



Ideas que dan forma a la física

Introducción

Prof. J Güémez
Departamento de Física Aplicada
Universidad de Cantabria

La palabra física proviene de la palabra griega para
'naturaleza'



física

¿Se puede describir la naturaleza?

Si la naturaleza se percibe como esencialmente aleatoria, sometida a los caprichos de seres superiores, no será posible describirla.

Problemas de conflictos con las autoridades político/religiosas.



Se dota a los seres superiores de determinadas capacidades (y tal vez se les priva de otras).

Equilibrio entre ser todopoderoso y construir una naturaleza que no sea completamente aleatoria, en la que el ser humano pueda vivir.



Si se admite que los hipotéticos seres superiores han construido la naturaleza dotándola de comportamientos inmutables que permitan la vida humana, aunque desconocidas, empieza a ser posible intentar describir la naturaleza.



Regularidades. Simetrías.

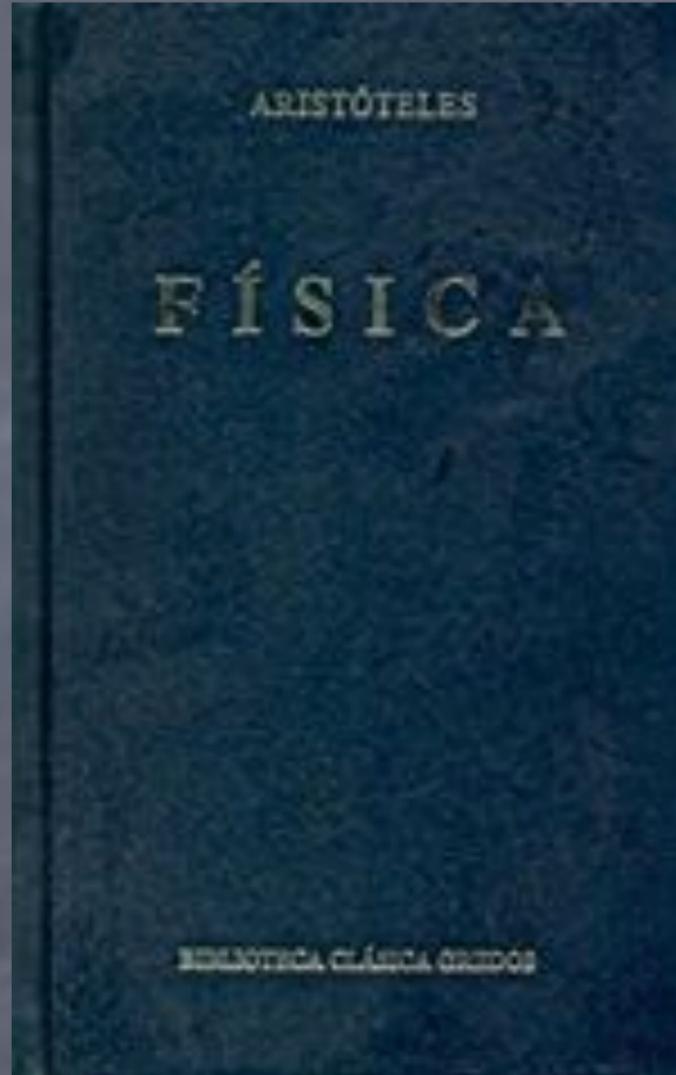
Observación de regularidades: diarias (ciclo del día y la noche), mensuales (el ciclo de la Luna), anuales (el ciclo de las estaciones)





Intentos de observación de regularidades:
eclipses de Luna,
eclipses de Sol,
cometas, etc.

¿Se puede explicar el mundo? Física. Aristóteles.



Las leyes de la naturaleza se obtienen por
razonamiento y observación.

Guillermo de Ockham

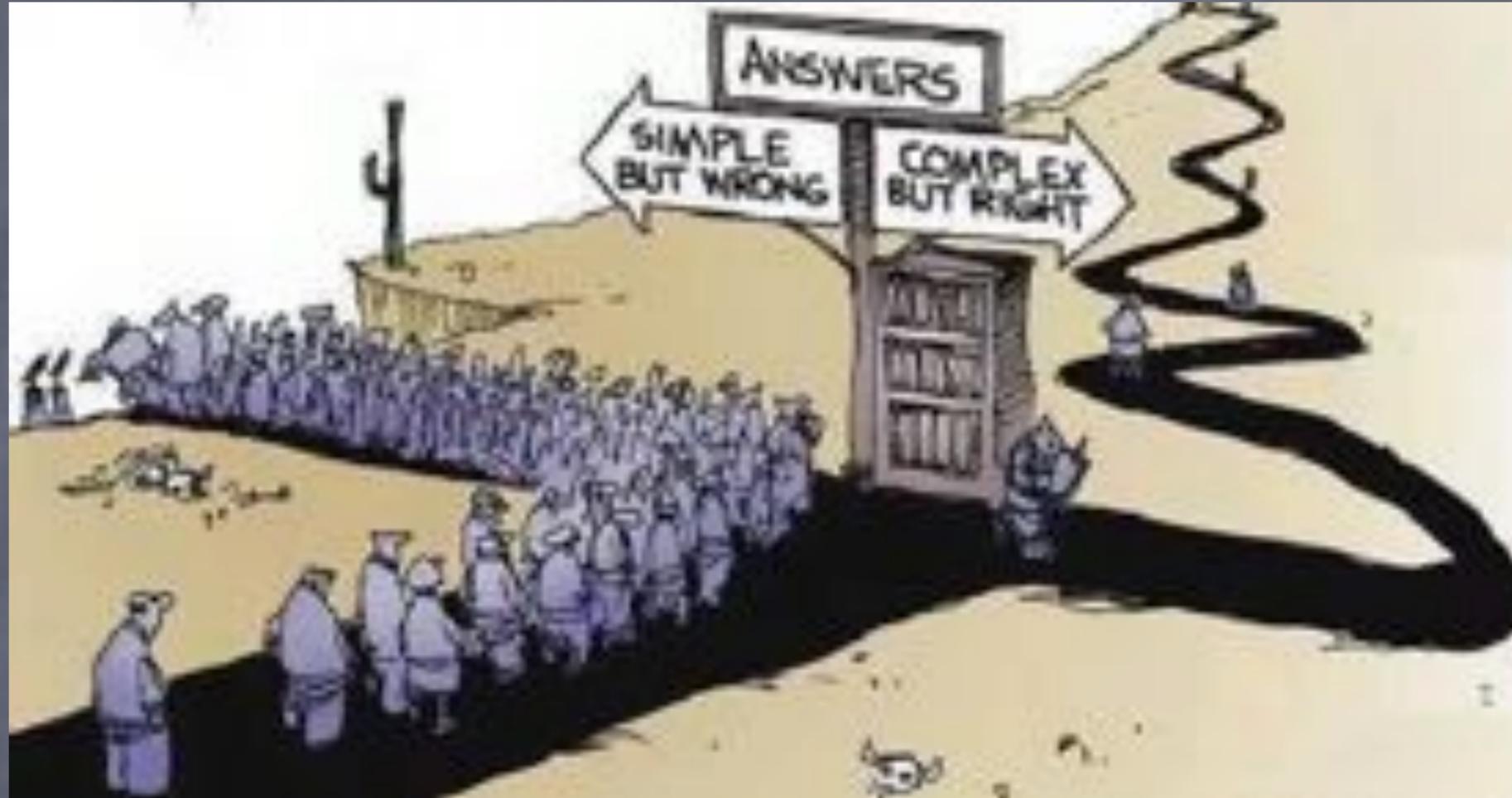


Pensador inglés, fundador de la escuela nominalista (Ockham, Surrey, h. 1285 - Múnich, Baviera, 1349). Este fraile franciscano estudió en la Universidad de Oxford, en la que empezó a enseñar como bachiller desde 1317; el carácter innovador de sus enseñanzas hizo que nunca se le diera el grado de doctor (razón por la que se le conoce como el venerable principiante) y que entrara en conflicto con la Iglesia.

Su teoría inductiva del conocimiento, cercana al empirismo, le llevó a una visión contingente del mundo, en la que abrió amplios espacios para la libertad.

De ella resultaba el carácter meramente probable de las afirmaciones científicas y la imposibilidad de una demostración rigurosa de la ley moral e incluso de la existencia de Dios.

Navaja de Ockham

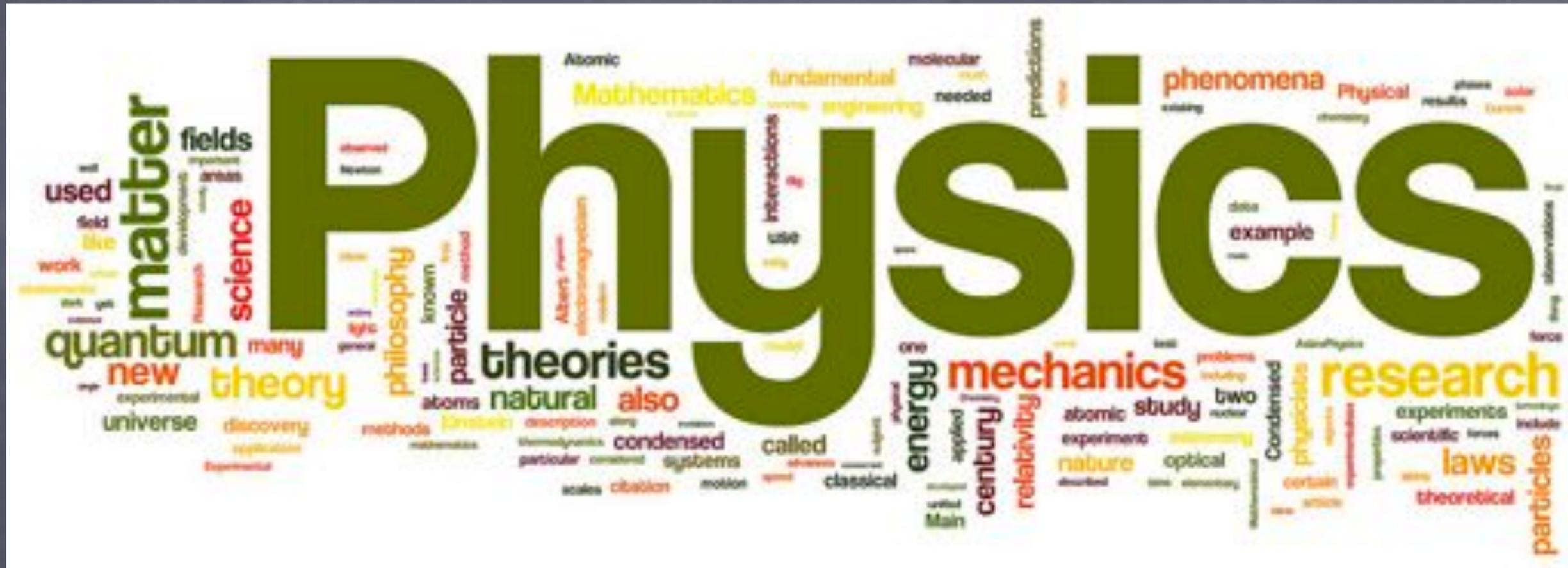


No hay que multiplicar los entes sin necesidad.
(*Entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem*).

Entre dos teorías que expliquen correctamente una misma fenomenología, hay que quedarse con la teoría que se desarrolla con un número menor de hipótesis.

Explicar es predecir

Predecir es utilizar una serie reducida de recursos para anticipar resultados.

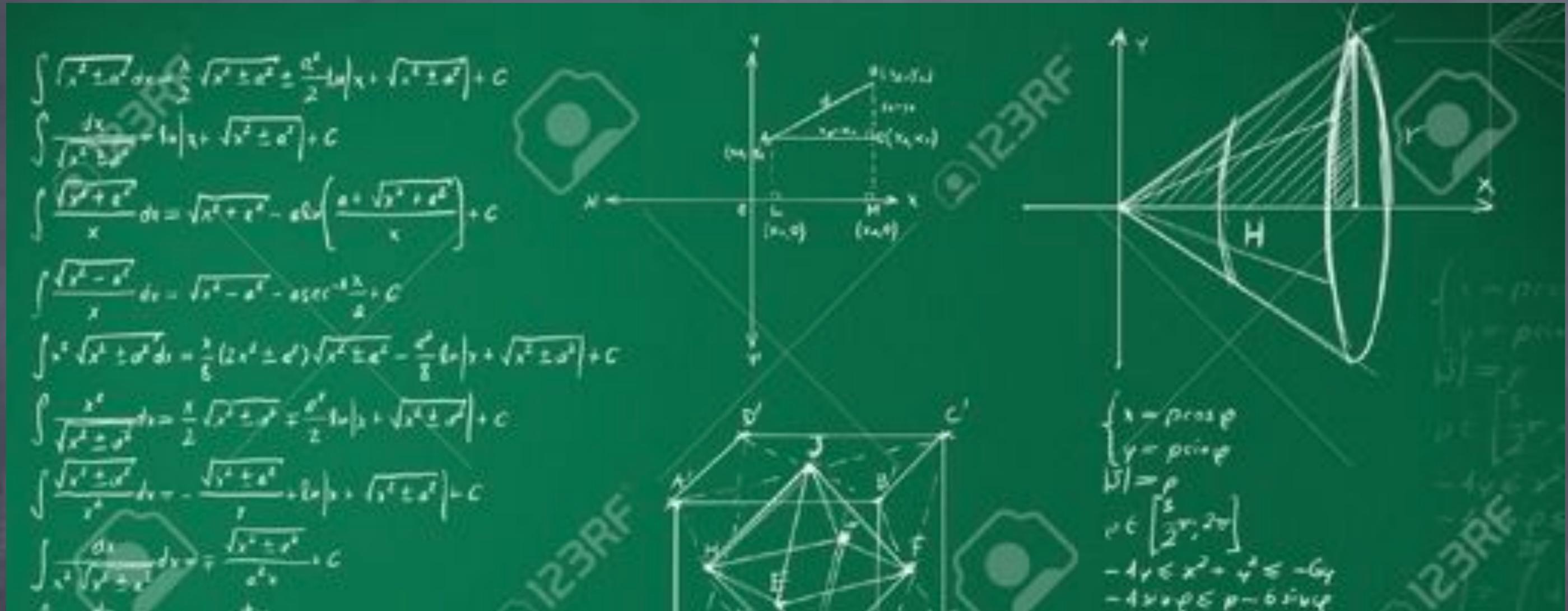


¿Cómo se compara con resultados?

¿Es posible interrogar a la naturaleza?

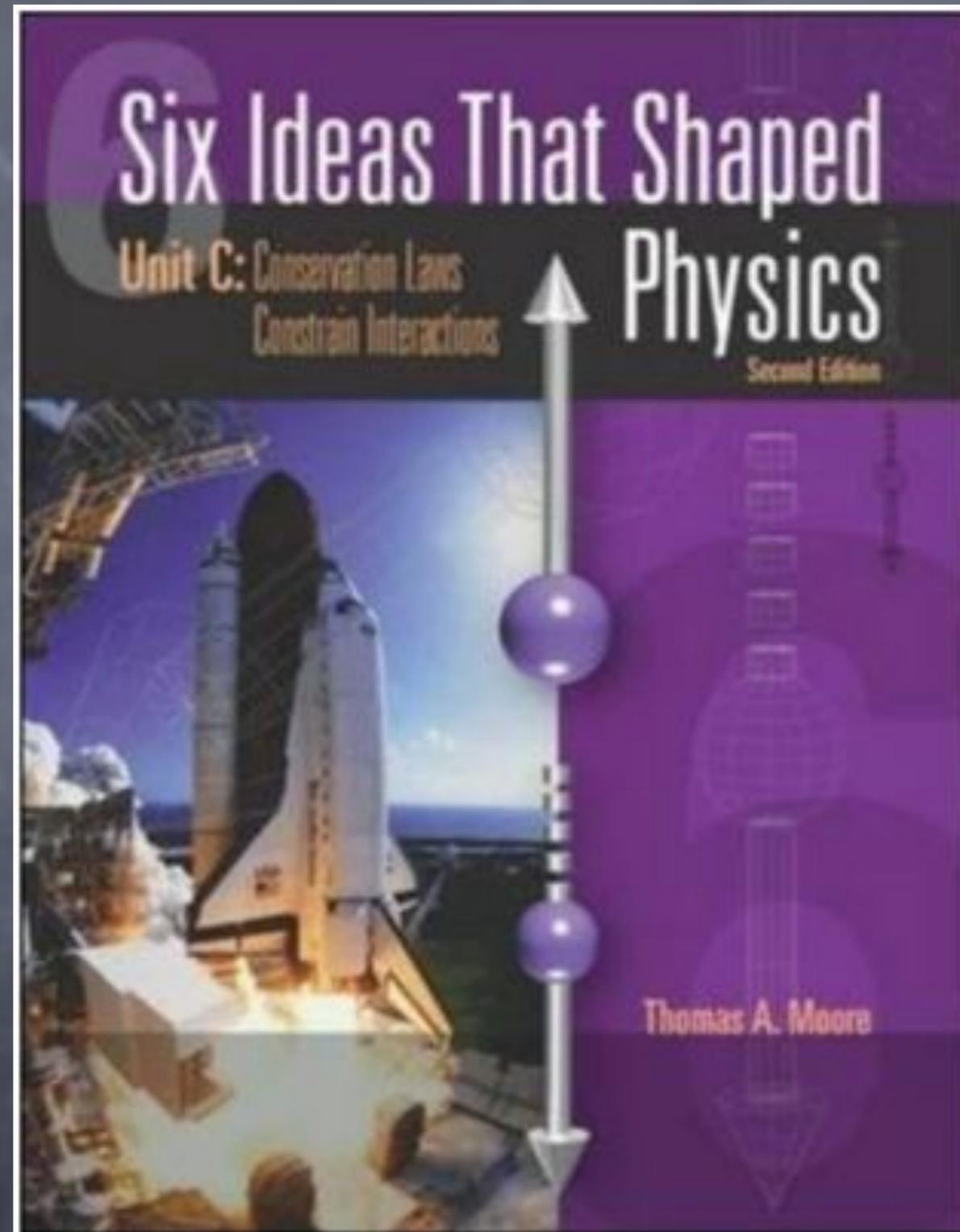
¿Es posible realizar experimentos?

¿Cómo puede ser explicada la naturaleza?



Papel de las matemáticas: las leyes de comportamiento de la naturaleza son matemáticas. La inexplicable eficacia de las matemáticas para explicar el mundo.

Explicar el mundo. Principios de conservación



Explicar el mundo.

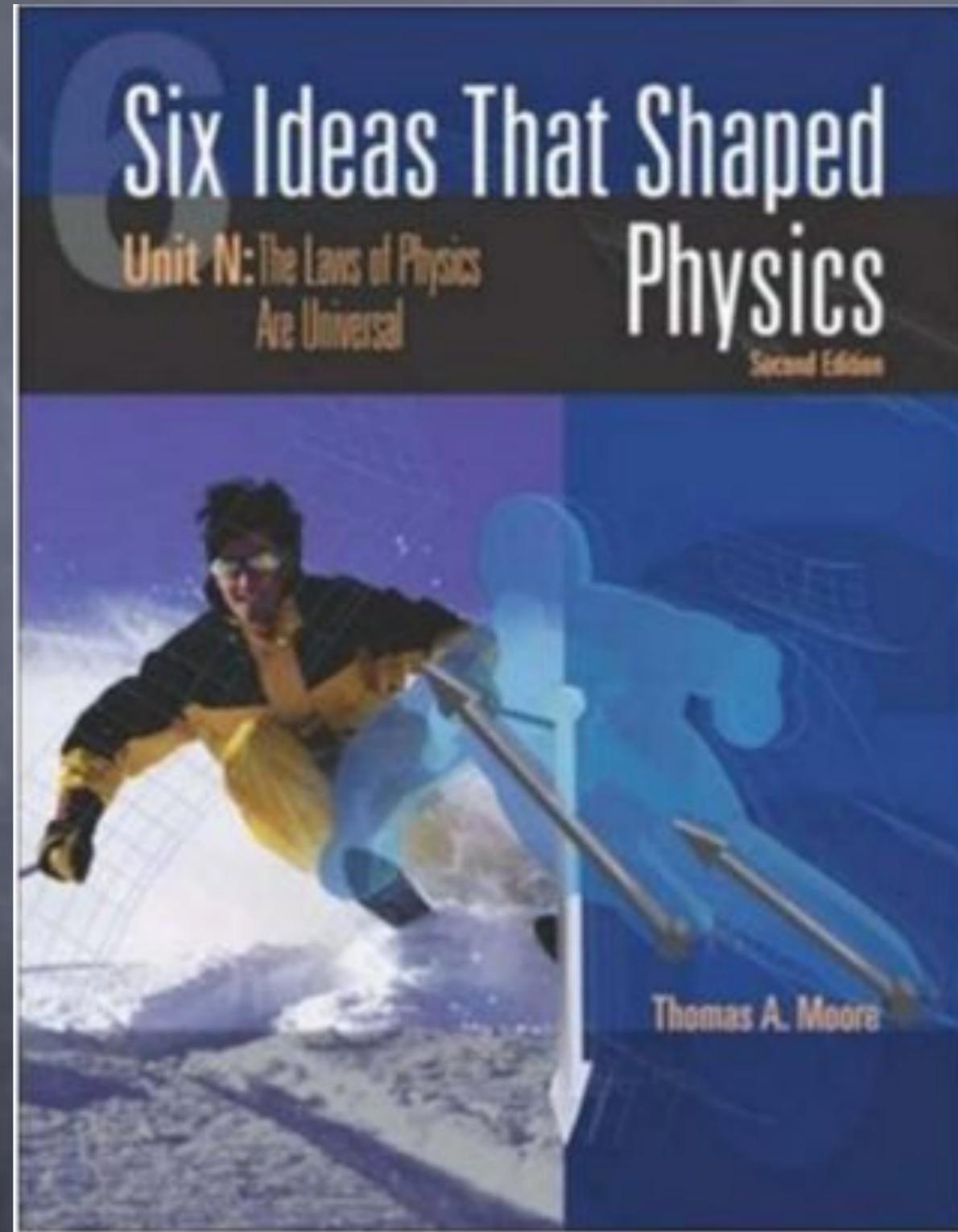
Principios de conservación

Las primeras ideas que se tuvieron para explicar el mundo físico, en sí misma una idea interesante (Aristóteles), a finales de la Edad Media (Occam), estuvieron basadas en el concepto de momento lineal y en el principio de conservación del momento lineal (Buridán).

Este principio de conservación fue seguido del principio de conservación de la energía cinética (Huygens). Como este segundo principio no tenía validez universal, se introdujo un principio más amplio de conservación de la energía, el primer principio de la termodinámica (Joule, Helmholtz). Con la ayuda de las leyes de Newton y del primer principio de la termodinámica es posible explicar, y comprender, muchos de los procesos cotidianos relacionados con el mundo físico.

Esta idea de explicar la naturaleza mediante principios de conservación se mantiene hasta hoy día, habiéndose introducido principios como el de conservación del número bariónico, el de conservación del color, etc., o el principio de la velocidad de la luz constante (Poincaré, Einstein).

En los cielos como en la Tierra.
Las leyes físicas son universales.

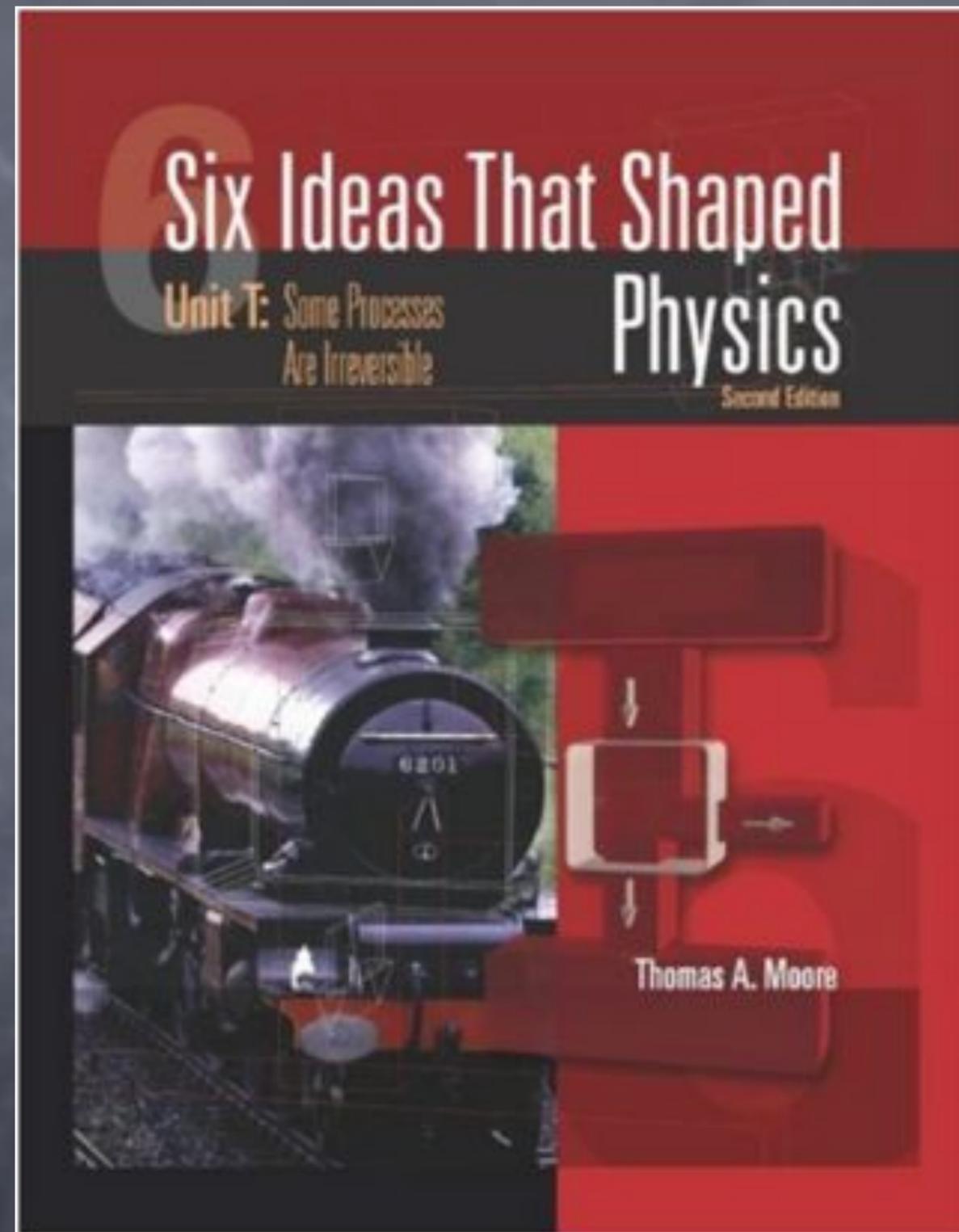


En los cielos como en la Tierra. Las leyes físicas son universales.

Durante mucho tiempo se tuvo la idea de que las leyes del mundo físico situado sobre la Tierra eran diferentes de las leyes que gobernaban los cielos. Las leyes de Newton y la ley de gravitación universal permitieron entender que no existe tal distinción cielos-Tierra, emergiendo la idea de que las leyes de la física son universalmente válidas. Esta idea fue desarrollada principalmente por Newton, demostrando que las leyes de caída de graves cerca de la superficie de la Tierra son las mismas que rigen el movimiento, la 'caída', de la Luna respecto a la Tierra o el movimiento de la Tierra alrededor del Sol, unificando las ideas de Galileo y las leyes de Kepler.

Desarrollando una idea diferente, la teoría general de la relatividad de Einstein aporta un punto de vista físico diferente sobre la gravitación y su carácter universal, teoría que puede aplicarse al Universo en su conjunto.

Aprovechar las oportunidades.
Hay procesos irreversibles.



Aprovechar las oportunidades. Hay procesos irreversibles.

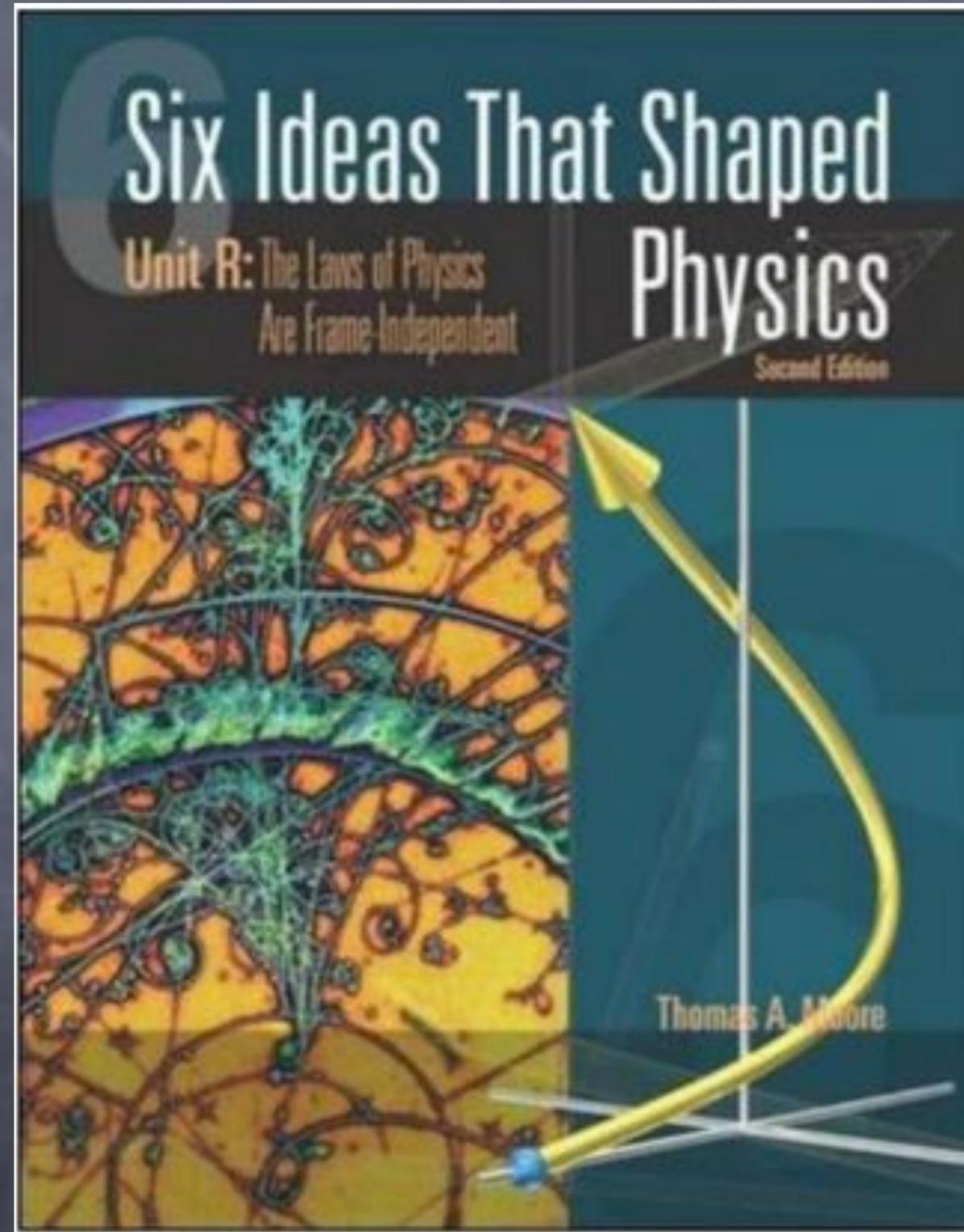
En la naturaleza, muchos procesos se producen de forma espontánea, sin intervención de seres vivos: una piedra elevada a una cierta altura tiende a caer, un cuerpo caliente tiende a enfriarse, cargas eléctricas diferentes tienden a unirse, etc. Una idea importante en física es la de que siempre que se produzca un proceso de forma espontánea, irreversible, es posible intervenir para, al menos, en parte, obtener energía útil. Una central hidroeléctrica, una central térmica o el transporte de la corriente eléctrica hacen uso de esta idea.

La tendencia de los electrones a descender a capas electrónicas de menor energía permite estimular estas transiciones y obtener radiación láser (Einstein).

Junto con las magnitudes físicas que se conservan, el momento lineal, la energía, etc., también hay magnitudes que no se conservan y aumentan, la entropía, etc., o disminuyen, la función de Gibbs, etc., permitiendo cuantificar las oportunidades, en su caso, perdidas, de obtener energía útil.

Relatividad.

Las leyes físicas no dependen del referencial.



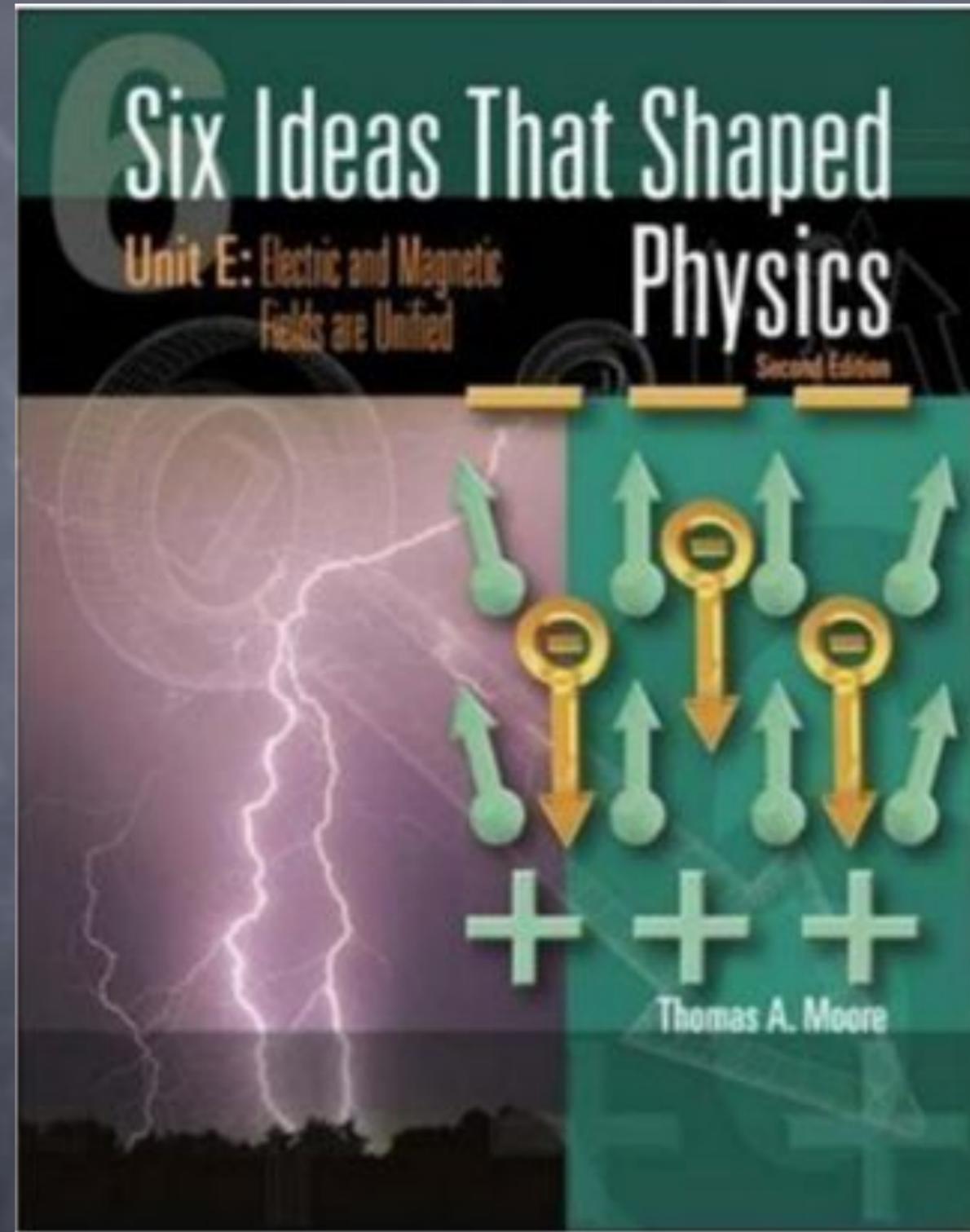
Relatividad.

Las leyes físicas no dependen del referencial.

Durante mucho tiempo se pensó que ciertas leyes de la física sólo eran válidas en determinados sistemas de referencia. Por ejemplo, las ecuaciones de Maxwell y el sistema de referencia del éter luminífero. Sin embargo, la teoría especial de la relatividad de Einstein, desarrollada mediante el formalismo de cuatrivectores de Minkowski, y la transformación de Lorentz, han permitido dotar de contenido al principio de relatividad, desarrollando la idea de que las leyes de la física tienen la misma forma funcional en todos los sistemas de referencia inerciales, ninguno de los cuales es privilegiado.

Como tampoco nada puede ser infinito, la idea de introducir una velocidad máxima para la transmisión de información en la naturaleza, velocidad máxima que debe ser la misma para todos los observadores, permitió a Einstein, junto a Minkowski, Poincaré y Lorentz, construir una teoría coherente y obtener leyes de la física que cumplen el principio de relatividad.

Unificar y predecir..
El campo eléctrico y magnético.



Unificar y predecir..

El campo eléctrico y magnético.

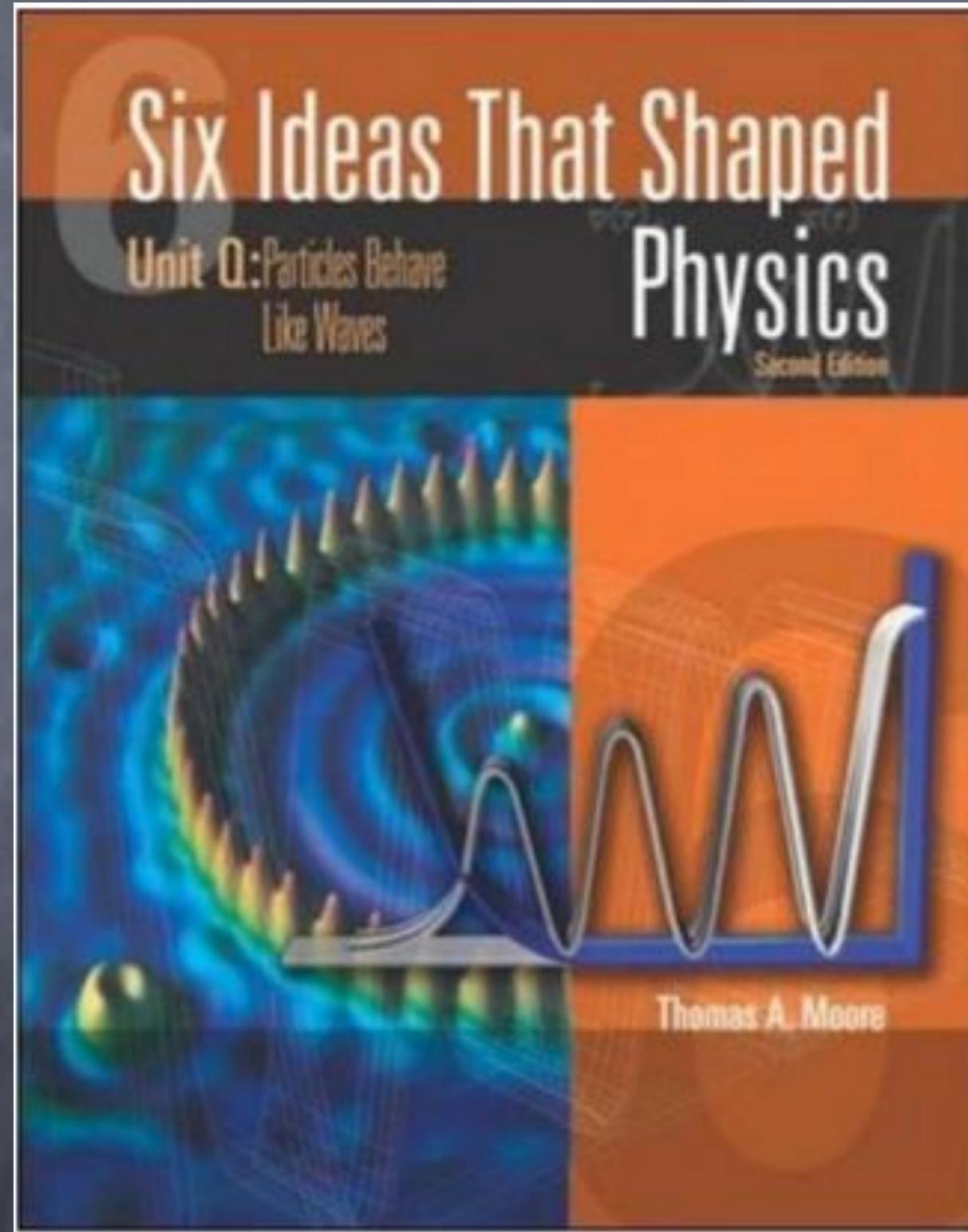
Durante mucho tiempo se conocieron las semejanzas (Aristóteles) y las diferencias (Gilbert) entre el campo eléctrico y el campo magnético: hay dos tipos de cargas eléctricas y pueden separarse y hay dos tipos de polos magnéticos, pero estos no pueden separarse.

La consideración de ciertas simetrías para las ecuaciones que describían el campo eléctrico y el campo magnético, llevaron a Maxwell a introducir el concepto de corriente de desplazamiento. Este término adicional de la ecuación de Ampère permitió a Maxwell demostrar que ambos campos se propagan en el vacío como una onda transversal que se desplaza a la velocidad de la luz.

Al relacionar y unificar conceptos y ecuaciones previamente separados, se avanza en el conocimiento, lo que implica que se aumenta la capacidad de hacer predicciones contrastables y correctas.

Las exigencias de la teoría especial de la relatividad llevaron posteriormente a la unificación (Einstein) de los conceptos de campo eléctrico y de campo magnético en un sólo campo electromagnético, que presenta un u otro aspecto dependiendo del observador.

Nada se divide indefinidamente.
La naturaleza es cuántica.



Nada se divide indefinidamente. La naturaleza es cuántica.

Aunque la materia macroscópica se percibe como continua, algunos filósofos griegos ya razonaron sobre la imposibilidad de dividir la materia *ad infinitum* (Leucipo), anticipando el carácter atómico de la materia (Demócrito). Curiosamente, fue la explicación de un fenómeno aparentemente continuo, el espectro de frecuencias del cuerpo negro, el que obligó a Planck a introducir, sin mucha convicción, el concepto de cuanto de luz (posteriormente, fotón). Fue la explicación de un fenómeno aparentemente continuo, el efecto fotoeléctrico, el que convenció a Einstein de que la radiación electromagnética se emite, transporta y absorbe en forma de cuantos. Con la discretización atómica y la cuantización de la energía, se introdujo la idea de la cuantización del momento angular y la discretización de las órbitas electrónicas del átomo (Bohr). Ciertas consideraciones de simetría, y las ideas de la relatividad, llevaron a describir las partículas a nivel atómico como ondas (De Broglie), permitiendo desarrollar la idea de un mundo gobernado por la incertidumbre y las probabilidades a los niveles atómico y subatómico.



FIN

Ideas que dan forma a la física
Introducción

Prof. J Güémez
Departamento de Física Aplicada
Universidad de Cantabria
Santander, enero 2019