

# Obsah

<b>Matematické tabulky a vzorce</b> .....	9
<b>Úvod</b> .....	12
<b>1 Logika a množiny</b> .....	13
1.1 Matematická logika .....	13
1.2 Teorie množin .....	15
1.3 Zobrazení .....	17
<b>2 Aritmetika</b> .....	19
2.1 Množiny čísel .....	19
2.2 Nerovnosti mezi reálnými čísly .....	20
2.3 Početní operace v $\mathbb{R}$ .....	20
2.4 Mocniny a odmocniny .....	21
2.5 Reálná čísla – dodatky .....	23
2.6 Komplexní čísla .....	26
<b>3 Algebraické rovnice</b> .....	29
3.1 Mnohočleny .....	29
3.2 Rovnice .....	29
<b>4 Funkce</b> .....	32
4.1 Základní pojmy .....	32
4.2 Některé jednoduché funkce .....	36
4.3 Exponenciální a logaritmická funkce .....	38
4.4 Goniometrické funkce .....	40
4.5 Přibližné vzorce .....	44
<b>5 Posloupnosti a řady</b> .....	45
5.1 Posloupnosti .....	45
5.2 Nekonečné řady .....	47
5.3 Finanční matematika .....	48
<b>6 Pravděpodobnost a statistika</b> .....	50
6.1 Kombinatorika .....	50
6.2 Pravděpodobnost .....	52
6.3 Statistika .....	54
<b>7 Planimetrie</b> .....	57
7.1 Úhel .....	58
7.2 Trojúhelníky .....	61
7.3 Čtýřúhelníky .....	65
7.4 Kružnice a kruh .....	68
7.5 Zobrazení v rovině .....	71
7.6 Konstrukce úseček některých délek .....	75

<b>8 Stereometrie</b> .....	77
8.1 Mnohostěny .....	78
8.2 Hranoly .....	78
8.3 Jehlany .....	80
8.4 Rotační tělesa .....	81
<b>9 Analytická geometrie</b> .....	85
9.1 Vektory .....	86
9.2 Lineární útvary v rovině .....	90
9.3 Lineární útvary v prostoru .....	92
9.4 Kuželosečky .....	95
9.5 Kulová plocha .....	102
<b>10 Diferenciální počet</b> .....	103
10.1 Spojitost funkce .....	103
10.2 Limita funkce .....	104
10.3 Derivace funkce .....	107
<b>11 Integrální počet</b> .....	112
11.1 Primitivní funkce .....	112
11.2 Určitý integrál .....	113
11.3 Geometrické aplikace určitého integrálu .....	114
<b>12 Tabulky</b> .....	116
<b>Odlišnosti normy ISO 80000-2</b> .....	120
<b>Literatura</b> .....	121
<b>Rejstřík</b> .....	122

Ukázka titulu Nakladatelství Prometheus <https://prometheus-nakl.cz>

<b>Fyzikální a chemické tabulky a vzorce</b> .....	129
<b>Úvod</b> .....	133
<b>1 Veličiny a jednotky</b> .....	135
1.1 Rozdělení jednotek .....	135
1.2 Základní jednotky soustavy SI .....	136
1.3 Odvozené jednotky s jednoslovným názvem .....	137
1.4 Předpony pro tvorbu násobných a dílčích jednotek .....	138
1.5 Tvorba názvů a značek složených jednotek .....	138
1.6 Jednotky užívané spolu s SI .....	139
1.7 Vybrané fyzikální veličiny a jejich jednotky v soustavě SI .....	139
1.8 Poznámky k tabulce veličin a jednotek .....	145
1.9 Některé jednotky nepatřící k soustavě SI .....	150
1.9.1 Jednotky soustav CGSE/CGSM a Gaussovy .....	150
1.9.2 Anglosaská (imperiální) soustava jednotek .....	151
1.9.3 Speciální jednotky užívané v různých oborech .....	152
1.9.4 Některé další jednotky .....	153
1.10 Univerzální fyzikální konstanty .....	154
1.11 Převodní činitele pro energii .....	155
1.12 Konvenční fyzikální konstanty .....	156
1.13 Zpracování fyzikálních měření .....	156
<b>2 Vztahy</b> .....	158
2.1 Významné fyzikální vztahy .....	158
2.2 Těžiště některých homogenních útvarů .....	172
2.3 Momenty setrvačnosti některých homogenních těles .....	172
<b>3 Částice, jádra, atomy, molekuly</b> .....	173
3.1 Klasifikace elementárních částic .....	173
3.2 Vybrané elementární částice .....	173
3.3 Přirozeně se vyskytující nuklidy .....	174
3.4 Typy radioaktivních přeměn .....	177
3.5 Některé prakticky významné radionuklidy .....	178
3.6 Účinky ionizujícího záření na živé organismy .....	179
3.6.1 Váhové faktory různých druhů ionizujícího záření .....	179
3.6.2 Některé hodnoty aktivity .....	180
3.6.3 Některé hodnoty efektivních dávek a jejich příkonů .....	180
3.7 Radioaktivní přeměnové řady .....	181
3.8 Důležité typy jaderných reakcí .....	182
3.9 Poloměry atomů a iontů .....	182
3.10 Elektronové konfigurace atomů v základním stavu .....	184
3.11 Délky, úhly a disociační enthalpie vazeb v některých jednoduchých molekulách .....	185

<b>4 Chemické tabulky</b>	186
4.1 Prvky a jejich vlastnosti	186
4.2 Nebezpečné prvky a sloučeniny	188
4.3 Vlastnosti důležitých anorganických sloučenin	189
4.4 Vlastnosti důležitých organických sloučenin	192
4.5 Systematické názvy vybraných organických sloučenin	197
4.6 Acidobazické neutralizační indikátory	198
4.7 Disociační konstanty kyselin a zásad ve vodných roztocích	198
4.8 Rozpustnost pevných látek ve vodě	200
4.9 Součiny rozpustnosti látek ve vodných roztocích	201
4.10 Rozpustnost plynů ve vodě za normálního tlaku	202
4.11 Měrné spalné teplo a výhřevnost paliv	202
4.12 Termochemické údaje	203
4.12.1 Anorganické látky	203
4.12.2 Organické látky	206
4.13 Latinské, anglické, francouzské, německé a ruské názvy některých prvků	207
4.14 Důležité skupiny organických sloučenin	208
4.15 Přehled vztahů pro chemické výpočty	209
4.15.1 Složení látek a jejich směsí	209
4.15.2 Směšovací rovnice a křížové pravidlo	210
4.15.3 Výpočty na základě chemické rovnice	210
<b>5 Mechanické a tepelné vlastnosti látek</b>	212
5.1 Složení, tvrdost a hustota některých nerostů	212
5.2 Tvrdost některých prvků a slitin v Mohsově stupnici	213
5.3 Mechanické vlastnosti pevných látek	213
5.3.1 Rozsah hodnot modulu pružnosti pro některé skupiny materiálů	214
5.3.2 Rozsah hodnot meze pevnosti v tahu pro některé skupiny materiálů	214
5.4 Složení, vlastnosti a použití některých slitin	214
5.5 Hustoty a tepelné vlastnosti vybraných pevných látek	216
5.6 Hustoty některých dalších pevných látek	218
5.7 Hustoty a tepelné a mechanické vlastnosti vybraných kapalin	219
5.8 Hustoty a tepelné vlastnosti vybraných plynů	220
5.9 Kinetické vlastnosti a kritický stav vybraných plynů	220
5.10 Součinitel smykového tření a ramena valivého odporu	221
5.11 Vlastnosti vody v závislosti na teplotě	222
5.12 Tlak a hustota syté vodní páry v závislosti na teplotě	222
5.13 Relativní vlhkost vzduchu v závislosti na údajích mokrého a suchého teploměru	223
5.14 Hustota a složení suchého vzduchu	223
<b>6 Akustika</b>	224
6.1 Rychlost zvuku v pevných látkách	224
6.2 Rychlost zvuku v kapalinách a plynech	224
6.3 Útlum zvuku ve vzduchu v závislosti na frekvenci a vlhkosti	225

6.4	Hudební intervaly a poměry frekvencí . . . . .	225
6.5	Frekvence tónů chromatické stupnice v temperovaném ladění . . . . .	226
6.6	Orientační přehled hladin akustického tlaku . . . . .	226
6.7	Nejvyšší přípustné hodnoty hladiny akustického tlaku . . . . .	227
<b>7</b>	<b>Elektrické a magnetické vlastnosti látek</b> . . . . .	<b>228</b>
7.1	Rezistivita (měrný elektrický odpor) některých vodičů . . . . .	228
7.2	Permitivita, rezistivita a elektrická pevnost některých izolantů . . . . .	228
7.3	Konduktivita (měrná vodivost) některých vodných roztoků . . . . .	229
7.4	Termoelektrická napětí . . . . .	229
7.5	Vlastnosti galvanických článků . . . . .	230
7.6	Standardní elektrodové potenciály . . . . .	231
7.7	Elektrochemické ekvivalenty . . . . .	231
7.8	Magnetické susceptibility neferomagnetických látek . . . . .	232
7.9	Vlastnosti feromagnetických látek . . . . .	232
7.9.1	Některé definice . . . . .	232
7.9.2	Některé vlastnosti látek magneticky tvrdých . . . . .	233
7.9.3	Některé vlastnosti látek magneticky měkkých . . . . .	234
7.10	Kritické hodnoty některých supravodičů . . . . .	234
7.11	Značky pro elektrotechnická schémata . . . . .	235
<b>8</b>	<b>Elektromagnetické záření</b> . . . . .	<b>237</b>
8.1	Přehled elektromagnetického spektra . . . . .	237
8.2	Záření černého tělesa (tepelné záření) . . . . .	238
8.2.1	Intenzita vyzařování černého tělesa . . . . .	238
8.2.2	Orientační tabulka barev tepelného záření . . . . .	238
8.3	Orientační tabulka barev monochromatického záření a barev doplňkových . . . . .	239
8.4	Spektrální čáry . . . . .	239
8.4.1	Schéma energetických hladin a spektrálních čar atomu vodíku . . . . .	239
8.4.2	Význačné spektrální čáry některých atomů . . . . .	240
8.5	Přehled významných typů laserů . . . . .	241
8.6	Index lomu některých látek . . . . .	242
8.6.1	Index lomu vzduchu vzhledem k vakuu . . . . .	242
8.6.2	Index lomu vody vzhledem k vakuu . . . . .	242
8.6.3	Index lomu některých plynů vzhledem k vakuu . . . . .	242
8.6.4	Index lomu některých dalších látek vzhledem ke vzduchu . . . . .	242
8.6.5	Typy optických skel a některé jejich vlastnosti . . . . .	243
8.7	Vztah mezi radiometrickými a fotometrickými veličinami . . . . .	243
8.8	Orientační hodnoty některých fotometrických veličin . . . . .	245
8.8.1	Jas některých plošných zdrojů . . . . .	245
8.8.2	Albedo některých látek a těles . . . . .	245
8.8.3	Doporučené minimální hodnoty osvětlenosti . . . . .	245
8.9	Výstupní práce elektronů z kovu a mezní vlnové délky fotoelektrického jevu . . . . .	246
8.10	Lorentzův činitel a energie relativistických částic . . . . .	246

<b>9 Země</b>	247
9.1 Vybrané údaje o Zemi	247
9.1.1 Tíhové zrychlení	247
9.2 Členění historie Země	248
9.3 Nitro Země	249
9.4 Zastoupení prvků na Zemi	250
9.4.1 Zastoupení prvků v kontinentální zemské kůře	250
9.4.2 Odhad chemického složení kůry a pláště	250
9.5 Zemětřesení	250
9.6 Atmosféra Země	251
9.6.1 Členění atmosféry	251
9.6.2 Závislost tlaku, teploty a dalších veličin na nadmořské výšce	252
9.6.3 Závislost meteorologických veličin na zeměpisné šířce	253
9.6.4 Elektrické vlastnosti atmosféry	253
9.7 Zemské magnetické pole	253
<b>10 Vesmír</b>	254
10.1 Vybrané údaje o Slunci	254
10.2 Vybrané údaje o Měsíci	254
10.3 Dráhové elementy planet a Pluta	255
10.4 Fyzikální vlastnosti planet a Pluta	256
10.5 Vybrané měsíce planet	256
10.6 Vybrané údaje o meziplanetární látce	258
10.7 Vybrané periodické komety	258
10.8 Vybrané meteorické roje	259
10.9 Vybrané planety	259
10.10 Souhvězdí	260
10.11 Orientace na hvězdné obloze	260
10.12 Nejjasnější hvězdy pozorované na obloze	262
10.13 Nejbližší hvězdy	263
10.14 Některé hvězdy, u kterých byly zjištěny možné planety	263
10.15 Některé pulsary	263
10.16 Spektrální klasifikace hvězd	264
10.17 HR diagram a fyzikální vlastnosti hvězd	264
10.18 Zastoupení prvků ve vesmíru a v zemské kůře	265
10.19 Vybrané údaje o naší Galaxii	266
10.20 Některé galaxie	266
10.21 Vybrané údaje o vesmíru	267
10.22 Kalendář	267
10.22.1 Juliánský a gregoriánský kalendář	267
10.22.2 Juliánské datum	268
<b>Literatura</b>	269
<b>Rejstřík</b>	271
<b>Zaokrouhlené hodnoty některých veličin a jednotek</b>	277
<b>Periodická soustava prvků</b>	278

# Úvod

Matematická část publikace je určena především studentům a absolventům středních škol.

Formou i obsahem se výrazně liší od matematických tabulek vydávaných v minulosti. Rozsáhlé tabulky hodnot goniometrických, logaritmických a jiných funkcí vyskytujících se v různých číselných výpočtech nejsou již v době počítačů a kalkulaček potřebné.

Těžiště našich „tabulek“ leží v přehledu matematických pojmů a vzorců. Vzorce, které často používáme, známe pravděpodobně z paměti. Nahlédnutím do tabulek se můžeme přesvědčit o tom, zda si je pamatujeme správně. Není však nutné všechny pojmy a vzorce se učit nazpaměť. Mnohdy stačí vědět, že potřebný vzorec existuje, kde je možné ho najít, a nalezený vzorec pak umět správně použít. Tabulky se nám mohou hodit také tehdy, když při studiu literatury narazíme na některý neznámý matematický termín. Například s využitím rejstříku ho můžeme v tabulkách vyhledat.

V jedenácti kapitolách matematické části tabulek jsme se snažili přehledně a stručně uvést pokud možno vše, co se v předmětu matematika na středních školách učí. Pokud jde o rozsah, terminologii a značení, vycházeli jsme zejména z kompletu tematicky členěných učebnic matematiky pro gymnázia vydaných nakladatelstvem Prometheus (viz literatura na str. 121). Poznátky přesahující rámec střední školy jsou uvedeny jen velmi výjimečně. Dvanáctá kapitola obsahuje několik málo číselných tabulek, o nichž si myslíme, že jejich uvedení má i dnes význam.

Se vstupem České republiky do Evropské unie je spojeno i převzetí smluvených norem. Patří k nim také norma ČSN ISO 80000-2 Matematické znaky a značky užívané v přírodních vědách a technice. Tato norma není závazná, má pouze charakter doporučení. Všude, kde se značení podle zmíněné normy liší od značení, které používáme my a které je prozatím běžné ve školské matematice, je uveden odkaz na tabulku na str. 120, v níž je možné příslušné odlišnosti najít.

Byli bychom šťastni, kdyby se pro vás tato publikace stala užitečnou pomůckou při studiu matematiky i při řešení různých praktických problémů.

*Autoři*

# 1 Logika a množiny

## 1.1 Matematická logika

Výrok je sdělení, u něhož má smysl otázka, zda je, nebo není pravdivé.

Pravdivým výrokům přisuzujeme *pravdivostní hodnotu* 1, nepravdivým výrokům *pravdivostní hodnotu* 0.

Označení výroků:  $a, b, \dots, p, q, \dots, u, v, \dots$

### Logické operace

	Označení	Slovní vyjádření
<i>negace</i> výroku $a$	$\neg a$	není pravda, že $a$
<i>konjunkce</i> výroků $a, b$	$a \wedge b$	$a$ a $b$ $a$ a zároveň $b$
<i>disjunkce</i> výroků $a, b$	$a \vee b$	$a$ nebo $b$
<i>úplná disjunkce</i> výroků $a, b$	$a \underline{\vee} b$	jen $a$ nebo jen $b$
<i>implikace</i> výroků $a, b$	$a \Rightarrow b$	jestliže $a$ , pak $b$ $a$ je <i>postačující podmínka</i> pro $b$ $b$ je <i>nutná podmínka</i> pro $a$ $a$ – předpoklad implikace $b$ – závěr implikace
<i>ekvivalence</i> výroků $a, b$	$a \Leftrightarrow b$	$a$ je ekvivalentní s $b$ $a$ platí právě tehdy, když platí $b$ $a$ je <i>nutná a postačující podmínka</i> pro $b$

Pomocí logických operací vznikají z jednodušších výroků *výroky složené*.

### Tabulka pravdivostních hodnot složených výroků

$a$	$b$	$\neg a$	$a \wedge b$	$a \vee b$	$a \underline{\vee} b$	$a \Rightarrow b$	$a \Leftrightarrow b$
1	1	0	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0
0	1	1	0	1	1	1	0
0	0	1	0	0	0	1	1

### Negace složených výroků

výrok	$\neg a$	$a \wedge b$	$a \vee b$	$a \underline{\vee} b$	$a \Rightarrow b$	$a \Leftrightarrow b$
jeho negace	$a$	$\neg a \vee \neg b$	$\neg a \wedge \neg b$	$a \Leftrightarrow b$	$a \wedge \neg b$	$a \underline{\vee} b$



### 1.3 Zobrazení

Zobrazení  $F$  z množiny  $A$  do množiny  $B$  je předpis, který každému prvku  $x \in A$  přiřazuje nejvýše jeden prvek  $y \in B$ .

$y$	obraz prvku $x$ při zobrazení $F$ označení: $y = F(x)$	
$x$	vzor prvku $y$ při zobrazení $F$	
$D_F$	definiční obor zobrazení $F$ množina vzorů všech prvků $y \in B$	
$H_F$	obor hodnot zobrazení $F$ množina obrazů všech prvků $x \in A$	

#### Zvláštní případy zobrazení

zobrazení z $A$ do $B$	$D_F \subset A$ $H_F \subset B$	
zobrazení $A$ do $B$	$D_F = A$ $H_F \subset B$	
zobrazení z $A$ na $B$	$D_F \subset A$ $H_F = B$	
zobrazení $A$ na $B$	$D_F = A$ $H_F = B$	
prosté zobrazení	každé dva různé prvky z $A$ mají různé obrazy v $B$	
vzájemně jednoznačné zobrazení	prosté zobrazení $A$ na $B$ (Vzájemně jednoznačné zobrazení konečné množiny $A$ na konečnou množinu $B$ existuje právě tehdy, když $A$ a $B$ mají stejný počet prvků.)	

pokračování tabulky

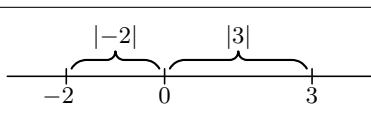

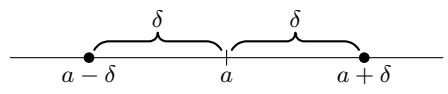
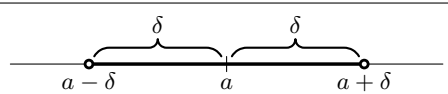
mocnina odmocniny	$(\sqrt[n]{a})^m = \sqrt[n]{a^m} = \sqrt[kn]{a^{km}}$
odmocnina z odmocniny	$\sqrt[m]{\sqrt[n]{a}} = \sqrt{mn}{a}$

### Vzorce pro počítání s mocninami

Pro libovolná čísla $a, b, c \in \mathbb{R}$ , $n \in \mathbb{N}$ , $n \geq 2$ , platí	
$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$	$(a + b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$
$(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$	$(a - b)^3 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3$
$(a + b + c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + 2ab + 2ac + 2bc$	$a^3 + b^3 = (a + b) \cdot (a^2 - ab + b^2)$
$a^2 - b^2 = (a + b) \cdot (a - b)$	$a^3 - b^3 = (a - b) \cdot (a^2 + ab + b^2)$
$a^n - b^n = (a - b) \cdot (a^{n-1} + a^{n-2}b + a^{n-3}b^2 + \dots + b^{n-1})$	
$a^n + b^n = (a + b) \cdot (a^{n-1} - a^{n-2}b + a^{n-3}b^2 - \dots + b^{n-1})$ , pokud $n$ je liché	
$a^n - b^n = (a + b) \cdot (a^{n-1} - a^{n-2}b + a^{n-3}b^2 - \dots - b^{n-1})$ , pokud $n$ je sudé	

## 2.5 Reálná čísla – dodatky

### Absolutní hodnota reálného čísla

$ a  = \begin{cases} a & \text{pro } a \geq 0 \\ -a & \text{pro } a < 0 \end{cases}$	$ -2  = -(-2) = 2, \quad  3  = 3$ 
Pro libovolná $a, b \in \mathbb{R}$ platí	
$ a  \geq 0, \quad  -a  =  a , \quad \sqrt{a^2} =  a , \quad  a ^2 = a^2$ $ a \cdot b  =  a  \cdot  b , \quad \left  \frac{a}{b} \right  = \frac{ a }{ b } \text{ (pokud } b \neq 0)$ $ a - b  =  b - a , \quad   a  -  b   \leq  a - b  \leq  a  +  b $ 	
Pro libovolná $a \in \mathbb{R}$ , $\delta \in \mathbb{R}^+$ platí	
$ x - a  = \delta \iff x \in \{a - \delta, a + \delta\}$	
$ x - a  < \delta \iff x \in (a - \delta, a + \delta)$	

tabulka pokračuje

## Mocninná funkce

$f: y = x^n, \quad n \in \mathbb{N}; \quad D_f = \mathbb{R}$	
$n$ liché: $H_f = \mathbb{R}$ , lichá funkce	$n$ sudé: $H_f = \mathbb{R}^+_0$ , sudá funkce
$f: y = x^n, \quad n \in \mathbb{Z}^-; \quad D_f = \mathbb{R} \setminus \{0\}$	
$n$ liché: $H_f = \mathbb{R} \setminus \{0\}$ , lichá funkce	$n$ sudé: $H_f = \mathbb{R}^+$ , sudá funkce

## Funkce absolutní hodnota

$f: y =  x ; \quad D_f = \mathbb{R}, \quad H_f = \mathbb{R}^+_0$	
sudá funkce	

# 6 Pravděpodobnost a statistika

## 6.1 Kombinatorika

### Faktoriály

Označení	Čtení	Definováno pro	Definice
$n!$	$n$ faktoriál	$n \in \mathbb{N}_0$	$n! = n \cdot (n-1) \cdot (n-2) \cdot \dots \cdot 2 \cdot 1$ , pokud $n \in \mathbb{N}$ $0! = 1$

### Kombinační čísla

Označení	Čtení	Definováno pro	Definice
$\binom{n}{k}$	$n$ nad $k$	$n, k \in \mathbb{N}_0, k \leq n$	$\binom{n}{k} = \frac{n(n-1)(n-2)\dots(n-k+1)}{k!} = \frac{n!}{k! \cdot (n-k)!}$

Pro libovolná čísla  $n, k \in \mathbb{N}_0$ , pro která jsou uvedena kombinační čísla definovaná, platí:

$\binom{0}{0} = 1$	$\binom{n}{0} = 1$	$\binom{n}{n} = 1$	$\binom{n}{1} = n$
$\binom{n}{n-k} = \binom{n}{k}$		$\binom{n}{k} + \binom{n}{k+1} = \binom{n+1}{k+1}$	

Kombinační čísla lze uspořádat do schématu, které se nazývá *Pascalův trojúhelník*:

$\begin{matrix} & & & \binom{0}{0} & & & \\ & & & & & & \\ & & \binom{1}{0} & & \binom{1}{1} & & \\ & & & & & & \\ & \binom{2}{0} & & \binom{2}{1} & & \binom{2}{2} & \\ & & & & & & \\ \binom{3}{0} & & \binom{3}{1} & & \binom{3}{2} & & \binom{3}{3} \\ & & & & & & \\ & & & & & & \end{matrix}$	$\begin{matrix} & & & & & & 1 & & & & \\ & & & & & & & 1 & & & \\ & & & & & & & & 1 & & \\ & & & & & & & & & 1 & \\ & & & & & & & & & & 1 \\ & & & & & & & & & & & 1 \\ & & & & & & & & & & & & 1 \\ & & & & & & & & & & & & & 1 \\ & & & & & & & & & & & & & & 1 \\ & & & & & & & & & & & & & & & 1 \\ & & & & & & & & & & & & & & & & 1 \\ & & & & & & & & & & & & & & & & & 1 \end{matrix}$
---	--

Čísla jsou rozmístěna symetricky vzhledem k ose souměrnosti Pascalova trojúhelníku a uprostřed pod libovolnými dvěma sousedními čísly je jejich součet.

pokračování tabulky

$0^\circ \leq \alpha < 360^\circ$ (ve stupňové míře);	$0 \leq \alpha < 2\pi$ (v obloukové míře)
<p>Velikost orientovaného úhlu <math>AVB</math>, jehož základní velikost je <math>\alpha</math>, je každá z hodnot:  <math>\alpha + k \cdot 360^\circ</math>, <math>k \in \mathbb{Z}</math> (ve stupňové míře);    <math>\alpha + 2k\pi</math>, <math>k \in \mathbb{Z}</math> (v obloukové míře)</p>	

## 7.2 Trojúhelníky

Názvy a značení prvků trojúhelníku  $ABC$

<i>vrcholy</i>	$A, B, C$	
<i>strany</i> <i>délky stran</i>	$a, b, c$	
<i>vnitřní úhly</i> <i>velikosti vnitřních úhlů</i>	$\alpha, \beta, \gamma$	
<i>vnější úhly</i> <i>velikosti vnějších úhlů</i>	$\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$	
<i>výšky</i> (úsečky i jejich délky)	$v_a, v_b, v_c$	
<i>průsečík výšek</i> <i>ortocentrum</i>	$O$	
<i>těžnice</i> (úsečky i jejich délky)	$t_a, t_b, t_c$	
<i>těžiště</i> (průsečík těžnic)	$T$	
<i>poloměr kružnice opsané</i>	$r$	obrázek na str. 63
<i>poloměr kružnice vepsané</i>	$\varrho$	obrázek na str. 63

tabulka pokračuje

# Úvod

**Okruh uživatelů.** Tato příručka je určena především středoškolským a vysokoškolským studentům jako pomůcka ke studiu. Užitečné a zajímavé údaje v ní však najdou i odborníci z různých oblastí přírodních věd nebo zájemci z řad široké veřejnosti.

**Volba obsahu.** Do příručky jsme zařazovali informace, které jsou třeba při řešení fyzikálních, chemických a technických problémů ve škole i v praxi (např. vlastnosti látek, vlastnosti astronomických objektů), dávají ucelený přehled potřebný k pochopení souvislostí (např. přehled elektromagnetického spektra), informují o přesném významu termínů (např. přehled fyzikálních veličin a jednotek) nebo dávají představu o charakteristických hodnotách některých veličin (např. přehled dávkových příkonů ionizujícího záření). Důležitou součástí této příručky je i poměrně rozsáhlý přehled významných fyzikálních vztahů.

**Doprovodné texty a příklady.** V doprovodných textech k tabulkám jsme se snažili co nejlépe objasnit význam tabelovaných veličin i vztahy mezi nimi. Kromě toho je v několika netriviálních případech použití tabulek ilustrováno na příkladech.

**Uspořádání.** Tabulky jsou řazeny od obecnějších ke konkrétnějším a tak, aby pokud možno veličiny stejného druhu, nejsou-li v téže tabulce, byly aspoň blízko sebe. Je-li veličina téhož druhu uvedena ve více tabulkách (jako např. hustota nebo teplota tání), pak doprovodný text ke každé z těchto tabulek obsahuje odkazy na všechny ostatní. Při vyhledávání údaje lze také použít rejstřík.

**Prameny.** Údaje zde uvedené jsme čerpali pokud možno z několika nezávislých spolehlivých pramenů. Tyto prameny citujeme, takže se na ně uživatel může obrátit, např. když potřebuje další obdobné údaje.

Nejaktuálnější informace jsou dnes dostupné na internetu, proto jsme mezi prameny zařazovali i odkazy na spolehlivé webové stránky. Jejich výhodou je, že jsou snáze dostupné než např. kniha; nevýhodou je, že nelze zaručit jejich dostupnost kdykoliv v budoucnu. Jestliže stránka, na kterou odkazujeme, už na webu není, doporučujeme vyhledat obdobné stránky pomocí některého dobrého vyhledávače (v současnosti je nejlepší [www.google.com](http://www.google.com)). Nezbytná je samozřejmě znalost angličtiny; informací v češtině je o několik řádů méně.

**Přesnost.** Univerzální konstanty (tab. 1.10) jsou uvedeny s maximální přesností známou v době vydání. Většina ostatních veličin je zaokrouhlena na dvě nebo tři platné číslice, tj. s relativní přesností okolo 1 %, což pro běžnou práci postačuje.

Obvykle se údaje o určité veličině v různých pramenech liší o procenta nebo méně, někdy však se liší až o desítky procent.\* Čím jsou tyto rozdíly způsobeny? Jde-li o veličinu jednoznačně určenou, např. o teplotu tání nebo varu čisté látky, mohou být měření různých autorů zatížena různými systematickými chybami, které jsou větší než zaokrouhlovací interval. Tím lze vysvětlit např. velké rozdíly v teplotách varu některých kovů.

V mnoha případech však veličina *není* zcela jednoznačně určena. Je-li např. v tabulkách uvedena pevnost *oceli*, je třeba si uvědomit, že existuje velký počet různých ocelí, které se liší svým přesným chemickým složením, tepelným zpracováním apod., a že pevnost na těchto vlastnostech látek citlivě závisí. Rovněž *slitiny* téhož názvu, ale od různých výrobců se poněkud liší složením i zpracováním, mohou mít tedy i různé vlastnosti.

Veličina může záviset i na dalších podmínkách nebo na způsobu měření; např. součinitel smykového tření závisí na kvalitě povrchu a na rychlosti pohybu, mez pevnosti daného materiálu závisí na rozměrech vzorku. Přesný postup měření bývá někdy stanoven v normách (např. postup měření pevnosti stavebních materiálů). Různé prameny však mohou vycházet z různých postupů měření.

---

\*Např. teplota varu cínu podle [1] je 2270 °C, podle [2] je 2623 °C a podle [3] je 2602 °C; přitom cín je běžný a technicky důležitý kov, jehož vlastnosti jsou zkoumány v mnoha laboratořích. U „exotičtějších“ látek jsou rozdíly ještě větší. U teplot varu vyšších než přibližně 1000 °C tedy určitě nelze věřit číslicím řádu jednotek a většinou ani desítek. Jak je vidět, je třeba si při hledání v různých tabulkách zachovávat jistou zdravou skepsi.

Jiným důvodem rozdílů v údajích různých pramenů bývá, že veličina sama není zcela přesně definována (např. Galaxie nemá ostré hranice, její rozměry jsou proto poněkud neurčité) nebo že jde o hodnoty *vypočítané* v určitém *modelu*, tj. za určitých zjednodušujících předpokladů (tak jsou určeny např. hustoty v nitru Země).

V této příručce zaokrouhluje veličiny pokud možno tak, aby jejich zaokrouhlovací interval\* pokrýval hodnoty uvedené ve spolehlivých pramenech; i tak je ovšem možné, že se čtenář v jiných publikacích setká s hodnotami mírně odlišnými. Jestliže se však hodnoty uvedené v různých pramenech liší o desítky procent nebo i řádově, upozorňujeme v doprovodném textu k tabulce, že jde jen o orientační údaje.

Může-li tabelovaná veličina ležet v určitém intervalu hodnot, označujeme to znaménkem  $\div$  („až“), např.  $2 \div 5$ . Velmi nepřesnou hodnotu označujeme znaménkem  $\approx$  („přibližně“), např.  $\approx 10^5$ . U celých čísel je poslední platnou číslicí buď poslední nenulová číslice, nebo podtržená nula (např. 2300 znamená  $2\,300 \pm 50$ , ale  $2\,300$  znamená  $2\,300 \pm 5$ ).

**Záhlaví tabulek.** Záhlaví tabulek obsahuje obvykle symbol veličiny a jednotku, kterou je třeba násobit tabelovanou číselnou hodnotou. Např. je-li v záhlaví sloupce uvedeno  $\frac{f}{\text{kHz}}$  a v těle sloupce je uvedena hodnota 340, znamená to, že  $\frac{f}{\text{kHz}} = 340$  neboli  $f = 340 \text{ kHz}$ . U bezrozměrových veličin samozřejmě žádná jednotka uvedena není.

Některé hodnoty byly tabelovány po vynásobení určitým číselným činitelem. Např. tepelní součinitel délkové roztažnosti platiny by se sice teoreticky mohl psát ve tvaru  $\alpha = 9 \text{ MK}^{-1}$ , ale to by nebylo moc srozumitelné, neboť by to neodpovídalo fyzikálnímu významu („tyč se prodlouží o devítinásobek své délky při zvýšení teploty o 1 megakelvin“?). Proto je obvyklé psát tuto veličinu ve tvaru  $\alpha = 9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . V tabulce pak uvedeme hodnotu 9 a v záhlaví sloupce  $\frac{\alpha}{10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}}$ , tedy „v jednotkách  $10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$  má  $\alpha$  hodnotu 9“.

V některých tabulkových publikacích se užívá i tvar  $\frac{\alpha \cdot 10^6}{\text{K}^{-1}}$ , tedy „v jednotkách  $\text{K}^{-1}$  má  $\alpha \cdot 10^6$  hodnotu 9“. Zde ho užíváme jen v tab. 3.11 a 7.8, kde je nutný pro úsporu místa.

U složených jednotek tvaru podílu jsme v záhlaví pokud možno užívali vodorovnou zlomkovou čáru. Kde to nedostatek místa nemožňoval, použili jsme šikmou zlomkovou čáru; budou-li však studenti tabulkový údaj používat jako součást matematického výrazu, který se dále upravuje, je samozřejmě vhodné, aby jednotku psali s vodorovnou zlomkovou čárou.

**Dvojitě čáry.** Svislá dvojitá čára odděluje zcela nezávislé tabulkové údaje; pro úsporu místa jsme totiž úzké tabulky rozdělili na části a tyto části jsme umístili vedle sebe. Tak je uspořádána např. tab. 8.2.1.

Vodorovná dvojitá čára odděluje záhlaví v tabulkách, kde je tabelovaná veličina funkce dvou proměnných, přičemž jedna proměnná je vynesena v prvním sloupci a druhá proměnná v prvním řádku pod záhlavím. Tak je uspořádána např. tab. 6.5.

**Označování veličin** užívané na našich středních školách se v několika málo případech lišilo od označení uvedeného v normách [5] a obvyklého ve světě (např. gravitační konstanta se podle normy i ve světové fyzikální literatuře označuje  $G$ , v našich starších učebnicích bývalo  $\gamma$ ). V takových případech používáme značky podle normy, ale v poznámce pod čarou upozorňujeme i na dosud užívané starší značky. Značky běžných veličin jsou uvedeny v tab. 1.7 a značky univerzálních konstant v tab. 1.10.

**Poděkování.** Autoři děkují recenzentům i dalším kolegům, kteří přečetli celý rukopis nebo jeho části týkající se jejich oboru, za cenné připomínky a rady.

**Prosba o spolupráci.** I když jsme práci na této příručce věnovali velkou péčí, víme, že v díle tohoto druhu se nelze zcela vyhnout chybám. Prosíme proto uživatele, kteří zde nějakou chybu nebo jinou nedokonalost najdou, aby nás na ni upozornili prostřednictvím nakladatelství. Budeme vděční i za další náměty na zlepšení obsahu i formy této publikace.

\*Zaokrouhlovací interval tabulkového údaje je určen jeho poslední platnou číslicí; např. pro údaj 0,563 je to interval  $(0,5630 - 0,0005, 0,5630 + 0,0005)$ .

Jednotky **mimosoustavové**, tj. ty, které nepatří do předcházejících kategorií, lze rozdělit do následujících tří skupin podle toho, jak žádoucí je jejich užívání.

**Jednotky užívané spolu s SI** (dříve se nazývaly *vedlejší*) jsou mimosoustavové jednotky, které jsou natolik rozšířené nebo užitečné, že s jejich používáním soustava SI počítá i nadále (např. den, hodina, úhlový stupeň, elektronvolt). Jejich definice jsou v čl. 1.6.

**Speciální jednotky** jsou mimosoustavové jednotky, jejichž používání je výhodné a obvyklé v určitých oborech. Např. vzdálenosti hvězd je výhodné udávat v jednotce parsek, protože pak jejich číselné hodnoty bezprostředně souvisí s měřitelnou veličinou — parallaxou.

**Ostatní jednotky** by se používat neměly, ale vzhledem k tomu, že se s některými z nich stále můžeme setkat, je třeba jim rozumět. Praktický význam mají už jen jednotky **anglosaské** neboli **imperiální** (např. stopa nebo libra), protože se běžně užívají v USA (ve Velké Británii jsou pomalu na ústupu), a dále jednotky **soustavy Gaussovy**, protože se s nimi ještě často setkáme ve starší a cizojazyčné fyzikální literatuře.

Údaje o některých speciálních a ostatních jednotkách jsou v čl. 1.9.

**Zákonná úprava.** Podle § 2 zákona č. 505/1990 Sb. v platném znění je používání soustavy SI povinné pro orgány státní správy a dále pro právnické osoby a podnikatele ve vnitrostátním obchodním styku. Pro ostatní povinné není, je však vyžadováno v našich školách a pro svou výhodnost by mělo být samozřejmé (kromě případů, kdy je vhodnější použít některé jednotky vedlejší nebo speciální).

Prameny k čl. 1.1 až 1.9: [4], [5], [6], [7]

## 1.2 Základní jednotky soustavy SI

S účinností od 20. 5. 2019 jsou základní jednotky SI definovány tak, aby fyzikální konstanty rychlost světla ve vakuu  $c$ , Planckova konstanta  $h$ , elementární náboj  $e$ , Boltzmannova konstanta  $k$  a Avogadrova konstanta  $N_A$  vyjádřené v těchto jednotkách měly přesnou hodnotu (viz tab. 1.10). U jednotky metr se takto postupovalo už dříve: rychlost světla se od r. 1983 neměří experimentálně, ale má dohodnutou hodnotu, která se užívá v definici metru.

Veličina	Jednotka	Definice
délka	metr (m)	Metr je délka dráhy, kterou proběhne světlo ve vakuu za $\frac{1}{299\,792\,458}$ sekundy.
hmotnost	kilogram (kg)	Hmotnost fotonu o frekvenci $f$ ve vakuu je rovna $\frac{6,626\,070\,15 \cdot 10^{-34}}{(299\,792\,458)^2} f$ kilogramů.
čas	sekunda (s)	Sekunda je doba rovnající se 9 192 631 770 periodám záření, které odpovídá přechodu mezi dvěma hladinami velmi jemné struktury základního stavu atomu cesia 133.
elektrický proud	ampér (A)	Ampér je stálý elektrický proud, při kterém vodičem každou sekundu proteče $\frac{1}{1,602\,176\,634 \cdot 10^{-19}}$ elementárních nábojů.
termodynamická teplota	kelvin (K)	Kelvin je roven změně termodynamické teploty $T$ odpovídající změně tepelné energie $kT$ o $1,380\,649 \cdot 10^{-23}$ joule.
svítivost	kandela (cd)	Kandela je svítivost zdroje, který v daném směru vysílá monochromatické záření o kmitočtu $540 \cdot 10^{12}$ hertzů a jehož zářivost v tomto směru je $\frac{1}{683}$ wattu na steradián.
látkové množství	mol (mol)	Mol je látkové množství soustavy, která obsahuje $6,022\,140\,76 \cdot 10^{23}$ elementárních jedinců (entit).

**Metr.** Předchozí definice: desetimiliontina délky poledníku od pólu k rovníku (1791), vzdálenost dvou rysek na mezinárodním prototypu metru (1889), určitý násobek vlnové délky záření jedné spektrální čáry atomu kryptonu (1960). Poslední definice z roku 1983 fixuje rychlost světla na dohodnutou hodnotu  $c = 299\,792\,458$  m/s (přesně); další zdokonalení měřících metod tedy jen zpřesní realizaci metru, ale nezmění  $c$ . V praxi se délka realizuje pomocí vlnové délky  $\lambda$  elektromagnetického záření o určité frekvenci  $f$  a pomocí vztahu  $\lambda = c/f$  se převádí na měření času. Relativní přesnost je dnes řádově  $10^{-12}$ .



Č.	Veličina			Jednotka			
	Český název	Anglický název	Zn.	Definice	Název	Značka	Vztah k Z.J
<i>Prostor a čas</i>							
1	(rovinný) úhel	(plane) angle	$\varphi$	$s/r$	radián	rad	1
2	prostorový úhel	solid angle	$\Omega$	$S/r^2$	steradián	sr	1
3	délka	length	$l$	(viz čl. 1.2)	metr	m	m
4	plocha, obsah (plochy)	area	$S$		čtverečný metr	$m^2$	$m^2$
5	objem	volume	$V$		krychlový metr	$m^3$	$m^3$
6	čas	time	$t$	(viz čl. 1.2)	sekunda	s	s
7	úhlová rychlost	angular velocity	$\omega$	$\Delta\varphi/\Delta t$		rad/s	$s^{-1}$
8	úhlové zrychlení	angular acceleration	$\alpha$	$\Delta\omega/\Delta t$		rad/s <sup>2</sup>	$s^{-2}$
9	rychlost	velocity	$v$	$\Delta r/\Delta t$	metr za sekundu	m/s	$m \cdot s^{-1}$
10	zrychlení	acceleration	$a$	$\Delta v/\Delta t$		m/s <sup>2</sup>	$m \cdot s^{-2}$
<i>Periodické jevy</i>							
11	perioda, doba kmitu	period, periodic time	$T$		sekunda	s	s
12	frekvence, kmitočet	frequency	$f$	$1/T$	hertz	Hz	$s^{-1}$
13	úhlová frekvence	angular frequency	$\omega$	$2\pi f$		rad/s	$s^{-1}$
14	vlnová délka	wave length	$\lambda$		metr	m	m
15	vlnočet, vlnové číslo	wave number	$\sigma$	$1/\lambda$		$m^{-1}$	$m^{-1}$
16	úhlový vlnočet	angular wave number	$k$	$2\pi\sigma$		rad/m	$m^{-1}$
17	fázová rychlost	phase velocity	$c$	$\lambda/T = \lambda f = \omega/k$	metr za sekundu	m/s	$m \cdot s^{-1}$
<i>Mechanika</i>							
18	hmotnost	mass	$m$	(viz čl. 1.2)	kilogram	kg	kg
19	hustota (hmotnosti)	(mass) density	$\rho$	$\Delta m/\Delta V$		kg/m <sup>3</sup>	$kg \cdot m^{-3}$
20	hmotnostní tok	mass flow rate	$q_m$	$\Delta m/\Delta t$		kg/s	$kg \cdot s^{-1}$
21	objemový tok	volume flow rate	$q_V$	$\Delta V/\Delta t$		m <sup>3</sup> /s	$m^3 \cdot s^{-1}$
22	moment setrvačnosti	moment of inertia	$J$	$\sum_i m_i r_i^2$		kg · m <sup>2</sup>	$kg \cdot m^2$
23	hybnost	momentum	$p$	$mv$		kg · m/s	$kg \cdot m \cdot s^{-1}$
24	síla	force	$F$	$ma$	newton	N	$kg \cdot m \cdot s^{-2}$
25	tíha	weight	$G$	$mg$	newton	N	$kg \cdot m \cdot s^{-2}$

## 2 Vztahy

### 2.1 Významné fyzikální vztahy

Vztah se symbolem  $\stackrel{\text{def}}{=}$  není fyzikální zákon, ale jen definice veličiny stojící na levé straně. Další definiční vztahy jsou v tab. 1.7.

Jak je obvyklé na našich středních školách, naznačujeme derivace pomocí symbolu  $\Delta$ , který vyjadřuje *dostatečně malou veličinu*, např.  $\Delta t$  je tak krátký čas, že se během něj prakticky nezmění okamžitá rychlost,  $\Delta S$  je tak malá plocha, že v každém jejím bodě je prakticky stejný tlak apod.

Netučně tištěný symbol veličiny, která je normálně vektorová (např. rychlost), znamená její velikost; v komentáři však pro úsporu místa slovo „velikost“ obvykle neuvádíme.

Pro úsporu místa naznačujeme dělení v některých jednoduchých případech šikmou zlomkovou čarou; před dosazením do těchto vztahů nebo před jejich dalšími úpravami je vhodné je přepsat do tvaru s vodorovnou zlomkovou čarou.

Vztah	Komentář
<i>Kinematika obecně</i>	
$v \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\Delta r}{\Delta t}$	$v$ je okamžitá rychlost, $\Delta r$ změna polohového vektoru za čas $\Delta t$
$a \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\Delta v}{\Delta t}$	$a$ je okamžité zrychlení, $\Delta v$ je změna rychlosti za čas $\Delta t$
$v_p \stackrel{\text{def}}{=} \frac{s}{t}, \quad a_p \stackrel{\text{def}}{=} \frac{v_2 - v_1}{t}$	$v_p$ je průměrná rychlost, $s$ celková dráha za čas $t$ , $a_p$ průměrné zrychlení, $v_2 - v_1$ přírůstek rychlosti za čas $t$
<i>Rovnoměrný přímočarý pohyb (zrychlení <math>a = 0</math>, rychlost <math>v = \text{konst.}</math>)</i>	
$s(t) = vt$	$s(t)$ je dráha za čas $t$
$x(t) = x_0 + vt$	$x(t)$ je poloha v čase $t$ , když $x_0$ je počáteční poloha <sup>a</sup>
<i>Přímocharý rovnoměrně zrychlený pohyb obecně (zrychlení <math>a = \text{konst.} \neq 0</math>)</i>	
$v(t) = v_0 + at$	$v(t)$ je rychlost v čase $t$ , když $v_0$ je počáteční rychlost <sup>a</sup>
$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$	$x(t)$ je poloha v čase $t$ , když $v_0$ je počáteční rychlost a $x_0$ počáteční poloha <sup>a</sup>
$v_p = \frac{1}{2}(v_1 + v_2)$	$v_p$ je průměrná rychlost za časový úsek, $v_1$ a $v_2$ okamžité rychlosti na počátku a na konci tohoto úseku
<i>Přímocharý rovnoměrně zrychlený pohyb začínající z klidu a v počátku</i>	
$v(t) = at$	$v(t)$ je okamžitá rychlost v čase $t$ <sup>a</sup>
$s(t) = \frac{1}{2}at^2$	$s(t)$ je dráha v čase $t$
$v = \sqrt{2as}$	$v$ je velikost rychlosti ve vzdálenosti $s$ od počátku
<i>Pohyb po kružnici o poloměru <math>r</math></i>	
$s = r\varphi$	$s$ je dráha, $\varphi$ úhel v radiánech
$\omega \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$	$\omega$ je okamžitá úhlová rychlost, $\Delta \varphi$ úhel za čas $\Delta t$

<sup>a</sup>V těchto vztazích, které popisují pohyb po přímce, označují  $a$ ,  $v$  a  $x$  ne velikosti, ale složky vektorů v této přímce; jsou-li záporné, znamená to, že vektor míří doleva.

## 5 Mechanické a tepelné vlastnosti látek

### 5.1 Složení, tvrdost a hustota některých nerostů

Tvrdost je udána v *Mohsově stupnici*, která má tyto základní body: 1. mastek, 2. slů kamenná (ale v anglické literatuře je 2. sádrovec), 3. kalcit, 4. fluorit, 5. apatit, 6. ortoklas, 7. křemen, 8. topaz, 9. korund, 10. diamant. Orientační stanovení tvrdosti: 1 — nerost se otírá o prsty, 2 — lze ho rýpat nehtem, 3 — měděným plíškem, 5 — nožem, 7 — pílkem; nerosty od stupně 6 rýpají do skla.

Tvrdost i hustota minerálů závisejí na čistotě i jiných podmínkách, proto se mohou lišit od hodnot uvedených v tabulce. Tvrdost se obvykle udává jen ve stupních po 0,5.

Látka	Tvrdost	$\rho$	Látka	Tvrdost	$\rho$
		g/cm <sup>3</sup>			g/cm <sup>3</sup>
andaluzit, Al <sub>2</sub> OSiO <sub>4</sub>	7	3,1	limonit, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · n H <sub>2</sub> O	5 ÷ 5,5	3,8
antimonit, Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	2	4,6	magnetit, Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	5,5 ÷ 6,5	5,2
antracit, C (> 90%)	2 ÷ 2,5	1,5	magnezit, MgCO <sub>3</sub>	3,5 ÷ 4,5	3,0
apatit, CaF <sub>2</sub> · 3 Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	5	3,2	malachit, CuCO <sub>3</sub> · Cu(OH) <sub>2</sub>	3,5 ÷ 4	4,0
aragonit, CaCO <sub>3</sub>	3,5 ÷ 4	2,9	mastek, Mg <sub>3</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>	1	2,7
argentit, Ag <sub>2</sub> S	2 ÷ 2,5	7,2	millerit, NiS	3 ÷ 3,5	5,5
augit <sup>a</sup>	5 ÷ 6	3,4	molybdenit, MoS <sub>2</sub>	1 ÷ 1,5	4,8
baryt, BaSO <sub>4</sub>	2,5 ÷ 3,5	4,5	muskovit <sup>c</sup>	2,5 ÷ 3	2,8
bauxit, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · n H <sub>2</sub> O	1 ÷ 3	≈ 2,5	olivíny, (Mg,Fe) <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> <sup>d</sup>	6,5 ÷ 7	3,3
beryl, Be <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub>	7,5 ÷ 8	2,6	opál, SiO <sub>2</sub> · n H <sub>2</sub> O	5,5 ÷ 6,5	1,9
cinnabarit, HgS	2 ÷ 2,5	8,2	ortoklas, KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	6	2,6
diamant, C	10	3,6	pyrit, FeS <sub>2</sub>	6 ÷ 6,5	5,0
dolomit, CaCO <sub>3</sub> · MgCO <sub>3</sub>	3,5 ÷ 4	2,9	pyrop, Mg <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	6,5 ÷ 7,5	3,7
fluorit, CaF <sub>2</sub>	4	3,2	rutil, TiO <sub>2</sub>	6 ÷ 6,5	4,2
galenit, PbS	2,5	7,6	sádrovec, CaSO <sub>4</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	1,5 ÷ 2	2,3
grafit, C	≈ 1	2,2	sferit, ZnS	3,5 ÷ 4	4,0
hematit, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,5 ÷ 6,5	5,2	siderit, FeCO <sub>3</sub>	3,5 ÷ 4	3,9
chalkopyrit, CuFeS <sub>2</sub>	3,5 ÷ 4	4,2	síra, S	2	2,1
chryzotil <sup>b</sup>	2	2,4	spinel, MgO · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8	3,6
jantar	2 ÷ 2,5	1,1	slů kamenná, NaCl	2	2,2
kalcit, CaCO <sub>3</sub>	3	2,7	topaz, Al <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> (OH,F) <sub>2</sub>	8	3,5
karborundum, SiC	9,5	3,2	uhlí černé, C(> 70 %)	1,5 ÷ 2,5	1,5
korund, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9	4,0	uranin, (U,Th)O <sub>2</sub>	5,5	≈ 10
křemen, SiO <sub>2</sub>	7	2,6	zirkon, ZrSiO <sub>4</sub>	7,5	4,6

<sup>a</sup>(Ca,Mg,Fe,Ti,Al)<sub>2</sub>(Si,Al)<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (patří k pyroxenům); <sup>b</sup>(Mg,Fe)<sub>3</sub>(OH)<sub>4</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (patří k azbestům); <sup>c</sup>KAl<sub>2</sub>(Si<sub>3</sub>AlO<sub>10</sub>)·(F,OH)<sub>2</sub> (patří k slídám); <sup>d</sup>olivíny tvoří řadu nerostů s různým poměrem Mg a Fe, od Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> (forsterit) až po Fe<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> (fayalit)

Alternativní názvy: *krevel* = hematit; *hnědel* = limonit; *magnetovec* = magnetit; *smolínec* = uranin; *steatit* = mastek (také klouzek, talek); *rumělka* = cinnabarit.

*Alabastr* je zvláště čistý sádrovec; *smírek*, *safír* a *rubín* jsou odrůdy korundu, *achát*, *ametyst*, *jaspis*, *ružénin*, *citrín*, *záhněda*, *křišťál* a *pazourek* jsou odrůdy křemene; *chalcedon* je SiO<sub>2</sub> s nedokonalé vyvinutou krystalickou strukturou; *vápenec*, *travertin*, *křída* a *mramor* jsou horniny tvořené kalcitem; *chryzotil* patří mezi olivíny.

Některé skupiny křemičitanů: *živce* jsou hlinítokřemičitaný alkalických kovů a zemin (ortoklas = živce draselny, plagioklasy = živce sodnovápenaté); *slídy* jsou hlinítokřemičitaný s vystevnatou strukturou (muskovit = světlá slída, biotit = tmavá slída); *granáty* jsou křemičitaný krystalující v krychlové soustavě (např. pyrop = český granát); *azbesty* jsou křemičitaný se skupinou OH a s vláknitou strukturou (např. chryzotil); *amfiboly* jsou křemičitaný Ca, Fe, Mg a Na se skupinou OH; *pyroxeny* jsou křemičitaný podobné struktury jako amfiboly, ale bez skupiny OH (např. augit).

Prameny: [1], [3], [45], [46]

Plyn	$\epsilon_r$	Plyn	$\epsilon_r$	Plyn	$\epsilon_r$	Plyn	$\epsilon_r$
acetylen	1,001 2	ethylen	1,001 3	methan	1,000 7	sulfan	1,003 3
amoniak	1,007	helium	1,000 07	oxid siřičitý	1,008 0	vodík	1,000 25
argon	1,000 5	chlorovodík	1,003 8	oxid uhelnatý	1,000 6	vodík těžký	1,000 27
dusík	1,000 5	krypton	1,000 8	oxid uhličitý	1,001 0	vzduch	1,000 54
ethan	1,001 4	kyslík	1,000 5	ozon	1,001 9	xenon	1,001 2

### 7.3 Konduktivita (měrná vodivost) některých vodných roztoků

$\sigma = \rho^{-1}$  — konduktivita ( $\rho$  je rezistivita, tj. měrný odpor) vodného roztoku látky B při 20 °C;  $w_B = m_B/m_{\text{rozt}}$  — hmotnostní zlomek bezvodé látky B v roztoku Pramen: [15]

Při zvýšení teploty o 1 °C vzroste konduktivita roztoků těchto látek asi o 1,5 % až 3 %.

B	KCl	NaCl	CuSO <sub>4</sub>	ZnSO <sub>4</sub>	AgNO <sub>3</sub>	KOH	NaOH	HCl	HNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
$\frac{w_B}{\%}$	$\frac{\sigma}{(\Omega \cdot \text{m})^{-1}}$									
5	7,2	7,0	2,0	2,0	2,7	17,8	20,3	40,7	26,6	21,4
10	14,1	12,6	3,3	3,3	5,0	32,7	32,2	65,0	47,4	40,2
15	20,9	17,1	4,4	4,3	7,1	41,4	36,6	76,8	63,0	55,8
20	27,7	20,4		4,9	9,1	51,9	34,8	78,5	73,1	67,2
25		22,3		5,0	11,0	56,3	29,2	74,5	79,1	73,9
30				4,7	12,9	56,6	22,6	68,2	80,7	76,4
35					14,6	53,4	17,3	60,9	79,1	74,9
40					16,3	47,4	13,6	53,0	75,5	70,4
50					19,3		9,7		65,1	56,2
60					21,9				52,9	38,9
70									40,8	22,7
80									27,4	11,9

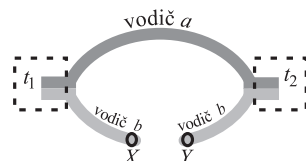
### 7.4 Termoelektrická napětí

Zapojíme-li termočlánek z vodičů  $a, b$  podle obr. 7.4.1, pak napětí  $U$  mezi vývody  $X$  a  $Y$  závisí jen na látkách  $a, b$  a na teplotách  $t_1, t_2$  obou spojů. Měřením  $U$  lze určit  $t_2$ , je-li známa  $t_1$ . Pro malé rozdíly teplot je  $U$  přímo úměrné  $t_2 - t_1$  (viz str. 166), pro větší rozdíly to neplatí.

Pro termočláanky se obvykle užívají kovy Cu, Fe, Pt, PtRh10 (a další slitiny Pt a Rh), NiCr10 (nichrom), CuNi43 (konstantan), NiCr10 (chromel) a NiAl2Mn2Si1 (alumel). (Označování slitin viz čl. 5.4.) Nejběžnější typy termočláneků mají standardní označení písmenem (v závorce je uveden rozsah teplot, v kterém se termočlánek užívá):

K — chromel-alumel (−210 °C až 1372 °C); T — měď-konstantan (−270 °C až 400 °C); J — železo-konstantan (−210 °C až 1200 °C); S — PtRh10-platina (−50 °C až 1768 °C).

$U = \varphi(X) - \varphi(Y)$  — termoelektrické napětí;  $t_2$  — teplota jednoho spoje; teplota druhého spoje je  $t_1 = 0$  °C (označení podle obr. 7.4.1)



Obr. 7.4.1

Prameny: [3], [15]

$t_2/^\circ\text{C}$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Typ	$U/\text{mV}$									
K	0,397	0,798	1,203	1,612	2,023	2,436	2,851	3,267	3,682	4,096
T	0,391	0,790	1,196	1,612	2,036	2,468	2,909	3,358	3,814	4,279
J	0,507	1,019	1,537	2,059	2,585	3,116	3,650	4,187	4,726	5,269
S	0,055	0,113	0,173	0,235	0,299	0,365	0,433	0,502	0,573	0,646