

16 Energia nucleare e chimica ambientale

CONOSCENZE

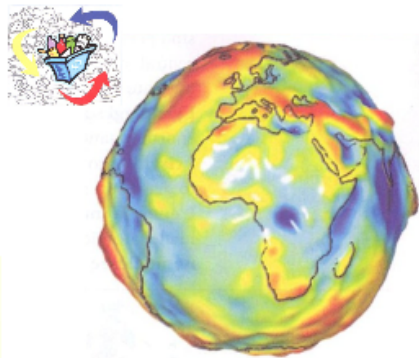
- Energia nucleare
- Reattore nucleare
- Fusione nucleare
- Legge del decadimento radioattivo
- Scorie radioattive
- Contaminazioni radioattive

- Ciclo del carbonio
- Ciclo dell'azoto

- Depurazione delle acque di scarico
- Smaltimento dei rifiuti solidi
- Metodologie di recupero: carta, metalli, vetro, materie plastiche

COMPETENZE

- Descrivere vantaggi e limiti della fissione nucleare
- Descrivere vantaggi e limiti della fusione nucleare
- Mettere in relazione il problema delle scorie radioattive e la contaminazione ambientale



ENERGIA NUCLEARE

L'**energia nucleare** è quella che tiene legata la parte interna dell'atomo, cioè il nucleo.

Albert Einstein (1879-1955)

$$E=mc^2$$

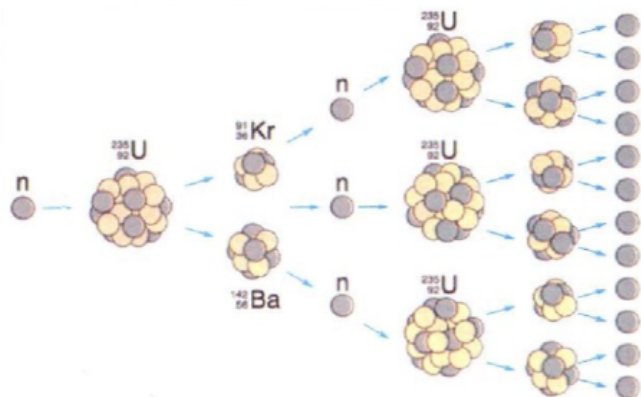
E = energia (joule);

m = massa trasformata (kg);

c = velocità della luce ($3 \cdot 10^8$ m/s)

L'**energia nucleare** è quella energia prodotta dalle trasformazioni nei nuclei atomici: si può distinguere in **reazioni di fissione nucleare e fusione nucleare**.

Reazioni di fissione

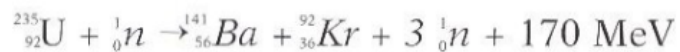
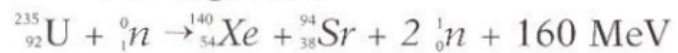


anche l'uranio è esauribile ed il "picco" della produzione è prossimo

I vantaggi sono che con una minima quantità di combustibile si producono enormi quantità di energia.

I rischi sono legati alla possibilità di incidenti nei reattori e allo smaltimento dei rifiuti radioattivi.

Le reazioni tipiche sono le seguenti:



difetto di massa

Confrontando accuratamente le masse iniziali Uranio + neutrone con quelle dei prodotti di fissione, si trova che la somma delle prime è maggiore della somma delle seconde.

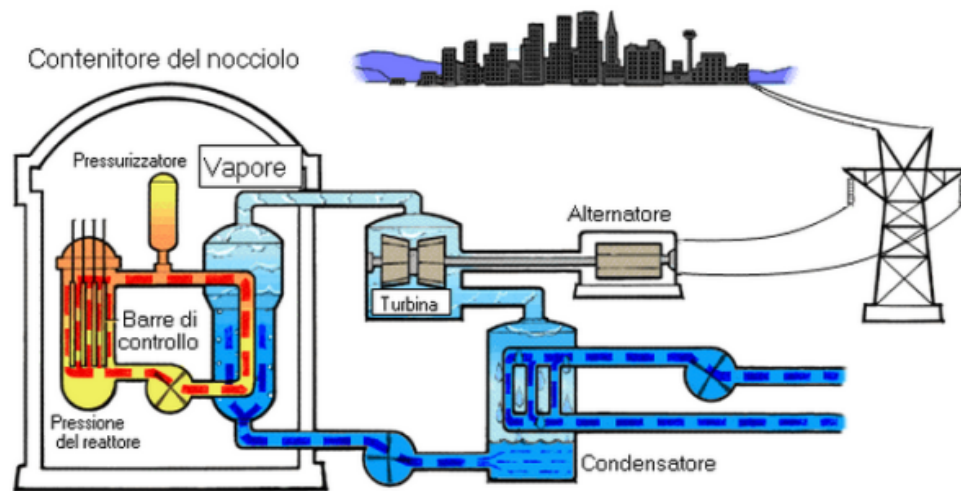
Durante la fissione viene liberata energia in quattro forme distinte:

- energia cinetica dei prodotti di fissione;
- energia cinetica dei neutroni;
- energia dei raggi γ ;
- energia liberata a seguito del decadimento radioattivo dei prodotti di fissione.



Tutte queste forme sono convertite in calore trasmesso poi dal reattore nucleare ad una turbina a vapore che a sua volta muove le pale di un generatore di energia elettrica.

Nel **reattore nucleare** avviene la reazione di fissione.

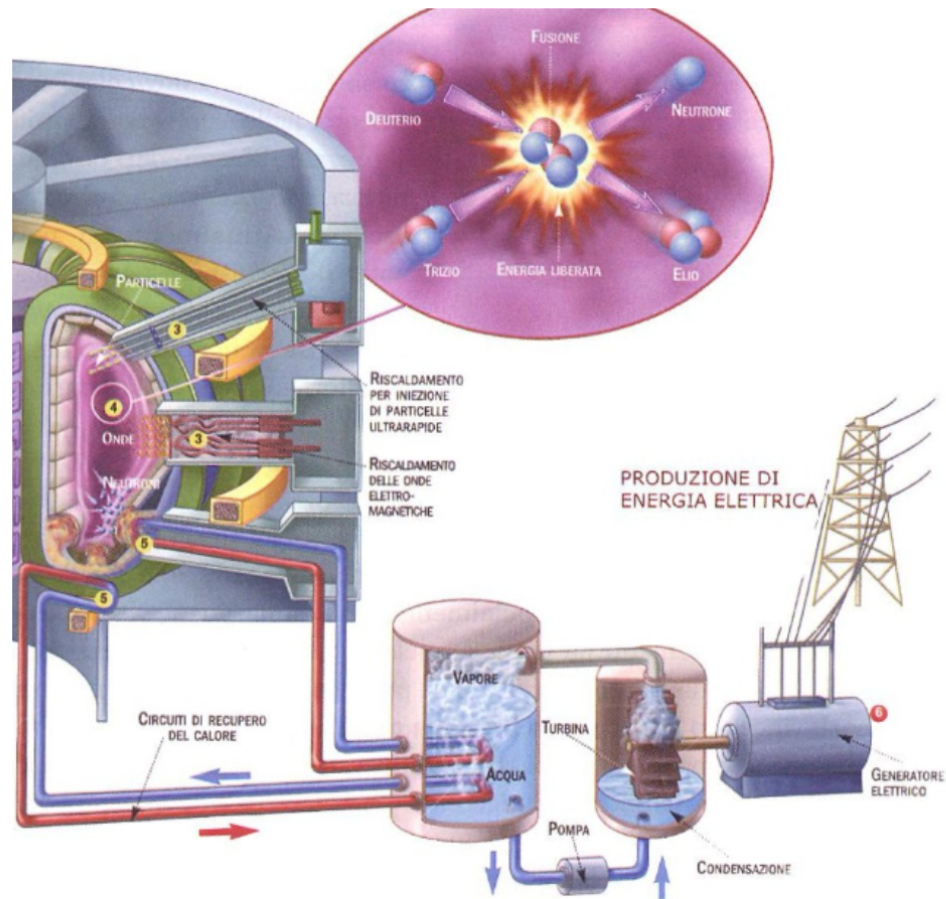


Il numero dei neutroni invece è controllato da un certo numero di **barre di controllo** che assorbono i neutroni in eccesso.

FUSIONE NUCLEARE

La fusione nucleare consiste nel fondere due nuclei leggeri per formarne uno pesante. Il processo è analogo a quello che avviene nel Sole e nelle stelle e potrebbe essere prodotto artificialmente anche sulla Terra.

vincendo la forza di repulsione che esiste tra i protoni



FUSIONE NUCLEARE

La difficoltà principale dei ricercatori consisterà nel riprodurre il processo senza l'aiuto dell'immane forza gravitazionale del Sole, che tiene unite le particelle. L'unico modo per farlo è confinare il plasma, altamente instabile, in un luogo adatto per poi portarlo a temperature dell'ordine di 100 milioni di gradi.

La differenza tra la somma delle masse di partenza e la massa finale si è convertita in energia seguendo la legge di Einstein

$$E=mc^2$$

Legge del decadimento radioattivo:

L'attività di una sostanza radioattiva diminuisce con la legge esponenziale:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

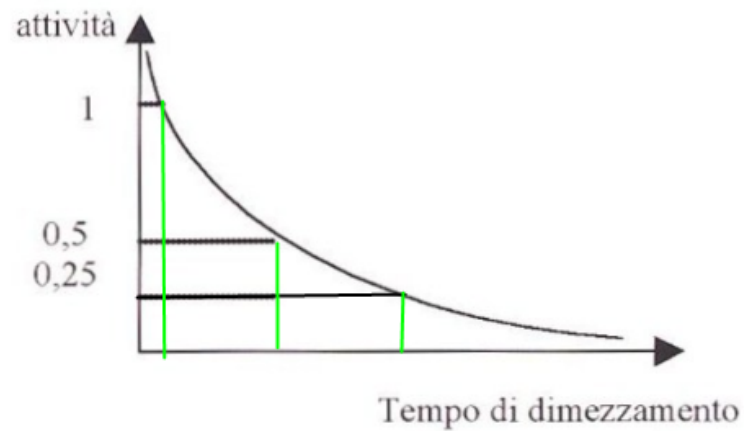


Radioattività

dove λ è la costante caratteristica della sostanza considerata
(costante radioattiva)

N è il numero di atomi attivi al tempo t

N_0 è il numero di atomi attivi al tempo $t=0$



SCORIE RADIOATTIVE

I problemi più gravi dello smaltimento delle scorie radioattive sono legati ai prodotti con vita media più lunga e più facilmente metabolizzabili, come ^{137}Cs (30 anni) e ^{90}Sr (28 anni).

CONTAMINAZIONI RADIOATTIVE

radionuclidi, sostanze in grado di emettere radiazioni ionizzanti.

Le esplosioni e gli esperimenti atomici hanno immesso nell'atmosfera, in questi ultimi 30-40 anni, grandi quantità di radionuclidi. Questi, veicolati da enormi masse d'aria, vanno a ricadere anche a grande distanza. Si parla in questo caso di "fall-out" radioattivo nel territorio.

I funghi, per esempio, possono essere altamente contaminati, perché aumentano la loro capacità di assorbimento attraverso le ife del micelio.

I principali radionuclidi che interessano maggiormente la protezione sanitaria degli alimenti sono: Iodio 131, Cesio 134, Cesio 137 e Stronzio 90. L'unità di misura della radioattività è ora il Becquerel e l'equivalenza con il Curie è la seguente:

$$1 \text{ nanoCurie} = 37 \text{ Becquerel (Bq)}$$

1 nanoCurie = 37 Bequerel (Bq)

Gli effetti delle radiazioni possono essere somatici se si manifestano nell'individuo (danno alle cellule somatiche), oppure ereditari se colpiscono i suoi discendenti (danno alle cellule genetiche). I danni sono rappresentati da manifestazioni tumorali, mutazioni genetiche ed aumento della mortalità per le diminuite difese dell'organismo.



CONTAMINAZIONE RADIOATTIVA		
<i>Radionuclidi fisicoemesse</i>	<i>Decadimento</i>	<i>Radiazioni</i>
Iodio 131	8 giorni	β , γ
Cesio 134	2,1 anni	β , γ
Cesio 137	30 anni	β , γ
Stronzio 90	28 anni	β

- ◆ Secondo la normativa europea del 1990, i limiti ammissibili di radioattività prodotta da Cesio 134 e Cesio 137 negli alimenti sono:
- 370 Bequerel/kg per i prodotti lattiero-caseari ed i prodotti destinati alla prima infanzia;
 - 600 Bequerel/kg per tutti gli altri prodotti alimentari.



33

The role of science in a fragile world

Vincenzo BALZANI

*Department of Chemistry "G. Ciamician", University of Bologna, Bologna, Italy,
E-mail: vincenzo.balzani@unibo.it*

Anthropocene

By using fossil fuels mankind entered a new era that scientists call anthropocene [26], characterized by a profound impact of man on the Earth. It is indeed a new phase in the history of both humankind and of the Earth. For centuries, natural forces have been stronger than human forces, so that humans were essentially passive passengers of spaceship Earth. The powerful energy of fossil fuels and the progress of science have reversed the situation: now human forces are stronger than natural forces and human beings are no longer passive passengers of spaceship Earth. They have power over Nature and have changed the rules by which the Earth systems operate. This is the reason why the world is fragile

Reinventing fire: from fossil fuels to renewable energies

Using fossil fuels was and still is easy and very convenient, but, as everybody knows, now there are problems. First of all, fossil fuels are going to be exhausted. Second, the use of fossil fuels causes severe damages to human health and environment. Therefore there is a need to save energy and to develop alternative energy sources. The requirements needed for an ideal energy source capable of taking care of spaceship Earth would be the following: abundant, inexhaustible, well distributed on the entire planet, not dangerous today as well as in the future, capable of supporting economic development, reducing disparities, and fostering peace. The solutions presently proposed by scientists are essentially three: (i) going on with fossil fuels by extracting unconventional oil and gas, (ii) expanding nuclear energy, and (iii) developing renewable energies. To make the right choice, we need wisdom.

Unconventional oil and unconventional gas are relatively abundant and economically convenient in some nations like USA and Canada, but their exploitation will cause much greater damages to our spaceship than those already caused by conventional fossil fuels. These extreme attempts to obtain fossil fuels raise novel environmental concern, including the large volumes of water employed, water pollution and geological consequences of hydraulic fracturing [15]. In any case, unconventional fossil fuels cannot solve the energy problem for more than a few decades.

Nuclear energy is a dream that failed, although many people are not yet convinced. It failed because it is too expensive, but it should be discarded for several other, more important, reasons: safety problems, production of radiative waste dangerous for thousands of years, difficulties related to decommissioning and dismantling of the plants, proliferation of nuclear weapons, international political problems, increased disparities among nations [15].

The best solution for solving the energy crisis is to develop renewable energies, particularly solar energy since (i) the Earth receives from the Sun in one hour the amount of energy consumed by mankind in one year, (ii) the Sun will continue to shine for 4,5 billion years, and solar energy is fairly well distributed on the Earth. Solar energy indeed possesses all the requirements needed to take care of our planet and to supply energy for the future generations [15].

The transition from fossil fuels to renewable energies is something like reinventing fire [27]. It is expected to create a stronger economy and a healthier environment, but it will be not easy, because to exploit solar energy we need to convert sunlight into useful energies, namely heat, electricity and fuels. This holds true also for the exploitation of the other types of renewable energy.

Back to the Periodic Table

To convert renewable energies into the energy forms we need, we must use equipment, machines and

CnS – La Chimica nella Scuola XXXIV - 3

PROCEEDINGS ICCE-ECRICE

August 2012

38

devices: e.g., photovoltaic cells, wind turbines, pumps, batteries, etc. To make such devices we must start from metals and other available materials, which means that we must go back to what we have on our spaceship Earth: the chemical elements of the Periodic Table. We know that some elements are abundant, but others are relatively scarce. The most advanced technologies, including those used for energy conversion and storage, make extensive use of several elements that are or will become scarce. For example, lithium used for light batteries, transition metal elements like platinum, iridium, rhodium and cobalt used for fuel cells and catalysts, indium and tellurium used for photovoltaic devices, and rare earth elements like neodymium used for making permanent magnets, lanthanum for rechargeable batteries, cerium for TV screens and europium for lasers. The scarcity of several elements gives important research opportunities to chemists: on one side there is much to do concerning supply of such elements, which means to develop new technologies for extraction, conversion, processing, and recycling. On the other side, a new field is opened, that of substitutional research.