

zmenách stavu a foriem matérie, lež pri všetkých dejoch vôbec, alebo Newtonov zákon sily, ktorý hovorí, že sila, pôsobiaca na teleso, je úmerná súčinu jeho hmotnosti a zrýchlenia pohybu jeho ťažiska. Úlohou každej exaktnej prírodnej vedy, teda aj fyziky, je dať podľa možnosti každému zákonu kvantitatívny obsah a formu.

Fyzikálnym zákonom s kvantitatívnym obsahom sa zvyčajne dáva tvar matematických vzorcov a rovníc, v ktorých príslušné veličiny vystupujú ako premenné. Meranie fyzikálnych veličín pri objavovaní fyzikálnych zákonov má teda základnú dôležitosť. Meraním získaná hodnota meranej veličiny nie je však všeobecne nikdy totožná s jej skutočnou hodnotou. Na základe spôsobu a výsledku merania s istotou možno len tvrdiť, že skutočná hodnota meranej veličiny  $a$  spĺňa nerovnosti:  $a_1 < a < a_2$ . Výsledok merania tým presnejšie vyjadruje skutočnosť, čím menší je rozdiel  $a_2 - a_1$  v porovnaní s hodnotou meranej veličiny, rovnajúcou sa približne hodnote výrazu  $(a_1 + a_2) : 2$ .

Je teda jasné, že zákonitosti, ku ktorým dochádzame na základe meraní, nevyjadrujú nutne skutočnosť dokonale. Do akej miery sú takto získané matematické vzťahy presným vyjadrením skutočných súvislostí, závisí od technickej dokonalosti použitých prístrojov a pomôcok, od vhodnosti zvolenej metódy a od starostlivosti, s akou meranie bolo vykonané, teda v podstate od súčasného stavu vedy a techniky. Z približného charakteru fyzikálnych zákonov však nijak nevyplýva, že by nemali objektívne platný obsah.

**7. Jednotky dĺžok, plošných obsahov a objemov.** Dnes všeobecne používanou základnou jednotkou dĺžky je meter (m).\*) Aby ju bolo možno hocikedy reprodukovat', rozhodla sa Komisia pre zjednotenie mier a váh, ustanovená francúzskym Národným zhromaždením r. 1791, odvodiť jednotku dĺžky od rozmerov Zeme a za základnú jednotku dĺžky zvolila desaťmilióntinu štvrtiny zemského poludníka. Pre realizáciu tejto dĺžky bola zmeraná časť parížskeho poludníka a podľa výsledkov meraní bol zhotovený prvý model metra (mètre primitif alebo aj mètre des archives). Jeho dĺžka bola vynesená na niekoľko tyčí, zhotovených zo zliatiny platiny a irídia, a za medzinárodne záväznú jednotku dĺžky (*medzinárodný meter*) bola vyhlásená vzdialenosť základných vrypov na tyči označenej písmenom  $M$  pri teplote  $0^\circ\text{C}$ . Tyč (le prototype international du mètre) je uložená v Medzinárodnom úrade pre miery a váhy vo Francii. Dĺžka tyče je 102 cm.

Takéto modely, tvarom i zložením použitej zliatiny celkom podobné modelu

\*) Podľa uznesenia XI. Generálnej konferencie pre váhy a miery z r. 1960 je 1 meter definovaný takto: Meter je dĺžka rovnajúca sa  $1650\,763,73$  násobku vlnovej dĺžky žiarenia šíriaceho sa vo vákuu, ktoré prislúcha prechodu medzi energetickými hladinami  $2p_{10}$  a  $5d_5$  atómu kryptónu 86.

medzinárodného metra a zhotovené s najväčšou starostlivosťou, boli rozoslané do rozličných štátov. Používajú sa ako *metre normálne*. Československý normálny meter je uložený v Štátnom metronomickom ústave v Prahe.

Pri zhotovovaní prvého modelu medzinárodného metra sa predpokladalo, že Zem (presnejšie, plocha všade kolmá na zvislý, olovnícou ukazovaný smer) má presne guľový tvar. Teda ak zemepisné šírky, určené astronomickým pozorovaním pólovej výšky obidvoch koncov zmeranej časti  $s_{12}$  parížskeho poludníka, boli  $\varphi_1$  a  $\varphi_2$ , dĺžka štvrtiny poludníka (zemského kvadrantu) sa počítala podľa vzorca

$$q = s_{12} \frac{90^\circ}{\varphi_2 - \varphi_1}$$

Dnešné geodetické merania sa však vzťahujú na medzinárodný elipsoid referenčný ako idealizovaný tvar Zeme. Kvadrant elipsoidu sovietskeho geodeta F. N. Krasovského, vyplývajúci z meraní vykonaných zväčša na rozsiahlom území Sovietskeho zväzu, meria 10 002 288,3 metrov medzinárodných. *Pravý meter* (meter podľa svojej definície) sa teda rovná 1,000 228 83 metra medzinárodného a meter medzinárodný je  $1 : 1,000\,228\,83 \doteq (1 - 0,0002)$  metra pravého. Podľa toho medzinárodný meter, základ dĺžkových jednotiek, je asi o 0,2 mm kratší než meter pravý.

Na vyjadrovanie dĺžok sa používajú aj násobky a diely metra vytvorené podľa desatinnej sústavy

1 terameter, Tm =  $10^{12}$  m

1 gigameter, Gm =  $10^9$  m

1 megameter, Mm =  $10^6$  m

1 kilometer, km =  $10^3$  m

1 hektometer, hm =  $10^2$  m

1 dekameter, dam = 10 m

1 decimeter, dm =  $10^{-1}$  m = 10 cm

1 centimeter, cm =  $10^{-2}$  m = 10 mm

1 milimeter, mm =  $10^{-3}$  m

1 mikrometer,  $\mu$ m =  $10^{-6}$  m =  $10^{-3}$  mm

1 nanometer, nm =  $10^{-9}$  m =  $10^{-6}$  mm

1 pikometer, pm =  $10^{-12}$  m

Rovnaké predpony a skratky sa používajú pre označovanie násobkov a dielov aj iných fyzikálnych jednotiek.

Pri optických meraniach sa ako jednotka používa angström ( $\text{\AA} \doteq 10^{-8}$  cm), definovaný tak, aby vlnová dĺžka červenej čiary kadmiovej v suchom vzduchu pri teplote  $15^\circ\text{C}$  a tlaku 760 torrov bola 6438,4696  $\text{\AA}$ . Vlnové dĺžky röntgenového svetla sa udávajú v X-jednotkách ( $1\text{ X} \doteq 0,001\text{ \AA} \doteq 10^{-11}$  cm). X-jednotka je určená vzdialenosťou Na' a Cl' iónov v kryštáli kuchynskej soli za normálnych podmienok. Táto vzdialenosť je presne  $d = 2814\text{ X}$ .

V astronómii sa používajú jednotky väčšie:

1. *astronomická jednotka*, veľká polos zemskej dráhy, je  $149,5 \cdot 10^6$  km =  $1,495 \cdot 10^{13}$  cm;

2. *svetelný rok*, dráha svetla za dobu 1 roku,  $9,4627 \cdot 10^{12}$  km =  $= 0,94627 \cdot 10^{18}$  cm = 63 300 jednotiek astronomických;

3. *hviezdna jednotka, parsec*, vzdialenosť, z ktorej sa javí veľká polos zemskej dráhy pod uhlom  $1''$ ,  $1$  parsec =  $30,836 \cdot 10^{12}$  km =  $3,0836 \cdot 10^{18}$  cm =  $= 3,2588$  svetelných rokov.

Jednotkou plošného obsahu je štvorcový meter ( $m^2$ ).

$$1 m^2 = 100 dm^2 = 10\,000 cm^2 = 10^6 mm^2.$$

$$1 km^2 = 100 hm^2 (100 ha) = 10\,000 a = 10^6 m^2.$$

Jednotkou objemu je kubický meter ( $m^3$ ). Inou objemovou jednotkou je liter (l), objem vody najväčšej hustoty (pri teplote  $3,98^\circ C$ ) za tlaku 760 torrov (mm Hg), ktorej hmotnosť je 1 kg (1 liter =  $1,000\,027 dm^3$ ). Príčinou rozdielu je nepresná realizácia telesa s hmotnosťou 1 kg (pozri čl. 10).

**8. Jednotky rovinných a priestorových uhlov.** Prirodzená uhlová jednotka je *radián*, stredový uhol v kružnici, ktorý zodpovedá kruhovému oblúku s dĺžkou, rovnajúcou sa polomeru kružnice. V tejto tzv. *oblúkovej miere* uhol je uhol plný  $2\pi$ , uhol priamy  $\pi$  a pod. Ľubovoľný uhol v miere oblúkovej je určený podielom dĺžky kruhového oblúka (so stredom vo vrchole uhla) a príslušného polomeru.

Praktickou uhlovou jednotkou je stupeň, deväťdesiatina uhla pravého, R.

$$R = 90^\circ, \quad 1^\circ = 60', \quad 1' = 60''$$

Najnovšie sa pri geodetických meraniach používa väčšinou stotinnové delenie uhlov. Jednotka je grad.

$$R = 100g, \quad 1g = 100', \quad 1' = 100''.$$

$$1g = 0,9^\circ = 54', \quad 1' = 0,54' = 32,4''; \quad 1'' = 0,324''$$

Jednotkou priestorového uhla je *sterradián*, priestorový uhol, ktorý z povrchu gule s polomerom  $r$  vytína časť s povrchom  $r^2$ . Hodnotu ľubovoľného priestorového uhla udáva podiel povrchu časti guľovej plochy, zodpovedajúcej priestorovému uhlu, a druhej mocniny polomeru gule,  $\omega = \frac{S}{r^2}$ . Plný priestorový uhol je  $4\pi$ .

**9. Jednotky a meranie času.** Pri meraní času sa stretávame so zvláštnou ťažkosťou, že dva časové úseky, napr. čas od východu do západu Slnka dnes a o mesiac, nemôžeme priamo porovnávať. Za rovnaké preto pokladáme také dva časové úseky, v ktorých ustavične za tých istých podmienok prebiehajúci periodický dej, napr. pohyb kyvadla, vykazuje rovnaký počet opakovaní. Takto sa zistilo, že Zem sa okolo svojej osi otočí za ten istý čas,