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 $\Delta E = \Delta m c^2$, 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 vztahy jsou však vzájemně spjaty. Při experimentálním ověřování vztahu $\Delta E = \Delta m c^2$ 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 $\Delta E = \Delta m c^2$ 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 nesouvisí 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 $M = konst.$, musí také platit $Mc^2 = E = konst.$ 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.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.