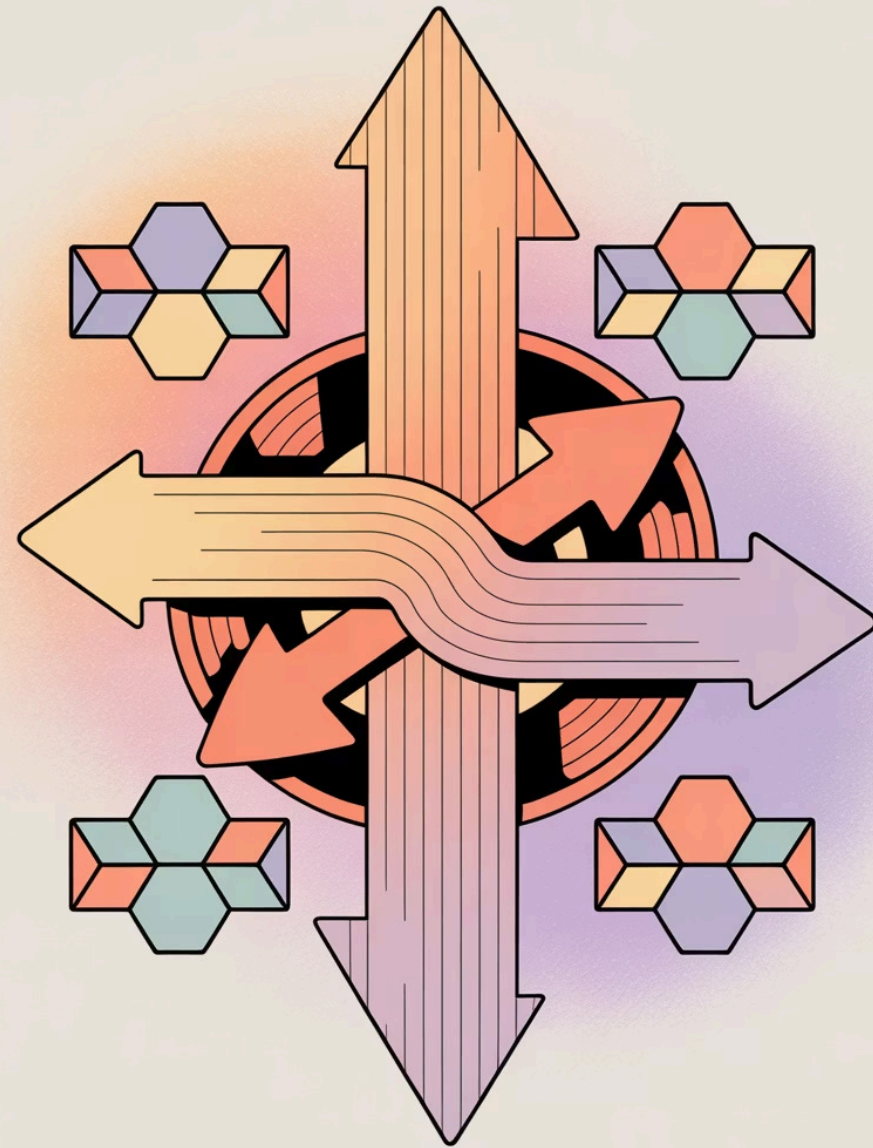
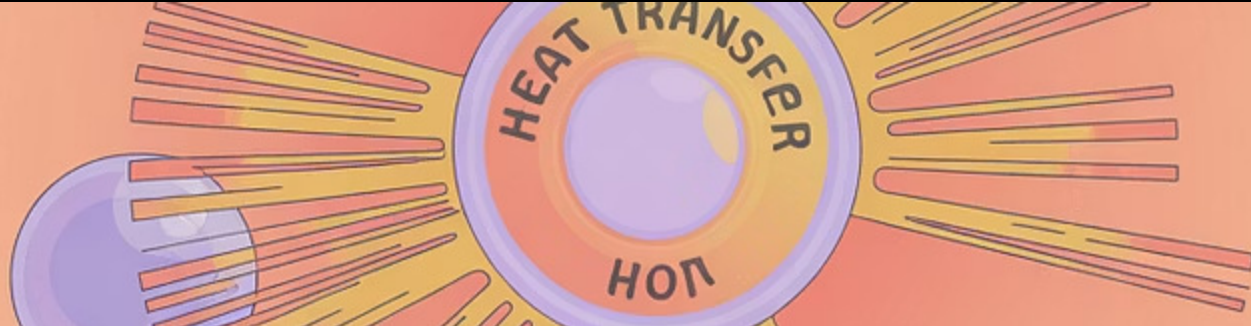


Теплопровідність. Конвекція.

Вивчаємо фундаментальні механізми теплопередачі та їх практичне застосування в інженерних розрахунках





Частина 1: Основи теплопровідності

Досліджуємо механізм переносу теплової енергії через речовину без її макроскопічного переміщення

1. Що називають теплопровідністю?
2. Як відбувається передача енергії в процесі теплопровідності?
3. У якому стані речовина гірше проводить тепло — у твердому, рідкому чи газоподібному?
4. Чому тварини не замерзають навіть у сильний холод?
5. Які матеріали добре проводять тепло? Де їх застосовують?
6. Назвіть матеріали, які погано проводять тепло. Де їх застосовують?
7. Чому подвійні рами у вікнах сприяють кращій теплоізоляції квартир?
8. Чому безсніжними зимами озимина потерпає від морозів?
9. За кімнатної температури металеві речі здаються холоднішими на дотик, ніж дерев'яні. Чому?

Три Основні Види Теплопередачі

Існує три фундаментальні механізми перенесення теплової енергії, які визначають, як тепло поширюється в природі та техніці:

Теплопровідність

Передача енергії від більш нагрітих до менш нагрітих частин тіла шляхом безпосереднього контакту молекул, без макроскопічного переміщення самої речовини.

Конвекція

Передача тепла в рідинах або газах за рахунок переміщення потоків самої речовини. Це відбувається через рух нагрітих мас.

Випромінювання

Передача енергії за допомогою електромагнітних хвиль, яка може відбуватися навіть у вакуумі і не потребує середовища для поширення.

Що таке теплопровідність?

Фізична суть

Здатність речовини переносити теплову енергію без перенесення самої речовини через коливання атомів та молекул

Механізм передачі

Відбувається за рахунок передачі кінетичної енергії між сусідніми частинками речовини

Ключова відмінність

На відміну від конвекції, при теплопровідності речовина залишається нерухомою

Коефіцієнт теплопровідності λ

Фізичний зміст

Визначає інтенсивність теплопередачі в матеріалі та характеризує його теплопровідні властивості

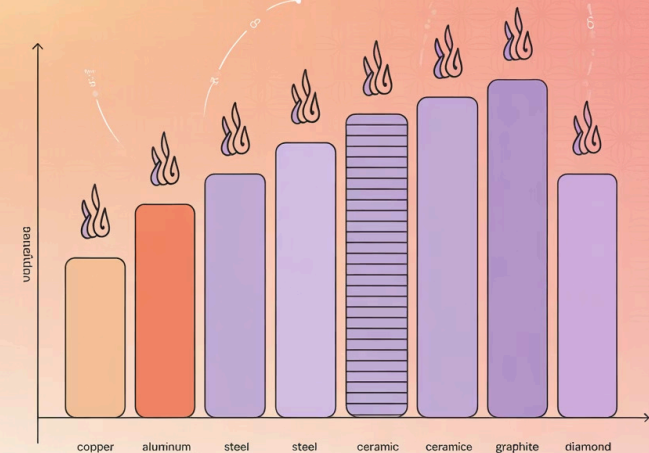
Одиниці вимірювання

Вимірюється у $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ - ват на метр на кельвін

Діапазон значень

Метали мають високу λ (мідь $\sim 390 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$), газы — дуже низьку (повітря $\sim 0.026 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$)

Thermal Conductivity Coefficient Materials Comparison



Порівняння теплопровідності матеріалів

390

Мідь

Вт/(м·К) - найкращий
провідник

237

Алюміній

Вт/(м·К) - легкий метал

0.6

Вода

Вт/(м·К) - рідина

0.026

Повітря

Вт/(м·К) - газ-ізолятор

0.04

Вовна

Вт/(м·К) - теплоізолятор

—

Тож які матеріали
згідно коефіцієнту
погано проводять
тепло а які гарно?

Формула теплового опору та коефіцієнта теплопровідності

Тепловий опір

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

де d — товщина матеріалу, λ — коефіцієнт теплопровідності

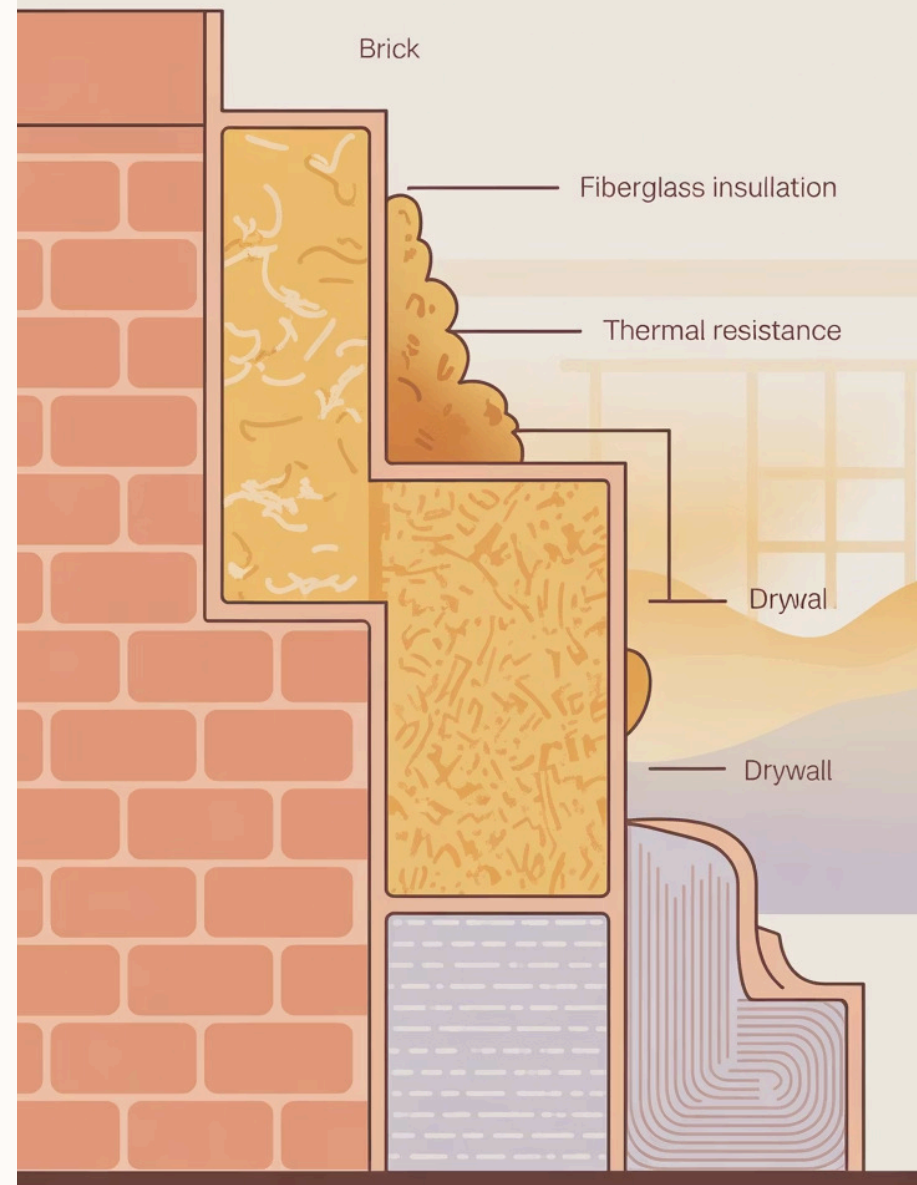
Коефіцієнт теплопередачі

$$U = \frac{1}{R}$$

Характеризує теплопровідність огорожувальної конструкції

Правило теплоізоляції

Чим менше U , тим краща теплоізоляція будівлі та менші тепловтрати





Частина 2: Конвекція — перенос тепла з рухом речовини

Переходимо до вивчення теплопередачі, яка супроводжується
рухом речовини

Проведемо дослід

Невелика паперова вертушка, яку закріпили над лампою, під дією потоків нагрітого повітря починає крутитися.

У наведених прикладах спостерігаємо ще один вид теплопередачі — конвекція.

Конвекція — це вид теплопередачі, здійснюваний шляхом перенесення теплоти потоками рідини або газу.

 Зверніть увагу: **конвекція не може відбуватись у твердих тілах**, оскільки в них не можуть виникнути потоки речовини.

Проведемо дослід:

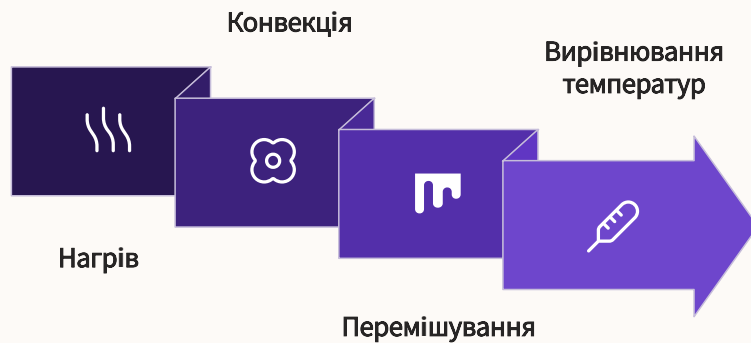
Наповнимо колбу водою й закріпимо її в лапці штатива.

Покладемо на дно колби кілька дрібок акварельної фарби.

Потім нагріватимемо колбу знизу.

Із дна колби почнуть підніматися забарвлені струминки води. Досягши верхніх шарів води, вони спускатимуться вздовж більш холодних боків; далі процес повториться.

 У результаті відбудеться природне перемішування нагрітих і ненагрітих частин рідини.



Що таке конвекція?



Перенос тепла

Відбувається разом із рухом рідини або газу, на відміну від теплопровідності



Природна конвекція

Виникає внаслідок різниці густини речовини при нагріванні



Примусова конвекція

Створюється за допомогою вентиляторів, насосів та інших механічних пристроїв

Основні параметри конвекції

Коефіцієнт тепловіддачі h

Вимірюється у $\text{Вт}/\text{м}^2\cdot\text{К}$ та характеризує інтенсивність конвективного теплообміну

Залежність від факторів:

- Властивості рідини (в'язкість, щільність, теплоємність)
- Швидкість руху потоку
- Характер потоку (ламінарний чи турбулентний)
- Геометрія поверхні теплообміну



Приклад: Розрахунок коефіцієнта тепловіддачі

Повітря при 25°C

Швидкість потоку: 2 м/с

$h \approx 44.7 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$

Помірна ефективність теплообміну

Вода при 25°C

Швидкість потоку: 2 м/с

$h \approx 43347 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$

Висока ефективність теплообміну

✓ Вода переносить тепло у 1000 разів ефективніше за повітря при однакових умовах течії

Зверніть увагу: **конвекція не може відбуватись у твердих тілах**, оскільки в них не можуть виникнути потоки речовини

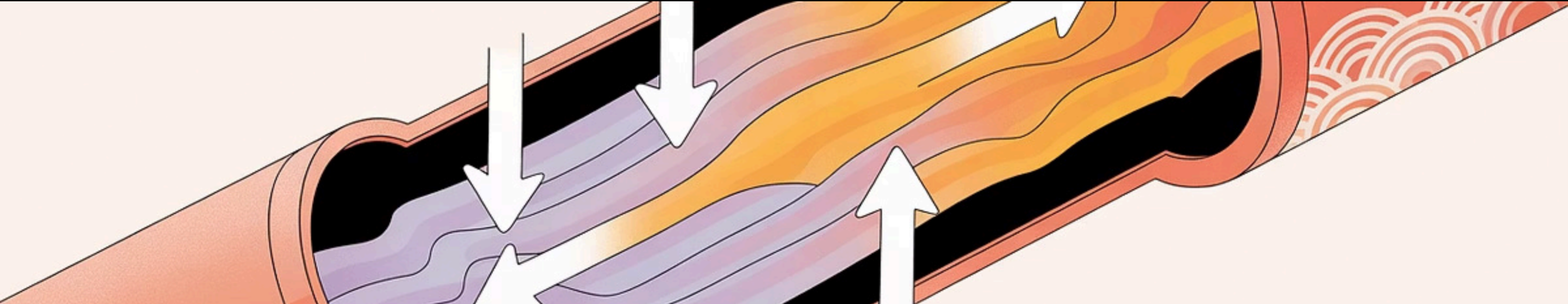


Схема конвекції в трубі

Порівняння конвективного теплообміну для різних теплоносіїв у трубах круглого перерізу

Повітряний потік

Низька щільність та теплоємність обмежують ефективність теплопередачі

Водний потік

Висока щільність та теплоємність забезпечують інтенсивний теплообмін

Висновок

Фундаментальні механізми

Теплопровідність і конвекція є основою сучасної теплотехніки та енергетики

Практичне застосування

Розуміння коефіцієнтів теплопровідності та тепловіддачі допомагає проектувати енергоефективні системи

Розвиток навичок

Практичні задачі розвивають навички застосування теорії у реальних інженерних проектах

Подальше вивчення

Запрошую до подальшого вивчення та експериментів з теплопередачею!

