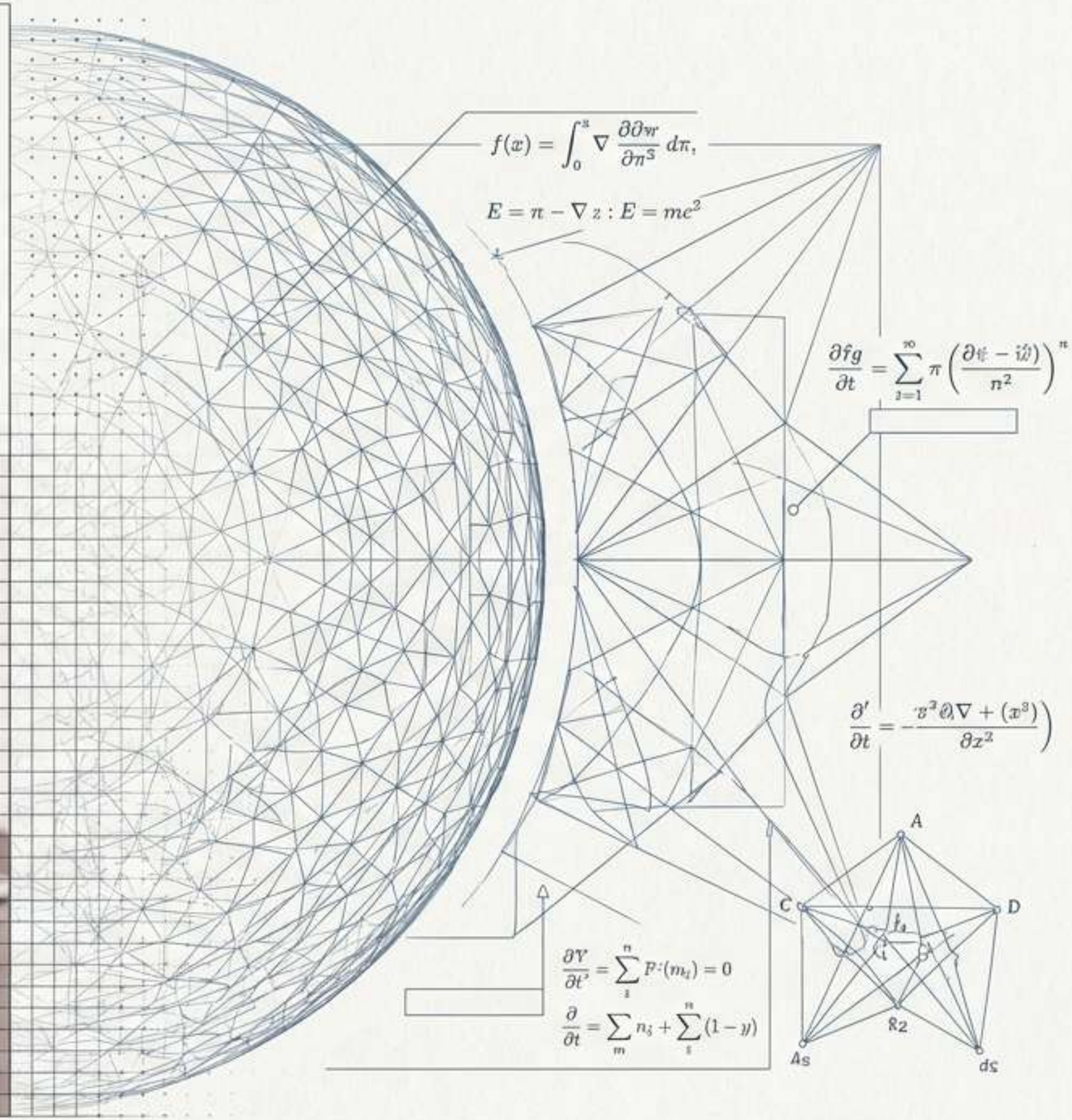
Структура наукового знання

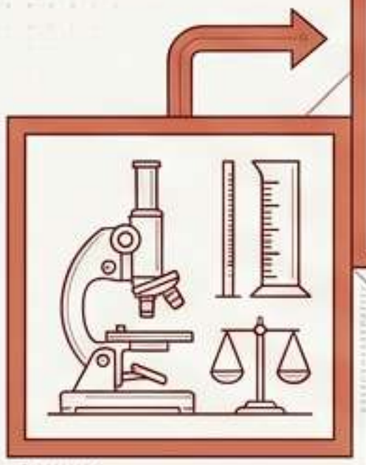
Від спостереження реальності до конструювання теоретичних світів





Gemini Notebook

ДІАГОНАЛЬ АБСТРАКЦІЇ



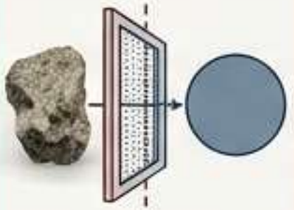
Емпіричний факт

Первинні спостереження та вимірювання



Емпіричний закон

Виявлені закономірності в даних



Наукова Ідеалізація

Спрощення для виділення суттєвого

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

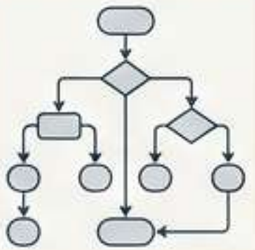
Теоретичний закон

Математичний опис фундаментальних принципів



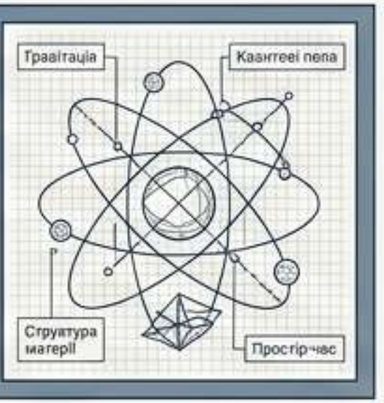
Наукова гіпотеза

Попереднє пояснення для перевірки



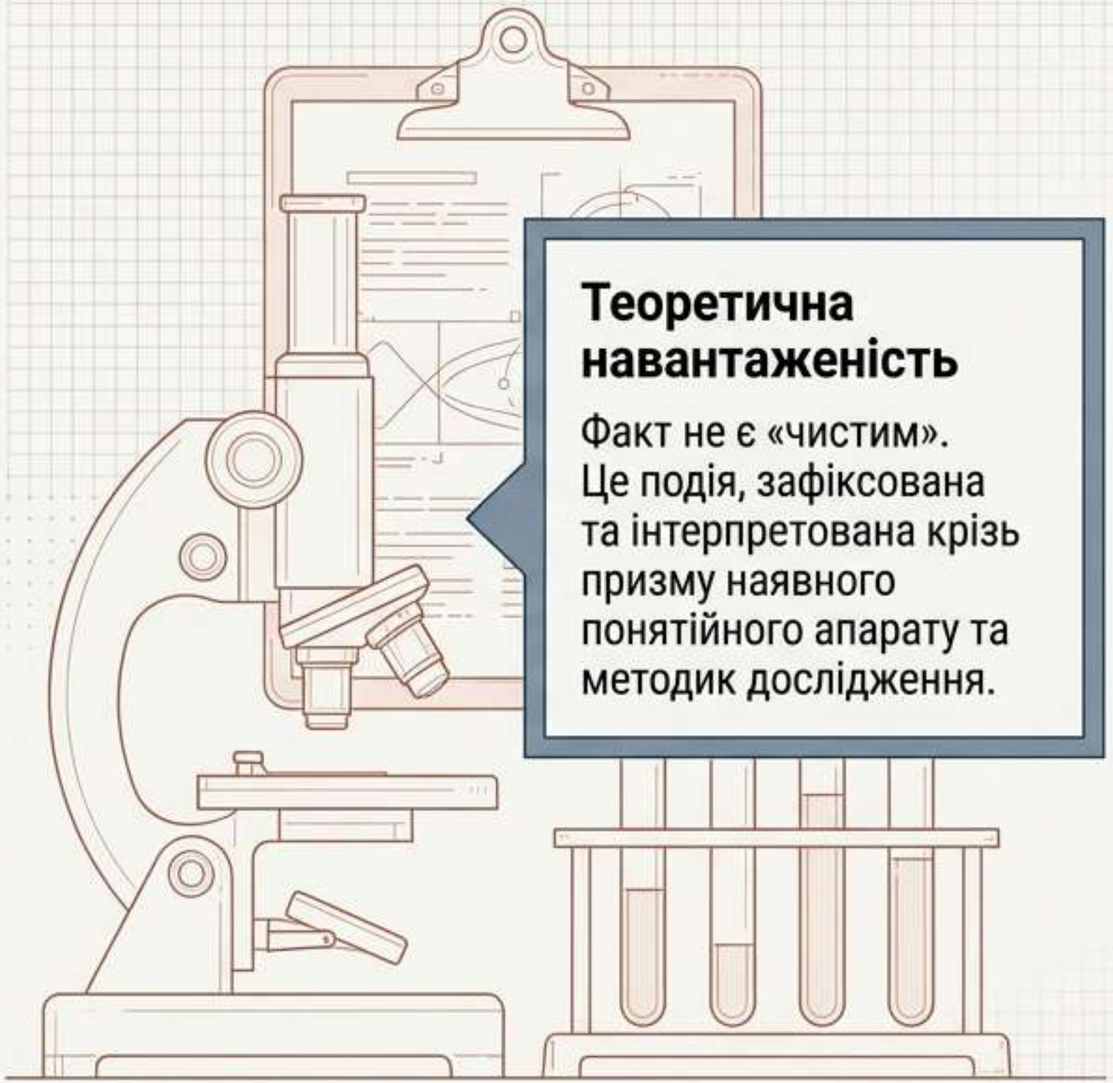
Наукова картина світу

Цілісна система знань про реальність



Gemini Notebook

Конструювання наукового факту



Теоретична навантаженість

Факт не є «чистим». Це подія, зафіксована та інтерпретована крізь призму наявного понятійного апарату та методик дослідження.

Факт дійсності	Науковий факт
Об’єктивна подія (існує незалежно від спостерігача).	Результат пізнавальної обробки (зафіксований у знаковій формі: протокол, таблиця, графік).

Достовірність (підтверджена перевірка)

Відтворюваність (можливість повторення іншими)

Інтерсуб’єктивність (визнання науковим співтовариством)

Gemini Notebook

Емпіричний закон: Фіксація стійких зв'язків

Узагальнене, повторюване відношення між спостережуваними явищами, встановлене шляхом індукції. Фіксує «як» відбувається явище, але не пояснює «чому».



Закони Менделя:
Успадкування ознак.

Закони Кеплера:
Траєкторії руху планет (на основі спостережень Тіхо Браге).

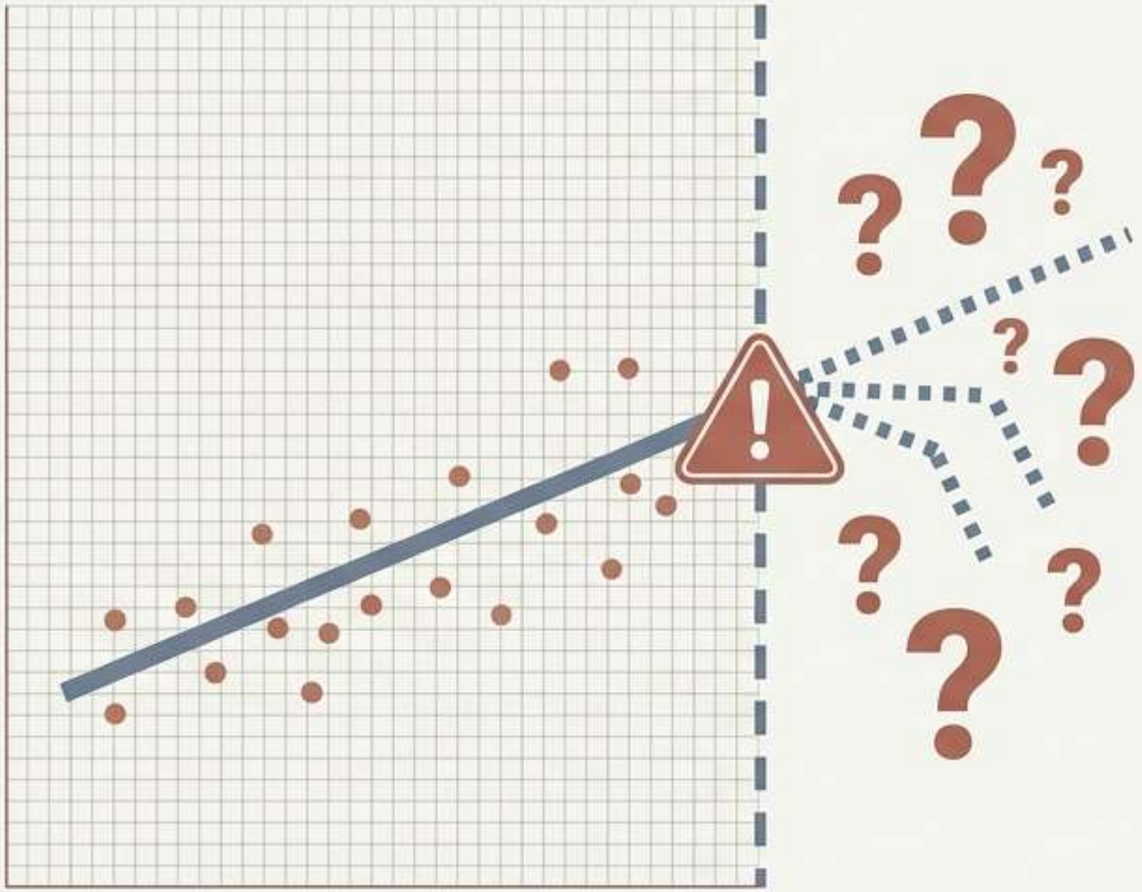
Закон Ома:
Пропорційна залежність сили струму від напруги.

Закон Бойля-Маріотта:
Обернена залежність об'єму та тиску газу.



Gemini Notebook

Межі спостереження: Проблема індукції



Девід Юм

Індуктивне узагальнення спирається на психологічну звичку очікувати повторення. Воно має лише ймовірнісний, а не абсолютно достовірний характер.

Карл Поппер

Емпіричні закони — це лише тимчасові гіпотези. Вони приймаються доти, доки не будуть спростовані (фальсифіковані) новими даними.

Необхідний перехід до теорії: від констатації факту до пошуку глибинного механізму.

Gemini Notebook

Ідеалізація: Відсікання зайвого

Уявне конструювання об'єктів, що не існують у чистому вигляді, для вивчення суттєвих закономірностей без другорядних факторів.

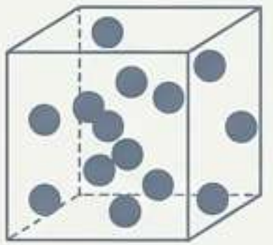
















Матеріальна точка
(тіло без розмірів)

Ідеальний газ
(частинки без взаємодії, крім пружних зіткнень)

Абсолютно тверде тіло
(без деформації)

Ідеальна геометрична фігура

Gemini Notebook

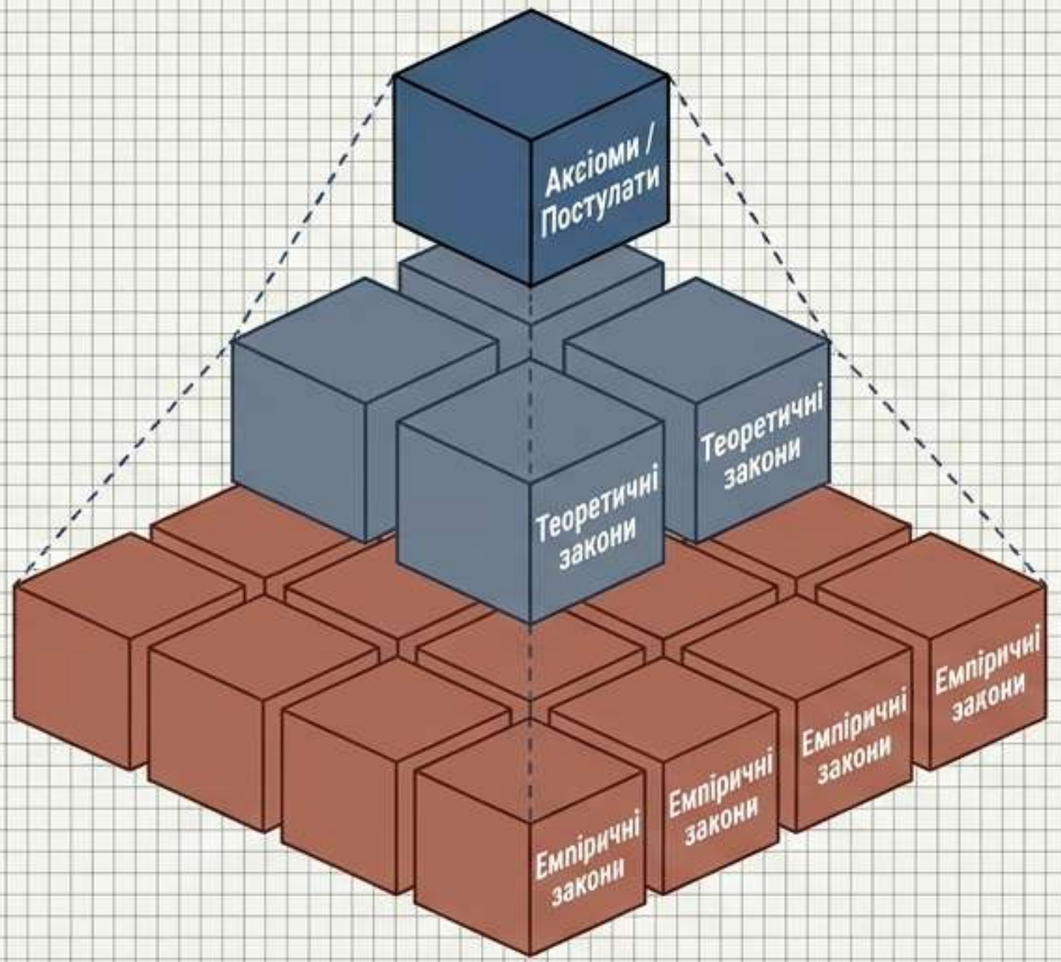
Теоретичний закон: Розкриття внутрішніх механізмів

Емпіричний закон		Теоретичний закон
Індуктивне узагальнення	**Метод**	Дедуктивне виведення з аксіом та принципів
Зовнішній, спостережуваний зв'язок	**Фокус**	Внутрішній механізм, причина явища
Обмежені, конкретні умови	**Область дії**	Широка, фундаментальна універсальність

Закон всесвітнього тяжіння Ньютона (теоретичний) пояснює фізичну причину орбіт планет, констатованих законами Кеплера (емпіричні).

Gemini Notebook

Архітектура теорії: Системність та Формалізація



Формалізація

Переклад змістовних положень мовою символічних і математичних систем.

Аксіоматизація

Побудова теорії як дедуктивної системи, що виводиться з обмеженого числа вихідних постулатів (прототип — геометрія Евкліда, класична механіка Ньютона).

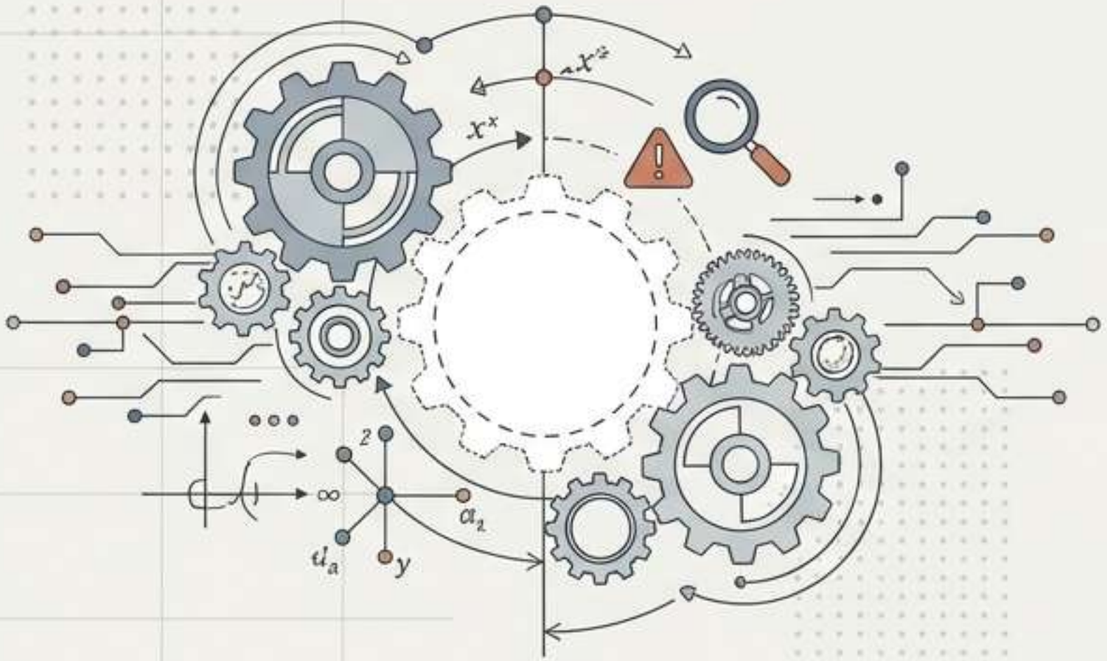
Цілісність

Зміна одного теоретичного елемента неминуче впливає на всю систему.

Gemini Notebook

Наукова проблема: «Знання про незнання»

Проблема — це не відсутність знання, а чітко сформульоване розуміння меж наявного знання та напрямку подальшого пошуку.

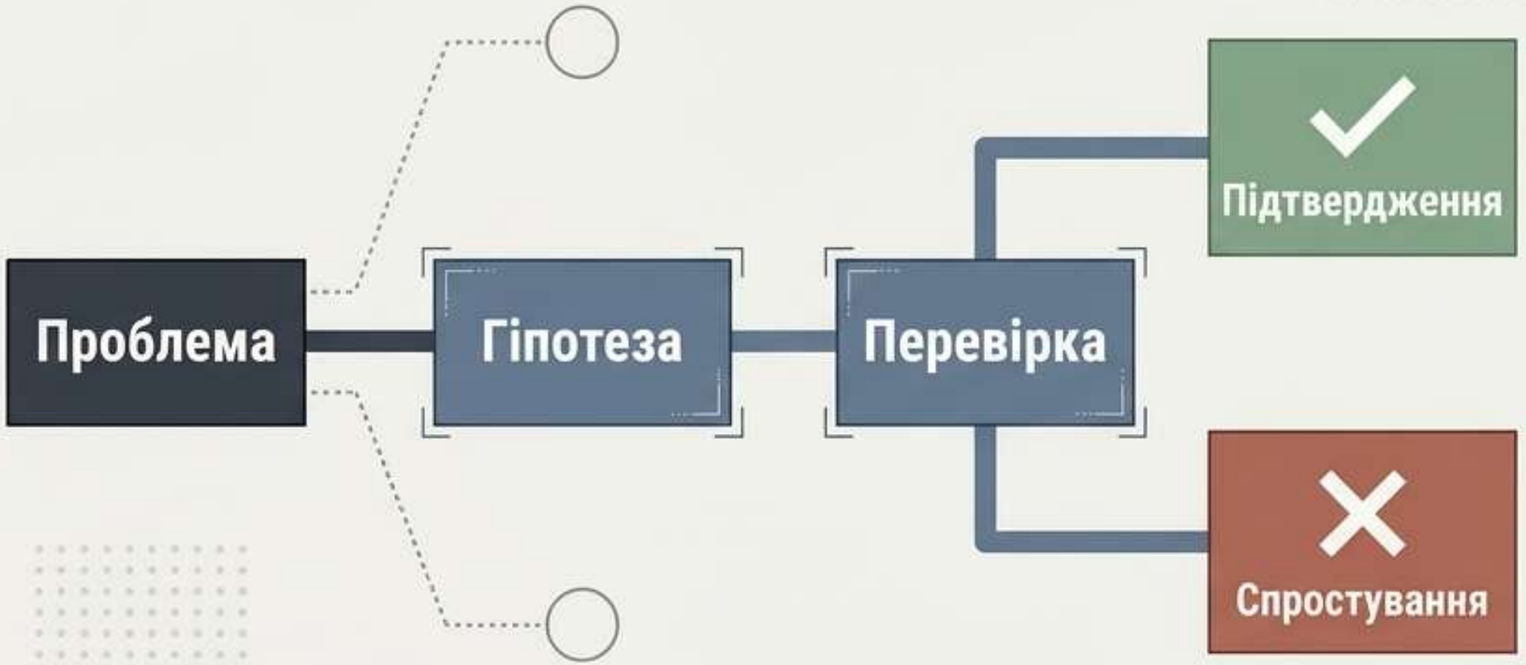


Аномалії: Виявлення нових емпіричних фактів, що не пояснюються наявною теорією.

Внутрішні кризи: Виявлення логічних суперечностей або неузгодженостей у самій теоретичній системі.

Gemini Notebook

Наукова гіпотеза: Міст над невідомим

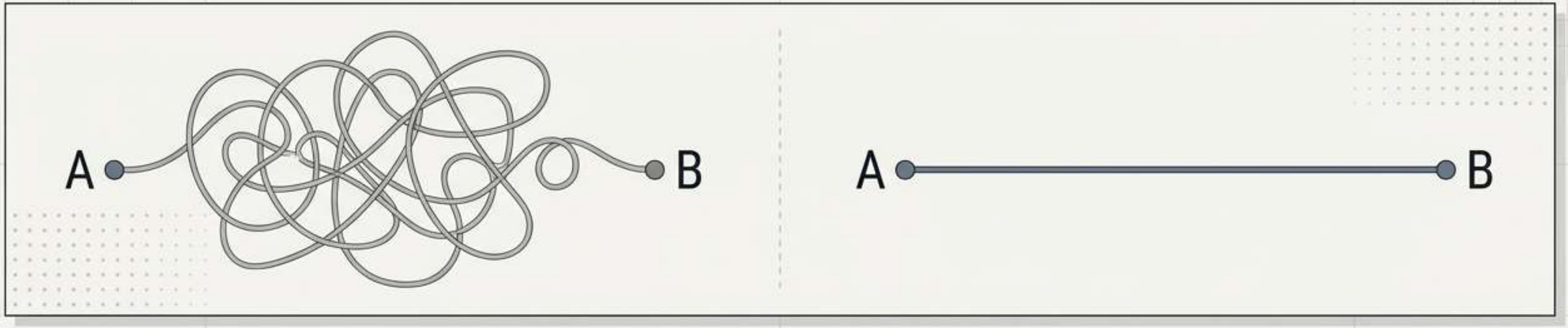


Methodological Requirements

1. **Принципова перевірюваність (Фальсифіковність):** Повинна допускати можливість емпіричного спростування.
2. **Логічна несуперечливість:** Сумісність із надійно встановленими фактами.
3. **Охоплення фактів:** Здатність пояснити явища, що виходять за межі первісної проблеми.

Gemini Notebook

Бритва Оккама та еволюція припущення



Принцип економії мислення: Серед конкуруючих гіпотез перевагу слід віддавати найпростішій, що потребує найменшої кількості додаткових припущень.

Крок 1: Висування первісного припущення.

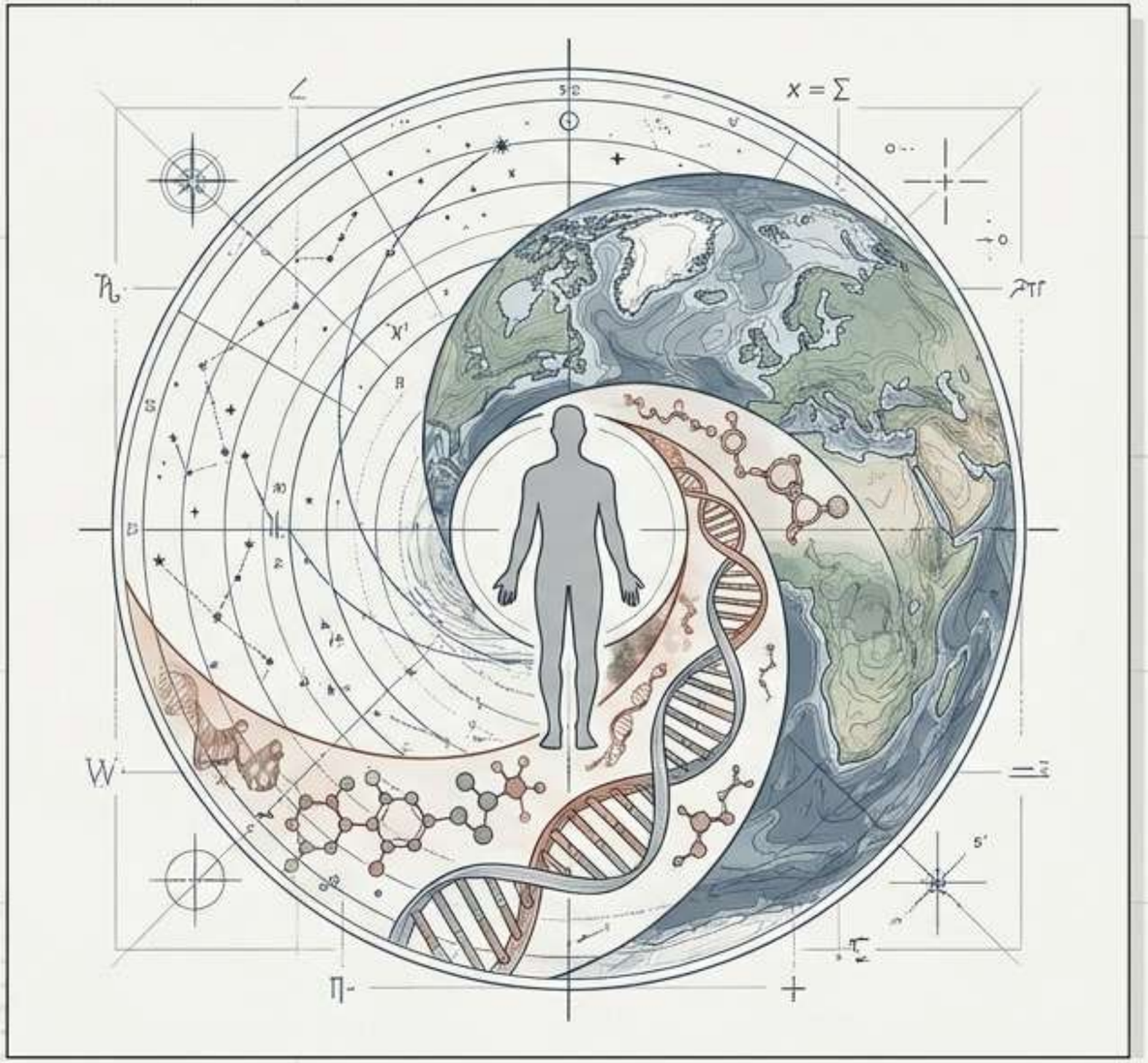
Крок 2: Логічна розробка та виведення наслідків.

Крок 3: Емпірична перевірка (експеримент).

Крок 4: Перетворення на достовірну теорію АБО модифікація/ відкидання.

Gemini Notebook

Наукова картина світу: Глобальний синтез



Цілісна система уявлень про загальні властивості й закономірності природи, суспільства та мислення. Не просто сума знань, а їхній органічний синтез.

Систематизаційна: Упорядкування різнорідного знання в єдину структуру.

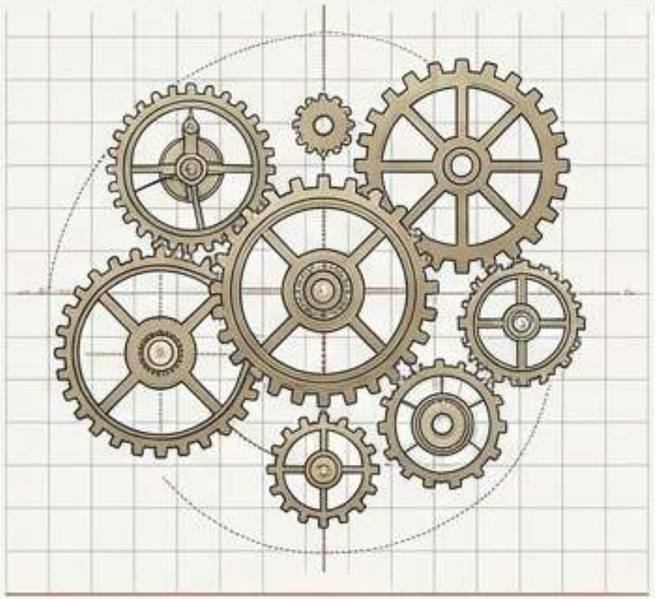
Нормативна: Задання стандартів та орієнтирів для нових досліджень.

Світоглядна: Формування уявлення людини про її місце у Всесвіті.

Gemini Notebook

Еволюція світобудови: Зміна парадигм

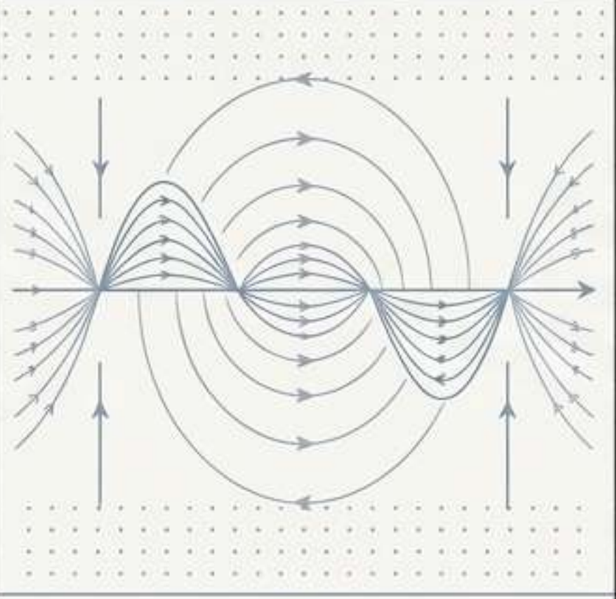
XVII–XVIII ст. (Механістична)



XVII–XVIII ст. (Механістична)

Всесвіт як гігантський механізм. Строгий детермінізм Ньютона.

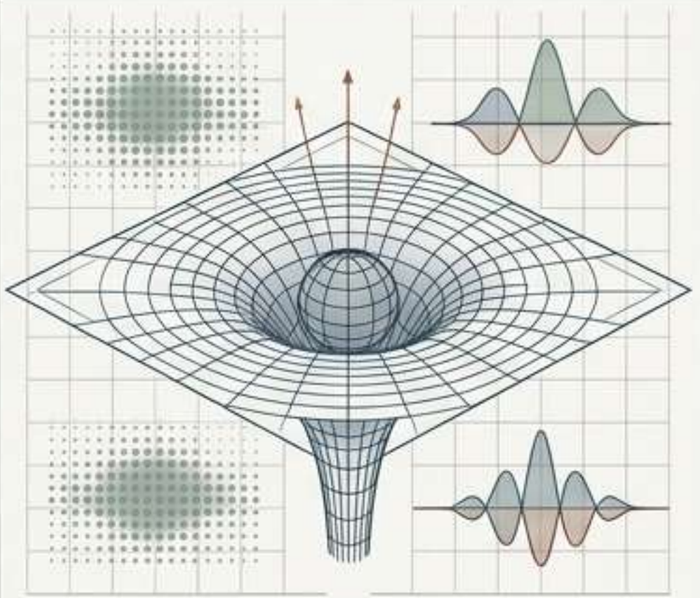
XIX ст. (Електродинамічна)



XIX ст. (Електродинамічна)

Теорія поля Максвелла. Введення неречового (польового) виду матерії.

XX ст. (Квантово-релятивістська)

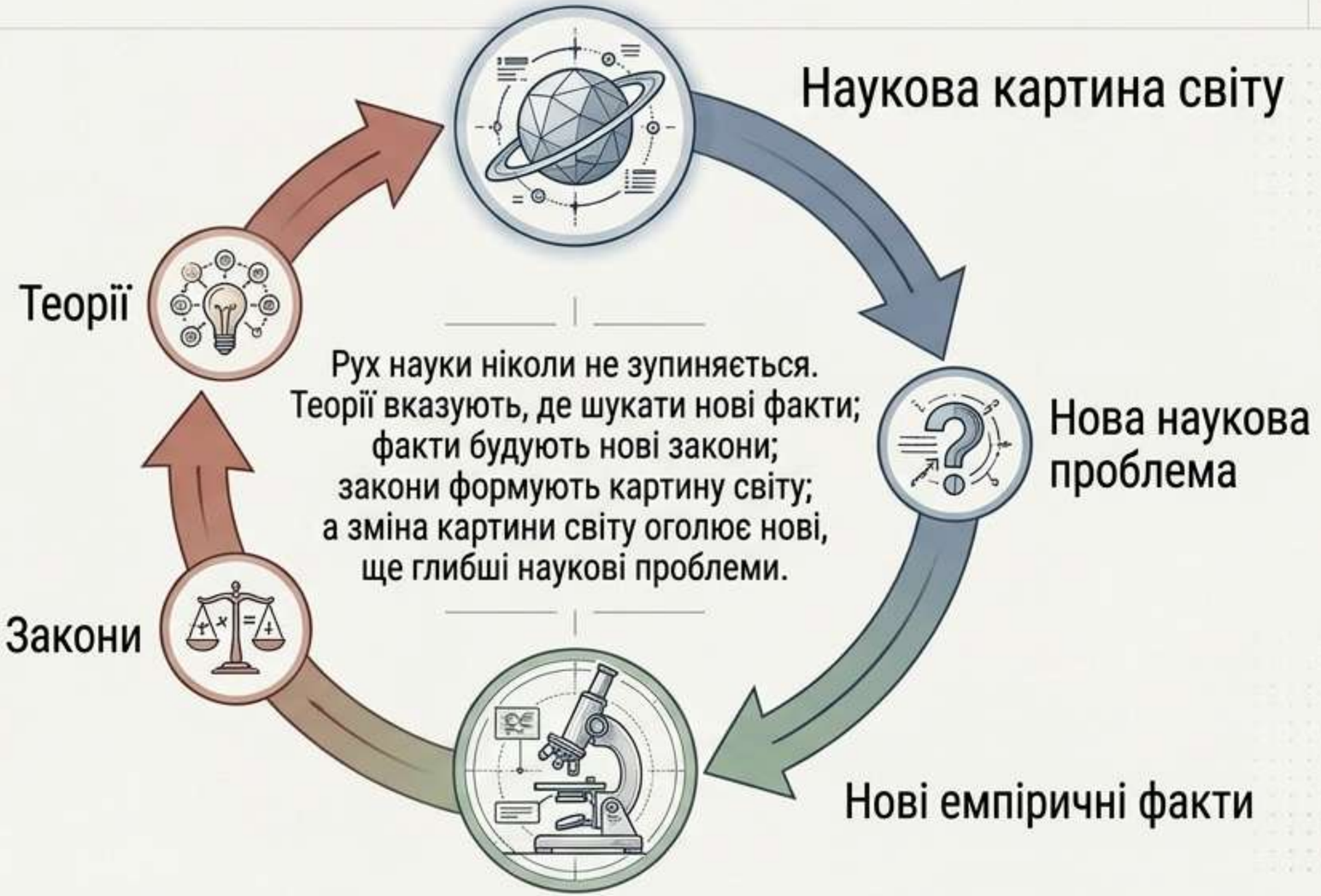


XX ст. (Квантово-релятивістська)

Теорія відносності та квантова механіка. Ймовірнісний характер мікросвіту, відносність простору й часу.

Gemini Notebook

Нескінченний цикл пізнання

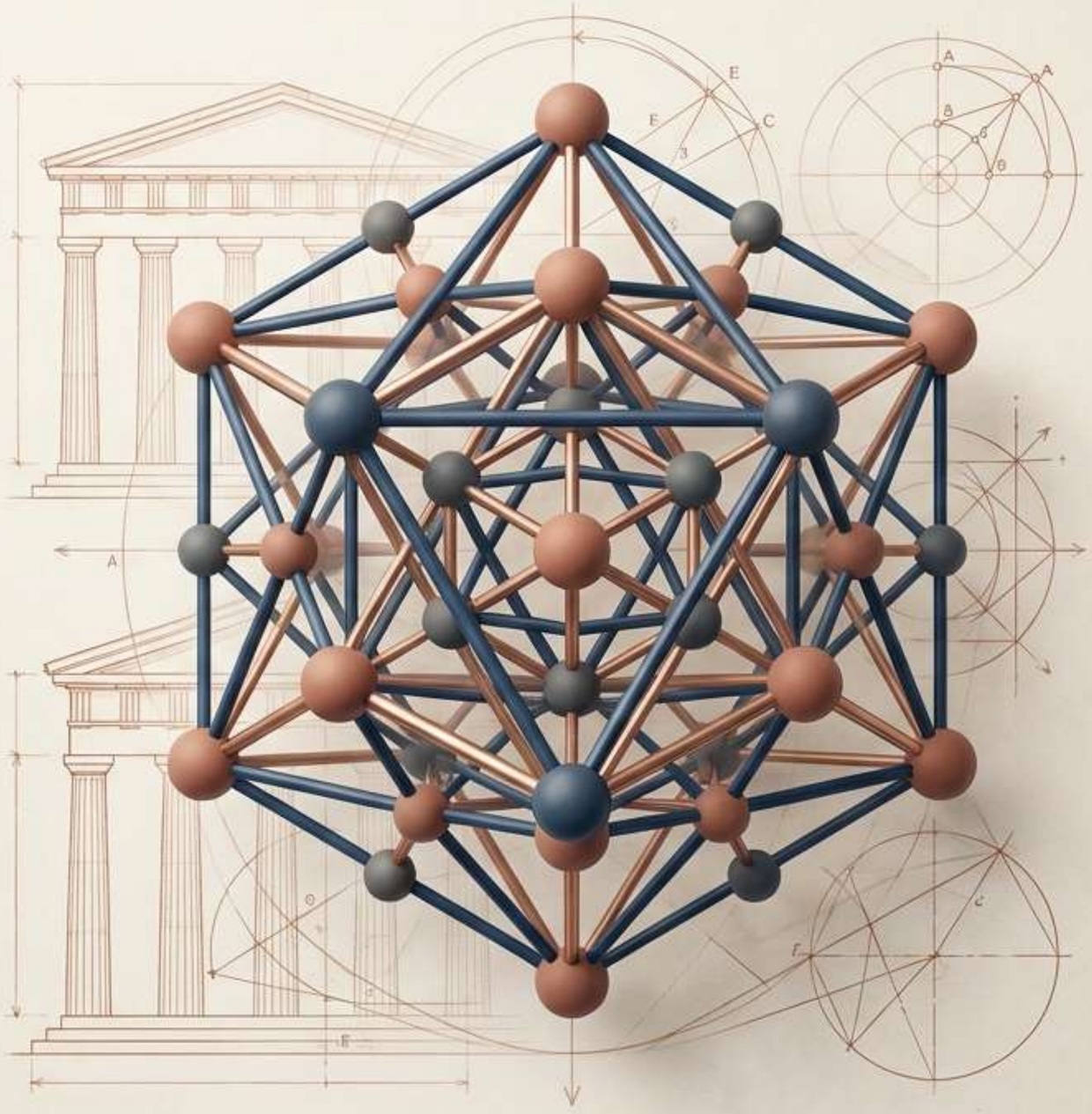


Від незнання до знання, від часткового спостереження — до цілісного розуміння об'єктивної дійсності.

Gemini Notebook

Архітектура наукового знання

Від розрізнених емпіричних фактів до складної системи наук: теорія як найвищий ідеал пізнання.



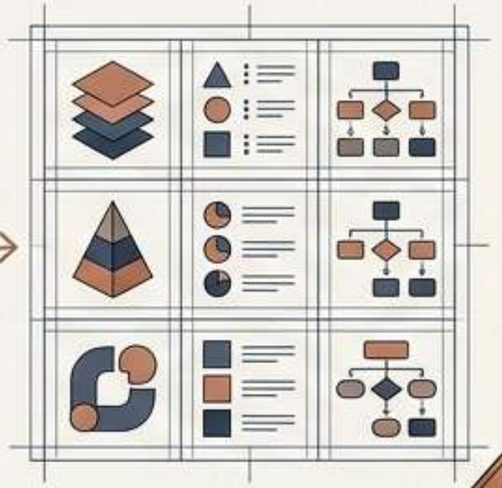
Gemini Notebook

Шлях пізнання від хаосу фактів до ідеалу теорії



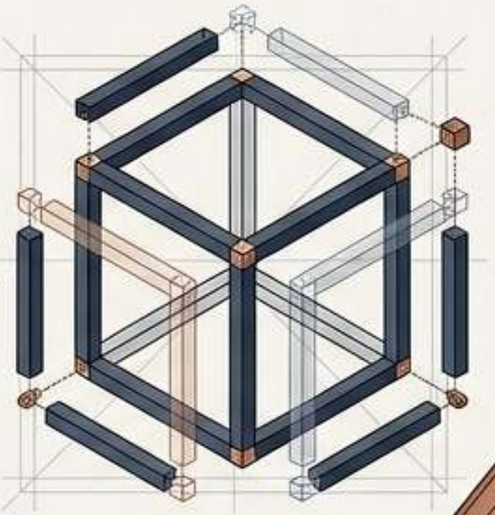
Емпірика

Накопичення розрізнених фактів та безпосередніх спостережень.



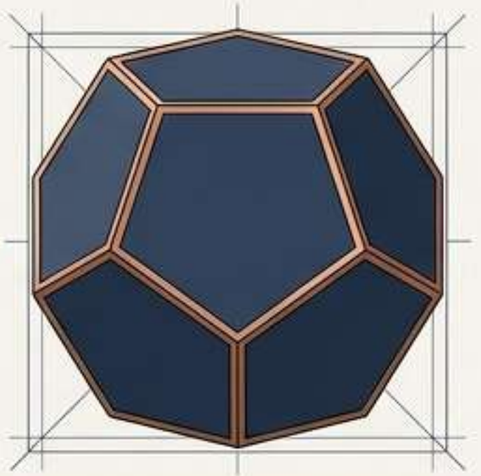
Систематизація

Формулювання емпіричних законів та понять (узагальнення матеріалу).



Гіпотеза

Висування пояснювальних моделей для виявлених закономірностей.

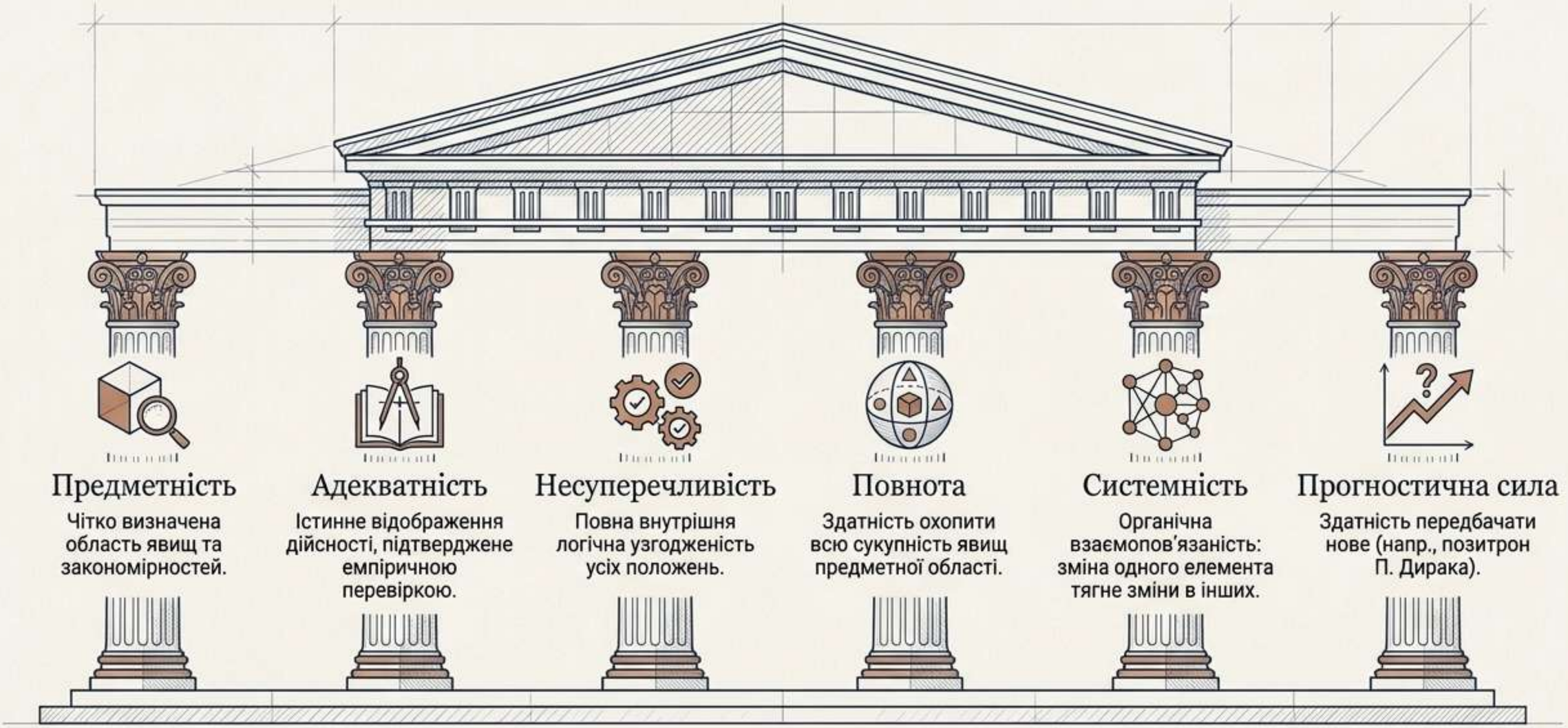


Теорія

Цілісна, логічно несуперечлива система, що об'єднує матеріал у стрункну архітектуру, де кожен елемент має своє місце.

Gemini Notebook

Ознаки розвиненої наукової теорії



Предметність

Чітко визначена область явищ та закономірностей.

Адекватність

Істинне відображення дійсності, підтверджене емпіричною перевіркою.

Несуперечливість

Повна внутрішня логічна узгодженість усіх положень.

Повнота

Здатність охопити всю сукупність явищ предметної області.

Системність

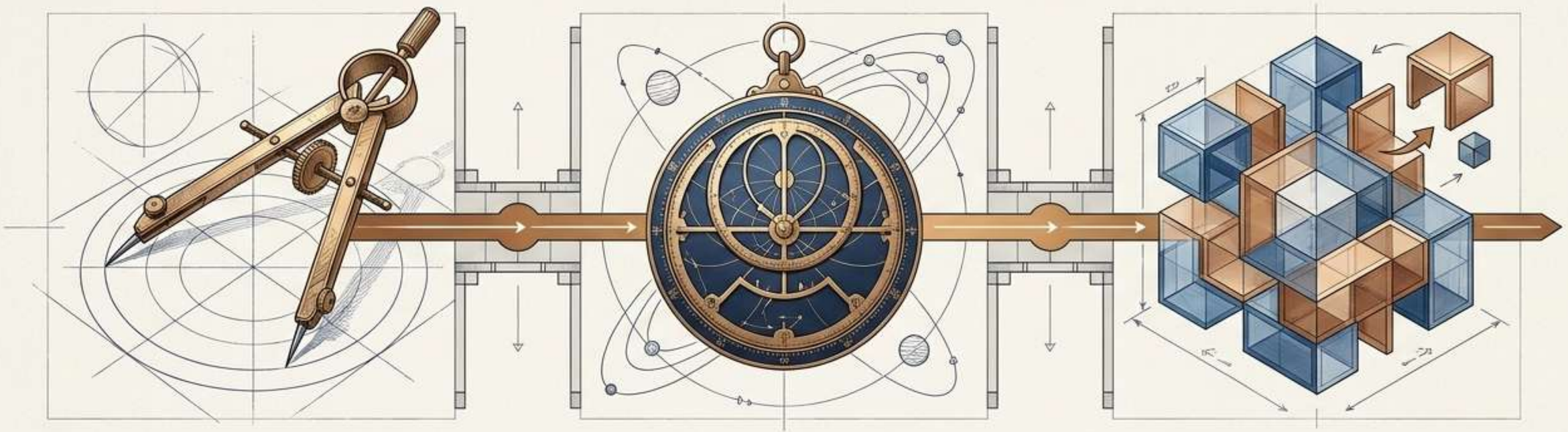
Органічна взаємопов’язаність: зміна одного елемента тягне зміни в інших.

Прогностична сила

Здатність передбачати нове (напр., позитрон П. Дирака).

Gemini Notebook

Історична еволюція теоретичного ідеалу



Античність (Аристотель / Евклід)

Аксіоматично-дедуктивний ідеал. Здобуття істини через суворе логічне виведення з самоочевидних принципів.

Новий час (І. Ньютон)

Класична механіка. Дедукція всієї системи фізичних законів з фундаментальних математичних начал.

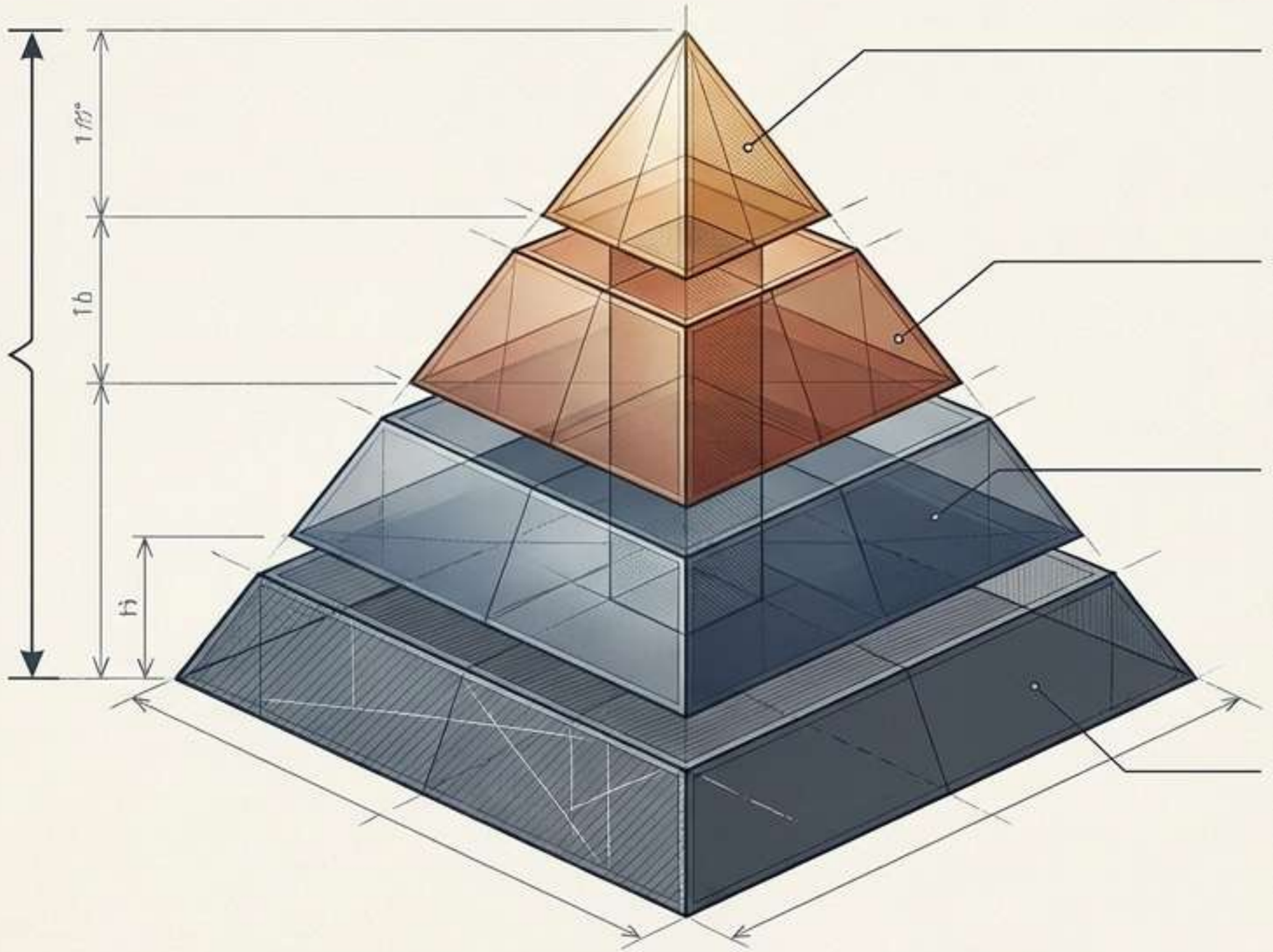
XX століття (Т. Кун / К. Поппер)

Постпозитивізм. Відмова від абсолютно завершеної теорії. Гіпотетико-дедуктивна модель, фальсифікація та зміна парадигм.

Gemini Notebook

Внутрішня анатомія теорії як складної системи

Інтерпретація:
Встановлення зв'язку абстрактних теоретичних понять з емпірично спостережуваними об'єктами.



Вершина:
Виведені твердження
Теореми, наслідки, намічені застосування.

Механізм (Стрижень):
Логіка теорії
Правила логічного виведення та доведення.

База: Вихідна теоретична основа
Постулати, аксіоми, закони, ідеалізовані об'єкти (базовий математичний апарат).

Фундамент:
Вихідна емпірична основа
Факти, спостереження, експериментальні дані.

Gemini Notebook

Типологія наукових теорій за їхньою структурою

За предметом дослідження



Природничі:
- фізика, біологія.

Соціально-гуманітарні:
- соціологія, історія.

Формальні:
- математика, логіка.

За способом побудови



Описові (феноменологічні):
- Систематизація спостережуваних явищ без аналізу сутності (напр., термодинаміка).

Пояснювальні (дедуктивні):
- Розкриття глибинних механізмів (напр., молекулярно-кінетична теорія).

За ступенем достовірності



Гіпотетико-дедуктивні:
- Спираються на гіпотетичні припущення.

Розвинені:
- Базуються на надійно встановлених законах.

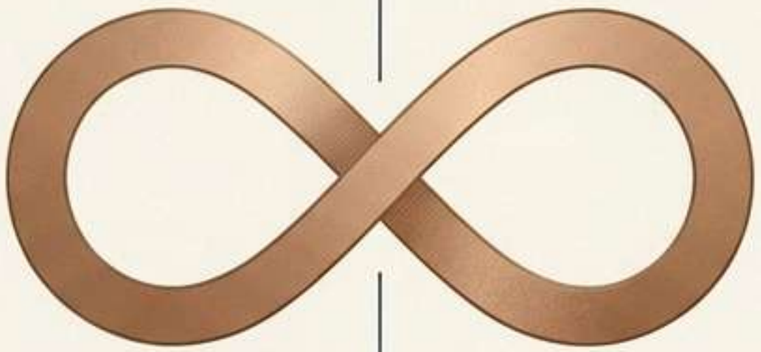
Gemini Notebook

Інтерфейс пізнання: Співвідношення теорії та об'єктивної реальності

Реальність

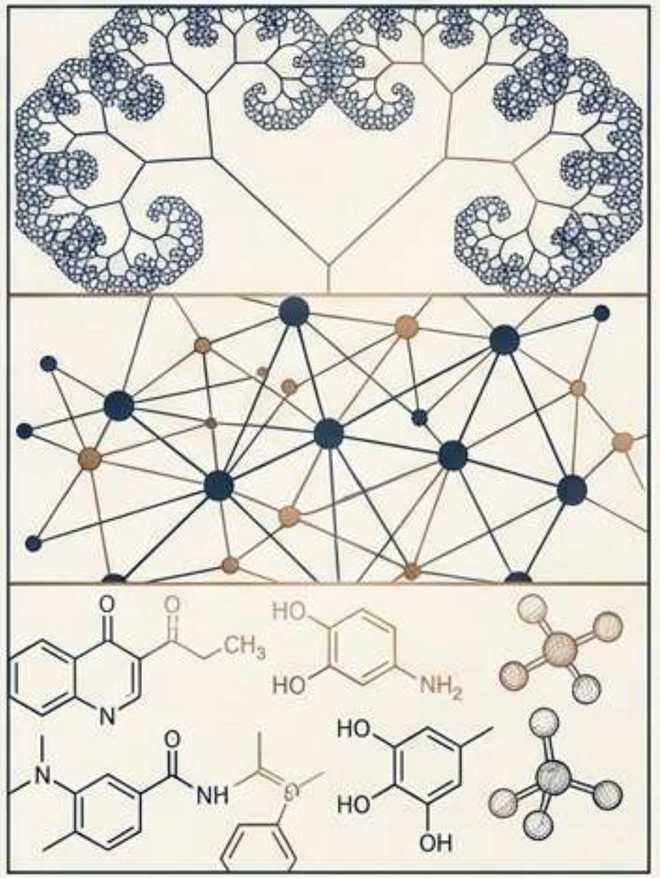


Від реальності до моделі (Спрощення): Абстрагування, схематизація, ідеалізація. Жодна теорія не є вичерпною копією.



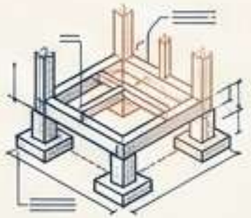
Від моделі до практики (Втілення): Інтерпретація теоретичних конструктів, передбачення нових явищ та верифікація.

Теорія



Gemini Notebook

Епістемологічна матриця: Чи відображає теорія дійсність?

	**Науковий реалізм:**	Теорії дають адекватне, істинне відображення об'єктивної реальності (навіть невидимих об'єктів — атомів, кварків). Успішність науки не є "дивом".
	**Інструменталізм:**	Теорії — **це лише зручні інструменти** для систематизації даних та передбачень. Питання про реальне існування атомів не має сенсу.
	**Конструктивний емпіризм:**	Мета науки — виключно емпірична адекватність (правильний опис спостережуваного). Істинність невидимого — несуттєва.
	**Соціальний конструктивізм:**	Наукове знання — це соціальний конструкт, зумовлений історією, культурою та ідеологією, а не об’єктивне дзеркало природи.

Gemini Notebook

Принцип відповідності Нільса Бора



Суть принципу:

Нова, більш загальна теорія не відкидає стару повністю. Вона діалектично ‘знімає’ і поглинає її як граничний, окремий випадок.

Приклад:

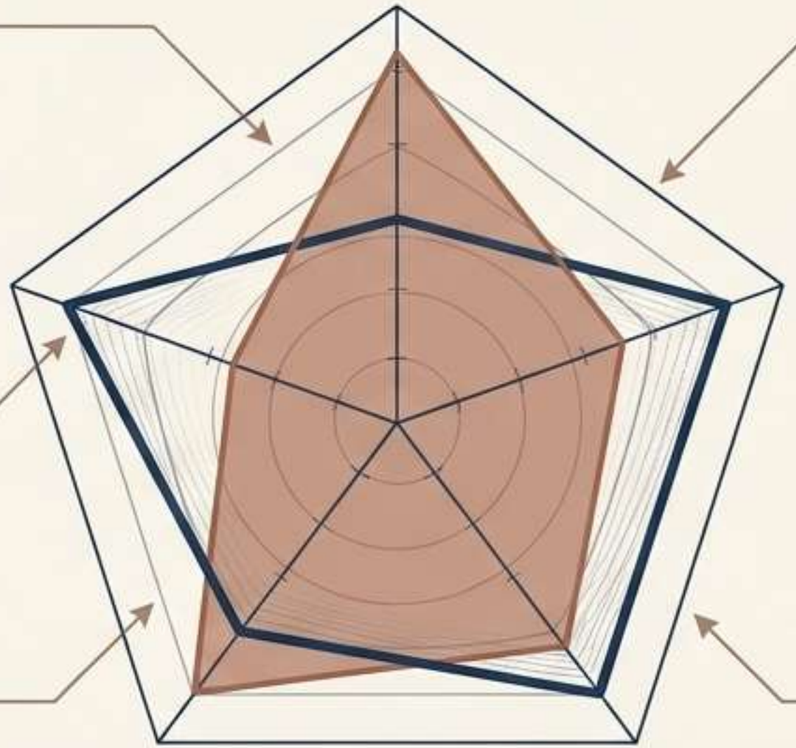
Механіка Ньютона зберігає свою застосовність для макроскопічних тіл за швидкостей, значно менших за швидкість світла, будучи обмеженим випадком теорії Айнштайна.

Висновок:

Розвиток науки — це закономірний, спадкоємний процес, а не тотальне руйнування попередніх знань.

Gemini Notebook

Критерії вибору в період наукових революцій



Емпірична адекватність

Здатність пояснити максимально широке коло явищ.

Пояснювальна сила

Успішне передбачення принципово нових, раніше невідомих фактів.

Прогностична сила

Внутрішня елегантність та відсутність зайвих (ad hoc) сутностей.

Логічна простота

Здатність стимулювати нові напрями пошуку та розв'язання проблем.

Евристична плідність

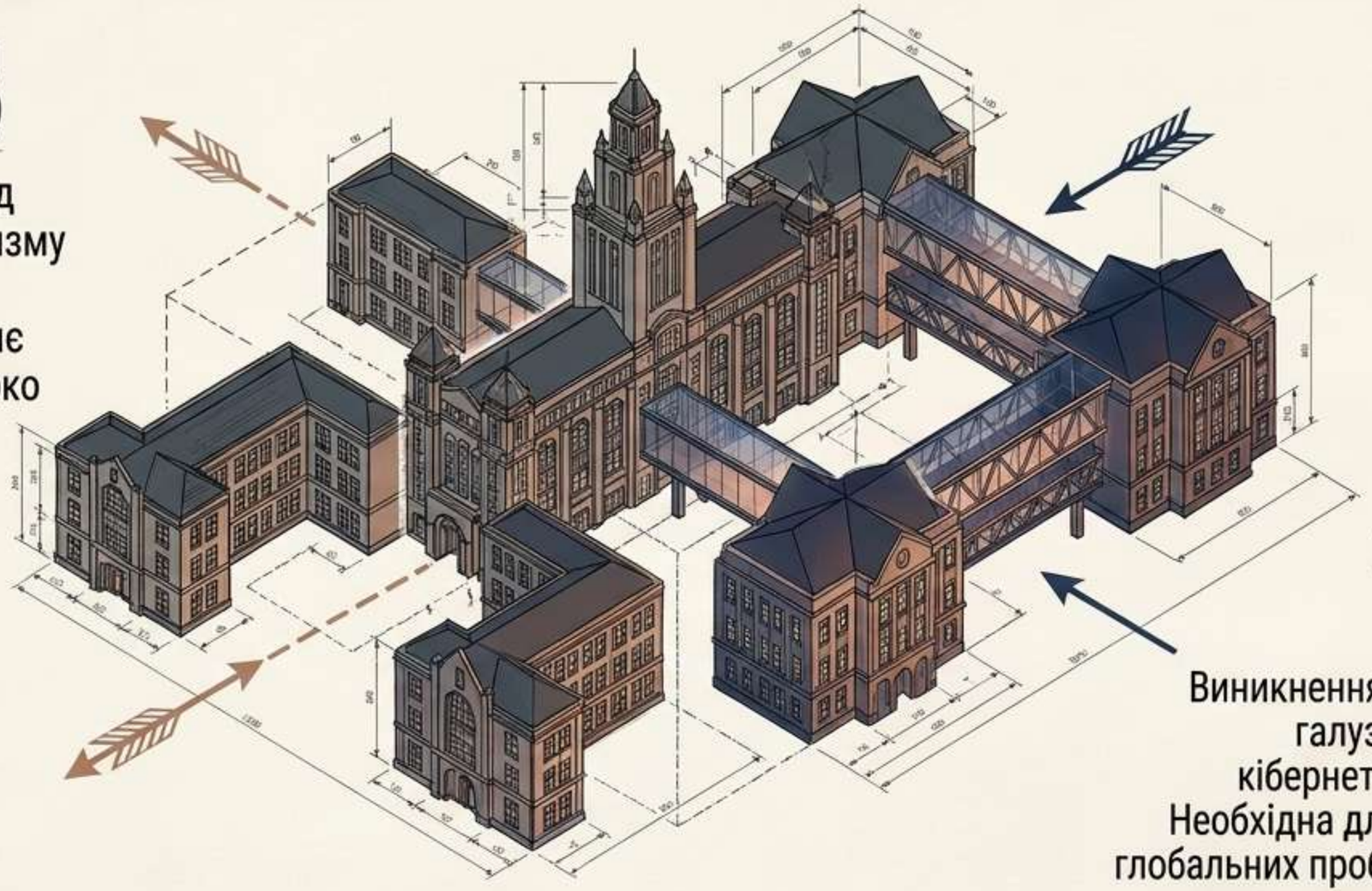
Точна узгодженість із даними спостережень та експериментів.

Gemini Notebook

Дисциплінарна структура науки: Диференціація та Інтеграція

Диференціація (Спеціалізація)

Історичний поділ від античного синкретизму до сотень вузьких дисциплін. Дозволяє максимально глибоко вивчати окремі предмети.



Інтеграція (Синтез)

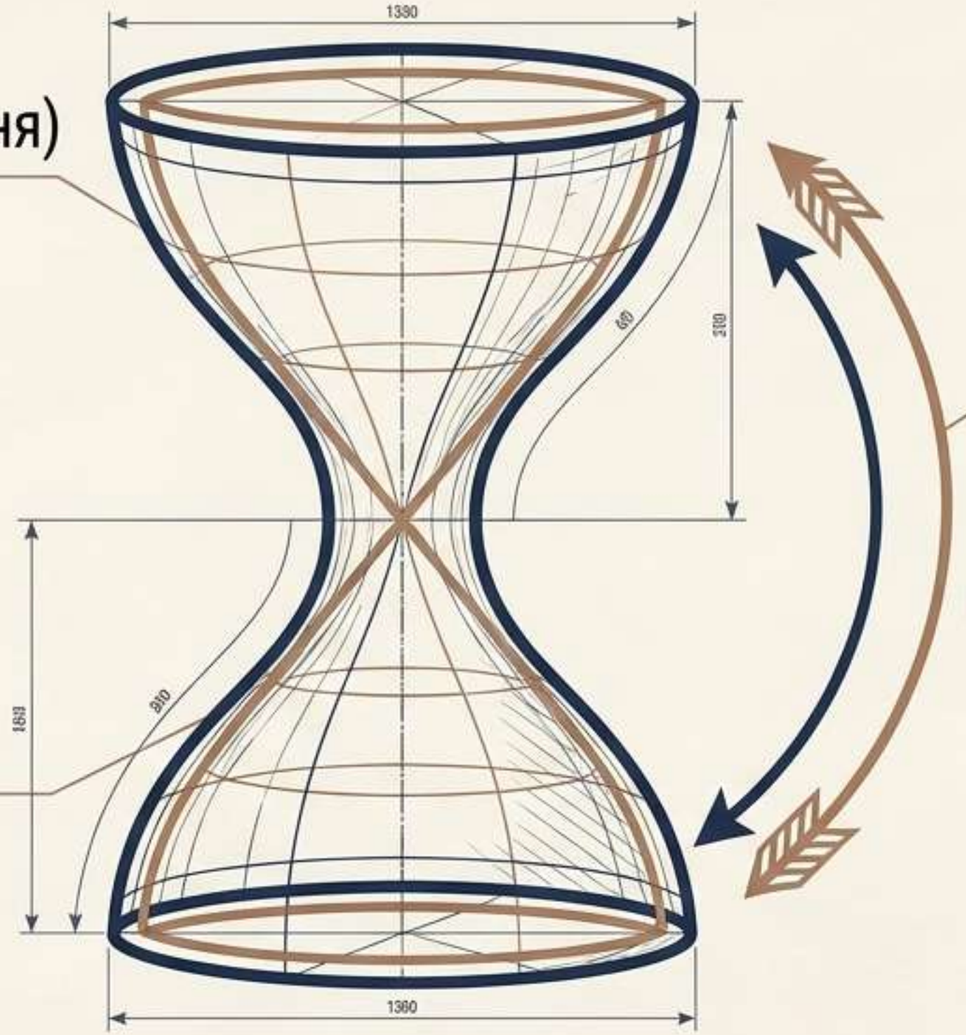
Виникнення комплексних галузей (біофізика, кібернетика, екологія). Необхідна для розв'язання глобальних проблем людства.

Gemini Notebook

Вертикальний вимір: Від пізнання до технологій

Верхній рівень (Фундаментальні дослідження)

Пізнання найглибших загальних закономірностей реальності. Мета — знання заради знання та створення теоретичної бази.



Нижній рівень (Прикладні дослідження)

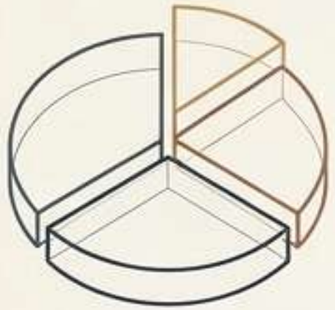
Використання фундаментальних знань для розв'язання конкретних технологічних, виробничих та соціальних завдань.

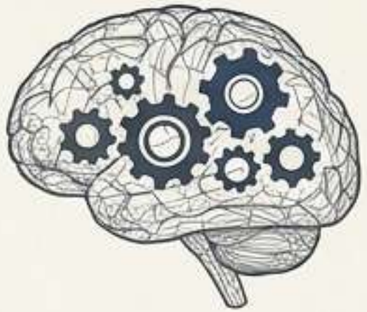
Зворотний зв'язок

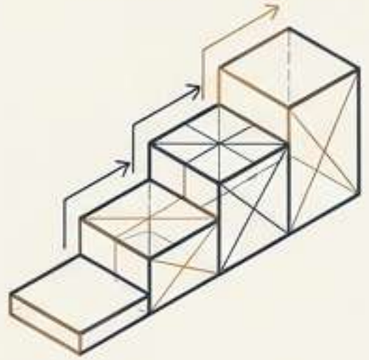
Прикладні дослідження ставлять перед теоретиками нові проблеми (напр., розробка штучного інтелекту стимулює когнітивні науки).

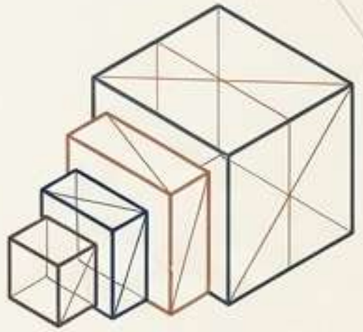
Gemini Notebook

Історична еволюція класифікації наук











Аристотель (За метою)

Теоретичні (фізика, математика) | Практичні (етика) | Творчі (поетика)



Ф. Бекон (За здібностями розуму)

Пам'ять (Історія) | Уява (Поезія) | Розум (Філософія/Природознавство)



О. Конт (За зростанням складності)

Математика -> Астрономія -> Фізика -> Хімія -> Біологія -> Соціологія

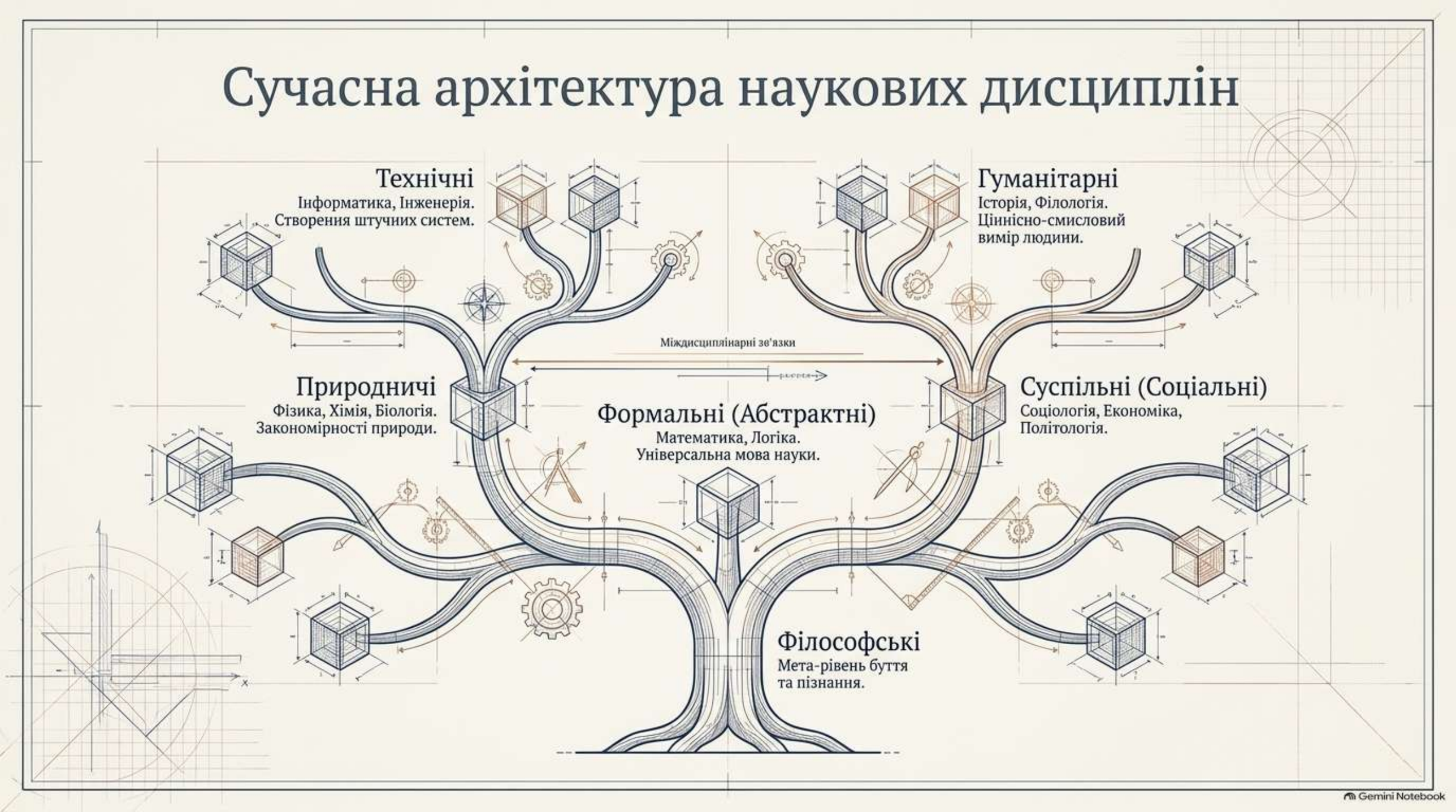


Ф. Енгельс (За формами руху матерії)

Механічна, фізична, хімічна, біологічна, соціальна

Gemini Notebook

Сучасна архітектура наукових дисциплін



Gemini Notebook

Наука як жива, відкрита система



Наукова теорія та дисциплінарна структура — це не застигла догма, а динамічний процес безперервного розвитку.

Відносний характер навіть найуспішніших теорій вимагає постійної рефлексії та критичного перегляду знань у світлі нових даних.

Саме готовність до самовдосконалення відрізняє справжню науку від догм. Прагнення до ідеальної теорії є головною рушійною силою пізнання.

Gemini Notebook

Архітектура наукового знання

Від лабораторного факту до цифрової симуляції:
багаторівнева система перетворення даних на теорію.

Elevator Axis

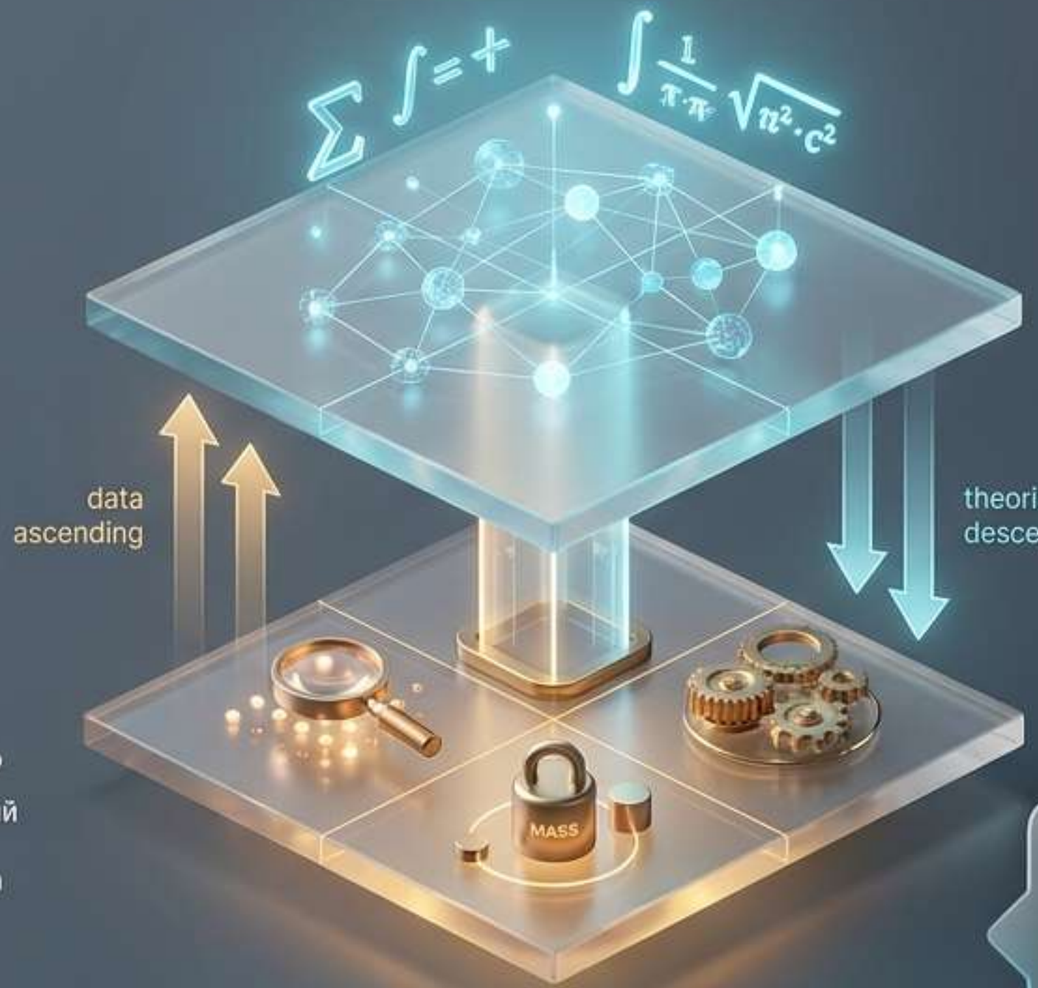
Теоретичний рівень

Емпіричний рівень



Gemini Notebook

Діалектична єдність пізнання



Теоретичний рівень

Раціонально-логічна обробка. Ідеалізовані об'єкти, абстрактні закони та логічно впорядковані дедуктивні системи.

Емпіричний рівень

Безпосередня взаємодія. Чуттєвий контакт із реальністю, реальні фізичні об'єкти, спостереження та фіксація фактів.

Синтез:

Емпірія — це фундамент; Теорія — це орієнтир. Без емпірії теорія стає безплідною спекуляцією. Без теорії факти залишаються хаотичним нагромадженням.

Elevator Axis

Gemini Notebook

Емпіричний рівень: Фундамент науки

Чотири стовпи емпіричного дослідження



> Науковий факт «навантажений теорією». Навіть просте спостереження опосередковане гіпотезами, що визначають, як і що спостерігати (Н. Хенсон).

1. Спостереження

Цілеспрямоване, планомірне сприйняття суттєвих властивостей об'єкта.

2. Опис

Фіксація результатів за допомогою систем позначення (графіки, діаграми, таблиці).

3. Вимірювання

Знаходження числового значення величини у прийнятих стандартизованих одиницях.

4. Експеримент

Контрольоване втручання дослідника, ізоляція явища в «чистому вигляді» від побічних факторів.

Elevator Axis

Gemini Notebook

Еволюція філософського погляду

Історичний баланс між фактом та розумом



Емпіризм
(Бекон, Локк, Юм)

Первинність чуттєвого досвіду. Теорія як похідна від даних.



Раціоналізм
(Декарт, Лейбніц, Спіноза)

Провідна роль розуму. Дедуктивне виведення з самоочевидних істин.



Логічний позитивізм
(XX ст.)

Верифікація: теоретичні твердження мають сенс лише при зведенні до емпірії.



Фальсифікація
(К. Поппер)

Наукова теорія має бути принципово спростовною емпіричним досвідом.



Постпозитивізм
(Т. Кун)

Зміна парадигми. Не існує «нейтральної» мови фактів; спостереження залежить від теорії.

Elevator Axis

Gemini Notebook

Матриця подвійної природи науки

Порівняльний аналіз структурних рівнів пізнання

Вимір	Емпіричний рівень	Теоретичний рівень
Об’єкт дослідження	Реальні, фізично існуючі об’єкти	Ідеалізовані об’єкти (теоретичні конструкти)
Домінуючі методи	Спостереження, вимірювання, експеримент	Абстрагування, формалізація, гіпотетико-дедуктивний метод
Когнітивна форма	Живе споглядання, чуттєве пізнання	Понятійне мислення, логічні конструкції
Ключовий результат	Науковий факт, емпіричний закон	Абстрактні поняття, закон, дедуктивна теорія
Основна функція	Постачання матеріалу, верифікація та фальсифікація	Пояснення, систематизація, прогнозування

Elevator Axis

Gemini Notebook

Загальнонаукові поняття: Інтеграція знань

Методологічні містки між дисциплінами



Ці поняття формуються на межі дисциплін, слугуючи методологічними інструментами, які створюють єдину наукову картину світу (від фізики елементарних частинок до менеджменту).

Elevator Axis

Gemini Notebook

Базові механізми логіки

Трансформація даних через загальнологічні форми

Elevator Axis

Напрямки думки

Індукція

Від часткового до загального
(ймовірнісне знання)



Дедукція

Від загального до часткового
(гарантована істинність)



Механіка дослідження

Аналіз

Уявне або реальне розчленування
цілісного предмета



Синтез

Реконструкція цілісності
на основі виділених елементів



Фундамент: Поняття → Судження → Умовивід

Gemini Notebook

Специфічні теоретичні методи

Структурування та формалізація наукового знання

Elevator Axis

Формалізація



Відображення змістовного знання у знаково-символічній формі (математична мова).

Аксіоматизація



Побудова теорії як системи вихідних аксіом, з яких за правилами виводяться теореми.

Гіпотетико-дедуктивний метод



Гіпотеза → Дедуктивний наслідок → Емпірична перевірка.

Історичний та Логічний методи



Історичний:
З усіма випадковостями та деталями

Логічний: Очищений від несуттєвих випадковостей вектор

Gemini Notebook

Наукове поняття: Базова клітинка мислення

Фіксація суттєвих, необхідних та загальних ознак у теоретичній системі



Закон оберненого відношення

Чим ширший обсяг, тим бідніший зміст.



Обсяг
(множина предметів)

Зміст
(сукупність суттєвих ознак)

Ідеалізовані об’єкти

Об’єкти, що не існують у чистому вигляді, але є інструментом аналізу:



Матеріальна точка

Ідеальний газ

Абсолютно чорне тіло

Elevator Axis

Gemini Notebook

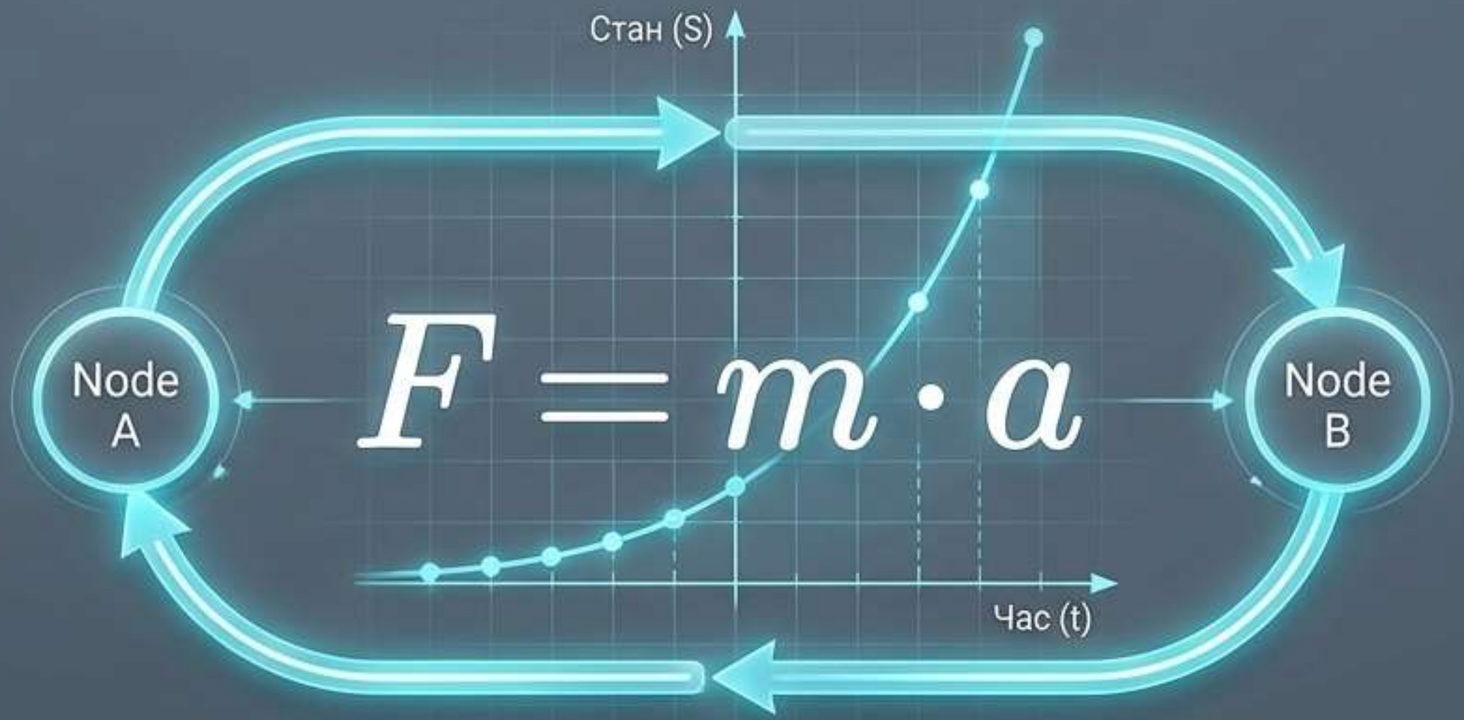
Науковий закон: Вища форма знання

Відображення стійких, повторюваних та необхідних зв'язків між явищами

Elevator Axis

Ключові характеристики:

- Має форму логічного судження
- Фіксує необхідні та глибинні відношення
- Забезпечує пояснювальну та прогностичну силу



Рівні спільності законів:



Часткові
(специфічні галузі)

Загальні
(широкі області)

Універсальні
(напр., закон збереження енергії)

Gemini Notebook

Elevator Axis

Типологія законів за причинним зв'язком

Два підходи до прогнозування стану системи

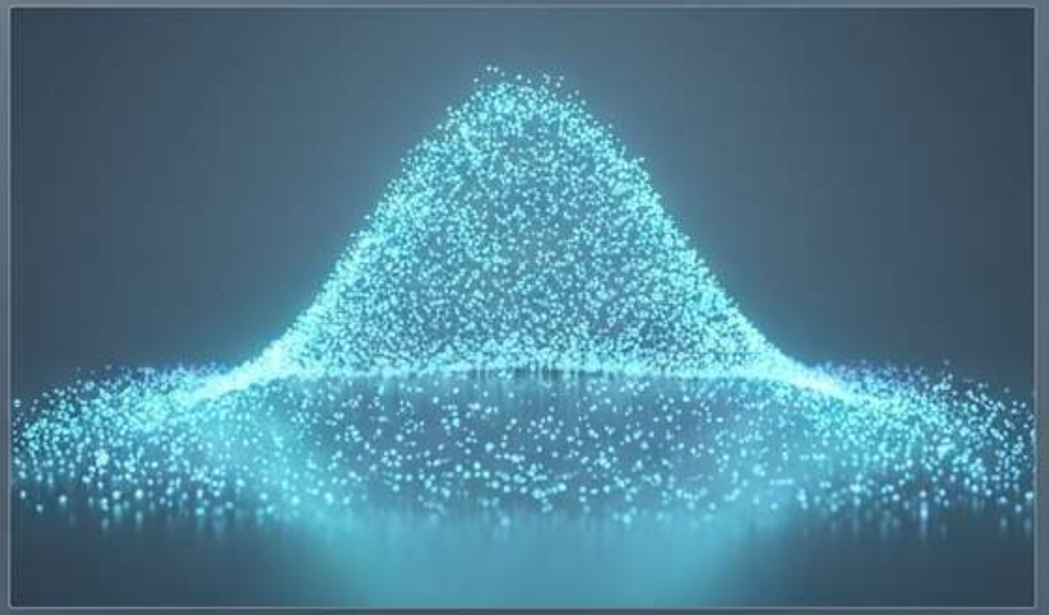
Динамічні закони



Однозначний, жорстко детермінований зв'язок. За відомим початковим станом можна точно передбачити наступний.

Домен:
Класична механіка

Статистичні закони



Ймовірнісний, статистично усереднений характер. Притаманний масовим сукупностям однорідних об'єктів.

Домен:
Квантова фізика, генетика, соціологія

Gemini Notebook

Elevator Axis

Наукова модель: Заміна об'єкта

Система, вивчення якої дає нову інформацію про сам оригінал



1. Евристична

Сприяє відкриттю нових закономірностей.

2. Ілюстративна

Наочне представлення абстракцій.

3. Інтерпретаційна

Надає змістовний сенс формальним конструкціям.

Gemini Notebook

Elevator Axis

Матриця типології моделей

Речові об'єкти проти знакових систем

Матеріальні (Речові) моделі



Опис: Реально існуючі фізичні об'єкти, які відтворюють структурні чи функціональні властивості оригіналу.

Приклади: Макет в аеродинамічній трубі, фізична модель атома, макет ДНК.

Ідеальні (Уявні) моделі

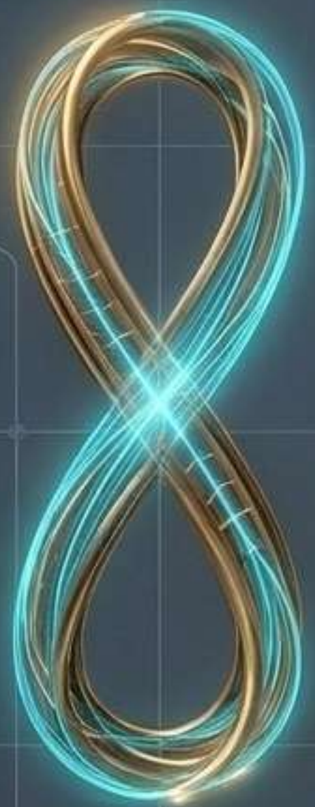


Опис: Мисленнєві образи, знакові системи, математичні рівняння, багатопараметричні цифрові симуляції.

Приклади: Математична модель економіки, комп'ютерна симуляція клімату.

Gemini Notebook

Elevator Axis



1. Спрямування
Теорія визначає напрямок і осмислює емпіричний пошук.



2. Постачання
Емпіричний рівень постачає нові факти і верифікує теорію.

3. Криза (Аномалія)
Накопичення фактів, що не вписуються в поточну теорію.

4. Еволюція
Створення принципово нової парадигми та теорії.

Синтез: Плідний розвиток науки — це жива діалектична взаємодія. Теорія осяює пошук, а факт коригує і збагачує теорію. Уникаємо вульгарного емпіризму та спекулятивного раціоналізму.

Gemini Notebook