

Bioenergetica

Termodinamica dei sistemi viventi

Perché gli animali si nutrono?



Sistemi termodinamici

Con il termine **sistema** s'intende l'oggetto di studio.

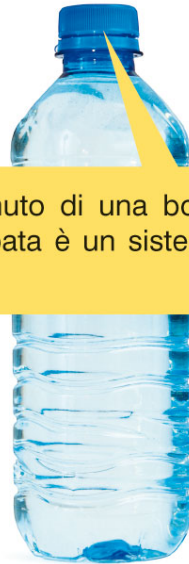
Tutto ciò che circonda il sistema costituisce l'**ambiente**

In termodinamica: sistema + ambiente = **universo**

Una compressa effervescente che si scioglie in un bicchiere d'acqua è un sistema aperto.



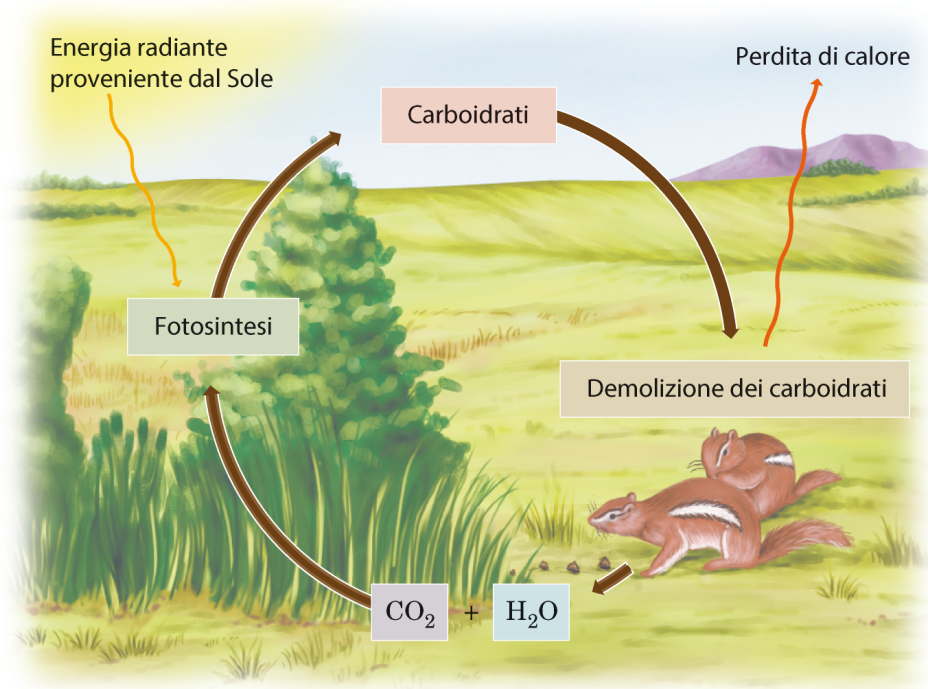
Il contenuto di una bottiglia tappata è un sistema chiuso.



Il contenuto di un thermos è un sistema isolato.



La biosfera: cicli di materia e flussi di energia



- Gli organismi sono **sistemi aperti**, non all'**equilibrio**, che scambiano costantemente **materia** ed **energia** con l'**ambiente** circostante.
- In un sistema isolato, l'**energia** si conserva e può presentarsi in **forme** differenti (primo principio). Nei processi di trasformazione, parte dell'energia tende a disperdersi in modo disordinato e non più disponibile per compiere lavoro (secondo principio).

ENERGIA

L'energia misura l'attitudine di un sistema a **compiere lavoro**.

L'unità di misura dell'energia è il ***joule (J)***.

Il lavoro necessario per muovere un oggetto di una certa distanza (spostamento) contro una forza resistente si calcola moltiplicando la forza per lo spostamento:

$$L = \text{forza} \times \text{spostamento} \quad (1 \text{ J} = 1 \text{ newton m} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2})$$

Un joule è il lavoro svolto esercitando la forza di un newton per una distanza di un metro. (circa pari a quello necessario per sollevare da terra un oggetto di 102 grammi per un metro).

Un'unità alternativa, non SI, è la ***caloria (cal)***.

Una caloria è la quantità di energia necessaria a scaldare un grammo di acqua da 14,5 a 15,5 °C alla pressione di 1 atm.

$$\mathbf{1 \text{ cal} = 4,184 \text{ joule.}}$$

Primo e secondo principio della termodinamica: le regole del gioco dell'universo

Il primo principio della termodinamica afferma che in un sistema isolato l'energia può essere convertita da una forma all'altra, ma non può essere né creata né distrutta.

Primo vincolo imposto dalla natura alle trasformazioni
Possono verificarsi soltanto quei cambiamenti che lasciano inalterata l'energia totale dell'universo. Sono cioè impossibili eventi capaci di alterare la quantità totale di energia dell'universo. L'energia è costante.

Il secondo principio della termodinamica afferma che in un sistema isolato l'energia tende a disperdersi in modo disordinato aumentando la sua entropia fino ad un valore oltre il quale non sono più possibili trasformazioni.

Secondo vincolo imposto dalla natura alle trasformazioni:
Nessun evento può portare come bilancio netto ad un aumento dell'ordine dell'universo. Sono cioè impossibili eventi capaci di aumentare il grado di ordine dell'energia dell'universo. L'S aumenta.

ENERGIA INTERNA

L'**energia interna (U)** di un sistema è una grandezza estensiva che corrisponde alla somma dell'**energia cinetica** e dell'**energia potenziale** di tutte le particelle che lo compongono.

L'energia interna, **U**, misura la **capacità di un sistema di compiere lavoro**.

In base al primo principio della termodinamica, la variazione di energia interna ΔU di un sistema può essere scritta come:

$$\Delta U = Q + L$$

*N.B. In condizioni di T e P costanti e in assenza di lavoro espansivo, **U = H***

Primo principio e sistemi viventi

Il primo principio della termodinamica, $\Delta U = Q + L$, può essere applicato a qualunque sistema, quindi anche ad un organismo, che è un **sistema aperto** in quanto “deve” scambiare energia e materia con l’ambiente circostante.

Quando un organismo svolge una qualsiasi attività (camminare, correre, saltare, volare, ecc.), svolge un lavoro sull’ambiente che fa diminuire l’energia interna del suo corpo (-L). Le attività che un animale svolge producono anche energia termica che andrebbe ad aumentare pericolosamente la temperatura del suo corpo, se non fosse continuamente ceduta all’esterno sotto forma di calore (-Q). Anche la perdita di calore determina una riduzione dell’energia interna dell’organismo: $\Delta U = -Q - L < 0$

Pertanto, per ripristinare la propria capacità di compiere lavoro, in qualche modo, un essere vivente deve assorbire energia dall’ambiente. Va subito detto che l’organismo non assorbe energia “biologicamente utile” né sotto forma di calore né di lavoro. In effetti, nelle giornate molto calde, in cui il corpo dell’animale riceve calore dall’esterno, questo calore non può essere utilizzato per le attività biologiche. Né si può trasferire energia “biologicamente utile” sollevando l’animale ad una certa altezza dal suolo, compiendo quindi su di esso un lavoro meccanico.

■ Perché gli animali si nutrono

L'alimentazione permette a un organismo di reintegrare l'energia che utilizza nello svolgimento delle proprie funzioni vitali.

L'energia viene fornita dalle **reazioni chimiche** di ossidazione delle molecole alimentari, che avvengono in ciascuna cellula dell'animale.

Gli animali sono organismi **eterotrofi**, cioè si procurano il nutrimento alimentandosi di altri organismi o semplicemente di sostanza organica.

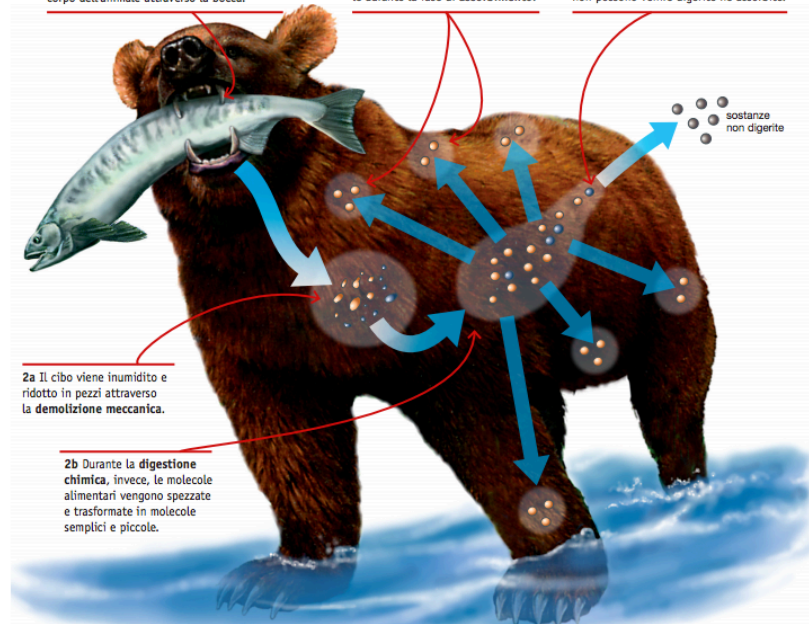
Le cellule sono in grado di ottenere energia partendo da molecole diverse, come zuccheri semplici, grassi e amminoacidi. Queste sono tutte molecole di piccole dimensioni, che la cellula assorbe e che rappresentano quindi i singoli «mattoni» (i *monomeri*) nei quali il cibo deve essere scomposto.

Nella serie di trasformazioni che il cibo subisce all'interno del corpo di un animale sono individuabili quattro fasi fondamentali: ingestione, digestione (suddivisa in *demolizione meccanica* e *digestione chimica*), assorbimento, eliminazione.

1 La prima fase dell'alimentazione consiste nell'**ingestione**, cioè nell'ingresso del cibo nel corpo dell'animale attraverso la bocca.

3 Le molecole semplici provenienti dalla digestione entrano nelle cellule durante la fase di **assorbimento**.

4 Nell'ultima fase, l'**eliminazione**, vengono espulse dal corpo le sostanze che non possono venire digerite né assorbite.



2a Il cibo viene inumidito e ridotto in pezzi attraverso la **demolizione meccanica**.

2b Durante la **digestione chimica**, invece, le molecole alimentari vengono spezzate e trasformate in molecole semplici e piccole.

La fonte di energia, che permette di ripristinare l'energia interna persa con il lavoro (-L) o con il calore (-Q), proviene dall'**alimentazione**; quando un animale mangia, recupera parte dell'energia chimica immagazzinata negli alimenti per aumentare la propria energia interna e mantenerla costante.

L'insieme delle reazioni biochimiche che avvengono nel corpo dei sistemi viventi, e che permette di estrarre energia biologicamente utile dalle molecole alimentari, prende il nome di **metabolismo**.