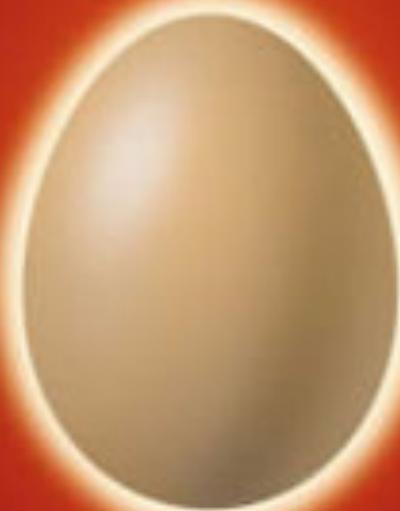


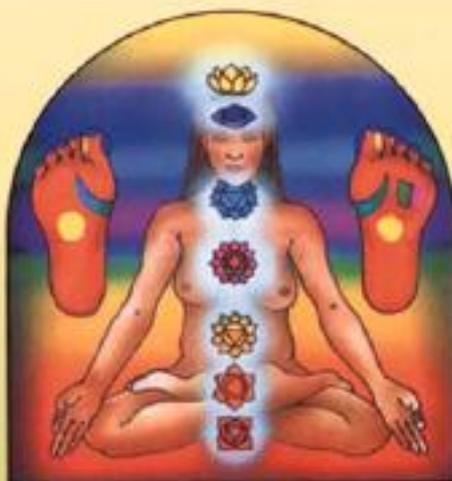
Origine e storia del concetto di ENERGIA

Franco Dalfovo
Dipartimento di Fisica
Università di Trento

**ENERGIA
PURA**



LUOVA
Bergognoni 
tradizione e benessere



MASAJE DE LA ENERGÍA CHAKRA

**Evolución espiritual por
la activación de los puntos de energía
de los pies**

Marianne Uhl

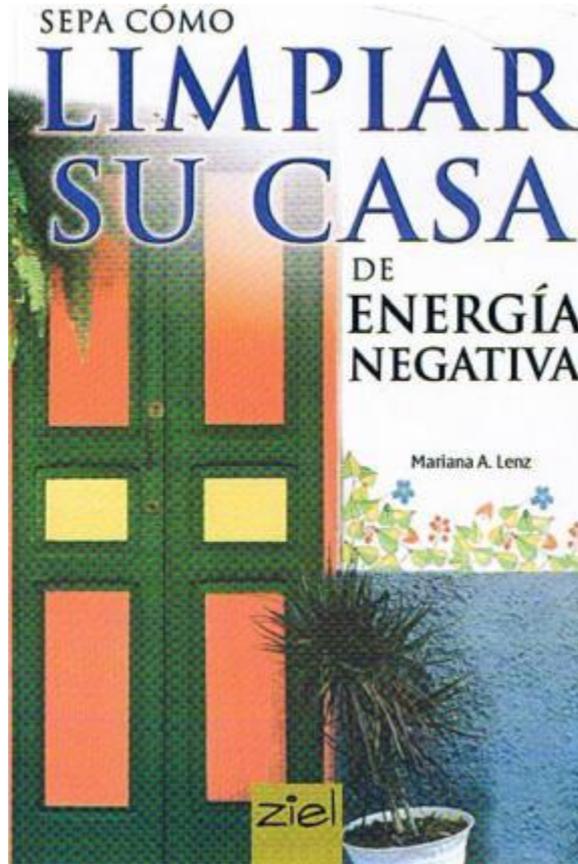


SEPA CÓMO

LIMPIAR SU CASA

DE
ENERGÍA
NEGATIVA

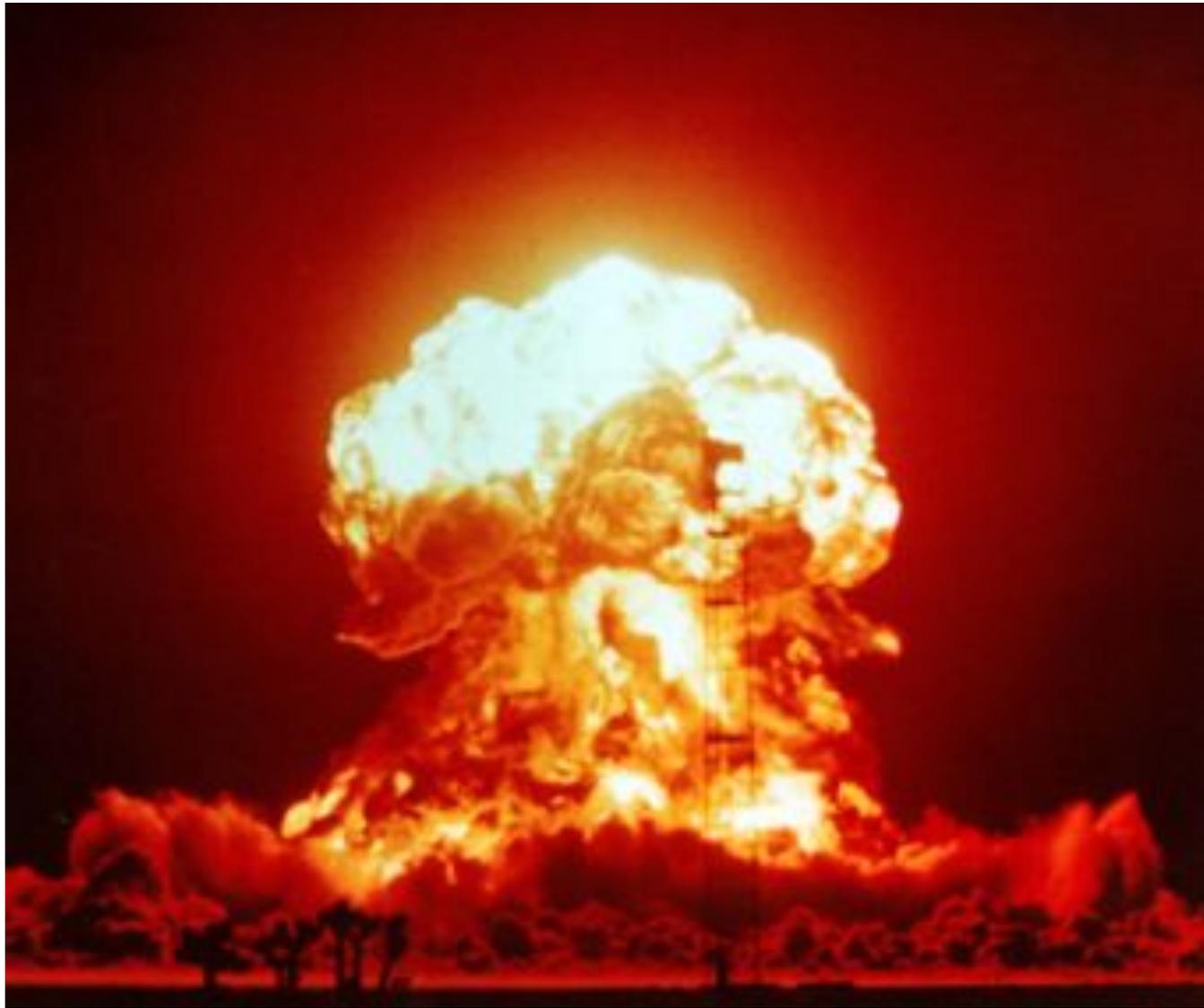
Mariana A. Lenz



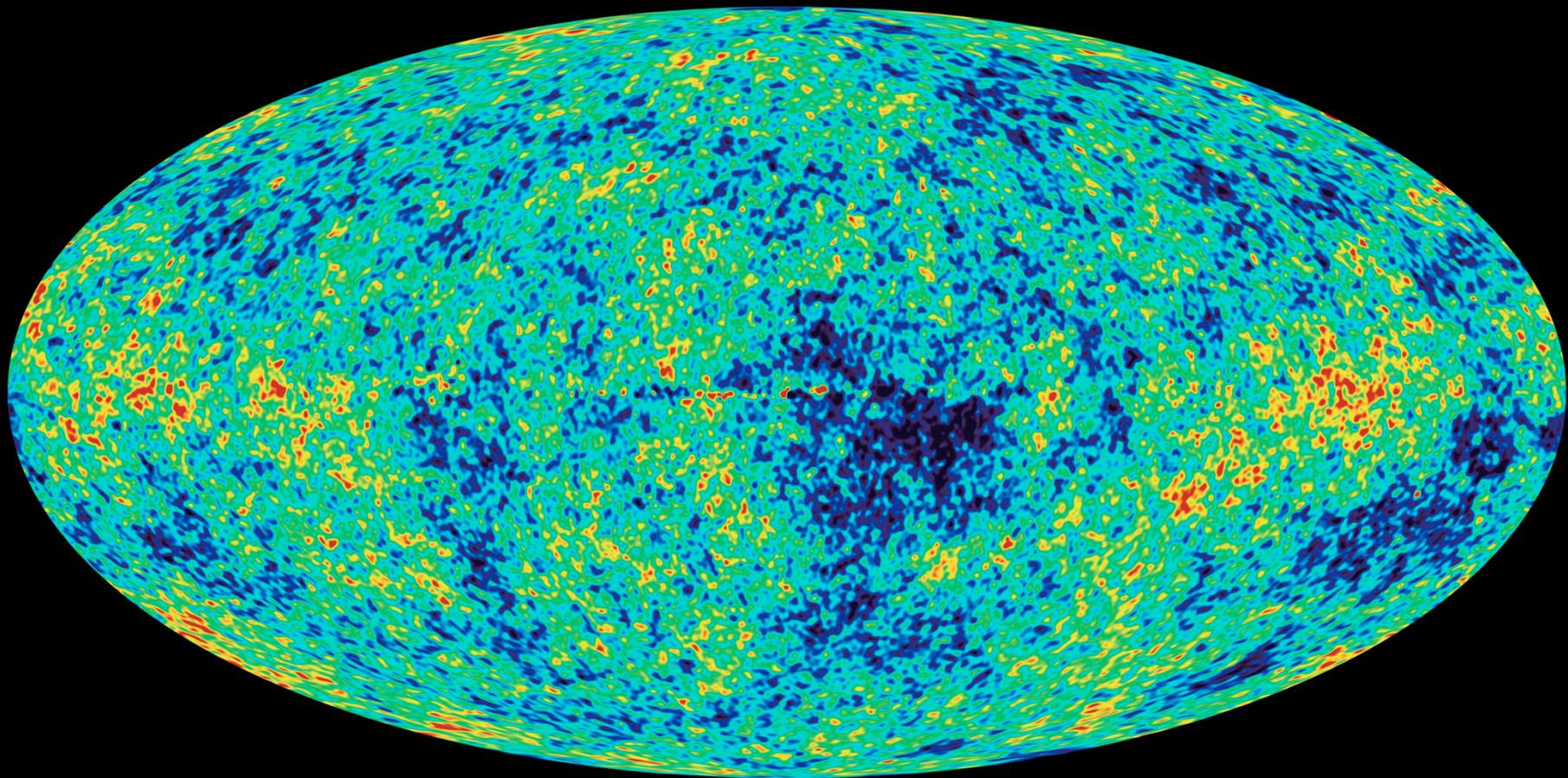
ziel











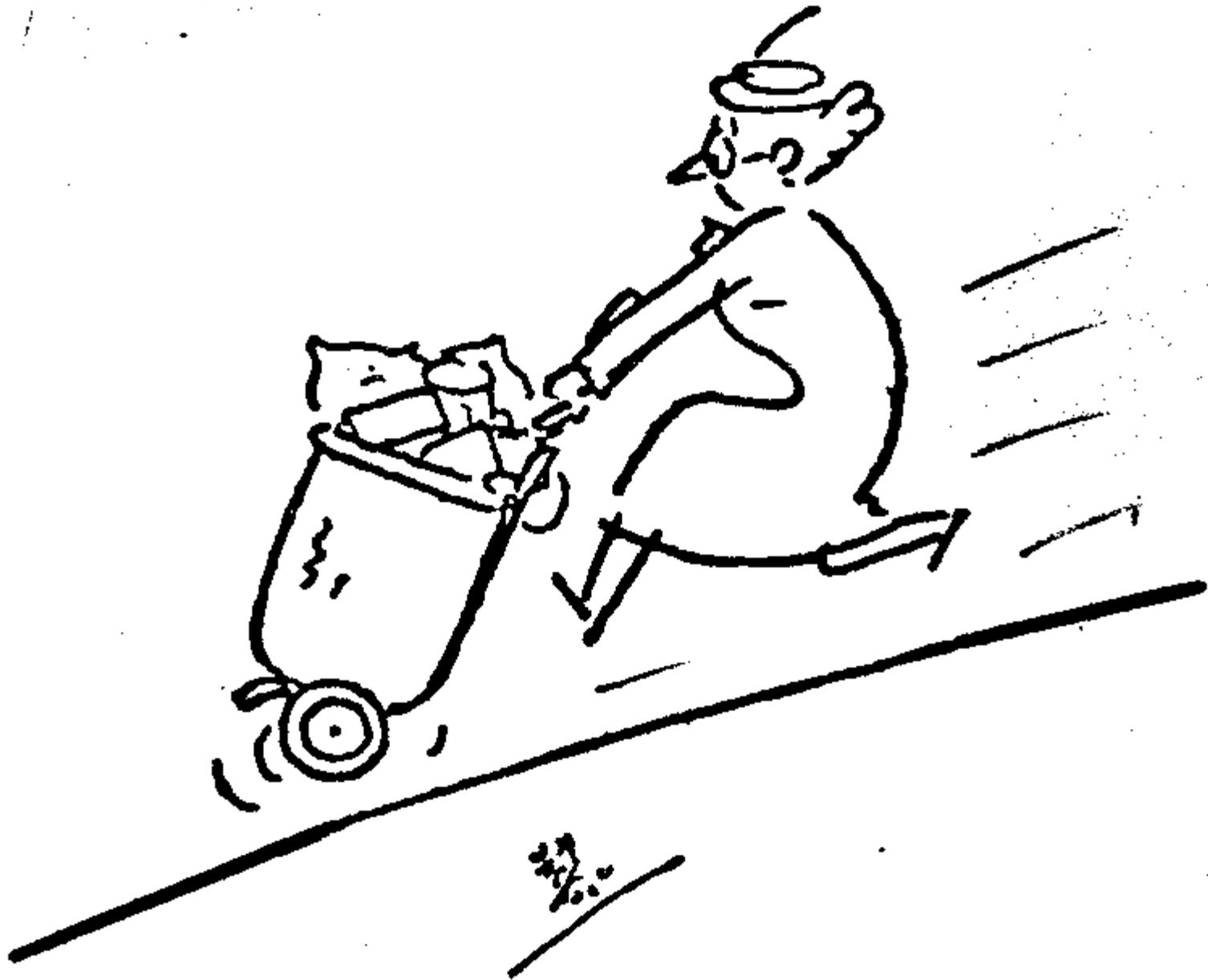


Etimologia

Dal greco antico **ενέργεια** (*energeia*) “azione, lavoro in atto, capacità di agire”. Da **εν-** (*en-*) “dentro, in” e da **έργον** (*ergon*) “lavoro, azione”.

Significato (generico, moderno)

L’attitudine a produrre qualsiasi movimento o qualsiasi attività.
La capacità di compiere lavoro.

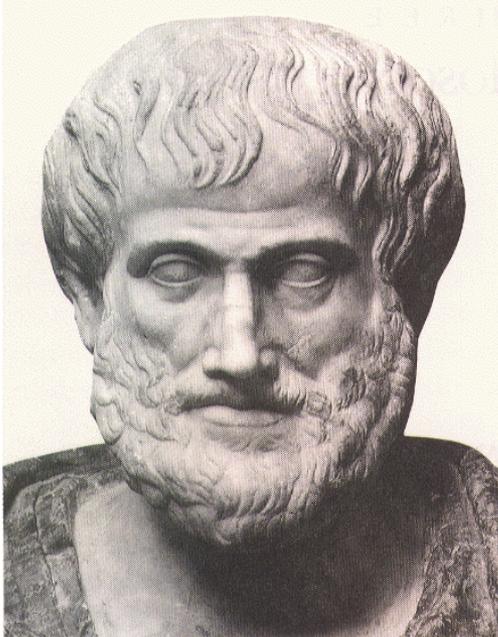


εν-εργεια (energeia)

Nell'epica greca significa "azione divina" o "intervento magico" .



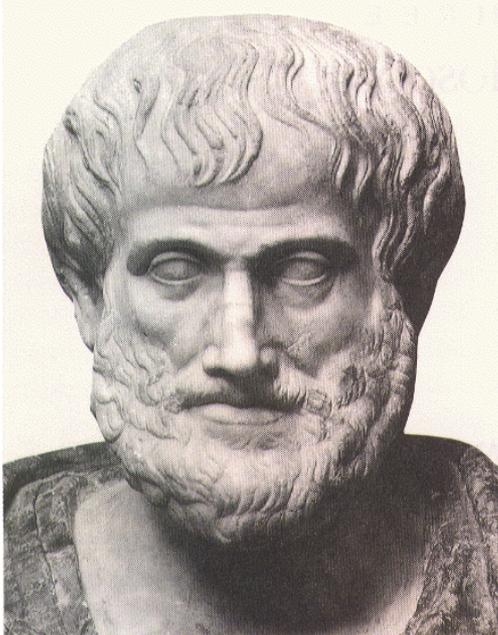
Aristotele



Ogni essere in natura possiede una **energeia** che lo mette in relazione con il proprio fine (**telos**).

Aristotele chiama **dynamis** la capacità potenziale di agire e usa il termine **energeia** per esprimere l'**essere in azione** di un corpo verso il suo **fine**, il suo scopo.

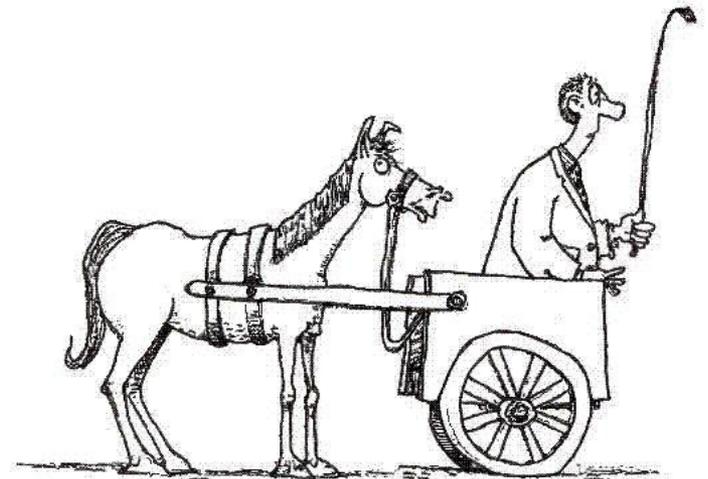
Aristotele



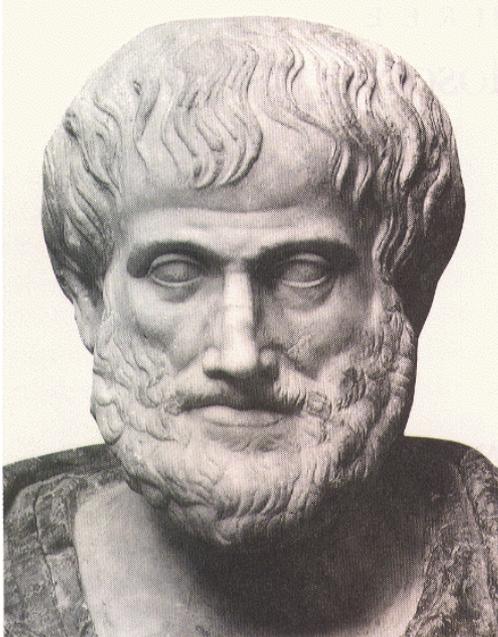
Ogni essere in natura possiede una **energeia** che lo mette in relazione con il proprio fine (**telos**).

Aristotele chiama **dynamis** la capacità potenziale di agire e usa il termine **energeia** per esprimere l'**essere in azione** di un corpo verso il suo **fine**, il suo scopo.

Esempio: il cavallo che traina il carro lungo una strada, utilizza la sua energia (la sua capacità di agire verso il fine) per mantenere il carro in moto e giungere a destinazione (questo è lo scopo dell'azione).



Aristotele



Ogni essere in natura possiede una **energeia** che lo mette in relazione con il proprio fine (**telos**).

Aristotele chiama **dynamis** la capacità potenziale di agire e usa il termine **energeia** per esprimere l'**essere in azione** di un corpo verso il suo **fine**, il suo scopo.

Nota: Da *telos* (fine) a teleologia (discorso sul fine, sullo scopo). Il pensiero filosofico che privilegia il fine rispetto all'atto, lo scopo di un processo rispetto al processo stesso, è detto finalismo. Aristotele aveva una **visione finalista della natura** ("La natura adatta l'organo alla funzione, non la funzione all'organo").



Nei secoli successivi, fino al XVIII secolo, il concetto Aristotelico di energia si è perso.

A metà del XVIII secolo il filosofo scozzese **David Hume** lamentava che le parole "**potenza**", "**forza**" e "**energia**" fossero virtualmente sinonimi, con significato oscuro e incerto.

Nel **1842** la ***Encyclopaedia Britannica*** dedicava alla parola energia queste pochissime righe: "ENERGY, a term of Greek origin, signifying the power, virtue, or efficacy of a thing. It is also used figuratively, to denote emphasis of speech."



PROBLEMA:

dato che oggi consideriamo l'energia come uno dei concetti cardine della fisica in generale e della fisica classica in particolare,

dato che la fisica classica è nata con Galileo e Newton, ben prima dell'800,



com'è possibile che ancora nel 1842 il concetto di energia sia considerato poco significativo e scarsamente definito



Il concetto di energia aveva preso la strada sbagliata !

Il pensiero Aristotelico è stato dominante per secoli, fino al Rinascimento.

L'aristotelismo, combinato con la teologia tomistica, aveva assunto una forte connotazione dogmatica.

L'aristotelismo non era fertile dal punto di vista del progresso delle conoscenze nell'ambito dei fenomeni naturali.

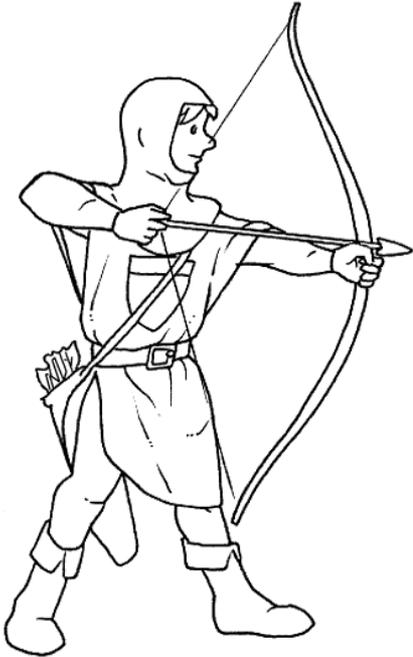
Alcune idee, nate al di fuori dell'aristotelismo, sembravano più efficaci a stimolare e consolidare nuove conoscenze.

Si fa largo l'opinione che una nuova scienza sia possibile solo rompendo con l'aristotelismo (vedi: Dialogo sopra i massimi sistemi del mondo, di Galileo)



Il cuore del problema:

il **finalismo** applicato alla natura in Aristotele e S.Tommaso.



«[...] alcune cose, le quali sono prive di conoscenza, cioè i corpi fisici, operano per un fine [...]. Ora, ciò che è privo d'intelligenza non tende al fine se non perché è diretto da un essere conoscitivo ed intelligente, come la freccia dell'arciere. Vi è dunque un qualche essere intelligente, dal quale tutte le cose naturali sono ordinate a un fine: e quest'essere chiamiamo Dio.» (Tommaso d'Aquino. *Summa theologiae*, I, questione 2, articolo 3)

La differenza tra **moti naturali** e moti violenti e l'esistenza di **luoghi naturali** a cui i corpi tendono. L'attenzione è sulla finalità del processo e non sul processo in atto.

Il cuore del problema:

il **finalismo** applicato alla natura in Aristotele e S.Tommaso.



La pioggia cade perché ciò rappresenta la realizzazione del suo fine: il fine della pioggia è quello di permettere alle piante di crescere:

Prima del Rinascimento era del tutto naturale vedere questi “scopi” nella natura. Il mondo era abitato da angeli e demoni, spiriti e anime, o poteri mistici. I sapienti parlavano di “anima di un magnete” allo stesso modo in cui oggi parlano delle sue proprietà strutturali e chimiche.

Il cuore del problema:

il **finalismo** applicato alla natura in Aristotele e S.Tommaso.



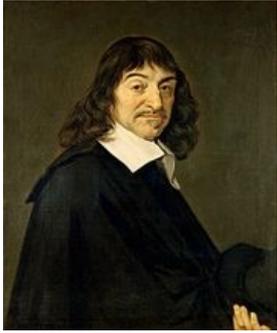
Keplero (1571-1630) pure credeva in una natura pervasa da un “agente” animistico:

“Se sostituiamo alla parola anima la parola forza, allora otteniamo proprio quel principio che regge la mia fisica dei cieli. [...] Questa forza dev’essere qualcosa di sostanziale, non nel senso letterale, ma nel modo in cui noi diciamo che la luce è qualcosa di sostanziale, intendendo con ciò quella entità non-sostanziale che viene emessa da un corpo sostanziale.”

Ma i cieli di Keplero non sono più quelli di Tolomeo e Aristotele. Si aprono nuove strade. Occorrono nuove visioni.



Le nuove visioni del mondo fisico: meccanicismo, empirismo, nuove scienze.



René Descartes (Cartesio, 1596-1650)
Pioniere del ragionamento deduttivo. La ragione come sorgente primaria di conoscenza.
Contrario al finalismo applicato alla natura.
Modello di natura meccanicista (materia che si muove secondo leggi fisiche).

Sir Francis Bacon (Bacone, 1561-1626).
Pioniere dell'approccio sperimentale induttivo. L'osservazione come fonte primaria di conoscenza. Contrario al deduttivismo aristotelico e all'uso di pre-giudizi filosofici nell'indagine fisica.



Galileo Galilei (1564-1642).
Fonda un nuovo metodo scientifico-sperimentale.

La nuova fisica galileiana nasce ponendo l'accento sui processi fisici (il moto) e togliendo importanza alla finalità dei processi.

La fisica si occupa del “**come**” e non del “**perché**”.





Il concetto di **energia** era rimasto legato al **finalismo** aristotelico che la nuova fisica galileiana ha messo da parte.

Si privilegia la **relazione reciproca tra i corpi nello spazio**, le misure di tempo e spazio **nel corso dei processi** fisici.

Nasce spontaneo il concetto di **forza**, che esprime la relazione tra i corpi e che induce il **cambiamento del loro stato di moto**.

NEWTON



Il concetto di **energia** era rimasto legato al **finalismo** aristotelico che la nuova fisica galileiana ha messo da parte.

Si privilegia la **relazione reciproca tra i corpi nello spazio**, le misure di tempo e spazio **nel corso dei processi** fisici.

Nasce spontaneo il concetto di **forza**, che esprime la relazione tra i corpi e che induce il **cambiamento del loro stato di moto**.

NEWTON

$$F = ma$$

! Nella dinamica newtoniana originaria il concetto di energia non serve



Un percorso laterale

Domanda:

Se i corpi si muovono per effetto di interazioni reciproche (forze), in modo che ogni moto non richiede una finalità specifica (*telos*), in cosa si esprime il ruolo del Creatore?

Possibile risposta:

in ciò che ha mosso all'inizio dei tempi, e che si conserva per sempre.



"È del tutto razionale ritenere che Dio, poiché all'atto della creazione della materia impartì differenti moti alle sue parti, e poiché conserva tutta la materia nello stesso modo e nelle stesse condizioni in cui la creò, nello stesso tempo conservi in essa la quantità di moto".
(*Cartesio, 1644*)

Per Cartesio, come successivamente per Newton, la quantità di moto è il prodotto della massa di un corpo per la sua velocità.

$$\text{quantità di moto} = mv$$



Anche Leibniz (1646-1716) credeva che nel moto dei corpi qualcosa dovesse conservarsi, ma non la quantità di moto bensì la forza (**vis**) "che deve essere **valutata dalla quantità dell'effetto che produce**, per esempio dall'altezza a cui può innalzare un corpo pesante e non dalla velocità che può imprimergli".

$$\text{vis viva} = mv^2$$

La **vis** impressa ad un sasso lanciato verso l'alto doveva essere in qualche modo immagazzinata; quando il sasso raggiunge il massimo di altezza, la velocità si annulla ma la **vis** deve rimanere nel sasso in altra forma.



Per Leibniz esiste un'energia potenziale anche in assenza di azione, oltre all'energia propria del moto (cinetica), e la conservazione dell'energia diventa la chiave per studiare la natura.

Così facendo Leibniz risolve in chiave moderna la dicotomia aristotelica tra **potenzialità** (dynamis) e **azione** (energeia), suggerendo una visione unitaria di **scienza della potenzialità in azione**, una **dinamica** che lega cause ad effetti, tramite leggi che connettono in modo causale le potenzialità alle azioni.



Huygens (1629-1695), in base ad uno studio sugli **urti** tra corpi, fece osservare a Leibniz che il prodotto **mv^2** **diminuisce** in seguito agli urti, invece di rimanere costante.



Ma Leibniz rimase convinto della conservazione della **vis viva**, e per giustificare l'apparente diminuzione suggerì che essa venisse parzialmente suddivisa nelle "**piccole parti**" che costituiscono i corpi.



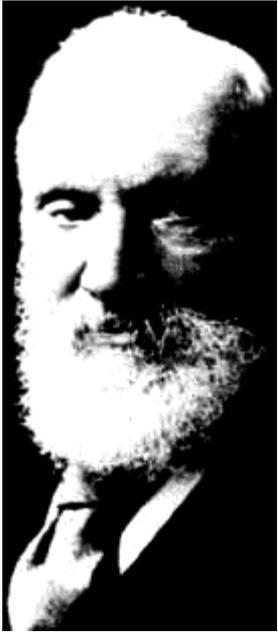
L'energia risorge, sotto nuove vesti



Thomas Young (1773-1829) in una lezione alla Royal Institution nel 1807, dedicata alle collisioni, disse che “**la parola energia può essere associata, con grande appropriatezza, al prodotto della massa o peso di un corpo per il quadrato del numero che esprime la sua velocità**”.

Nel 1829 Gustave-Gaspard Coriolis descrive il concetto di **energia cinetica** nel significato attuale ($\frac{1}{2} mv^2$).

È la rinascita del concetto di energia in chiave moderna.



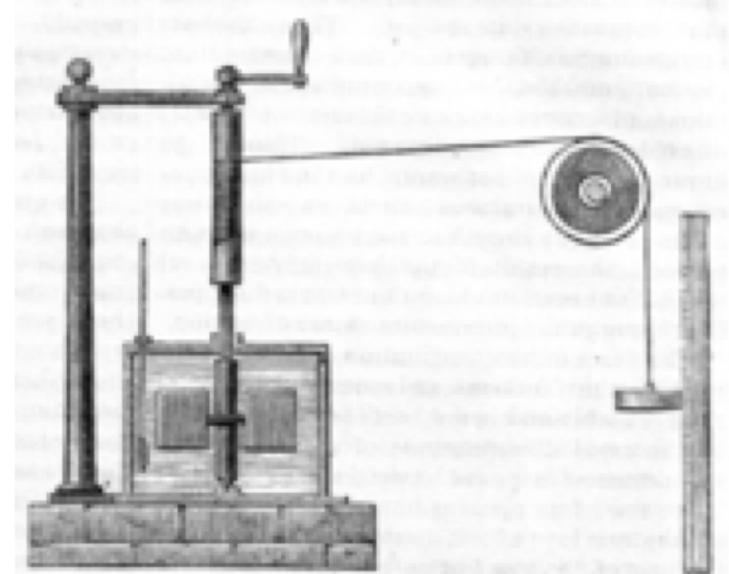
Riferendosi ad una disputa tra Joule e Carnot su alcuni problemi concettuali e sperimentali relativi alla conversione di calore in lavoro e in macchine a vapore, William Thomson (**Lord Kelvin**) nel 1849 argomentò che qualcosa dovesse **conservarsi**, qualcosa che coinvolgeva sia il **lavoro** che la **vis viva**.

Nel giro di un paio di decenni venivano formulate le leggi fondamentali della **termodinamica**, che precisano il ruolo dell'energia meccanica, dell'energia interna dei corpi, del calore.

La prima legge della termodinamica

L'incremento di energia interna di un sistema termodinamico è eguale alla quantità di calore assorbita dal sistema meno il lavoro meccanico fatto dal sistema sull'ambiente.

$$\Delta U = Q - W$$





Nell'800 si introduce anche una riformulazione della meccanica newtoniana in termini di energia e di **principi variazionali** (meccanica lagrangiana, equazioni di Hamilton, principio di **minima azione**, meccanica analitica) in cui entrano in modo naturale l'energia potenziale e l'energia cinetica. L'**energia potenziale** sostituisce le forze nel descrivere l'interazione tra i corpi.



Nell'800 si introduce anche una riformulazione della meccanica newtoniana in termini di energia e di **principi variazionali** (meccanica lagrangiana, equazioni di Hamilton, principio di **minima azione**, meccanica analitica) in cui entrano in modo naturale l'energia potenziale e l'energia cinetica. L'**energia potenziale** sostituisce le forze nel descrivere l'interazione tra i corpi.

Si introduce l'idea che l'energia si presenti in molte forme e che si trasformi da una forma all'altra nei processi fisici.



Nell'800 si introduce anche una riformulazione della meccanica newtoniana in termini di energia e di **principi variazionali** (meccanica lagrangiana, equazioni di Hamilton, principio di **minima azione**, meccanica analitica) in cui entrano in modo naturale l'energia potenziale e l'energia cinetica. L'**energia potenziale** sostituisce le forze nel descrivere l'interazione tra i corpi.

Le leggi di conservazione rivisitate:

- ✘ Conservazione dell'energia meccanica
- ✘ Conservazione della quantità di moto
- ✘ Conservazione del momento angolare.
- ✘ ...

Le **grandezze conservate** sono associate a **simmetrie** !

Una parentesi (pertinente) sugli obiettivi (presunti o reali) della fisica

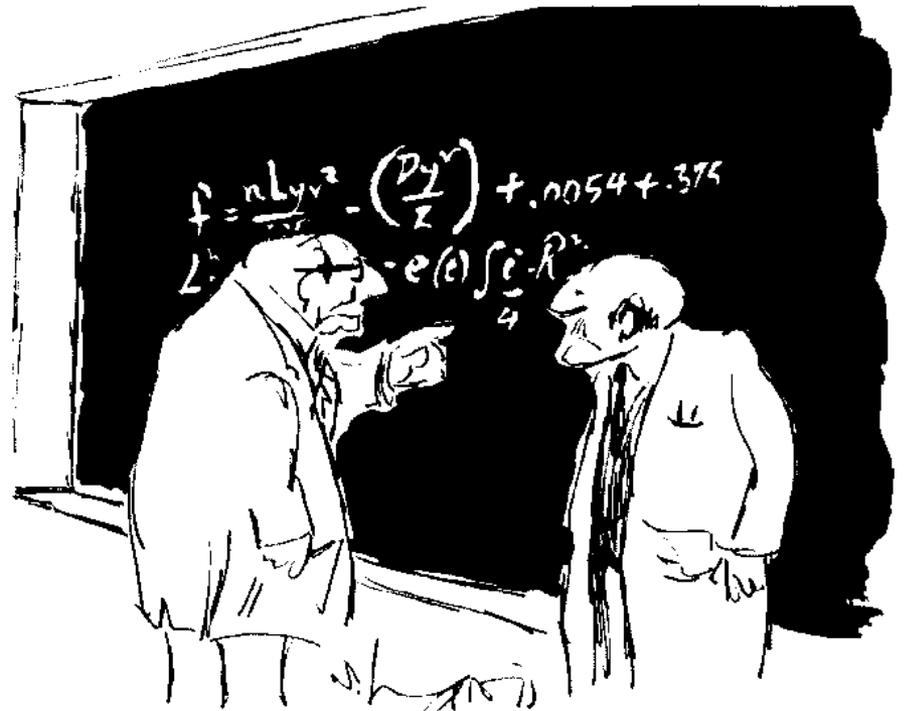
La ricerca delle **leggi fondamentali**.

La **conservazione dell'energia** come archetipo di legge fondamentale (si pensi a Cartesio che associa la conservazione della quantità di moto al ruolo di Dio come Creatore).

La **prima legge della termodinamica** come archetipo di legge di conservazione.

$$\Delta U = Q - W$$

È vera sempre, qualche volta, o mai?



"Does this apply always, sometimes, or never?"

Una parentesi (pertinente) sugli obiettivi (presunti o reali) della fisica

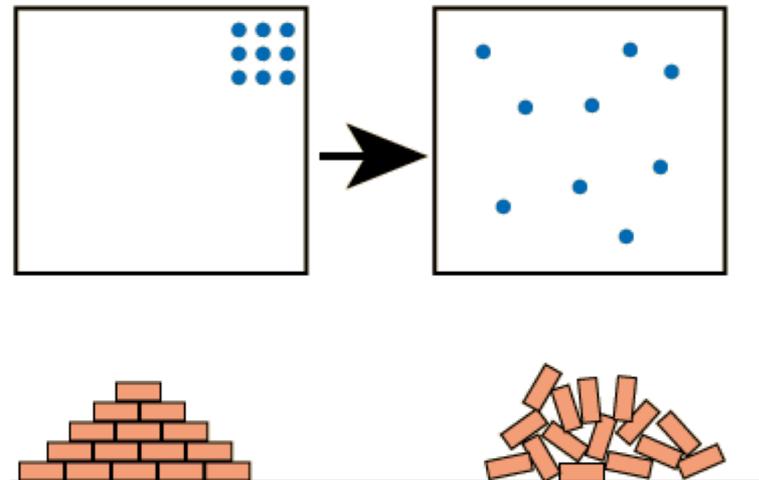
La ricerca delle **leggi fondamentali**.

La **conservazione dell'energia** come archetipo di legge fondamentale (si pensi a Cartesio che associa la conservazione della quantità di moto al ruolo di Dio come Creatore).

La **prima legge della termodinamica** come archetipo di legge di conservazione.

$$\Delta U = Q - W$$

Il problema dell'irreversibilità dei fenomeni e l'introduzione del concetto di **entropia**.



Una parentesi (pertinente) sugli obiettivi (presunti o reali) della fisica

La ricerca delle **leggi fondamentali**.

La **conservazione dell'energia** come archetipo di legge fondamentale (si pensi a Cartesio che associa la conservazione della quantità di moto al ruolo di Dio come Creatore).

La **prima legge della termodinamica** come archetipo di legge di conservazione.

$$\Delta U = Q - W$$

È vera sempre, qualche volta, o mai?

È vera sempre, ma non basta!

La conservazione dell'energia non può essere **La Legge**





KELVIN IS LORD!!!

ALL PRAISE THE LORD KELVIN!!

Only The One, True Lord KELVIN Can Conserve You From Entropy!

Who Is This Man Called Kelvin?

Who is the Lord Kelvin? Perhaps you have asked yourself this as you have heard others speak of Him. Well, I have good news for you: the Lord Kelvin *Loves* you and wishes to Conserve you from Entropy. "Now, slow down a minute buddy! I don't quite understand what all THIS means!" You are, no doubt, wanting to say to me. That's OK, for I was once like you and didn't know about the *Lord*, the one true Lord Kelvin. Let me tell you about our Lord, for He is your Lord as He is mine: the Lord Kelvin chose to come among us as a Man so that He may give us His teachings. He didn't *have to*, He chose to! He did this because He loves us, for we are His *Creation*. As is our Universe. The Lord Kelvin created it all. For He is more than just the Man that moved among us, He is the Lord of Our Universe, the *Second Wrangler* who is also the Senior Wrangler! The *Sublime Mystery* that is the Lord Kelvin transcends our ability to grasp, but all we need to know is that He *LOVES* us and wants the best for His Children.

JOIN THE KELVIN CONSCIOUSNESS MOVEMENT TODAY!

Law The First:

Energy Is Conserved The Lord Kelvin, in His **infinite benevolence**, has deigned that the total Energy Content of the Universe shall remain constant; never being *Created* nor *Destroyed*, but only **Transformed** from one form to another.



The Lord Kelvin gives a sermon from His Lecture Hall.

Una parentesi (pertinente) sugli obiettivi (presunti o reali) della fisica

La ricerca delle **leggi fondamentali**.

La **conservazione dell'energia** come archetipo di legge fondamentale (si pensi a Cartesio che associa la conservazione della quantità di moto al ruolo di Dio come Creatore).

La **prima legge della termodinamica** come archetipo di legge di conservazione.

Nota:

il mito della fisica convergente all'onniscienza;

le grandi unificazioni e la Theory of Everything (TOE);

Le tendenze olistiche.

**Se la ricerca di leggi fondamentali porta fuori strada...
(ovvero, l'energetica e il ritorno dei pregiudizi filosofici)**



Wilhelm Ostwald (1853-1932)

Se al giorno d'oggi un fisico o un chimico vuole mostrarsi uomo di progresso, dichiara che la materia e l'energia sono due entità simili o parallele e definisce le scienze fisiche come le scienze della trasformazione di queste due cose indistruttibili, la materia e l'energia [...]. Si vedrà che anche il dualismo materia-energia può essere soppresso, dato che la nozione di materia non è neanche particolarmente felice. Beninteso, il dualismo spirito-materia scompare simultaneamente, e si pone la questione di sapere qual è la relazione dell'energia con lo spirito. Ebbene - ed è qui che si è realizzato il progresso più considerevole in questo ordine di idee - per quel che riguarda la scienza queste nozioni sono dello stesso tipo, e la nozione di spirito si fonde con quella di energia.

Se la ricerca di leggi fondamentali porta fuori strada... (ovvero, l'energetica e il ritorno dei pregiudizi filosofici)



Ludwig Boltzmann (1844-1906)

Assai di recente, alcuni scienziati hanno pensato di potersi liberare di queste complicazioni [i modelli meccanici per l'elasticità, la meccanica dei fluidi, la luce, il calore, l'elettromagnetismo; n.d.r.] e di esprimere le leggi fondamentali in maniera molto più semplice. Dato che in ultima analisi arrivavano a dare esistenza propria soltanto all'energia, si dettero il nome di energetici. Noi ignoriamo se la nostra concezione attuale della natura sia la più adeguata; il fatto di aspirare ad un punto di vista più generale e più elevato di quello della fisica teorica attuale è dunque perfettamente giustificato. Ma gli energetici d'oggi non si limitano a una tale aspirazione: sono convinti d'aver già raggiunto un punto di vista più elevato e pensano che i metodi d'espressione vigenti nella fisica teorica debbano essere d'ora in poi abbandonati completamente, o almeno modificati nei loro principi essenziali, opinione che penso di poter confutare [...].



La formula della felicità (in un articolo di **Ostwald**):

$$G = E^2 - W^2$$

dove

E = energia spesa con successo 😊

W = energia spesa con disgusto 😞



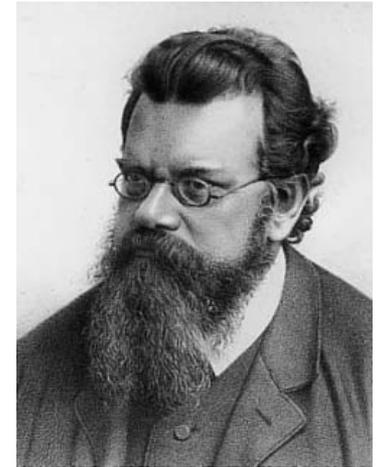
La formula della felicità (in un articolo di **Ostwald**):

$$G = E^2 - W^2$$

dove

E = energia spesa con successo 😊

W = energia spesa con disgusto 😞



La critica di Boltzmann: “Per quale motivo questo articolo di Ostwald, apparentemente innocuo, mi sembra così pericoloso per la scienza? Perché segna un declino verso il piacere per le cose puramente formali, verso il metodo pernicioso dei cosiddetti filosofi, il metodo che consiste nel costruire edifici teorici con mere parole e frasi e mettendo enfasi soltanto nel loro gradevole e formale intreccio; e questo passandolo sotto la denominazione di fondazione logica, senza verificare se tutto ciò corrisponda a realtà, se sia adeguatamente fondato nei fatti. Si tratta di un declino verso un metodo che consiste nel sottomettere tutto al dominio delle opinioni preconcepite, nel piegare tutto entro gli stessi schemi di classificazione, nel tentare di forzare tutto artificialmente in un unico sistema. E' il rifiuto di vedere la vera matematica oltre le mere formule, la vera logica oltre i sillogismi artificiosi e apparentemente corretti, la vera filosofia oltre le mere cianfrusaglie in veste di filosofia [...]. **Questo metodo, sfortunatamente, piacerà sempre alle masse più di quanto possa piacere il metodo della scienza naturale, dato che questo lascia meno spazio alla fantasia.**”



Ernst Mach

La vecchia diatriba su cosa sia **sostanziale** o **non sostanziale**.
Atomi o energia.

L'energia come sostanza? La materia come sostanza?
Il rapporto tra teorie fisiche e "mondo reale".
Le nubi di fine '800.

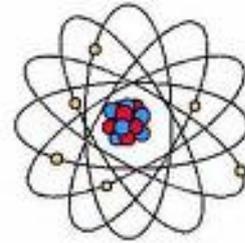
(da Ludwig Boltzmann, Lezione inaugurale del corso di
filosofia della scienza, 1903):

[...] Un giorno discutevo animatamente della disputa
riacutizzatasi tra i fisici sul valore delle teorie atomistiche
nella sala dell'Accademia con un gruppo di accademici fra
cui il consigliere di corte, Professor Mach.

[...] In quel gruppo Mach disse all'improvviso
laconicamente: "**Non credo che esistano gli atomi**".
Questa dichiarazione mi rimase in testa.



Ma siamo ormai nel '900 !!



Gli atomi e i pollini del botanico Brown.

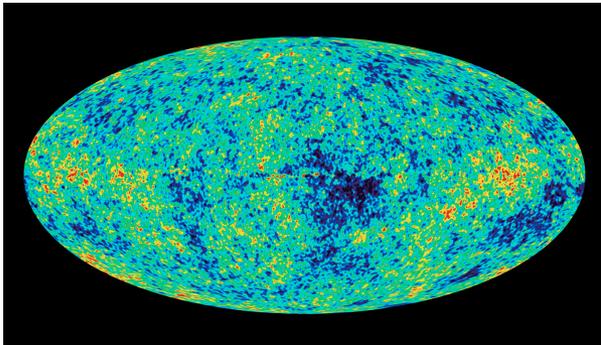
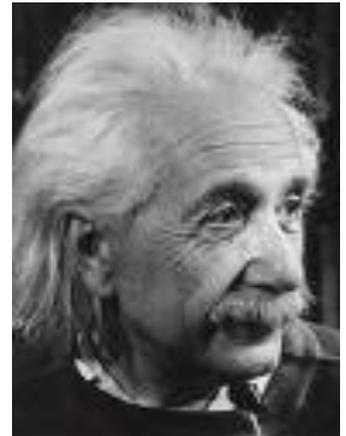
Una nuova generazione di fisici:

Einstein, Bohr, Heisenberg, Dirac, Schrödinger, de Broglie, Pauli, Born, ...

Nuove teorie:

Relatività ristretta e generale, meccanica quantistica, ...

Materia ed energia vanno a nozze: **$E = mc^2$**



La meccanica quantistica assegna energia al vuoto.

L'universo si riempie di materia ed energia oscura.

Ma cos'è l'energia?

Un punto di vista semplice e pragmatico :



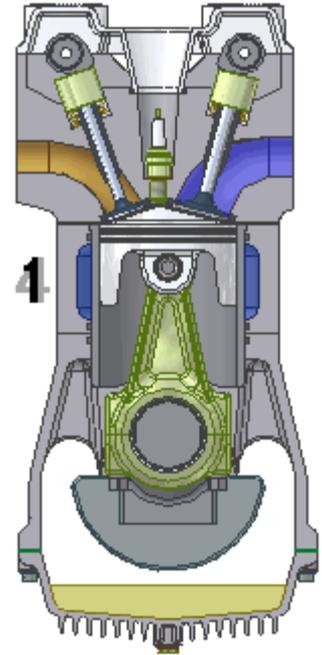
“C'è un fatto, o se volete, una legge, che governa tutti i fenomeni naturali finora osservati. Non è nota alcuna eccezione a questa legge. La legge si chiama conservazione dell'energia. Essa stabilisce che esiste una certa quantità, che chiamiamo energia, che non cambia nei molteplici cambiamenti a cui la natura è soggetta. Si tratta di un'idea astratta, espressa tramite una legge matematica; dice che c'è una quantità numerica che non cambia quando succede qualsiasi cosa. Non si tratta di una descrizione di un meccanismo, o di qualcosa di concreto; è semplicemente la constatazione di questo fatto strano: possiamo calcolare un certo numero all'inizio, e poi ricalcolarlo dopo aver osservato la natura agire con tutti i suoi trucchetti, e quel numero rimarrà lo stesso.”

(Dalle lezioni di fisica di Richard Feynman, 1961)

In sintesi:

Il concetto di energia, come molti altri concetti chiave della fisica, è nato in un antico contesto linguistico, storico e filosofico, ma si è spogliato progressivamente dalle queste “sovrastutture” per divenire un ben preciso ingrediente di leggi fisiche, definito in termini procedure operative di misura (relazione tra osservazioni empiriche e numeri).

L'evoluzione del concetto di energia, come molti altri concetti della fisica, ha risentito delle vicende culturali, delle influenze filosofiche e religiose, dei fatti storici ed economici delle epoche attraverso le quali è passato.



Oggi:

L'energia è uno dei concetti chiave della nostra società. Il nostro stesso futuro dipende dai delicati bilanci di assorbimento, emissione, trasformazione dell'energia, dalla scala individuale a quella planetaria.

Quindi:

E' importante sapere di cosa si parla e saper fare i conti per bene.

