Міністерство освіти і науки України
ДНЗ «Лісоводський ПАЛ»

Відкритий урок на тему:

«Пароутворення і конденсація. Насичена і ненасичена пара»

Підготував :
викладач природничих наук
Пака В.А.

2022

Тема: «Пароутворення і конденсація. Насичена і ненасичена пара»

Мета:

навчальна: розглянути процеси пароутворення і конденсації, видів пароутворення: випаровування і кипіння; розкрити поняття насиченої і ненасиченої пари і показати їх практичне застосування; заохочувати до розуміння основних понять;

розвиваюча: розвивати вміння систематизувати, встановлювати зв'язки нового з раніше вивченим; аналізувати навчальний матеріал, стисло та правильно висловлювати свої міркування та обгрунтовувати 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.

Тип уроку: урок розвитку компетентностей.

Методи навчання: словесні(пояснення, бесіда), наочні (фізичні досліди, демонстрації, презентація), логічні(висновки, підсумки).

Міжпредметні зв'язки

Природничі науки(хімічний модуль), математика, інформатика.

Наочність: склянки зі спиртом, водою та олією, мензурка з рідиною, що міститься в ній 3 тижні, банка з водою і кип'ятильник, ноутбук, проектор, презентація.

Демонстрації: демонстрація швидкості випаровування різних рідин, демонстрація випаровування, демонстрація кипіння води.

Очікуванні результати

Після даного уроку здобувачі освіти зможуть пояснити процеси пароутворення і конденсації, видів пароутворення: випаровування і кипіння з молекулярної точки зору, зможуть описати поняття насиченої і ненасиченої пари та залежність температури кипіння від тиску.

План уроку

Етапи уроку	Орієнтовний розподіл часу, хв	Методи й форми роботи з класом
I. Організаційний етап	1 хв	
II. Актуалізація опорних знань	3 хв	Фронтальне опитування
III. Повідомлення теми, мети й завдань уроку	2 хв	Визначення мети уроку за планом вивчення теми
IV. Мотивація навчальної діяльності	5 хв	Метод «Прес»
V. Сприймання і первинне осмислення нового матеріалу	22 хв	Евристична бесіда, пояснення, лекція, демонстрації
VI. Закріплення нового матеріалу	10 хв	«Чарівний мішечок», фізичний диктант
VII. Підбиття підсумків уроку	2 хв	«Ключові слова»
VIII. Домашнє завдання		Пояснення, інструктаж

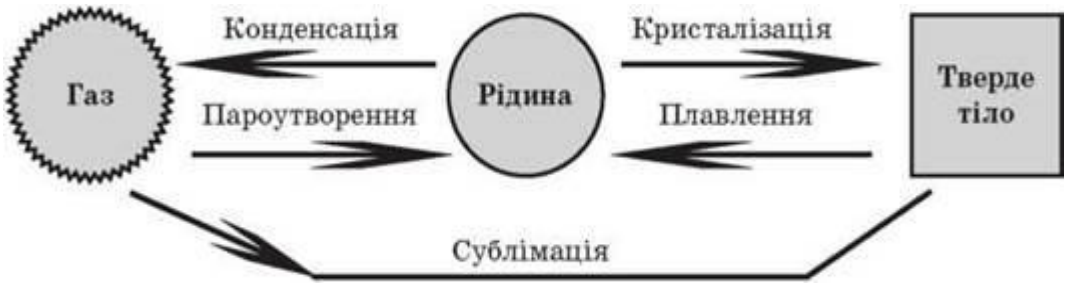
I.Організаційний етап

Забезпечити робочу обстановку на уроці, створити сприятливий психологічний клімат

- привітання;
- перевірка готовності учнів до уроку;
- організація уваги.

II. Актуалізація опорних знань

Викладач: всі ви добре знаєте, що всі речовини, що нас оточують, складаються з найдрібніших частинок (атомів і молекул), що ці частинки рухаються і взаємодіють між собою, а також, що від характеру руху та взаємодії цих частинок всі речовини поділяються на 3 агрегатних стани: твердий, рідкий і газоподібний. Так от, молекулярно-кінетична теорія дозволяє не лише зрозуміти, чому речовина може перебувати в газоподібному, рідкому і твердому станах, а й з’ясувати процес її переходу з одного стану в інший.



III. Повідомлення теми, мети і завдань уроку

 Оголошую тему уроку: «Пароутворення і конденсація. Насичена і ненасичена пара.» (учні записують в зошит тему уроку)

 формування разом із учнями мети і завдань вивчення нового матеріалу;

Пропоную учням самостійно визначити мету уроку.

На сьогоднішньому уроці ми повинні вдосконалити знання про пароутворення й конденсацію, пояснити процеси пароутворення й конденсації на основі атомно-молекулярних і термодинамічних підходів; ввести поняття насиченої та ненасиченої пари, залежність насиченої пари від тиску.

IV. Мотивація навчальної діяльності

Викладач: У природі, техніці і побуті ми часто спостерігаємо перетворення рідких і твердих речовин в гази і навпаки.

Запитання до групи:

Наведіть приклади де в природі, побуті, техніці спостерігається перетворення рідин в гази і навпаки, газів в рідини. (Навколо нас скрізь відбуваються взаємні перетворення рідини і пари.

Рідини перетворюються в невидиму пару, тобто переходять у газоподібний стан; іноді, навпаки, виникають краплинки рідини, що утворюються з пари.

В особливо великих розмірах відбуваються в природі і техніці взаємні перетворення водяної пари і води.

Водяна пара утворюється не тільки на великих водних просторах поверхні Землі, а й на суходолі; вода безперервно випаровується з поверхні ґрунту, з листків рослин, зі шкіри та з легень тварин.)

- Наскільки важливим, на ваш погляд, є вивчення цих явищ?

V. Сприймання і первинне осмислення нового матеріалу

План вивчення теми:

1. Пароутворення і конденсація. Випаровування.
2. Насичена і ненасичена пара. Точка роси.
3. Кипіння.

Викладач. **Пароутворення** - це перехід речовини з рідкого стану в газоподібний.

Конденсація - це перехід речовини з газоподібного стану в рідкий.

Є два види пароутворення:

а) випаровування;

б) кипіння.

Випаровування - це пароутворення, яке відбувається лише з вільної поверхні рідини, що межує з газоподібним станом.

Цей процес відбувається за будь-якої температури. Рідина під час випаровування охолоджується, оскільки її покидають «найшвидкіші» молекули, які знаходяться ближче до поверхневого шару. Кінетична енергія таких молекул достатньо велика, щоб вони змогли вилетіти з рідини, подолавши тяжіння решти молекул. Швидкості молекул

рідини весь час змінюються через зіткнення. Хоча середня швидкість молекул і залишається незмінною, деякі молекули в результаті зіткнень можуть за рахунок інших молекул набувати швидкостей, що у декілька разів перевищують середнє значення. Саме ці молекули й вилітають з рідини під час випаровування. Оскільки рідину залишають найшвидші молекули, середня кінетична енергія молекул, що залишилися, зменшується, тобто рідина під час випаровування охолоджується. Чим швидше випаровується рідина, тим сильніше вона охолоджується.

Під час випаровування вилітають молекули з найбільшою кінетичною енергією, внаслідок чого внутрішня енергія рідини зменшується, тобто рідина охолоджується.

Швидкість випаровування залежить від:

1) температури рідини; (Під час нагрівання рідини швидкість її випаровування збільшується, оскільки, чим вища температура рідини, тим більша середня кінетична енергія її молекул, а отже, тим більшим є число «швидких молекул», здатних вилетіти з рідини. Цією властивістю часто користуються, щоб прискорити висихання різних поверхонь.)

2) площі вільної поверхні;

3) роду рідини;

4) тиску на рідину;

5) густини пари над рідиною.

Якщо аркуш паперу змочити в одному місці ефіром, а в іншому – водою, то помітимо, що ефір випариться значно швидше, ніж вода. Отже, **швидкість випаровування залежить від роду рідини**. Швидше випаровується та рідина, молекули якої притягаються одна до одної з меншою силою. Адже в цьому разі перемогти притягання і вилетіти з рідини може більша кількість молекул.

Через те що деяка кількість молекул, які рухаються швидко, є в рідині при всіх температурах**, випаровування відбувається при будь-якій температурі**. Це підтверджують спостереження. Наприклад, калюжі випаровуються і влітку в спеку, і восени, коли вже холодно. Але влітку вони висихають швидше. Це пояснюється тим, що чим вища температура рідини, тим більша кількість молекул, які швидко рухаються й можуть подолати сили притягання навколишніх молекул і вилетіти з поверхні рідини.**Тому рідина випаровується тим швидше, чим вища її температура.**

У *відкритій посудині* кількість рідини внаслідок випаровування поступово зменшується, бо більшість молекул пари розсіюється в повітрі, не повертаючись у рідину. Тільки невелика частина їх повертається назад у рідину, сповільнюючи цим випаровування. Тому під час вітру, який відносить молекули пари, рідина випаровується швидше. **Швидкість випаровування залежить від потоків повітря і його вологості.**

Якщо у вузьку і широку посудини налити по однаковому об’єму води, то можна помітити, що в широкій посудині вода випариться значно швидше. Наприклад, налита в блюдце вода випариться швидше, ніж налита у склянку. Це пояснюється тим, що рідина випаровується з поверхні і чим більша площа поверхні рідини, тим більше молекул одночасно вилітає з неї в повітря. Отже,**швидкість випаровування рідини залежить від площі її поверхні.**

Вилітаючи з рідини, молекули долають сили притягання з боку решти молекул, тобто виконують роботу проти цих сил. Не всі молекули рідини можуть виконати таку роботу, а тільки ті з них які мають достатню для цього кінетичну енергію, достатню швидкість.

Але якщо під час випаровування з рідини вилітають найшвидші молекули, то середня швидкість решти молекул рідини стає меншою, то середня швидкість решти молекул рідини стає меншою, отже, і середня кінетична енергія молекул, що залишається в рідині, зменшується. Це означає, що внутрішня енергія рідини, яка випаровується, зменшується. Тому, якщо немає припливу енергії до рідини ззовні, то, випаровуючись, вона охолоджується. Виходячи з води навіть у жаркий день, ми відчуваємо холод. Вода, випаровуючись з поверхні нашого тіла, забирає від нього певну кількість теплоти.

Проте під час випаровування води, налитої в склянку, ми не помічаємо зниження її температури. Чим це можна пояснити? Справа в тому, що випаровування в цьому разі відбувається повільно і температура води залишається сталою за рахунок кількості теплоти, взятої з навколишнього повітря.

Ми говорили, що одночасно з випаровуванням відбувається і конденсація. Конденсація пари супроводжується виділенням енергії. Улітку ввечері, коли повітря стає холоднішим, випадає роса. Це водяна пара, що була в повітрі, внаслідок охолодження конденсується, і маленькі крапельки води осідають на траві й листі. Конденсацією пари пояснюється утворення хмар. Пара води, що піднімається над землею, утворює у верхніх, холодніших шарах повітря хмари, які складаються з безлічі найдрібніших крапельок води.

Запитання до групи.

1. Поясніть, чому швидкість випаровування залежить від температури рідини. Наведіть приклади.
2. Наведіть приклади на підтвердження того, що різні речовини випаровуються з різною швидкістю.
3. Наведіть приклади на підтвердження того, що рідина випаровується швидше з поверхні рідини більшої площини.
4. Поясніть, чому швидкість випаровування залежить від наявності вітру над рідиною. Наведіть приклади.

Перехід речовини з твердого стану в газоподібний, оминаючи рідкий, називають **сублімацією.** Для більшості твердих тіл процес сублімації при нормальних температурах є незначним, і тиск пари над поверхнею твердого тіла малий; цей тиск підвищується із підвищенням температури. Інтенсивно сублімують такі речовини, як нафталін і камфора, що відчувається по різкому властивому їм запаху. Особливо інтенсивно сублімація проходить у вакуумі, що використовується у виготовленні дзеркал. Відомий приклад сублімації — перетворення льоду в пару — мокра білизна висихає на морозі.

На ефекті сублімації базується один зі способів очищення твердих речовин. При певній температурі одна з речовин у суміші сублімується з вищою швидкістю, ніж інша. Пари речовини, що очищається, конденсують на охолоджуваній поверхні. Прилад, застосовуваний для цього способу очищення, називається сублімator.

Кипіння. З підвищенням температури рідини інтенсивність випаровування збільшується. Нарешті, рідина починає кипіти. Під час кипіння в усьому об'ємі рідини утворюються бульбашки пари, які швидко збільшуються і спливають на поверхню.

Температура кипіння рідини залишається сталою. Це відбувається тому, що вся енергія, яка підводиться до рідини, витрачається на перетворення її в пару.

З'ясуємо ***умови, при яких починається кипіння***. У рідині завжди є розчинені гази, які виділяються на дні і стінках посудини, а також на завислих у рідині порошинках. Під дією виштовхувальної сили вони спливають угору. Якщо верхні шари рідини мають нижчу температуру, то в цих шарах відбувається конденсація пари в бульбашках. Це відбувається так швидко, що під час стикання стінок бульбашки чути ніби маленький вибух. Велика кількість таких мікровибухів створює характерний шум. Коли рідина достатньо прогріється, бульбашки перестають захлопуватися і спливають на поверхню і рідина закипає. Кипіння починається при температурі, при якій тиск насиченої пари в бульбашках зрівнюється з тиском у рідині. Чим більший зовнішній тиск, тим вища температура кипіння. Так, якщо в паровому котлі тиск досягає $1{,}6 \cdot 10^6\ Па$, то вода не кипить і при температурі 200 °С. Якщо відкачати насосом повітря і пару води з колби, воду можна змусити кипіти при кімнатній температурі. Під час піднімання в гори атмосферний тиск зменшується, тому знижується температура кипіння. На висоті 7134м температура кипіння води там становить приблизно 70 °С. Зварити м'ясо в цих умовах неможливо.

Питома теплота пароутворення L чисельно дорівнює кількості теплоти, необхідної для того, щоб перетворити на пару 1 кг рідини за незмінної температури: ***Q =Lm***

Якщо рідину спочатку нагріти до температури кипіння, а потім перетворити на пару, то загальна кількість теплоти дорівнюватиме: ***Q = cmΔt + Lm***

Температура кипіння та питома теплота пароутворення речовин

Речовина	Температура кипіння, ***°C***	Питома теплота пароутворення, ***Дж/кг***
вода	100	2 300 000
водень	-253	450 000
гелій	-269	
ефір	35	
ртуть	357	290 000
спирт	78	900 000
свинець	1745	

Температура плавлення та кристалізації речовин

Речовина	Температура плавлення, ***°C***
алюміній	660
лід	0
мідь	1 083
олово	232
свинець	327
срібло	960
сталь	1 400

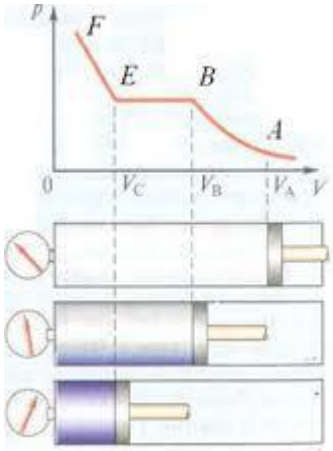
Насичена пара. Одночасно з переходом молекул з рідини в пару відбувається і зворотний процес. Безладно рухаючись над поверхнею рідини, частина молекул, що залишили її, знову в неї повертаються.

Якщо рідина випаровується в **закритій посудині**, то досить швидко кількість молекул, які вилетіли з рідини, дорівнюватиме кількості молекул пари, що повертаються назад в рідину. Процеси випаровування та конденсації відбуваються одночасно і в рівній мірі. Тому кількість рідини в закритій посудині не змінюється. У перший момент після того, як рідину наллють у посудину і закриють її, рідина випаровуватиметься і густина пари над нею збільшуватиметься. Проте одночасно зростатиме кількість молекул, які повертаються в рідину. Внаслідок цього в закритій посудині при сталій температурі встановиться динамічна (рухома) рівновага між рідиною і парою. Кількість молекул, які залишають поверхню рідини, дорівнюватиме в середньому кількості молекул, які повертаються за той самий час у рідину.

Пару, що перебуває в динамічній рівновазі із своєю рідиною, називають насиченою парою. Насичена пара за даної температури має найбільшу кількість молекул в одиниці об'єму (максимальну густину) і чинить найбільший тиск

Для води при кімнатній температурі 10^{22} молекул за 1 с на 1 см² площі поверхні покидають цю поверхню.

Ненасичена пара. Пару, яка не перебуває в динамічній рівновазі зі своєю рідиною(не досягла насичення), називають ненасиченою. Іншими словами, ненасиченою буде пара над поверхнею рідини, коли випаровування переважає над конденсацією, тобто густина ненасиченої пари менша за густину насиченої пари.



Саме така пара міститься над поверхнею рідини в закритій посудині.

Властивості насиченої пари

• Насичена пара має максимально можливі густину та тиск при даній температурі.

• 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.

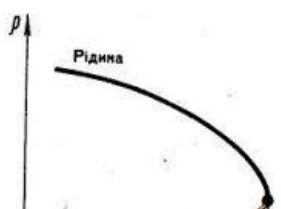
До насиченої пари газові закони Бойля - Маріотта (T = const); Шарля (V = const); Гей-Люссака (p = const) застосовувати **НЕ МОЖНА**!!!

Якщо процес випару протікає швидше, ніж процес конденсації, говорять, що над рідиною міститься ненасичена пара.

Якщо повітря з посудини з рідиною попередньо відкачали, то над поверхнею рідини міститиметься тільки насичена пара.

Щоб ненасичену водяну пару зробити насиченою, необхідно зменшити об'єм, що займає ненасичена пара. Ділянка АВ: зменшення об'єму призводить до збільшення густини ненасиченої пари, що веде до початку конденсації даної пари (точка В). В результаті у циліндрі утворюються крапельки води і пара стає насиченою. Її густина, а отже, і концентрація молекул, набуває максимального значення для даної температури.

Під час стискання насиченої пари (ділянка ВЕ) її тиск не змінюватиметься, так як пара конденсується, утворюючи рідину. Її частка в об'ємі циліндра збільшується, а об'єм, який займає насичена пара, зменшується.



Це відбувається доти, поки вся насичена пара не перейде в рідкий стан (точка Е).

Подальше зменшення об'єму викликає стрімке зростання тиску (ділянка EF), оскільки рідини майже не стискаються.

Критична температура. При підвищенні температури рідини одночасно із збільшенням тиску насиченої пари збільшується і її густина. Густина рідини, що перебуває в рівновазі із своєю парою, навпаки, зменшується внаслідок розширення рідини під час нагрівання. Якщо на одному малюнку накреслити криві залежності густини рідини і її пари від температури, то для рідини крива піде вниз, а для пари – вгору.

При деякій температурі, яку **називають критичною**, обидві криві збігаються, тобто густина рідини дорівнює густині пари. **Критичною називається температура,** при якій зникає відмінність фізичних властивостей рідини і насиченої пари. Уявлення про критичну температуру дав Д. І. Менделєєв.

Наприклад: для води $P_{кр} = 2{,}2 \cdot 10^7\ Па$ (22000000$Па$) для гелію $P_{кр} = 0{,}23 \cdot 10^6\ Па$ (230000)
При критичній температурі густина і тиск насиченої пари стають максимальними, а густина рідини, що перебуває в рівновазі з парою – мінімальною. Особливе значення критичної температури полягає в тому, що при температурах, вищих за критичну, газ не можна перетворити в рідину ні при яких тисках. Газ, що має температуру нижчу за критичну, являє собою ненасичену пару.

Температура, при якій ненасичена пара стає насиченою називають **точкою роси.**

Це цікаво.

Агрегатними станами речовини називають стан (фазу) однієї і тієї ж речовини в різних інтервалах температур і тиску. Зазвичай виділяють газоподібний, рідкий і твердий агрегатні стани речовин. Але із збільшенням температури газів при фіксованому тиску вони перетворюються на іонізовану плазму, яку також прийнято вважати агрегатним станом (тобто, плазма четвертий агрегатний стан).

У 1995 році американські фізики Ерік Корнелл і Карл Уайман та німецький фізик Вольфганг Кеттерле отримали п'ятий агрегатний стан речовини — Бозе-Ейнштейнівський конденсат. У 2004 році міжнародною групою фізиків було відкрито шостий агрегатний стан речовини — ферміонний конденсат.

викладач.Отже, ми опрацювали усі питання плану , чи ми досягли поставленої мети?

VI. Закріплення нового матеріалу

Для закріплення вивченого матеріалу пропоную вам зазирнути в чарівний мішечок:

1. Чому каністру з бензином не можна залишати відкритою?
2. Як ви будете жарити картоплю: накриваючи сковорідку кришкою чи ні? Якщо хочете отримати хрумку картоплю?
3. Що швидше охолоне в однакових умовах: жирний суп чи чай?
4. Вийшовши в жаркий день, з річки ми відчуваємо прохолоду. Чому?
5. Коли швидше висохне скошена трава: у вітряну чи безвітряну погоду?
6. Як спричинити кипіння теплої води не нагріваючи її?
7. Як відомо, після дощу аромат квітів стає сильніший, чому?
8. Якщо закрити банку кришкою, то рівень води в ній не буде знижуватися. Чи означає це, що кришка «зупиняє» випаровування води?

Фізичний диктант:

1. Перехід речовини з рідкого стану в газоподібний – це…
2. Перехід речовини з газоподібного стану в рідкий – це…
3. Пароутворення з вільної поверхні рідини – це…
4. Пароутворення у всьому об’ємі рідини – це…
5. Перехід речовини з твердого стану в газоподібний – це…
6. Пара, що перебуває в динамічній рівновазі зі своєю рідиною – це…
7. Пара, що не перебуває в динамічній рівновазі зі своєю рідиною – це…
8. Температура, при якій пара приходить в стан динамічної рівноваги зі своєю рідиною – це…
9. Температура, при якій рідина починає кипіти – це…
10. Під час переходу речовини з одного стану в інший змінюється її…..
11. Під час переходу речовини з одного стану в інший не змінюється її…
12. Швидкість випаровування залежить від….

Відповіді на фізичний диктант:

1. Пароутворення
2. Конденсація
3. Випаровування
4. Кипіння
5. Сублімація
6. Насичена пара
7. Ненасичена пара
8. Точка роси
9. Температура кипіння
10. Об’єм і густина
11. Маса
12. Температури, площі вільної поверхні, роду речовини, густини пари над рідиною.

VII. Підбиття підсумків уроку

Оцінка (словесна і бальна) навчальних досягнень учнів.

Я вдячний за активну співпрацю на уроці. Ви вільно володіли набутими знаннями та використовували їх для розв’язання нових навчальних проблем. Порівнювали та робили висновки з порівнянь.

Тому ви одержуєте нові знання по даній темі, а також добре володієте навчальним матеріалом з минулих уроків. Найголовніше були активними, але вам не вистачало для оформлення правильної відповіді окремих знань, тому вам треба ще попрацювати над цим. Хотілося б побажати вам бути більш сміливішими, висловлювати власну думку, не боятися допустити помилку.

VIII. Домашнє завдання

Д/з. 1) Вивчити конспект;

2) Визначити масу води, шо випарувалася з мензурки, радіусом (r) ____ см за 3 тижні, якщо висота стовпчика води знизилась на (Δh) _____ см. Густина води (ρ) = 1000 кг⁄м^3

3) Підготувати повідомлення на тему: «Застосування пароутворення і конденсації у побуті та на виробництві» (за бажанням).