

**12.3. Vzťah medzi mechanickými a tepelnými jednotkami energie.** Zo skúsenosti vieme, že tie isté zmeny, ktorým podliehajú telesá tým, že ich ohrievame (zvýšenie teploty, zmena skupenstva a pod.), možno uskutočniť aj vykonávaním práce. Trením sa napr. styčné plochy telies najčastejšie ohrievajú. Ak treme o seba dva kúsky ľadu, ľad sa topí. Hovorilo sa preto (nie celkom správne, lebo — ako uvidíme hneď ďalej — na otázku, koľko tepla je v nejakom telese, nie vždy možno dať jednoznačnú odpoveď), že vykonávaním práce môže vznikáť teplo, pričom sa množstvo mechanickej energie znižuje. S touto otázkou sa už v rokoch 1842 až 1850 obšírne zaoberal anglický fyzik J. P. Joule a svojimi veľmi starostlivo vykonávanými pokusmi zistil, že ak vykonávanie práce má za následok len ohrievanie telies alebo zmenu ich skupenstva, 1 kilokalória sa získava vykonaním práce 426 kilopondov. Joule napr. ohrieval vodu tým, že ju miešal pomocou lopatiek, ktoré poháňalo klesajúce závažie.

Pretože sme si už v čl. 11.1 uvedomili, že kalória je len jedna z rozličných, v termike zavedených a dodnes používaných jednotiek energie, môžeme napísať  $1 \text{ kcal} = 426 \text{ kpm} = 426 \cdot 9,81 \text{ kgm}^2\text{s}^{-2} = 4\,178,06 \text{ joule}$ . Z novších meraní, ak sa súčasne pre prepočet použije normálne zemské zrýchlenie  $g = 9,806\,65 \text{ ms}^{-2}$ , vyplýva :

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ jouleov J}$$

$$1 \text{ joule} = 0,2389 \text{ kalórií}$$

**12.4. Prvá termodynamická veta.** V mechanike sme sa poučili, že pri pohybe izolovanej sústavy telies napríklad v gravitačnom silovom poli za určitých ideálnych podmienok (na styku dvoch telies nevzniká trenie a pod.) je splnený zákon o zachovaní súčtu všetkých foriem mechanickej energie. Teraz vieme už aj to, že ak na takúto sústavu telies účinkujú určité vplyvy, celková mechanická energia sústavy sa síce znižuje, no súčasne — ako to vyplýva z Jouleových pokusov — vzniká obyčajne teplo, ktoré sa rovná úbytku mechanickej energie sústavy.

Prvá veta termodynamická tento pokusný poznatok zovšeobecňuje a hovorí: *V prírode sa dejú len vzájomné premeny foriem energie, pričom jej celkové množstvo ostáva konštantné.*

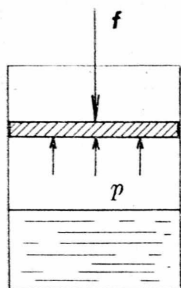
Vzhľadom na jej obsah prvá veta termodynamická sa nazýva aj *princípom energie* alebo aj *zákonom o zachovaní (súčtu všetkých foriem) energie*.

V čase, keď bol tento zákon objavený, t. j. v polovici minulého storočia, robili sa ešte s obľubou pokusy, ktoré smerovali k zostrojeniu ničím nepoháňaného a napriek tomu stále bežiaceho stroja (*perpetuum mobile prvého druhu*), ktorý by bol teda schopný konať prácu sám zo seba bez toho, aby sa v ňom

čokoľvek menilo. K objaveniu zákona o zachovaní energie, prvého a veľmi významného princípu nielen termodynamiky, ale celej fyziky, ba možno povedať aj všetkých ostatných exaktných prírodných vied, podstatne prispeli práve tieto stále bezúspešne opakované pokusy o zostrojenie perpetuum mobile (prvého druhu). Prvá veta termodynamická sa preto dakedy nazýva aj princípom nemožnosti zostrojenia takéhoto stroja.

Pre riešenie konkrétnych fyzikálnych úloh prvú vetu termodynamickú treba vyjadriť pomocou vhodného matematického vzťahu alebo rovnice. Na tento účel sa výborne hodí pojem vnútornej energie telesa alebo sústavy telies.

**12.5. Vnútna energia telesa a sústava látok.** Hovoríme, že od svojho okolia izolované teleso alebo sústava látok je v *termodynamickej rovnováhe*, keď teplota a tlak sú v sústave všade rovnaké a neprebiehajú už v nej nijaké makroskopicky pozorovateľné zmeny, najmä keď sa nemenia množstvá v sústave prítomných fáz.



Obr. 12.1

Každé teleso alebo sústava látok môže energiu zo seba vydávať aj energiu od svojho okolia prijímať, a to v rozličnej forme. Majme na mysli napríklad plyn vo valci s pohyblivým piestom, alebo kvapalinu v rovnováhe s jej nasýtenou parou v podobnom valci (obr. 12.1). Vnútny prierez valca nech je  $q$ . Keď chceme, aby píst nemenil svoju polohu, a vo vnútri sústavy je tlak  $p$ , na píst s prierezom  $q$  musí z vonkajšej strany pôsobiť sila  $f = pq$ . Keď však túto silu napríklad zmenšíme, v ideálnom prípade o ľubovoľne malú hodnotu —  $df$ , pôsobením tlaku  $p$  vyvíjaného sústavou píst sa začne pohybovať proti smeru tejto sily. Pri posunutí piesta o dĺžku  $dx$  vykoná sústava vo valci proti vonkajšej sile prácu (*objemová*)  $dL = qp dx = p dV$ , o ktorú bude energia sústavy menšia a súčasne energia jej okolia (napríklad stláčanej ocelevej pružiny) väčšia. V práve opísanom prípade energia odchádza zo sústavy do jej okolia, a to vo forme mechanickej. Keby sme však boli silu  $f$  o niečo zväčšili, pri rovnako veľkej zmene objemu rovnako veľká mechanickej energia by bola prešla v smere opačnom, teda do sústavy z jej okolia. Ešte jednoduchšie ako výmenu mechanickej energie môžeme uskutočniť výmenu energie vo forme tepelnej. Za tým účelom stačí dať teleso alebo sústavu látok do priameho alebo aj nepriameho styku s ľubovoľným iným telesom, ktorého teplota je o niečo menšia alebo väčšia.

Ako už vieme, stav každej sústavy, v ktorej je rovnováha, je úplne určený potrebným počtom stavových veličín, stav sústavy s daným zložením, ktorá sa nachodí v jedinom ohraničenom objeme, dvoma od seba nezávislými