर उसके तरल का वाष्प दबाव समान ठोस के वाष्प के बराबर होता है। राउल्ट के नियम के अनुसार जब एक गैर-वाष्पशील ठोस को विलायक में जोड़ा जाता है तो उसका वाष्प दबाव कम हो जाता है और अब यह कम तापमान पर ठोस विलायक के बराबर हो जाएगा । शुद्ध विलायक के हिमांक और इसके विलयन के बीच के अंतर को हिमांक बिंदु अवनमन कहा जाता है।

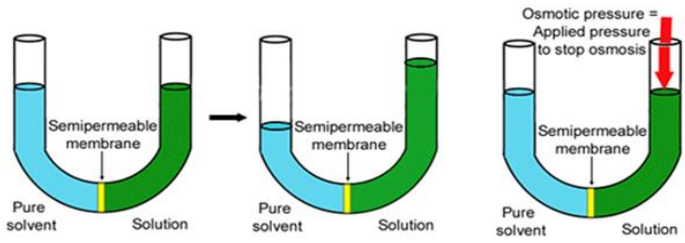
यदि T^0_f शुद्ध विलायक का क्वथनांक है और T_f विलयन का क्वथनांक है तो हिमांक में अवसाद निम्नानुसार है।

Δ टी $_{\text{च}}$ = टी $^{0}_{\text{एफ}}$ टी $_{\text{च}}$

4. परासरण दाब

जब एक विलयन और विलायक के बीच एक अर्धवृत्ताकार झिल्ली रखी जाती है, तो यह देखा जाता है कि विलायक के अणु अर्धवृत्तीय झिल्ली के माध्यम से विलयन में प्रवेश करते हैं और विलयन की मात्रा बढ़ जाती है। अर्ध-पारगम्य झिल्ली केवल विलायक अणुओं को इसके माध्यम से पारित करने की अनुमति देता है लेकिन विलेय जैसे बड़े अणुओं के पारित होने से रोकता है। शुद्ध विलायक से एक समाधान के लिए या एक तनु से एक संकेंद्रित झिल्ली तक विलायक अणुओं के सहज प्रवाह की इस घटना को ओस्मोसिस कहा जाता है।

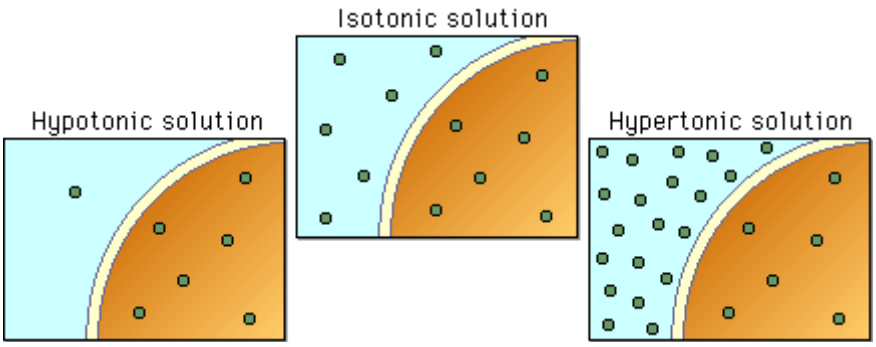
अगर विलयन की ओर से कुछ अतिरिक्त दबाव लागू किया जाता है, तो अर्धचालक झिल्ली के माध्यम से विलायक अणुओं के प्रवाह को रोका जा सकता है। यह दबाव जो बस विलायक के प्रवाह को रोकता है, विलयन का **परासरण** दबाव कहा जाता है।



चित्रण https://byjus.com/jee/colligative-properties/

आसमाटिक दबाव एक संपीडित गुण है क्योंकि यह विलेय की संख्या पर निर्भर करता है और विलेय की प्रकृति पर नहीं।

विभिन्न प्रकार के विलयन



चित्रण https://byjus.com/jee/colligative-properties/

- आइसोटोनिक विलयन : एक निश्चित तापमान पर एक ही आसमाटिक दबाव होने दो विलयन एक isotonic विलयन के रूप में जाना जाता है। जब इस तरह के समाधान अर्ध-पारगम्य झिल्ली द्वारा अलग किए जाते हैं, तो कोई परासरण नहीं होता है।

• हाइपोटोनिक विलयन : एक हाइपोटोनिक विलयन में आस-पास की तुलना में कम आसमाटिक दबाव होता है , अर्थात , विलेय कणों की सांद्रता आसपास की तुलना में कम होती है। यदि हाइपोटोनिक घोल को सेमिपरमेबल मेम्ब्रेन द्वारा अलग किया जाता है तो हाइपोटोनिक विलयन से पानी निकल जाता है।

• हाइपरटोनिक विलयन : एक हाइपरटोनिक विलयन में आस-पास की तुलना में एक उच्च आसमाटिक दबाव होता है , अर्थात , विलेय कणों की सांद्रता आसपास की तुलना में अधिक होती है। यदि हाइपरटोनिक विलयन को सेमिपरमेबल झिल्ली द्वारा अलग किया जाता है तो पानी हाइपरटोनिक विलयन के अंदर चला जाता है।

एक विलायक के रूप में पानी

• घुलनशीलता एक विलायक की क्षमता पर निर्भर करती है कि वह विलेय के साथ अधिक मजबूती से सहभागिता दिखाएगा एक विलेय की दूसरे विलेय के साथ विलेयता की तुलना में ।

• पानी को एक सार्वभौमिक विलायक कहा जाता है क्योंकि यह किसी भी अन्य विलायक की तुलना में अधिक प्रकार के पदार्थों और अधिक मात्रा में घुल जाता है।

• पानी का ध्रुवीय चरित्र इसे ध्रुवीय और आयनिक सामग्रियों के लिए एक उत्कृष्ट विलायक बनाता है, जिन्हें हाइड्रोफिलिक कहा जाता है

• दूसरी ओर, गैर-ध्रुवीय पदार्थ वस्तुतः पानी में अघुलनशील होते हैं और इन्हें हाइड्रोफोबिक कहा जाता है।

• अध्रुवीय पदार्थ अध्रुवीय विलायक जैसे CCl_4 और हेक्सेन में घुलते हैं।

• अधिकांश जैविक अणुओं में ध्रुवीय और अध्रुवीय खंड होते हैं और इसलिए एक साथ हाइड्रोफिलिक और हाइड्रोफोबिक होते हैं। इस तरह के अणुओं को एम्फीफिलिक और एम्फीपैथिक कहा जाता है। उदाहरण - फैटी एसिड

संदर्भ पुस्तकें: (केवल अंग्रेजी में उपलब्ध है)

Fundamentals of Biochemistry – J.L. Jain
Fundamentals of Biochemistry- Donald Voet et al.
Principles of Biochemistry – Lehninger