



GOVERNMENT OF ANDHRA PRADESH
COMMISSIONERATE OF COLLEGIATE EDUCATION



సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రత

(Critical Solution Temperature)

Learn more at: <http://ccelms.ap.gov.in>

అభ్యసన లక్ష్యాలు

1. పరిచయం
2. గరిష్ఠ సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రతా ద్రవ యుగ్మాలు
3. కనిష్ఠ సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రతా ద్రవ యుగ్మాలు
4. కనిష్ఠ మరియు గరిష్ఠ సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రతలు గల ద్రవ యుగ్మాలు

పరిచయం

విభిన్న ద్రవాలు ఒకదానితో ఒకటి పరిమిత పరిమాణంలో కలిస్తే వాటిని **పాక్షిక మిశ్రణీయ ద్రవాలు** (partially miscible liquids) అంటారు. ఉదాహరణకు ఈథర్ నీటిలో పాక్షికంగా కరుగుతుంది. నీరు, ఈథర్ లో పాక్షికంగా కరుగుతుంది. ఈథర్ లో 1.2% నీరు, నీటిలో 6.5% ఈథర్ కరుగుతాయి.

సమాన ఘనపరిమాణం గల ఈథర్ మరియు నీటి మిశ్రమంను పరీక్ష నాళికలో తీసుకుని బాగా కుదిపినపుడు రెండు ద్రవ ప్రావస్థలు (two liquid layers) ఏర్పడతాయి. ఒకటి నీరు, ఈథర్ లో కరుగుట వలన ఏర్పడినది. రెండవది ఈథర్, నీటిలో కరుగుట వలన ఏర్పడినది. ఒకదానితో ఒకటి సమతాస్థితి లో ఉన్న ఈ ద్రావణాలను **సంయుగ్మ ద్రావణాలు** (conjugate solutions) అంటారు.

పాక్షిక మిశ్రణీయ ద్రవాల మిశ్రణీయత ఉష్ణోగ్రత తో మార్పు చెందుతుంది. పాక్షిక మిశ్రణీయ ద్రవాలు పూర్ణ మిశ్రణీయ ద్రవాలు (completely miscible liquids) గా మారే ఉష్ణోగ్రతను **సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రత** (Critical Solution Temperature (CST) అంటారు. సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రతను బట్టి పాక్షిక మిశ్రణీయ ద్రవయుగ్మాలను మూడు రకాలుగా వర్గీకరించారు.

- I. గరిష్ఠ సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రతా ద్రవయుగ్మాలు (Upper CST)
- II. కనిష్ఠ సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రతా ద్రవయుగ్మాలు (Lower CST)
- III. గరిష్ఠ మరియు కనిష్ఠ సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రతా ద్రవయుగ్మాలు (Upper & Lower CST)

1. గరిష్ఠ- సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రతా ద్రవయుగ్మాలు (Upper CST)

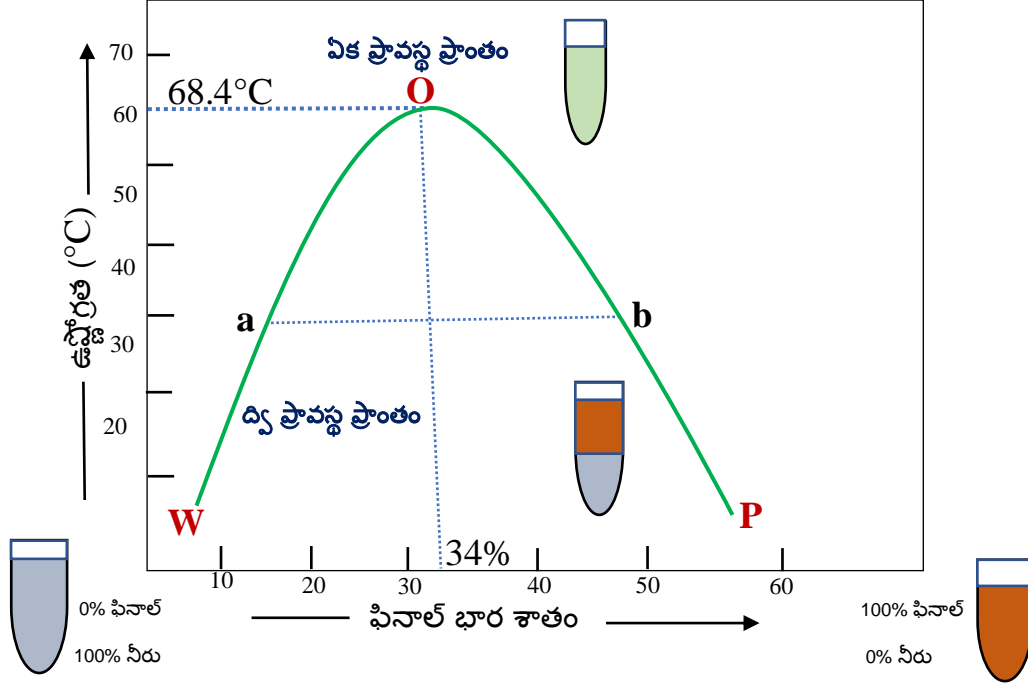
(ఉదా.: ఫినాల్ - నీరు వ్యవస్థ)

A, B అను రెండు ద్రవాలను గిలకరించినప్పుడు A, B ద్రవంలోను, B, A ద్రవంలోను కరుగుతూ రెండు ద్రవ మిశ్రమాలు ఏర్పడతాయి. ఈ రెండూ సంతృప్త ద్రావణాలే. ఉష్ణోగ్రతను పెంచినప్పుడు ఆయా ద్రవాల ద్రావణీయతలు క్రమంగా పెరుగుతాయి.

ఉదాహరణకు ఫినాల్ కు నీటిని కలిపినప్పుడు రెండు ద్రవ ప్రావస్థ లు ఏర్పడతాయి. (1) నీరు ఫినాల్ యందు కరుగగా ఏర్పడిన సంతృప్త ద్రావణం, (2) ఫినాల్ నీటి యందు కరుగగా ఏర్పడిన సంతృప్త ద్రావణం.

- ✚ సాధారణ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద నీటికి ఫినాల్ ను చేర్చినప్పుడు 8% వరకు ఫినాల్ నీటిలో కరుగుతుంది.
- ✚ మరికొంత ఫినాల్ ను చేర్చితే రెండు భిన్నమైన ద్రవ పొరలు ఏర్పడతాయి. రెండు విభిన్న సంఘటనములున్న ద్రావణాలు పరస్పరం సమతాస్థితి (equilibrium state) లో ఉన్నప్పుడు వాటిని సంయుగ్మ ద్రావణాలు (conjugate solutions) అంటారు.
- ✚ ఉష్ణోగ్రత ను పెంచిన కొద్దీ నీటి యందు ఫినాల్ ద్రావణీయత అదేవిధంగా ఫినాల్ నందు నీటి ద్రావణీయతలు పెరుగుతాయి.
- ✚ ఏదో ఒక ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఈ సంయుగ్మ ద్రావణాలు సజాతీయంగా కలిసిపోతాయి.

✚ ఈ ఉష్ణోగ్రతను ఫినాల్ - నీటి వ్యవస్థ యొక్క సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రత లేదా సహద్రావిత ఉష్ణోగ్రత (Critical Solution Temperature or consolute temperature) అంటారు.



- ✚ అనగా ఉష్ణోగ్రతను 68.4°C పెంచినప్పుడు ఫినాల్, నీరు పరస్పరం అన్ని సంఘటనలలో పూర్తిగా కలిసిపోయి వ్యవస్థలో ఒకే ప్రావస్థను మిగులుస్తాయి.
- ✚ ఈ విలువ దగ్గర సంఘటనం 34% ఫినాల్ మరియు 66% నీరు.
- ✚ ఈ ఉష్ణోగ్రతకు మించిన ఉష్ణోగ్రతలలో రెండు ద్రవాలు అన్ని సంఘటనలలోనూ సంపూర్ణ మిశ్రిత ద్రవయుగ్మం (completely miscible solution) గా ఏర్పడతాయి.
- ✚ ఉష్ణోగ్రతను బట్టి నీరు- ఫినాల్ ల పరస్పర ద్రావణీయత లోని మార్పును పై పటంలో చూడవచ్చు.

- ✚ నీటి లో ఫినాల్ ద్రావణీయత ఉష్ణోగ్రత తో పాటు పెరుగుతున్నట్లు **WO** వక్రం, ఫినాల్ లో నీటి ద్రావణీయత ఉష్ణోగ్రతతో పాటు పెరుగుతున్నట్లు **OP** వక్రములు తెలుపుతాయి.
- ✚ ఈ రెండు వక్రాలు **O** వద్ద కలిశాయి. ఇది సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రత.
- ✚ T అనే ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఒక సంధిరేఖ గీస్తే అది వక్రాన్ని **a, b** ల మధ్య ఖండిస్తుంది.
- ✚ '**a**' నీరు ఎక్కువగా ఉన్న (ద్రావణిగా ఉన్న) ప్రావస్థ సంఘటనాన్ని తెలియపరిస్తే '**b**' ఫినాల్ ద్రావణిగా ఉన్న ప్రావస్థ సంఘటనాన్ని తెలియజేస్తుంది.
- ✚ **a, b** ల మధ్య ఉన్న మిశ్రమాలలో కూడా రెండు ప్రావస్థలకు ఇదే సంఘటనం ఉంటుంది.
- ✚ అందువల్ల పటం లోని వక్రమం రెండు ప్రావస్థల సమతాస్థితి కొనసాగడానికి ఉష్ణోగ్రత, సంఘటనాల పరిమితులను తెలియజేస్తుంది.
- ✚ ఇదే ఉష్ణోగ్రత వద్ద వక్రానికి ఆవల ఉన్న సంఘటనాలలో రెండు ద్రవాలు పరస్పరం కలిసిపోయి ఒకే ప్రావస్థగా మారతాయి.
- ✚ శుద్ధ జలానికి (0% ఫినాల్) **a** సంఘటనానికి మధ్య ఉన్న సంఘటనాలలో ఫినాల్ అసంతృప్త ద్రావణం ఏర్పడుతుంది.
- ✚ అదేవిధంగా **b** సంఘటనానికి, 100% ఫినాల్ కు మధ్య ఉన్న సంఘటనాలలో నీరు అసంతృప్త ద్రావణం ఏర్పడుతుంది.
- ✚ అందువల్ల వక్రానికి బయట ఉన్న ప్రాంతం ఒకే ప్రావస్థను సూచిస్తుంది.
- ✚ ఉష్ణోగ్రతను పెంచినప్పుడు **a, b** ల సంఘటనాలు ఒకదానికొకటి దగ్గరవుతూ చివరకి **O** వద్ద సమానమవుతాయి.
- ✚ అప్పుడు వ్యవస్థలో ఒక ప్రావస్థే మిగులుతుంది.

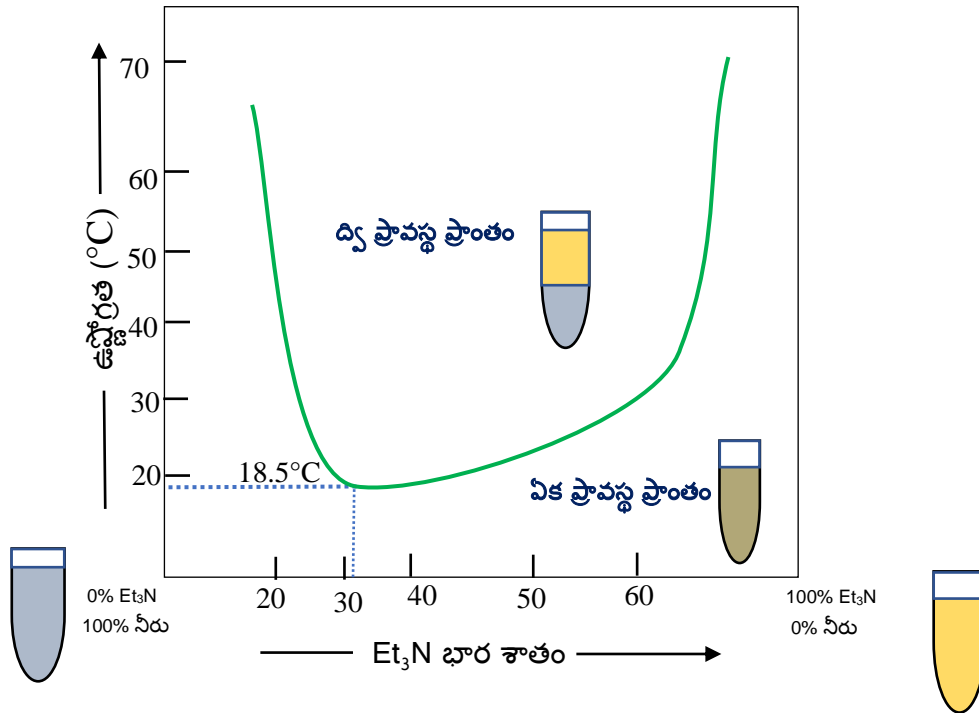
- ✚ 'O' చూపించే ఉష్ణోగ్రతను ఫినాల్-నీరు వ్యవస్థ యొక్క సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రత (critical solution temperature) అంటారు.
- ✚ ఈ ఉష్ణోగ్రతకు పైన ఇంతవరకు పాక్షిక ద్రావణీయతను ప్రదర్శించిన రెండు ద్రావణాలు పూర్తిగా కలిసిపోయి అన్ని సంఘటనాల వద్ద ఒకే ద్రావణాన్ని ఏర్పరుస్తాయి.
- ✚ ఈ విధంగా ప్రవర్తించే కొన్ని ద్రవయుగ్మాలను క్రింది పట్టికలో చూడవచ్చు.

ఘటకం A	ఘటకం B	సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రత	సంఘటనం A%
ఎనిలీన్	నీరు	168°C	40%
ఎనిలీన్	హెక్సేన్	60°C	52%
మిథనాల్	కార్బన్ డై సల్ఫైడ్	40.5°C	29%
మిథనాల్	సైక్లోహెక్సేన్	49.1°C	20%

ఈ ద్రవ మిశ్రమాలన్నింటికీ సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రత ఒక గరిష్ఠ పరిమితి. అందువల్ల వీటిని గరిష్ఠ సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రతావర్గ ద్రవ మిశ్రమాలు అని కాని, మొదటిరకం పాక్షిక మిశ్రణీయ ద్రవాలు అని కాని తెలుపుతారు.

2. కనిష్ట-సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రతా ద్రవయుగ్మాలు (Lower CST) (ఉదా.: ట్రిఇథైల్ ఎమీన్- నీరు వ్యవస్థ)

ఫినాల్ - జల వ్యవస్థ కు భిన్నంగా ట్రిఇథైల్ఎమీన్- నీరు వ్యవస్థ ఉంటుంది. సంఘటనము- ఉష్ణోగ్రతల సంబంధాన్ని క్రింది పటంలో చూడవచ్చు. ఈ వ్యవస్థలో పాక్షిక మిశ్రణీయ ద్రవాల పరస్పర మిశ్రణీయత మిశ్రమం యొక్క ఉష్ణోగ్రత తగ్గిన కొలది పెరుగుతూ, నిర్దిష్ట కనిష్ట ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఒక దానితో ఒకటి పూర్తిగా కలిసిపోయి సజాతీయ మిశ్రమం (ద్రావణం) (homogeneous solution) ను ఏర్పరుస్తుంది. ఈ ఉష్ణోగ్రతను కనిష్ట సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రత (Lower Critical Solution Temperature) అంటారు.



పై పటంలో ట్రిఇథైల్ఎమీన్- నీరుల పరస్పర మిశ్రణీయత ఉష్ణోగ్రతతో ఎట్లు మార్పు చెందుతుందో తెలుపుతుంది.

- # ఈ వ్యవస్థకు సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రత 18.5°C .
- # ట్రిఇథైల్ఎమీన్ మరియు నీరు 18.5°C ఉష్ణోగ్రత వద్దగాని, అంతకు తక్కువ ఉష్ణోగ్రత వద్దగాని పూర్తిగా ఒకదానిలో ఒకటి కలుస్తాయి.
- # అయితే ఈ ఉష్ణోగ్రతకు పైన ఇవి పాక్షికంగానే ఒకదానిలో ఒకటి కలుస్తాయి.
- # అందువలన వక్రం లోపలి భాగంలో రెండు ప్రావస్థలు, వక్రాలకు వెలుపలి ఏక ప్రావస్థ ఉంటాయి.

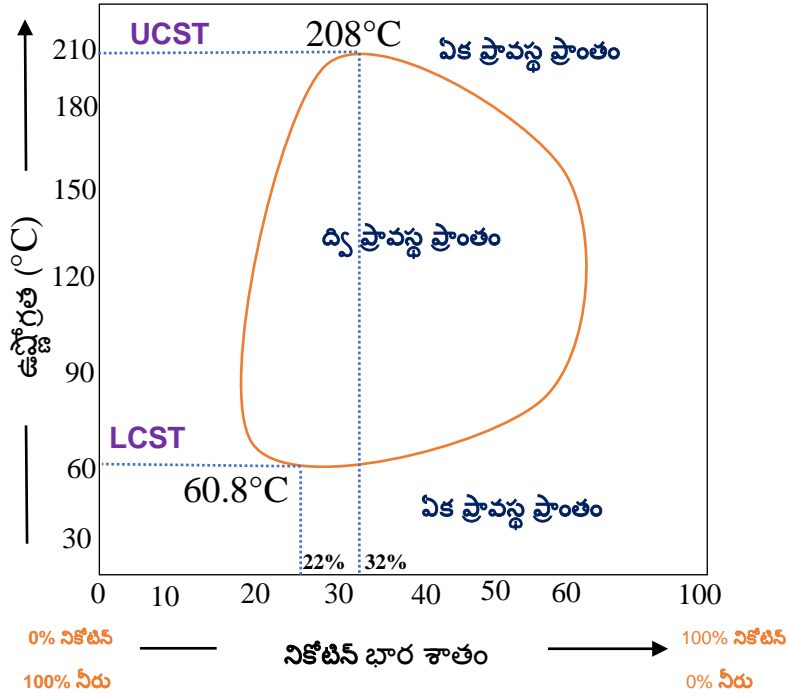
ఈ తరగతికి చెందిన ద్రవమిశ్రమాలకు ఉదాహరణలు

ఘటకం A	ఘటకం B	సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రత	సంఘటనం A%
1-మిథైల్ పిపిరిడిన్	నీరు	48°C	5%
డై ఇథైల్ ఎమీన్	నీరు	43°C	13%

3. గరిష్ట మరియు కనిష్ట సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రతలు గల ద్రవయుగ్మాలు (ఉదా.: నికోటిన్- నీరు వ్యవస్థ)

కొన్ని పాక్షిక మిశ్రణీయ ద్రవయుగ్మాలు రెండు రకాల సందిగ్ధ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రతలను కలిగి ఉంటాయి. అవి గరిష్ట మరియు కనిష్ట ఉష్ణోగ్రతలు. ఈ రెండు ఉష్ణోగ్రతా పరిమితుల మధ్య ద్రవయుగ్మాలు పాక్షికంగా కలుస్తాయి. రెండు ప్రావస్థలను ఏర్పరుస్తాయి. క్రింది పటంలోని సంఘటన- ఉష్ణోగ్రతల వక్రం సంవృత వక్రం (closed curve). ఈ వక్రం ఆవరణ లోపలి ద్రవమిశ్రమాలకు పాక్షిక మిశ్రణీయత (partial miscibility) ఉంటుంది. ఆవరణకు వెలుపలి

ద్రవమిశ్రమాలకు పరిపూర్ణ మిశ్రణీయత (complete miscibility) ఉంటుంది. నీరు, నికోటిన్ ద్రవమిశ్రమానికి గరిష్ఠ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రత 208°C , కనిష్ఠ ద్రావణ ఉష్ణోగ్రత 60.8°C .



208°C కన్నా ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద నికోటిన్, నీటితో అన్ని నిష్పత్తులలోనూ ఒక దానితో ఒకటి పూర్తిగా కలిసిపోతుంది.

బాహ్య పీడనాన్ని పెంచినప్పుడు గరిష్ఠ, కనిష్ఠ ఉష్ణోగ్రతలు ఒకదానికొకటి దగ్గరవుతూ చివరికి ఒకానొక నిర్ణీత పీడనం వద్ద అవి ఏకమయిపోతాయి. అప్పుడు వక్ర వైశాల్యం క్రమంగా తగ్గిపోయి చివరకు అదృశ్యమవుతుంది. ఈ స్థితిలో ద్రవాలు రెండూ పూర్తిగా కలుస్తాయి.

నీరు-నికోటిన్ మిశ్రమాలలాగ టోలీన్- గ్లిసరీన్; మిథైల్ పిరిడిన్-నీరు ఏర్పరిచే మిశ్రమాలు కూడా ప్రవర్తిస్తాయి.

References:

1. A Textbook of Physical Chemistry, By [A. S. Negi](#), [S. C. Anand](#), John Wiley & Sons Canada Limited, Jul 1985.
2. Atkins' Physical Chemistry, By [Peter Atkins](#), [Julio de Paula](#) · 2010, ninth edition, Oxford University press.
3. Essentials of Physical Chemistry by [B. S. Bahl](#), [Arun Bahl](#), [G. D. Tuli](#) · 2000, [S. Chand Limited](#).
4. Principles of Physical Chemistry by [Peter William Atkins](#), [M. J. Clugston](#) · 1986, Longman publishers.
5. A Textbook of Inorganic Chemistry , Volume 1, By [Mandeep Dalal](#) · 2017, [Amazon Digital Services LLC - KDP Print US](#).

Web Links:

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Upper_critical_solution_temperature#:~:text=The%20upper%20critical%20solution%20temperature,are%20miscible%20in%20all%20proportions.
2. [https://www.slideshare.net/makoye1954/liquidliquid-solution-systems#:~:text=The%20critical%20solution%20temperature%20\(upper,\(point%20h%20in%20Figure\)](https://www.slideshare.net/makoye1954/liquidliquid-solution-systems#:~:text=The%20critical%20solution%20temperature%20(upper,(point%20h%20in%20Figure)).
3. <https://www.slideshare.net/sandeepkumaryadav4/critical-solution-temperature-of-phenolwater-system>
4. <https://labmonk.com/determination-of-critical-solution-temperature-cst-of-phenol-water-system>
5. <https://worldwidescience.org/topicpages/c/critical+solution+temperature.html>
