

# Termodynamika a živé organismy

**Termodynamika živých organismů** zkoumá jejich biologické procesy z hlediska termodynamiky. S využitím principů klasické a statistické termodynamiky můžeme popsat termodynamické děje probíhající ve složitých orgánech, jako jsou plíce nebo srdce, až po jednotlivé reakce enzymů a bílkovin. Pomocí termodynamických principů lze také pochopit molekulární mechanismy celé řady biologických funkcí, jako je enzymatická katalýza, buněčná signalizace, buněčné dýchání či fotosyntéza.

## Živé systémy a termodynamické věty

### První termodynamický princip

První termodynamický princip říká, že přírůstek vnitřní energie soustavy je roven součtu dodané mechanické práce a přivedeného tepla. Prvními, kdo ověřili platnost tohoto principu v živých systémech, byli páni Antoine Lavoisier a Pierre-Simon Laplace. Do kalorimetru, který byl v nádobě se sněhem, umístili morče a změřili množství rozpuštěného sněhu v podobě objemu vody, kterou zachytili ve spodní části kalorimetru. Dále změřili množství spotřebovaného oxidu uhličitého, ekvivalentně pomocí množství kyslíku, které zvíře spotřebovalo. Podobně určili množství tepla a oxidu uhličitého, které vzniká při hoření svíčky. Výsledky byly skoro stejné, což prokazuje na ekvivalentnost chemické energie, která se uvolňuje v organismu během metabolismu, a tepelné energie, kterou organismus uvolňuje do okolního prostředí.

Metoda Lavoisiera a Laplace, která byla pojmenovaná metodou nepřímé kalorimetrie, se zakládá na tom, že normální spotřebování kyslíku a uvolňování oxidu uhličitého v organismu homoitermního (teplokrevného) živočicha těsně souvisí s množstvím tepla, které vyprodukuje.

### Druhý termodynamický princip

Druhá věta termodynamická axiomatically zavádí stavovou funkci  $S$  zvanou entropie a určuje přirozený vývoj všech termodynamických procesů. Podle daného principu by neuspořádanost termodynamického systému teoreticky měla růst, dokud nedosáhne maximální hodnoty. Když se však podíváme do živých soustav, tak zjistíme, že maximální hodnota entropie je vzácná a někdy je dokonce patrně její snižování. Patrně to odporuje druhé termodynamické větě, což vede k podezření její neplatnosti v živých systémech.

Ve skutečnosti je to podmíněno tím, že se entropie otevřeného termodynamického systému, jakým je živý organismus, může měnit zásahy dvou druhů:

- změna entropie v důsledku vnitřních nevratných změn  $dS_i$ , která může být podle 2. termodynamické věty kladná nebo nulová,
- změna entropie podmíněná interakcí s vnějším prostředím  $dS_e$ , která může nabývat jakýchkoliv hodnot: kladných, záporných a nulových.

Charakteristické pro živé soustavy je to, že většinu interakcí s vnějším prostředím jsou schopny kontrolovat a regulovat samy, např. enzymatickou aktivitou, a tím negativně ovlivňovat růst entropie. Dalším specifickým je stacionární stav, při kterém  $dS_i = -dS_e$ , tj.  $dS=0$ , kde hlavním rozdílem od rovnovážného stavu je fakt, že  $S$  nenabývá maximálních hodnot. Schopnost živých organismů udržovat stacionární stav se nazývá autostabilizace.

Živé organismy jsou z hlediska termodynamiky otevřené systémy vzdálené od termodynamické rovnováhy, které jsou regulovány a řízeny. Exaktní termodynamická teorie takových systémů nebyla dosud vytvořena.

## Definice života

Podle termodynamických principů je život definován jako proces nebo systém, jehož směr vývoje je protikladný směrům ostatních, "neživých" objektů ve vesmíru a má tendenci zmenšovat vlastní entropii.

## Odkazy

### Související články

- Entropie
- Termodynamické věty
- Termodynamický systém

### Externí odkazy

- WIKIPEDIA,. *Calorimeter* [online]. [cit. 2013-10-21]. <<https://en.wikipedia.org/wiki/Calorimeter>>.

## Použitá literatura

- ANTONOV, V. F. a A. V. KORŽUJEV, et al. *Fyzika a biofyzika. Kurz přednášek pro studenty lékařských fakult.* 1. vydání. Moskva : GEOTAR-MED, 2004. 192 s. ISBN 80-201-0046-6.
- OPRITOV, V. A.. *Entropie biosystémů* [online]. [cit. 2013-10-21]. <<http://cih.ru/a1/f69.html>>.