

Тема. Пароутворення. Вологість повітря.

Основні поняття та положення: Пароутворення. Випаровування та його властивості. Насичена і ненасичена пара. Кипіння та його властивості. Критичний стан речовини. Сублімація. Вологість. Абсолютна вологість. Парціальний тиск. Відносна вологість. Точка роси. Прилади для вимірювання вологості.

Запам'ятайте:

Процес перетворення рідини в пару називається **пароутворенням**. Розрізняють два види пароутворення: а) випаровування (з вільної поверхні рідини, сублімація), б) кипіння (по всьому об'єму рідини). **Вільною поверхнею рідини** називають поверхню яка безпосередньо контактує з паром. **Випаровування** – це пароутворення з вільної поверхні рідини. Випаровування пояснює утворення хмар, випадання роси. Випаровування відбувається за будь-якої температури: наприклад, вода поступово «вивірюється» з будь-якої відкритої посудини.

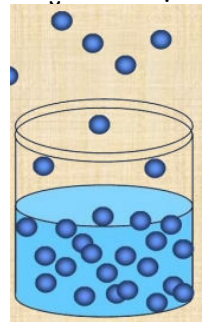
Властивості випаровування:

а) відбувається при будь-якій температурі; б) внаслідок вилітання найшвидіших молекул, речовина охолоджується; в) залежить від: • температури; • площі поверхні; • наявності вітру; • роду речовини; • тиску.

Спостереження й досліди показують, що випаровуються і тверді тіла. Випаровується, наприклад лід, тому білизна висихає і на морозі. Випаровується нафталін, тому ми відчуваємо його запах. Цей процес називають сублімацією. **Сублімація** – процес переходу речовини з твердого стану у газоподібний стан без утворення рідини.

Зверніть увагу.

Одночасно з випаровуванням відбувається перехід молекул з пари в рідину. *Процес переходу речовини з газоподібного стану в рідкий називають конденсацією.* Як правило, конденсація відбувається на поверхні рідини або твердого тіла, або ж вимагає наявності в газі центрів конденсації. Їх роль відіграють різні домішки або пилінки. Конденсація пари супроводжується виділенням енергії. Пара конденсату пояснює утворення хмар, випадання роси. 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 молекули, середня кінетична енергія молекул, що залишилися, зменшується. Ось чому рідина під час випаровування охолоджується.



Запам'ятайте:

Іншим видом пароутворення є **кипіння**. Під час кипіння інтенсивне пароутворення відбувається не тільки з вільної поверхні рідини, а й всередині її.

Кипіння — це процес пароутворення, що відбувається в усьому об'ємі і поверхні рідини за певної температури.

На відміну від випаровування, яке може відбуватися при будь-якій температурі, кипіння протікає при сталій для кожної рідини температурі.

Так за нормального тиску ефір кипить при температурі $34,6^{\circ}\text{C}$, етиловий спирт при $78,4^{\circ}\text{C}$, вода при 100°C , а олія – при температурі 300°C .



Застосування: 1.Кипіння при високих температурах: автоклави в медицині, харчовій промисловості, хімії, будівельній індустрії; парові двигуни.

2. Кипіння при низьких температурах: цукрова промисловість (сушарні). *В горах частіше смажать, ніж варять.*

Стан коли рідина і газ, що знаходиться над ним, не відрізняються фізичними властивостями називають **критичним станом** (характеризується критичними параметрами).

Пара – це газоподібний стан речовини при температурі нижчій від критичної.

Газ – це газоподібний стан речовини при температурі вищій від критичної.

Зверніть увагу.

Одночасно з випаром у посудині відбувається конденсація. Якщо рівень рідини не змінюється, це означає, що обидва процеси протікають з однаковою швидкістю, тобто за кожну секунду рідину залишає в середньому стільки ж молекул, скільки їх переходить із пари в рідину. У цьому випадку говорять, що рідина й 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 протікає швидше, ніж процес конденсації, то над рідиною міститься ненасичена пара.

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

Запам'ятайте:

Вологість – вміст водяної пари в повітрі. Вологість можна охарактеризувати парціальним тиском, абсолютною і відносною вологістю.

Тиск, який чинила б водяна пара, коли б не було інших газів, називають **парціальним тиском** водяної пари.

Величину, яка вимірюється кількістю водяної пари (в грамах), що міститься в 1 м³ повітря, називають **абсолютною вологістю** повітря. **Абсолютна вологість** - це густина водяної пари або парціальний тиск, що знаходиться в повітрі при даній температурі. Наприклад, при абсолютній вологості 6 мм. рт. ст. в жаркий липневий полудень повітря дуже далеке від насичення, а в холодний осінній день ця ж кількість водяної пари може насичувати його так, що у повітрі з'явиться туман, мряка.

Відносною вологістю повітря ϕ називають виражене в процентах відношення абсолютної вологості до кількості пари, необхідної для насичення 1 м³ повітря при тій самій вологості.

$$\phi = \frac{P_a}{P_n} \cdot 100\% \text{ або } \phi = \frac{P_a}{P_n} \cdot 100\%$$

Температуру, при якій відносна вологість повітря становить 100%, тобто пара стає насиченою, називають **точкою роси**. За точкою роси можна визначити абсолютну вологість повітря.

Зверніть увагу.

Психрометр - метеорологічний прилад для вимірювання вологості повітря, простий тип гігрометра. У найпростішому випадку складається з сухого і змоченого термометрів (резервуар обгорнутий змоченим батистом). За різницею показів цих термометрів і за допомогою таблиць, номограм

визначають абсолютну і відносну вологість повітря. Крім того, за показаннями термометрів знаходять точку роси, максимальний парціальний тиск парів у повітрі, дефіцит вологості.

Необхідно знати:

Розрізняють стаціонарні, аспіраційні та дистанційні психометри.

При температурах нижче -5°C для визначення вологості повітря користуються гігрометром.

Гігрометр - прилад для вимірювання величин, які характеризують вологість речовини в газоподібному стані. Наприклад - для вимірювання вологості повітря.

Використовуються волосяні гігрометри та конденсаційні (психометри) гігрометри.

Принцип дії волосяного гігрометра заснований на здатності натягнутої знежиреної людської волосини змінювати свою довжину в залежності від вологості повітря.

Сучасні інструменти використовують електронні датчики для вимірювання вологості. Найбільш поширені датчики вимірюють зміну ємності або опору під дією вологи.

Запам'ятайте:

Значення вологості: 1. Від вологості залежить інтенсивність випаровування вологи з поверхні шкіри людини (чи тварини), яке має велике значення для підтримання сталої температури тіла. Відносна вологість впливає на самопочуття людини, її фізіологічний стан. При надмірній вологості і високій температурі людина перегрівається, а при низькій температурі — переохолоджується. Найсприятливіша для людини відносна вологість при кімнатній температурі 60-70%.

2. За зміною вологості в метеорології передбачають зміну погоди: якщо φ зменшується, можна сподіватись на антициклон, певний час стійкої погоди без опадів, часто без хмар. Якщо $\varphi \rightarrow 100\%$, різко зростатиме ймовірність опадів, це може свідчити про наближення циклону.

3. Пара води — «пальне» атмосферних процесів. При випаровуванні енергія поглинається, при конденсації — виділяється.

4. Підтримання сталого рівня вологості необхідне на багатьох підприємствах (особливо ткацьких, тютюнових, кондитерських, оборонних), у сховищах, архівах, лікарнях, бібліотеках тощо.

Закріплення матеріалу.

Відносна вологість повітря залежить від температури.

Нехай при $t=28^{\circ}\text{C}$ абсолютна вологість $\rho_a=13,6\text{г/м}^3$. Оскільки густина насиченої пари ρ_n при цій температурі $\rho_n=27,2\text{ г/м}^3$, то відносна вологість становить:

$$\varphi = \frac{\rho_a}{\rho_n} \cdot 100\%; \quad \varphi = \frac{13,6}{27,2} \cdot 100\% = 50\%.$$

Питання для перевірки.

1. Що розуміють під вологістю повітря?
2. Що називають абсолютною вологістю повітря? Яка формула виражає зміст цього поняття? У яких одиницях її виражають?

3. Що таке пружність водяної пари?
4. Що називають відотною вологістю повітря? Які формули виражають зміст цього поняття у фізиці і метеорології? У яких одиницях її виражають?
5. Відносна вологість повітря 70 %. Що це означає?
6. Що називають точкою роси?
7. За допомогою яких приладів визначають вологість повітря?
8. Які суб'єктивні відчуття вологості повітря людиною?

Запам'ятайте:

Про що ми дізналися:

- Процес перетворення рідини на пару називається пароутворенням.
- Якщо пароутворення відбувається з вільної поверхні рідини, воно називається випаровуванням.
- Процес переходу молекул з пари в рідину називають конденсацією.
- Кипіння — це інтенсивний перехід рідини в пару, що відбувається з утворенням бульбашок пари в усьому об'ємі рідини за певної температури.
- Пару, що перебуває в динамічній рівновазі зі своєю рідиною, називають насиченою парою.
- Температуру, за якої водяна пара стає насиченою, називають точкою роси.
- Вологість вимірюють за допомогою спеціальних приладів — психрометрів і гігрометрів.

Тема. Поверхневий натяг. Капілярні явища.

Основні поняття та положення: Поверхневий натяг. Сили поверхневого натягу. Коефіцієнт поверхневого натягу. Використання поверхневого натягу в природі. Змочування та капілярність.

Зверніть увагу.

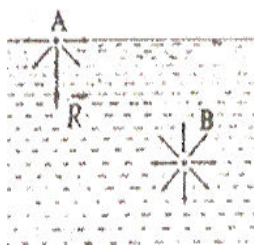
Рідина займає проміжне положення між твердим тілом і газом. Про це свідчать властивості рідини. Наприклад, рідини так само, як і гази, не мають форми, але, подібно до твердих тіл, мають власний об'єм і погано стискаються.

Врозрахуванні молекул у рідині існує лише *ближній порядок*.

На відміну від твердих тіл, рідини мають таку властивість, як текучість. Це пояснюється тим, що молекули рідини можуть переміщатися з одного місця в інше.

На молекулу в середині рідини з усіх боків діють сусідні молекули, так що результуюча сила їх дії на дану молекулу дорівнює нулю. На молекулу А у поверхневому шарі сусідні молекули рідини діють сильніше, ніж молекули пари над рідиною. Результуюча сила відмінна від нуля і напрямлена в середину рідини. Тому існує тенденція рідини мати на межі з повітрям форму з найменшою поверхнею (сферичну). Пояснення кулястої форми крапель полягає в тому, що рідина прагне *зменшити* площу своєї поверхні, а з усіх тіл із заданим об'ємом найменшу площу поверхні має куля.

Прагнення рідини зменшити площу своєї поверхні називається поверхневим натягом.



Запам'ятайте:

Сила, яка викликає скорочення вільної поверхні рідини, називається силою поверхневого натягу. Ця сила прямо пропорційна довжині контура, що обмежує вільну поверхню: $F_n \sim l$, $F_n = \sigma l$. Коефіцієнт пропорційності: $\sigma = \frac{F_n}{l}$

характеризує зв'язки між молекулами рідини і називається поверхневим натягом рідини: $[\sigma] = \text{Н/м}$.

- Якщо сили зчеплення частинок рідини й твердого тіла більші за сили зчеплення частинок рідини, рідину називають змочуючою це тверде тіло.
- Якщо сили зчеплення частинок рідини й твердого тіла менші за сили зчеплення частинок рідини, — незмочуючою це тіло.

Необхідно знати:

Явище змочування використовують у склеюванні, паянні, фарбуванні тіл, змащуванні тертьових деталей. Широко застосовується воно у флотаційних процесах (збагаченні руд цінною породою).

Явище змочування необхідно враховувати, конструюючи космічні апарати, тому що в стані невагомості змочувальна рідина розтікається по стінках посудини, у якій перебуває, а незмочувальна збирається великою краплею в середині посудини.



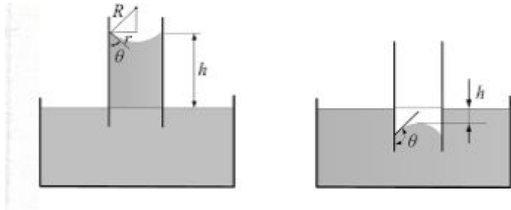
Зверніть увагу.

У житті ми часто маємо справу з тілами, пронизаними безліччю дрібних каналів (папір, пряжа, шкіра, різні будівельні матеріали, ґрунт, дерево). Стикаючись із водою або іншими рідинами, такі тіла дуже часто всмоктують їх у себе. На цьому ґрунтується дія рушника під час витирання рук, дія гніта в газовій лампі тощо.

Вузькі циліндричні трубки з діаметром близько міліметра й менше називаються капілярами.

Якщо рідина змочує матеріал капіляра, то всередині його поверхня рідини – меніск – має увігнуту форму, а рівень рідини всередині капіляра вище відкритої поверхні. Якщо рідина не змочує капіляр, то меніск має опуклу форму, а рівень рідини всередині капіляра нижче відкритої поверхні. Висота

підняття (опускання) рідини в капілярах: $h = \frac{2\sigma}{\rho g R}$



Установлено, що тиск під увігнутою поверхнею менший, а під опуклою — більший, ніж під плоскою. Це можна уявити собі так, що під опуклою поверхнею рідини створюється

додатковий тиск, що діє вниз. Цей додатковий тиск залежить як від поверхневого натягу, так і від форми поверхні. Викривлення поверхні рідини спричинює додатковий молекулярний тиск, що визначається формулою

Лапласа. Для сферичної поверхні: $p_{\text{л}} = \frac{2\sigma}{R}$.

Необхідно знати:

Капілярні явища надзвичайно поширені в природі, техніці й побуті:

- Проникнення поживних речовин з ґрунту в рослини;
- Підйом води з глибоких шарів ґрунту;
- будівельна практика;
- застосування рушників, серветок, марлі тощо.

Живлення рослин зумовлене всмоктуванням із ґрунту води й поживних речовин, що є можливим завдяки наявності капілярів у кореневій системі й стеблах рослини.

Урахування капілярності необхідне під час обробки ґрунту. Наприклад, для того щоб відбувався більш інтенсивний випар води з ґрунту, необхідно ущільнювати його. У цьому випадку в ґрунті утворюються капіляри й вода піднімається по них угору й випаровується. Щоб зменшити випар, ґрунт розпушують, руйнуючи при цьому капіляри, і вода довше залишається в ґрунті.

Тіла, що мають велику кількість капілярів, добре вбирають воду. Завдяки цьому під час витирання рук рушник усмоктує в себе воду, гас або розплавлений стеарин піднімаються по гніту лампи або свічки.

Запитання для перевірки.

1. Як пов'язана висота підйому рідини в скляному капілярі з діаметром капіляра?
2. Чому шовкова тканина погано витирає мокрі руки?
3. На якому фізичному явищі ґрунтується використання рушників?

4. На яку висоту підніметься змочувальна рідина в капілярі, якщо посудина з рідиною, у яку занурено капіляр, перебуває в стані невагомості?
5. Чому розтікається чорнило під час письма на папері поганої якості?
6. Чому вода піднімається по тонких трубках і має ввігнутий меніск, а ртуть опускається і її поверхня має опуклий меніск?

Зверніть увагу.

7. Експериментальне завдання.

Як змінити поверхневий натяг води? Налийте у дві тарілки чистої води. Візьміть ножиці й від аркуша паперу в клітинку відріжте дві вузькі смужки завширшки в одну клітинку. Візьміть одну смужку і, тримаючи її над однією тарілкою, відріжуйте від смужки шматочки по одній клітинці, прагнучи робити це так, щоб, падаючи у воду, шматочки трималися на воді кільцем посередині тарілки і не торкалися ні один одного, ні країв тарілки.

Візьміть шматочок мила, загострений на кінці, і торкайтеся загостреним кінцем поверхні води в середній частині кільця з папірців.

- Що спостерігаєте?
- Чому шматочки паперу починають «розбігатися»?

Візьміть тепер іншу смужку, так само відріжте від неї кілька шматочків паперу над іншою тарілкою і, торкнувшись шматочком рафінованого цукру поверхні води всередині кільця, тримайте його якийсь час у воді. Шматочки паперу наблизатимуться один до одного.

Дайте відповідь на запитання: *як змінився поверхневий натяг води від домішок мила й від домішок цукру?*

Запам'ятайте:

Про що ми дізналися:

- У розташуванні молекул у рідині існує лише ближній порядок.
- Прагнення рідини зменшити площу своєї поверхні називається поверхневим натягом.
- Поверхнева енергія — це надлишкова потенційна енергія молекул поверхневого шару рідини.
- Якщо сили зчеплення частинок рідини й твердого тіла більші за сили зчеплення частинок рідини, рідину називають змочуючою це тверде тіло.
- Якщо сили зчеплення частинок рідини й твердого тіла менші за сили зчеплення частинок рідини, рідину називають незмочуючою це тіло.
- Вузькі циліндричні трубки з діаметром близько міліметра й менше називаються капілярами.
- Якщо рідина змочує стінки трубки, то вона піднімається по стінці трубки над рівнем рідини в посудині, причому тим вище, чим вужча трубка.
- Якщо рідина не змочує стінок, то, навпаки, рівень рідини у вузькій трубці буде нижчим, ніж у широкій посудині.