Energia per un mondo sostenibile

Vincenzo Balzani

Dipartimento di Chimica "Giacomo Ciamician"
Università di Bologna
vincenzo.balzani@unibo.it

Inaugurazione dei corsi di laurea in Chimica, Fisica ed Astrofisica

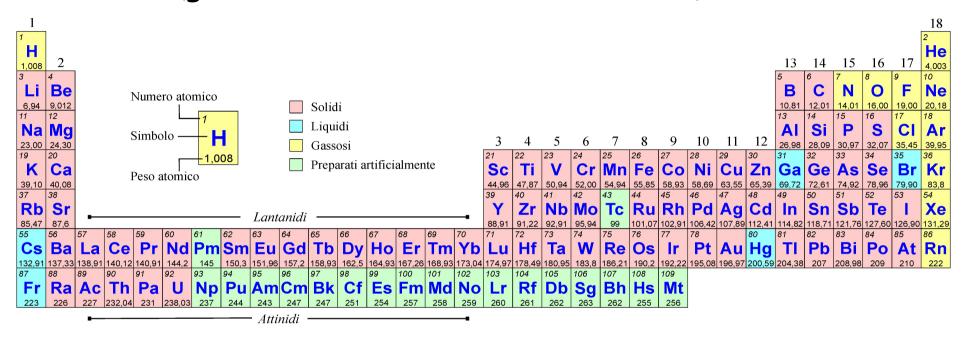
Università di Firenze

23 settembre 2014

Se pensi che istruzione e cultura siano costose, prova l'ignoranza.

Derek Bok, Harvard University, USA

Tavola periodica (gli elementi di cui è fatto il mondo)



Gli elementi utilizzabili sono meno 70.

Fino al 1990, tutto ciò che c'era in una abitazione era costituito da meno di 20 elementi.

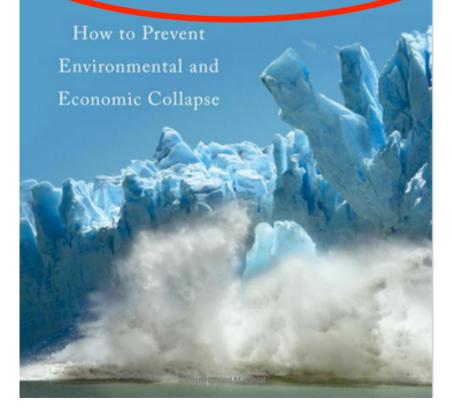
Oggi in un telefonino ci sono più di 60 elementi diversi.

La realtà ha la sconcertante abitudine di metterci di fronte all'imprevisto, per cui, appunto, non eravamo preparati.

Hannah Arendt

LESTER R. BROWN

WORLD ON THE EDGE



Confini planetari

livelli operativi

livelli attuali

Concentrazione della CO2 nell'atmosfera: <350 ppm (abbiamo superato 400 ppm)

Quantità di azoto prelevato dall'atmosfera: 39 Mt/a

(abbiamo superato 133 Mt/a)

Perdita di biodiversità: <10 specie per milione all'anno (abbiamo superato 100 specie per milione all'anno)

Utilizzo dell'acqua, utilizzo del suolo, acidificazione Altri confini riguardano degli oceani, ciclo del fosforo, strato di ozono, concentrazione di aerosol nell'atmosfera.

... è lo smisurato potere ci siamo dati, su noi stessi e sull'ambiente, sono le immani dimensioni causali di questo potere ad imporci di sapere che cosa stiamo facendo, e di scegliere in quale direzione vogliamo inoltrarci".

> Hans Jonas Tecnologia e responsabilità

Per vivere ci vogliono risorse



Senza energia non si può fare nulla

Energia "nascosta"

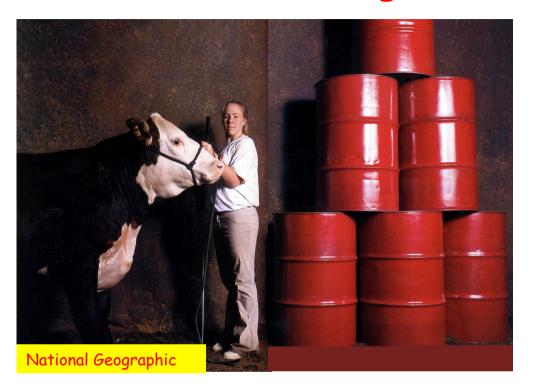


Per fabbricare un PC occorrono 1700 Kg di materiali vari, di cui 240 Kg di petrolio (energia)

Esso consuma 3/4
dell'energia del suo ciclo
di vita prima ancora di
essere acceso

Nature Mater. **2004**, *3*, 287

Energia "nascosta"



Per "fare" una mucca di 5 quintali sono necessari 6 barili (circa 1000 litri) di petrolio

Per "fare" 1 kg di carne di vitello si consumano "a monte" 7 litri di petrolio

Per far crescere pomodori di serra si consuma una quantità di energia fino a 50 volte maggiore del loro contenuto energetico

Se vuoi capire bene un problema importante, prima di tutto devi guardarlo da lontano

Italo Calvino

Foto scattata dalla sonda Cassini-Juygens nel 2004, quando si trovava presso gli anelli di Saturno.





L'astronave Terra



"passeggeri": 7 miliardi che diventeranno 8 miliardi nel 2025

l' aumento è di 75 milioni all' anno

ogni minuto nascono 32 indiani e 24 cinesi

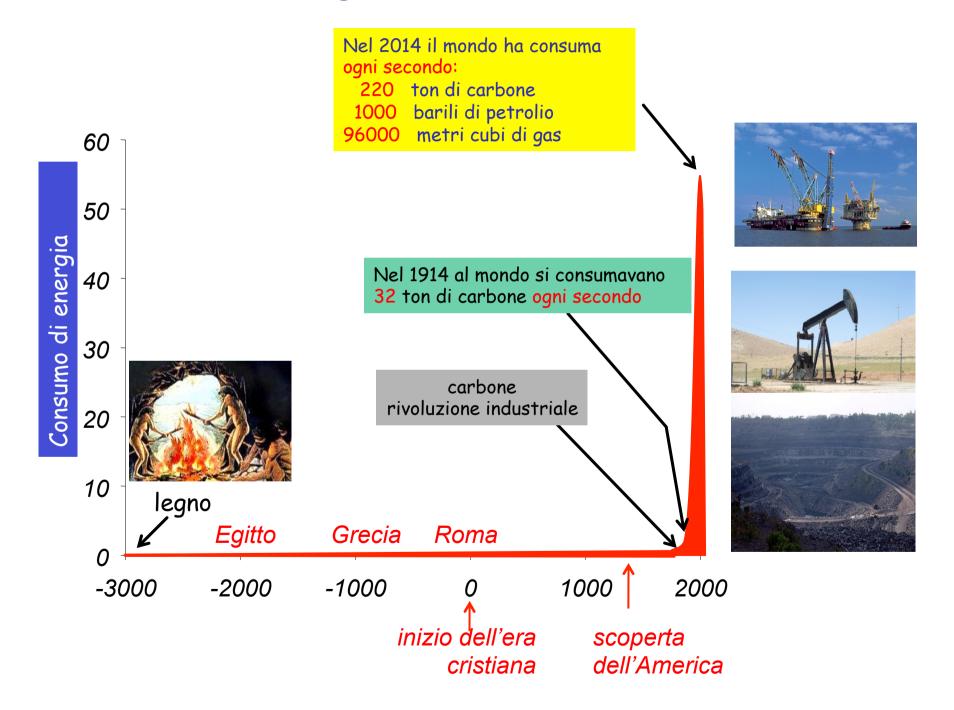
Il miracolo della fotosintesi La "fabbrica" del cibo e dell'energia molecole organiche "cibo", "legno" energia per vivere cibo

energia per le macchine

legno, combust. fossili: fuoco

A tree is essentially made of air and sun. When it is burned, it goes back to air, and in the flaming heat is released the flaming heat of the sun which was bound to convert the air into tree.

Consumo di energia nella storia dell'uomo



Il mondo è cambiato

1914

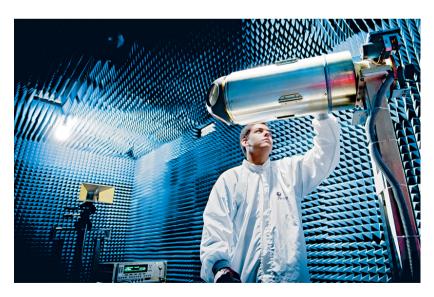
popolazione: 1,8 miliardi; risorse abbondanti; nessun problema per i rifiuti.

2014

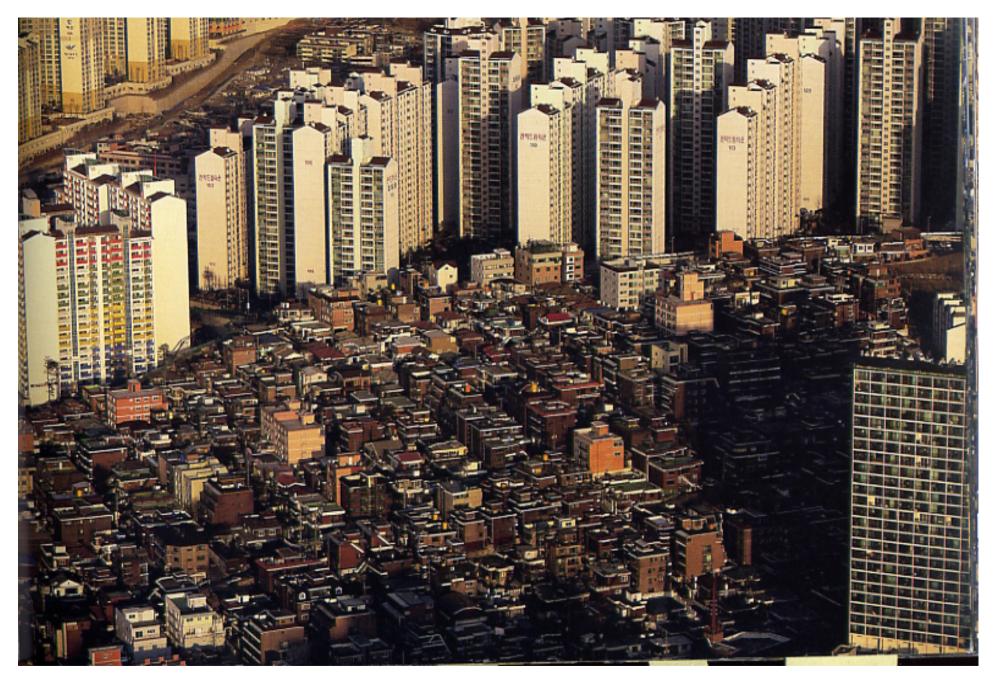
popolazione: 7,2 miliardi; risorse scarse; grandi problemi per i rifiuti.



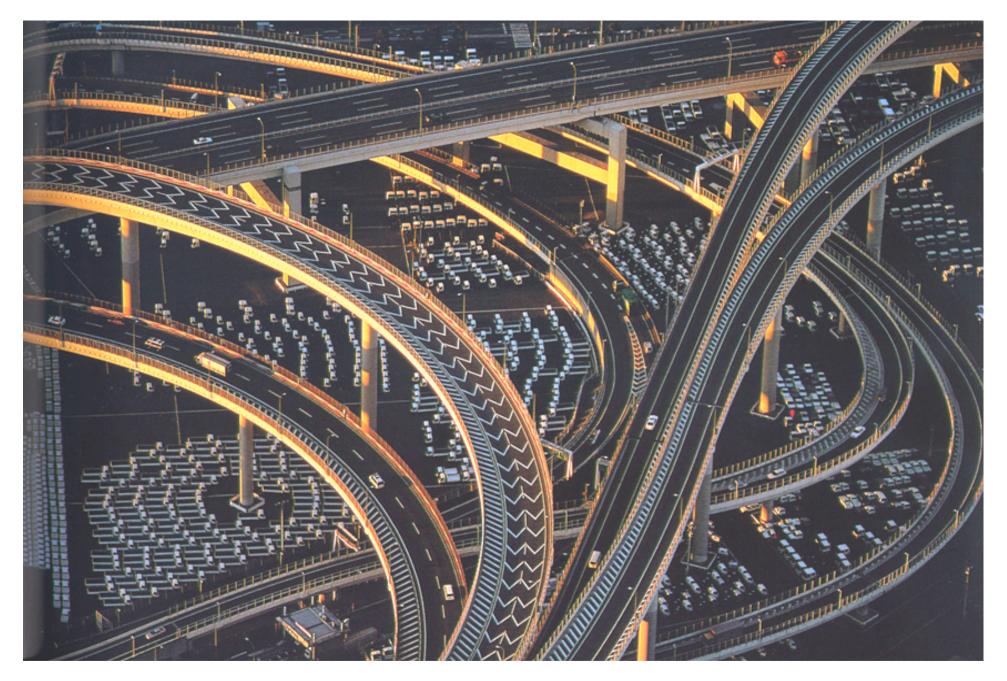
energia



scienza e tecnologia



Una grande città: Seul



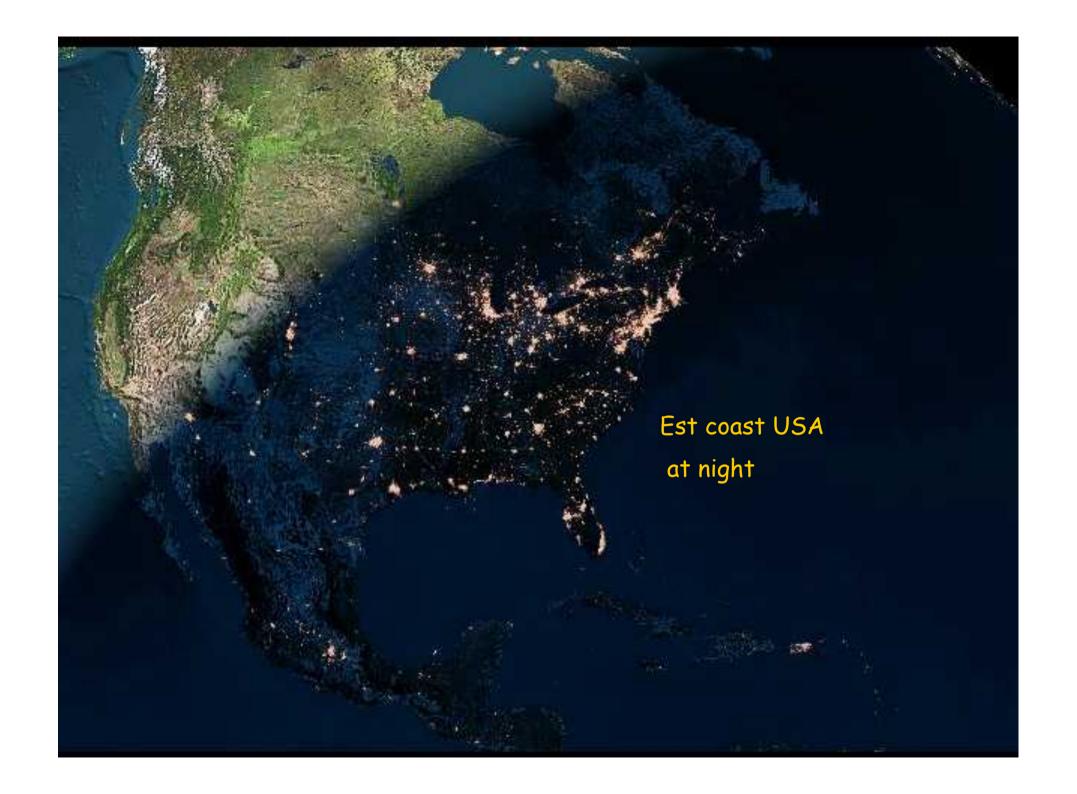
Uno svincolo autostradale in Giappone



Agricoltura meccanizzata



Industria chimica

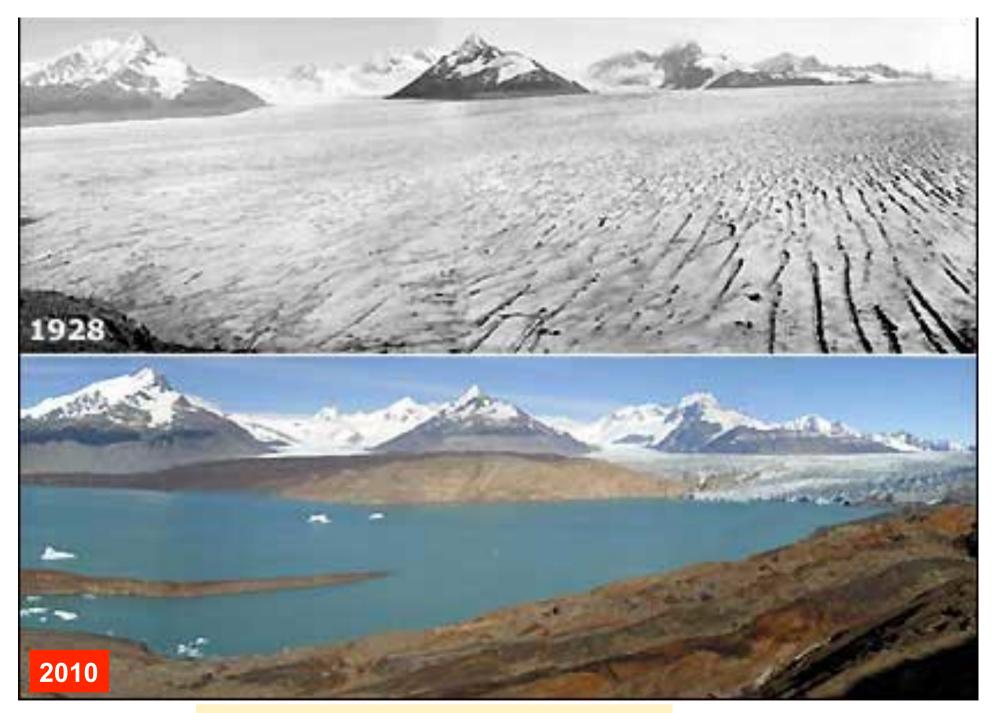




Inquinamento atmosferico a San Paolo



Discarica ad Abidjan (Costa d'Avorio)



Scomparsa dei ghiacciai

Antropocene

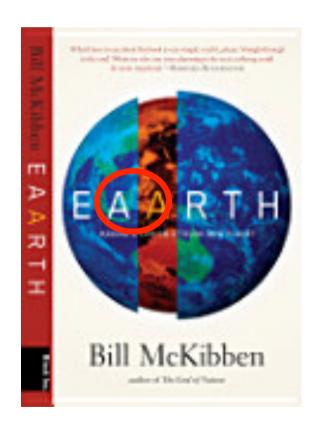
(Paul Crutzen premio Nobel per la Chimica 1995)

Epoca storica iniziata con l'uso dei combustibili fossili, caratterizzata da profonde "impronte" lasciate dall' uomo sulla Terra.

Eaarth: Making a Life on a Tough New Planet



Bill McKibben





L'astronave Terra

Nell'era dell'antropocene

non siamo più passeggeri passivi

con l'energia, la scienza e la tecnologia dominiamo la Natura

siamo nella cabina di comando

La responsabilità è nostra: dobbiamo custodire il pianeta

Il Mondo in cui viviamo



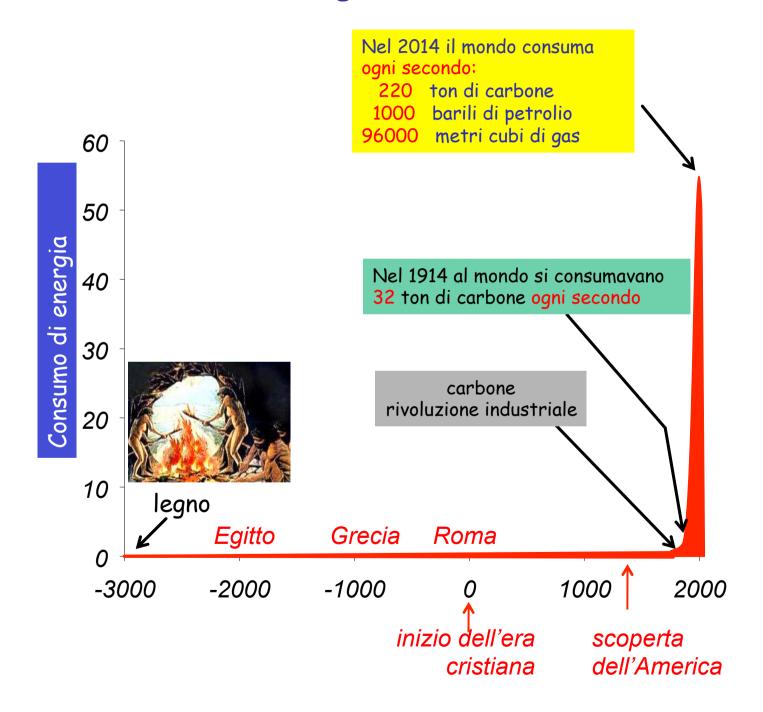


dobbiamo vivere tutti assieme

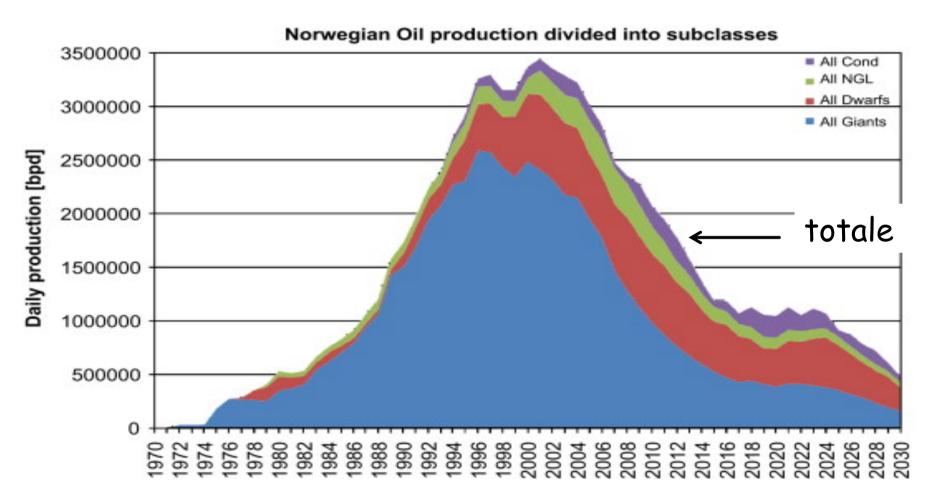
- fatta eccezione per l'energia solare, non possiamo sperare di ricevere aiuti dall'esterno

- le risorse dell'astronave sono limitate
- siamo nella cabina di comando e abbiamo scienza e tecnologia

Consumo di energia nella storia dell'uomo

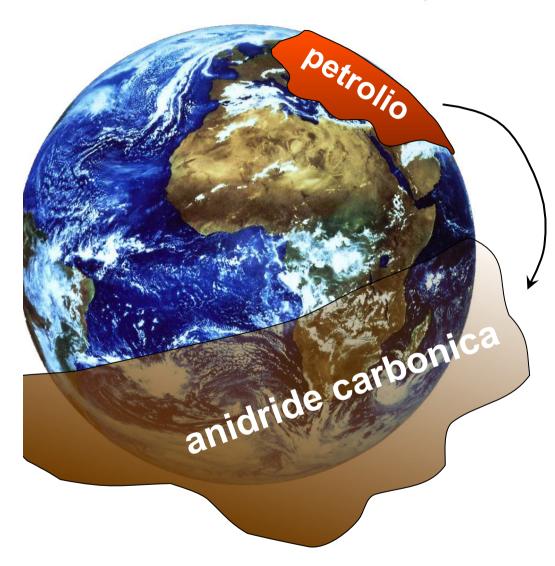


I combustibili fossili sono in via di esaurimento

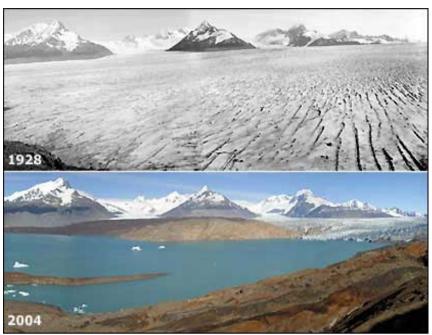


Produzione petrolifera in Norvegia (suddivisione in base ai tipi)

Effetto serra

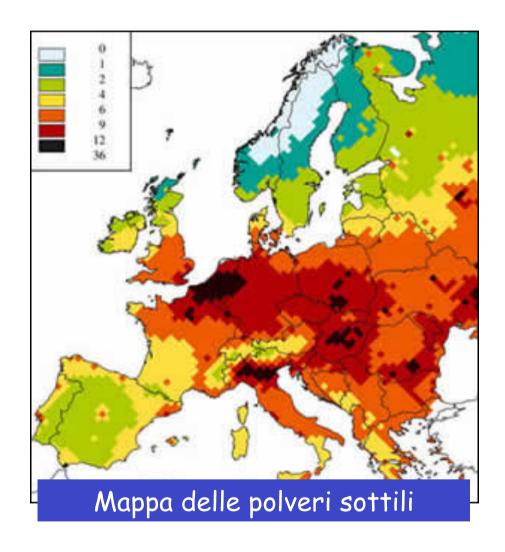


danni al clima

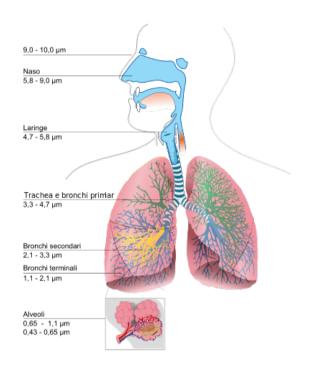




Inquinamento



danni alla salute

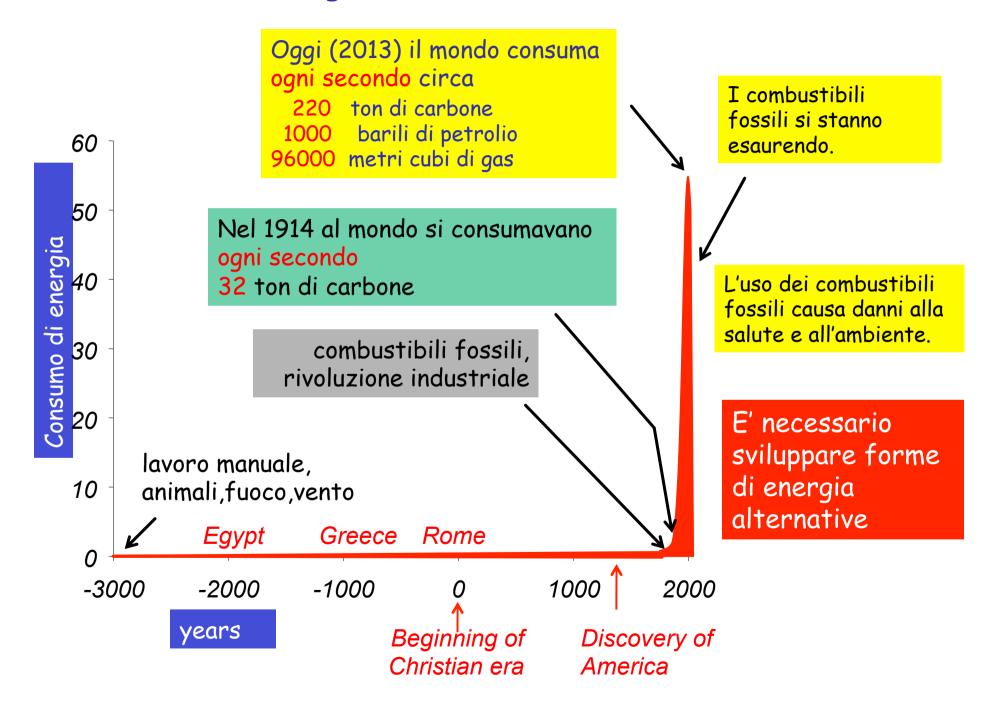


Le polveri

più sottili sono, più penetrano in profondità nell'apparato respiratorio



Consumo di energia nella storia della storia delluomo



Requisiti richiesti alla fonte energetica necessaria per custodire il pianeta

- abbondante
- inesauribile
- ben distribuita
- non pericolosa per l'uomo e per il pianeta (né oggi, né in futuro)
- -capace di:

favorire lo sviluppo economico colmare le disuguaglianze favorire la pace

 Continuare ad usare i combustibili fossili sfruttando anche petrolio e gas non-convenzionali

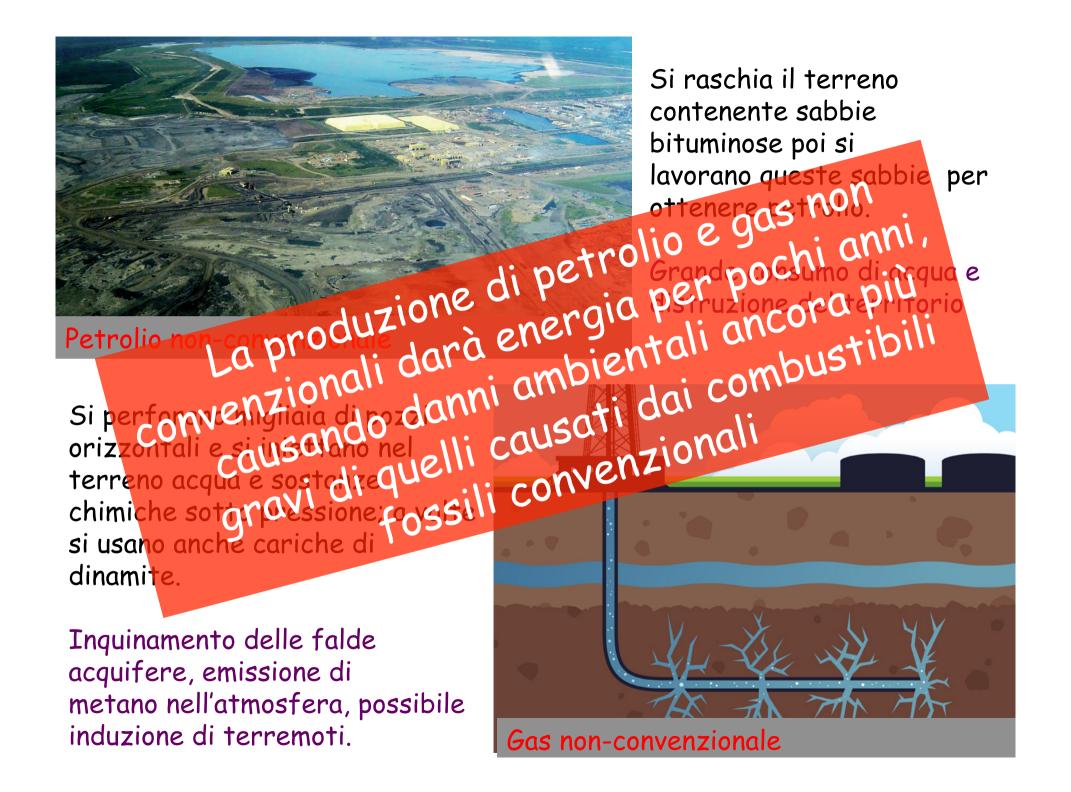
- Espandere l'uso dell'energia nucleare

- Produrre bio-combustibili

- Continuare ad usare i combustibili fossili sfruttando anche petrolio e gas non-convenzionali

- Espandere l'uso dell'energia nucleare

- Produrre bio-combustibili



 Continuare ad usare i combustibili fossili sfruttando anche petrolio e gas non-convenzionali

- Espandere l'uso dell'energia nucleare

- Produrre bio-combustibili

La grande speranza

Entro pochi anni
l'energia sarà
disponibile gratuitamente,
come l'aria.

J. von Neuman, 1956



Energia nucleare

Non è economicamente conveniente

Produce scorie radioattive

Le centrali sono difficili da smantellare

Ha un alto grado di pericolosità

Favorisce la proliferazione di armi nucleari

Complica le relazioni fra gli Stati

Aumenta la disuguaglianza fra le nazioni

 Continuare ad usare i combustibili fossili sfruttando anche petrolio e gas non-convenzionali

- Espandere l'uso dell'energia nucleare

- Produrre bio-combustibili

BIOMASSE

Per produrre biocombustibili



Prodotti di scarto:

BIOGAS da discariche RSU, reflui zootecnici, scarti ind. agroalimentare



Colture dedicate

BIOETANOLO da granoturco, canna da zucchero, barbabietola,...

BIODIESEL da olii vegetali: colza, girasole, soia, palma,





Produzione di biocombustibili da colture dedicate: c'è un guadagno energetico?



aratura, semina, fertilizzanti, irrigazione,raccolta, trasporto, ...





BILANCIO



Competizione cibo-biocombustibili



Per riempire con bioetanolo il serbatoio di un SUV si utilizza una quantità di mais sufficiente a nutrire una persona per un anno.

Per rimpiazzare i combustibili fossili con biocombustibili servirebbe una superficie di terreno doppia di quella attualmente usata per l'agricoltura in tutto il mondo.

 Continuare ad usare i combustibili fossili sfruttando anche petrolio e gas non-convenzionali

- Espandere l'uso dell'energia nucleare

- Produrre bio-combustibili

Energia solare e altre rinnovabili

Energia solare diretta

Calore Energia elettrica Energia chimica

Energie solare indiretta

Idroelettrica

Eolica

Gradienti di temperatura (oceani)

Energia geotermica Energia dalle maree



- La Terra riceve dal Sole in 1 ora una quantità di energia pari a quella che l'umanità consuma in 1 anno!
- Il Sole brillerà per 4,5 miliardi di anni!
- L'energia solare è ben distribuita su tutta la Terra.

Requisiti richiesti alla fonte energetica necessaria per custodire il pianeta

- abbondante
- inesauribile
- ben distribuita
- non pericolosa per l'uomo e per il pianeta (né oggi, né in futuro)
- -capace di:

favorire lo sviluppo economico colmare le disuguaglianze favorire la pace

"A wise, detailed, and comprehensive blueprint" —President Bill Clinton

REINVENTING Output Description Descriptio

Fino ad oggi lo sviluppo della civiltà si è basato sul fuoco generato prima dalla legna e poi dai combustibili fossili.

Nel futuro, lo sviluppo delle civiltà sarà alimentato da un nuovo fuoco, la luce del sole

JOHN W. ROWE, CHAIRMAN AND CEO, EXELON CORPORATION

Il fuoco vecchio si otteneva scavando Il nuovo fuoco scende dall'alto

- Il fuoco vecchio si sta esaurendo Il nuovo fuoco non finirà mai
- Il fuoco vecchio era locale Il nuovo fuoco è dappertutto
- Il fuoco vecchio era inquinante Il nuovo fuoco non lo è

La transizione dai combustibili fossili alla energia solare creerà un'economia più forte e un ambiente più sano

Energia solare e altre rinnovabili

Energia solare diretta
Calore
Energia elettrica
Energia chimica

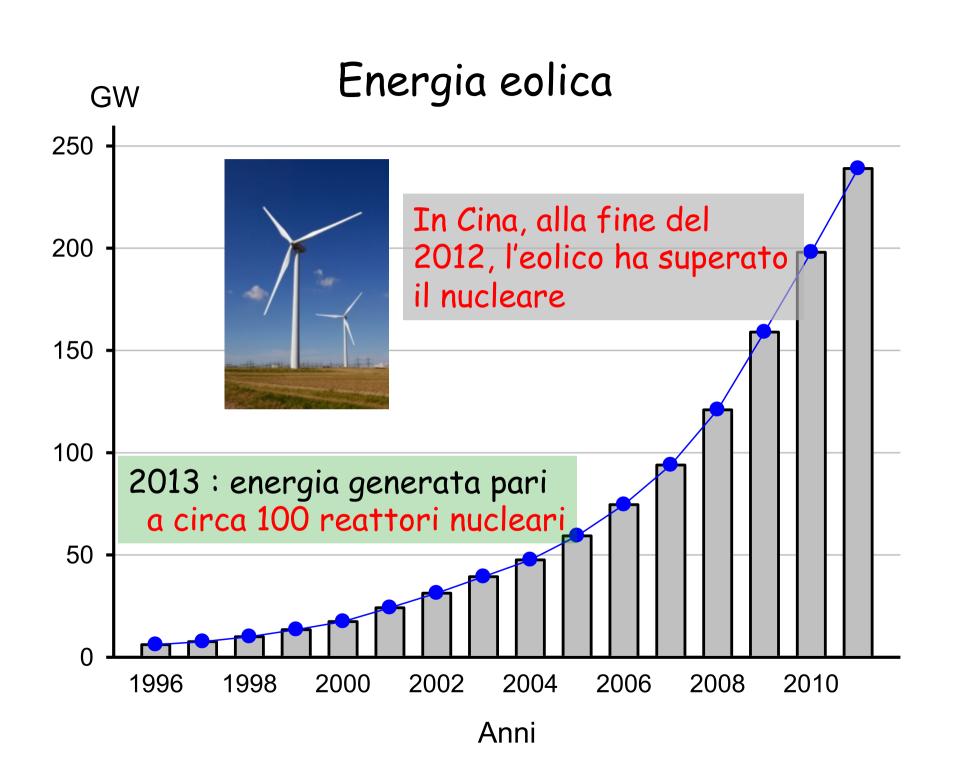
Energie solare indiretta
Idroelettrica
Eolica
Gradienti di temperatura (oceani)

Energia geotermica Energia dalle maree

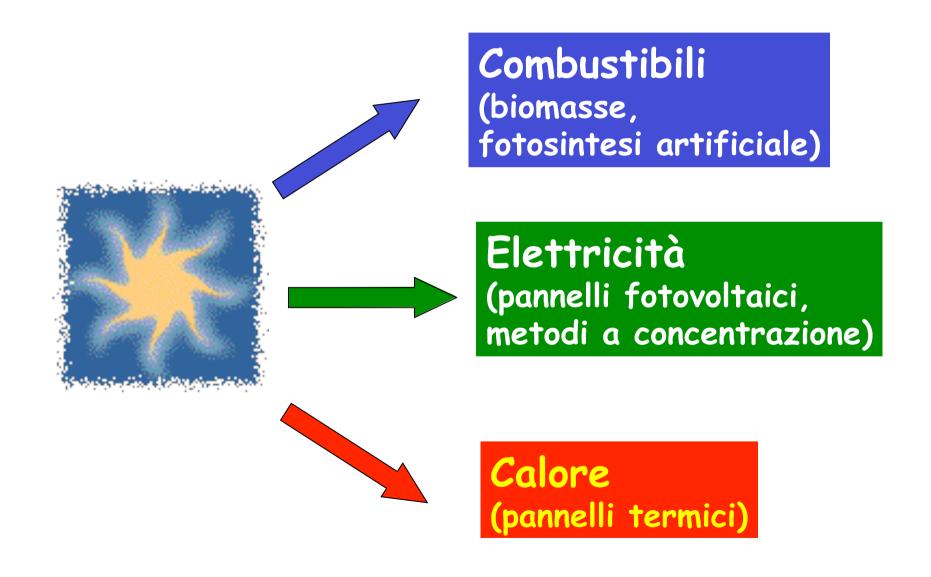
Energia idroelettrica



Su scala mondiale, copre il 6,6% dell'energia primaria e il 16% dei consumi di energia elettrica



Conversione diretta dell'energia solare nelle energie per "uso finale"



Acqua calda solare

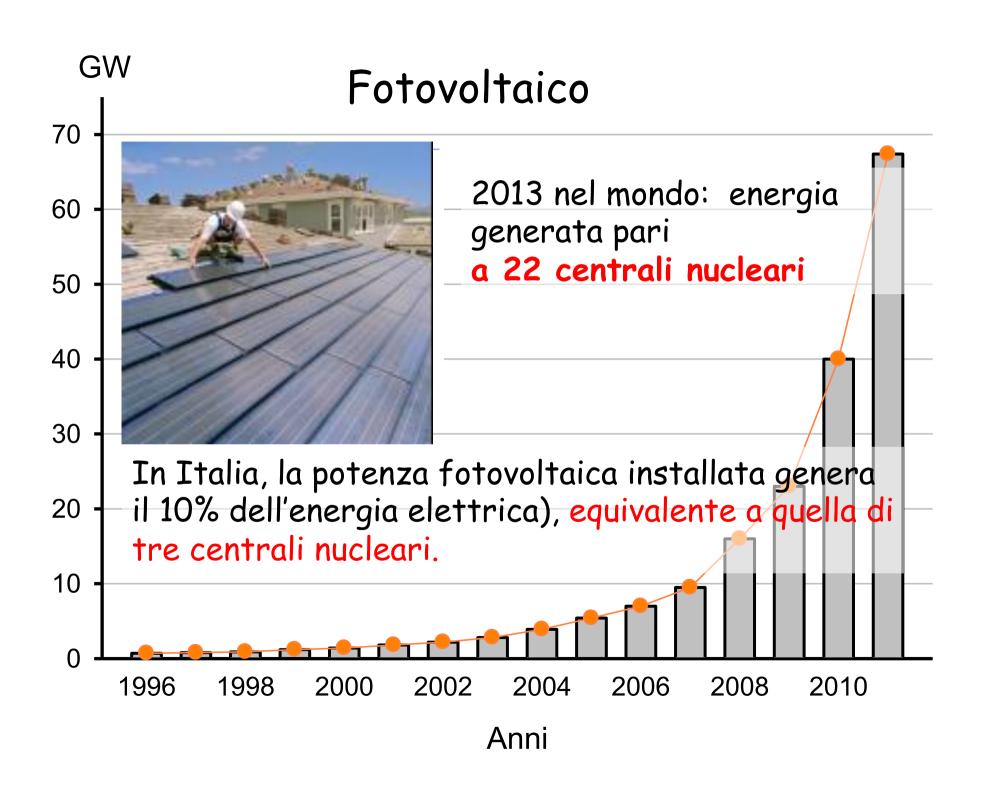




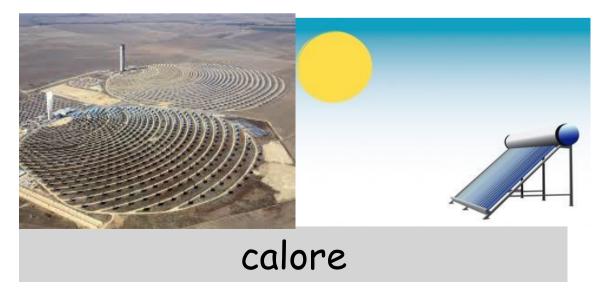
- Potenza installata nel mondo (2013): 300 GW (65% in Cina)

- Collettori installati: in Austria: 512 m²/1000 abitanti

in Italia: 34 m²/1000 abitanti



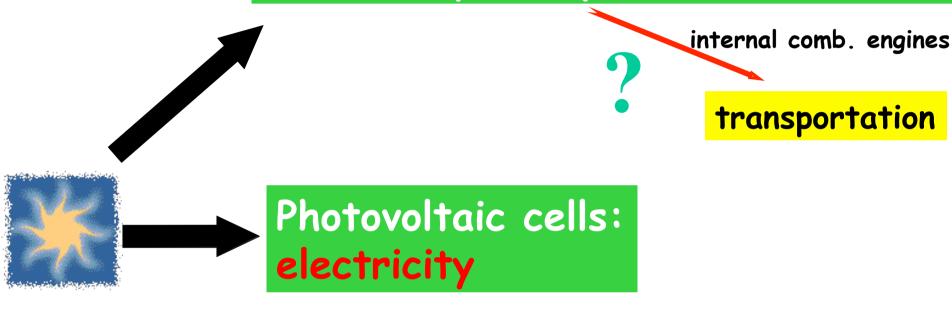






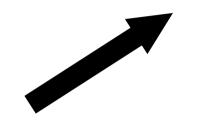
Combustibili?

Natural photosynthesis: food Artificial photosynthesis: solar fuel

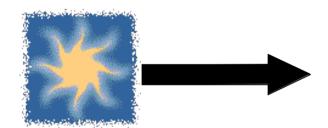


Thermal collectors: heat

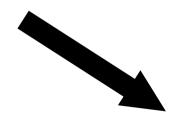




A reduced species capable of reacting with oxygen in a closed cycle with generation of heat



Photovoltaic cells: electricity



Thermal collectors: heat

Reprinted from 12 September 1975, Volume 189, pp. 852-856

SCIENCE

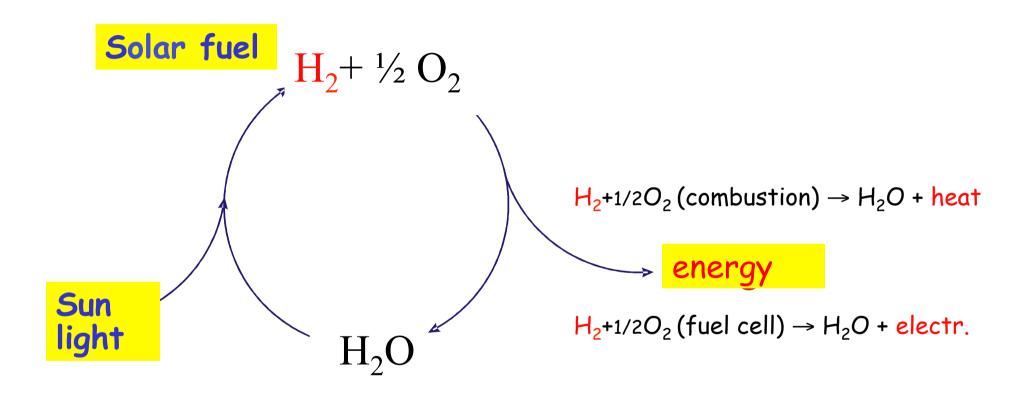
1975, *189*, 856

Solar Energy Conversion by Water Photodissociation

V. Balzani, L. Moggi, M. F. Manfrin,

F. Bolletta, M. Gleria solar fuel $H_2O + sunlight \rightarrow (H_2) + 1/2O_2$

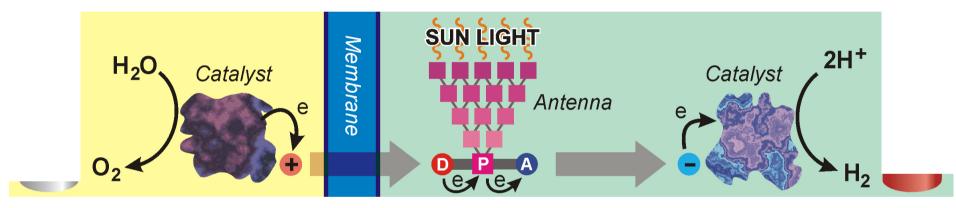
Artificial photosynthesis photochemical water splitting



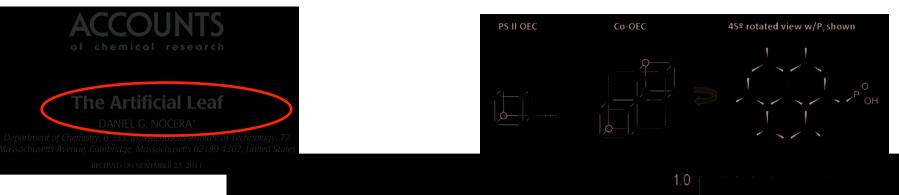
A closed, pollution free energy cycle

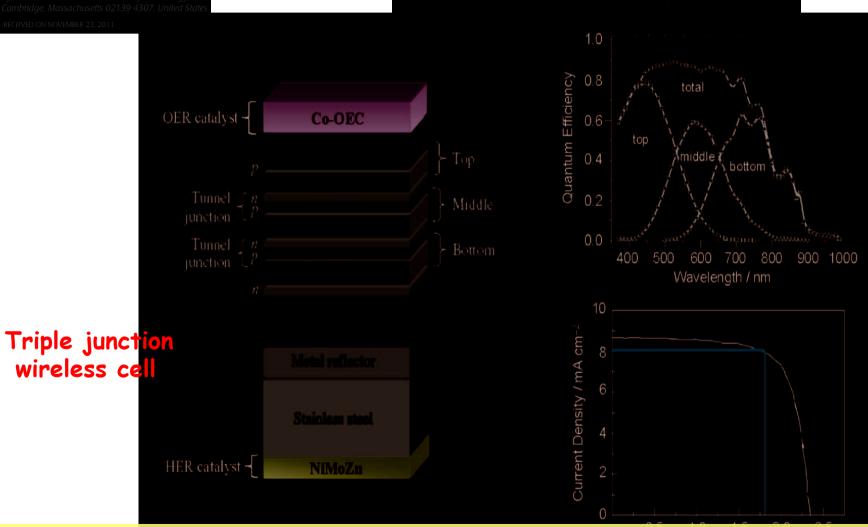
Artificial photosynthesis

$$2H_2O + 4hv \rightarrow 2H_2 + O_2$$
Photosensitizer
Catalysts

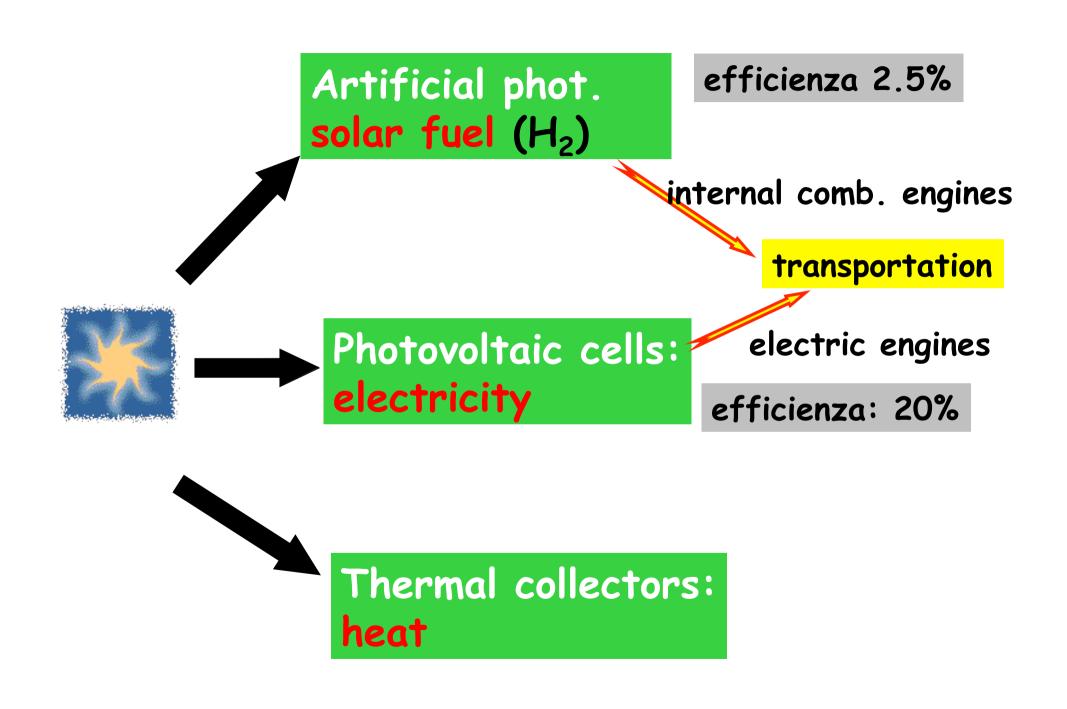


- antenna system
- reaction center containing the photosensitizer
- membrane
- catalyst for H_2 evolution (2 el. process)
- catalyst for O_2 evolution: (4 el. process)





Sistema molto complesso, efficienza 2.5%



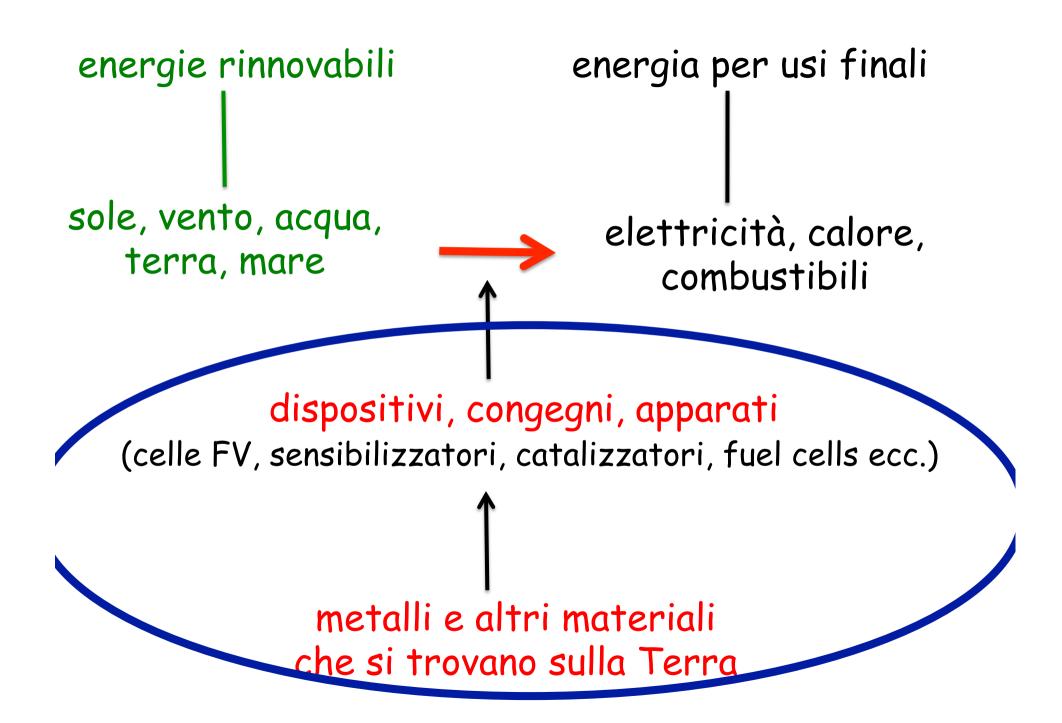
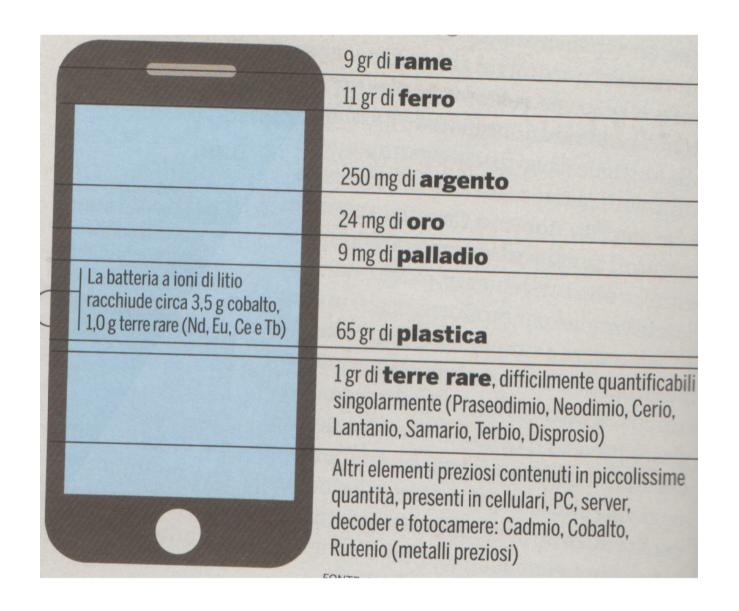


Tavola Periodica degli Elementi

Elementi critici



Il 50% delle riserve e il 98% della produzione di Terre rare sono in Cina



La miniera che abbiamo in tasca









nelle discariche giapponesi si trovano:

- 6.800 tonnellate di oro,
- 60.000 tonnellate di argento
- 1.500 tonnellate di indio (15% delle riserve mondiali)

"The transition to an economy based on efficiency and renewables will allow us to decouple economic growth from resource consumption and to create a cleaner, fairer and more sustainable world

SIXTH

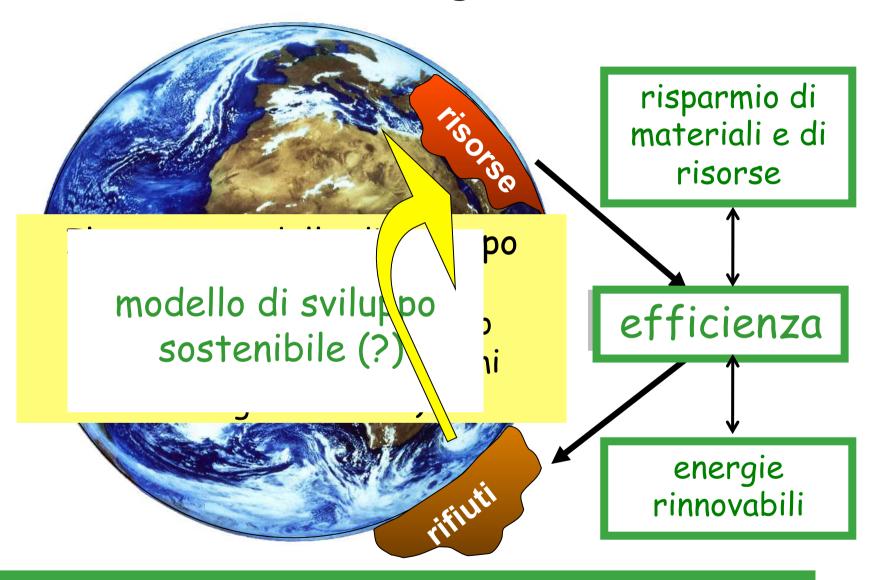
Four "rules" for succeeding in this new economy:

- Waste is an opportunity
 - Sell the service, not the product
 - Bits are global, atoms are local
 - If in doubt, looks at nature





sostenibilità ecologica



La civiltà dell'usa, ripara, riusa e ricicla

Tre verità scomode

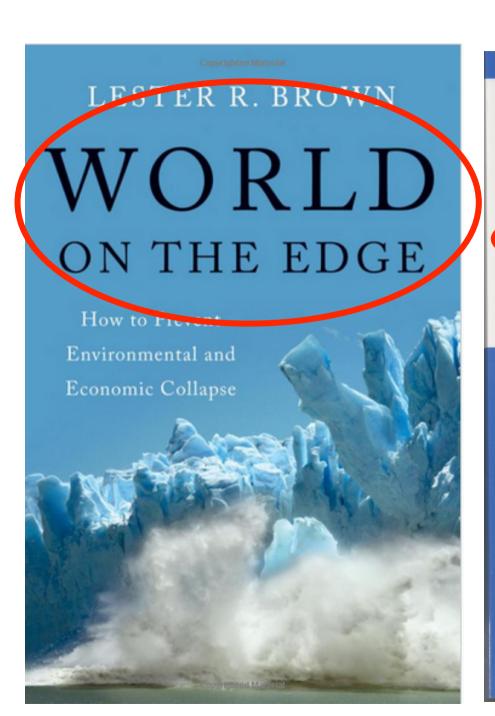
- Dobbiamo vivere tutti assieme sull'astronave Terra. Dobbiamo custodirla bene.

- Le risorse disponibili sono limitate; dobbiamo usarle con cura, riusarle e riciclarle

- Le risorse debbono essere distribuite in modo più equo fra tutti i passeggeri.

Una realtà rassicurante

- Il sole continuerà a mandarci energia per 4 miliardi di anni

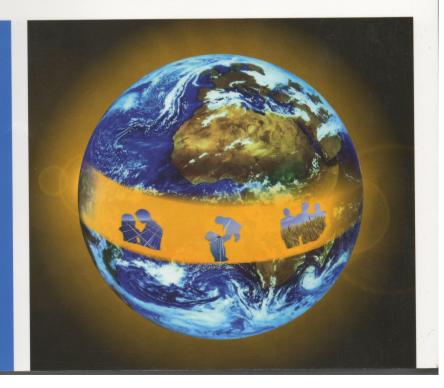


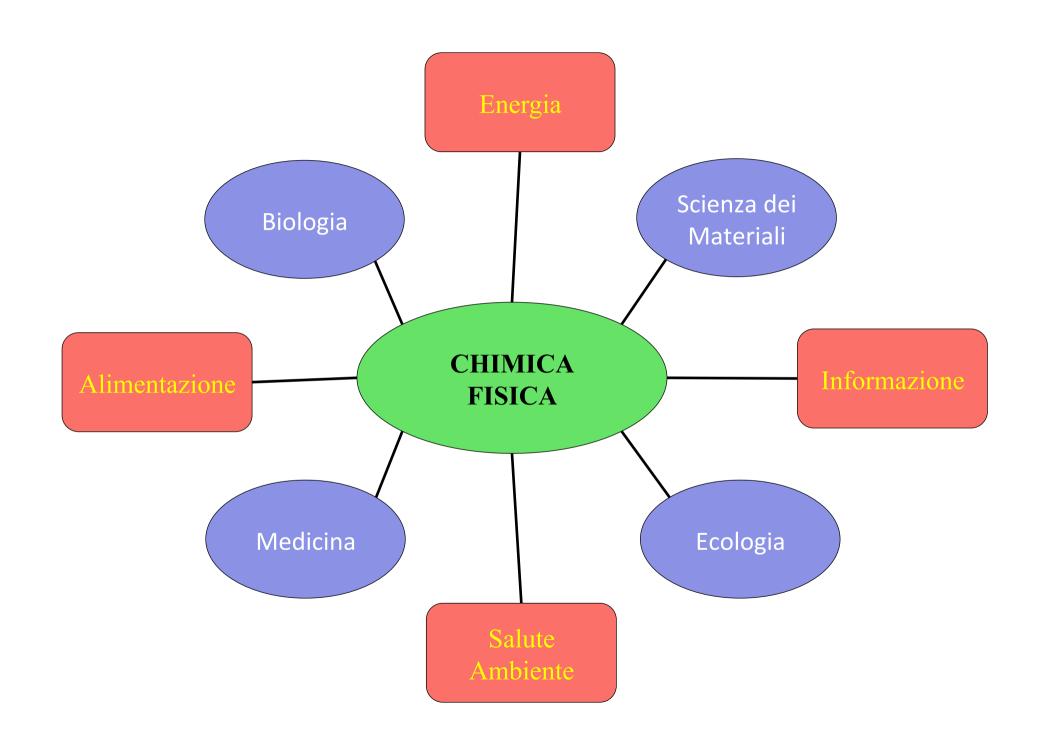
Nicola Armaroli and Vincenzo Balzani

WILEY-VCH

Energy for a Sustainable World

From the Oil Age to a Sun-Powered Future





"insegnare non è versare acqua in un vaso, ma accendere un fuoco"

Plutarco

La Scienza

Per fare che cosa?

La scienza va usata:

- -per la pace e non per la guerra
- -per alleviare la povertà e non per mantenere i privilegi
- per ridurre e non per aumentare le disuguaglianze fra paesi ricchi e paesi poveri
- per fare patti e non per creare contrasti nelle generazioni e fra le generazioni

Agisci sempre come se le tue azioni facessero la differenza.

La fanno.

William James