

ДЕЯКІ ПИТАННЯ ФАЗОВИХ ПЕРЕХОДІВ

Тимофеев А.Д., студент групи ФФ-21

Решетнік А.О., студент групи ФФ-21

Надкернична Т.М., ст. викладач

Лебедева О.О., ст. викладач

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського»

(Україна, м. Київ)

Анотація – У даній статті підіймаються питання фазових перетворень та їх використання у повсякденному житті.

Ключові слова – Фазові переходи, критична точка, конденсація, сублімація, випаровування, точка кипіння/замерзання, плавлення, пароутворення, кристалізація.

Постановка проблеми. Мета даної статті полягає в дослідженні та розумінні фазових переходів і їх потенційному використанні у повсякденному житті. У статті ставиться мета висвітлити питання, пов'язані з цими перетвореннями, вивчити їх особливості та виклики, а також розглянути можливості застосування фазових переходів у різних аспектах нашого повсякденного життя. Шляхом аналізу наукових даних та прикладів зроблено спробу поглибити розуміння фазових переходів та їх потенціалу для практичного застосування.

Формулювання цілей. Ціль статті - дослідження фазових переходів, пояснення поведінки і властивостей системи або матеріалу під час перехідних процесів. Це включає дослідження критичних точок фазових переходів для створення фазових діаграм, аналіз змін властивостей речовини під час переходу між різними фазами, а також досягнення певних фазових станів шляхом контролю температури або тиску з метою сприяння виникненню бажаних фазових перетворень з певними властивостями.

Основна частина. Почнемо з початку. Що таке взагалі «фаза»? Фазою зазвичай називають різні стадії одного і того ж явища. Наприклад, фаза місяця або фаза коливання. У термодинаміці ж термін «фаза» вживається як для того, щоб вирізнити різні стани однієї і тієї ж речовини, так і для виокремлення хімічних сполук, що знаходяться в рівновазі одна із одною і утворених з одних і тих же компонентів. Як приклад вживання терміну «фаза» в першому сенсі можна привести систему вода-лід, або лід, що існує при великих тисках в декількох модифікаціях лідI-лідII-лідIII. Другий приклад, принципово відмінний від наведеного, це парамагнітна та феромагнітна фаза заліза, які в принципі не можуть співіснувати. В цьому

сенсі поняття фази, прийняте в хімії, як гомогенної частини гетерогенної системи обмеженої поверхнею розділу, абсолютно не відбиває суті явища перетворення парамагнетика в феромагнетик, проте залишається цілком прийнятним, якщо вживати його в загальноприйнятому контексті.

Умови, за яких існують фази (температура T , тиск P , концентрація n , зовнішні поля) зручно подавати у вигляді фазових діаграм. Так, для згаданого випадку фазової рівноваги води, діаграми для низької та високої області тисків дозволяють знайти інтервали тисків і температур, де існує та чи інша фаза, або таких існує декілька. На рис. 1 приведена діаграма фазової рівноваги в системі Cu-Ni (4).

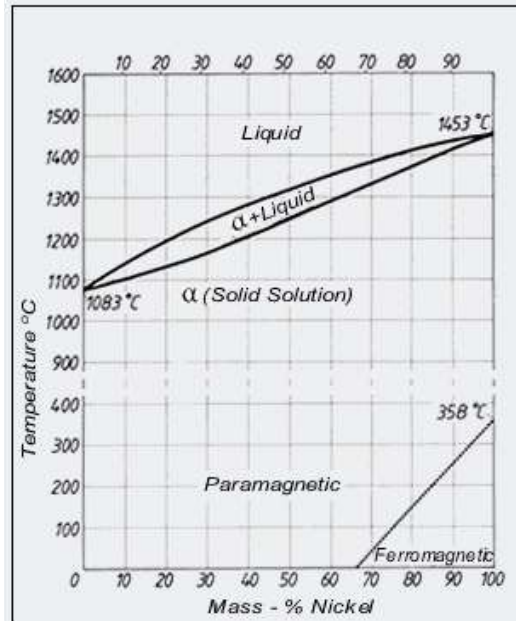


Рис.1 Діаграма фазової рівноваги в системі Cu-Ni

По діаграмі можна встановити, яка із фаз або суміш фаз виявляється термодинамічно стійкою при заданому співвідношенні між Ni і Cu при даній температурі. Так, при температурі 0, при концентрації Ni в Cu менше C_A^P рівноважна рідка фаза, більше C_B^T – тверда. При концентраціях проміжних як, наприклад, в точці P, рівноважна суміш рідкої фази з концентрацією C_A^P і твердої C_B^T . При цьому, розмірковуючи так, як і при виведенні правила важеля, можна показати, що частки рідкої і твердої фази відносяться як довжини відрізків PB/PA. На цій же діаграмі вказана лінія, що розмежовує область феромагнітної і парамагнітної фази. При цьому в точці P' рівноважна не суміш фаз, а саме феромагнітна фаза, що обумовлено характером фазового переходу парамагнетик-феромагнетик.

Існує класифікація фазових переходів по Еренфесту. Вона ділить переходи так:

- фазові переходи першого роду - зазнають розрив I похідні від $G(P,T)$;
- фазові переходи другого роду - зазнають розрив II похідні від $G(P,T)$;
- фазові переходи третього роду - зазнають розрив III похідні від $G(P,T)$;
- випадають критичні переходи;

- допускає переходи вищих порядків (на сучасному етапі максимальний сьомий етап).

Дійсно, фазові переходи мають дуже великий спектр використання. Ми наведемо приклади основних та найбільш зрозумілих сфер:

Матеріалознавство: фазові переходи використовуються для вивчення структурних змін, що відбуваються у матеріалах при зміні параметрів, таких як температура, тиск або склад. Ці дослідження допомагають в розробці нових матеріалів з поліпшеними властивостями, такими як магнітні або електричні характеристики. Шляхом контролю фазових переходів можна отримати матеріали зі специфічними структурами та властивостями, що розширює можливості їх застосування у різних технологіях і промислових сферах.

Класична фізика: вивчаються фазові переходи для аналізу змін у поведінці речовини під впливом зміни умов навколишнього середовища. Це дозволяє отримати розуміння термодинаміки та структури речовини. Наприклад, вивчення фазових переходів, таких як перехід вода-пар, плавлення або кристалізація, допомагає розкрити закономірності цих процесів та їх вплив на властивості матеріалів.

Енергетика: у контексті атомної енергетики використання фазових переходів зазвичай пов'язане з управлінням і контролем параметрів роботи реактора. Це може включати моніторинг і регулювання температури, тиску та інших фізичних величин, щоб забезпечити стабільність роботи реактора і запобігти можливим аварійним ситуаціям.

Нанотехнології: Фазові переходи в нанотехнологіях використовуються для створення нових матеріалів та пристроїв з унікальними властивостями. Вони можуть змінювати оптичні характеристики наночастинок, що відкриває широкі можливості в сенсорних системах та оптичній електроніці.

Висновки. Отже, фазові перетворення виступають ключовою темою у різних наукових і технічних галузях, з описом зміни фази системи або сигналу. Вони знаходять застосування у таких областях, як сигнальна обробка, криптографія, фізика, хімія та багато інших.

Бібліографічний список:

1. <https://flexbooks.ck12.org/cbook/ck-12-chemistry-flexbook-2.0/section/13.20/primary/lesson/phase-diagram-for-water-chem/>
2. https://www.copper.org/applications/marine/cuni/properties/DKI_booklet.html
3. Ricard Sole, «Phase Transitions», Вид-во «Princeton University Press (August 14, 2011)» – 238 pages.
4. K.A. Müller, H. Thomas, «Structural Phase Transitions I», Springer Berlin, Heidelberg, 185 pages.