

## Vztah mezi energií a hmotností

Podle klasické [dynamiky](#) není mezi [energií](#) tělesa  $E$  a jeho [setrvačnou hmotností](#)  $m_0$  žádný obecně platný vztah. Určité těleso může mít např. různou [kinetickou energii](#), [potenciální energii](#) nebo [vnitřní energii](#) a přitom jeho setrvačná hmotnost zůstává stálá.

Na základě konkrétních příkladů je zřejmé, že v relativistické dynamice souvisí změna energie tělesa se změnou jeho hmotnosti. Uvedeme-li např. těleso o hmotnosti  $m_0$  z [klidu](#) do [pohybu rychlostí](#)  $\vec{v}$ , zvětší se jeho kinetická energie o  $\Delta E_k$ . Vzhledem k tomu, že [relativistická hmotnost](#) závisí na rychlosti, zvětší se současně hmotnost tělesa o  $\Delta m = m - m_0$ .

Albert Einstein obecněji dokázal, že **při každé změně celkové energie soustavy se mění také její hmotnost**, přičemž platí vztah  $\Delta E = \Delta mc^2$ , kde  $\Delta E$  je změna celkové energie soustavy,  $\Delta m$  změna její hmotnosti a  $c$  [velikost rychlosti světla](#) ve [vakuu](#). Tento vztah platí nezávisle na tom, jakým způsobem se mění energie tělesa (změnou jeho rychlosti, jeho [deformací](#), změnou vnitřní energie, ...).

Mezi celkovou energií soustavy  $E$  a hmotností soustavy  $m$  pak platí vztah  $E = mc^2$ . Tato rovnice vyjadřuje **Einsteinův vztah mezi hmotností a energií**.

Uvedený vztah patří mezi nejvýznamnější výsledky speciální teorie relativity. Energie a hmotnost jsou dvě různé [veličiny](#), pomocí uvedeného vztahu jsou však vzájemně spjaté. Při experimentálním ověřování vztahu  $\Delta E = \Delta mc^2$  je třeba prokázat, že se při každé změně energie  $\Delta E$

určitého materiálního objektu jeho hmotnost mění o  $\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}$ . Vzhledem k velké hodnotě rychlosti světla odpovídá dané změně energie  $\Delta E$  makroskopického tělesa obvykle malá změna hmotnosti  $\Delta m$ . V klasické fyzice lze proto hmotnost těles považovat za konstantní a nezávislou na energii. Vztah  $\Delta E = \Delta mc^2$  byl ale ověřen (a je úspěšně používán) v celé řadě [experimentů](#) z oblasti [jaderné fyziky](#). Na využití důsledků plynoucích z tohoto vztahu je založena činnost [jaderného reaktoru](#), jaderná bomba nebo termonukleární bomba a má velký význam v [astrofyzice](#) (původ [sluneční energie](#), energie [hvězd](#), ...).

Je-li [částice](#) nebo těleso vzhledem k dané [vztažné soustavě](#) v klidu, pak energii této částice nebo tělesa nazýváme **klidová energie**  $E_0$ . Mezi klidovou energií  $E_0$  a [klidovou hmotností](#)  $m_0$  platí vztah  $E_0 = m_0 c^2$ . **Celková (relativistická) energie**  $E$  tělesa se pak určí jako součet klidové energie  $E_0$  a kinetické energie  $E_k$ :  $E = E_0 + E_k$ .

Pro celkovou energii soustavy platí **zákon zachování energie**:

**CELKOVÁ ENERGIE IZOLOVANÉ SOUSTAVY ZŮSTÁVÁ PŘI VŠECH DĚJÍCH PROBÍHAJÍCÍCH UVNITŘ SOUSTAVY KONSTANTNÍ.**

V klasické fyzice zákon zachování energie nespojuje se [zákonem zachování hmotnosti](#). Z hlediska klasické fyziky se jedná o dva odlišné [zákony](#). Podle speciální teorie relativity je však mezi těmito zákony úzká souvislost: platí-li totiž pro celkovou hmotnost izolované soustavy  $M = \text{konst.}$ , musí také platit  $M c^2 = E = \text{konst.}$  a naopak. Zákon zachování hmotnosti a zákon zachování energie lze tedy ve speciální teorii relativity považovat za dvě různé formy téhož [fyzikálního zákona](#).

Zákon zachování hmotnosti a energie patří spolu se [zákonem zachování hybnosti](#) mezi nejobecnější fyzikální zákony.