

Měření délky

Délka je jedna ze základních fyzikálních veličin.

Pojem délka obvykle označuje vzdálenost mezi nejbližším a nejbvzdálenějším bodem (vzhledem k pozorovateli) nebo největší rozměr, nebo se tento pojem také používá k určení vzdálenosti mezi dvěma body prostoru podél zvolné křivky (délka trajektorie, dráha, vlnová délka).

Původně byl metr odvozen od rozměrů Země a 1 metr byl definován jako délka jedné desetimilióntiny zemského kvadrantu (čtvrtiny délky poledníku). V této podobě se stal základem metrické soustavy. Pozdější fyzikální definice odstranily závislost na prototypu tím, že délku metru vyjádřily pomocí fyzikálních konstant. První taková definice byla schválena roku 1960 a zněla: Metr je délka, rovnající se 1 650 763,73 násobku vlnové délky záření šířícího se ve vakuu, které přísluší přechodu mezi energetickými hladinami $2p_{10}$ a $5d_5$ atomu kryptonu 86. Nejnovější definice z roku 1983 svázala délku metru s rychlostí světla ve vakuu. Z toho vyplývá, že zpřesňováním měření času se zpřesňuje také velikost metru, hodnota rychlosti světla ve vakuu je nadále neměnná konstanta.

Metrická soustava vznikla v roce 1790, kdy francouzské Ústavodárné shromáždění pověřilo vědeckou komisi stanovením soustavy jednotek. Komise navrhla stanovit jako základ jednotek délky jednu desetimilióntinu zemského kvadrantu. Měření probíhalo v letech 1792-1799, kdy zeměměřiči Délambre a Méchain měřili délku poledníku mezi Dunkerque a Barcelonou. Vlastní měření úseku dlouhého 1300 km probíhalo v tehdy ve Francii platných peruánských sázích. Dekret z roku 1799 pak na základě měření a předpokladu o zploštění zemského elipsoidu 1:334 stanovil následující údaj:

- $1 \text{ m} = 0,51307407$ železného etalonu toise di Pérou (peruánského sáhu) při 13°R
- $1 \text{ m} = 443,295936$ pařížských čárek

Na základě těchto měření byl nejprve zhotoven mosazný etalon metru a poté etalon platinový, který byl nazván archivní metr. Jeho délka byla platná při teplotě 0°C .

Povinné užívání bylo zavedeno zákonem z roku 1801. Napoleon Bonaparte pak svým dekretem znovu povolil staré jednotky. Zákon z roku 1837 povinnost používat metrickou soustavu opět zavedl od 1. ledna 1840 a od té doby se ve Francii používá dodnes.

Francouzská vláda se snažila metrickou soustavu propagovat na výstavách a konferencích a její popularita zvolna stoupala. 25. května 1875 pak podepsali zástupci 18 zemí tzv. Metrovou konvenci. Ta stanovila založení mezinárodního úřadu měř a vah, spravovaného mezinárodním výborem. Podle původního archivního metru byl vyroben mezinárodní etalon metru (užívaný dodnes) a jeho kopie, které byly vydány do členských států konvence. Etalony metru byly zhotoveny ze slitiny platiny a iridia, mají délku 1020 mm a průřez ve tvaru písmene X. Rakousko obdrželo kopie č. 15 a 19, Uhersko č. 14 tohoto etalonu. V Rakousko-Uhersku byla metrická soustava zavedena od 1. ledna 1876. Všechny etalony byly znovu schváleny 2. dubna 1899 francouzským zákonem.

Metrické soustavy

Na základě definice metru a kilogramu bylo v historii stanoveno několik metrických soustav, lišících se tím, které jednotky byly vzaty za základní

- **CGS** (centimetr-gram-sekunda)
- **MKS**
 - MKSC - Metr-kilogram-sekunda-coulomb
 - MKSA - Metr-kilogram-sekunda-ampér
- soustava **SI**

Základní jednotkou délky je **metr**, jehož standardní značka je **m**.

Definice metru (podle soustavy SI):

metr je délka, kterou urazí světlo ve vakuu za $1/299\,792\,458$ sec

Základní jednotka: metr, zkratka m

Odvozené jednotky:

Pikometr (značka pm) je délková jednotka, 10^{-12} neboli biliontina metru.

př. poloměr atomu hélia je 31 pm

Nanometr (značka nm) je délková jednotka, 10^{-9} neboli 1 miliardtina metru.

př. vzdálenosti atomů v pevných látkách jsou řádově zlomky (typicky čtvrtina) nanometrů.

Mikrometr (značka μm) je délková jednotka, 10^{-6} neboli 1 milióntina metru.

př. kapička mlhy má cca 10 μm .

Milimetr (značka mm) je délková jednotka, 10^{-3} neboli 1 tisícina metru.

př. udávání rozměrů v milimetrech je běžné například ve strojnictví, v milimetrech za určitou dobu se také udává množství srážek v meteorologii - jeden milimetr srážek znamená, že na každý metr čtvereční napršel jeden litr srážek (neboť $1\text{ mm} \times 1\text{ m}^2 = 1\text{ dm}^3 = 1\text{ l}$).

Centimetr (značka cm) je délková jednotka, 10^{-2} neboli 1 setina metru.

př. udávání rozměrů v centimetrech bývalo běžné například ve stavebnictví, zhruba v polovině 20. století se však při vyhotovování stavebních plánů přešlo na milimetry; v centimetrech se také udávají výšky hladin vodních toků.

Decimetr (značka dm) je délková jednotka, 10^{-1} neboli 1 desetina metru

Kilometr (značka km) je délková jednotka, 10^3 neboli 1 tisíc metrů.

Anglo-americké jednotky: palec, stopa, míle, námořní míle

Starší nebo jiné jednotky: palec, sáh, loket, versta, ...

Měřidla: pravítko, metr (tyčový, skládací, svinovací, krejčovský), pásmo, posuvné měřítko, mikrometr, měřidlo s měrným kotoučem, laserové měřidlo

Astronomické jednotky délky

Pro měření vzdáleností ve vesmíru se nepoužívají běžné délkové jednotky. Pro tento účel existují jednotky mnohonásobně větší a tím snadnější na použití. Patří mezi ně:

Astronomická jednotka (AU)

Jedna AU se rovná střední vzdálenosti Země od Slunce. Země je tedy vzdálena od Slunce 1 AU.

Vyjádřeno v metrické soustavě je 1 AU rovna $1,49597892 \times 10^{11}$ m.

Světelný rok (LY)

Jeden světelný rok je vzdálenost, kterou urazí světlo za jeden rok - $9\,460\,730\,472\,580\,800$ m $\approx 9,46 \times 10^{12}$ km (9,461 biliónů kilometrů). Převáděno do metrické soustavy je jeden světelný rok roven $9,461 \times 10^{15}$ metrů (či 1 LY je roven 63 241 AU).

Parsek (pc) - parallax second

Jeden parsek je definován jako vzdálenost, ze které se dlouhá poloosa zemské dráhy (1 AU) jeví pod úhlem 1", což je $3,261630751$ LY. Vyjádřeno v kilometrech, jeden parsec je $3,0857 \times 10^{13}$ km

Některé údaje o velikosti a vzdálenosti těles vesmíru:

průměr Slunce je 1 392 140 km

Jupiteru (největší planeta sluneční soustavy) je 142 984 km

Země je 12 756 km

Titanu (měsíc Saturnu) je 5 150 km

nejblíže vzdálená hvězda od Země (vyjma Slunce)

Proxima Centauri 4,22 LY 39 923 310 mil. km

Kosmická loď letící rychlostí 40 000 km/h by k této hvězdě putovala téměř 114 tisíc let. Tato hvězda je však vzdálená "pouhé" 4,22 LY, což je ve srovnání s 2500 LY

některých hvězd Mléčné dráhy zanedbatelné číslo.

nejbližší galaxie

Velké Magellanovo mračno je od Země vzdáleno 169 000 LY

největší galaxie

centrální galaxie hvězdokupy Abell 2029 ležící v souhvězdí Panny má průměr asi 5 600 000 LY, což je 80x více než průměr naší galaxie a vydá tolik svět. záření jako 2 biliony Sluncí

Atomové jednotky délky

Ångström nebo angstrom (symbol Å)

je jednotka délky pojmenována po švédském fyzikovi Andersi Jonasi Ångströmovi.

Hodnota jednoho angstromu je rovna 0,1 nm neboli 10^{-10} m. Nejedná se o jednotku SI.

Často se používá při vyjadřování velikostí atomů, délek chemických vazeb nebo vlnových délek spektrálních čar.

Např.: Délky vazeb v molekulách 1 až 4 Å

Průměr atomu Cu je 2,55 Å

Některé údaje o velikostech a rozměrech částí lidského těla:

buňka - největší - megakaryocyt - 200 mikronů

nejmenší - mozková buň v malém mozku - 0,005 mm

nejdelší - neuron - až 1,3 m

kost - nejdelší - stehenní - 27,5% těl. výšky

nejmenší - třmínek středního ucha - 2,6 - 3,4 mm

Eratosthenés z Kyrény

byl matematik, astronom a zřejmě největším geografem antického Řecka. Působil též jako správce alexandrijské knihovny a věnoval se literární činnosti jako básník.

Eratosthenés vytvořil základy geografie jakožto samostatné vědy. Jako první začal užívat označení geografie, zeměpisná šířka a zeměpisná délka. Eratosthenés spolu s Dikaiarchem a Hipparchem vytvořili základy oboru, kterému se v novověku říkalo „matematická geografie“ (stanovení parametrů Země, geografických souřadnic, teorie kartografických zobrazení)

Vycházejí z porovnání úhlů dopadu slunečních paprsků v pravé poledne ve městě Alexandrii a v Syéné (dnešní Asuán) a z odhadu vzdálenosti mezi těmito lokalitami, vyčíslil obvod Země kolem poledníku na 252 000 stadií. tj. asi 40 000 km. Metodu publikoval pod titulem O měření Země. Rozměr obývaného světa ve směru větší osy - od západu k východu - odhadl na 78 000 stadií (tj. více než třetinu délky rovnoběžky probíhající ostrovem Rhodos), šířku - od severu k jihu - na 38 000 stadií (tj. asi 54°); její hranice posunul až k polárnímu kruhu a k 12° severní šířky. Polární zóny a tropy pokládal v souladu se soudobými názory za neobyvatelné; připouštěl však, že se podél rovníku táhne úzký obydlý pás.

Tvrdil, že „kdyby nebylo překážky v podobě rozsáhlého oceánu, dalo by se doplout z Ibérie až do Indie po rovnoběžce“. Zakreslil 11 poledníků a 10 rovnoběžek různě od sebe vzdálených, procházejících známými body; jejich sít' vytvořila válcové zobrazení (délkojevné v poledníkovém směru).