

Вологість повітря.

Методи вимірювання вологості повітря.

Мета.

Освітня. Сформувані знання учнів про парціальний тиск, абсолютну та відносну вологість повітря, розглянути методи вимірювання вологості за допомогою гігрометра та психрометра.

Розвиваюча. Розвивати логічне мислення, пізнавальний інтерес, спостережливість.

Виховна. Виховувати самостійність, прагнення до самовдосконалення.

Тип уроку. Урок вивчення нового матеріалу.

Прилади та матеріали для роботи з учнями:

- Гігрометр, психрометр.

План

1. Актуалізація опорних знань.
2. Вивчення нового матеріалу.
3. Вчимося розв'язувати задачі.
4. Домашнє завдання.
5. Для допитливих.

Хід уроку

1. Актуалізація опорних знань.

Завершити речення.

1. Процес переходу рідини з рідкого стану в газоподібний називається...
2. Процес переходу газу до рідкого стану називається...
3. Пароутворення поділяють на...
4. Пароутворення з вільної поверхні рідини – це...
5. Пароутворення не тільки з вільної поверхні рідини, а й із усієї рідини, яке відбувається за певної для даної рідини температури, називається...
6. Якщо число молекул, які вилітають з рідини під час випаровування, перевищують число молекул, що повертаються, то така пара називається ...
7. Якщо число молекул, які вилітають з рідини під час випаровування, дорівнює числу молекул, що повертаються, то така пара називається ...
8. Температура, за якою ненасичена пара стає насиченою, називається...

Дати відповідь на запитання:

1. Лікарі-стоматологи для дослідження зубів користуються спеціальним дзеркальцем, яке перед використанням попередньо нагрівають до температури 37°C. Навіщо?
2. Чому вода у відкритій посудині завжди має температуру, трохи нижчу, ніж температура навколишнього повітря?
3. Чи можна змусити воду кипіти за температури 40°C?
4. Чому у спеку собака висовує язик?

5. Чому тиск насиченої пари не залежить від об'єму?
6. Чому температура кипіння зростає із збільшенням тиску?
7. Яку температуру називають критичною?
8. Чим відрізняється явище кипіння рідини від її випаровування?
9. При якій умові починається кипіння рідини?
10. Як залежить температура кипіння рідини від зовнішнього тиску?
11. Чому, якщо подихати собі на руку, відчувається тепло, а якщо подмухати – холод?
12. Під час видиху на морозі утворюються білі клуби, які іноді називають паром. Чи правильно це?
13. Чому пітніють окуляри, коли людина з морозу заходить до кімнати?
14. Чому у великий мороз над ополонкою на річці утворюється туман?
15. Як за зовнішнім виглядом відрізнити в лазні трубу з холодною водою від труби з гарячою?
16. Як відрізняються температури кипіння на першому і останньому поверхах висотного будинку.

2. Вивчення нового матеріалу. Вологість повітря.

Вода займає близько 70,8% поверхні земної кулі. Живі організми містять від 50 до 99,7% води. В атмосфері міститься 13-15 тис. км³ води у вигляді крапель, кристалів снігу і водяної пари.

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.

Інакше кажучи, абсолютну вологість вимірюють густиною водяної пари, яка знаходиться в повітрі. Наприклад, при абсолютній вологості 6 мм рт. ст. в жаркий липневий полудень повітря дуже далеко 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.

$$\varphi = \frac{p_a}{p_n} \cdot 100\% ; \quad \varphi = \frac{\rho_a}{\rho_n} \cdot 100\%$$

$$p = \frac{m}{V} \cdot \frac{R \cdot T}{M} = \rho \frac{R \cdot T}{M}, \text{ тобто тиск } p \text{ пропорційний густині } \rho.$$

$$\frac{\rho_a}{\rho_n} = \frac{p_a}{p_n}.$$

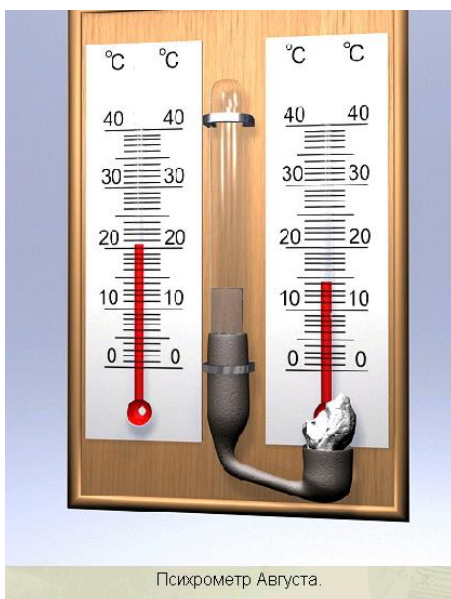
Температуру, при якій відносна вологість повітря становить 100% називають **точкою роси**.

Методи вимірювання вологості повітря.

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.

Розрізняють стаціонарні, аспіраційні та дистанційні психометри.

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



Психрометр Августа.

Психрометрична таблиця

| $t_{\text{сух.терм.}}$ | Розність показаний сухого и влогоного термометров | | | | | | | | |
|------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| °C | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 15 | 100 | 90 | 80 | 71 | 61 | 52 | 44 | 36 | 27 |
| 16 | 100 | 90 | 81 | 71 | 62 | 54 | 45 | 37 | 30 |
| 17 | 100 | 90 | 81 | 72 | 64 | 55 | 47 | 39 | 32 |
| 18 | 100 | 91 | 82 | 73 | 64 | 56 | 48 | 41 | 34 |
| 19 | 100 | 91 | 82 | 74 | 65 | 58 | 50 | 43 | 35 |
| 20 | 100 | 91 | 83 | 74 | 66 | 59 | 51 | 44 | 37 |
| 21 | 100 | 91 | 83 | 75 | 67 | 60 | 52 | 46 | 39 |
| 22 | 100 | 92 | 83 | 76 | 68 | 61 | 54 | 47 | 40 |
| 23 | 100 | 92 | 84 | 76 | 69 | 61 | 55 | 48 | 42 |
| 24 | 100 | 92 | 84 | 77 | 69 | 62 | 56 | 49 | 43 |
| 25 | 100 | 92 | 84 | 77 | 70 | 63 | 57 | 50 | 44 |

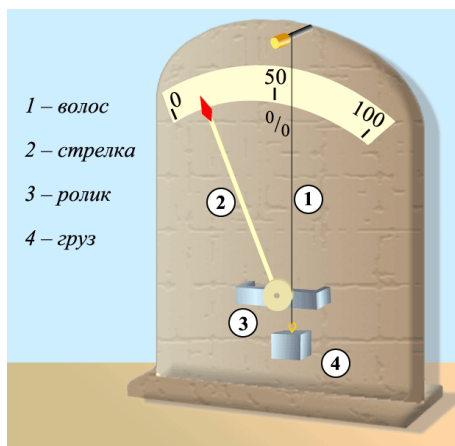
Гігрометр - прилад для вимірювання величин, які характеризують вологість речовини в газоподібному стані.

Наприклад - для вимірювання вологості повітря.

Використовуються волосяні гігromетри та конденсаційні (психрометри) гігromетри.



Металевий гігromетр



Волосяний гігromетр



Гігromетр психрометричний

Принцип дії волосяного гігromетра 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.

В ємнісних датчиках на дві пластини подається змінна напруга. В залежності від кількості водяної пари між пластинами змінюється діелектрична проникність і відповідно ємність, яка впливає на реактивний опір конденсатора. В опірних датчиках вимірюється опір полімерної мембрани, який змінюється в залежності від кількості поглинутої вологи.



3. Вчимося розв'язувати задачі.

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:

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

Припустимо, що температура повітря знизилась до 16°C, а абсолютна вологість не змінилась.

При $t=16^\circ\text{C}$ $\rho_{н} = 13,6\text{г/м}^3$

$$\varphi = \frac{13,6}{13,6} \cdot 100\% = 100\% .$$

Повітря буде в цьому випадку водяною парою.

Задача 1. У цех заводу треба подати 20000 м³ повітря при $t_1 = 18^\circ\text{C}$ і відносній вологості 50%. Температура повітря на вулиці $t_2 = 10^\circ\text{C}$, а відносна вологість 60%. Скільки води треба

додатково випарувати, щоб повітря, яке надходить з вулиці, мало необхідні температуру і вологість?

Дано:

$$t_1 = 18^\circ\text{C}$$

$$\varphi_1 = 50\% = 0,5$$

$$t_2 = 10^\circ\text{C} \quad \text{За таблицею:}$$

$$\varphi_2 = 60\% = 0,6$$

$$V = 20000\text{м}^3$$

$$\Delta m - ?$$

$$1) \text{ При } t_1 = 18^\circ\text{C}, \quad \rho_{н1} = 15,4\text{г/м}^3$$

$$m_1 = \rho_{н1} \cdot V \cdot \varphi_1$$

$$m_1 = 15,4\text{г/м}^3 \cdot 20000\text{м}^3 \cdot 0,5 = 154\text{кг} - \text{водяної пари.}$$

$$2) \text{ При } t_2 = 10^\circ\text{C}, \quad \rho_{н2} = 9,4\text{г/м}^3$$

$$m_2 = \rho_{н2} \cdot V \cdot \varphi_2$$

$$m_2 = 9,4\text{г/м}^3 \cdot 20000\text{м}^3 \cdot 0,6 = 112,8\text{кг}$$

$$\Delta m = m_1 - m_2 = 41,2\text{кг}$$

Відповідь: Додатково треба випарувати 41,2 кг води.

4. Домашнє завдання.

Вивчити: параграф 48

Задача 1. У кімнаті при 0°C відносна вологість повітря становить 80%. Якою буде відносна вологість повітря за температури 20°C ?

Задача 2. У кімнаті при температурі 0 °C відносна вологість повітря 80%. Якою буде відносна вологість цього повітря, якщо його температура підвищиться до 20 °C?

5. Для допитливих.

Як вологість впливає на самопочуття людини? <<Читати>>

| $t, ^\circ\text{C}$ | $P, \text{Торр}$ | $\rho, \text{кг/м}^3$ | $t, ^\circ\text{C}$ | $P, \text{Торр}$ | $\rho, \text{кг/м}^3$ |
|---------------------|------------------|-----------------------|---------------------|------------------|-----------------------|
| -30 | 0,28 | 0,33 | 12 | 10,52 | 10,7 |
| -28 | 0,35 | 0,41 | 14 | 11,99 | 12,1 |
| -26 | 0,43 | 0,51 | 16 | 13,63 | 13,6 |
| -24 | 0,52 | 0,60 | 18 | 15,48 | 15,4 |
| -22 | 0,64 | 0,73 | 20 | 17,54 | 17,3 |
| -20 | 0,77 | 0,88 | 22 | 19,83 | 19,4 |
| -18 | 0,94 | 1,05 | 24 | 22,38 | 21,8 |
| -16 | 1,13 | 1,27 | 26 | 25,21 | 24,4 |
| -14 | 1,36 | 1,51 | 28 | 28,35 | 27,2 |
| -12 | 1,63 | 1,80 | 30 | 31,82 | 30,3 |
| -10 | 1,95 | 2,14 | 32 | 35,66 | 33,9 |
| -8 | 2,32 | 2,54 | 34 | 39,90 | 37,6 |
| -6 | 2,76 | 2,99 | 36 | 44,56 | 41,8 |
| -4 | 3,28 | 3,51 | 38 | 49,69 | 46,3 |
| -2 | 3,88 | 4,13 | 40 | 55,32 | 51,2 |
| 0 | 4,58 | 4,84 | 50 | 92,5 | 83,0 |
| 2 | 5,29 | 5,60 | 60 | 149,4 | 130 |
| 4 | 6,10 | 6,40 | 70 | 233,7 | 198 |
| 6 | 7,01 | 7,3 | 80 | 355,1 | 293 |
| 8 | 8,05 | 8,3 | 90 | 525,8 | 424 |
| 10 | 9,21 | 9,4 | 100 | 760,0 | 598 |