

Meno a priezvisko:

Škola:

Školský rok/blok:

Skupina:

Trieda:

Dátum:

Bilingválne gymnázium C. S. Lewisa, Beňadická 38, Bratislava
2008-2009 / B

Laboratórne cvičenie č. 2

Teoretické úlohy a príklady

Veličiny a jednotky sústavy SI
Násobky a diely fyzikálnych veličín
Vektorové a skalárne veličiny - úvod

Teoretické
úlohy:

1. Vymenujte základné a doplnkové veličiny sústavy SI. Uvedte symbol a označenie k príslušnej fyzikálnej veličine.
2. Uvedte príklady na odvodenú jednotku a vyjadrite ju v základných jednotkách SI.
3. Vymenujte predpony násobkov a dielov fyzikálnych veličín. Uvedte aj príklady.
4. Aký je rozdiel medzi vektorovou a skalárnou fyzikálnou veličinou? Uvedte príklady.

Príklady:

1. V 1 m^3 plynu je $3,1 \cdot 10^{25}$ molekúl. Koľko ich je v jednom μm^3 ?
2. Premeňte $20\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ na $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ a na $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$; $8700\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ na $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ a $\text{kg}\cdot\text{dm}^{-3}$; 350 cm^2 na m^2 ; 250 cm^3 na litre.
3. Premeňte na radiány 0° , 30° , 45° , 60° , 90° , 120° , 150° , 180° a 66° , premeňte na stupne $1,5\pi$; $-1,5\pi$; $0,25\pi$; $\pi/6$; $2\pi/3$.
4. Prepočítajte $8\text{ mN}\cdot\text{cm}^{-2}$ na Pa.
5. Aký fyzikálny rozmer majú konštanty a a b vo výrazoch: $F = av$, $F = bv^2$ kde F je odporová prostredia sila v Newtonoch a v je rýchlosť telesa v odporujúcom prostredí.
6. Závislosť rýchlosti od času je daná vzťahom $v = Bt^3 - Ct$. Aké jednotky majú koeficienty B a C?
7. Človek vyšiel z domu a prešiel 5 km smerom na sever. Potom sa otočil na východ a prešiel ešte 2 km. Aké bolo jeho výsledné posunutie?

Sústava SI

(franc.: *Système International (d'Unités)*) je skratka pre Medzinárodnú sústavu jednotiek. Medzinárodná sústava jednotiek zoskupuje najpoužívanejšie jednotky.

Medzinárodne garantuje definície jednotiek a uchovanie etalónov Medzinárodný úrad pre miery a váhy v Sèvres vo Francúzsku. Na Slovensku je to Slovenský metrologický ústav. Jednotky, ktoré je možné na Slovensku používať, vrátane jednotiek SI, sú definované Vyhláškou Úradu pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo SR č. 206/2000 Z.z. o zákonných meracích jednotkách.

Základné jednotky

Základných jednotiek je sedem: meter, kilogram, sekunda, kelvin, ampér, kandela a mól.

Meno	Symbol	Veličina	Definícia
meter	m	dĺžka	Meter je dĺžka dráhy, ktorú prejde svetlo vo vákuu za $1/299792458$ sekundy (podľa 17. CGPM, 1983).
kilogram	kg	hmotnosť	Kilogram sa rovná hmotnosti medzinárodného prototypu kilogramu (platino - irídiový valec), ktorý je umiestnený v Medzinárodnom úrade pre miery a váhy (Bureau International des Poids et Mesures, BIPM) v Paríži (podľa 1. CGPM, 1889). Povšimnite si, že kilogram je <i>základná jednotka SI</i> s predponou; gram je definovaný ako odvodená jednotka, rovná $1/1000$ kilogramu; predpony ako <i>mega</i> sa pridávajú ku gramu, nie kilogramu; napr. <i>Mg</i> , nie <i>Mkg</i> . Je to tiež jediná jednotka doteraz definovaná prototypom namiesto merateľného prírodného úkazu.
sekunda	s	čas	Sekunda je trvanie presne 9192631770 periód žiarenia, ktoré zodpovedá prechodu medzi dvoma hladinami veľmi jemnej štruktúry základného stavu cézia (^{133}Cs) pri teplote 0 kelvinov (podľa 13. CGPM, 1967-1968).
ampér	A	elektrický prúd	Ampér je stály elektrický prúd, ktorý pri prechode dvoma priamymi rovnobežnými nekonečne dlhými vodičmi zanedbateľného kruhového prierezu, umiestnenými vo vákuu vo vzdialenosti 1 meter od seba, vyvolá silu 2×10^{-7} newtonu na 1 meter dĺžky vodičov (podľa 9. CGPM, 1948). Jednotka je pomenovaná podľa Andrého Maria Ampéra (1775-1836).
kelvin	K	termodynamická teplota	Kelvin je $1/273,16$ termodynamickej teploty trojného bodu vody (podľa 13. CGPM, 1967). Jednotka je pomenovaná podľa Williama Thomsona lorda Kelvina (1824-1907).
mól	mol	látkové množstvo	Mól je látkové množstvo sústavy, ktorá obsahuje práve toľko elementárnych jedincov (entít), koľko je atómov v $0,012$ kilogramu čistého uhlíka (^{12}C) (podľa 14. CGPM, 1971). Pri udávaní látkového množstva treba elementárne častice (entity) špecifikovať; môžu to byť atómy, molekuly, ióny, elektróny, iné častice alebo bližšie určené zoskupenia častíc. Ide približne o $6,02214199 \times 10^{23}$ entít.
kandela	cd	svietivosť	Kandela je svietivosť zdroja, ktorý v danom smere vysiela monochromatické žiarenie s frekvenciou 540×10^{12} hertzov, a ktorého žiarivosť v tomto smere je $1/683$ wattu na steradián (podľa 16. CGPM, 1979).

Doplnkové jednotky SI

Radián (rad) je v sústave SI jednotka rovinného uhla. Patrí medzi doplnkové jednotky SI.

Radián je definovaný ako rovinný uhol, ktorý s vrcholom v strede kružnice vytína na obvod tejto kružnice oblúk dĺžky rovnajúcej sa jej polomeru. Keďže obvod tejto kružnice je $2\pi r$, uhol, ktorý jeden raz "obtáča" kružnicu, má veľkosť 2π .

Radián je bezrozmerný, lebo $[1\text{rad}] = \left[\frac{m}{m} \right] = [1]$. Je dôležité rozlišovať medzi bezrozmernými

hodnotami rôzneho druhu, takže sa v praxi používa symbol "rad", kdekoľvek to je vhodné. Ak nie sú explicitne udané jednotky uhlov, vo vedeckej teórii i praxi sa predpokladá použitie oblúkovej miery, teda hodnoty uhlov sú v radiánoch. Uhly v stupňoch sa odlišujú používaním symbolu $^\circ$ (stupeň).

Príkladom odvodennej jednotky obsahujúcej radián je uhlová rýchlosť, ktorá má rozmer $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$, resp. len s^{-1} .

Meranie uhla v oblúkovej miere - radiánoch

Uhol môžeme merať pomocou rôznych jednotiek. V každodennej praxi zvykneme veľkosť uhla vyjadrovať pomocou jednotiek stupeň ($^\circ$). Z geometrie vieme, že plný uhol má 360° , priamy uhol 180° , pravý uhol 90° .

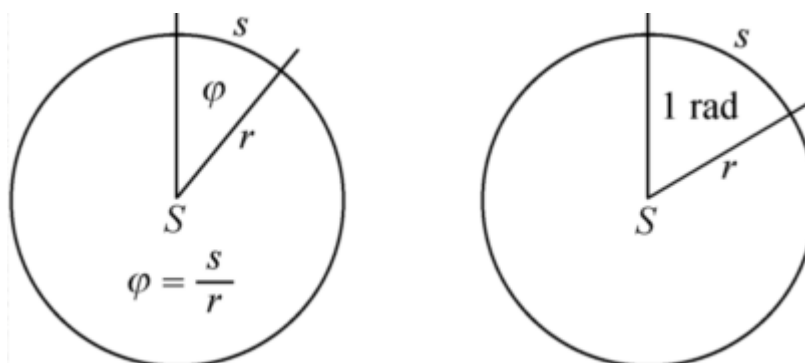
Vo fyzike pracujeme s *oblúkovou mierou uhla*, v ktorej je jednotkou uhla „radián“ (značka rad).

$$\varphi = \frac{s}{r} \text{ [rad]}$$

Uhol v oblúkovej miere vyjadríme ako podiel dĺžky oblúka a polomeru kružnice. Pre plný uhol (360° v stupňovej miere) platí

$$\text{Plný uhol [v stupňoch]} \approx \frac{\text{Obvod kružnice „s“}}{\text{Polomer kružnice „r“}} \text{ [rad]}$$

Príklad: 360° [v stupňoch] zodpovedá 2π [v radiánoch]
 180° [v stupňoch] zodpovedá π [v radiánoch]
 90° [v stupňoch] zodpovedá $\frac{\pi}{2}$ [v radiánoch]



K definícii uhla v oblúkovej miere: Radián je stredový uhol, ktorého ramená vymedzia na obvod kružnice oblúk, ktorého dĺžka sa rovná polomeru kružnice $r = s$.

Steradián (sr) je v sústave SI jednotka priestorového uhla. Názov je odvodený z gréckeho *stereos* – pevný, priamy.

Steradián je definovaný ako „priestorový uhol, ktorý s vrcholom v strede gule vytína na povrchu tejto gule plochu s obsahom rovnajúcim sa druhej mocnine polomeru gule.“ Keďže plocha tejto gule je $4\pi r^2$, definícia implikuje, že guľa meria 4π steradiánov.

Steradián je bezrozmerný, lebo $1\text{sr} = \frac{m^2}{m^2} = 1$. Je ale užitočné rozlišovať medzi bezrozmernými hodnotami rôzneho druhu, takže sa v praxi symbol používa symbol „sr“, kdekoľvek to je

vhodné, namiesto odvodennej jednotky „1“ alebo žiadnej jednotky. Príklad odvodennej jednotky je intenzita žiarenia sa dá merať vo wattoch na steradián ($W \cdot sr^{-1}$).

Odvođené jednotky

Odvođené jednotky sa tvoria kombináciou základných jednotiek, kvôli dĺžke a zložitosti sa niektoré z nich označujú novým názvom. Príklad odvodených jednotiek: coulomb, kilogram na meter kubický, meter štvorcový, meter kubický, meter za sekundu, newton, ohm, pascal, volt, watt,

Jeden **Pascal** (značka **Pa**) je odvodená jednotka pre tlak tlaku podľa medzinárodnej sústavy SI.

$$[Pa] = \left[\frac{N}{m^2} \right] = [N \cdot m^{-2}] = \left[\frac{kg}{m \cdot s^2} \right] = [kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}]$$

Jeden Pa je tlak, ktorý vyvoláva sila 1 newtonu rovnomerne rozložená na rovinnej ploche s obsahom 1 m², kolmej k smeru sily. Jednotka bola pomenovaná po francúzskom matematikovi, fyzikovi a filozofovi Blaise Pascalovi za jeho experimenty s barometrom. Jednotka Pa sa používa na meranie tlaku, pevnosti v ťahu, pevnosti v tlaku.

Jeden **Newton** (značka **N**) je množstvo sily, ktoré udeľuje telesu s hmotnosťou 1 kilogram zrýchlenie 1 m·s⁻²

$$[N] = \left[kg \cdot \frac{m}{s^2} \right] = [kg \cdot m \cdot s^{-2}]$$

Jeden **Hertz** (**Hz**) je odvodenou jednotkou frekvencie v sústave SI. Jednotka je pomenovaná podľa profesora Heinricha Rudolfa Hertza, bádateľa v oblasti elektromagnetických vĺn.

Jednotka vyjadruje, koľko pravidelných dejov sa odohrá za jednu sekundu. Jeden hertz

znamená „jeden krát za sekundu“ ($\frac{1}{s}$, s⁻¹). Jednotka sa môže použiť na popis ľubovoľného

periodického deja. V staršej literatúre sa môžete dočítať o cykloch.

Meno hertz bolo prijaté organizáciou CGPM (Conférence générale des poids et mesures) v roku 1960, nahradilo predchádzajúce meno tejto jednotky, *cyklus za sekundu* (cycles per second - cps), spolu s príslušnými násobkami (kilocykly, megacykly a tak ďalej). V bežnom použití nahradil Hertz meno *cykly za sekundu* do roku 1970.

Stupeň Celzia (značka **°C**) je vedľajšia jednotka teploty SI, ktorú v roku 1742 vytvoril švédsky astronóm Anders Celsius.

Celsius zaviedol dva pevné body:

- 100 °C pre teplotu tuhnutia vody,
- 0 °C pre teplotu varu vody

(obidva pri tlaku vzduchu 1 013,25 hPa).

Carl Linné stupnicu neskôr otočil a preto je dnes bod tuhnutia 0 °C a bod varu ° 100 °C.

Dnes je Celziova stupnica (ako vedľajšia jednotka sústavy SI) definovaná pomocou trojného bodu vody, ktorému je priradená teplota 0,01 °C a tým, že absolútna veľkosť jedného dielika teplotnej stupnice (1 °C) sa rovná 1 K.

Kelvinova stupnica

$$[^{\circ}C] = [K] - 273,15 ; [K] = [^{\circ}C] + 273,15$$

kde K je teplota v kelvinoch, C je teplota v stupňoch Celzia.

Fahrenheitova stupnica

$$[^{\circ}F] = \left[\frac{9 \cdot ^{\circ}C}{5} + 32 \right]; [^{\circ}C] = \left[\frac{5 \cdot (^{\circ}F - 32)}{9} \right]$$

kde F je teplota v stupňoch Fahrenheita, C je teplota v stupňoch Celzia.

Predpony

Predpony slúžia na vyjadrenie násobkov alebo častí základných a odvodených jednotiek.

skr.	názov	pôvod	hodn.	hodnota	názov
Y	yotta	tal. <i>otto</i> = osem	10^{24}	1 000 000 000 000 000 000 000 000	kvadrilión
Z	zetta	tal. <i>sette</i> = sedem	10^{21}	1 000 000 000 000 000 000 000	triliarda
E	exa	gr. <i>εξάκις, hexákis</i> = šesťkrát	10^{18}	1 000 000 000 000 000 000	trilión
P	peta	gr. <i>pentákis</i> = päťkrát	10^{15}	1 000 000 000 000 000	biliarda
T	tera	gr. <i>τέρας, téras</i> = tetrákis = štyrikrát	10^{12}	1 000 000 000 000	bilión
G	giga	gr. <i>γίγας, gígas</i> = obrovský	10^9	1 000 000 000	miliarda
M	mega	gr. <i>μέγας, mégas</i> = veľký	10^6	1 000 000	milión
k	kilo	gr. <i>χίλιοι, chílioi</i> = tisíc	10^3	1 000	tisíc
h	hekto	gr. <i>εκατόν, hekatón</i> = sto	10^2	100	sto
da	deka	gr. <i>δέκα, déka</i> = desať	10^1	10	desať
–	----		10^0	1	jeden
d	deci	lat. <i>decimus</i> = desatina	10^{-1}	0,1	desatina
c	centi	lat. <i>centesimus</i> = stotina	10^{-2}	0,01	stotina
m	mili	lat. <i>millesimus</i> = tisícina	10^{-3}	0,001	tisícina
μ	mikro	gr. <i>μικρός, mikrós</i> = malý	10^{-6}	0,000 001	milióntina
n	nano	gr. <i>νάνος, nános</i> = trpaslík	10^{-9}	0,000 000 001	miliartina
p	piko	tal. <i>piccolo</i> = malý	10^{-12}	0,000 000 000 001	bilióntina
f	femto	škand. <i>femton</i> = pätnásť	10^{-15}	0,000 000 000 000 001	biliartina
a	atto	škand. <i>arton</i> = osemnásť	10^{-18}	0,000 000 000 000 000 001	trilióntina
z	zepto	lat. <i>septem</i> = sedem	10^{-21}	0,000 000 000 000 000 000 001	triliartina
y	yokto	lat. <i>octo</i> = osem	10^{-24}	0,000 000 000 000 000 000 000 001	kvadrilióntina

Vedľajšie jednotky

Vedľajšie jednotky sú jednotky, ktoré nepatria do sústavy SI, ale sú povolené pre svoju všeobecnú rozšírenosť a užitočnosť: hodina, minúta, stupeň Celzia, liter,

Skaláry a vektory

Skalár je fyzikálna veličina, ktorá je charakterizovaná iba veľkosťou, je to číslo. Príkladom skalárov sú dĺžka, čas, teplota, hmotnosť, hustota, energia, moment zotrvačnosti, atď.

Vektor je fyzikálna veličina, ktorá má veľkosť aj smer. Vektormi sú napr. rýchlosť, moment hybnosti, intenzita elektrického poľa, uhlové zrýchlenie, atď. Geometricky vektor znázorňujeme rovnou čiarou so šípkou na jej jednom konci. Dĺžka čiary udáva veľkosť vektora, jej smer udáva smer vektora v priestore a šípka udáva jeho orientáciu.

Ak vektor premiestnime bez zmeny jeho veľkosti, smeru a orientácie, je to stále ten istý vektor.

