

7 Trasformazioni della materia, energia e ambiente

Sintesi

Il termine **sistema** individua una porzione di spazio che rappresenta l'oggetto dello studio mentre l'**ambiente** è tutto ciò che sta attorno al sistema: l'insieme di sistema e ambiente costituisce l'Universo.

Viene definito *aperto* un sistema al quale sono consentiti scambi di materia e di energia con l'ambiente, viene definito *chiuso* un sistema al quale sono consentiti solo scambi di energia con l'ambiente e infine viene definito *isolato* un sistema al quale non sono consentiti né scambi di materia né di energia con l'ambiente.

L'**energia termica** è una forma di energia cinetica a livello particellare, associata all'incessante movimento degli atomi o delle molecole costituenti un sistema.

L'**energia chimica** è una forma di energia potenziale a livello particellare, associata alle interazioni di tipo elettrico che si stabiliscono tra le particelle costituenti un sistema.

L'insieme dell'energia termica e dell'energia chimica costituisce il patrimonio di **energia interna** di un sistema. L'energia interna dipende, oltre che dal tipo, anche dal numero di particelle ed è quindi una *grandezza estensiva*.

Tutte le trasformazioni della materia sono accompagnate da **trasformazioni dell'energia**. Per le reazioni chimiche, e più in generale per tutte le trasformazioni della materia, vale il *principio di conservazione dell'energia*: l'energia totale dell'Universo resta sempre costante.

Una trasformazione che porta a un sistema finale che possiede complessivamente meno energia chimica del sistema iniziale viene detta *trasformazione esoenergetica*; il sovrappiù di energia chimica viene ceduto dal sistema all'ambiente sotto forma di energia termica, elettrica, luminosa, eccetera.

Una trasformazione che porta a un sistema finale che possiede complessivamente più energia chimica del sistema iniziale viene detta *trasformazione endoenergetica*; il sistema assorbe dall'ambiente energia termica, elettrica, luminosa, eccetera e la trasforma in energia chimica.

Quando l'energia scambiata con l'ambiente è energia termica si parla di *trasformazioni esotermiche e endotermiche*.

Per misurare il calore liberato o acquistato nel corso delle reazioni chimiche (**calore di reazione**) si usano apposite apparecchiature chiamate *calorimetri*. Il calore assorbito dall'acqua posta nel calorimetro si calcola moltiplicando la massa dell'acqua per il calore specifico e per la variazione di temperatura:

$$q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

L'unità di misura del calore, e di tutte le altre forme di energia, è il **joule** (J); il calore specifico dell'acqua vale 4,184 J/(g·°C)

Summing-up

The term **system** identifies a portion of space that represents the object of study, while the **environment** is all that surrounds the system: the set of system and environment constitutes the **universe**.

A system which allows exchanges of matter and energy with the environment is defined as *open*, a system which only allows energy to be exchanged with the environment is defined as *closed*, and finally, a system which permits neither the exchange of matter nor energy with the environment is defined as *isolated*.

Thermal energy is a form of kinetic energy at the particle level, associated with the incessant movement of the atoms or molecules constituting a system.

Chemical energy is a form of potential energy at the particle level, associated with electrical interactions that are established between the particles constituting a system.

The combination of thermal and chemical energy is the store of **internal energy** of a system. The internal energy depends not only on the type, but also on the number of particles and is therefore an *extensive quantity*.

All the transformations of matter are accompanied by **energy transformations**. For chemical reactions, and more generally for all the transformations of matter, the *principle of the conservation of energy* applies: the total energy of the universe remains constant.

A transformation that leads to the final system possessing less chemical energy in total than the initial system is termed an *exoenergetic process*; surplus chemical energy is lost to the system environment in the form of thermal energy, electrical energy, light, etc.

A transformation that leads to the final system possessing more chemical energy in total than the initial system is termed an *endoenergetic process*; the system absorbs energy, in the form of thermal energy, electrical energy, light, etc., and turns it into chemical energy.

When the energy exchanged with the environment is thermal energy one talks of *exothermic* and *endothermic processes*.

To measure the heat released or acquired in the course of chemical reactions (**reaction heat**) special equipment called *calorimeters* are used. The heat absorbed by the calorimeter is calculated by multiplying the mass of water by the specific heat and the temperature change:

$$q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

The unit of measurement of heat, and all other forms of energy is the **joule** (J), the specific heat of water is 4.184J / (g · °C)

Per calcolare la quantità di calore liberato nelle reazioni di combustione, si fa comunemente riferimento al **potere calorifico**, che esprime la quantità di calore che si ottiene per combustione completa di 1 kg o di 1 m³ di combustibile.

Le sostanze presenti negli alimenti che possono fornire energia per la vita degli esseri umani (e degli animali) sono i *glucidi* (o carboidrati), i *lipidi* (o grassi) e i *protidi* (o proteine). L'energia chimica immagazzinata negli alimenti proviene, direttamente o indirettamente, dal Sole (*fotosintesi clorofilliana*) e viene resa disponibile attraverso il complesso processo noto come *combustione cellulare*.

Quando in una reazione chimica che avviene a pressione costante l'energia chimica si trasforma in energia termica, il calore di reazione coincide con la variazione di una grandezza di stato che si chiama **entalpia (H)**.

La variazione di entalpia del sistema a seguito di una reazione si ottiene dalla differenza algebrica tra entalpia dei prodotti e entalpia dei reagenti:

$$\Delta H = H_{\text{prodotti}} - H_{\text{reagenti}}$$

Il bilancio tra l'energia necessaria per rompere i legami nei reagenti e quella ceduta per formare i nuovi legami nei prodotti dà il bilancio totale della reazione.

Nelle reazioni endotermiche la variazione di entalpia del sistema è sempre positiva: cioè ΔH è maggiore di zero.

$$\Delta H > 0$$

Nelle reazioni esotermiche la variazione di entalpia del sistema è sempre negativa: cioè ΔH è minore di zero.

$$\Delta H < 0$$

L'**entalpia standard di formazione (ΔH_f°)** di ogni composto corrisponde al valore di ΔH della reazione di formazione di una mole di sostanza a partire dagli elementi nel loro stato standard.

La **legge di Hess** afferma che se l'equazione di una data reazione equivale alla somma algebrica delle equazioni di due o più reazioni, il calore liberato o assorbito dalla reazione complessiva è dato dalla somma algebrica dei calori di reazione dei singoli processi.

L'energia indispensabile per le attività umane proviene prevalentemente da reazioni chimiche, le reazioni di combustione dei **combustibili fossili** (carbone, petrolio e gas naturale). Questi rappresentano **fonti di energia non rinnovabili**, dato che le riserve di questi materiali sono destinate a esaurirsi. Anche i minerali di uranio, utilizzati per produrre energia nelle centrali elettronucleari, sono fonti esauribili.

Le reazioni di combustione dei combustibili fossili sono peraltro responsabili di gravi danni alla salute e all'ambiente: inquinamento atmosferico, piogge acide e effetto serra sono alcuni effetti particolarmente allarmanti.

To calculate the amount of heat released in combustion reactions, the **calorific value** is normally made reference to, which expresses the amount of heat you get for the complete combustion of 1kg or 1m³ of fuel.

The substances in foods that can provide energy for the life of human beings (and animals) are *glucides* (or carbohydrates), *lipids* (or fats) and *protides* (or proteins).

The chemical energy stored in food comes, directly or indirectly, from the sun (*photosynthesis*) and is made available through the complex processes known as *combustion cells*.

When a chemical reaction takes place at constant pressure, chemical energy is transformed into heat energy and the reaction heat coincides with the change of the quantity of state called **enthalpy (H)**.

The change in enthalpy of a system as a result of a reaction is obtained from the algebraic difference between the enthalpy of the products and the enthalpy of the reactants:

$$\Delta H = H_{\text{products}} - H_{\text{reactants}}$$

The balance between the energy needed to break the bonds in the reagents and that lost in forming new bonds in the products of the reaction gives the total balance for the reaction.

In endothermic reactions the enthalpy change of the system is always positive: that is ΔH is greater than zero.

$$\Delta H > 0$$

In exothermic reactions the enthalpy change of the system is always negative: that is ΔH is less than zero.

$$\Delta H < 0$$

The **standard enthalpy of formation (ΔH_f°)** of each compound corresponds to the value of ΔH in the formation reaction of one mole of substance from elements in their standard state.

Hess's law states that, if the equation of a given reaction is the sum of algebraic equations for two or more reactions, the heat released or absorbed by the overall reaction is given by the sum of the reaction heats of the individual processes.

The energy needed for human activities comes mainly from chemical reactions, the combustion reactions from **fossil fuels** (coal, oil and natural gas). These are **non-renewable sources of energy**, since the reserves of these materials are destined to run out. Even uranium used to produce energy in nuclear power stations comes from exhaustible sources.

The reactions involving the burning of fossil fuels are also responsible for serious damage to health and the environment: some particularly alarming effects are air pollution, acid rain and the greenhouse effect.

Si stanno sviluppando sempre più modi alternativi di produzione di energia: particolarmente importanti sono quelli che utilizzano **fonti di energia rinnovabili**, così chiamate perché traggono direttamente la loro energia da fenomeni naturali (energia idroelettrica, energia solare, energia eolica, energia geotermica e altre ancora).

Alternative methods of energy production are constantly under development: especially important are those that use **renewable sources of energy**, so called because they derive their energy directly from natural phenomena (hydropower, solar, wind, geothermal and others).