Властивості насиченої та ненасиченої пари

- **Пара** – це речовина в газоподібному стані. Вона утворюється з рідин внаслідок пароутворення.
- Існує два види пароутворення: **випаровування**, що відбувається з вільної поверхні рідини, та **кипіння**, що відбувається в усьому об'ємі рідини.
- Випаровування відбувається за будь-якої температури. Його інтенсивність залежить від температури рідини, площі її вільної поверхні та сили зв'язків між молекулами.
- Кипіння відбувається за температури кипіння. Його інтенсивність залежить від сили зв'язків між молекулами та атмосферного тиску.
- Під час випаровування найшвидші молекули покидають поверхню рідини, після чого вони можуть або віддалитися від неї у процесі дифузії, або повернутися назад під впливом молекул поверхневого шару рідини.
- У закритій посудині встановлюється стан **динамічної рівноваги**, коли кількість молекул, що покидають рідину, дорівнює кількості молекул, що в неї повертаються. Пара, що утворюється в такому випадку, називається **насиченою.**
- Концентрація молекул у насиченій парі є максимальною і будь-яка пара, концентрація молекул у якій менша, називається **ненасиченою.** У ненасиченій парі процес пароутворення переважає процес конденсації**.**
- Що вища температура середовища, то більшою може бути концентрація молекул у насиченій парі. Проте, якщо рідина випарувалася

повністю внаслідок підвищення температури, то пара стає ненасиченою автоматично.

- Пара, як і будь-який інший газ, створює тиск:

$$p=nkT$$

  Де n – концентрація молекул, k – стала Больцмана, T – абсолютна температура пари.
  Цей тиск зростає з температурою швидше, ніж тиск ідеального газу, адже, крім росту температури, збільшується також і концентрація молекул у насиченій парі. Тож найбільший тиск має насичена пара за даної температури.
- Під час кипіння в об'ємі рідини маленькі повітряні бульбашки починають швидко рости завдяки тому, що всередині інтенсивно відбувається випаровування. Коли бульбашки піднімаються на поверхню, то лускають і викидають у середовище всю пару, що зберігалася всередині.

- Якщо в рідині є розчинене повітря, її неможливо нагріти до температури, вищої за температуру кипіння, бо вся додаткова енергія витрачатиметься на більш інтенсивне утворення бульбашок.

Пропонуємо провести кілька дослідів для того, щоб дослідити процеси пароутворення:

1. **Залежність інтенсивності кипіння від типу речовини:**
   Вам знадобиться: 1-2 посудини для кип'ятіння води, газова або електрична плита, кухонна сіль, вода, секундомір

   Будьте обережні під час роботи з гарячими рідинами.

   а) Підготуйте розчин солі в теплій воді та дайте йому охолонути до кімнатної температури.
   б) Налийте у дві однакові посудини (якщо посудина одна, то наступні кроки треба виконувати послідовно) розчин солі та воду однакового об'єму.
   в) Почніть нагрівати обидві посудини на однаковому вогні. Зафіксуйте час початку нагрівання кожної з посудин.
   г) Спостерігайте за нагріванням посудин. Запишіть, коли на поверхні посудин з'явилися перші повітряні бульбашки, коли перші бульбашки піднялися до поверхні, коли почалося повноцінне кипіння .
   г) Порівняйте результати.
   д) Для більшої точності проведіть експеримент 3-5 разів.
   Кипіння солоної води відбувається менш інтенсивно через те, що

зв'язки між молекулами розчину сильніші. Через це повільніше утворюються та рухаються повітряні бульбашки, що і є центрами кипіння. Тож солона вода нагріватиметься до початку процесу кипіння довше.

2. Кипляча вода за кімнатної температури

Вам знадобиться: шприц об᾽ємом 10 мл без голки, вода.

а) Наберіть у шприц 2 мл води.
б) Потягніть за поршень шприца вниз – в шприці утвориться об'єм без рідини. Цей об'єм заповнений повітрям і ніяк не обмежений від середовища, тож тиск на поверхні води зараз дорівнює атмосферному.
в) Випустіть усе повітря зі шприца.
г) Міцно закрийте отвір у шприці і тримайте його закритим до кінця експерименту.
ґ) Потягніть за поршень шприца максимально вниз, у шприці знову утвориться об'єм без рідини. Але цього разу цей об'єм заповнений насиченою парою. Тиск на поверхню рідини зараз близький до тиску насиченої пари за даної температури. Коли ми примусово опускаємо поршень шприца, то закритий об'єм збільшується, а тиск усередині зменшується. У результаті випаровування стає більш інтенсивним і водяна пара займає об'єм, що утворився.
д) Відпустіть поршень – атмосферний тиск примусить його повернутися в початкове положення.
е) Спробуйте опустити поршень шприца якомога швидше – усередині рідини утворяться помітні бульбашки. Це і є кипіння рідини.

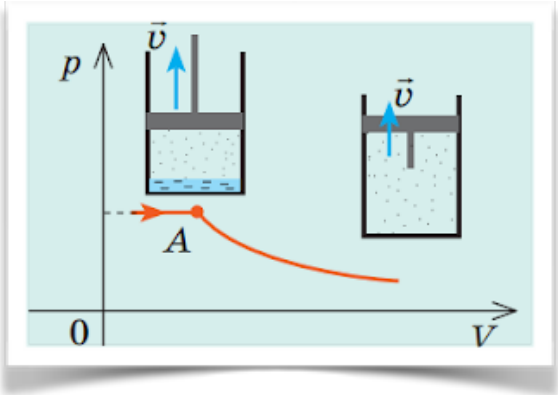

Рис. 1 Графік залежності тиску насиченої пари від об'єму

Автор: В. Хорошенко. Джерело: В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна, Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтєва В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти, Ранок, 2018, 272 с — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл.)

Зі збільшенням об’єму тиск насиченої пари не змінюється. Проте за певного об’єму вся рідина повністю випарується. Тоді пара стане ненасиченою, і далі тиск пари буде змінюватись залежно від об’єму так само, як і тиск ідеального газу.

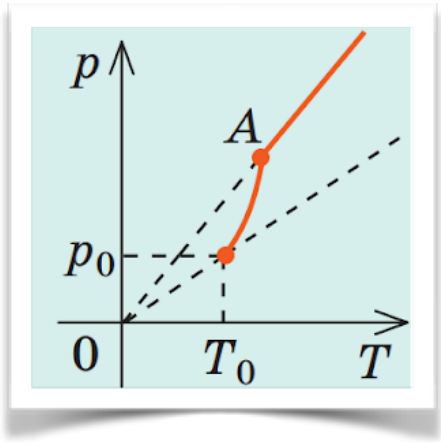

Рис.2 Графік залежності тиску насиченої пари від температури

Автор: В. Хорошенко. Джерело: В. Г. Бар’яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна, Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтєва В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти, Ранок, 2018, 272 с

Зростання тиску триває лише до певної температури. На графіку ця температура відповідає точці А.
За цієї температури вода випаровується повністю. Тоді пара стає ненасиченою, адже більше не відбувається ні випаровування, ні конденсація. Якщо збільшувати температуру далі, тиск ненасиченої пари буде збільшуватись за тою ж залежністю, як і для ідеального газу.

Рекомендовані джерела

1. Урок Всеукраїнської школи онлайн на тему «Пароутворення і конденсація. Властивості насиченої та ненасиченої пари.»
https://www.youtube.com/watch?v=pzP9A0GcsUg&t=1806s&ab_channel=MONUKRAINE

2.Експеримент 2) «Кипляча вода за кімнатної температури», проведений у лабораторних умовах з утворенням вакууму:
https://youtu.be/739990nm0QY