

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 ΔE_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 ΔE je změna celkové energie soustavy, Δm 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 ΔE

určitého materiálního objektu jeho hmotnost mění o $\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}$. Vzhledem k velké hodnotě rychlosti světla odpovídá dané změně energie ΔE makroskopického tělesa obvykle malá změna hmotnosti Δm . 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.