

Лекція 5

Вода в атмосфері Хмари



ПРИГАДАЙТЕ

- У яких трьох станах може перебувати вода?

Рідкий



вище 0°C

Твердий



нижче 0°C

Газоподібний



близько 100°C

Основні умови, що сприяють випаровуванню.

Температура: чим вища температура рідини та навколишнього повітря, тим інтенсивніше випаровування (кінетична енергія молекул зростає).

Вологість повітря: у сухому повітрі випаровування відбувається швидше; у вологому — сповільнюється.

Рух повітря (вітер): видалення насичених паром шарів повітря біля поверхні рідини прискорює процес.

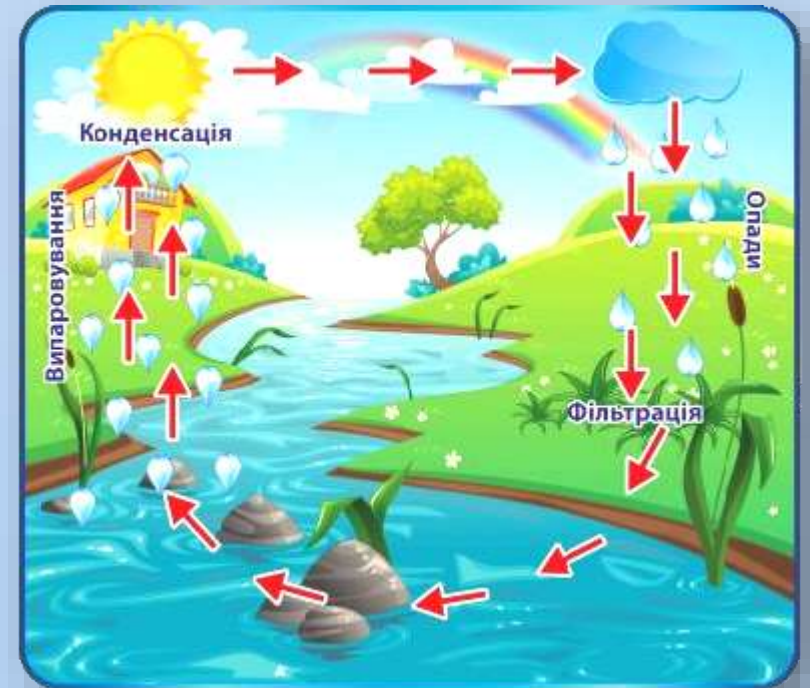
Площа поверхні рідини: чим більша площа, тим інтенсивніше випаровування.

Атмосферний тиск: зниження тиску сприяє переходу молекул у парову фазу.

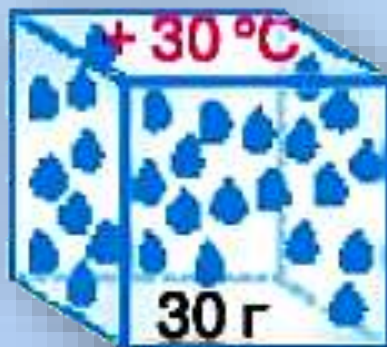
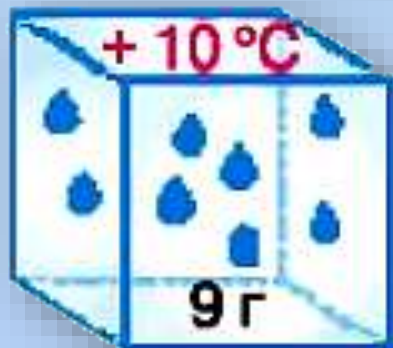
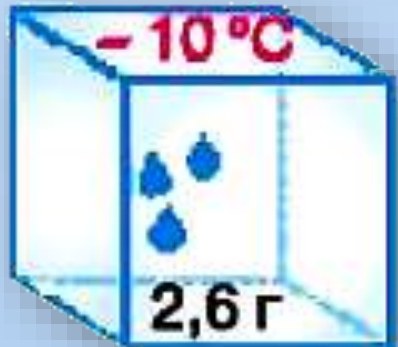
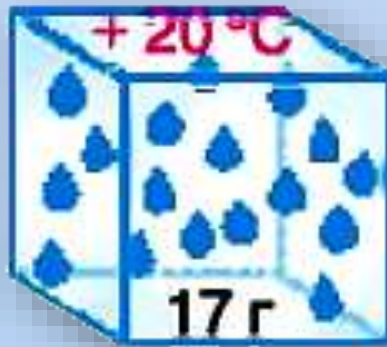
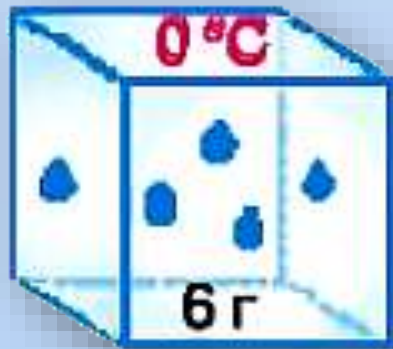
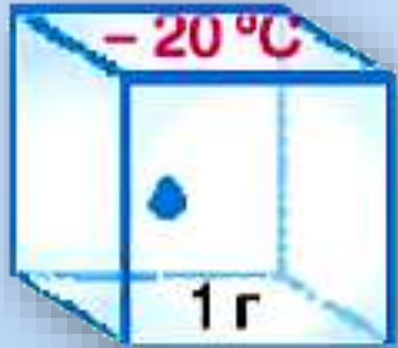
- **Випаровування — перехід зрідкого агрегатного стану в газватий**
- **Конденсація — перехід з газуватого агрегатного стану у рідкий**

ЩО ТАКЕ ВОЛОГІСТЬ ПОВІТРЯ

- Завдяки випаровуванню в атмосфері завжди міститься певна кількість водяної пари
- Вологість повітря — вміст водяної пари у повітрі



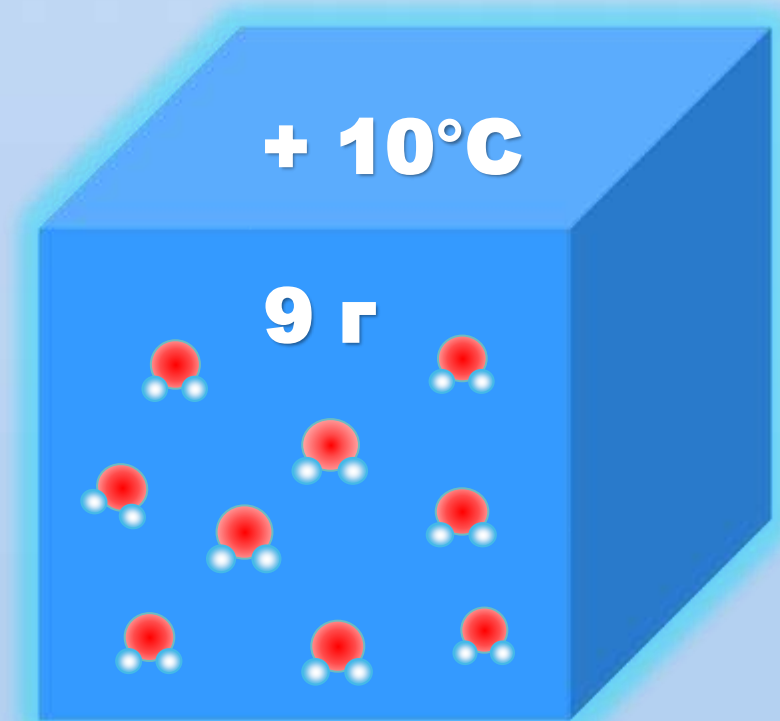
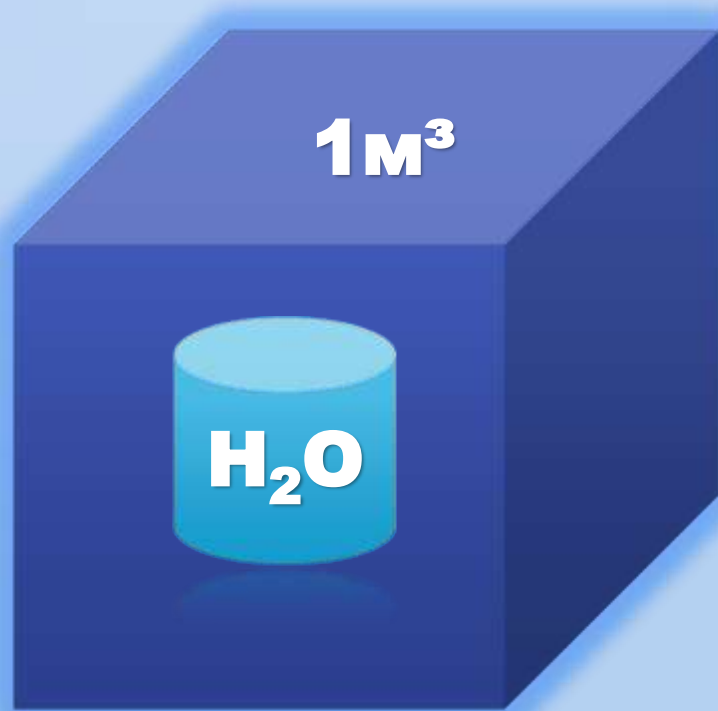
- **Повітря не може вміщувати безмежно багато водяної пари**
- **Ця межа залежить від його температури**



- **Якщо повітря ввібрало максимально можливу за певної температури кількість пари, його називають насиченим**
- **Здебільшого повітря буває ненасиченим, тобто містить водяної пари менше, ніж можливо**

Абсолютна вологість

— це кількість водяної пари (у грамах), що фактично міститься в 1 м^3 повітря у певний момент часу за певної температури



- абсолютна вологість повітря при $t = +10^\circ\text{C}$ становить 9 г/м^3
- це означає, що в 1 м^3 повітря міститься 9 г пари

Кількість водяної пари у 1м^3 залежить від температури

Чим **вища** температура повітря,



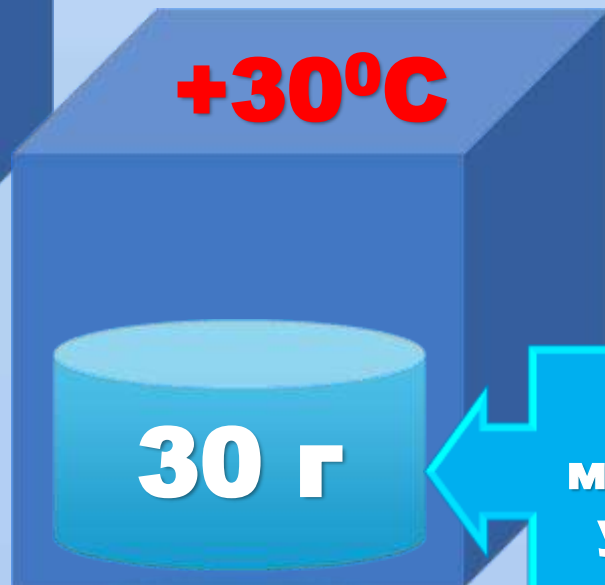
тим **більше** водяної пари
може міститися у кожному кубічному метрі повітря

Відносна вологість

- Для ненасиченого повітря вказують відносну вологість
- — це відношення (у %) кількості водяної пари, що фактично міститься в повітрі, до тієї її кількості, що може міститися в повітрі за певної температури



**Фактичний
вміст
водяної пари**



**Може
максимально
утримувати**

Так, якщо в повітрі міститься **15 г/м³** пари, а за певної температури найбільший можливий її вміст становить **30 г/м³**, то відносна вологість повітря буде:

$$\begin{array}{l} 30 \text{ г/м}^3 \text{ — } 100 \% \\ 15 \text{ г/м}^3 \text{ — } X \% \\ X = 15 : 30 \times 100 \% = 50 \% \end{array}$$

Розподіл відносної вологості повітря

Полярні широти — завжди висока через низькі температури і незначне випаровування



Помірні широти — взимку вища, ніж улітку

Екваторіальні широти — завжди висока через високі температури і значне випаровування

Тропічні широти — завжди низька через високі температури і незначне випаровування

У пустелях < 50%



**В екваторіальних
широтах – 80-90%**



**У помірних широтах
влітку – 60%**



взимку – 80%



Гігрометр — прилад для вимірювання відносної вологості повітря



Гігростат — прилад для зволоження або осушування повітря задля підтримання комфортного мікроклімату в лікарнях, для створення спеціальних умов у кімнатах з комп'ютерною технікою, в теплицях, холодильних камерах для садовини й городини тощо



Волосяний гігрометр



Найменша у світі абсолютна вологість повітря в Антарктиді (соті частки г/м^3), найбільша — на екваторі (23 г/м^3). В Україні вона найменша в січні (близько 3 г/м^3).



ЯК УТВОРЮЮТЬСЯ ХМАРИ



- **З висотою тепле повітря охолоджується**
- **→ відносна вологість стає 100 %, тобто повітря стає насиченим**
- **пара конденсується**
- **→ перетворюється у крапельки води, які зависають у повітрі на великій висоті**
- **→ утворюють хмари**

ХМАРИ

- **Хмари — скупчення дуже дрібних крапель води або кристалів льоду на великій висоті над землею внаслідок охолодження насиченого водяною парою повітря**
- **Кожна краплинка у хмарах в мільйон разів менша за горошину**



ЯКІ БУВАЮТЬ ХМАРИ

Хмари відрізняються за зовнішнім виглядом та за висотою, на якій утворюються



Перисті

• 6—10 км



Купчасті

• 2—5 км



Шаруваті

• до 2 км

Перисті хмари

Перисті хмари — це найвищі хмари тропосфери, зазвичай формуються на висоті **6–12 км**. Складаються з кристалів льоду, оскільки температура в цих шарах атмосфери є дуже низькою ($-20...-40\text{ }^{\circ}\text{C}$). Мають ниткоподібну, «пір'яну» структуру.

Перисті хмари зазвичай **не дають опадів**, проте є **провісниками зміни погоди**, особливо наближення циклону. Вони можуть мати вигляд «серпів», «пташиних пір'їн» або «риб'ячих скелетів». Іноді спричиняють атмосферні оптичні явища, як-от **гало** чи «лунні кільця» навколо Сонця й Місяця.



Купчасті хмари

Формуються на висоті **2–5 км** унаслідок конвекційного підйому теплого повітря. Мають характерну «баранячу» або «купчасту» форму з чіткими обрисами, білі зверху та темніші знизу. Складаються переважно з крапельок води.

Це «хмари гарної погоди» — типовий супутник сонячного літнього дня.

Якщо конвекція посилюється, купчасті хмари перетворюються на **купчасто-дощові**, які приносять зливи, грози, град і навіть торнадо.

Середній час життя звичайної купчастої хмари — від **10 до 15 хвилин**, але гігантські грозові можуть існувати кілька годин.

За обсягом навіть невелика купчаста хмара може містити до **500 тонн води**.



Шаруваті хмари

Розташовуються низько — на висоті **0,1–1 км**. Нагадують сірувату «пелену», яка закриває небо. Складаються з дрібних крапель води, а взимку — з кристалів льоду.

Вони часто асоціюються з **туманом**, адже туман — це теж шарувата хмара, тільки біля поверхні землі.

Шаруваті хмари рідко дають сильні опади, проте здатні створювати **тривалий мрячний дощ чи сніг**.

Вони формуються у спокійній атмосфері без значних вертикальних потоків.

Цей тип хмар суттєво знижує рівень сонячної радіації, створюючи відчуття «похмурої» погоди.



Хмарність

— це ступінь покриття неба хмарами називають

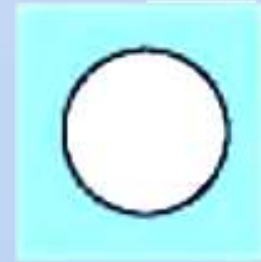
- визначають на око:

- хмарами закрито все небо – 10 балів

- півнеба — 5 балів

- $\approx \frac{1}{4}$ неба — 2 –3 бали

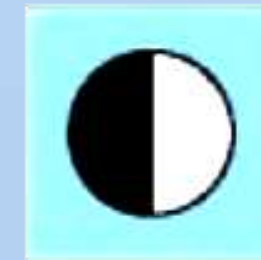
- небо ясне — 0 балів



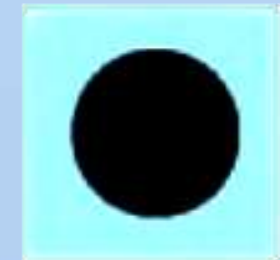
Ясно,
0 балів



Мала,
2–3 бали



Мінлива,
5 балів



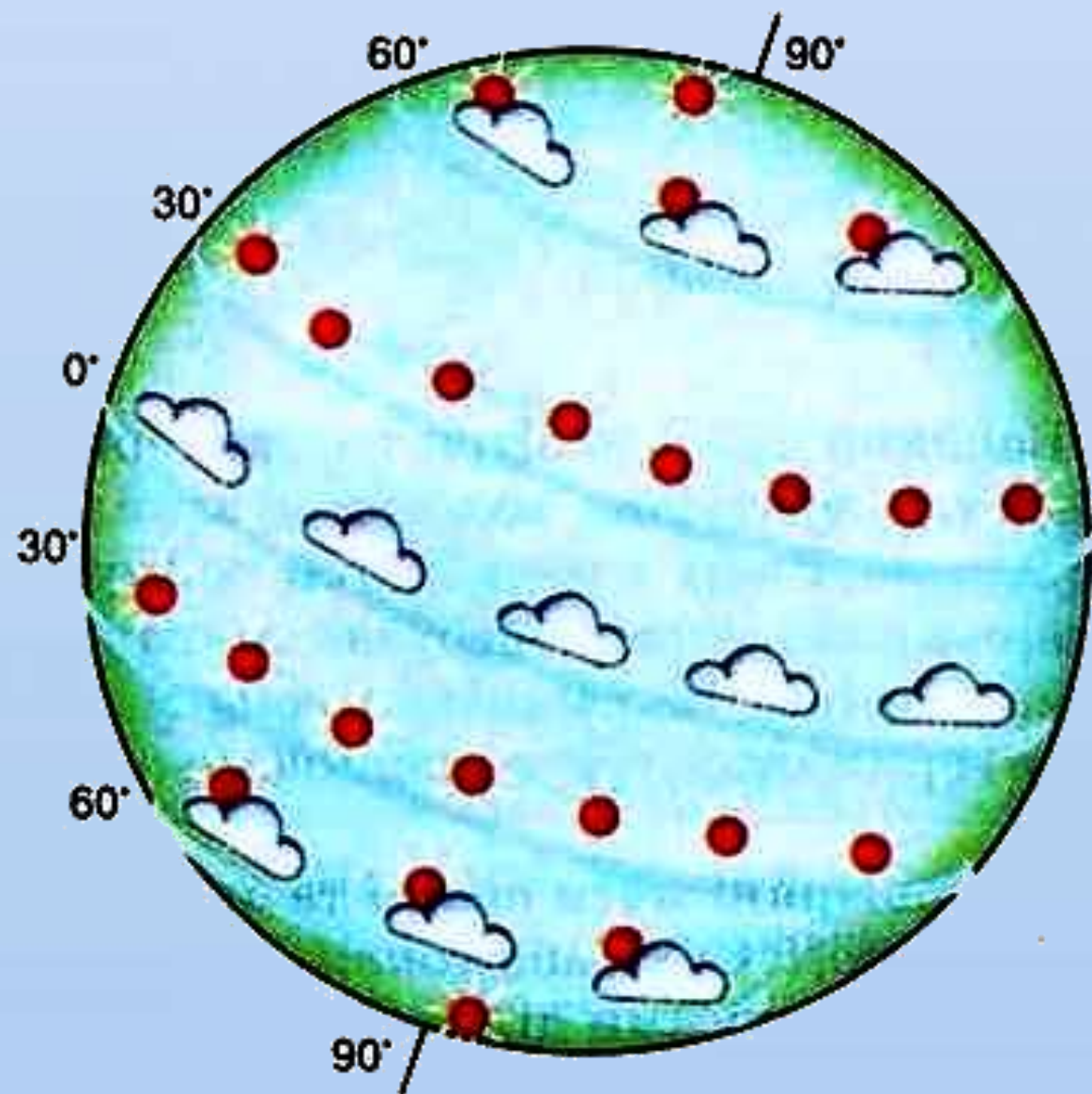
Суцільна,
10 балів



Середня річна хмарність

для всієї планети становить 5 балів. Найбільша хмарність — над екватором, найменша — над пустелями і полюсами.

Розподіл хмарності



ясно



перемінна хмарність



значна хмарність

ЧИМ ТУМАН ВІДРІЗНЯЄТЬ ВІД ХМАР

- **Туман — скупчення великої кількості надзвичайно дрібних, завислих у повітрі краплинок, які утворюють біля земної поверхні**
- **Таке буває тоді, коли поверхня охолоджується: влітку й восени вранці перед сходом сонця й увечері після заходу**



ПІДСУМУЄМО

- **Абсолютна вологість — це кількість водяної пари (у грамах), що фактично міститься в 1 м³ повітря в певний момент часу за певної температури**
- **Відносна вологість — це відношення (у відсотках) абсолютної (фактичної) вологості до максимально можливої за певної температури**
- **Хмари — скупчення дуже дрібних крапель води або кристалів льоду на великій висоті над землею внаслідок охолодження насиченого водяною парою повітря.**