

2.3. Jednotky sily a hmotnosti. Už v úvode sme pripomenuli (čl. 5), že hlavné jednotky odvodených fyzikálnych veličín v každej sústave jednotiek sú už dané ich definíciami a na tom istom mieste sme si uvedomili, že ak chceme, aby vo vzťahoch vyjadrujúcich fyzikálne zákony nevystupovali prebytočné konštanty úmernosti, nemôžeme ani pre všetky — podľa svojej povahy základné — veličiny voliť ich jednotky ľubovoľne. Ak teda chceme, aby vo vyjadrení Newtonovho zákona sily, danom vzorcom (2.2.6, t. j. vzorec 6 z časti 2.2), nevystupovala konštanta úmernosti k , môžeme to dosiahnuť napríklad tak, že za kvantitatívne vyjadrenie sily zvolíme priamo súčin $\mathbf{f} = m\mathbf{a}$, ktorému je sila úmerná, súčin hmotnosti telesa, na ktoré sila pôsobí, a zrýchlenia, ktoré mu udeľuje. Tým však sila, ktorá podľa svojho významu je fyzikálnou veličinou základnou, nadobúda charakter veličiny odvodennej a Newtonov zákon sily dostáva jednoduchší tvar

$$\mathbf{f} = m\mathbf{a} \quad (1)$$

Budeme ho používať v tomto tvare.

V sústave SI základnou jednotkou hmotnosti je 1 kg, hlavnou jednotkou zrýchlenia je 1 ms^{-2} . Hlavnou jednotkou sily je preto sila, ktorá telesu hmotnosti 1 kg udeľuje zrýchlenie 1 ms^{-2} ; nazýva sa newton (N). Rozmer sily je $[f] = \text{KMS}^{-2}$.

Zo vzorca (2.2.5) však vyplýva, že správny je aj vzťah

$$m = \frac{1}{k} \frac{F}{a} = k' \frac{F}{a}$$

Slovami: Hmotnosť telies je úmerná podielu absolútnej hodnoty sily, ktorá na teleso (hmotný bod) pôsobí, a absolútnej hodnoty zrýchlenia, ktoré mu sila udeľuje. Aby sme odstránili konštantu úmernosti k zo vzťahov (2.2.5) a (2.2.6), môžeme namiesto jednotky hmotnosti ľubovoľne zvoliť jednotku sily a hmotnosť telies vyjadrovať podielom $G = F/a$. Hlavnou jednotkou hmotnosti ako formálne odvodennej veličiny je potom hmotnosť telesa, ktorému zvolená jednotka sily udeľuje jednotkové zrýchlenie.

Okrem sústavy SI sa vo fyzike dnes ešte stále používajú aj rôzne trojjednotkové *gram-centimeter-sekundové sústavy* (sústavy CGS), v ktorých všetky elektrické a magnetické veličiny, teda aj elektrický prúd a elektrický náboj, majú odvodené jednotky. Vo všetkých CGS-sústavách ľubovoľne volenými jednotkami sú $1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$ ako jednotka dĺžky, $1 \text{ g} = 0,001 \text{ kg}$ ako jednotka hmotnosti a 1 s ako jednotka času. Vo všetkých týchto sústavách základnou jednotkou sily je preto sila, ktorá telesu hmotnosti 1 g udeľuje zrýchlenie 1 cms^{-2} . Nazýva sa 1 dyn:

$$1 \text{ newton} = 1 \text{ kg ms}^{-2} = 1\,000 \text{ g} \cdot 100 \text{ cms}^{-2} = 10^5 \text{ dyn}$$

Tiaž telesa hmotnosti m v mieste, kde zrýchlenie voľného pádu telies je g , je $G = mg$, keď písmeno G používame teraz už na označenie sily ako fyzikálnej veličiny v zmysle vzorca (2.3.1). Podiel $E = G/m$ má význam absolútnej hodnoty sily pôsobiacej na teleso jednotkovej hmotnosti v silovom poli zemskom a nazýva sa intenzitou tohto silového poľa. Z posledných dvoch vzťahov dostávame: $E = G/m = g$: *Intenzita zemského silového poľa sa rovná zrýchleniu voľného padania telies na príslušnom mieste.* Pretože intenzita zemského silového poľa — ak ani neprizeráme na miestne nepravidelnosti — sa mení so zemepisnou šírkou a s nadmorskou výškou, tiaž telies nie je v okolí našej Zeme konštantná. Na zemskom povrchu je najmenšia na rovníku a najväčšia na pólach (pozri čl. 2.15). Rozdiely nepresahujú však 0,5 %, takže tiaž telies, aj keď ich prenášame na veľké vzdialenosti, prakticky predsa zostáva konštantná. Zatiaľ však čo hmotnosť telies je od ich polohy celkom nezávislá, tiaž telies túto vlastnosť nemá.

Základná jednotka hmotnosti, sústavy SI, 1 kg a hlavná jednotka sily sústavy MKpS, 1 kp, sú definované pomocou toho istého telesa, prototypu kilogramového závažia. Toto teleso ako normál jednotky hmotnosti je prenosný normál, avšak ako normál sily v dosledku závislosti tiaže telies od ich zemepisnej polohy je neprenosný normál. To je jedna z príčin, pre ktoré — hoci pojem sily je názornejší — sa vo fyzikálnej praxi používajú výlučne sústavy jednotiek založené na jednotke hmotnosti a nie na jednotke sily.

V tejto súvislosti bude dobré pripomenúť, že pri vážení telies pomocou vahadlových váh určujeme ich hmotnosť a nie ich tiaž. Pri vážení pomocou vahadlových váh zisťujeme, koľkokrát je tiaž váženého telesa väčšia ako tiaž nejakého jednotkového závažia. Pretože tiaže telies, podľa vzorca $G = mg$, na tom istom mieste sú úmerné ich hmotnostiam, dostávame súčasne odpoveď na otázku, koľkokrát je hmotnosť váženého telesa väčšia ako hmotnosť jednotkového závažia. Keby sme poznali tiaž závaží na mieste váženia, vážením by sme našli tiaž váženého telesa. Na závažiach je však vyznačená ich hmotnosť a nie ich tiaž na náhodilom mieste váženia. Preto vážením na vahadlových váhach zistený pomer tiaž váženého telesa a závaží, rovnajúci sa pomeru ich hmotností, spolu s hmotnosťou závaží, ktorá je na nich vyznačená, určujú nám hmotnosť váženého telesa, a nie jeho tiaž.

Váhy telies však zisťujeme pomocou váh pružinových, ktoré sú však obvykle omnoho menej presné ako váhy vahadlové.

2.4. Zákon akcie a reakcie. Moment sily vzhľadom na bod. Tretí Newtonov zákon, jeho zákon akcie a reakcie hovorí: *Ak teleso (hmotný bod) A pôsobí na teleso B (hmotný bod) silou $\mathbf{f}_2$ (obr. 2.1), pôsobí teleso B na teleso A silou $\mathbf{f}_1$,*