

1.5 Fyzikálne veličiny a ich meranie

Pojem fyzikálnej veličiny nie je pre vás nový. V predchádzajúcom štúdiu fyziky ste sa oboznámili s viacerými veličinami, ktoré boli zavedené napr. v mechanike, náuke o elektrine a magnetizme, v optike.

Teraz pojem fyzikálnej veličiny upresníme, vysvetlíme, čo je fyzikálne meranie a rozšírime naše doterajšie poznatky o meracích jednotkách.

Pri pozorovaní telies a javov či už v prírode, v laboratóriu, alebo aj v každodennom živote, si môžeme uvedomiť existenciu rôznych fyzikálnych vlastností, stavov a ich premien. Ich poznávaním a porovnávaním pri rôznych objektoch, dospievame k pojmu **veličina**.



Obr.10 Meranie hrúbky papiera mikrometrom.

Každá veličina má dve charakteristiky – *kvalitatívnu* a *kvantitatívnu*.

Napríklad porovnávaním niektorých kovových súčiastok bicykla môžeme odlišiť oceľ od hliníka, alebo mosadze, na základe ich typických **kvalitatívnych znakov**, napr. farby, tvrdosti, hustoty.

Ako už viete, olovo má väčšiu hustotu, ako meď, meď je zasa tvrdšia, ako olovo. Tieto vlastnosti telies, na rozdiel od ich farby, môžu mať rôznu veľkosť, ktorú môžeme odmerať. Veľkosť je **kvantitatívna charakteristika**.

Pozorované telesá môžu byť v pohybe, alebo sú v pokoji. Hovoríme o **stave** pohybu, alebo pokoja. Prítom napr. rozbiehajúce sa auto zväčšuje svoju rýchlosť. Jeho pohybový stav sa mení. Veľkosť rýchlosti telesa je príkladom kvalitatívnej charakteristiky jeho **stavu** (pokoja, alebo pohybu).



Určili sme hmotnosť a objem dvoch telies - medenej kocky a olovenej guľôčky. Ktorá fyzikálna vlastnosť nám umožní odlišiť meď od olova (objem, tvar, hmotnosť telesa, iná)?

Ktorou veličinou odlíšime stav, v ktorom sa nachádza vypnutý motor auta a) pred štartom, b) po ukončení jazdy?

Fyzikálne veličiny

vyjadrujú fyzikálne vlastnosti, stavy a zmeny hmotných objektov.

Charakterizujeme ich kvalitatívne (vlastnosťou) a kvantitatívne (veľkosťou).

Veľkosť fyzikálnej veličiny určujeme meraním.



Pre fyzikálne veličiny zavádzame *názvy* a označujeme ich malými aj veľkými písmenami slovenskej, alebo gréckej abecedy, tzv. *značkami*. Tie veličiny, ktoré majú rovnaké kvalitatívne vlastnosti, sú **veličiny rovnakého druhu** (napr. rýchlosti $v_1 = 10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a $v_2 = 50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$).

Úloha 1

Urobte prehľad fyzikálnych veličín, ktoré poznáte z predchádzajúceho štúdia fyziky.

Fyzikálna veličina je merateľná, keď existuje spôsob určenia jej veľkosti (obr. 10).



Fyzikálne meranie je porovnávanie veľkosti meranej veličiny s veľkosťou veličiny rovnakého druhu, ktorú sme zvolili za jednotku.

Dohodnutá hodnota veličiny sa nazýva meracia **jednotka**. Veľkosť jednotky môžeme zvoliť ľubovoľne. Konkrétna voľba je ovplyvnená najmä praktickými požiadavkami. Jednotka pre danú fyzikálnu veličinu je vhodne zvolená a čo najpresnejšie určená porovnávacia veličina rovnakého druhu.

Príklad merania fyzikálnej veličiny a vyjadrenia jej hodnoty:

Ak sa rozhodneme určiť **hodnotu dĺžky** l telesa, napr. dosky školskej lavice, môžeme na meranie použiť ľubovoľné pevné teleso, ktorého dĺžku si zvolíme za jednotkovú. Ak na tento účel vyberieme napr. perečník, môžeme **jednotku dĺžky** pomenovať "perečník" a označiť ju "per". Jeho postupným prikladaním na lavicu (meraním) získame údaj – **číselnú hodnotu dĺžky**, napr. 10. Hodnotu dĺžky v zvolenej jednotke vyjadríme zápisom

$$l = 10 \text{ per}$$

Hodnotu X fyzikálnej veličiny určujeme jej číselnou hodnotou $\{X\}$ (veľkosťou - kvantitou) a jednotkou $[X]$ (určujúcou druh veličiny - kvalitu), v tvare

$$X = \{X\} \cdot [X]$$

Úloha 2

Zapíšte symbolicky, že objem telesa má hodnotu 10 metrov kubických

Úloha 3

Určte, ako sa zmení číselná hodnota fyzikálnej veličiny, keď ju vyjadríme v jednotkách

a) k – krát menších, b) k – krát väčších.

**Fyzikálne meranie má takúto postupnosť**

- voľba fyzikálnej veličiny, ktorej veľkosť chceme odmerať,
- porovnávanie veľkosti meranej veličiny s veľkosťou zvolenej jednotky merania,
- vyjadrenie hodnoty meranej veličiny vo zvolených jednotkách.

Úloha 4

Zistite, akú číselnú hodnotu a akú jednotku má podiel dvoch veličín rovnakého druhu (napr. dĺžky), ak sú vyjadrené a) rovnakých jednotkách, napr. $l_1 = 10 \text{ m}$, $l_2 = 2 \text{ m}$, b) rôznych jednotkách, napr. $l_1 = 10 \text{ m}$, $l_2 = 200 \text{ cm}$.

Úloha 5

Pripomente si poznatky o meradlách, ktorými meralme dĺžku (posuvné meradlo, mikrometrické meradlo), čas (hodiny, stopky), hmotnosť (váhy), objem (odmerné nádoby), hustotu (hustomery).

Vo fyzike používame dohodnutý súbor fyzikálnych veličín, ktorý nazývame **sústava fyzikálnych veličín**. V tejto sústave je určitý malý počet tzv. **základných fyzikálnych veličín**. Tie sú prijaté dohodou teda nezávisia od ostatných veličín. Ďalšie veličiny sú odvodené od základných a nazývame ich **odvodené fyzikálne veličiny**.

Príklad zavedenia odvodenej fyzikálnej veličiny:

Ak zoplíme dĺžku a čas za základné veličiny, môžeme odvodiť novú veličinu priemernú rýchlosť v , ako podiel dráhy s (má povahu dĺžky) a príslušného času t , t.j. vzťahom

$$v = \frac{s}{t}$$

Priemerná rýchlosť je odvodená fyzikálna veličina a je definovaná príslušným vzťahom.

Ak rovnicou vyjadríme určitý vzťah medzi fyzikálnymi veličinami za pomoci ich symbolov (písmen), hovoríme o **veličinovej rovnici**. Takéto rovnice nazývame vo fyzike **vzťahy**. Viete napríklad, že mechanickú prácu W , vykonanú silou F na dráhe s , môžeme vyjadriť vzťahom $W = F s$.

Odvodené fyzikálne veličiny určitej sústavy veličín odvodzujeme zo základných veličín pomocou **definičných vzťahov**.

Je definičný vzťah pre priemernú rýchlosť veličinová rovnica?



Každá veličinová rovnica určuje aj vzťah medzi jednotkami príslušných veličín. Napríklad ak v definičnom vzťahu priemernej rýchlosti

$$[v] = \frac{[s]}{[t]}$$

vyjadríme dráhu v metroch (m) a čas v sekundách (s), priemerná rýchlosť bude mať jednotku

$$[v] = \frac{\text{m}}{\text{s}} = \text{m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

Keď vo veličinovej rovnici nahradíme symboly veličín ich jednotkami z tej istej sústavy, získame **jednotkovú rovnicu**.

Z definičných vzťahov tak určíme jednotky odvodených veličín.



Úloha 6

Určte jednotku fyzikálnej veličiny, ktorú nazývame *hustota*.

Sústava fyzikálnych jednotiek

Ľudia sa oddávna zaoberali meraním rôznych veličín. Táto činnosť bola pôvodne založená len na odhade, neskôr začali používať rôzne jednotky. Najprv také, ktoré boli ľahko dosiahnuteľné a praktické. Odvodzovali sa najčastejšie od rozmerov ľudského tela (palec, stopa, lakť, krok, piad', siaha), alebo od rozmerov rôznych, často používaných predmetov (merica, holba, unca). Používanie týchto jednotiek sa líšilo podľa regiónov. Rozvoj medzinárodných hospodárskych, vedecko-technických i kultúrnych vzťahov si vyžiadaval používanie jednotnej, medzinárodne uznávanej sústavy fyzikálnych jednotiek. Voľba jednotiek fyzikálnych veličín je vecou dohody skupiny ich používateľov.

U nás sa od 1.1.1980 používa Medzinárodná sústava jednotiek označovaná SI (skratka francúzskeho názvu *Système International d'Unités*). V sústave SI sú jednotky veličín rozdelené na **základné** a **odvodené**.

Základné jednotky SI

hmotnosť	kg	kilogram
dĺžka	m	meter
čas	s	sekunda
teplota	K	kelvin
prúd	<i>I</i>	ampér
látkové množstvo	<i>mol</i>	mól
svietivosť	<i>cd</i>	kandela

Úplné definície základných jednotiek sú zavedené veľmi presne. S fyzikálnymi javmi a zákonmi, ktoré sa pritom využívajú sa oboznámite neskôr. Preto príslušné definície na tomto mieste neuvádzame. Sú uvedené napr. v Matematických, fyzikálnych a chemických tabuľkách pre stredné školy, SPN Bratislava, 1989

Odvodené jednotky SI

Veličina	Definičný vzťah	Jednotka	Veličina	Definičný vzťah	Jednotka
plošný obsah	$S = a \cdot b$	m^2	sila	$F = g \cdot m$	N (newton)
objem	$V = a \cdot b \cdot c$	m^3	práca	$W = F \cdot s$	J (joule)
hustota	$\rho = m/V$	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	tlak	$p = F/S$	Pa (pascal)
rýchlosť	$v = s/t$	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	výkon	$P = W/t$	W (watt)

Poznámka 1

Všetky odvodené jednotky môžeme vyjadriť pomocou základných jednotiek. Niektoré odvodené jednotky majú pomenovanie podľa významných fyzikov (napr. pre silu *newton* N, pre prácu *joule* J). S odvodenými jednotkami si postupne oboznámite pri štúdiu rôznych častí fyziky.

Medzi odvodené jednotky patria aj

doplnkové jednotky SI

rovinný uhol	rad	radián
priestorový uhol	sr	steradián

V tabuľkách sú uvedené iba dve odvodené veličiny. S ďalšími sa postupne oboznámime.

Tradicia a bežná prax si vyžiadali, že niektoré zaužívané staršie jednotky boli ponechané v platnosti napriek tomu, že nepatria medzi jednotky SI. Väčšinu z nich, ako sú minúta, hodina, deň, hektár, liter, tona, uhlový stupeň, stupeň Celzia, poznáte. O ďalších, menej známych, ako napr. astronomická jednotka, parsek, elektrónvolt, sa dozviete neskôr. Sú to tzv. **vedľajšie jednotky**.

Všetky jednotky zahrnuté do SI sú **zákonné jednotky**.

V praxi používame **násobky a diely základných jednotiek** (napr.: vzdialenosť dvoch miest udávame zvyčajne v kilometroch a nie v metroch). V SI sú zavedené jednotne takto:

Názov	značka	mocnina	násobok
yotta	Y	10^{24}	1 000 000 000 000 000 000 000 000
dzéta	Z	10^{21}	1 000 000 000 000 000 000 000
exa	E	10^{18}	1 000 000 000 000 000 000
peta	P	10^{15}	1 000 000 000 000 000
tera	T	10^{12}	1 000 000 000 000
giga	G	10^9	1 000 000 000
mega	M	10^6	1 000 000
kilo	k	10^3	1 000
hekto	h	10^2	100
deka	da	10^1	10
deci	d	10^{-1}	0,1
centi	c	10^{-2}	0,01
mili	m	10^{-3}	0,001
mikro	μ	10^{-6}	0,000 001
nano	n	10^{-9}	0,000 000 001
piko	p	10^{-12}	0,000 000 000 001
femto	f	10^{-15}	0,000 000 000 000 001
atto	a	10^{-18}	0,000 000 000 000 000 001
zepto	z	10^{-21}	0,000 000 000 000 000 000 001
yokto	y	10^{-24}	0,000 000 000 000 000 000 000 001

Poznámka 2

Zapamätajte si najmä predpony a číselné hodnoty vyznačené tieňovaním.

Úloha 7

Možno poznáte niektoré „staré“ meracie jednotky, ktoré používali naši predkovia na určovanie dĺžky, hmotnosti, objemu, plochy a podobne. Vyhľadajte príslušné informácie a nájdite prevodové vzťahy medzi „starými“ jednotkami a jednotkami SI.

Úloha 8

Prestavte si, že ste sa ocitli na opustenom ostrove. Potrebujete určiť dĺžku, hmotnosť, objem a čas. Navrhните vhodné jednotky, pomocou ktorých to zvládnete (napr. dĺžka jedného kroku je 70 cm).

Otázky a úlohy

1. Rozhodnite, ktoré z pojmov *čas, tvar, objem, farba, tlak, sila, hmota, hmotnosť*, sú fyzikálne veličiny?
2. Ktoré *charakteristiky fyzikálnej veličiny* považujeme za a) *kvalitatívne*, b) *kvantitatívne*?
3. Z ktorých krokov pozostáva *proces fyzikálneho merania*?
4. Na čo slúžia *meracie jednotky*?
5. Vyjadrite všeobecne *hodnotu fyzikálnej veličiny*.
6. Prečo vznikla *medzinárodná sústava jednotiek - SI*?
7. Do ktorých skupín sú rozdelené jednotky SI a ako ich charakterizujeme?
8. Ktoré *veličinové rovnice* nazývame *definičné vzťahy*?
9. Vysvetlite, ktoré jednotky sú a) *zákonné*, b) *vedľajšie*.
10. Ktorými predponami vyjadrujeme *násobky a diely základných jednotiek*?