

10. Energie a její transformace

Energie je nejdůležitější vlastností hmoty a záření. Je obsažena v každém kousku hmoty i ve světelném paprsku. Je ve vesmíru a všude kolem nás. S energií se setkáváme na každém kroku. Chemická energie ve svalech člověka umožňuje jeho pohyb. Teplo našeho těla je pohybová energie molekul, z nichž je složeno. V našem těle probíhá mnoho změn poháněných energií. Potřebnou energii přijímá náš organismus v potravě. Bez energie je dále nemyslitelná doprava, zemědělství, průmysl, vytápění, energetické spotřebiče apod. Kromě toho energetické spotřebiče nejenže potřebují energii, aby nám sloužily, ale už k jejich samotné výrobě je zapotřebí energie.

10.1 Energie

Energie je slovo vytvořené v polovině 19. století z řeckého „energeia“ (tzn. vůle, síla či schopnost k činům). Je to skalární fyzikální veličina, která je charakterizována schopností fyzikální soustavy konat práci. Energií lze též definovat jako veličinu charakterizující stav určité soustavy. Kromě energie patří ke stavovým veličinám také rychlost, výška tělesa nad nulovým potenciálem, teplota, tlak, hustota, entropie a měrná tepelná kapacita. Jednotkou energie je 1 joule [J].

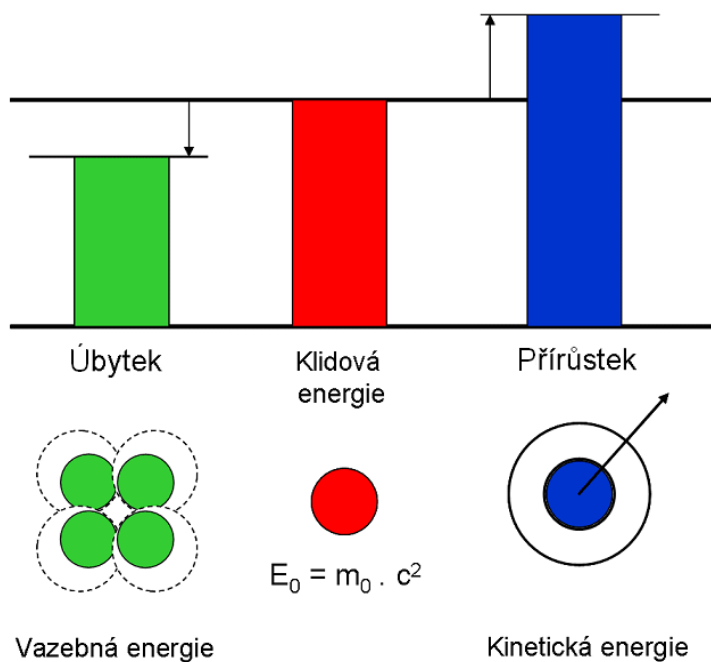
Energie je skalární fyzikální veličina charakterizující stav určité soustavy a vyznačující se schopností soustavy konat práci.

Každá hmota v klidu obsahuje klidovou energii E_0 [J], která je definována Einsteinovou rovnicí:

$$E_0 = m_0 \cdot c^2, \quad (10.1)$$

kde m_0 [kg] je klidová hmotnost a c [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$] – rychlost šíření světla ($c \cong 3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$).

Klidovou energii hmotného tělesa E_0 lze zvětšit (např. zahřátím tělesa nebo uvedením tělesa do pohybu) nebo zmenšit (např. jadernou reakcí). Tyto změny jsou znázorněny v obr. 10.1.



Obr. 10.1: Změna klidové energie hmotné látky

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky



10.2 Druhy energií

Celková energie v izolované soustavě je dána součtem jednotlivých druhů energií. Mezi nejčastější druhy energie patří energie:

- mechanická
- tepelná
- vnější
- chemická
- elektrická
- jaderná
- zářivá

10.2.1 Mechanická energie

Mechanická energie se vyskytuje ve dvou formách – ve formě kinetické a potenciální energie. Kinetická (též pohybová) energie E_k je charakterizována pohybem tělesa. Při posuvném pohybu tělesa o hmotnosti m rychlostí v je kinetická energie dána rovnicí:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 . \quad (10.2)$$

Kinetická energie tuhého tělesa otáčejícího se kolem osy úhlovou rychlostí ω s momentem setrvačnosti tělesa J k ose otáčení je dána vztahem:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot J \cdot \omega^2 . \quad (10.3)$$

Potenciální energie E_p tělesa se vyskytuje ve dvou typech. Prvním typem je tíhová potenciální energie tělesa v silovém poli Země:

$$E_p = m \cdot g \cdot h , \quad (10.4)$$

kde h je výška nad úrovní, pro kterou je potenciální energie nulová (obvykle zemský povrch). Druhým typem potenciální energie je potenciální energie pružnosti u pružných těles schopných deformace. V tomto případě je potenciální energie dána vztahem:

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot k \cdot y^2 , \quad (10.5)$$

kde k [$\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$] je tuhost a y [m] – výchylka z rovnovážné polohy.

Celková mechanická energie E_m je dána součtem kinetické a potenciální energie:

$$E_m = E_k + E_p . \quad (10.6)$$

V izolované mechanické soustavě platí zákon zachování mechanické energie, kdy při mechanickém ději zůstává konstantní celková mechanická energie izolované soustavy a tím i součet kinetické a potenciální energie:

$$E_m = E_k + E_p = \text{konst.} . \quad (10.7)$$

10.2.2 Tepelná energie

Tepelná energie jako stavová veličina musí být chápána pouze jako energie vnitřní U . Je definována součinem hmotnosti m , měrného tepla c [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$] (v případě plynů měrného tepla při stálém objemu c_v) a termodynamické teploty T [K]:

$$U = m \cdot c \cdot T . \quad (10.8)$$

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



10.2.3 Vnější energie

Vnější energie E_v se definuje pro stlačitelné látky, kterými jsou zejména plyny a páry, a je dána součinem tlaku p a objemu V :

$$E_v = p \cdot V. \quad (10.9)$$

U kapalin bývá měrný objem (i hustota ρ) v relativně velkém rozsahu tlaků konstantní, proto se zde přímo nehovoří o vnější energii, ale používá se pojem tlaková energie E_p , která je dána rovnicí:

$$E_p = m \cdot \frac{p}{\rho}. \quad (10.10)$$

U pevných látek se vnější energie přímo nedefinuje. Obdobný druh energie si lze představit např. pružnou deformací tělesa, v němž se zvyšuje mechanické napětí, zmenšuje se objem apod.

Pozn.: Součtem vnější a vnitřní energie je definována tzv. entalpie.

10.2.4 Chemická energie

Chemická energie se uvolňuje nebo absorbuje při chemických reakcích, při kterých dochází k přeskupování atomů. Při chemických reakcích mezi sebou reagují atomy s kladným nebo záporným elektrickým nábojem. Chemické síly jsou potom elektrické povahy a uvolněná chemická energie je rovna práci vykonané těmito elektrickými silami. Chemickou energii lze tedy chápat jako část energie transformující se na jiné druhy energie při uvažovaných chemických reakcích.

U paliv bývá chemická energie popsána výhřevností. Výhřevnost lze definovat jako maximální množství uvolněného tepla, které lze využít, pokud vodní pára nekondenzuje. Potom chemická energie je dána vztahem:

$$E_{ch} = m \cdot Q_i, \quad (10.11)$$

kde Q_i [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$] je výhřevnost.

10.2.5 Elektrická energie

Elektrická energie je energie elektrostatického a magnetického pole, které vzniká v okolí pohybujících se nábojů.

10.2.6 Jaderná energie

Jaderná energie se uvolňuje při jaderných reakcích v důsledku změn vazebních sil v jádře atomu. Množství uvolněné energie je úměrné úbytku hmotnosti. K uvolnění energie dochází při štěpení velmi těžších jader na lehčí nebo při slučování velmi lehkých jader na těžší.

10.2.7 Zářivá energie

Zářivá energie je energie elektromagnetického záření, které se uvolňuje ze zářícího tělesa při emisi kvant záření. Projevuje se jako elektromagnetické vlny různých délek. Zářivá energie je definována rovnicí:

$$E_z = h \cdot f, \quad (10.12)$$

kde $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}$ je tzv. Planckova konstanta a f [Hz] – frekvence záření.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

10.3 Transformace energie

Jednotlivé druhy energií se mohou za určitých podmínek vzájemně přeměňovat. Tyto přeměny se nazývají transformacemi energie. Při transformacích energie nedochází k energetickým ztrátám a zůstává v platnosti zákon zachování energie. S transformací energie souvisí pojmy exergie a anergie.

Exergie je ta část energie, která je schopna za daných podmínek (jsou zpravidla určeny stavem okolí) další transformace.

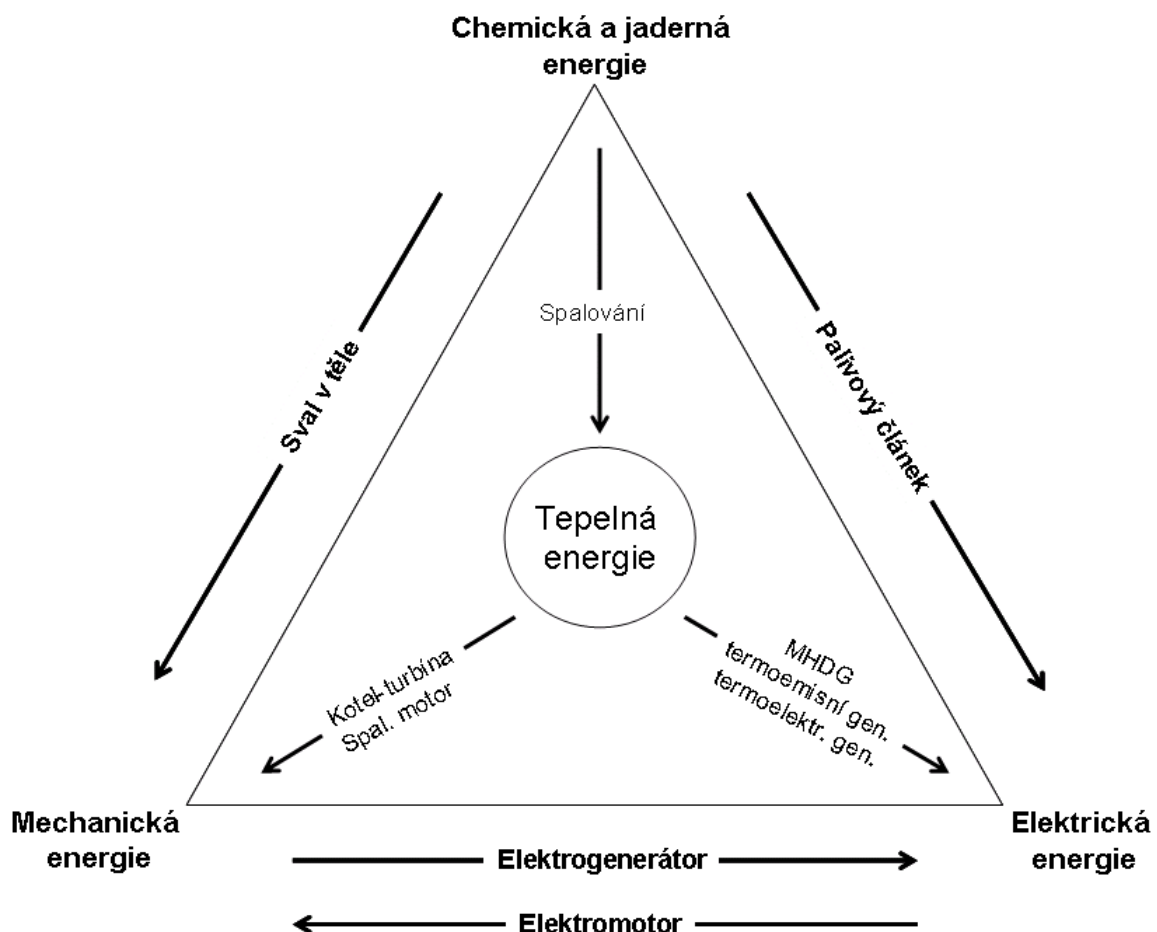
Anergie je ta část energie, která není schopna za daných podmínek transformace na jiný druh energie.

Exergie je transformovatelná část energie. Anergie je netransformovatelná část energie.

Z výše uvedených definic je zřejmé, že součet exergie a anergie zůstává konstantní při všech procesech. Kromě toho nelze přeměnit anergii na exergii.

Za 100 %-ní anergii je považována entalpie okolí (venkovního vzduchu) a těch systémů, které jsou s okolím v rovnováze. Entalpie systému, který má teplotu nebo tlak vyšší než je stav okolí, je zčásti exergií a zčásti anergií. Chemická energie se uvažuje s exergií 95 %. Jaderná energie je téměř 100 %-ní exergií. Zářivá, mechanická a elektrická energie jsou považovány za 100 %-ní exergii.

Nejdůležitější případy transformací jednotlivých druhů energie jsou znázorněny na obr. 10.2.



Obr. 10.2: Diagram transformací energií

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky



10.4 Testové otázky ke kapitole 10

1. Definiujte pojem energie.
2. Co je to klidová energie? Uveďte dále její definiční vztah včetně významu a jednotek jednotlivých veličin.
3. Vyjmenujte druhy energií, s kterými se nejčastěji setkáváme.
4. Definiujte pojmy vnitřní energie, vnější energie a entalpie.
5. Definiujte pojmy exergie a anergie. Vyjmenujte některé případy, kdy se jedná o 100 %-ní anergii, 100 %-ní exergii a kombinaci exergie a anergie.
6. Nakreslete diagram nejčastějších případů transformací energie.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ