



scienza attiva®

EDIZIONE 2015/2016
AGRICOLTURA, ALIMENTAZIONE E SOSTENIBILITA'

Uno sguardo sull'energia

Staff Scienza Attiva

Centro Interuniversitario Agorà Scienza, Torino



Un progetto di


agorà scienza
centro interuniversitario



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO

Documento di livello: A


scienza attiva®

Facciamo un po' d'ordine

Che cos'è l'energia?

Come si manifesta concretamente?

Quali forme può assumere?

E' possibile passare da una forma di energia all'altra?

Con quali mezzi si può realizzare la trasformazione?

In questa breve presentazione cercheremo di dare una risposta a tutti questi interrogativi.



Come si manifesta?

L'energia non è un'entità visibile, per cui risulta difficile comprendere la natura attraverso una spiegazione data a parole. Invece sono visibili, e quindi comprensibili, gli effetti che accompagnano ogni manifestazione energetica.



Da una forma all'altra

Nel legno che brucia l'energia chimica del combustibile si trasforma in calore; negli sport l'energia muscolare si trasforma in movimento.

Il concetto di **trasformazione** è più corretto di quello più comune di **consumo** in quanto, di fatto, l'energia non si può né creare né distruggere, ma solamente trasformare passando, cioè, da una forma all'altra. Quindi, ogni forma di energia deve sempre essere interpretata come un processo di trasformazione.

forma di energia = processo di trasformazione



Quante forme diverse!

meccanica

cinetica



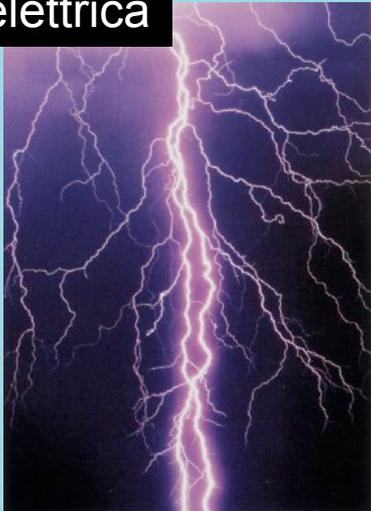
potenziale



Radiante
(o luminosa)



elettrica



termica



nucleare



chimica



Che cos'è?

Osservando un uomo che taglia la legna è evidente che sta svolgendo un lavoro, ma sul piano fisico anche un ragazzo che va in bicicletta per divertimento svolge un lavoro perché fa muovere il proprio corpo. Allo stesso modo ogni trasformazione di energia può essere considerato come un lavoro svolto. Quindi svolgono un lavoro sia il legno che produce calore nel caminetto, sia il motore che fa muovere l'automobile.

In conclusione si può affermare che

L'energia è la capacità di compiere un lavoro.

L'energia è una grandezza che **si conserva**: in un sistema chiuso, l'energia complessiva resta costante.



Come si misura?

L'energia si misura in joule (J).

Il joule è anche l'unità di misura del lavoro e prende il nome dal fisico James Joule.

$$1J = 1N * m = 1kg \frac{m^2}{s^2}$$

Il joule (In Italia, si pronuncia /dʒaʊl/, ma nel mondo anglosassone è più diffusa la pronuncia /dʒul/), è un'unità di misura derivata del Sistema Internazionale (SI).

Fra i multipli del joule i più usati sono

- il kilojoule (kJ), equivalente a 1000 joule (10^3 J)
- il megajoule (MJ), equivalente a 1000000 di joule (10^6 J)
- il gigajoule (GJ), equivalente a 1000000000 di joule (10^9 J)
- il terajoule (TJ), equivalente a 1000000000000 di joule (10^{12} J)

La caloria (o piccola caloria, simbolo cal) è un'altra unità di misura dell'energia.

$$1cal = 4,868J$$

In biologia, o in nutrizione, la grande caloria (Cal o kcal), equivalente a 1000 cal è utilizzata per indicare l'apporto energetico di un alimento.



Altre unità di misura

| Unità | Simbolo | Valore in Joule |
|------------------------------------|----------|------------------------|
| British thermal unit | BTU | $1,05 \cdot 10^3 J$ |
| kilowattora | kWh | $3,60 \cdot 10^6 J$ |
| Barile equivalente di petrolio | bep, boe | $6,12 \cdot 10^9 J$ |
| Tonnellata equivalente di petrolio | tep, toe | $4,19 \cdot 10^{10} J$ |

I kilowattora si utilizzano per misurare l'energia elettrica.

Quando invece ci si riferisce ai combustibili fossili (carbone, petrolio e gas naturale) si parla di bep e tep.

1 bep rappresenta l'energia termica sviluppata dalla combustione di 159 litri di petrolio.

1 tep rappresenta l'energia termica sviluppata dalla combustione completa di una tonnellata di petrolio.



Energia e potenza

Non confondiamo però l'energia con la potenza!

Quando si fa riferimento al tempo in cui un lavoro è stato compiuto, si parla di potenza. Lo stesso lavoro infatti si potrebbe compiere in un tempo più breve o più lungo; per impiegare un tempo più breve occorre una maggiore potenza. Sappiamo infatti che un'auto dotata di maggiore potenza “corre” di più.

In base all'uguaglianza tra lavoro ed energia, la potenza misura anche la quantità di energia scambiata nell'unità di tempo, in un qualunque processo di trasformazione.

La formula per il calcolo della potenza è quindi

$$P = \frac{\Delta L}{\Delta t}$$

La potenza si misura in watt (W)

$$1W = \frac{1J}{1s}$$



Fonti di energia

Rinnovabili

Non rinnovabili

eolica



idroelettrica



maree e
moto ondoso



geotermica



biomasse



solare



combustibili
fossili



uranio



Un'altra classificazione

Dal punto di vista fisico spesso si parla anche di fonti primarie e secondarie.

Le **fonti primarie** sono quelle direttamente utilizzabili dall'uomo; tra queste rientrano gli idrocarburi, l'acqua dei fiumi, il sole, il vento, il calore della terra e i combustibili nucleari.

Le **fonti secondarie** invece necessitano di una trasformazione per essere utilizzate come fonti; rientrano in questo campo i prodotti petroliferi derivati e l'idrogeno (utilizzato nella fusione nucleare, altrimenti l'idrogeno va considerato come “vettore energetico”).



Energia da combustione

Combustione da combustibili fossili

La combustione di **carbone** o idrocarburi, quali **metano** o **petrolio**, fornisce la massima quantità di energia, che è impiegata in parte per i sistemi di riscaldamento, in parte per il funzionamento di motori, ma specialmente per la produzione di energia elettrica. Nel mondo le centrali termoelettriche producono il 65% dell'elettricità mondiale.

| Vantaggi | Svantaggi |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">•Alta densità energetica•Facile trasporto•Larga disponibilità (finora)•Produzione materie plastiche, fertilizzanti per agricoltura e altre sostanze (paraffina, vaselina, asfalto...) | <ul style="list-style-type: none">•Inquinamento (produzione CO_2, SO_2, NO_x)•Problemi climatici, come l'effetto serra (secondo l'Intergovernmental Panel on Climate Change)•Localizzazione e progressivo esaurimento dei giacimenti•Possibilità di cambiamenti geopolitici |



Energia da combustione

Combustione da combustibili rinnovabili

La combustione di **biomassa** rappresenta, storicamente, la più antica forma di energia sfruttata dall'uomo. Le fonti di energia da biomassa sono costituite dalle sostanze di origine animale e vegetale, non fossili, che possono essere usate come combustibili per la produzione di energia. Alcune fonti come la **legna** non necessitano di subire trattamenti; altre come i **rifiuti urbani** (non considerati “fonte rinnovabili” dall’UE [*]) o gli **scarti vegetali** devono essere processate in un digestore.

| Vantaggi | Svantaggi |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">•Materie prime abbondanti e situate in quasi ogni parte della Terra•Fonte rinnovabile grazie alla possibilità di rimboschimento•Produzione di energia economica•No aumento di CO₂ (se prodotta da risorse rinnovabili e non trasportata da mezzi meccanici a combustibili fossili) | <ul style="list-style-type: none">•Mancanza di una strategia nazionale•Benefici diretti e indiretti sulla popolazione sconosciuti•Difficoltà nelle procedure autorizzate•Grandi zone per lo stoccaggio del materiale•Aree di produzioni molto grandi |

* Il 22 dicembre 2008 l'Italia è stata condannata dall'Unione europea, perché il Combustibile Derivato dai Rifiuti (CDR) va considerato non nuovo prodotto ma rifiuto, e deve quindi sottostare alle norme di sicurezza relative.



Energia idrica

Energia idroelettrica

L'energia idroelettrica usa l'energia potenziale di acqua posta ad una certa quota (sia in bacini montani sia in pianura), che cadendo agisce su una turbina, producendo elettricità. Il principio è il medesimo di una centrale termoelettrica: la differenza è che il mezzo che fa girare la turbina è l'acqua e non il vapore (come avviene in una centrale). Per aumentare la portata di acqua che agisce sulla turbina, è possibile costruire delle **dighe**, che accumulano acqua in modo da creare un bacino artificiale. L'acqua viene quindi incanalata in speciali tubi, detti **condotte forzate**, che convogliano l'acqua ad alta velocità contro le turbine. Questi sistemi possono essere molto grandi: la diga di Itapu, fra il Brasile e il Paraguay, genera 9000 MW elettrici. Attualmente, il 16% dell'elettricità mondiale è di origine idroelettrica.

| Vantaggi | Svantaggi |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">•Fonte rinnovabile•emissioni di sostanze inquinanti in acqua e in aria sono praticamente nulle (no processi di combustione)•No dipendenza dall'estero | <ul style="list-style-type: none">•Impatto ambientale e sociale della costruzione di dighe (trasferimenti di interi centri abitati e influenza sulle specie animali presenti nei fiumi)•Localizzazione geografica (tecnologia utilizzabile solo in Paesi montani o con cascate) |



Energia idrica

Energia Oceanica

Con energia oceanica si intende l'insieme dell'energia racchiusa in varie forme nei mari e negli oceani. Questa immensa quantità di energia può essere estratta con diverse tecnologie: basate sulla energia cinetica dei fluidi (correnti, onde, maree) e sul gradiente (termico e salino).

A oggi sono stati sperimentati molti sistemi di estrazione della energia ed alcuni sono già in uno stadio pre-commerciale.

| Tipologia | Potenziale energetico [*] |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Energia a gradiente salino (osmotica) | 2.000 TWh/anno |
| Energia mareomotrice (o delle maree) | 800 TWh/anno |
| Energia del moto ondoso | 8.000 – 80.000 TWh/anno |
| Energia talassotermica (OTEC) | 10.000 TWh/anno |
| Energia delle correnti marine | [dato non pervenuto] |

Questo potenziale teorico è svariate volte più grande del fabbisogno elettrico globale ed equivalente a 4000–18000 Mtoe.

* I valori teorici riportati sono stati pubblicati dall' International Energy Agency nell' "Implementing Agreement on Ocean Energy Systems (IEA-OES)" all' interno del report annuale del 2007



Energia nucleare

Energia nucleare da fissione

L'energia atomica da fissione si basa sul principio fisico del difetto di massa, in cui si spezza un nucleo atomico pesante (in genere Uranio-235), per ottenere due nuclei più piccoli, che pesano meno del nucleo originario. La piccola differenza di massa è in grado di produrre una enorme quantità di energia (172 MeV per singola reazione). Questa enorme densità di energia si traduce in una minore necessità di combustibile: una centrale elettrica convenzionale da 1 GW richiede 1400000 tonnellate di petrolio in un anno (circa 100 super-petroliere), oppure solo 35 tonnellate all'anno di ossido d'uranio, UO_2 .

L'energia nucleare da fissione è attualmente interamente utilizzata per la produzione di energia elettrica. Attualmente le centrali nucleari a fissione producono il 16% dell'energia elettrica mondiale.

| Vantaggi | Svantaggi |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">•No CO_2 nella fase produttiva | <ul style="list-style-type: none">•Scorie radioattive•Materie prime radioattive•Depositi scorie permanenti•Riserve di uranio limitate |



Energia nucleare

Energia nucleare da fusione

La fusione dei nuclei dell'idrogeno è il processo che dà luogo all'energia del Sole. Sulla Terra, invece, si utilizzano deuterio e trizio, isotopi dell'idrogeno, che si uniscono formando un nucleo più pesante e liberando un'elevata quantità di energia, che può essere sfruttata per produrre elettricità. Un'ipotetica centrale a fusione da 1 GW potrebbe funzionare con soli 100 kg di deuterio e 150 kg di trizio all'anno, da confrontare con le 1400000 tonnellate di petrolio di una centrale termoelettrica. Le temperature e pressioni necessarie per sostenere l'intero processo, però, rendono la fusione molto difficile da realizzare e controllare.

| Vantaggi | Svantaggi |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Grandi quantità di energia prodotta, teoricamente (maggiore anche rispetto alla fissione)• Poco inquinamento• Limitate scorie radioattive• No materie prime radioattive• Buona disponibilità di materie prime | <ul style="list-style-type: none">• Difficoltà tecniche• Tecnologie costose• Produzione centralizzata (poche grosse centrali invece di molte piccole) |



Energia geotermica

L'energia geotermica usa il calore della Terra per generare elettricità. Si basa sulla produzione di calore naturale della Terra (geotermia) alimentata dall'energia termica rilasciata in particolare in processi di decadimento nucleare di elementi radioattivi quali l'uranio, il torio e il potassio, contenuti naturalmente all'interno della Terra. La temperatura aumenta da 17 a 30 °C per 1 km di profondità. Si può pertanto costruire un pozzo, iniettare dell'acqua e recuperare il vapore per azionare una turbina, come nelle centrali termoelettriche. Talvolta il vapore fluisce spontaneamente in superficie come conseguenza di attività vulcaniche residue (come negli impianti di Larderello in Toscana e in quelli islandesi).

| Vantaggi | Svantaggi |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Grande quantità di energia rinnovabile• Energia pulita | <ul style="list-style-type: none">• Localizzazione geografica• Alti costi di trivellazione (nel 2005 l'energia geotermica costava tra i 50 e i 150 euro per MWh)• Odore sgradevole (risolvibile con impianti di abbattimento)• Impatto visivo delle tubature |



Energia eolica

L'energia eolica è una delle fonti di energia più antiche. Nei tempi moderni le turbine eoliche sono utilizzate per produrre elettricità. Una turbina consiste in un grande rotore con tre pale, che viene messo in azione dal vento. L'energia eolica genera solo lo 0.3% del fabbisogno mondiale di elettricità, ma le sue capacità sono in aumento. Eolica è per il 20% l'elettricità della Danimarca, il 7% in Germania, e il 5% in Spagna.

| Vantaggi | Svantaggi |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">•Costi ridotti•Tecnologia semplice•Produzione di energia decentrata anche in aree remote (piccole isole o zone montuose impervie) | <ul style="list-style-type: none">•Localizzazione geografica•Ampi spazi necessari per una produzione centralizzata (circa 490 km² per un impianto da 1000 MW)•Impatto ambientale (acustico e visivo)•Pericolosità nel caso di rottura del rotore |



Energia solare

Introduzione

L'energia solare è in realtà il motore di qualsiasi attività sulla Terra. Anche il petrolio è indirettamente energia solare accumulata dalla fotosintesi di antiche piante, il cui materiale organico si ritiene si sia accumulato e trasformato sottoterra durante intere ere geologiche.

L'uso diretto dell'energia solare è basato sul fatto che il Sole a perpendicolo all'equatore invia 1366 W per metro quadro (costante solare). È una quantità di energia enorme: tuttavia, solo una parte può essere direttamente convertita in elettricità.

È stato calcolato che, qualora si coprisse tutta la superficie terrestre di pannelli solari, l'energia messa a disposizione ogni anno sarebbe di ben 130 000 Gtep. Questo valore, relativo a solo un anno, è enorme se confrontato col valore totale (che una volta esaurito non è più rinnovabile) delle riserve di petrolio le quali ammontano a 150 Gtep per le accertate e a 300 Gtep per le riserve stimate.



Energia solare

Solare fotovoltaico

Attualmente l'energia del sole può essere catturata usando il solare fotovoltaico. Infatti, una cella fotovoltaica al silicio (Photovoltaic Cell-PV) converte circa il 15% di questa energia direttamente in elettricità: questo è un vantaggio notevole rispetto alle fonti di energia tradizionali, che devono contemplare il passaggio intermedio in energia termica, poi meccanica, e poi elettrica, attraverso il riscaldamento di acqua, produzione di vapore e azionamento di una turbina e un generatore elettrico, come nel caso dei combustibili fossili. Attualmente, il solare fotovoltaico produce solo lo 0.01% dell'elettricità mondiale.

| Vantaggi | Svantaggi |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">•Fonte illimitata•No inquinamento•Miglioramenti nella tecnologia e costi via via in riduzione | <ul style="list-style-type: none">•Costo di un impianto (viene ripagato in massimo 15 anni, assumendo che non aumenti il costo della bolletta)•Tecnologia non adatta a tutte le latitudini•Produzione di energia solo in presenza del Sole |



Energia solare

Solare termico

Il **solare termico** è un sistema in grado di trasformare l'energia irradiata dal sole in energia termica, ossia calore. Il calore prodotto può essere utilizzato quotidianamente, per esempio per riscaldare l'acqua o gli ambienti (si fa solitamente riferimento al termine solare termico a bassa temperatura).

Nel caso in cui, invece, si utilizzi il calore del Sole per produrre corrente tramite l'evaporazione di fluidi che alimentano turbine collegate ad alternatori si parla di **solare termodinamico** (solare termico a media e alta temperatura).

| Vantaggi * | Svantaggi * |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">•Fonte illimitata•No inquinamento•Produzione di energia ininterrotta•Impianti semplici e poco costosi | <ul style="list-style-type: none">•Disponibilità di spazio per l'istallazione degli impianti•Costo di un impianto (viene ripagato in dieci anni, assumendo che non aumenti il costo della bolletta)•Durata impianto (circa dieci anni) |

* Le indicazioni riportate fanno riferimento al solare termico a bassa temperatura, ossia a impianti che si possono installare sul tetto di casa.

