

План уроку 38

Тема: Молекулярна фізика та термодинаміка

Тема уроку: Властивості насиченої і ненасиченої пари

Мета:

- освітня: розглянути процеси пароутворення і конденсації; розкрити поняття насиченої і ненасиченої пари та показати їх практичне застосування.
- розвиваюча: розвивати вміння систематизувати, встановлювати зв'язки нового з раніше вивченим; аналізувати навчальний матеріал, стисло та правильно висловлювати свої міркування та обґрунтовувати їхню правильність; формувати вміння самостійно працювати з коментуванням своїх дій; сприяти розвитку спостережливості, уваги, пам'яті, уяви, мислення.
- виховна: виховувати почуття гордості за досягнення вчених-фізиків; формувати такі якості особистості, як відповідальність, організованість, дисциплінованість, обов'язок, порядність, правдивість, почуття колективізму.
 - 1. *Пароутворення. Випаровування*
 - Процес перетворення рідини на пару називають *пароутворенням*. Якщо пароутворення відбувається з вільної поверхні рідини, його називають *випаровуванням*. Випаровування відбувається за будь-якої температури: наприклад, вода поступово «вивітрюється» з будь-якої відкритої посудини.
 - Від яких же чинників залежить швидкість випаровування?
 - Учитель пропонує учням приклади випаровування, завдання учнів — скласти узагальнений висновок щодо залежності швидкості випаровування від зовнішнього чинника.

Приклад

Властивість випаровування

Влітку білизна сохне скоріше, ніж взимку

Швидкість випаровування залежить від температури зовнішнього середовища

Для охолодження гарячого напою на нього дують

Швидкість випаровування збільшується з появою вітру над вільною поверхнею рідини

При виході з води навіть у спекотний день людина відчуває мерзлякуватість

При випаровуванні температура рідини зменшується

Мокрі речі швидше сохнуть у розправленому вигляді

Швидкість випаровування залежить від площі вільної поверхні рідини

якщо нанести на руку краплю води, в іншому місці — краплю спирту, то рука буде відчувати температурну різницю

Швидкість випаровування залежить від роду рідини

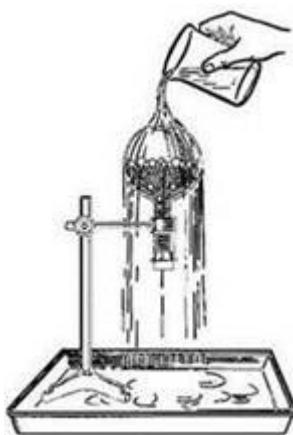
Гаряча вода випаровується на морозі скоріше, ніж холодна

Швидкість випаровування залежить від градієнту температур

- Для домашнього завдання можна запропонувати заповнити третій стовпчик такої таблиці, у якому пояснити наведені приклади з погляду МКТ.
- *Молекулярна картина випаровування*
- Серед молекул рідини завжди є молекули, кінетична енергія яких достатня для того, щоб, подолавши тяжіння інших молекул, вилетіти з рідини. Саме з цієї причини й відбувається випаровування. А оскільки рідину залишають найшвидші молекули, середня кінетична енергія решти молекул. Ось чому рідина під час випаровування охолоджується.
- 2. *Кипіння*
- *Демонстрування відеофрагментів «Кипіння», «Кипіння рідини під банею насоса», «Кипіння води при охолодженні»*
- Кипіння, як і випаровування, — це пароутворення. Випаровування відбувається з поверхні рідини за будь-якої температури і з будь-яким зовнішнім тиском; а кипіння — це пароутворення в усьому об'ємі рідини за характерної для кожної речовини температури, яка залежить від зовнішнього тиску.
- *Кипіння* — це інтенсивний перехід рідини в пару, який відбувається під час утворення пухирців пари у всьому об'ємі рідини за певної температури.
- У рідині завжди є розчинене, або поглинуте рідиною, повітря. Під час нагрівання рідини це повітря розширюється, збираючись у бульбашки, які спочатку виникають на стінках чи дні посудини. У бульбашках міститься насичена пара, тиск якої за певної температури є

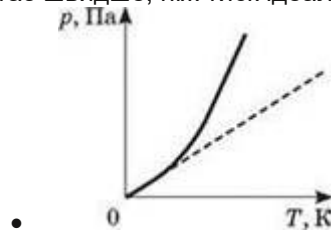
максимальним і зростає з її підвищенням. Стінки бульбашок розтягуються, доки під дією виштовхувальної сили, що збільшується разом зі зростанням об'єму, бульбашки не відриваються від дна чи стінок і не піднімаються вгору. Потрапивши у верхні шари рідини, де тиск стовпа рідини на бульбашки менший, ніж внизу, останні будуть ще збільшуватися в об'ємі. Під дією виштовхувальної сили бульбашки досягають поверхні, де атмосферний тиск повітря значно менший за тиск пари в бульбашках, тому вони почнуть лопатись. Але якщо рідина ще не нагрілася до кипіння, то в бульбашку, що лопається, проникає холодне атмосферне повітря, в ній конденсується насичена пара, і бульбашка різко закривається. Він припиняється в момент початку кипіння рідини. Досягнувши температури кипіння рідини, тиск насиченої пари в бульбашках настільки збільшується, що коли вони лопаються через великий тиск гарячої пари, холодна не встигає проникати всередину них і пара йде в атмосферу. Це і є процес кипіння.

- Кожна рідина кипить за певної температури, яку називають *температурою кипіння*. Величину температури кипіння кожної рідини наведено у фізичних довідниках.
- Температура кипіння залежить від зовнішнього тиску над рідиною. У разі підвищення тиску температура кипіння збільшується, у разі зменшення — зменшується.
- *Демонстрування*. Проведемо дослід з кипіння за пониженого тиску (див. рисунок, супроводжується показом відеофрагменту).
- *Завдання класу*. Поясніть цей дослід.
- (Унаслідок охолодження води в закритій колбі водяна пара, яка міститься над водою, сконденсувалася, отже, тиск у колбі знизився. А за зниженого тиску вода кипить за температури, нижчій за 100°C .)



- **3. Насичена і ненасичена пара**
- Якщо процес випаровування відбувається в закритій посудині, то за деякий час кількість рідини в посудині припинить зменшуватися, хоча швидкі молекули продовжуватимуть переходити в пару. Це відбувається тому, що одночасно з випаровуванням в посудині відбувається конденсація.
- Якщо рівень рідини не змінюється, це означає, що обидва процеси йдуть з однаковою швидкістю, тобто за кожну секунду рідина покидає в середньому стільки ж молекул, скільки їх переходить з пари в рідину. У цьому випадку говорять, що рідина і пара перебувають у динамічній рівновазі.
- Пару, що перебуває в динамічній рівновазі зі своєю рідиною, називають *насиченою парою*.
- Саме така пара міститься над поверхнею рідини в закритій посудині. якщо процес випаровування йде швидше за процес конденсації, говорять, що над рідиною перебуває ненасичена пара. якщо повітря з посудини, у якій міститься рідина, попередньо відкачано, то над поверхнею рідини буде тільки насичена пара.
- Тиск, густина і концентрація насиченої пари є максимальними за певної температури і не залежать від об'єму. У разі спроби зменшити об'єм насиченої пари «зайві» молекули перейдуть в рідину, тобто частина пари сконденсується, а тиск, густина і концентрація решти насиченої пари не змінюються.
- Відповідно, закони ідеального газу до насиченої пари застосовувати не можна.
- Змінити тиск насиченої пари можна, змінивши її температуру. Під час нагрівання збільшується кінетична енергія молекул пари, підсилюються удари об стінки посудини, що призводить до збільшення тиску. При цьому порушується динамічна рівновага між рідиною й парою, бо кількість молекул, які покидають рідину, перевищуватиме кількість молекул, які в неї повертаються.
- Відповідно, нагріваючись, насичена пара стає ненасиченою, і навпаки, охолоджуючись, ненасичена пара стає насиченою.
- Температуру, за якої ненасичена водяна пара стає насиченою, називають *точкою роси*.
- Залежність тиску від температури насиченої пари не підлягає закону Шарля.

- Бо в результаті нагрівання ідеального газу за сталого об'єму зростає не лише $\bar{E}_k$ його молекул, а й кількість цих молекул (зростає маса пари). Тому тиск насиченої пари з підвищенням температури зростає швидше, ніж тиск ідеального газу.



- *Властивості насиченої пари*
- ☐ Насичена пара має максимально можливі густину та тиск за даної температури.
- ☐ Густина та тиск насиченої пари залежать від температури.
- ☐ Тиск та густина пари зростають при збільшенні температури.
- ☐ Тиск насиченої пари та густина не залежать від об'єму. **Важливо!** До насиченої пари газові закони застосовувати НЕ МОЖНА!!!
- *Питання до учнів під час викладення нового матеріалу*
- 1. Чому випаровування рідини відбувається за будь-якої температури?
- 2. Як можна пояснити, що за одних умов одні рідини випаровуються швидше, інші — повільніше?
- 3. Які явища природи пояснюються конденсацією пари? Наведіть приклади.
- 4. Які явища спостерігаємо в рідині перед тим, як рідина починає кипіти?
- 5. Звідки беруться в рідині «швидкі» молекули?
- 6. Чим відрізняється насичена пара від ненасиченої