

# ENERGIE RINNOVABILI

## Istruzioni per l'uso

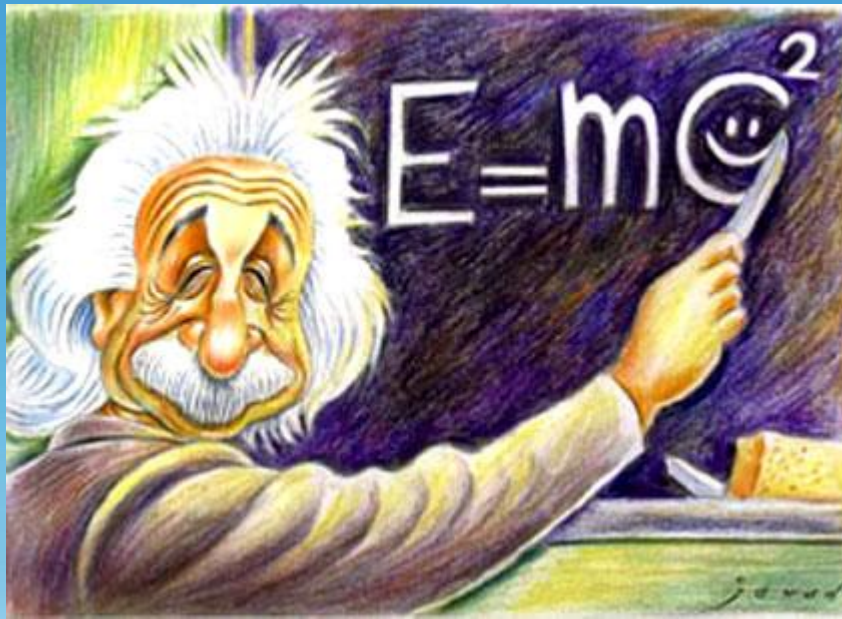


# ENERGIA ENERGIE

10 Ottobre 2012



2012 INTERNATIONAL YEAR OF  
SUSTAINABLE ENERGY  
FOR ALL



*Albert Einstein (1879 – 1955)*

$$E = mc^2$$

- materia e energia possono trasformarsi l'una nell'altra
- la materia è energia in forma condensata
- tutto è energia.



Aristotele (384 - 322 a.C.)

## ΕΝΕΡΓΕΙΑ

La parola **ENERGIA** deriva dal tardo latino energĭa, a sua volta dal greco **ενέργεια** (*energheia*), termine usato da Aristotele nel senso di azione efficace, composta da *en*, particella intensiva, ed *ergon*, capacità di agire

*“Aristotele si chiede: che cosa significa attribuire l’essere allo spazio e al tempo (il primo come luogo in cui si trova un ente, l’altro come il tempo in cui esso si muove)? Che tipo di essere è mai questo? ... In generale, spazio e tempo sono pur qualcosa – qualcosa di effettivamente reale. L’espressione greca che Aristotele ha coniato per dire questo è enèrgheia.*

***Vi risuona per noi la parola «energia»: ovvero qualcosa che non è semplicemente presente, ma che è in grado di provocare certi effetti, e perciò è davvero «effettiva», «reale». Ebbene, Aristotele ha individuato qualcosa come un «essere all’opera», un «essere in opera», o, come potremmo anche dire, il «compiersi» di qualcosa.”***

**Hans-Georg Gadamer**



Richard Feynman (premio Nobel per la fisica nel 1965), affermava: "È importante comprendere che nella fisica non abbiamo nessuna idea di che cosa sia l'energia..."

Nel linguaggio quotidiano la parola energia ha conservato il significato etimologico: capacità di compiere lavoro

L'energia è la proprietà fondamentale, ogni cosa che si trasforma contiene una forma di energia: essa fa sì che le cose avvengano.

# L'ENERGIA È UNA PROPRIETÀ INTRINSECA E MISURABILE DELLA MATERIA.

In fisica il concetto di energia nasce, nella meccanica classica, dall'osservazione sperimentale che la capacità di un dato sistema fisico di sviluppare una forza decade quando il sistema stesso stabilisce un'interazione con uno o più sistemi mediante la stessa forza.

In questo senso l'energia può essere definita come una grandezza fisica posseduta dal sistema che può venire "consumata" per generare una forza.

# IN FISICA L'ENERGIA È DEFINITA COME LA CAPACITÀ DI UN SISTEMA COMPIERE LAVORO.

Il lavoro è il trasferimento e/o sottrazione di energia su un corpo, compiuto da una forza quando l'oggetto subisce uno spostamento, lavoro ed energia, fisicamente, sono la stessa entità.

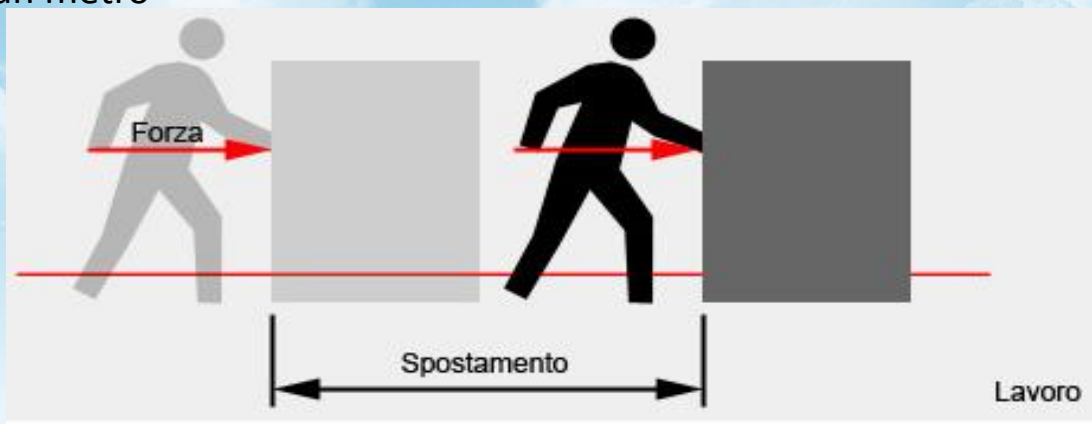
La forza si misura in Newton (N)  $1(N) = \frac{1(kg) * 1(m)}{1(s^2)}$   
1N equivale alla forza esercitata per imprimere un'accelerazione di  $1(s^2)$  una massa di 1(kg):

L'energia ed il lavoro si misurano in J (joule), dove il joule è definito, appunto, come il prodotto di una forza di 1Newton applicata ad uno spostamento di 1 metro

1 Joule equivale a (1 Newton) x (1 metro)

$$1(J) = 1(N) * 1(m) = \left[ \frac{1(kg) * 1(m)}{1(s^2)} \right] * [1(m)] = \frac{1(kg) * 1(m^2)}{1(s^2)}$$

1J è l'energia che devo spendere per imprimere un'accelerazione di  $\frac{1(m)}{1(s^2)}$  ad una massa di un 1kg mentre lo posto di un metro



UN JOULE È IL LAVORO COMPIUTO DA UNA FORZA DI UN NEWTON QUANDO IL SUO PUNTO DI APPLICAZIONE SI SPOSTA DI UN METRO (NELLA DIREZIONE E NEL VERSO DELLA FORZA).

Tutte le volte che una forza agisce provocando lo spostamento di un corpo compie un **lavoro** e perciò necessita di una certa quantità di **energia**, definita appunto come la capacità del corpo di compiere lavoro.

La moderna accezione di energia si deve a Keplero che nel XVII secolo la utilizza per primo la utilizza; **dal punto di vista termodinamico l'energia è tutto ciò che può essere trasformato in calore a bassa temperatura**. Nei secoli precedenti la parola energia è utilizzata prevalentemente con il significato di capacità di agire.

**L'energia si presenta in natura sotto diverse forme**, come per esempio l'energia elettrica, associata al moto di cariche elettriche, l'energia termica, associata al moto incessante delle particelle (atomi e molecole) costituenti della materia, l'energia chimica, associata alla formazione e alla rottura di legami nel corso delle reazioni chimiche. **Poiché l'energia ha la particolarità di trasformarsi da una forma all'altra, in fisica è giustificato parlare di energia in senso generale**, senza dover specificare tutte le volte di quale processo si sta trattando.



# PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

## (Legge della conservazione dell'energia)

L'energia non si crea e non si distrugge, ma si trasforma

Alla base del primo principio sta l'equivalenza calore assorbito e lavoro meccanico svolto dal sistema.

*Tale equivalenza fu dimostrata da Joule attraverso un esperimento nel quale collegava un peso libero di cadere al delle palette immerse in un recipiente contenente acqua. Lasciato libero il peso di cadere questo scendeva facendo ruotare le palette che agitavano nel recipiente, quando l'acqua si fermava si notava un innalzamento della temperatura della stesso Joule mise in relazione l'energia meccanica del peso in caduta (movimento) con l'energia termica dell'acqua contenuta (aumento di temperatura)*

Esistono altre unità di misura per quantificare l'energia di un sistema, oltre il Joule, le più diffuse sono:

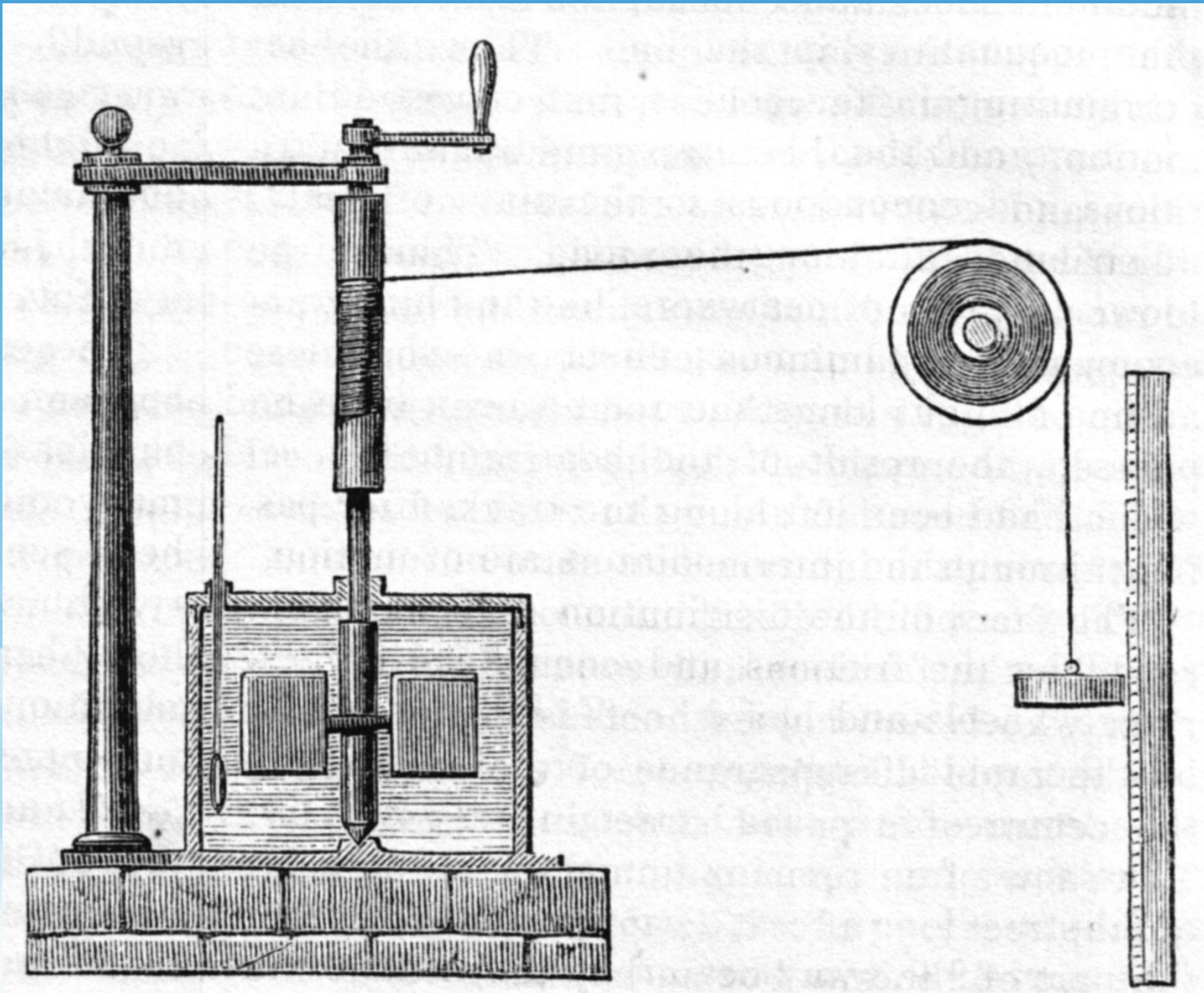
- Kcal (chilo caloria, cioè mille calorie)  $1\text{Kcal} = 4.186\text{J} = 4,186\text{kJ}$

- TEP (tonnellata equivalente di petrolio)

$$1\text{TEP} = 10.000.000\text{Kcal} = 41.860.000.000\text{J} = 41,86\text{GJ}$$

- kWh (chilo Watt ora)  $1\text{kWh} = 3.600\text{J} = 3,6\text{MJ}$





# MULTIPLI UNITÀ DI MISURA

unità	1
k - chilo	1.000 mille
M - mega	1.000.000 milione
G – giga	1.000.000.000 miliardo
T – tera	1.000.000.000.000 bilione, cioè mille miliardi
P – peta	1.000.000.000.000.000 biliardo, cioè un milione di miliardi
E – exa	1.000.000.000.000.000.000 trilione, cioè un miliardo di miliardi
Z – zetta	1.000.000.000.000.000.000.000 triliardo, cioè mille miliardi di miliardi
Y – yotta	1.000.000.000.000.000.000.000.000.000 quadrilione cioè un milione di miliardi di miliardi

1m = 1 metro

1km = 1 chilometro = 1.000 metri

1g = 1 grammo

1kg= 1 chilogrammo = 1.000 grammi

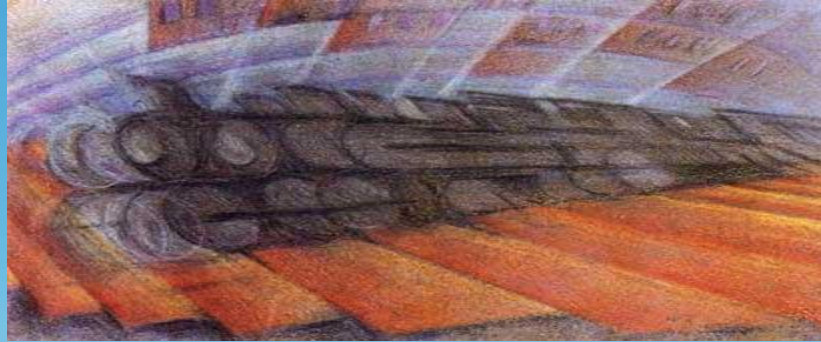
1W = 1 Watt

1kW = 1 chilowatt = 1.000 Watt, mille Watt

1MW = 1 megawatt = 1.000.000 Watt, un milione di Watt

1GW = 1 gigawatt = 1.000.000.000 Watt, un miliardo di Watt

# ENERGIA CINETICA (energia meccanica)



ENERGIA DI MOVIMENTO, OVVERO L'ENERGIA CHE UN CORPO POSSIEDE IN VIRTÙ DEL FATTO CHE SI STA MUOVENDO.

$$E_c = \frac{1}{2} mV^2$$

$E_c$  si misura in J joule

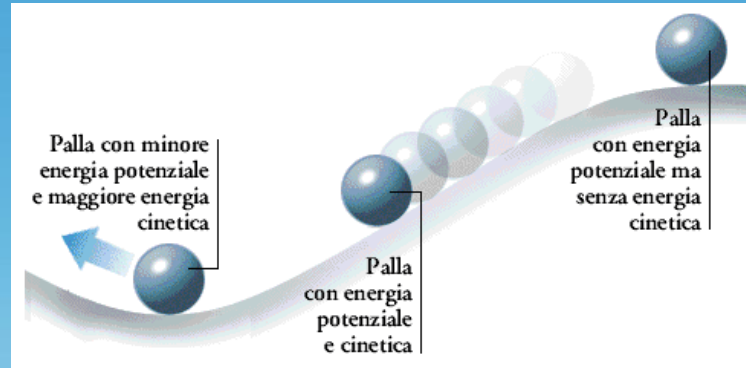
$m$  si misura in Kg chilogrammi

$V$  si misura in m/s metri al secondo

*Esempio: un autoveicolo della massa di 1.000kg alla velocità di 60km/h (60km/h equivalgono a 16,7m/s) ha una energia cinetica  $E_c = 0,5 \cdot 1.000 \cdot 16,7 \cdot 16,7 = 139.445J = 139,4kJ = 0,139MJ$*



# ENERGIA POTENZIALE (gravitazionale - energia meccanica)



NEL CAMPO GRAVITAZIONALE TERRESTRE È L'ENERGIA POSSEDUTA DA UN CORPO IN VIRTÙ DEL FATTO CHE SIA AD UNA CERTA ALTEZZA RISPETTO AD UN PUNTO DI RIFERIMENTO ARBITRARIO

È l'energia accumulata in corpi che si potrebbero muovere in virtù della sola forza di gravità.

$$E_p = m * g * \Delta H$$

$E_p$  si misura in J joule

$m$ , la massa del corpo, si misura in chilogrammi kg

$g$ , è l'accelerazione di gravità che, al livello del mare, vale  $9,81\text{m/s}^2$

$\Delta H$ , è la differenza di altezza tra la massa  $m$  ed il livello di riferimento



# ENERGIA POTENZIALE (gravitazionale - energia meccanica)

Considerando uno scalatore che abbia una massa di 80kg, compresa l'attrezzatura, e che si trovi ad una altezza di 50m rispetto alla base della parete che sta scalando, la sua energia potenziale rispetto alla base stessa, presa come riferimento, vale:

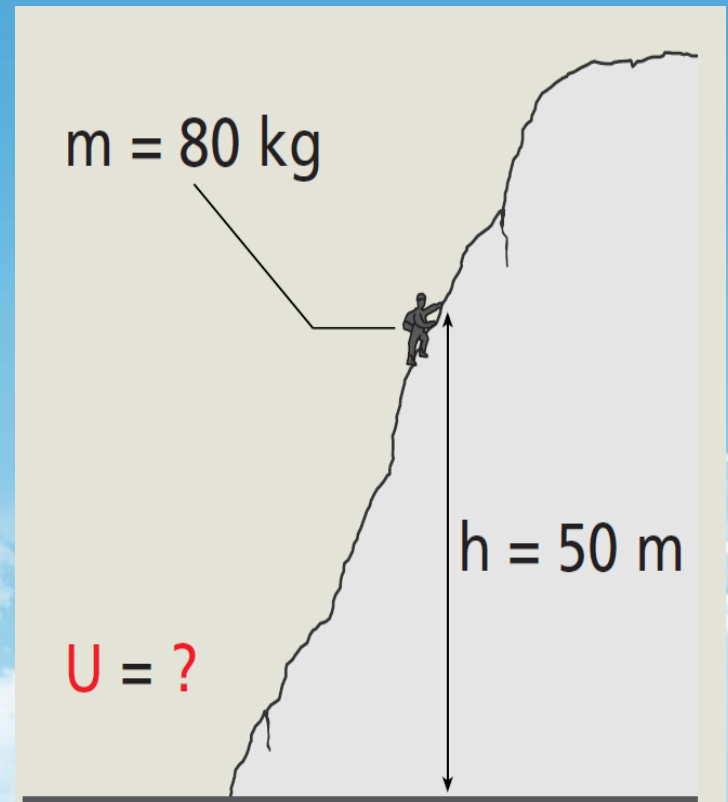
$$E_p = m * g * \Delta H$$

$$m = 80 \text{ kg}$$

$$g = 9,81 \text{ m} / \text{s}^2$$

$$\Delta H = 50 \text{ m}$$

$$E_p = 80 * 9,81 * 50 = 39.240 \text{ J} = 39,24 \text{ kJ}$$



# ENERGIA POTENZIALE (gravitazionale - energia meccanica)



# ENERGIA POTENZIALE

ESISTONO ALTRE FORME DI ENERGIA POTENZIALE

- MECCANICA: Energia elastica
- TERMODINAMICA: Recipiente in pressione
- CHIMICA: Reagenti
- ELETTROMAGNETICA: Potenziale elettrico

Etc...

# ENERGIA TERMICA



È L'ENERGIA POSSEDUTA DA UN CORPO IN VIRTÙ DEL FATTO CHE SI TROVI AD UNA TEMPERATURA SUPERIORE ALLO 0 ASSOLUTO.

Lo 0 assoluto, cioè 0K (Kelvin), pari a  $-273,15^{\circ}\text{C}$  (gradi Celsius) è la minima temperatura raggiungibile nell'universo

Alla temperatura di 0K gli atomi sarebbero ipoteticamente fermi, completamente fermi.

A temperatura via via maggiori dello 0 assoluto gli atomi di un oggetto vibrano sempre più velocemente attorno alla loro posizione, l'energia termica è la misura di questa velocità di “vibrazione”



# ENERGIA TERMICA



IL CALORE È DEFINITO COME L'ENERGIA TERMICA CHE VIENE SCAMBIATA TRA DUE SISTEMI CHE SI TROVINO A DUE TEMPERATURE DIVERSE.

Tra due sistemi che sono a due temperature diverse, quindi che hanno diversa energia termica, si instaura uno scambio di energia, chiamato anche scambio di calore, da quello a temperatura maggiore verso quello a temperatura minore, cioè da quello con più energia verso quello con meno energia.

A causa di questo scambio di energia, il sistema a temperatura maggiore tende a raffreddarsi (perdere energia termica) mentre il sistema a temperatura minore tende a riscaldarsi (acquisire energia) .

Il flusso di energia si annulla quando i due corpi arrivano ad avere la stessa temperatura, cioè quando sarà raggiunto l'equilibrio termico.

# ENERGIA TERMICA



IL CALORE È ENERGIA TERMICA IN TRANSITO.

Come il “lavoro” è uno scambio di energia meccanica tra due sistemi fisici che interagiscono per mezzo di forze, analogamente il calore è uno scambio di energia termica tra due sistemi fisici a temperature diverse.

In quanto energia, il calore si misura in Joule. Nella pratica viene usata ancora anche la *cal* caloria, o il suo multiplo *kcal*, dove  $1\text{kcal} = 1.000\text{cal}$

*La caloria è definita come la quantità di calore che deve essere fornita ad un grammo di acqua distillata, che si trovi alla pressione di 1 atmosfera, per aumentarne la temperatura da 14,5 °C a 15,5 °C.*

$$1\text{cal} = 4,186\text{J} \quad 1\text{kcal} = 4,186\text{kJ}$$

Caloria e Joule descrivono la stessa realtà fisica, ma con due scale di misura diverse

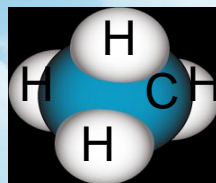
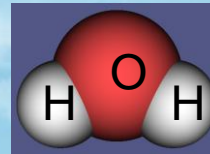
# ENERGIA CHIMICA



L' ENERGIA CHIMICA È L'ENERGIA CHE VARIA A CAUSA DELLA FORMAZIONE O ROTTURA DI LEGAMI CHIMICI DI QUALSIASI TIPO.

La maggior parte della materia è formata da molecole che sono “gruppi” di più atomi che siano dello stesso elemento o di diversi elementi.

L'acqua  $H_2O$  è formata da 2 atomi di idrogeno ed 1 di ossigeno



Il metano  $CH_4$  è formato da 1 atomo di carbonio e 4 atomi di idrogeno

Le forze di legame chimico sono quelle forze esercitate su scala atomica che “trattengono” e “deformano” i singoli atomi nella molecola

# ENERGIA CHIMICA



In una reazione chimica avremo delle molecole reagenti che hanno una certa energia di legame. Durante la reazione gli atomi delle molecole dei reagenti si separano e si riorganizzano in nuove molecole che sono i prodotti della reazione.

Durante la reazione il numero totale degli atomi non cambia, avremo tanti atomi nei reagenti quanti quelli nei prodotti; allo stesso modo non cambia la specie chimica degli atomi coinvolti, cioè non si ha trasmutazione da un elemento chimico ad un altro.

Quello che cambia è come gli atomi sono organizzati in molecole diverse prima e dopo la reazione.

ESSENDO LE MOLECOLE DEI PRODOTTI DIVERSE DA QUELLE DEI REAGENTI, L'ENERGIA TOTALE DI LEGAME DEI PRODOTTI DELLA REAZIONE SARÀ DIVERSA DALL'ENERGIA TOTALE DEI REAGENTI.



# ENERGIA CHIMICA



L' ENERGIA CHIMICA È LA DIFFERENZA TRA L'ENERGIA DI LEGAME DEI REAGENTI E QUELLA DEI PRODOTTI DI UNA REAZIONE CHIMICA.

SE I PRODOTTI HANNO UN'ENERGIA INFERIORE A QUELLA DEI REAGENTI LA DIFFERENZA È ENERGIA CHE SI È “LIBERATA” DURANTE LA REAZIONE, CHE SI DICE ESOTERMICA, L'ENERGIA CHE SI LIBERA NORMALMENTE È SOTTO FORMA DI CALORE.

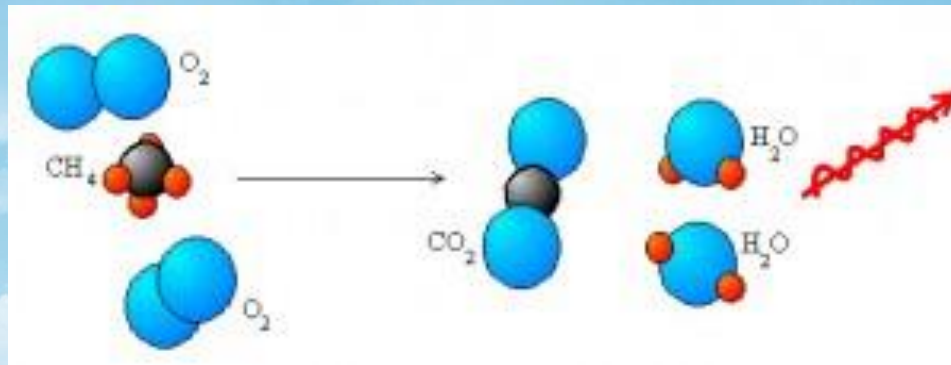
SE I PRODOTTI HANNO UN'ENERGIA SUPERIORE A QUELLA DEI REAGENTI LA DIFFERENZA È ENERGIA CHE DEVE ESSERE FORNITA DALL'ESTERNO AFFINCHÉ LA REAZIONE POSSA AVERE LUOGO, IN QUESTO CASO SI PARLA DI REAZIONE ENDOTERMICA

# ENERGIA CHIMICA



TIPICA REAZIONE ESOTERMICA È QUELLA DELLA COMBUSTIONE.

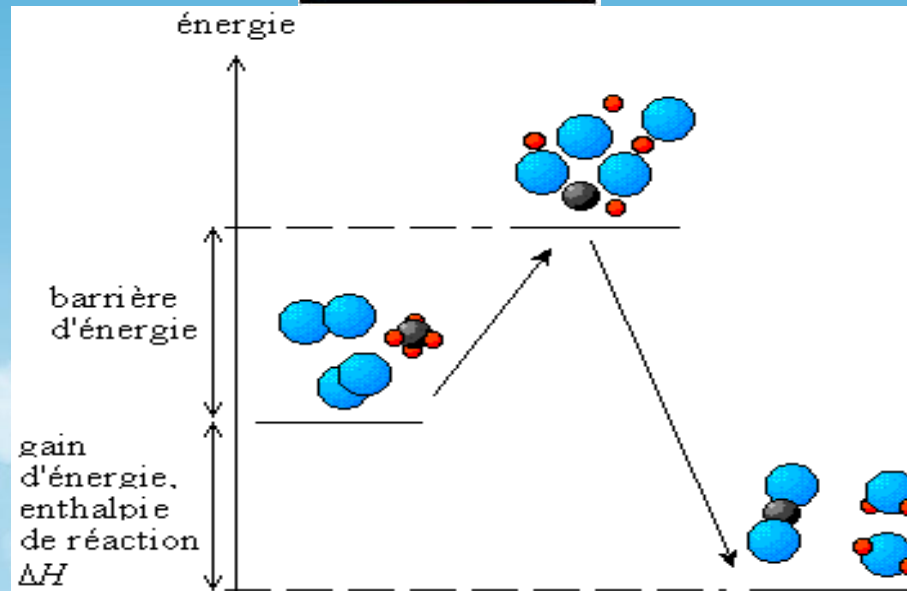
Combustione del metano:



Reagenti: 1 atomo di carbonio, 4 di idrogeno e 4 di ossigeno organizzati in 1 molecola di metano e 2 di ossigeno biatomico

Prodotti: 1 atomo di carbonio, 4 di idrogeno e 4 di ossigeno, organizzati in 1 molecola di anidride carbonica e 2 molecole di acqua + energia termica sotto forma di calore

# ENERGIA CHIMICA



L'energia dei prodotti è inferiore a quella dei reagenti.

La differenza tra l'energia "lorda" in uscita (energia dei reagenti all'atto di innescare la reazione – energia dei prodotti della reazione) e quella da fornire ai reagenti per innescare la reazione è l'energia utile che la reazione mette a disposizione .

# ENERGIA CHIMICA



L' ENERGIA CHIMICA PUÒ ESSERE VISTA COME UNE ENERGIA “POTENZIALE” IMMAGAZZINATA NEI LEGAMI TRA GLI ATOMI CHE FORMANO LA MOLECOLA.

PER LIBERARE O IMMAGAZZINARE L'ENERGIA CHIMICA OCCORRE CHE AVVENGA UNA REAZIONE CHE MODIFICHINO LE MOLECOLE COINVOLTE



# ENERGIA ELETTRICA



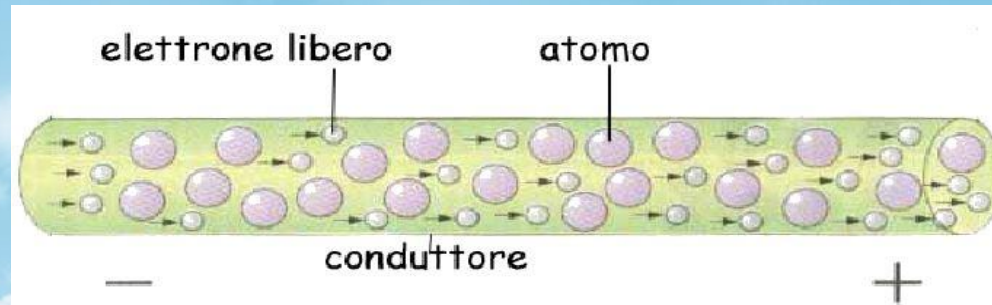
L'ENERGIA ELETTRICA È L'ENERGIA POTENZIALE ELETTROSTATICA DI UNA CARICA ELETTRICA IMMERSA IN UN CAMPO ELETTRICO.

QUALORA LA CARICA ELETTRICA SIA IN UN MATERIALE CHE NE PERMETTA IL MOVIMENTO, L'ENERGIA ELETTROSTATICA CAUSA IL MOVIMENTO FISICO DELLA CARICA ELETTRICA, GENERANDO LA CORRENTE ELETTRICA.

# ENERGIA ELETTRICA



NELLA CENTRALE ELETTRICA, AI CAPI DEI DUE DIVERSI FILI, VIENE REALIZZATO UN CAMPO ELETTRICO CHE HA UN POLO POSITIVO (EQUIVALE AD UNA CARICA ELETTRICA POSITIVA) ED UN POLO NEGATIVO (EQUIVALE AD UNA CARICA ELETTRICA NEGATIVA) .



I “fili elettrici” sono realizzati in materiale conduttore, cioè un materiale in cui alcuni degli elettroni , che hanno carica negativa, se sottoposti ad un campo elettrico, riescono I “fili elettrici” sono realizzati in materiale conduttore, cioè un materiale in cui alcuni degli elettroni , che hanno carica negativa, se sottoposti ad un campo elettrico, riescono a «muoversi» lungo i fili elettrici

# ENERGIA ELETTRICA



L'ENERGIA ELETTRICA CHE UTILIZZIAMO NELLA VITA QUOTIDIANA È COSTITUITA DA UN FLUSSO DI CARICHE NEGATIVE, ELETTRONI, CHE NELLA CENTRALE ELETTRICA SONO “RESPINTI” DAL POLO NEGATIVO ED ATTRATTI DAL POLO POSITIVO. GLI ELETTRONI SI TROVANO ALLORA COSTRETTI A PERCORRERE TUTTA LA LINEA DI DISTRIBUZIONE ELETTRICA FINO A RITORNARE ALLA CENTRALE.

# ENERGIA ELETTRICA



L'INTENSITÀ DI CORRENTE, “DESCRIVE” IL NUMERO DI ELETTRONI CHE PASSANO NEL CONDUTTORE, O NELL'UTILIZZATORE DELL'ENERGIA ELETTRICA, IN UN SECONDO.

L'intensità di corrente indica quante cariche (cioè quanti elettroni) stanno «scorrendo nei conduttori» L'intensità di corrente indicata come  $I$  si misura in A Ampere.

La tensione di corrente, o voltaggio, o differenza di potenziale, descrive la “forza” con cui gli elettroni scorrono nel filo, o nell'utilizzatore di energia elettrica. La tensione si misura in V Volt



# ENERGIA ELETTRICA



L'ENERGIA ASSOCIATA AD UNA CORRENTE ELETTRICA, IN VIA DEL TUTTO GENERALE, PUÒ ESSERE DESCRITTA COME:

$$E_{el} = (\text{differenza di potenziale}) * (\text{carica totale spostata})$$

Siccome l'intensità di corrente è la carica che passa nell'unità di tempo (secondo) la carica totale spostata sarà l'intensità di corrente per il tempo totale in secondi

$$E_{el} = (ddp) * (I) * (t)$$

$E_{el}$  si misura nella pratica in kWh (dove  $1\text{kWh}=1.000\text{Wh}=3,6\text{MJ}$ )

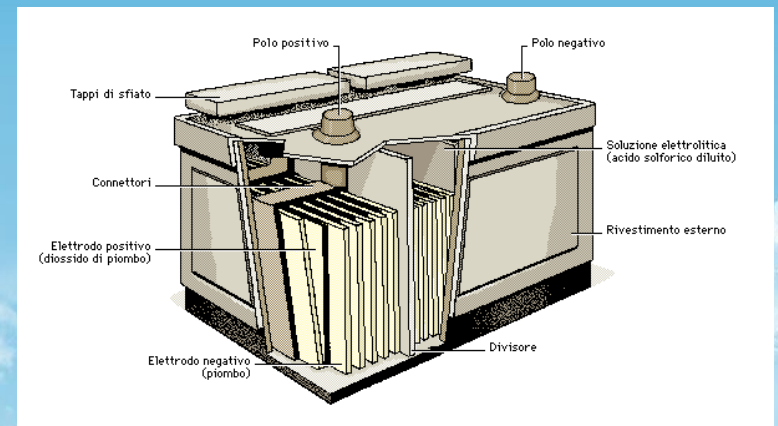
*ddp, tensione o differenza di potenziale, si misura in V Volt*

*( $I*t$ ), carica totale si misura, nella pratica in Ah (Amper ora) invece di Amper secondo che darebbe numeri molto alti*

# ENERGIA ELETTRICA

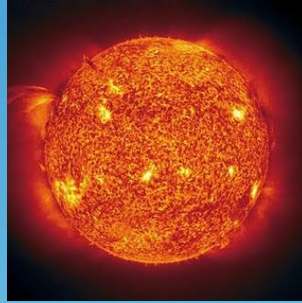


Quando compriamo una batteria per l'auto, accumulatore, visto che il voltaggio per tutti gli accumulatori è sempre 12V, la “grandezza” della batteria è espressa proprio in Ah.



Più è alto il valore in Ah più è l'energia elettrica che l'accumulatore riesca ad immagazzinare sotto forma di energia “potenziale” chimica, che sarà poi convertita in energia elettrica durante l'utilizzo.

# ENERGIA RADIANTE

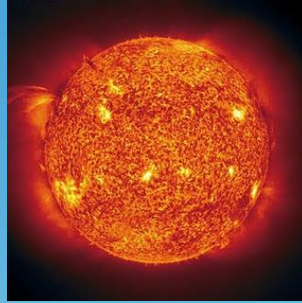


LA LUCE È ENERGIA

L'ENERGIA RADIANTE VIENE EMESSA DAI CORPI SOTTO FORMA DI IRRADIAZIONI DI ONDE ELETTROMAGNETICHE.

OGNI CORPO CHE SI TROVI AD UNA TEMPERATURA SUPERIORE ALLO 0 ASSOLUTO, EMETTE ONDE ELETTROMAGNETICHE.

# ENERGIA RADIANTE



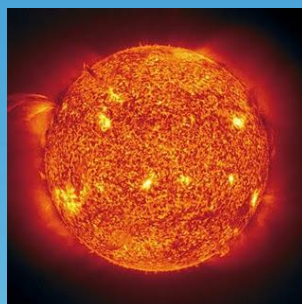
LA LUCE È ENERGIA

L'ENERGIA RADIANTE VIENE EMESSA DAI CORPI SOTTO FORMA DI IRRADIAZIONI DI ONDE ELETTROMAGNETICHE.

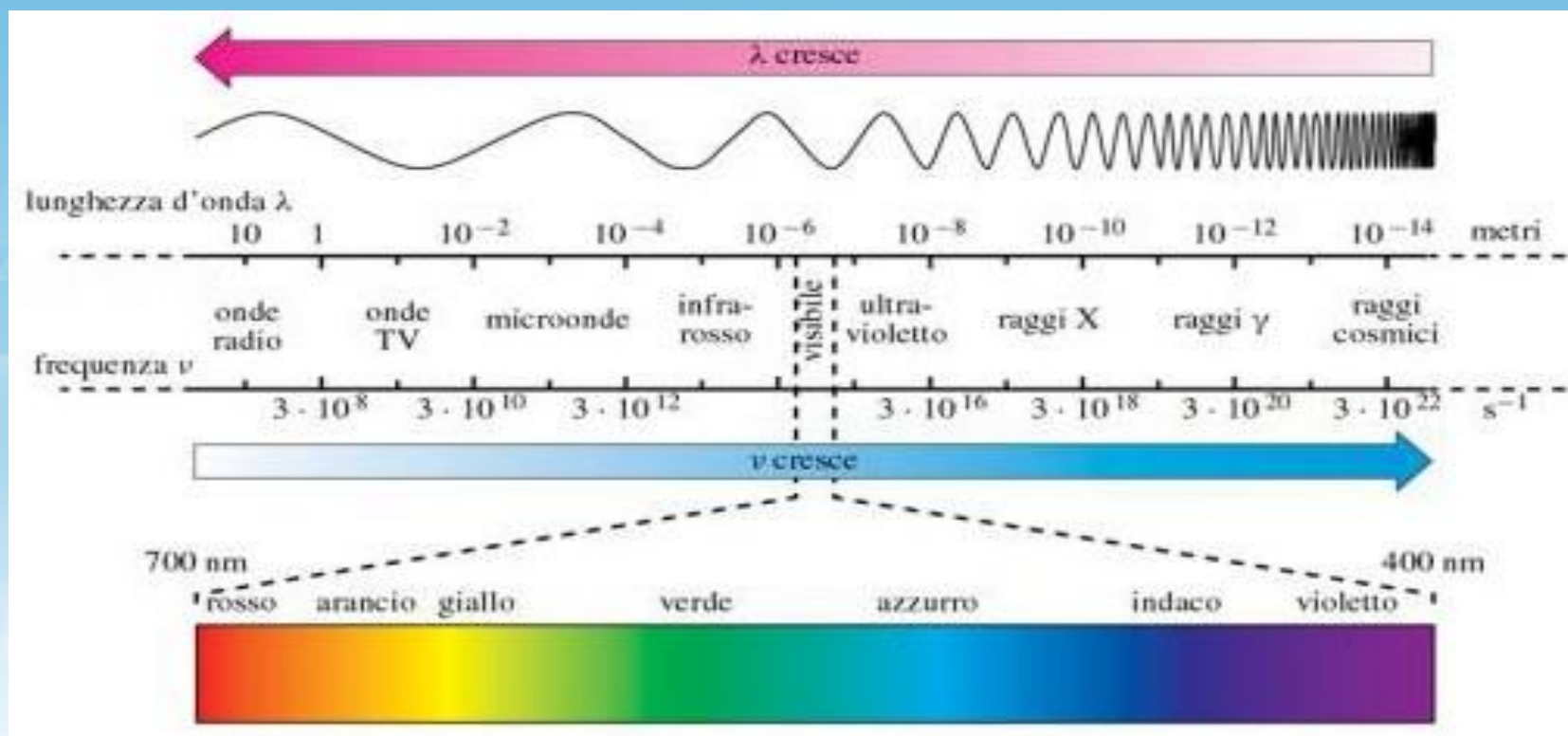
OGNI CORPO CHE SI TROVI AD UNA TEMPERATURA SUPERIORE ALLO 0 ASSOLUTO, EMETTE ONDE ELETTROMAGNETICHE.



# ENERGIA RADIANTE

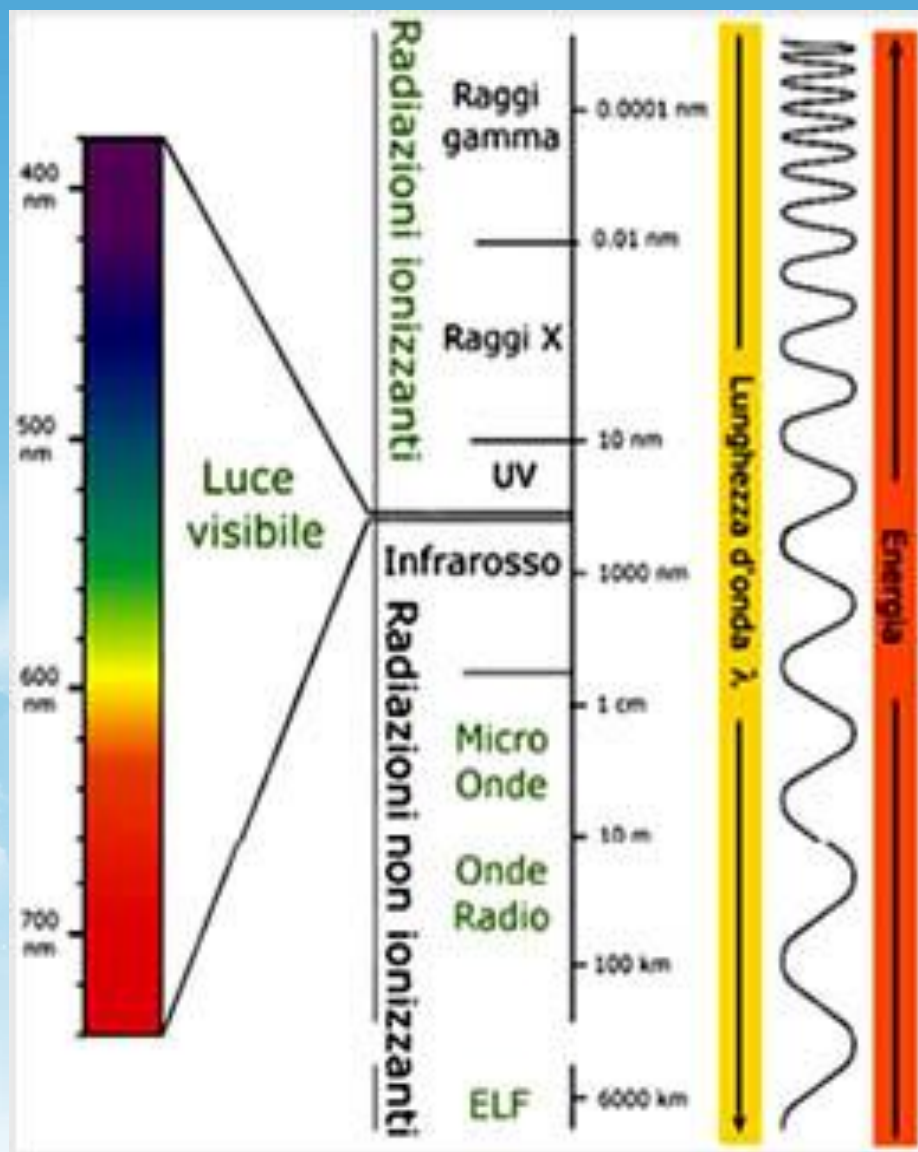


## LO SPETTRO ELETTRROMAGNETICO

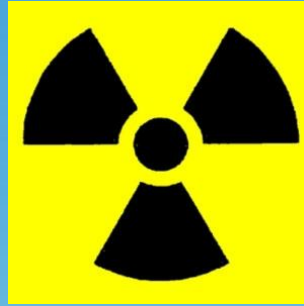


# ENERGIA RADIANTE

## LO SPETTRO ELETTRIMAGNETICO



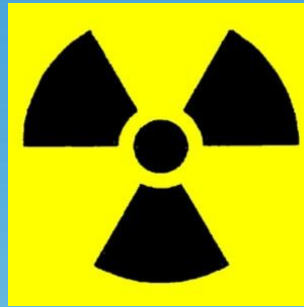
# ENERGIA NUCLEARE



$$E = MC^2$$

E' L'ENERGIA CHE SI LIBERA DALLA CONVERSIONE DIRETTA DI PARTE DELLA MATERIA IN ENERGIA CHE SI DURANTE LE REAZIONI CHE COINVOLGONO I NUCLEI ATOMICI

# ENERGIA NUCLEARE



Nelle reazioni chimiche tanti sono gli atomi per quantità e specie dei reagenti, tanti ne troviamo nei prodotti, quello che cambia è solo la diversa “organizzazione” in diverse molecole, i nuclei atomici non vengono coinvolti in tali reazioni che riguardano esclusivamente la condivisione e riorganizzazioni delle orbite degli elettroni.

IN UNA REAZIONE NUCLEARE SONO COINVOLTI I NUCLEI ATOMICI, DA QUI IL NOME, PERTANTO SI HA UNA VARIAZIONE SIA DEL NUMERO DI ATOMI CHE DEGLI ELEMENTI CHIMICI, TRASMUTAZIONE, TRA REAGENTI E PRODOTTI.

SE DURANTE UNA REAZIONE NUCLEARE LA MASSA TOTALE DEGLI ATOMI PRODOTTI È INFERIORE ALLA MASSA TOTALE DEGLI ATOMI REAGENTI, LA MASSA MANCANTE, DIFETTO DI MASSA, RISULTA CONVERTITA DIRETTAMENTE IN ENERGIA SECONDO LA FORMULA  $E = MC^2$



# ENERGIA NUCLEARE



$$E = mc^2$$

$E$  rappresenta l'energia liberata in J joule

$m$  rappresenta la massa mancante in kg

$c$  rappresenta la velocità della luce nel vuoto, assunta pari a 300.000km/s,  
cioè 300.000.000m/s

La conversione completa di 1g di materia pari 0,001kg darebbe:

$0,001 * 300.000.000 * 300.000.000 = 90.000\text{GJ}$  (giga joule, cioè miliardi di joule)

TEP tonnellata equivalente di petrolio è definita in 42GJ, cioè 42 miliardi di joule

**1GR DI MATERIA CONVERTITA DIRETTAMENTE IN ENERGIA CORRISPONDE A  
BRUCIARE  $(90.000/42) = 2.140$  TEP - TONNELLATE DI PETROLIO**

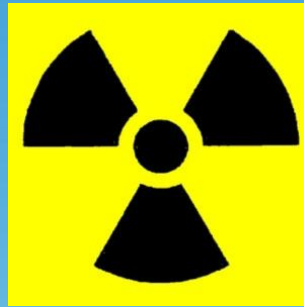
# ENERGIA NUCLEARE



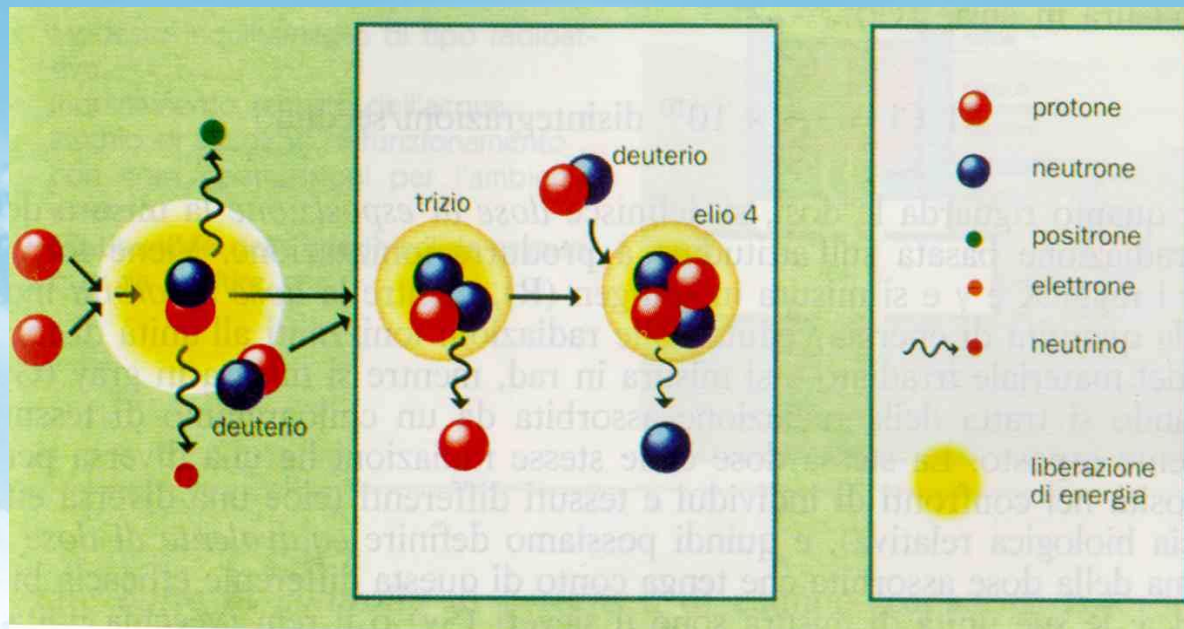
FISSIONE: UN ATOMO MOLTO GRANDE/PESANTE VIENE RESO INSTABILE, SI DIVIDE IN DUE ATOMI PIÙ LEGGERI



# ENERGIA NUCLEARE



FUSIONE: DUE ATOMI LEGGERI FONDONO I LORO NUCLEI DANDO ORIGINE AD UN UNICO ATOMO.



# POTENZA=FLUSSO DI ENERGIA NEL TEMPO

LA POTENZA SI ESPRIME IN W WATT

1W È DEFINITO COME IL FLUSSO DI 1J DI ENERGIA IN UN SECONDO.

$$Potenza = \left[ \frac{Energia}{tempo} \right]$$

$$Energia = [J - Joule]$$

$$tempo = [s - secondi]$$

$$Potenza = \left[ \frac{J}{s} \right] = [W]$$

$$[1W] = \left[ \frac{1J}{1s} \right]$$



# POTENZA=FLUSSO DI ENERGIA NEL TEMPO

NELLA TECNICA COMUNE SONO STATI USATE DIVERSE FORME DI GRANDEZZA PER LA POTENZA, TUTTE COMUNQUE EQUIVALENTI:

kW multiplo del W  $1\text{kW} = 1.000\text{W}$  molto usato un elettrotecnica

CV cavallo  $1\text{CV} = 0,735\text{kW} = 735\text{W}$  usata in campo motoristico e meccanico

hp horse power (cavallo vapore)  $1\text{hp} = 0,746\text{kW} = 746\text{W}$  usata in campo motoristico e meccanico nei paesi anglosassoni ed in campo navale e aeronautico

$1\text{kcal/h}$  chilocaloria ora, (equivale alla potenza per fornire una chilocaloria, cioè 1.000 calorie nel tempo di un'ora, 1 caloria equivale a 4,186J ed è l'energia per innalzare di  $1^{\circ}\text{C}$ , da  $14,5^{\circ}\text{C}$  a  $15,5^{\circ}\text{C}$  la temperatura di 1g di acqua alla pressione di 1atm)

$1.000\text{kcal/h} = 1,163\text{kW} = 1.163\text{W}$  usata in campo termotecnico e riscaldamento

# POTENZA=FLUSSO DI ENERGIA NEL TEMPO

Un proiettile calibro 9 del peso di 8gr colpisce un uomo alla  $V=300\text{m/s}$ ; al momento dell'impatto la pallottola ha una energia (cinetica) di  $0,5 \cdot 0,008 \cdot 300 \cdot 300 = 3.600\text{J} = 3,6\text{kJ}$ ; la pallottola si arresta in circa 1 centesimo di secondo, quindi i 3,6kJ di energia sono ceduti al bersaglio con una potenza istantanea pari a:



$$Potenza = \left[ \frac{J}{s} \right] = \left[ \frac{3600}{1/100} \right] = \left[ \frac{3600}{0,01} \right] = 360.000 [W] = 360 [kW]$$

**L'UOMO MUORE!**



Un piatto di pasta medio di spaghetti di 85gr condito con olio extravergine, pomodoro e 10gr di grana, una volta digerito e metabolizzato fornisce ad un uomo adulto circa 350kcal di energia, pari a  $(1\text{kcal}=4.186\text{J})$  1.465.100J, cioè 1.465,1kJ **(che è un'energia circa 407 volte maggiore quella del colpo di pistola)**

Il pasto fornisce energia al nostro uomo per circa 8ore, quindi gli spaghetti cedono energia all'uomo con una potenza di:

$$Potenza = \left[ \frac{J}{s} \right] = \left[ \frac{1.465.100}{8 \cdot 3.600} \right] = 50,9 [W]$$

**L'UOMO VIVE!**

# POTENZA=FLUSSO DI ENERGIA NEL TEMPO (ordini di grandezza)

Il fabbisogno energetico di un  
adulto è di circa 2.400kcal pari a:  
10.048.320J = 10,05MJ

In un giorno ci sono 24 ore  
di 60 minuti di 60 secondi,  
cioè un totale di  $24 \cdot 60 \cdot 60 = 86.400s$

La potenza media usata dall'adulto  
nelle 24 ore è pari a:

$$Potenza = \left[ \frac{J}{s} \right] = \left[ \frac{10.048.320}{86.400} \right] = 116 [W]$$

*(Un ciclista al massimo sforzo sviluppa circa 1kW di potenza)*

# POTENZA=FLUSSO DI ENERGIA NEL TEMPO (ordini di grandezza)



PORCHE CAYENNE TURBO  
motore benzina 4.511cc di cilindrata  
potenza di 331 kW



# POTENZA=FLUSSO DI ENERGIA NEL TEMPO

## (ordini di grandezza)

RAZZO SATURN V

Stadio principale alla massima potenza

$32.000.000\text{Hp}=23.872.000.000\text{W}=\text{}$

$23,872\text{GW}$



# POTENZA=FLUSSO DI ENERGIA NEL TEMPO (ordini di grandezza)

PC desktop c.a 300W  
accesso 24h su 24 per 365gg./anno



$$\begin{aligned} \text{Energia} &= [\text{Potenza} * \text{tempo}] = \\ &= [J * s] = [300 * 60 * 60 * 24 * 365] = 9.460.800.000 J \\ 9.460.800.000 J &= 9.460.800 kJ = 2.628 kWh \end{aligned}$$

# POTENZA=FLUSSO DI ENERGIA NEL TEMPO (ordini di grandezza)

Consumo elettrico medio annuo familiare c.a 2.000-3.000kW/h  
accesso 24h su 24 per 365gg./anno

Casa in classe A, fabbisogno energetico per riscaldamento c.a. 15kWh/mq anno  
Superficie 100mq fabbisogno energetico 1.500kW/h anno

Casa in classe G (costruita fino anni 80), fabbisogno energetico per riscaldamento c.a. 190kWh/mq anno  
Superficie 100mq fabbisogno energetico 19.000kW/h anno

Energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico ben realizzato per ogni kWp di potenza installata c.a 1.200kWh

# PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

## (Legge della conservazione dell'energia)

L'ENERGIA NON SI CREA E NON SI DISTRUGGE, MA SI TRASFORMA

NELL'UNIVERSO, SUL PIANETA TERRA, NELLA NOSTRA ESPERIENZA QUOTIDIANA  
L'ENERGIA FLUISCE IN CONTINUAZIONE DA UN SISTEMA FISICA AD UN ALTRO,  
DA UN CORPO AD UN ALTRO.

IN QUESTO FLUIRE MUTA IN CONTINUAZIONE TRA TUTTE LE FORME CHE  
ABBIAMO VISTO, PUR RIMANENDO SEMPRE LA STESSA ENTITÀ FISICA...

... MA ...



...MA C'È IL SECONDO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

## **SECONDO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA**

### **(Degradazione dell'energia)**

IL SECONDO PRINCIPIO DICE CHE UNA MACCHINA CAPACE DI CONVERTIRE COMPLETAMENTE E CONTINUAMENTE L'ENERGIA TRA DUE FORME DIVERSE NON PUÒ ESSERE COSTRUITA.

NELLA REALTÀ OGNI PROCESSO DI CONVERSIONE VEDRÀ UNA PARTE DELL'ENERGIA DI PARTENZA DEGRADATA IN ENERGIA TERMICA, VIA VIA A SEMPRE PIÙ BASSA TEMPERATURA , CHE NON POTRÀ MAI PIÙ ESSERE CONVERTITA NELLA FORMA ENERGETICA DI PARTENZA

# SECONDO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

L'ENTROPIA MISURA QUANTA PARTE DI ENERGIA DURANTE UNA TRASFORMAZIONE SI “PERDE” IRREVERSIBILMENTE IN CALORE. L'ENERGIA TOTALE RIMANE COSTANTE, MA UNA PARTE SEMPRE MAGGIORE SI ACCUMULA COME CALORE NON PIÙ CONVERTIBILE IN ALTRE FORME DI ENERGIA. **IL VALORE DELL'ENTROPIA È DESTINATO A CRESCERE ALL'INFINITO.**

UNO DEGLI ATTUALE MODELLI FISICI ACCETTATI PER L'UNIVERSO PREVEDE CHE IN UN TEMPO INFINITO L'ENTROPIA AVRÀ RAGGIUNTO UN VALORE INFINITO E TUTTO L'UNIVERSO SARÀ SOLO UNA DISTESA BUIA, INFINITAMENTE VASTA, IN CUI GLI ATOMI INFINITAMENTE RAREFATTI AVRANNO UNA TEMPERATURA TENDENTE ALLO ZERO ASSOLUTO.

# SECONDO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

[www.aristarcodisamo.it](http://www.aristarcodisamo.it)

L'ultima domanda – Isaac Asimov

# COMBUSTIBILI FOSSILI

L'ENERGIA DA COMBUSTIBILI FOSSILI È UNA ENERGIA DI TIPO CHIMICO. TUTTE LE MOLECOLE CHE CONTENGONO IDROGENO E CARBONIO DI ORIGINE FOSSILE (CARBONE, PETROLIO E DERIVATI, METANO) SI PRESTANO A RILASCIARE NOTEVOLI QUANTITÀ DI ENERGIA DURANTE UN'EVENTUALE REAZIONE CHIMICA DI COMBUSTIONE DELLE STESSE.

Questa energia, rilasciata durante la combustione sotto forma di energia termica e di irraggiamento (la luce della fiamma), è una energia termica molto pregiata perché ad alta temperatura, tra i 1.200°C ed i 1.500°C per cui si presta ad essere convertita:

- direttamente in energia meccanica motori endotermici, autoveicoli, aeroplani, imbarcazioni
- in energia elettrica, prima il calore è convertito in energia meccanica e termica generando vapore in pressione, poi questa energia è convertita in energia cinetica quando il vapore in pressione cede energia alla turbina del generatore, in ultimo in energia elettrica tramite l'accoppiamento meccanico turbina-generatore
- in calore per processi industriali per tutto il range di temperature inferiori a quella di combustione



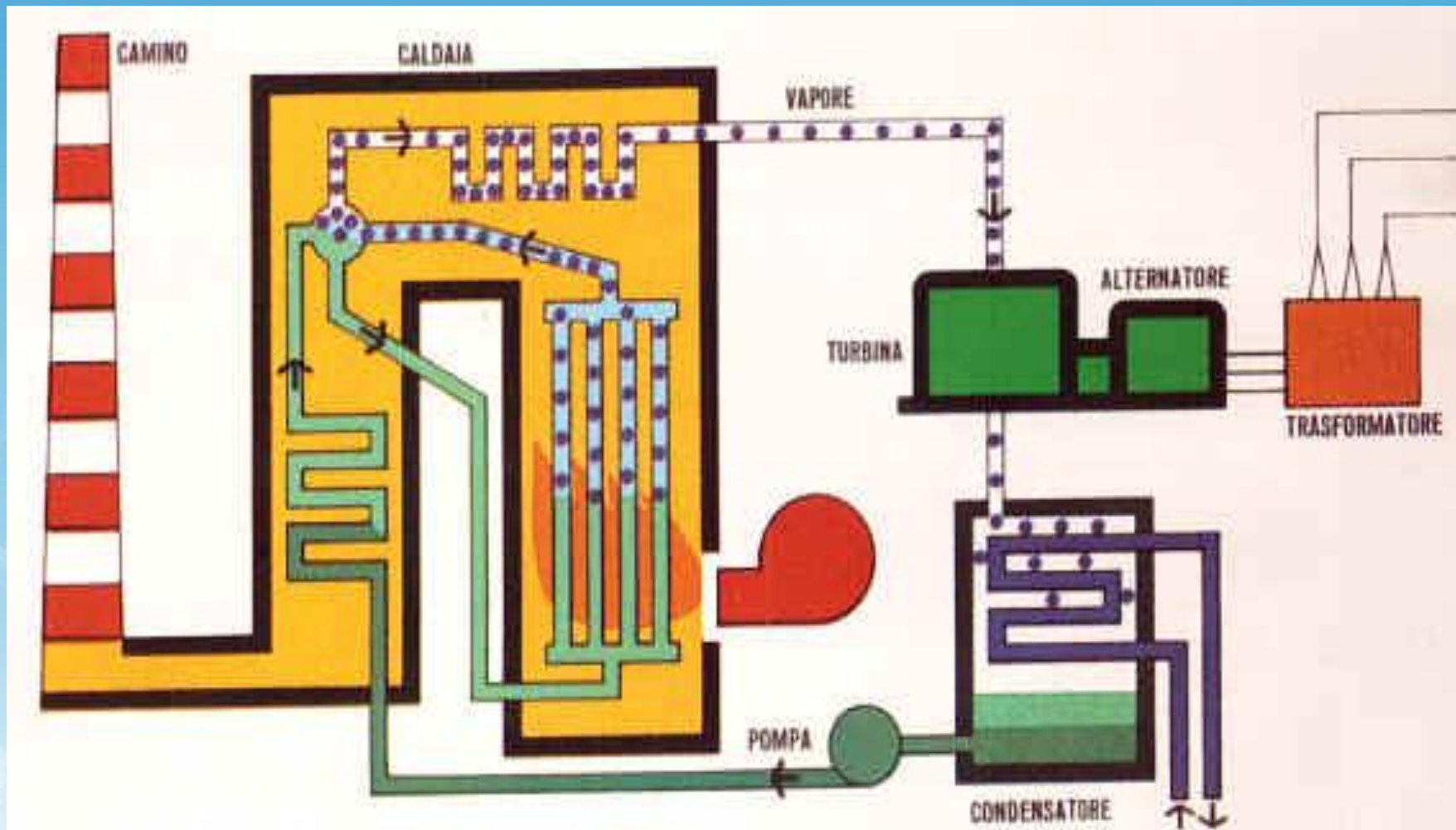
# ENERGIA TERMOELETTRICA

LE CENTRALI TERMOELETTRICHE UTILIZZANO LA COMBUSTIONE, GENERALMENTE DI COMBUSTIBILI FOSSILI (INDIFFERENTEMENTE GASSOSI, GAS METANO O GAS DA FRAZIONAMENTO DEL PETROLIO, LIQUIDI DERIVATI DEL PETROLIO, O SOLIDI, CARBONE) PER PRODURRE VAPORE AD ALTA TEMPERATURA E PRESSIONE, CIOÈ ENERGIA TERMICA.

Il vapore viene poi inviato ad una turbina a vapore dove si espande raffreddandosi, mettendo contemporaneamente in rotazione la turbina che ne trasforma l'energia termica in energia cinetica(rotazione).

Infine la turbina trasferisce energia cinetica al generatore elettrico, sorta di grande dinamo, mettendolo in rotazione; nel generatore l'energia cinetica della rotazione viene convertita in energia elettrica.

# ENERGIA TERMOELETTRICA





# ENERGIA TERMOELETRICA



# ENERGIA TERMOELETTRICA





# ENERGIA TERMOELETTRICA

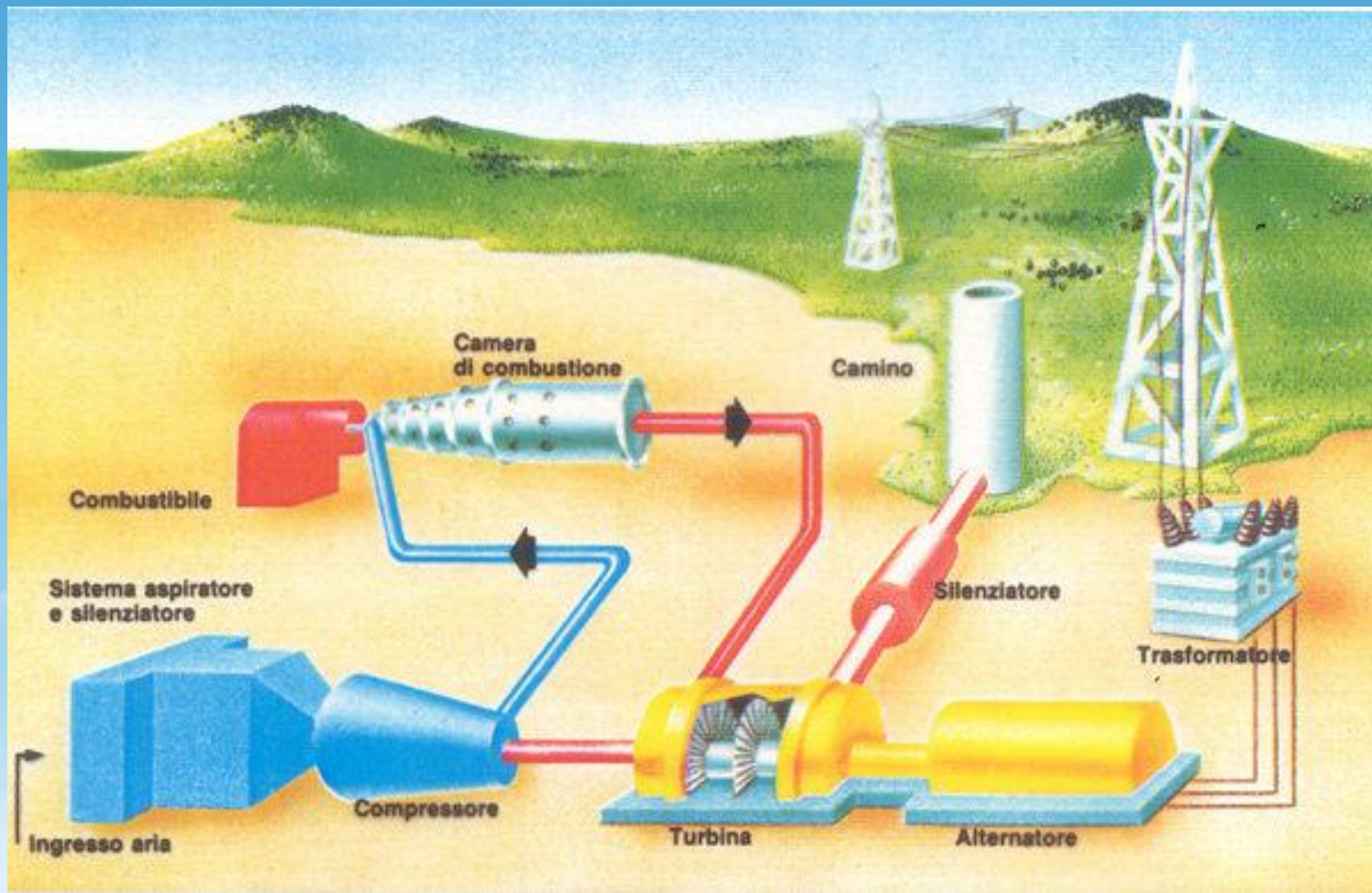


# CENTRALE TURBOGAS

LE CENTRALI TURBOGAS SONO SEMPRE DEL TIPO TERMOELETTRICO, SI UTILIZZANO LA COMBUSTIONE DI UN COMBUSTIBILE, GASSOSO O LIQUIDO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA TERMICA, QUINDI MECCANICA ED INFINE ELETTRICA

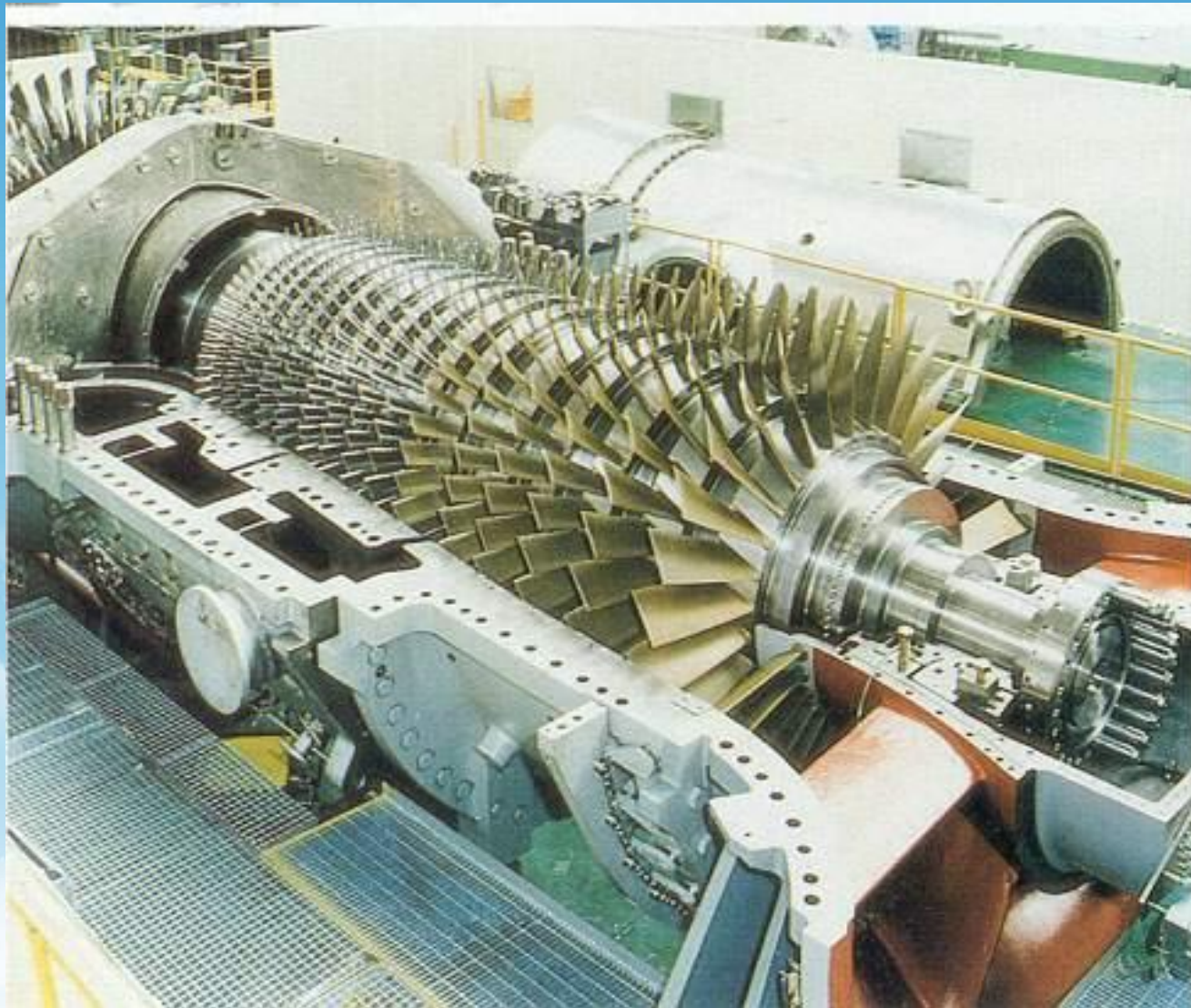
Il «motore» di queste centrali è dello stesso tipo degli aerei di linea a reazione. Si tratta di un turbo reattore o turbina a gas, composto da un compressore (azionato con parte dell'energia meccanica della turbina) che comprime l'aria aspirata dal motore, una camera di combustione dove all'aria compressa viene aggiunto il carburante che bruciando genera un flusso di gas (fumi) ad alta temperatura e ad alta pressione (energia termica). Questi sono inviati alla turbina dove si espandono raffreddandosi e mettendo in rotazione la turbina stessa (energia cinetica/meccanica). Alla turbina sono collegati meccanicamente sia il compressore, a cui viene fornita l'energia meccanica per mantenere in funzione il motore, sia un generatore di corrente che messo in rotazione, trasforma l'energia meccanica in elettrica

# CENTRALE TURBOGAS





# CENTRALE TURBOGAS



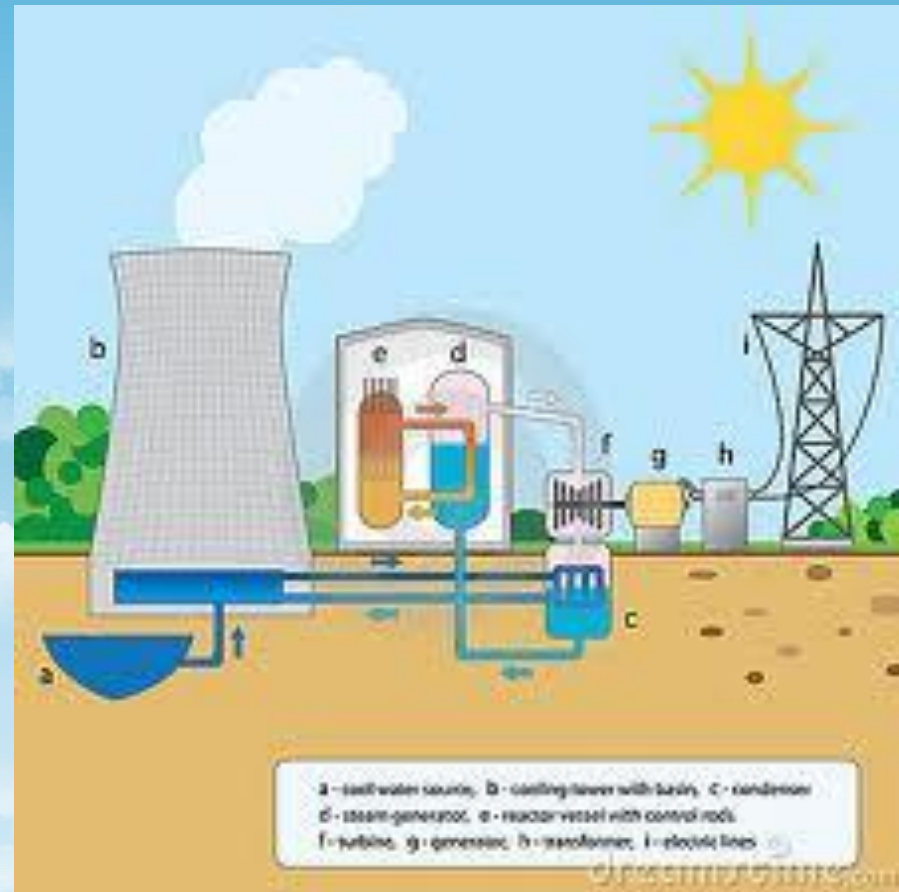


# ENERGIA NUCLEARE

L'ENERGIA NUCLEARE È UNA ENERGIA DI TIPO NUCLEARE. TRAMITE UN PROCESSO DI FISSIONE CONTROLLATA PARTE DELLA MASSA DEL COMBUSTIBILE È CONVERTITA IN ENERGIA TERMICA NEL REATTORE NUCLEARE.

Questa energia termica viene utilizzata per produrre vapore in pressione ad alta temperatura, energia termica. Il vapore viene poi inviato ad una turbina a vapore dove si espande raffreddandosi, mettendo contemporaneamente in rotazione la turbina che ne trasforma l'energia termica in energia cinetica (rotazione).

Infine la turbina trasferisce energia cinetica al generatore elettrico, sorta di grande dinamo, mettendolo in rotazione; nel generatore l'energia cinetica della rotazione viene convertita in energia elettrica.



# ENERGIA DA BIOMASSA

L'ENERGIA DA BIOMASSE È UNA ENERGIA DI TIPO CHIMICO. TUTTE LE MOLECOLE CHE CONTENGONO IDROGENO E CARBONIO DI ORIGINE VEGETALE/ANIMALE SI PRESTANO A RILASCIARE NOTEVOLI QUANTITÀ DI ENERGIA DURANTE UN'EVENTUALE REAZIONE CHIMICA DI COMBUSTIONE DELLE STESSE.

Al pari di quanto succede con i combustibili fossili questa energia, rilasciata durante la combustione sotto forma di energia termica e di irraggiamento (la luce della fiamma), è una energia termica molto pregiata perché ad alta temperatura, tra i 1.200°C ed i 1.500°C.

# CENTRALE A BIOMASSA

CON IL TERMINE CENTRALE A BIOMASSA CI SI RIFERISCE GENERICAMENTE AD UNA CENTRALE IN CUI LA COMBUSTIONE DI BIOMASSE, GENERALMENTE SOLIDE, PRODUCE ENERGIA TERMICA DESTINATA PER LO PIÙ AL RISCALDAMENTO O ALLA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Per la produzione di energia elettrica il calore generato viene utilizzato per produrre vapore ad alta temperatura e pressione che viene poi inviato in un turbina per la conversione in energia meccanica e quindi in energia elettrica per mezzo di un alternatore.

Le biomasse, normalmente solide, sono ridotte in piccola pezzatura, cippato o segatura, la combustione avviene quindi in apposite caldaie capaci di gestire tali materiali solidi... la tecnologia di combustione è identica a quella dei termovalorizzatori o inceneritori...

# CENTRALE A BIOGAS

CON IL TERMINE CENTRALE A BIOGAS CI SI RIFERISCE AD UN IMPIANTO, TECNICAMENTE SEMPRE A BIOMASSA, DOVE IL MATERIALE BIOLOGICO VIENE FATTO FERMENTARE IN APPOSITI REATTORI (DIGESTORI) IN ASSENZA DI ARIA. IL PRODOTTO DI TALE PROCESSO È UN GAS RICCO DI METANO, CIRCA IL 50% IN VOLUME.

Una volta ripulito dalle impurità, il gas metano (energia chimica) viene inviato a dei motori a pistoni, come quelli per autotrazione, ma di cilindrata molto elevata. La combustione del metano (energia termica) mantiene il funzionamento del motore, energia meccanica. Il moto rotatorio generato dal motore viene trasferito ad un alternatore per la produzione di energia elettrica.

Parte del calore residuo, fumi del motore, acqua di raffreddamento del motore, viene riutilizzata per mantenere i digestori alla temperatura ottimale, attorno ai 40°C.

Il calore residuo può anche essere utilizzato per il riscaldamento di ambienti



# ENERGIA EOLICA

L'ENERGIA EOLICA È L'ENERGIA CINETICA CONNESSA AL MOVIMENTO DELLE MASSE D'ARIA IN ATMOSFERA CHE CHIAMIAMO VENTO.

Un metro cubo di aria, al livello del mare, pesa circa 1,2kg:  
in una giornata di calma piatta, velocità del vento = 0m/s, ha una energia cinetica pari a  $0,5 * 1,2 * 0 * 0 = 0$

In una giornata di bora con vento a 80km/h = 22,2m/s ha una energia cinetica pari a  $0,5 * 1,2 * 22,2 * 22,2 = 296J$

In una giornata mediamente ventosa con vento pari a 10km/h = 2,8m/s ha una energia cinetica pari a  $0,5 * 1,2 * 2,8 * 2,8 = 4,7J$   
se avessi una finestra con superficie di 10mq esposta a tale brezza, la potenza, cioè il flusso di energia attraverso la stessa connesso al flusso d'aria sarebbe circa 132W

# ENERGIA EOLICA

L'energia cinetica della massa d'aria in movimento è trasferita sotto forma di lavoro meccanico alle pale del rotore, questo trasferimento di energia provoca un aumento dell'energia cinetica delle pale che si mettono in rotazione.



Le pale trasferiscono energia cinetica al generatore elettrico, sorta di grande dinamo, mettendolo in rotazione.

Nel generatore l'energia cinetica della rotazione viene convertita in energia elettrica, che viene poi distribuita nella stessa forma fino alle singole utenze

# ENERGIA EOLICA

L'ENERGIA EOLICA È STATA, INSIEME A QUELLA IDRICA, LA PRIMA DI ENERGIA, NON ANIMALE, SFRUTTATA DALL'UOMO PER IL TRASPORTO



# ENERGIA IDROELETTRICA

L'ENERGIA IDROELETTRICA È L'ENERGIA POTENZIALE GRAVITAZIONALE CONNESSA ALLA PRESENZA DI MASSE D'ACQUA AD ALTEZZA SUPERIORE AL LIVELLO DEL MARE O DI ALTRI BACINI IDROGRAFICI IN CUI SCARICARE IL FLUSSO D'ACQUA

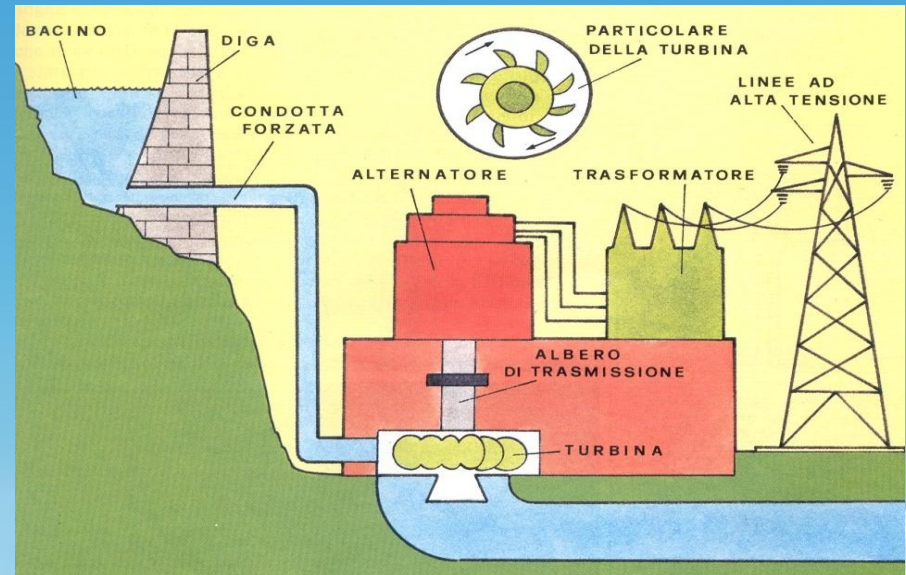
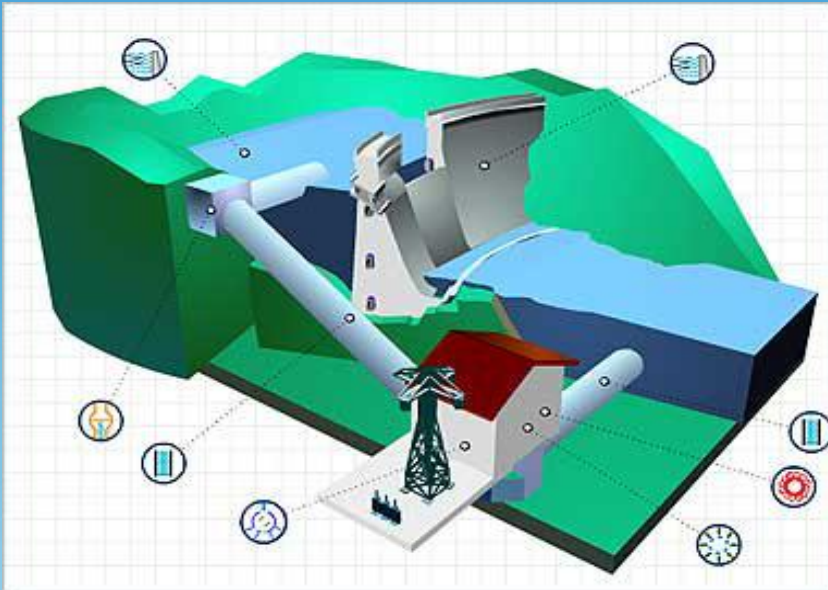
In una centrale idroelettrica si sfrutta l'energia potenziale della massa d'acqua nel bacino pari alla differenza di altezza tra il bacino e la centrale.

Un metro cubo di acqua ha una massa di circa 1.000kg, per ogni 10 metri di dislivello rispetto alla centrale ha una energia potenziale pari a:

$$1.000 * 9,81 * 10 = 98.100J$$



# ENERGIA IDROELETTRICA



L'energia potenziale viene trasformata in energia cinetica all'interno delle condotte forzate che collegano il bacino alla centrale.

Nella centrale la massa d'acqua ad alta velocità, viene fatta passare nelle turbine dove l'energia cinetica dell'acqua è trasferita sotto forma di lavoro meccanico alle pale della turbina, questo trasferimento di energia provoca un aumento dell'energia cinetica delle pale che si mettono in rotazione.

La turbina trasferisce energia cinetica al generatore elettrico, sorta di grande dinamo, mettendolo in rotazione, nel generatore l'energia cinetica della rotazione viene convertita in energia elettrica.

# ENERGIA GEOTERMICA

L'ENERGIA GEOTERMICA È UNA ENERGIA DI TIPO TERMO-NUCLEARE. NEGLI STRATI INTERNI DEL PIANETA, SONO PRESENTI MATERIALI “PESANTI” I CUI ATOMI CONTINUANO A DECADERE CON IL PROCESSO DELLA FISSIONE IN ATOMI PIÙ LEGGERI E CON FORTE RILASCIO DI CALORE.

A questa energia si devono:

- l'aumentare della temperatura andando verso il centro della terra
- le sorgenti termali
- i vulcani
- i terremoti
- la deriva dei continenti
- l'innalzamento delle catene montuose di tutto il pianeta.

All'energia geotermica si deve pure un modestissimo contributo al riscaldamento della superficie terrestre, infatti il calore interno si dissipa con regolarità verso la superficie della terra, la quale emana calore nello spazio quantificabile in una corrente termica media di 0,065 Watt per metro quadrato.

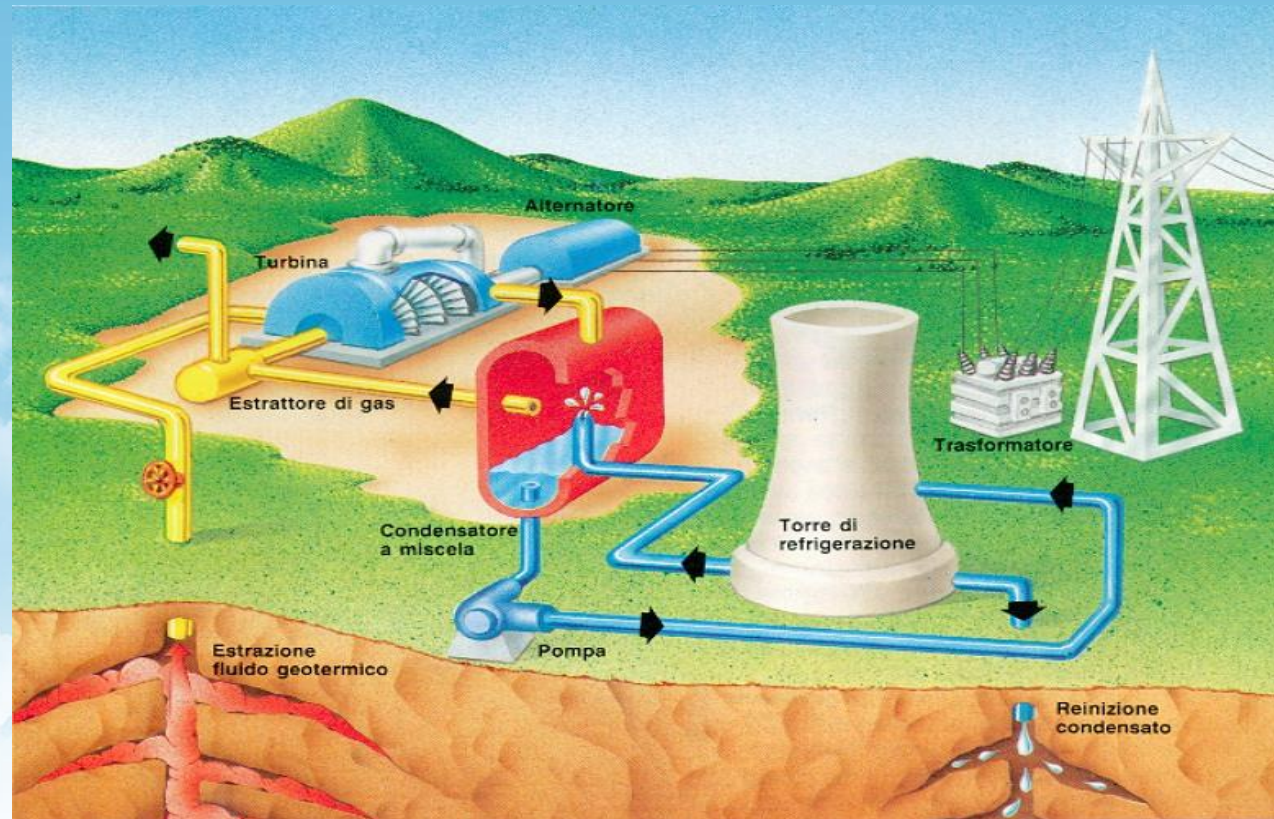
# ENERGIA GEOTERMICA





# ENERGIA GEOTERMICA

L'energia termica in risalita dal nucleo della terra, viene utilizzata per produrre vapore in pressione ad alta temperatura. Il vapore viene poi fatto espandere in una turbina a vapore che ne trasforma l'energia termica in energia cinetica (rotazione). Questa viene trasferita ad un generatore elettrico, che viene messo in rotazione dalla turbina, il quale trasforma l'energia meccanica in energia elettrica





# PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

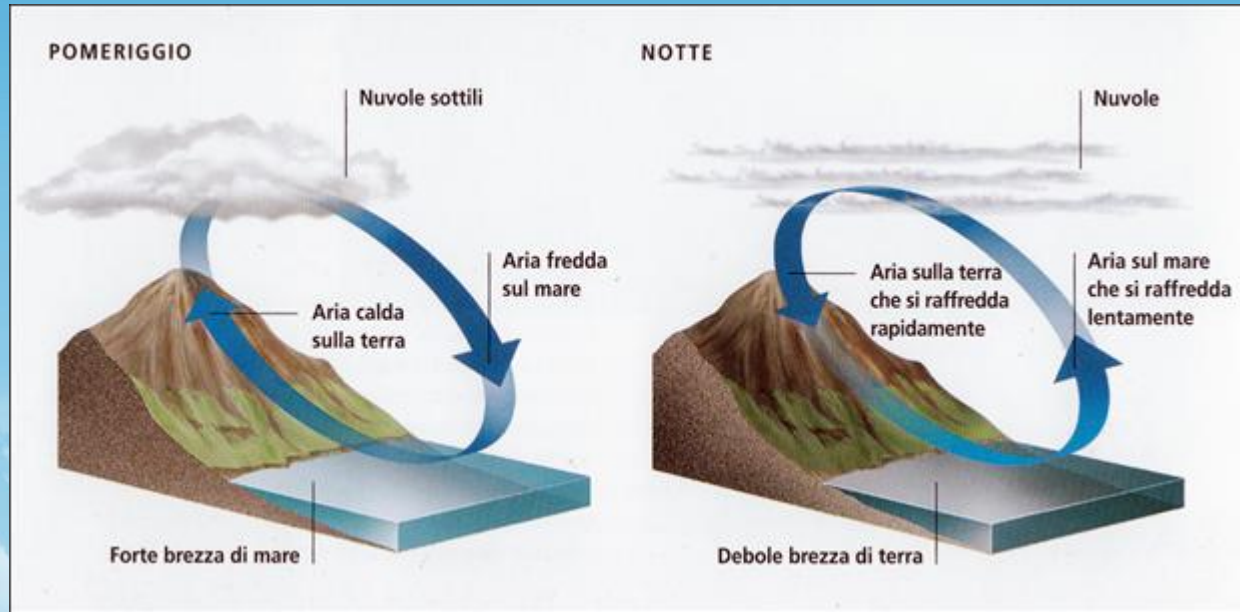
(Legge di conservazione dell'energia)

SE L'ENERGIA NON SI CREA E NON SI DISTRUGGE, MA SI TRASFORMA,

CHI FORNISCE ENERGIA ALLE SORGENTI ENERGETICHE ?

# ENERGIA EOLICA

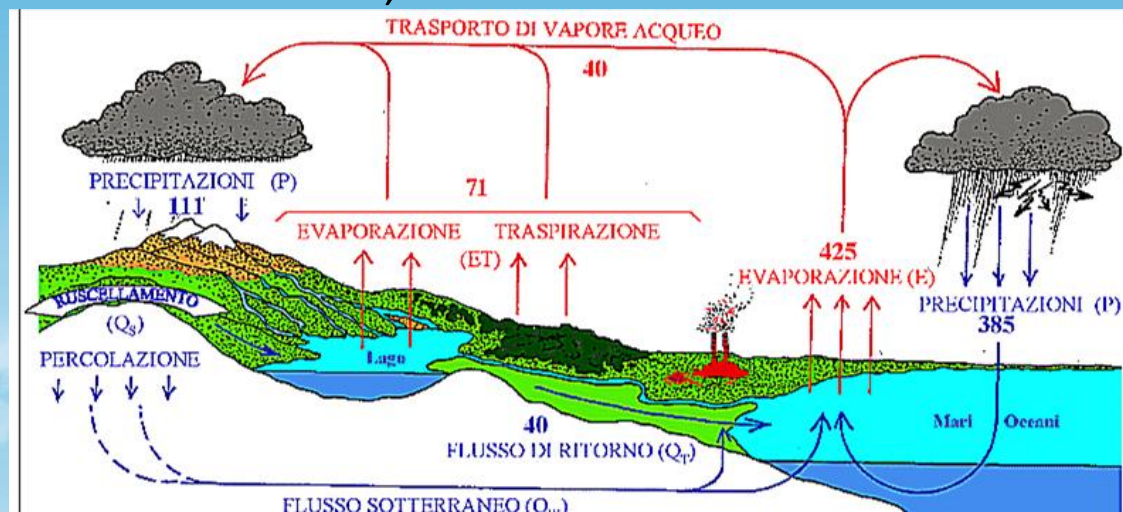
IN OGNI MOMENTO L'IRRAGGIAMENTO SOLARE RISCALDA CERTE ZONE DELLA CROSTA TERRESTRE MAGGIORMENTE RISPETTO AD ALTRE



DOVE IL TERRENO OD IL MARE SONO PIÙ CALDI, L'ARIA VIENE RISCALDATA, DIVENTA PIÙ LEGGERA E TENDE A SALIRE DI QUOTA RICHIAMANDO ARIA FREDDA A BASSA QUOTA  
QUESTO MECCANISMO GENERA I VENTI

# ENERGIA IDROELETTRICA

L'IRRAGGIAMENTO SOLARE FA EVAPORARE L'ACQUA PRESENTE AL SUOLO E NEI MARI, IL VAPORE CALDO E LEGGERO TENDE A SALIRE IN CIELO. MENTRE SALE ACQUISTA ENERGIA POTENZIALE A DISCAPITO DELL'ENERGIA TERMICA RICEVUTA CON L'IRRAGGIAMENTO SOLARE, INFATTI SALENDO SI RAFFREDDA.



RAFFREDDANDOSI ARRIVA AL PUNTO DI CONDENSARSI NUOVAMENTE IN ACQUA, A QUESTO PUNTO TUTTA L'ENERGIA POTENZIALE "ACQUISTATA" SARÀ CONVERTITA VIA VIA IN ENERGIA CINETICA FINCHÉ L'ACQUA NON RAGGIUNGERÀ DI NUOVO IL LIVELLO DEL MARE, RIPORTANDO A 0 LA PROPRIA ENERGIA POTENZIALE.

## ENERGIA DA COMBUSTIBILI FOSSILI

L'energia da combustibili fossili è una energia di tipo chimico.

I combustibili fossili hanno origine da enormi “sacche” di materiale biologico, essenzialmente vegetale, che a causa delle evoluzioni geologiche della crosta terrestre sono finite a grandi profondità nel sottosuolo.

In queste condizioni di:

- assenza di ossigeno
- alte temperatura
- altissime pressioni

si sono avute delle trasformazioni chimiche che dal materiale biologico hanno portato alle molecole degli idrocarburi.

Ma l'energia di legame chimico che ritroviamo oggi era già presente nel materiale vegetale di partenza ed era il prodotto dell'utilizzo da parte dei vegetali dell'irraggiamento solare.

Quindi quando bruciamo del combustibile fossile, liberiamo dell'energia solare immagazzinata in queste molecole centinaia di milioni di anni fa.

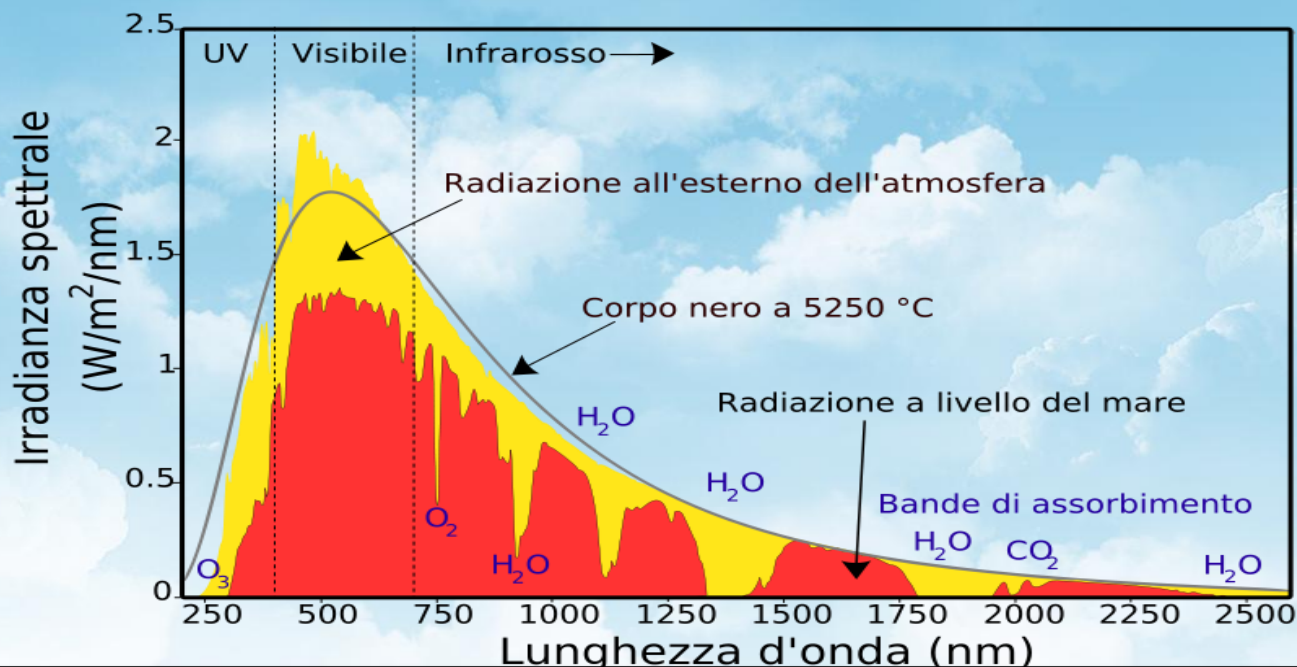


# ENERGIA SOLARE

L'energia solare che giunge sulla terra è una radiazione elettromagnetica, la sua origine deriva dai processi di fusione nucleare all'interno del sole.

La radiazione che giunge sulla superficie della terra è composta da diverse frequenze che vanno dall'infrarosso, fino all'ultravioletto, ma il picco di energia trasportata si ha nelle frequenze della luce visibile

## Spettro della radiazione solare



# ENERGIA SOLARE

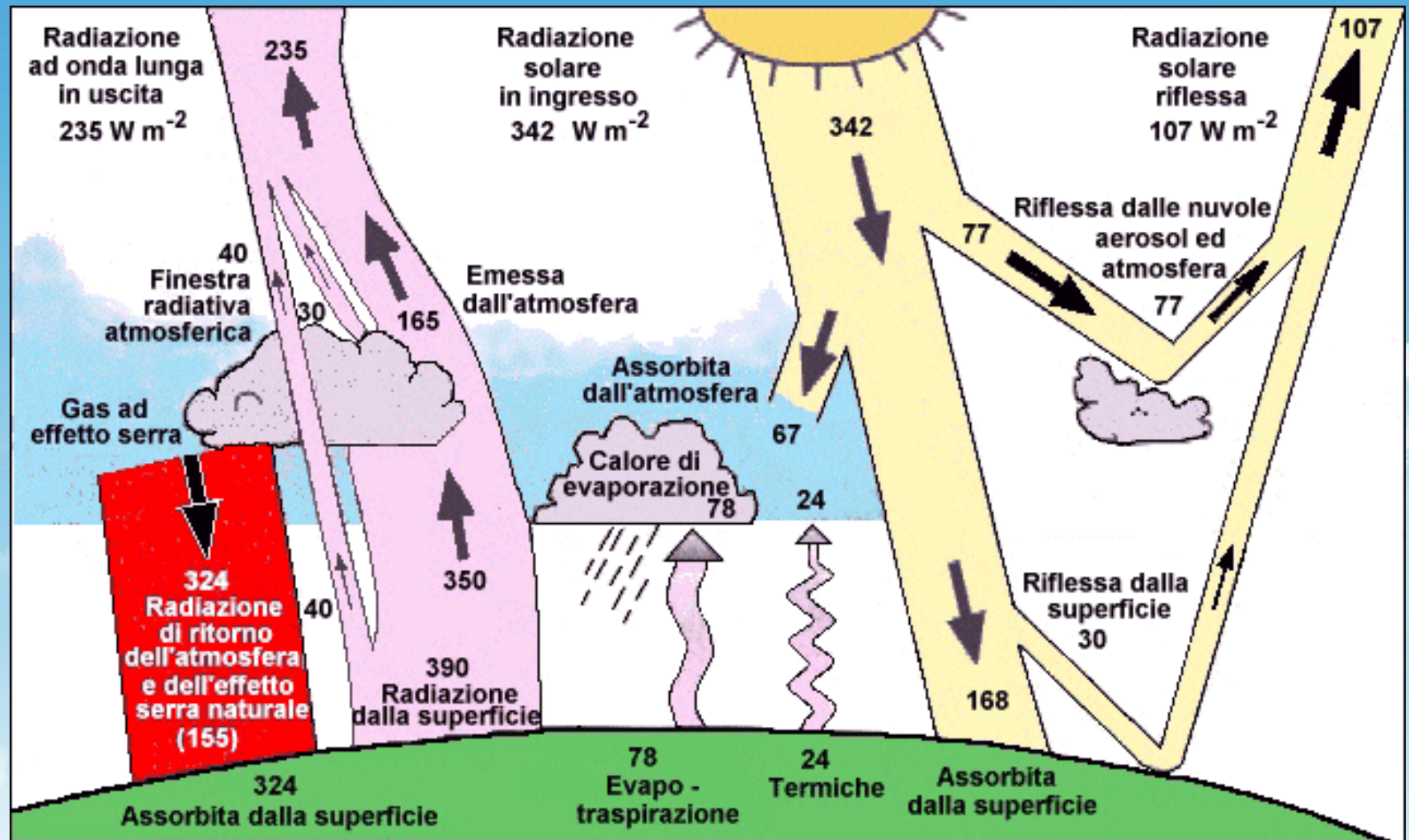
Il 99,98% dell'energia di cui disponiamo sulla Terra ci proviene dal Sole.

Il restante è dato dal flusso termico dovuto all'energia geotermica

Le reazioni nucleari che avvengono sul Sole producono energia in quantità di  $4 \times 10^{26}$  joule/secondo.

Il che vuol dire che la potenza fornita dal sole in tutto lo spazio è di  $4 \times 10^{26}$ W

# ENERGIA SOLARE



# ENERGIA È VITA

LA VITA COMPORTA UN CONSUMO ENERGETICO, ENERGIA CINETICA PER IL MOVIMENTO, ENERGIA TERMICA IN CERTI CASI PER IL MANTENIMENTO DELLA TEMPERATURA...

ANCHE I VEGETALI, CHE NON SI MUOVONO E NON PRODUCONO IL PROPRIO CALORE, QUANTO MENO DEVONO ASSORBIRE ENERGIA DA QUALCHE PARTE, PERCHÉ CRESCENDO IN ALTEZZA VERSO IL CIELO, QUANTO MENO AUMENTANO LA PROPRIA ENERGIA POTENZIALE

DOVE PRENDE ENERGIA LA VITA?



# ENERGIA È VITA

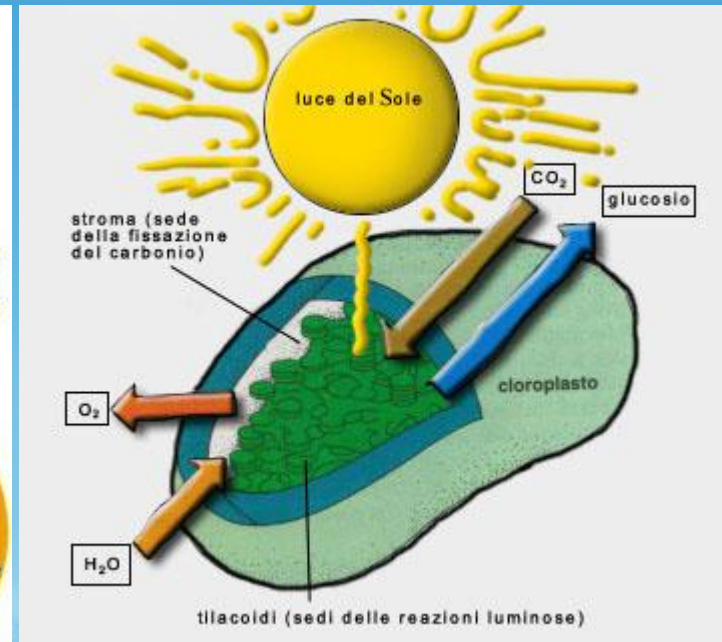
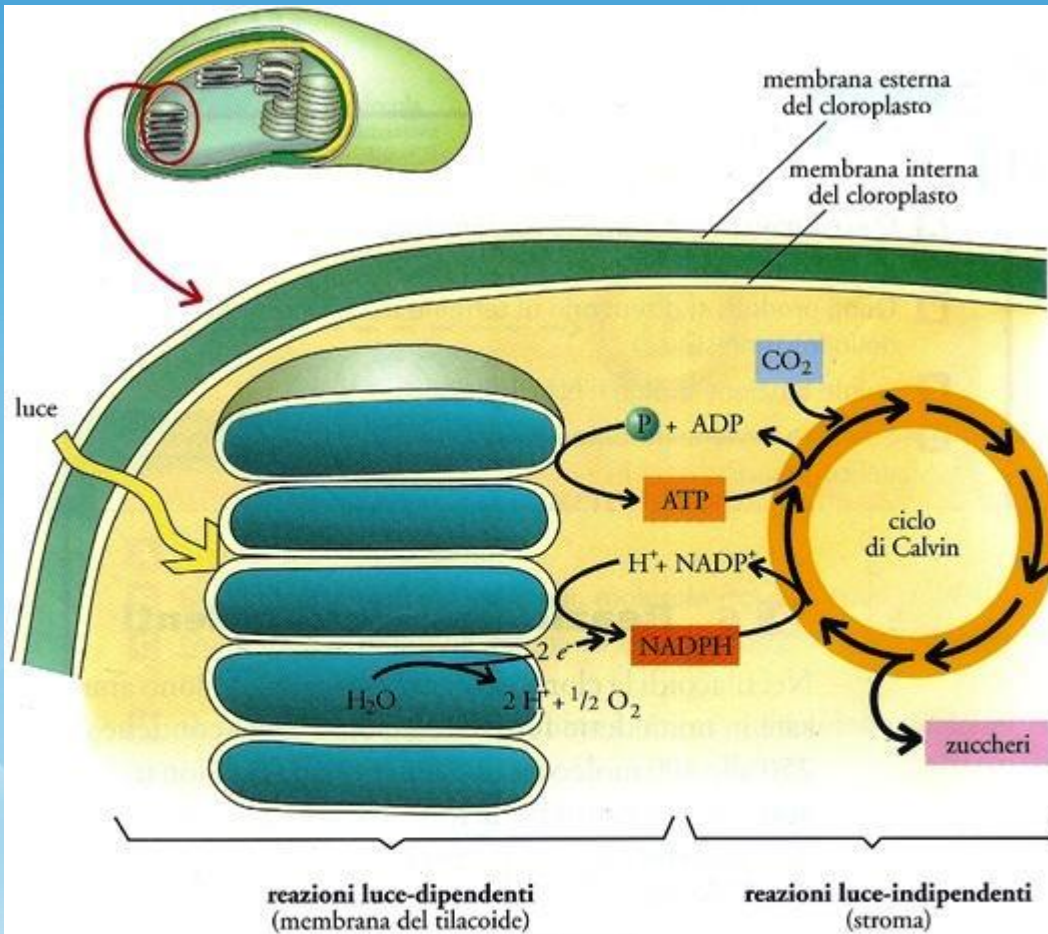
ATTRAVERSO IL PROCESSO DI FOTOSINTESI L'ENERGIA SOLARE VIENE TRASFORMATA IN ENERGIA CHIMICA, CHE È RAPPRESENTATA DALL'ENERGIA DEI LEGAMI CHIMICI DELLE MOLECOLE OTTENUTE CON QUESTO PROCESSO.

Tutto il processo della Fotosintesi può essere riassunto in questa equazione:  
anidride carbonica + acqua + energia luminosa = glucosio + ossigeno



dove  $686\text{Kcal} = 2.872.144\text{J} = 2,9\text{MJ}$

# ENERGIA È VITA



**9.8** La fotosintesi avviene in due stadi: le reazioni luce-dipendenti si svolgono nelle membrane dei tilacoidi e le reazioni luce-indipendenti nello stroma.

# ENERGIA È VITA

LA VITA FIORISCE RIGOGLIOSA DOVE SI HA ACCESSO DIRETTO ALLA FONTE PRIMARIA DI ENERGIA: LA LUCE SOLARE.

QUINDI SULLA SUPERFICIE TERRESTRE, FINO A QUALCHE DECINA DI METRI DI PROFONDITÀ NEI MARI, PER POCHI CM O AL LIMITE POCHESSIMI METRI DI PROFONDITÀ NEL SUOLO, PER POCHE DECINA DI METRI IN ALTEZZA NELL'ARIA.

LA VITA SI È SPINTA COMUNQUE NEGLI ANFRATTI PIÙ NASCOSTI DELLE GROTTI E NEGLI ABISSI MARINI, DOVE NON ARRIVA LA LUCE SOLARE, RIUSCENDO A SFRUTTARE QUEL POCO MATERIALE BIOLOGICO CHE ARRIVA DALLA SUPERFICIE TERRESTRE, CON IL SUO CARICO DI ENERGIA, PARTITA CHISSÀ QUANTO PRIMA DALLA NOSTRA STELLA.