# Pravidlá písania a používania Braillovho písma

# v Slovenskej republike

## Písanie znakov a symbolov v Braillovom písme v základných zápisoch prírodovedných predmetov

Vydala: Slovenská knižnica pre nevidiacich Mateja Hrebendu v Levoči

Slovenská autorita pre Braillovo písmo

⠠⠎⠇⠕⠧⠑⠝⠎⠅⠡⠀⠁⠥⠞⠕⠗⠊⠞⠁⠀⠏⠗⠑⠀⠠⠃⠗⠁⠊⠇⠇⠕⠧⠕⠀⠏⠌⠎⠍⠕

Vydané v Levoči v roku 2022

ISBN: 978-80-18-10780-5

Na základe prijatého rozhodnutia vlády Slovenskej republiky o návrhu Ministerstva kultúry Slovenskej republiky bola v decembri 2020 v Slovenskej knižnici pre nevidiacich Mateja Hrebendu v Levoči zriadená Slovenská autorita pre Braillovo písmo (SABP), a to v súlade s odporúčaním č. 64 Záverečných odporúčaní Výboru OSN pre práva osôb so zdravotným postihnutím.

Táto príručka vznikla vďaka podpore Ministerstva kultúry Slovenskej republiky, ktoré navrhlo a podporilo zriadenie SABP ako inštitútu tvoriaceho štandardy písania, tlače a používania Braillovho písma a reliéfnej grafiky na Slovensku.

Slovenská autorita pre Braillovo písmo

⠠⠎⠇⠕⠧⠑⠝⠎⠅⠡⠀⠁⠥⠞⠕⠗⠊⠞⠁⠀⠏⠗⠑⠀⠠⠃⠗⠁⠊⠇⠇⠕⠧⠕⠀⠏⠌⠎⠍⠕

the Braille Authority of Slovakia

⠞⠓⠑⠀⠠⠃⠗⠁⠊⠇⠇⠑⠀⠠⠁⠥⠞⠓⠕⠗⠊⠞⠽⠀⠕⠋⠀⠠⠎⠇⠕⠧⠁⠅⠊⠁

Telefón: +421-915-937-069

E-mail: sabp@skn.sk

Web: www.skn.sk/sabp

## Obsah

Predslov 8

1 Pravidlá používania prefixov, indikátorov a brailovej grafiky v zápisoch prírodných vied 8

1.1 Písanie prefixov alebo indikátorov 9

1.1.1 Prefix pre čísla alebo číselný znak 10

1.1.2 Indikátory 10

1.1.2.1 Indikátor tvaru 12

1.1.2.2 Indikátory začiatku a konca zlomku 15

1.1.2.3 Indikátor juxtapozície (kombinovaných symbolov) 15

1.1.3 Zápis znížených číslic 17

1.2 Pravidlá používania brailovej grafiky 18

1.2.1 Použitie brailovej grafiky bez upozornenia 18

1.2.2 Použitie brailovej grafiky s upozornením 19

1.2.2.1 Grafický zápis 19

1.2.2.2 Kombinovaný grafický zápis 20

2 Základné merné jednotky 21

2.1 Základné veličiny a jednotky medzinárodnej sústavy jednotiek (SI) 21

2.2 Stupne, minúty, sekundy, radiány 22

3 Základná aritmetika 23

3.1 Písanie čísel 23

3.1.1 Celé čísla 24

3.1.2 Desatinné čísla 24

3.1.3 Záporné čísla 25

3.1.4 Zápis dlhých čísel 25

3.1.5 Číselný rad 26

3.1.6 Zápis zlomkov 26

3.1.6.1 Zložené zlomky 28

3.1.6.2 Zmiešané čísla 28

3.1.6.3 Skrátené zápisy zlomkov 28

3.1.7 Zápis indexov 29

3.1.8 Mocniny a odmocniny 31

3.1.8.1 Mocniny 31

3.1.8.2 Odmocniny 32

3.1.8.3 Vety o mocninách 32

3.2 Matematické operátory 33

3.2.1 Základný zápis počtových výkonov pod sebou 34

3.2.1.1 Písomné sčítanie a odčítanie pod seba 34

3.2.1.2 Písomné násobenie pod seba 34

3.2.1.3 Písomné delenie 36

3.2.1.4 Zákonitosti matematických operácií 36

3.3 Znaky rovnosti a nerovnosti, relačné znamienka 36

3.4 Zápis výrazov 38

3.4.1 Zástupné symboly dopĺňania chýbajúcej časti výrazu 38

3.4.2 Zápis výrazu presahujúci brailový riadok 39

3.5 Zátvorky a absolútna hodnota 39

3.6 Pomery a úmery 40

3.7 Symboly a šípky 41

3.7.1 Symboly 41

3.7.2 Šípky 42

3.8 Množiny 45

3.9 Vektory 47

3.10 Goniometrické funkcie 47

3.11 Súčet a súčin 48

4 Základná geometria 49

4.1 Planimetria 49

4.1.1 Úsečky, priamky 49

4.1.2 Uhly 50

4.1.2.1 Písomné sčítanie a odčítanie veľkostí uhlov 51

4.1.3 Rovinné útvary 52

4.2 Zápisy súmernosti a značiek 54

4.3 Vzorce 55

4.3.1 Značky používané v geometrii 55

4.3.2 Zákonitosti uhlov v trojuholníku 55

4.3.3 Obvody rovinných útvarov 56

4.3.4 Obsahy rovinných útvarov 56

4.3.5 Vety o trojuholníku a zápisy postupov 57

4.4 Stereometria, základné vzorce 57

4.4.1 Povrchy telies 57

4.4.2 Objemy telies 58

5 Zápis fyzikálnych textov v Braillovom písme pre základné školy 59

5.1 Fyzikálne veličiny 59

5.2 Jednotky fyzikálnych veličín 63

5.2.1 Základné jednotky sústavy SI 64

5.2.2 Odvodené jednotky fyzikálnych veličín 64

5.3 Predpony násobkov a dielov fyzikálnych jednotiek 68

5.4 Jednotky niektorých veličín, premieňanie jednotiek a vzorce 70

5.4.1 Dĺžka, dráha 71

5.4.2 Plošný obsah 71

5.4.3 Objem 72

5.4.4 Hmotnosť 73

5.4.5 Hustota 73

5.4.6 Čas 74

5.4.7 Rýchlosť, zrýchlenie 75

5.4.8 Kmitočet 76

5.4.9 Sila 76

5.4.10 Tlak 77

5.4.11 Práca, teplo, energia 78

5.4.12 Výkon, príkon 79

5.4.13 Veličiny elektrických obvodov 79

5.5 Zápis riešenia fyzikálnych príkladov 81

5.5.1 Zápis riešenia príkladov s dosadenými hodnotami a jednotkami 81

5.5.2 Zápis riešenia príkladov so samostatnou jednotkovou skúškou 82

5.6 Konštanty a značky 83

5.6.1 Konštanty 83

5.6.2 Ďalšie vybrané symboly používané vo fyzike 84

5.6.3 Schematické značky elektrických obvodov 85

6 Zápis chemických textov v Braillovom písme pre základné školy 89

6.1 Zápis chemických značiek a iónov 89

6.2 Zápis elektrónových vzorcov 90

6.3 Pravidlá zápisu chemických vzorcov s použitím prefixov pre veľké písmeno alebo reťazec veľkých písmen 91

6.3.1 Zápis do riadka 91

6.3.2 Zápis vzorcov v kombinovanom grafickom zápise 92

6.4 Anorganická chémia 92

6.4.1 Zápis vzorcov anorganických zlúčenín 92

6.5 Organická chémia 93

6.5.1 Zapisovanie väzieb a indikátorov grafického usporiadania molekúl 93

6.5.2 Zápis molekulových vzorcov 94

6.5.3 Zápis funkčných (racionálnych) vzorcov 95

6.5.3.1 Zápis rozvetvených racionálnych vzorcov 95

6.5.3.2 Zápis sumárnych vzorcov 98

6.5.3.3 Zápis polymérov 99

6.5.3.4 Zápis cyklických racionálnych vzorcov 99

6.5.4 Zápis štruktúrnych (konštitučných) vzorcov 101

6.5.4.1 Zápis cyklických štruktúrnych vzorcov 103

6.6 Oxidačné čísla 104

6.7 Chemické rovnice 105

6.8 Chemické výpočty 107

6.8.1 Veličiny 107

6.8.2 Výpočty a vzťahy 108

6.8.3 Príklady 108

7 Zoznam šípok 111

7.1 Zoznam atypických hláv a hrotov šípok 111

7.2 Zoznam najpoužívanejších šípok 111

## Predslov

Druhá časť príručky Pravidlá písania a používania Braillovho písma v Slovenskej republike obsahuje základné pravidlá zápisov textov prírodných vied určené predovšetkým pre základné školy. Prepis takýchto textov je zložitou úlohou, pri ktorej je v prvom rade potrebné zohľadniť nevyhnutnosť linearity zápisu a následne množstvo a variabilitu grafických zobrazení matematických, fyzikálnych či chemických symbolov a vzorcov. Táto časť príručky sa venuje šesťbodovému zápisu základných matematických symbolov a výrazov, základných fyzikálnych a chemických textov v zápisoch pre základné školy.

Príručka vychádza predovšetkým z dosiaľ zaužívaných spôsobov zápisu textov prírodných vied na Slovensku, ale aj medzinárodne schválených a používaných kodifikácií, a to najmä:

* RNDr. Wanda Gonzúrová. Příručka pro přepis textů do bodového písma. Knihovna a tiskárna pro nevidomé K. E. Macana. Praha, 1999;
* [Příručka](https://www.teiresias.muni.cz/czbraille/UVOD) pro přepis černotisku do bodového písma ([Teiresiás](https://www.teiresias.muni.cz) – Středisko pro pomoc studentům se specifickými nároky Masarykovy univerzity);
* [Unified English Braille](http://iceb.org/ueb.html) (UEB);
* [Unified English Braille for Math by Harland Roberts 2014](http://pnsb.depedpasay.ph/wp-content/uploads/2017/07/Harland-Roberts-UEB_Braille_for_Math_2014.pdf);
* [Nemeth Braille Code](https://nemeth.aphtech.org/);
* [Das System der Mathematikschrift in der deutschen Brailleschrift](http://www.bskdl.org/mathematik.html).

Jednotlivé symboly sú v príručke zapísané v Braillovom písme pomocou Unicode reprezentácií brailových buniek (U+2800 až U+28FF). Každý použitý symbol je uvedený v tabuľke so slovným popisom, konfiguráciou bodov brailovej bunky alebo buniek, ktoré ho reprezentujú, s grafickým zobrazením pomocou Unicode znakov a Unicode pozíciou. V príkladoch zápisov už rozpísanú konfiguráciu bodov brailových buniek neuvádzame z dôvodu zložitosti a rozsiahlosti zápisov. V tabuľkách sú v stĺpci s grafickým zobrazením brailových konfigurácií uvedené na začiatku stĺpca brailové bunky plného znaku (⠿ b123456), čo uľahčuje orientáciu pri čítaní príručky na brailovom riadku.

#### Upozornenie!

K tejto verzii príručky vo formáte .docx uvádzame, že niektoré zápisy nemusia graficky zodpovedať presnému zápisu.

Pre úplne presnú grafickú úpravu grafických zápisov, napríklad príkladov počítania pod seba, príkladov z fyziky či chemických vzorcov, je potrebné pozrieť PDF verziu príručky alebo e-braille verziu v braili.

## 1 Pravidlá používania prefixov, indikátorov a brailovej grafiky v zápisoch prírodných vied

### 1.1 Písanie prefixov alebo indikátorov

Prefix, tak ako bol definovaný už v prvej časti príručky, predznamenáva, že súbor bezprostredne nasledujúcich symbolov patrí do reťazca ovplyvneného týmto prefixom. Napríklad prefix pre číslo „zapína“ číselný reťazec, ktorý sa preruší až použitím medzery, iného prefixu, ukončenia prefixu alebo symbolu, ktorý v reťazci nie je povolený.

Indikátor je výlučne brailový symbol predznamenávajúci špecifický význam symbolu alebo reťazca, ku ktorému sa viaže. Napríklad indikátor začiatku zlomku predznamenáva, že všetky znaky, ktoré po ňom nasledujú, patria do zlomku, až do indikátora ukončenia zlomku.

| slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek |
| --- | --- | --- |
| prefix pre čísla (číselný znak) | b3456 | ⠿⠼ |
| ukončenie aktuálneho prefixu | b56 | ⠿⠰ |
| indikátor začiatku zlomku | b23 | ⠿⠆ |
| indikátor konca zlomku | b56 | ⠿⠰ |
| indikátor šípky | b1256 | ⠿⠳ |

Indikátory pre zápis indexov sú uvedené v kapitole 3.1.7.

#### 1.1.1 Prefix pre čísla alebo číselný znak

Tento prefix zapína číselný režim. Slúži na zápis čísel, ktoré sú v šesťbodovom slovenskom zápise Braillovho písma zapisované ako písmená, ktorým predchádza prefix pre čísla alebo číselný znak. Prefix pre čísla platí pre reťazec po sebe nasledujúcich číslic, kým nedôjde k prerušeniu reťazca. V číselnom režime sú povolené tieto znaky:

* malé písmená a, b, c, d, e, f, g, h, i, j (s číselným znakom sú to čísla 1 až 0);
* indikátor pokračovania na novom riadku (⠐ b5);
* interpunkčné znamienka: čiarka (, ⠂ b2), bodka (. ⠲ b256), spojovník (- ⠤ b36), apostrof (' ⠄ b3), dvojbodka (: ⠒ b25), lomka (/ ⠻ b12456), okrúhle zátvorky len pri periodických desatinných číslach ( () ⠦ ⠴ b236 b356).

Číselný reťazec je prerušený uvedením čohokoľvek, čo nie je uvedené v povolených znakoch, predovšetkým:

* medzery;
* veľkého písmena;
* malého písmena (okrem malých písmen a až j);
* ukončenia aktuálneho prefixu (⠰ b56).

V odbornom vedeckom texte, napríklad v matematike, môžu vzniknúť situácie, keď pravidlo konkrétneho zápisu výrazu môže prevýšiť pravidlo zápisu prefixu číselného znaku, takáto situácia však musí byť uvedená v príručke zápisu odborných textov v Braillovom písme.

Bližšie informácie o zápisoch alfanumerických reťazcov sú uvedené v prvej časti príručky. Rovnako sú v prvej časti uvedené informácie o zápise rímskych čísel.

#### 1.1.2 Indikátory

| slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek |
| --- | --- | --- |
| čiara cez symbol/symboly (prečiarknutie) | b4,156 | ⠿⠈⠱ |
| čiara nad symbolom | b156 | ⠿⠱ |
| čiara pod | b6,156 | ⠿⠠⠱ |
| bodka nad | b45,256 | ⠿⠘⠲ |
| bodka pod | b6,45,256 | ⠿⠠⠘⠲ |
| šípka doprava nad | b45,156 | ⠿⠘⠱ |
| šípka doprava pod | b6,45,156 | ⠿⠠⠘⠱ |
| vlnovka (tilda) nad | b456,156 | ⠿⠸⠱ |
| vlnovka (tilda) pod | b6,456,156 | ⠿⠠⠸⠱ |
| oblúčik nad | b46,456,156 | ⠿⠨⠸⠱ |
| oblúčik pod | b6,46,456,156 | ⠿⠠⠨⠸⠱ |
| strieška (hat operator) nad | b5,156 | ⠿⠿⠐⠱ |
| strieška (hat operator) pod | b6,5,156 | ⠿⠠⠐⠱ |

Indikátory čiar nad, cez a pod, alebo šípky alebo bodky nad symbolom sú symboly v Braillovom písme, ktoré v čiernotlači upravujú význam symbolu svojou pozíciou, kontextualitou. Tieto indikátory nenahrádzajú čiary slúžiace na podčiarknutie alebo zvýraznenie spojenia, ako napríklad čiara nad číslami pri periodických číslach alebo perióda pri delení. Rovnako nie je možné nahradiť zadefinované symboly, ako napríklad nerovná sa (≠), zápisom symbolu rovná sa (=) s indikátorom. Tieto indikátory sa zapisujú predovšetkým spolu so symbolom (písmenom, znakom), ktorý s použitím tohto indikátora nadobúda špeciálny význam a nie je inak v príručke zadefinovaný. Napríklad:

* prečiarknuté v: ~~v~~ (⠧⠈⠱);
* prečiarknutý kruh: ● (⠸⠫⠿⠈⠱).

V prípade, že indikátor platí pre číslo, zahŕňa všetky číslice od prefixu pre číslo až po indikátor. V prípade, že indikátor platí pre skupinu písmen alebo symbolov, prípadne pre výraz, tieto symboly sa uvedú ako výraz alebo reťazec v zátvorkách nasledovaný bezprostredne indikátorom. Ak platí pre zlomok, uvedie sa celý zlomok v indikátoroch začiatku a konca zlomku bezprostredne nasledovaný indikátorom. Napríklad:

*  MN s čiarou nad (⠦⠠⠠⠍⠝⠴⠱);
*  MN so šípkou doprava nad (⠦⠠⠠⠍⠝⠴⠘⠱).

##### 1.1.2.1 Indikátor tvaru

| slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek |
| --- | --- | --- |
| indikátor tvaru | b1246 | ⠿⠫ |
| indikátor tvaru plného symbolu | b456,1246 | ⠿⠸⠫ |
| indikátor tvaru šrafovaného symbolu | b46,1246 | ⠿⠨⠫ |
| indikátor prepisovateľom definovaného tvaru | b4,1246 | ⠿⠈⠫ |
| indikátor prepisovateľom definovaného tvaru plného symbolu | b4,456,1246 | ⠿⠈⠸⠫ |
| indikátor prepisovateľom definovaného tvaru šrafovaného symbolu | b4,46,1246 | ⠿⠈⠨⠫ |
| ukončenie indikátora tvaru | b156 | ⠿⠱ |

Indikátor tvaru (⠫) predznamenáva, že za ním nasleduje znak alebo skupina znakov, s ktorým spoločne predstavujú geometrický tvar alebo obrázok. V závislosti od toho, čím je indikátor nasledovaný, môže ísť buď o grafické znázornenie tvaru tak, aby vyzeral podobne ako symbol v čiernotlači, alebo o číselné vyjadrenie jeho strán. Indikátor tvaru spolu s nasledujúcim znakom alebo skupinou znakov reprezentuje symbol z čiernotlače. Využíva sa predovšetkým v zápise geometrie, no môže byť použitý aj v neodborných textoch.

Pravidlá zápisu geometrických tvarov pomocou indikátora tvaru:

* číselné vyjadrenie predstavuje počet strán pravidelného geometrického tvaru;
* pravý uhol v tvare sa označuje za indikátorom tvaru bodmi b3456 (⠼), napríklad pravouhlý trojuholník (⠫⠼⠼⠉ b1246,3456,3456,14);
* absencia pravého uhla sa v prípade potreby vyznačuje za indikátorom tvaru bodom b4 (⠈), napríklad rovnobežný štvoruholník bez pravých uhlov (⠫⠈⠼⠙ b1246,4,3456,145);
* zapisované tvary môžu byť použité:
1. tak, ako sú zadefinované v tejto príručke, respektíve v niektorej z častí Príručky písania a používania Braillovho písma v Slovenskej republike,
2. po zadefinovaní prepisovateľom;
* každý prepisovateľom definovaný tvar musí byť zapísaný vždy s indikátorom prepisovateľom definovaného tvaru (⠈⠫ b4,1246) a ukončený koncom indikátora tvaru (⠱ b156);
* zoznam prepisovateľom definovaných tvarov použitých v texte či publikácii musí byť uvedený v samostatnej kapitole na ich začiatku;
* znak alebo skupina znakov za indikátorom tvaru môžu byť:
* číselným vyjadrením jeho vlastností (strán),
* krátkym písmenovým vyjadrením názvu, napríklad začiatočnými písmenami alebo krátkym výstižným slovom,
* brailovými bunkami vytvorený tvar pripomínajúci zapisovaný tvar.

Pri symboloch bez vnútorného vyplnenia, teda symbolov zakreslených ako obrys, sa používa iba indikátor tvaru (⠫). Indikátor tvaru plného symbolu predznamenáva symbol, ktorý je vo vnútri plný, napríklad ▴ plný trojuholník (⠸⠫⠼⠉). Indikátor tvaru šrafovaného symbolu (⠨⠫) slúži na predznamenanie, že symbol je šrafovaný, vyplnený čiarkami, napríklad ◍ šrafovaný kruh (⠨⠫⠿).

Symboly s indikátorom tvaru je vhodné používať v takých prípadoch, v ktorých je aj v čiernotlačovej predlohe uvedený korešpondujúci symbol. Tieto symboly sa zapisujú s medzerou pred aj za symbolom, okrem situácie, keď je útvar nasledovaný veľkými písmenami názvu útvaru. Vtedy sa medzera za symbolom nepíše, indikátor tvaru preruší prefix pre veľké písmená. Napríklad trojuholník ABC △ABC (⠫⠼⠉⠠⠠⠁⠃⠉). V prípade, že to zápis vyžaduje a symbol je bezprostredne nasledovaný interpunkčným znamienkom alebo číslom, indikátor tvaru je potrebné ukončiť ukončením indikátora tvaru (⠱). Jednotlivé tvary uvádzame v kapitole 4.1.3 Rovinné útvary.

##### 1.1.2.2 Indikátory začiatku a konca zlomku

Vzhľadom na potrebu linearizácie zlomkov v Braillovom písme, pre zjednodušenie zápisu boli zavedené indikátory začiatku zlomku (⠆) a konca zlomku (⠰). Tieto indikátory ohraničujú jednotlivé zlomky. V prípade zložených zlomkov môžu byť aj vnorené (v prípade zlomkov v čitateli alebo menovateli hlavného zlomku). Pravidlá ich používania sú bližšie popísané v kapitole 3.1.6 zaoberajúcej sa zápisom zlomkov.

##### 1.1.2.3 Indikátor juxtapozície (kombinovaných symbolov)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek |
| indikátor juxtapozície prekrytím | b12346 | ⠿⠯ |
| indikátor horizontálnej juxtapozície | b123456 | ⠿⠿ |
| indikátor vertikálnej juxtapozície | b12456 | ⠿⠻ |
| indikátor juxtapozície uzavretím (obklopením) | b246 | ⠿⠪ |

Indikátor juxtapozície alebo kombinovaného tvaru sa používa pri symboloch, ktoré predstavujú kombináciu dvoch alebo viacerých samostatných symbolov do jedného symbolu. Takýto nový kombinovaný symbol má iný význam ako samostatne stojace symboly. Celý reťazec takého kombinovaného symbolu sa zapisuje spolu, bez medzier, teda prvý symbol, bezprostredne za ním indikátor juxtapozície, bezprostredne za ním druhý symbol a koniec indikátora (⠱ b156). V prípade, že je z kontextu zrejmé opakované používanie rovnakého symbolu vytvoreného juxtapozíciou a zároveň za symbolom bezprostredne nasleduje medzera, koniec indikátora je možné vynechať. Pri indikátore juxtapozície rozlišujeme kombinovanie symbolov uzavretím, prekrytím, kombinovaním horizontálne a kombinovaním vertikálne. Pri vertikálnej juxtapozícii sa uvádza najskôr horný symbol, potom indikátor vertikálnej juxtapozície, následne spodný symbol. Pri horizontálnej juxtapozícii sa uvádza najskôr ľavý symbol, následne indikátor horizontálnej juxtapozície, následne pravý symbol. Pri juxtapozícii uzavretím sa uvádza najskôr vonkajší symbol, potom indikátor juxtapozície uzavretím, následne vnútorný symbol.

Horizontálna juxtapozícia sa používa len vtedy, keď sú dva symboly napísané v tesnej blízkosti a z použitia je zrejmé, že spoločne predstavujú nový samostatný symbol, odlišný od základných symbolov zapísaných za sebou.

Štruktúra juxtapozícií sa nesmie používať pre symboly čiar, šípok, bodiek, vlnoviek alebo striešok nad alebo pod inými symbolmi. Rovnako sa nesmie používať ani pre horné indexy alebo dolné indexy napísané priamo nad alebo pod symbolmi.

Príklady:

* juxtapozícia prekrytím: ℞ 《R s prekrytým x》 (⠠⠗⠯⠭⠱);
* vertikálna juxtapozícia: ≗ 《prázdna bodka so znamienkom rovnosti pod ňou》 (⠄⠻⠶);
* vertikálna juxtapozícia: ⇄ 《šípka vpravo nad šípkou vľavo》 (⠳⠕⠻⠳⠪);
* juxtapozícia uzavretím: ⊕ plus uzavreté v krúžku (⠫⠿⠪⠖).

#### 1.1.3 Zápis znížených číslic

Znížené číslice sa v Braillovom písme zapisujú ako písmená a až j, avšak posunuté v brailovej bunke nadol, teda sa píšu v bunke bodmi 2, 3, 5 a 6. Zapisujú sa bez číselného znaku, avšak môžu sa použiť iba v konkrétnych, jasne vymedzených a príručkou definovaných prípadoch zápisov prírodných vied, napríklad v zápise chemických zlúčenín. Ide o číslice, ktoré v čiernotlači nemajú ekvivalentný symbol, v čiernotlači ide o štandardnú číslicu. V Braillovom písme sa týmto znížením dosahuje kontextuálna príslušnosť, napríklad zdôraznenie, že v čiernotlači je číslica zapísaná v dolnom indexe, alebo že číslica prislúcha nejakému celku/súboru, napríklad v symbole jedna polovica ½ (⠼⠁⠆).

Znížené čísla neprerušujú prefix pre čísla. V chemických vzorcoch môžu byť znížené čísla použité aj v reťazci veľkých písmen. V tabuľke uvádzame znížené číslice s plným znakom (⠿) iba pre orientáciu, bežne sa zapisujú bez plného znaku.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 ⠿⠂ | 2 ⠿⠆ | 3 ⠿⠒ |
| 4 ⠿⠲ | 5 ⠿⠢ | 6 ⠿⠖ |
| 7 ⠿⠶ | 8 ⠿⠦ | 9 ⠿⠔ |
|  | 0 ⠿⠴ |  |

Tieto brailové bunky, ktoré sa používajú ako znížené číslice, predstavujú v bežnom texte, ako aj matematickom texte, rôzne interpunkčné znamienka, operačné alebo relačné znamienka. Preto je nevyhnutné použiť ich iba v kontextoch, kde je táto možnosť prípustná, a zároveň je potrebné dbať na to, aby nedošlo v texte k zámene zníženého čísla s interpunkčným znamienkom. Ak napríklad chceme zapísať chemickú zlúčeninu H₂SO₄ skráteným brailovým chemickým zápisom, znížená číslica 4 zodpovedá v bežnom texte symbolu bodky „.“. Preto je potrebné jasne oddeliť interpunkčné znamienko od reťazca so zníženými číslicami, a to prefixom ukončovania (⠰ b56). Príklady:

* H₂SO₄ (⠠⠓⠆⠠⠠⠎⠕⠲);
* Kyselina sírová má značku H₂SO₄.
(⠠⠅⠽⠎⠑⠇⠊⠝⠁⠀⠎⠌⠗⠕⠧⠡⠀⠍⠡⠀⠵⠝⠁⠩⠅⠥⠀⠠⠓⠆⠠⠎⠠⠕⠲⠰⠲).

### 1.2 Pravidlá používania brailovej grafiky

Pri tvorbe a tlači materiálov pre hmatové čítanie pre nevidiacich môžu byť informácie prezentované rôznymi spôsobmi, počínajúc samotným Braillovým písmom. So stúpajúcou náročnosťou zápisu informácií vzniká potreba ich prezentovania v obraznejších podobách. Prvým stupňom takéhoto zobrazovania je brailová grafika, teda vytvorenie obrazca zo samotných brailových buniek. Pri brailovej grafike sa konfigurácie brailových buniek nemenia, len sa za ich pomoci vytvára na strane obrazec.

Druhým stupňom je bodová grafika, pri ktorej už nie sú dodržiavané konfigurácie brailových buniek, ale pomocou bodov kdekoľvek na strane sa zobrazujú línie obrazcov.

Reliéfna grafika pracuje s najrôznejšími technológiami tvorby obrázkov, pri ktorých sa už vytvárajú jednoliate línie, celé vystúpené čiary alebo plochy, často aj na tvarovateľný materiál ako plastová fólia či špeciálny papier, a pomocou nich sa tvoria celé obrázky.

V rámci tejto príručky je v niektorých zápisoch použitá brailová grafika.

V prípade brailovej grafiky sa tvar a vzdialenosti bodov nemenia, zostávajú v konfiguráciách určených brailovou bunkou a jej rozmermi. Samotným rozmiestnením v priestore na strane textu však znázorňujú obrazec, vzorec, grafické rozlíšenie časti textu a podobne.

#### 1.2.1 Použitie brailovej grafiky bez upozornenia

V prípade, že ide o účelné grafické odlišovanie častí textu (nadpisy a podnadpisy, zvýraznenie), grafický prvok v brailovej grafike sa môže uviesť priamo bez upozornenia čitateľa na spôsob zápisu. Musí však byť jednoznačné, že ide o grafickú úpravu strany, oddelenie častí textu alebo že má dekoratívny charakter.

Príklady grafickej úpravy strany:

* gggggggggggg (⠛⠛⠛⠛⠛⠛⠛⠛⠛⠛⠛⠛⠛⠛⠛⠛⠛⠛⠛⠛⠛);
* ccccccccccccc (⠉⠉⠉⠉⠉⠉⠉⠉⠉⠉⠉⠉⠉⠉);
* :::::::::::::::: (⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒);
* óoóoóoóoóoóoóoóoóoóo (⠪⠕⠪⠕⠪⠕⠪⠕⠪⠕⠪⠕⠪⠕⠪⠕⠪⠕).

#### 1.2.2 Použitie brailovej grafiky s upozornením

##### 1.2.2.1 Grafický zápis

Pokiaľ je pomocou braillových buniek vytvorený obrazec, diagram či iná plnohodnotná informácia, ktorej charakter nie je dekoratívny, takáto časť textu musí byť uvedená upozornením čitateľa: grafický zápis.

Toto upozornenie sa uvádza tak, že bezprostredne pred a bezprostredne za slovami „grafický zápis“ sa uvedie bod 5, a to takto (⠐⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯⠀⠵⠡⠏⠊⠎⠐). Toto upozornenie sa uvedie pod názvom samotného obrazca, respektíve pomenovania informácie. Uvádza sa bezprostredne nad obrazcom, teda pod týmto upozornením, že ide o grafický zápis, sa už nevynecháva voľný riadok. Príklad:

Trojuholník:

grafický zápis

 △

⠠⠞⠗⠕⠚⠥⠓⠕⠇⠝⠌⠅⠒

⠐⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯ ⠵⠡⠏⠊⠎⠐

⠀⠀⠀⠀⠌⠡

⠀⠀⠀⠌ ⠡

⠀⠀⠬⠤⠤⠤⠥

##### 1.2.2.2 Kombinovaný grafický zápis

Zápis vzorca v prírodných vedách môže byť aj kombinovaný, teda obsahuje aj písmená v Braillovom písme, ktoré plnia funkciu písma, ale aj brailové bunky predstavujúce grafické zobrazenie podstaty informácie, respektíve vzorca. Pokiaľ ide o takúto kombináciu, pred uvedením samotnej informácie (vzorca, zápisu) je potrebné takúto informáciu uviesť textom: kombinovaný grafický zápis. Toto upozornenie sa uvádza tak, že bezprostredne pred a bezprostredne za slovami „kombinovaný grafický zápis“ sa uvedie piaty bod a uvádza sa na samostatnom riadku pred daným zápisom, a to takto: (⠐⠅⠕⠍⠃⠊⠝⠕⠧⠁⠝⠯⠀⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯⠀⠵⠡⠏⠊⠎⠐). Upozornenie sa uvedie pod názvom vzorca, respektíve zobrazovanej informácie, za riadkom s upozornením sa nevynecháva voľný riadok. Príklad:

monochlóretán:

kombinovaný grafický zápis



⠍⠕⠝⠕⠉⠓⠇⠕⠗⠑⠞⠓⠁⠝⠒

⠐⠅⠕⠍⠃⠊⠝⠕⠧⠁⠝⠯⠀⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯⠀⠵⠡⠏⠊⠎⠐

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠠⠓⠀⠠⠓

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠸⠀⠀⠸

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠠⠓⠤⠠⠉⠤⠠⠉⠤⠠⠓

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠸⠀⠀⠸

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠠⠓⠀⠠⠉⠇

V prípade, že ide o rozsiahlejší text alebo publikáciu s väčším množstvom opakujúcich sa brailových grafických zápisov alebo kombinovaných grafických zápisov, upozornenie je možné uviesť na začiatku textu alebo publikácie s platnosťou pre celý text. Grafické zápisy a kombinované grafické zápisy je však potom potrebné dôsledne oddeliť od ostatného textu voľným riadkom zhora aj zdola.

## 2 Základné merné jednotky

Merné jednotky sa spravidla zapisujú ako v čiernotlači, s medzerou za číselným údajom. Pri merných jednotkách s indexom je možné číselný údaj v indexe zapísať aj bez začiatku a konca indexu bez medzery priamo za písmenom jednotky (pre symboly indikátorov indexov pozri kapitolu 3.1.7 Zápis indexov) vzhľadom na jednoznačnosť zápisu mernej jednotky.

V rámci textu alebo matematického zápisu následne jednotky uvádzame s medzerou pred a za jednotkou, pokiaľ nie je jednotka nasledovaná v texte interpunkčným znamienkom ako čiarka, bodka bodkočiarka či otáznik. Vtedy sa uplatní pravidlo zápisu interpunkčných znamienok a medzera sa za jednotku nedáva, tak ako aj v čiernotlači. Napríklad:

* 10 m desať metrov (⠼⠁⠚⠀⠍);
* 60 km² šesťdesiat kilometrov štvorcových (⠼⠋⠚⠀⠅⠍⠌⠼⠃⠱) alebo (⠼⠋⠚⠀⠅⠍⠼⠃);
* Byt má rozlohu 38 m². 《Byt má rozlohu tridsaťosem metrov štvorcových.》
(⠠⠃⠽⠞⠀⠍⠡⠀⠗⠕⠵⠇⠕⠓⠥⠀⠼⠉⠓⠀⠍⠌⠼⠃⠱⠲) alebo (⠠⠃⠽⠞⠀⠍⠡⠀⠗⠕⠵⠇⠕⠓⠥⠀⠼⠉⠓⠀⠍⠼⠃⠲).

### 2.1 Základné veličiny a jednotky medzinárodnej sústavy jednotiek (SI)

| symbol | slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek |
| --- | --- | --- | --- |
| t | čas | b2345 | ⠿⠞ |
| s | sekunda | b234 | ⠿⠎ |
| l | dĺžka | b123 | ⠿⠇ |
| m | meter | b134 | ⠿⠍ |
| m | hmotnosť | b134 | ⠿⠍ |
| kg | kilogram | b13,1245 | ⠿⠅⠛ |
| I | elektrický prúd | b6,24 | ⠿⠠⠊ |
| A | ampér | b6,1 | ⠿⠠⠁ |
| T | termodynamická teplota | b6,2345 | ⠿⠠⠞ |
| K | kelvin | b6,13 | ⠿⠠⠅ |
| n | látkové množstvo | b1345 | ⠿⠝ |
| mol | mol | b134,135,123 | ⠿⠍⠕⠇ |
| I | svietivosť | b6,24 | ⠿⠠⠊ |
| cd | kandela | b14,145 | ⠿⠉⠙ |

### 2.2 Stupne, minúty, sekundy, radiány

| symbol | slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek | pozícia Unicode |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ° | stupeň | b3456,234 | ⠿⠼⠎ | U+00B0 |
| ′ | indexová čiarka, uhlová minúta | b34,2 | ⠿⠌⠂ | U+2032 |
| ″ | dvojitá indexová čiarka, uhlová sekunda | b34,2,2 | ⠿⠌⠂⠂ | U+2033 |
| ‴ | trojitá indexová čiarka | b34,2,2,2 | ⠿⠌⠂⠂⠂ | U+2034 |
| rad | radián | b1235,1,145 | ⠿⠗⠁⠙ |  |

Symboly stupňov ° (⠼⠎ b3456,234), uhlová minúta ′ (⠌⠂ b34,2) a uhlová sekunda ″ (⠌⠂⠂ b34,2,2) zapisujeme bez medzery pred symbolom, teda spolu s číslom, ktorému prislúchajú. V zápise uhlových stupňov, minút a sekúnd teda zapisujeme číselný údaj s daným symbolom bez medzery, medzery sú iba medzi jednotlivými údajmi – stupňami, minútami a sekundami. Napríklad:

* desať stupňov, dvanásť minút a tridsať sekúnd 10° 12′ 30″ (⠼⠁⠚⠼⠎⠀⠼⠁⠃⠌⠂⠀⠼⠉⠚⠌⠂⠂);
* desať minút tridsať sekúnd plus dvanásť stupňov päť minút 10′ 30″ +12° 5′
(⠼⠁⠚⠌⠂⠀⠼⠉⠚⠌⠂⠂⠀⠖⠼⠁⠃⠼⠎⠀⠼⠑⠌⠂).

## 3 Základná aritmetika

### 3.1 Písanie čísel

O spôsobe zápisu čísel hovorí kapitola Písanie čísel a reťazcov s číslami a písmenami v prvej časti príručky. V nej sú uvedené základné spôsoby zápisu čísel v literárnych textoch a bežných dokumentoch. Táto kapitola sa zameriava na spôsob zápisu čísel v matematických textoch a zápisoch.

Čísla 0 až 9 (symboly U+0030 až U+0039) sú zapísané ako číselný znak (⠼ b3456) nasledovaný malým písmenom a až j, pričom číslu 1 zodpovedá písmeno a, číslu 2 b, číslu 9 i a číslu 0 j, takto:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 ⠼⠁ | 2 ⠼⠃ | 3 ⠼⠉ |
| 4 ⠼⠙ | 5 ⠼⠑ | 6 ⠼⠋ |
| 7 ⠼⠛ | 8 ⠼⠓ | 9 ⠼⠊ |
|  | 0 ⠼⠚ |  |

#### 3.1.1 Celé čísla

Celé čísla sa zapisujú ako neprerušený reťazec, v prípade záporného čísla so znamienkom mínus (−) (⠤ b36) bezprostredne pred číselným znakom. V prípade viac ako trojciferného čísla je možné jednotlivé trojice od seba oddeľovať symbolom apostrof (⠄ b3). Príklady:

* číslo štyristodvadsaťpäť 425 (⠼⠙⠃⠑ b3456,145,12,15);
* číslo dvadsaťštyritisícstošesťdesiatdeväť 24169 alebo 24‘169
(⠼⠃⠙⠁⠋⠊ b3456,12,145,1,124,24) alebo (⠼⠃⠙⠄⠁⠋⠊ b3456,12,145,3,1,124,24).

#### 3.1.2 Desatinné čísla

Ako desatinná čiarka sa pri písaní desatinných čísel používa symbol , (U+002C), ktorý sa v Braillovom písme zapisuje ako (⠂ b2). Zapisuje sa bezprostredne po celej časti čísla a bezprostredne pred jeho desatinou časťou. Prefix pre číslo týmto symbolom nie je zrušený, číslo pokračuje ďalej bez prefixu. Napríklad:

* číslo tri celé štrnásť stotín: 3,14 (⠼⠉⠂⠁⠙ b3456,14,2,1,145);
* číslo desať celých päťdesiat stotín: 10,50 (⠼⠁⠚⠂⠑⠚ b3456,1,245,2,15,245).

Perióda v desatinných číslach, ktorá je v čiernotlači označovaná dlhou čiarou nad číslicami opakujúcimi sa donekonečna, sa v Braillovom písme označuje uzavretím periódy do okrúhlych zátvoriek. Napríklad:

* číslo pätnásť celých dvestošestnásť tisícin s periódou dvestošestnásť: 
(⠼⠁⠑⠂⠦⠃⠁⠋⠴ b3456,1,15,2,236,12,1,124,356).

#### 3.1.3 Záporné čísla

Záporné čísla sa píšu so znamienkom mínus (−) bezprostredne pred číslom, tak ako v čiernotlači. Pred prefixom pre číslo sa teda napíše znak (⠤ b36).

Ak záporné číslo nasleduje po operačnom znamienku vo výraze, uvádza sa v zátvorkách. Príklady:

* číslo mínus desať: −10 (⠤⠼⠁⠚);
* číslo mínus sedemnásť celých dvadsaťštyri stotín: −17,24 (⠤⠼⠁⠛⠂⠃⠙);
* číslo mínus tritisícdvesto celých štrnásť stotín: −3200,14 (⠤⠼⠉⠃⠚⠚⠂⠁⠙);
* výraz dvanásť mínus mínus dva: 12 −(−2) (⠼⠁⠃⠀⠤⠦⠤⠼⠃⠴).

#### 3.1.4 Zápis dlhých čísel

Pri zapisovaní dlhších čísel je možné trojčíslia, oddeľované v čiernotlači medzerou alebo apostrofom, oddeliť apostrofom aj v braili (⠄ b3). Prefix pre čísla nie je týmto symbolom zrušený, číslo pokračuje ďalej bez prefixu. Napríklad:

* tisícštyristo: 1'400 (⠼⠁⠄⠙⠚⠚);
* tristodvadsaťtisícštyristo: 320'400 (⠼⠉⠃⠚⠄⠙⠚⠚);
* dvetisíctristoštrnásť celých štrnásť stotín: 2'314,14 (⠼⠃⠄⠉⠁⠙⠂⠁⠙);
* dvanásť celých tridsaťjedentisícštyristodvanásť stotisícin: 12,314'12 (⠼⠁⠃⠂⠉⠁⠙⠄⠁⠃);
* nula celých tristodvadsaťjedentisícstotridsaťtri milióntin: 0,321'133 (⠼⠚⠂⠉⠃⠁⠄⠁⠉⠉).

#### 3.1.5 Číselný rad

Číselný rad sa zapisuje tak, ako aj v čiernotlači. Jednotlivé čísla sa zapisujú s prefixom pre číslo, oddeľujú sa čiarkami alebo bodkočiarkami a medzerami. Napríklad:

* 3, 6, 9, 12, … (⠼⠉⠂⠀⠼⠋⠂⠀⠼⠊⠂⠀⠼⠁⠃⠂⠀⠲⠲⠲).

#### 3.1.6 Zápis zlomkov

Zápis zlomkov v Braillovom písme je lineárny. Čitateľ a menovateľ sú zapísané do jedného alebo viacerých riadkov tak, ako po sebe nasledujú. Oddelené sú jednoduchou horizontálnou zlomkovou čiarou (⠻ b12456). Zložený zlomok, ktorý má v čitateli alebo v menovateli (alebo v oboch) zlomok, má aj hlavnú horizontálnu zlomkovú čiaru (⠻⠻ b12456,12456). Pred jednoduchou zlomkovou čiarou aj pred hlavnou zlomkovou čiarou sa vždy píše medzera. Menovateľ sa zapisuje bezprostredne za zlomkovou čiarou, teda za zlomkovou čiarou ani za hlavnou zlomkovou čiarou sa medzera nepíše.

| symbol | slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek |
| --- | --- | --- | --- |
| ⠆ | indikátor začiatku zlomku | b23 | ⠿⠆ |
| ⠰ | indikátor ukončenia zlomku | b56 | ⠿⠰ |
| / | horizontálna zlomková čiara | b12456 | ⠿⠻ |
| // | hlavná zlomková čiara | b12456,12456 | ⠿⠻⠻ |

Pre jednoznačnosť zápisu sa pre zápis zlomkov používa v Braillovom písme indikátor začiatku zlomku (⠆ b23) a indikátor konca zlomku (⠰ b56). Pred indikátorom začiatku zlomku nemusí byť medzera, ak zlomok nasleduje po operátore alebo relačnom znamienku. Platí však pravidlo, že za indikátorom konca zlomku (⠰ b56) sa vždy píše medzera, okrem situácie v zloženom zlomku, keď ho môže bezprostredne nasledovať druhý, respektíve ďalší indikátor konca zlomku. V prípade záporného čísla v zlomku sa znamienko daného čísla zapisuje vo vnútri zlomkových indikátorov, v prípade zložitejšieho čitateľa či menovateľa zlomku sa používajú zátvorky. Príklady:

* dvadsaťdva lomeno tri a sa rovná:  《lineárne: 22/3a =》 (⠆⠼⠃⠃⠀⠻⠼⠉⠰⠁⠰⠀⠶);
* dve tretiny plus tri devätiny sa rovná:  《lineárne: 2/3 + 3/9 =》
(⠆⠼⠃⠀⠻⠼⠉⠰⠀⠖⠆⠼⠉⠀⠻⠼⠊⠰⠀⠶);
* mínus dve tretiny plus mínus tri šestiny sa rovná:  《lineárne: −2/3 +(−3/6) =》
(⠆⠤⠼⠃⠀⠻⠼⠉⠰⠀⠖⠆⠤⠼⠉⠀⠻⠼⠋⠰⠀⠶);

dvadsaťjeden celých tridsaťosem stotín lomeno tri celé štrnásť stotín:  《21,38/3,14》
(⠆⠼⠃⠁⠂⠉⠓⠀⠻⠼⠉⠂⠁⠙⠰).

Zápis zlomkov alebo zmiešaných čísel bez uvedenia indikátorov začiatku a konca zlomku je možné použiť iba pri zlomkoch, ktorých čitateľ aj menovateľ predstavuje iba jedno celé číslo. V takýchto prípadoch sa môže zlomok zapísať ako čitateľ, medzera, zlomková čiara a menovateľ, teda bez indikátorov začiatku a konca zlomku.

Napríklad:

* polovica: ½ 《lineárne: 1/2》 (⠼⠁⠀⠻⠼⠃);
* tri štvrtiny: ¾ 《lineárne: 3/4》 (⠼⠉⠀⠻⠼⠙);
* jedenásť dvanástin:  《lineárne: 11/12》 (⠼⠁⠁⠀⠻⠼⠁⠃);
* mínus jedna polovica:  《lineárne: −1/2》 (⠤⠼⠁⠀⠻⠼⠃);
* mínus dva lomka mínus tri:  《−2/−3》 (⠤⠼⠃⠀⠻⠤⠼⠉).

Ak je jednoznačné určenie zlomku na základe indikátora začiatku a konca zlomku, nie je potrebné písať zátvorku. Teda v prípade, keď indikátory začiatku a konca zlomku v braili jasne zlomok určujú a zátvorka by tvorila duplicitnú úlohu vymedzenia zlomku. Napríklad:

* tri krát mínus jedna polovica:  《lineárne: 3(−1/2) 》 (⠼⠉⠆⠤⠼⠁⠀⠻⠼⠃⠰).

Pre úplnú zrozumiteľnosť a správne pochopenie zlomkov, predovšetkým pri zložitejších zápisoch, je v matematických zápisoch nevyhnutné používať vždy štandardne zapisované čísla bez zníženia, ako aj indikátory začiatku a konca zlomku.

Zlomky vyjadrené pomocou zátvoriek a šikmých zlomkových čiar (lomka) zapisujeme ako v čiernotlači.

Prevod zlomku na desatinné číslo:

* a lomeno b rovná sa a deleno b, pričom b sa nerovná nule:  b≠0 《lineárne: a/b =a ÷ b, b ≠0》 (⠆⠁⠀⠻⠃⠰⠀⠶⠁⠀⠒⠃⠂⠀⠃⠀⠈⠶⠼⠚).

##### 3.1.6.1 Zložené zlomky

Zložené zlomky zapisujeme s rovnakými pravidlami, aké platia pre jednoduché zlomky, pričom hlavnú zlomkovú čiaru zloženého zlomku vyjadrujeme dvoma symbolmi pre zlomkovú čiaru (⠻⠻ b12456,12456). Zlomky v čitateli a v menovateli zloženého zlomku zapisujeme podľa predchádzajúceho pravidla, pričom indikátory začiatku a konca zlomku môžu byť vnorené. Indikátor konca zlomku môže v takomto prípade byť bezprostredne nasledovaný ďalším indikátorom konca zlomku. Napríklad:

* štyri tretiny lomeno päť desatín:  《lineárne: 4/3 // 5/10》
(⠆⠆⠼⠙⠀⠻⠼⠉⠰⠀⠻⠻⠆⠼⠑⠀⠻⠼⠁⠚⠰⠰);
* dva lomeno mínus päť sedmín sa rovná dva deleno zátvorka mínus päť sedmín koniec zátvorky:  《lineárne: 2 // −5/7 =2 ÷(−5/7) 》
(⠆⠼⠃⠀⠻⠻⠆⠤⠼⠑⠀⠻⠼⠛⠰⠰⠀⠶⠼⠃⠀⠒⠦⠤⠼⠑⠀⠻⠼⠛⠴).

##### 3.1.6.2 Zmiešané čísla

Zmiešané čísla sa zapisujú ako v čiernotlači. Za celým číslom nasleduje zlomok, pričom sa pred zlomkom nepíše medzera. Príklad:

* sedem celých dve tretiny: 7⅔ (⠼⠛⠆⠼⠃⠀⠻⠼⠉⠰) alebo (⠼⠛⠼⠃⠀⠻⠼⠉);
* mínus štyri celé jedna polovica: −4½ (⠤⠼⠙⠆⠼⠁⠀⠻⠼⠃⠰);
* tri celé x lomeno y: 3 (⠼⠉⠆⠭⠀⠻⠽⠰).

##### 3.1.6.3 Skrátené zápisy zlomkov

V matematickom zápise sa skrátené zapisovanie zlomkov neodporúča. Neodporúča sa ani používanie špecifického symbolu, ako napríklad polovica ½ (⠼⠁⠆) pomocou zníženého menovateľa, kde sa menovateľ uvádza bez zlomkovej čiary ako znížené číslo. Napriek tomuto odporúčaniu môže byť pri niektorých textoch, aj v zápisoch iných prírodných vied, efektívnejšie použitie skráteného zápisu, preto je takýto spôsob v rámci Pravidiel písania a používania Braillovho písma v Slovenskej republike možný za dodržania nasledujúcich podmienok:

V prípade skrátenia zlomku v textových častiach materiálov alebo vo veľmi jednoduchých príkladoch je možné použiť skrátenie so zníženým číslom, ako napríklad polovica ½ (⠼⠁⠆) pomocou zníženého menovateľa a bez zlomkovej čiary. Aj v prípade zmiešaných čísel je možné zlomok zapísať bez indikátorov začiatku a konca zlomku, ak sú v čitateli aj menovateli výlučne celé čísla. Aj v tomto prípade sa zmiešané číslo zapíše bez medzery medzi celým číslom a zlomkom, pričom menovateľ zlomku sa môže napísať aj so zníženým číslom bez číselného znaku a bez zlomkovej čiary. Napríklad:

* päť celých jedna polovica: 5½ (⠼⠑⠼⠁⠆);
* štyri celé dve tretiny: 4⅔ (⠼⠙⠼⠃⠒).

Pri písaní takéhoto zlomku vo vete je dôležité rozlíšiť zníženú číslicu od prípadného interpunkčného znamienka. V prípade nejasného zápisu je potrebné použiť znak (⠰ b56) na odlíšenie znamienka, alebo neskrátený zápis zlomku. Napríklad: 《Zostala mi už len ¼.》 (⠠⠵⠕⠎⠞⠁⠇⠁⠀⠍⠊⠀⠥⠮⠀⠇⠑⠝⠀⠼⠁⠲⠰⠲) alebo (⠠⠵⠕⠎⠞⠁⠇⠁⠀⠍⠊⠀⠥⠮⠀⠇⠑⠝⠀⠼⠁⠀⠻⠼⠙⠲).

Zlomok je možné zapísať bez indikátorov zlomku iba vtedy, ak je aj čitateľ, aj menovateľ tvorený iba jedným celým číslom.

#### 3.1.7 Zápis indexov

V Braillovom písme nie je možné úroveň textu zvyšovať alebo znižovať vzhľadom na priľahlý text. Indexy sa preto v bodovom písme zapisujú lineárne, v tom istom riadku, a uzatvárajú sa do indikátorov začiatku a konca indexu.

| slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek |
| --- | --- | --- |
| indikátor začiatku horného indexu  | b34 | ⠿⠌ |
| indikátor začiatku dolného indexu | b16 | ⠿⠡ |
| indikátor začiatku horného indexu (presne nad) | b6,34 | ⠿⠠⠌ |
| indikátor začiatku dolného indexu (presne pod) | b6,16 | ⠿⠠⠡ |
| indikátor konca indexu | b156 | ⠿⠱ |

Indexy sa vždy zapisujú bezprostredne pred alebo za hlavným symbolom – číslom alebo písmenom. Ani pred, ani za indikátorom začiatku alebo konca indexu sa nepíše medzera. Za koncom indexu sa medzera píše, iba ak nasleduje ďalší člen výrazu, operačné či iné znamienko výrazu. Ak je v indexe číslo, zapisuje sa vždy s číselným znakom, pre ktorý platia vo vnútri indexu rovnaké pravidlá ako pre číselný znak všeobecne. Pri použití viacerých indexov musí byť každý z nich samostatne ukončený. Ľavý index sa zapisuje pred hlavným symbolom, pravý index sa zapisuje za hlavným symbolom. Pri súčasnom použití viacerých indexov dodržujeme poradie – ľavý horný index, ľavý dolný index, hlavný symbol, index presne nad, index presne pod, pravý horný index, pravý dolný index.

V prípade zápisu indexov vo výraze s operačnými či relačnými znamienkami sa dodržiavajú rovnaké pravidlá ako pri iných členoch výrazu alebo výpočtu. Ak sa exponent v indexe začína operačným znamienkom, nevynecháva sa pred operačným znamienkom a za symbolom začiatku indexu medzera.

Príklady:

* v s dolným indexom a: vₐ (⠧⠡⠁⠱);
* x na 3b-tu: x³ᵇ (⠭⠌⠼⠉⠰⠃⠱);
* x na dvanástu: x¹² (⠭⠌⠼⠁⠃⠱);
* a na druhú plus b na druhú rovná sa c na druhú: a² + b² = c² (⠁⠌⠼⠃⠱⠀⠖⠃⠌⠼⠃⠱⠀⠶⠉⠌⠼⠃⠱).

#### 3.1.8 Mocniny a odmocniny

Mocniny a odmocniny sa zapisujú pomocou indikátorov indexov.

| slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek |
| --- | --- | --- |
| začiatok mocniny | b34 | ⠿⠌ |
| symbol odmocniny | b146 | ⠿⠩ |
| koniec mocniny aj odmocniny | b156 | ⠿⠱ |
| √ (druhá odmocnina) | b146 | ⠿⠩ |

##### 3.1.8.1 Mocniny

Každá mocnina vrátane číselnej sa zapisuje ako pravý horný index, a to v tomto poradí: základ mocniny, symbol pravého horného indexu, exponent mocniny, symbol konca výrazu daného typu. Ak je v exponente mocniny číslo, vždy sa zapisuje s číselným znakom, pre ktorý platia vo vnútri indexu rovnaké pravidlá aké platia pre číselný znak bežne. Pre výrazy v exponente mocniny platia rovnaké pravidlá ako pre výrazy bežne.

Príklady:

* tri na druhú: 3² (⠼⠉⠌⠼⠃⠱);
* štyri na dvanástu: 4¹² (⠼⠙⠌⠼⠁⠃⠱);
* sedem na b-tu: 7ᵇ (⠼⠛⠌⠃⠱);
* dvanásť na (n plus 1): 12ⁿ⁺¹ (⠼⠁⠃⠌⠝⠀⠖⠼⠁⠱).

V prípade, že je nespochybniteľne zrejmé, že ide o mocninu, ktorej základ nie je konštanta (číslo) a v exponente je celé číslo, môže sa v zápise vynechať začiatok aj koniec indexu – napríklad pri jednotkách obsahu alebo objemu. Avšak v prípade, že základom mocniny je číslo, začiatok a koniec mocniny sa zapisujú vždy.

Príklady možného vypustenia začiatku a konca indexu (napríklad v texte slovných úloh v matematike, vo fyzike, geografii a podobne):

* meter štvorcový m² (⠍⠼⠃);
* decimeter kubický dm³ (⠙⠍⠼⠉).

##### 3.1.8.2 Odmocniny

Odmocnina sa zapisuje v tomto poradí: indikátor začiatku horného indexu, exponent odmocniny, symbol odmocniny, základ odmocniny, indikátor konca indexu. Exponent odmocniny sa píše pred symbolom odmocniny ako ľavý horný index. Symbol pre odmocninu zároveň slúži ako symbol na ukončenie exponenta odmocniny. Výraz pod odmocninou nasleduje za symbolom odmocniny (⠩ b146).

V prípade druhej odmocniny sa exponent odmocniny môže vynechať, celý výraz sa začína symbolom pre odmocninu (⠩ b146). V takomto prípade sa neuvádza ani indikátor začiatku indexu, ani exponent. Výraz je však potrebné aj v tomto prípade ukončiť indikátorom konca indexu (⠱ b156).

Príklady:

* druhá odmocnina zo 64 (⠌⠼⠃⠩⠼⠋⠙⠱);
* druhá odmocnina zo 64 (⠩⠼⠋⠙⠱);
* n-tá odmocnina zo 723 (⠌⠝⠩⠼⠛⠃⠉⠱);
* n-tá odmocnina z 3x −4 (⠌⠝⠩⠼⠉⠭⠀⠤⠼⠙⠱);
* druhá odmocnina z 3x −4 (⠩⠼⠉⠭⠀⠤⠼⠙⠱).

##### 3.1.8.3 Vety o mocninách

* súčin mocnín s rovnakým základom: a na m krát a na n sa rovná a na (m+n), pričom m a n sú prvkom N
aᵐ ⋅ aⁿ = aᵐ⁺ⁿ (m, n ∈ N)
(⠁⠌⠍⠱⠀⠄⠁⠌⠝⠱⠀⠶⠁⠌⠍⠀⠖⠝⠱⠀⠦⠍⠂⠀⠝⠀⠘⠑⠀⠠⠝⠴);
* podiel mocnín s rovnakým základom: aᵐ ÷ aⁿ = aᵐ⁻ⁿ
(⠁⠌⠍⠱⠀⠒⠁⠌⠝⠱⠀⠶⠁⠌⠍⠀⠤⠝⠱);
* mocnina súčinu: (a ⋅ b)ⁿ = aⁿ ⋅bⁿ
(⠦⠁⠀⠄⠃⠴⠌⠝⠱⠀⠶⠁⠌⠝⠱⠀⠄⠃⠌⠝⠱);
* mocnina zlomku:  《lineárne: (a/b)ⁿ =aⁿ /bⁿ》
(⠦⠁⠀⠻⠃⠴⠌⠝⠱⠀⠶⠆⠁⠌⠝⠱⠀⠻⠃⠌⠝⠱⠰);
* mocnina mocniny: (aᵐ)ⁿ = aᵐ ⋅ n
(⠦⠁⠌⠍⠱⠴⠌⠝⠱⠀⠶⠁⠌⠍⠀⠄⠝⠱);
* druhá mocnina súčtu: (a + b)² = a² + 2ab + b²
(⠦⠁⠀⠖⠃⠴⠌⠼⠃⠱⠀⠶⠁⠌⠼⠃⠱⠀⠖⠼⠃⠰⠁⠃⠀⠖⠃⠌⠼⠃⠱);
* druhá mocnina rozdielu: (a −b)² = a² −2ab +b²
(⠦⠁⠀⠤⠃⠴⠌⠼⠃⠱⠀⠶⠁⠌⠼⠃⠱⠀⠤⠼⠃⠰⠁⠃⠀⠖⠃⠌⠼⠃⠱);
* súčin súčtu a rozdielu: (a + b)(a − b) = a² − b²
(⠦⠁⠀⠖⠃⠴⠦⠁⠀⠤⠃⠴⠀⠶⠁⠌⠼⠃⠱⠀⠤⠃⠌⠼⠃⠱).

### 3.2 Matematické operátory

Matematické operátory, respektíve operačné znamienka, sa v bodovom písme píšu spravidla s medzerou pred znamienkom. Za znamienkom sa medzera nepíše, znamienko je bezprostredne nasledované číslom alebo časťou výrazu, napríklad číselným znakom, zátvorkou, začiatkom zlomku a podobne. V prípade, že chceme použiť matematický operátor ako súčasť neodborného (nematematického) textu, jeho funkciu odlíšime prefixom (⠰ b56). Ide predovšetkým o znamienka s rovnakou kombináciou bodov, ktoré majú v neodbornom texte iný význam ako v odbornom, napríklad výkričník (!) a plus (+) majú obe rovnakú kombináciu bodov (⠖ b235), preto sa znamienko plus v nematematickom texte označí prefixom (⠰⠖ b56,235).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| symbol | slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek | pozícia Unicode |
| + | plus | b235 | ⠿⠖ | U+002B |
| − | mínus | b36 | ⠿⠤ | U+2212 |
|  ± | plus mínus | b235,36 | ⠿⠖⠤ | U+00B1 |
| ∓ | mínus alebo plus | b36,235 | ⠿⠤⠖ | U+2213 |
| ∗ | hviezdičkový operátor | b35 | ⠿⠔ | U+2217 |
| ⋅ | krát a skalárny súčin vektorov | b3 | ⠿⠄ | U+22C5 |
| × | krát, vektorový a kartézsky súčin | b346 | ⠿⠬ | U+00D7 |
| ∘ | operátor krúžok | b5,135 | ⠿⠐⠕ | U+2218 |
| ∙ | operátor bodka | b3 | ⠿⠄ | U+2219 |
| ÷ | deleno | b25 | ⠿⠒ | U+00F7 |
| ∣ | delí | b456 | ⠿⠸ | U+2223 |
| ∕ alebo — | zlomková čiara | b12456 | ⠿⠻ | U+2215 |
| / | lomka | b12456 | ⠿⠻ | U+002F |
| ∤ | nedelí | b4,456 | ⠿⠈⠸ | U+2224 |
| ∶ | pomer | b25 | ⠿⠒ | U+2236 |

Príklady zápisov s operátormi:

* 3 + 4 (⠼⠉⠀⠖⠼⠙);
* 3 − 2 (⠼⠉⠀⠤⠼⠃);
* 3 ⋅ 5 (⠼⠉⠀⠄⠼⠑);
* 14 ÷ 7 (⠼⠁⠙⠀⠒⠼⠛).

#### 3.2.1 Základný zápis počtových výkonov pod sebou

Pri písomnom sčítaní, odčítaní a násobení sa čísla aj desatinné čiarky zapisujú pod seba, stovky pod stovky, desiatky pod desiatky, jednotky pod jednotky, desatiny pod desatiny a podobne. Prefix pre číslo (⠼ b3456) sa uvádza len pred prvým číslom vo výpočte a pred výsledkom. Operačné znamienko + sa neuvádza, ostatné operačné znamienka sa uvedú vždy pred číslom, spravidla pod prefix pre číslo (⠼ b3456) prvého čísla vo výpočte, respektíve bezprostredne pred číslo, ak je dlhšie ako prvé číslo vo výpočte.

Výsledok sa od ostatných čísel vo výpočte oddeľuje podčiarknutím v podobe horizontálnej čiary pod číslami, veľkosť čiary zodpovedá najdlhšiemu číslu. Horizontálna čiara sa zapisuje ako po sebe nasledujúce dvojbodky (brailové bunky ⠒ b25).

##### 3.2.1.1 Písomné sčítanie a odčítanie pod seba

4 323 ⠼⠙⠄⠉⠃⠉

 44 ⠙⠙

――――― ⠒⠒⠒⠒⠒⠒

4 367 ⠼⠙⠄⠉⠋⠛

 323 ⠼⠉⠃⠉

−1 999 ⠤⠁⠊⠊⠊

―――――― ⠒⠒⠒⠒⠒⠒

−1 676 ⠤⠼⠁⠋⠛⠋

23,56 ⠼⠃⠉⠂⠑⠓

−1,378 ⠤⠀⠁⠂⠉⠛⠓

―――― ⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒

22,182 ⠼⠃⠃⠂⠁⠓⠃

##### 3.2.1.2 Písomné násobenie pod seba

12,32 ⠼⠁⠃⠂⠉⠃

 ⋅ 0,5 ⠄⠀⠚⠂⠑

―――――― ⠒⠒⠒⠒⠒⠒

 6,160 ⠼⠋⠂⠁⠋⠚

 132 ⠼⠁⠉⠃

 ⋅ 15 ⠄⠀⠁⠑

――――― ⠒⠒⠒⠒

 660 ⠋⠋⠚

132 ⠁⠉⠃

――――― ⠒⠒⠒⠒⠒⠀

1980 ⠼⠁⠊⠓⠚

12,3 ⠼⠁⠃⠂⠉

⋅ 5,2 ⠄⠀⠑⠂⠃

――――― ⠒⠒⠒⠒⠒

 246 ⠃⠙⠋

615 ⠋⠁⠑

―――――― ⠒⠒⠒⠒⠒

6396 ⠋⠉⠊⠋

―――――― ⠒⠒⠒⠒⠒⠒

63,96 ⠼⠋⠉⠂⠊⠋

Pri písomnom násobení viacciferným číslom je možné obidva činitele zapisovať do jedného riadka a súčin oddeliť horizontálnou čiarou. V takom prípade obidva činitele uvádzame s prefixom pre číslo. Čiastkový súčin začíname zapisovať pod číslicu druhého činiteľa, ktorou práve násobíme. Zápis súčinu ako aj výsledok sa od ostatných čísel vo výpočte oddeľuje podčiarknutím v podobe horizontálnej čiary pod číslami.

132 ⋅15

―――――――――

 660

 132

 ―――――

 1980

⠼⠁⠉⠃⠀⠄⠼⠁⠑

⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠋⠋⠚

⠀⠀⠀⠀⠀⠁⠉⠃⠀

⠀⠀⠀⠀⠒⠒⠒⠒⠒

⠀⠀⠀⠀⠼⠁⠊⠓⠚

##### 3.2.1.3 Písomné delenie

Pri písomnom delení sa výpočet uvádza v riadku, delenec, deliteľ aj podiel. Všetky čísla sa uvádzajú s prefixom pre číslo (⠼ b3456), okrem zapisovaných zvyškov po delení. Tie sa zapisujú pod výpočet bez prefixu. Za konečný výsledok v prvom riadku sa doplní text „zv.“ medzera a výsledok s prefixom pre číslo. Desatinné miesta sa vo výsledku určia a zapíšu v riadku pod neúplným výsledkom. Príklady:

584÷14=41 zv. 10

 24

 10

⠼⠑⠓⠙⠀⠒⠼⠁⠙⠀⠶⠼⠙⠁⠀⠵⠧⠲⠀⠼⠁⠚

⠀⠀⠃⠙

⠀⠀⠁⠚

26,38÷12=2,19 zv. 0,10

 2 3

 1 18

 0 10

⠼⠃⠋⠂⠉⠓⠀⠒⠼⠁⠃⠀⠶⠼⠃⠂⠁⠊⠀⠵⠧⠲⠀⠼⠚⠂⠁⠚

⠀⠀⠀⠃⠀⠉

⠀⠀⠀⠁⠀⠁⠓

 ⠚ ⠁⠚

##### 3.2.1.4 Zákonitosti matematických operácií

* zámena sčítancov (komutatívnosť sčítania): a+b =b+a (⠁⠀⠖⠃⠀⠶⠃⠀⠖⠁);
* zámena činiteľov (komutatívnosť násobenia) a⋅b =b⋅a (⠁⠀⠄⠃⠀⠶⠃⠀⠄⠁);
* združovanie sčítancov (asociatívnosť sčítania): a+(b+c) =(a+b)+c
(⠁⠀⠖⠦⠃⠀⠖⠉⠴⠀⠶⠦⠁⠀⠖⠃⠴⠀⠖⠉);
* združovanie činiteľov (asociatívnosť násobenia): a⋅(b⋅c) =(a⋅b)⋅c (⠁⠀⠄⠦⠃⠀⠄⠉⠴⠀⠶⠦⠁⠀⠄⠃⠴⠀⠄⠉);
* násobenie nulou: a⋅0 =0 (⠁⠀⠄⠼⠚⠀⠶⠼⠚);
* násobenie jednotkou: a⋅1 =1⋅a =a (⠁⠀⠄⠼⠁⠀⠶⠼⠁⠀⠄⠁⠀⠶⠁);
* roznásobenie súčtu (distributívnosť): (a +b)⋅c =(a⋅c)+(b⋅c)
(⠦⠁⠀⠖⠃⠴⠀⠄⠉⠀⠶⠦⠁⠀⠄⠉⠴⠀⠖⠦⠃⠀⠄⠉⠴).

### 3.3 Znaky rovnosti a nerovnosti, relačné znamienka

Zoznam základných relačných znamienok uvádzame v nasledujúcej tabuľke.

| Symbol | slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek | pozícia Unicode |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| = | rovná sa | b2356 | ⠿⠶ | U+003D |
| ≠ | nerovná sa | b4,2356 | ⠿⠈⠶ | U+2260 |
| < | menší ako | b126 | ⠿⠣ | U+003C |
| ≤ | menší alebo rovný | b126,2356 | ⠿⠣⠶ | U+2264 |
| > | väčší ako | b345 | ⠿⠜ | U+003E |
| ≥ | väčší alebo rovný | b345,2356 | ⠿⠜⠶ | U+2265 |
| ≶ | menší ako alebo väčší ako | b126,345 | ⠿⠣⠜ | U+2276 |
| ≷ | väčší ako alebo menší ako | b345,126 | ⠿⠜⠣ | U+2277 |
| ≪ | oveľa menší ako | b46,126 | ⠿⠨⠣ | U+226A |
| ≫ | oveľa väčší ako | b46,345 | ⠿⠨⠜ | U+226B |
| ≮ | nie menší ako | b4,126 | ⠿⠈⠣ | U+226E |
| ≯ | nie väčší ako | b4,345 | ⠿⠈⠜ | U+226F |
| ≐ | Rovná sa po zaokrúhlení | b5,2356 | ⠿⠐⠶ | U+2250 |
| ≈ | približne sa rovná (dvojitá vlnovka) | b6,2356 | ⠿⠠⠶ | U+2248 |
| ≉ | nie je približne rovné (prečiarknutá dvojitá vlnovka) | b4,6,2356 | ⠿⠈⠠⠶ | U+2249 |
| ≑ | geometricky sa rovná | b46,5,2356 | ⠿⠨⠐⠶ | U+2251 |
| ∼ | je podobný (jedna vlnovka) | b26 | ⠿⠢ | U+223C |
| ≅ | je zhodný (rovná sa s vlnovkou nad) | b26,2356 | ⠿⠢⠶ | U+2245 |
| ≇ | nie je zhodný (prečiarknuté rovná sa s vlnovkou nad) | b4,26,2356 | ⠿⠈⠢⠶ | U+2247 |
| ≡ | totožné s | b456,2356 | ⠿⠸⠶ | U+2261 |
| ≢ | nie je totožné s | b4,456,2356 | ⠿⠈⠸⠶ | U+2262 |
| ≙ | zodpovedá (rovná sa so strieškou) | b45,2356 | ⠿⠘⠶ | U+2259 |

Relačné znamienka zapisujeme s medzerou pred symbolom. Číslo alebo člen výrazu nasleduje po relačnom znamienku bezprostredne, bez medzery. Medzera sa za relačným znamienkom nepíše ani v prípade, že po ňom nasleduje záporné číslo so znamienkom − (⠤ b36). Príklady:

* 3 < 4 (⠼⠉⠀⠣⠼⠙);
* x ≤ −10 (⠭⠀⠣⠶⠤⠼⠁⠚);
* 25 ÷ 4 ≐ 6 (⠼⠃⠑⠀⠒⠼⠙⠀⠐⠶⠼⠋).

### 3.4 Zápis výrazov

Matematické výrazy sa zapisujú ako v čiernotlači. Pri zapisovaní čísel a písmen je potrebné dodržiavať pravidlá zápisu číselných alebo alfanumerických reťazcov (kapitola 1.1.1). Napríklad:

* 3x +4 = 22 (⠼⠉⠭⠀⠖⠼⠙⠀⠶⠼⠃⠃);
* (52,3 −24,6) ⋅3/5 (⠦⠼⠑⠃⠂⠉⠀⠤⠼⠃⠙⠂⠋⠴⠀⠄⠆⠼⠉⠀⠻⠼⠑⠰);
* 34a +3a² −a³(⠼⠉⠙⠰⠁⠀⠖⠼⠉⠰⠁⠌⠼⠃⠱⠀⠤⠁⠌⠼⠉⠱).

#### 3.4.1 Zástupné symboly dopĺňania chýbajúcej časti výrazu

V matematických príkladoch, predovšetkým v učebniciach, sa často vyskytujú príklady s chýbajúcim číslom alebo znamienkom. V týchto príkladoch sa od žiaka/študenta očakáva vpísanie chýbajúceho čísla alebo znamienka na dané miesto. Príklady označenia:

* podčiarknutie \_ (⠨⠤ b46,36);
* otáznik ? (⠰⠢ b56,26);
* tri bodky (ellipsis) … (⠲⠲⠲ b256,256,256);
* prázdna medzera (⠐⠐⠐ b5,5,5).

V brailových materiáloch je možné ako zástupný znak pre vyplnenie uviesť aj plný znak (⠿ b123456).

Príklady:

* 3 + ? = 8 (⠼⠉⠀⠖⠰⠢⠀⠶⠼⠓);
* 14 +26 =\_\_ (⠼⠁⠙⠀⠖⠼⠃⠋⠀⠶⠨⠤⠨⠤);
* 32'456 ⋅22 = (⠼⠉⠃⠄⠙⠑⠋⠀⠄⠼⠃⠃⠀⠶⠐⠐⠐);
* 3, 6, 9, 12, …, 24 (⠼⠉⠂⠀⠼⠋⠂⠀⠼⠊⠂⠀⠼⠁⠃⠂⠀⠲⠲⠲⠂⠀⠼⠃⠙);
* 37 −(3 ⋅ ) = 25 (⠼⠉⠛⠀⠤⠦⠼⠉⠀⠄⠿⠴⠀⠶⠼⠃⠑).

#### 3.4.2 Zápis výrazu presahujúci brailový riadok

V prípade, že zápis výrazu presahuje jeden riadok alebo viac brailových riadkov, celý výraz je možné v riadkoch rozdeliť. Pri tomto rozdeľovaní je potrebné predchádzajúci riadok ukončiť zlomkovou čiarou, operačným alebo relačným znamienkom, za ktorým bezprostredne nasleduje indikátor pokračovania na ďalšom riadku (⠐ b5). Ak sa teda riadok končí napríklad znamienkom plus (+) alebo rovná sa (=), za nimi nasleduje indikátor pokračovania na novom riadku (⠐ b5) a nasledujúci riadok sa začína tým istým operačným alebo relačným znamienkom, aké bolo na konci predchádzajúceho riadka. Aj vtedy, keď sa riadok končí hlavnou zlomkovou čiarou (⠻⠻), rovnako sa aj ďalší riadok začína, teda celou hlavnou zlomkovou čiarou (⠻⠻).

Napríklad:

14 +[(3/4 + 1/8) ⋅ (2/3 – 1/6)] rozdelené v zlomku 2/3

⠼⠁⠙⠀⠖⠠⠦⠦⠆⠼⠉⠀⠻⠼⠙⠰⠀⠖⠆⠼⠁⠀⠻⠼⠓⠰⠴⠀⠄⠦⠆⠼⠃⠀⠻⠐

⠻⠼⠉⠰⠀⠤⠆⠼⠁⠀⠻⠼⠋⠰⠴⠠⠴

### 3.5 Zátvorky a absolútna hodnota

| symbol | slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek | pozícia Unicode |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ( | ľavá okrúhla zátvorka | b236 | ⠿⠦ | U+0028 |
| ) | pravá okrúhla zátvorka | b356 | ⠿⠴ | U+0029 |
| [ | ľavá hranatá zátvorka | b6,236 | ⠿⠠⠦ | U+005B |
| ] | pravá hranatá zátvorka | b6,356 | ⠿⠠⠴ | U+005D |
| { | ľavá zložená zátvorka | b5,236 | ⠿⠐⠦ | U+007B |
| } | pravá zložená zátvorka | b5,356 | ⠿⠐⠴ | U+007D |
| ⟨ | ľavá lomená (uhlová) zátvorka | b5,126 | ⠿⠐⠣ | U+27E8 |
| ⟩ | pravá lomená (uhlová) zátvorka | b5,345 | ⠿⠐⠜ | U+27E9 |
| ⟪ alebo « | ľavá dvojitá lomená zátvorka | b46,236 | ⠿⠨⠦ | U+27EA |
| ⟫ alebo » | pravá dvojitá lomená zátvorka | b46,356 | ⠿⠨⠴ | U+27EB |
| ⦑ | ľavá lomená zátvorka s bodkou | b256,236 | ⠿⠲⠦ | U+2991 |
| ⦒ | pravá lomená zátvorka s bodkou | b256,356 | ⠿⠲⠴ | U+2992 |
| | | vertikálna čiara (absolútna hodnota) | b456 | ⠿⠸ | U+007C |

Zátvorky a absolútna hodnota sa zapisujú bez medzier pred a za zátvorkou alebo absolútnou hodnotou, teda nasledujú bezprostredne pred a za členom výrazu, respektíve bezprostredne za operačným znamienkom vo výraze.

V prípade, že po zátvorke alebo absolútnej hodnote nasleduje záporné číslo, zapisuje sa bez medzery medzi zátvorkou a znamienkom.

Príklady:

* 2 ⋅ (3 + 4) (⠼⠃⠀⠄⠦⠼⠉⠀⠖⠼⠙⠴);
* 44 ⋅ (−4 + 2) (⠼⠙⠙⠀⠄⠦⠤⠼⠙⠀⠖⠼⠃⠴);
* x ÷ (−14 −20) (⠭⠀⠒⠦⠤⠼⠁⠙⠀⠤⠼⠃⠚⠴);
* |−9| = 9 (⠸⠤⠼⠊⠸⠀⠶⠼⠊).

V prípade zapisovania výrazov so znamienkom krát (⠄ b3) sa toto znamienko môže, tak ako v čiernotlači, vynechať. Vynechanie je prípustné medzi členmi výrazu, teda medzi číslami a zátvorkami, ale aj medzi konštantami (číslami) a premennými (písmenami) v zátvorkách. Napríklad:

* 4x (⠼⠙⠭);
* 4(x + 1) (⠼⠙⠦⠭⠀⠖⠼⠁⠴);
* (x + 1)(y + 1) (⠦⠭⠀⠖⠼⠁⠴⠦⠽⠀⠖⠼⠁⠴).

### 3.6 Pomery a úmery

Pomery sa zapisujú tak, ako v čiernotlači. Znamienko pomeru je zapísané s medzerou pred a za znamienkom. Napríklad:

3 ∶ 4 《3 ku 4》 (⠼⠉⠀⠒⠀⠼⠙);

* x ∶ 7 = y ∶ 14 《x ku 7 = y ku 14》 (⠭⠀⠒⠀⠼⠛⠀⠶⠽⠀⠒⠀⠼⠁⠙);
* 6c ∶ 7d 《6 c ku 7 d》 (⠼⠋⠰⠉⠀⠒⠀⠼⠛⠰⠙);
* 14x ∶ 15y 《14 x ku 15 y》 (⠼⠁⠙⠭⠀⠒⠀⠼⠁⠑⠽).

Priamu úmernosť, ktorá sa označuje dvoma šípkami v jednom smere, napríklad šípkami doľava(← ←) alebo šípkami nahor (↑ ↑), označujeme aj v braili dvoma šípkami buď v smere nárastu hodnôt, alebo v smere od hľadaného čísla.

Napríklad:

 3 ks čokolád … 5,2 €

↑ 4 ks čokolád … x € ↑

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

x : 5,2 = 4 : 3

⠀⠀⠀⠼⠉⠀⠅⠎⠀⠩⠕⠅⠕⠇⠡⠙⠀⠲⠲⠲⠀⠼⠑⠂⠃⠀⠈⠑

⠳⠬⠀⠼⠙⠀⠅⠎⠀⠩⠕⠅⠕⠇⠡⠙⠀⠲⠲⠲⠀⠀⠀⠀⠭⠀⠈⠑⠀⠳⠬

⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒

⠭⠀⠒⠀⠼⠑⠂⠃⠀⠶⠼⠙⠀⠒⠀⠼⠉

Nepriamu úmernosť, ktorá sa označuje dvoma šípkami v rôznych smeroch, napríklad šípkami doľava a doprava (← →) alebo šípkami nahor a nadol (↑ ↓), označujeme aj v braili dvoma šípkami buď v smere nárastu hodnôt, alebo v smere od hľadaného čísla.

Napríklad:

 2 natierači ... 6 h

↓ 3 natierači ... x h ↑

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

x : 6 = 2 : 3

 3x = 6 ⋅2

 x = 12 /3

 x = 4

⠀⠀⠀⠼⠃⠀⠝⠁⠞⠊⠑⠗⠁⠩⠊⠀⠲⠲⠲⠀⠼⠋⠀⠓

⠳⠩⠀⠼⠉⠀⠝⠁⠞⠊⠑⠗⠁⠩⠊⠀⠲⠲⠲⠀⠀⠭⠀⠓⠀⠳⠬

⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒

⠭⠀⠒⠀⠼⠋⠀⠶⠼⠃⠀⠒⠀⠼⠉

⠀⠀⠀⠼⠉⠭⠀⠶⠼⠃⠀⠄⠼⠋

⠀⠀⠀⠀⠀⠭⠀⠶⠆⠼⠁⠃⠀⠻⠼⠉⠰

⠀⠀⠀⠀⠀⠭⠀⠶⠼⠙

Šípky sa aj v úmernostiach zapisujú s medzerou pred a za šípkou. Symboly šípok sú uvedené v kapitole 3.7.2 Šípky.

### 3.7 Symboly a šípky

#### 3.7.1 Symboly

| symbol | slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek | pozícia Unicode |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| % | percento | b3456,1234 | ⠿⠼⠏ | U+0025 |
| ‰ | promile | b3456,1235 | ⠿⠼⠗ | U+2030 |
| ℃ | stupeň Celzia | b3456,234,6,14 | ⠿⠼⠎⠠⠉ | U+2103 |
| ℉ | stupeň Fahrenheita | b3456,234,6,124 | ⠿⠼⠎⠠⠋ | U+2109 |
| & | ampersand | b3456,12346 | ⠿⠼⠯ | U+0026 |
| ∅ | priemer | b3456,13456 | ⠿⠼⠽ | U+2205 |

Symboly percenta % (⠼⠏ b3456,1234), promile ‰ (⠼⠗ b3456,1235) a priemeru ∅ (⠼⠽ b3456,13456) sa používajú len v spojení s číslom, od ktorého sa oddeľujú medzerou. Tieto symboly totiž nahrádzajú plnovýznamové slová, ktoré sa píšu s medzerami. Ak sa vo vetnej súvislosti neuvádzajú číslice, nahrádzajú sa slovom.

Symboly ℃ stupňov Celzia (⠼⠎⠠⠉ b3456,234,6,14) a ℉ stupňov Fahrenheita (⠼⠎⠠⠋ b3456,234,6,124) zapisujeme vždy s medzerou pred symbolom. Nepíšu sa spolu s číslom.

Napríklad:

* 100 % sto percent (⠼⠁⠚⠚⠀⠼⠏);
* 20 % z 10'000 dvadsať percent z desaťtisíc (⠼⠃⠚⠀⠼⠏⠀⠵⠀⠼⠁⠚⠄⠚⠚⠚);
* 2,1 ‰ dve celé jedno promile (⠼⠃⠂⠁⠀⠼⠗);
* 36,5 ℃ tridsaťšesť celých päť stupňov Celzia (⠼⠉⠋⠂⠑⠀⠼⠎⠠⠉).

#### 3.7.2 Šípky

Šípky používané v odborných zápisoch sa vždy zapisujú ako v čiernotlači, teda spravidla s medzerou pred aj za šípkou. Výnimkou sú príručkou určené prípady, napríklad ak tvoria index k číslu či výrazu, vtedy sa zapisujú bezprostredne za indikátorom pre príslušný index (kapitola 3.1.7 Zápis indexov). V takom prípade sa v indexe píšu bez medzier pred a za šípkou.

| symbol | slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek | pozícia Unicode |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ← | lineárna šípka doľava | b1256,246 | ⠿⠳⠪ | U+2190 |
| → | lineárna šípka doprava | b1256,135 | ⠿⠳⠕ | U+2192 |
| ↑ | lineárna šípka nahor | b1256,346 | ⠿⠳⠬ | U+2191 |
| ↓ | lineárna šípka nadol | b1256,146 | ⠿⠳⠩ | U+2193 |
| ↔ | lineárna šípka doľava aj doprava | b1256,2456,1235,135 | ⠿⠳⠺⠗⠕ | U+2194 |
| ↕ | lineárna šípka nahor aj nadol | b1256,2456,1235,346 | ⠿⠳⠺⠗⠬ | U+2195 |
| ↖ | diagonálna šípka doľava nahor (severozápadne) | b1256,156 | ⠿⠳⠱ | U+2196 |
| ↗ | diagonálna šípka doprava nahor (severovýchodne) | b1256,234 | ⠿⠳⠎ | U+2197 |
| ↙ | diagonálna šípka doľava nadol (juhozápadne) | b1256,345 | ⠿⠳⠜ | U+2199 |
| ↘ | diagonálna šípka doprava nadol (juhovýchodne) | b1256,126 | ⠿⠳⠣ | U+2198 |

Šípky sa skladajú z indikátora šípky (⠳ b1256), z tela a hlavy šípky. Pri jednoduchých šípkach, pri ktorých telo šípky nie je významné, je posledný znak šípky zároveň hlavou šípky a skladá sa iba z jednej brailovej bunky s tromi bodmi, ktoré tvarom predstavujú smer šípky (⠪ doľava, ⠬ nahor, ⠕ doprava, ⠩ nadol, ⠱ severozápadne, ⠎ severovýchodne, ⠣ juhovýchodne a ⠜ juhozápadne), ako je uvedené aj v tabuľke.

Telo šípky predchádza symbol označenia hlavy a smeru. Vpisuje sa teda medzi indikátor šípky a hlavu šípky. V prípade obojsmernej šípky sa telo šípky zapisuje medzi znaky ⠺ a ⠗ (b2456 a 1235). Napríklad

Typ tela šípky:

* lineárne šípky s jednoduchým telom (⠒ b25);
* šípky s dvojitým telom (⠶ b2356);
* šípky s trojitým telom (⠿ b123456);
* šípka so štvoritým telom (⠒⠿ b25,123456);
* bodkované alebo čiarkované telo šípky (⠂ b2);
* vlnité telo šípky (⠔⠢ b35,26) alebo (⠢⠔ b26,35), v závislosti od smeru šípky;
* polkruhová šípka v smere hodinových ručičiek (⠢⠢ b26,26);
* polkruhová šípka proti smeru hodinových ručičiek (⠔⠔ b35,35).

Telo šípky je možné v prípade potreby predĺžiť zopakovaním znaku, napríklad dlhá šípka doprava ⟶ (⠳⠒⠒⠒⠕ b1256,25,25,25,135). Pre krátke telo sa použije jeden znak, pre stredné dva a pre dlhé telo šípky tri rovnaké znaky alebo reťazce pre telo šípky.

Hlava šípky určuje tvar a smer šípky. Označenie smeru šípky tvorí zároveň indikátor konca šípky a zapisuje sa nasledovne: ⠪ (b246) doľava, ⠕ (b135) doprava, ⠬ (b346) nahor, ⠩ (b146) nadol, ⠱ (b156) severozápadne, ⠎ (b234) severovýchodne, ⠣ (b126) juhovýchodne, ⠜ (b345) juhozápadne a ⠺⠗ (b2456,1235) obojsmerne.

Pri zložitejších šípkach, pri ktorých nestačí jednoduchá šípka a naznačenie jej smeru, sa hlava šípky označuje ⠗ (b1235) alebo ⠺ (b2456). Šípky s dvoma hlavami zapisujeme zdvojením príslušného znaku, ⠺⠺ (b2456,2456) alebo ⠗⠗ (b1235,1235).

Pre hrot šípky používame bod ⠈ (b4) pre hrot doľava alebo ⠠ (b6) pre hrot doprava. Pre harpúnovité šípky s hrotom sa teda používajú symboly hrotu a hlavy šípky, teda ⠈⠗ (b4,1235) a ⠠⠗ (b6,1235), pričom body 4 alebo 6 predstavujú hrot smerujúci doľava alebo doprava, napríklad ↾ (⠳⠠⠗⠬ b1256,6,1235,346).

Pre špičku šípky a jej smerovanie doľava alebo doprava sa používajú symboly ⠲ (b256) špička doprava alebo ⠴ (b356) špička doľava.

Šípky s prečiarknutím sa zapisujú pomocou indikátora prečiarknutia (⠈⠱), napríklad ↚ (⠳⠪⠈⠱ b1256,246,4,156) alebo dvojitá prečiarknutá šípka doprava ⇏ (⠳⠶⠕⠈⠱ b1256,2356,135,4,156). V prípade potreby označenia pozícií dvoch šípok sa používa symbol juxta pozície ⠻ (b12456) pre jednu šípku nad druhou alebo symbol ⠿ (b123456) pre šípku vedľa druhej šípky. Tieto znaky juxtapozície dvoch šípok sa uvádzajú medzi koniec indikátora prvej šípky a začiatok indikátora druhej, napríklad ⇅ – šípka nahor a šípka nadol (⠳⠬⠿⠳⠩ b1256,346,123456,1256,146).

Šípku smerujúcu od zvislej čiary označujeme symbolom ⠳ (b1256) zapísaným po indikátore šípky (taktiež b1256), teda napríklad ↥ – šípka nahor od zvislej čiary (⠳⠳⠗⠬ b1256,1256,1235,346).

Ak má šípka nezvyčajné hroty, je potrebné sa rozhodnúť, ktorý je hlavný, a teda, ktorý tvorí hlavu šípky a udáva smer indikátora konca šípky. Pravidlá pre rozhodovanie o smere šípky sú:

1. Ak existujú smerové hroty a všetky vedú rovnakým smerom, hlava je koniec, ktorý leží v tomto smere.
2. Ak nie sú žiadne smerové hroty, ale jeden koniec má hrot a druhý nie, koniec s hrotom je hlava.
3. Vo všetkých ostatných prípadoch sa za hrot šípky považuje koniec vpravo, alebo v prípade výlučne zvislých šípok, hore.

Hlava a telo šípky sa zapisujú medzi indikátor šípky a indikátor konca šípky, respektíve smeru šípky. Sú zapísané v logickom poradí, ktoré sa začína chvostom šípky a postupuje smerom k hlave, aj keď je to v rozpore s fyzickým vzhľadom (ako v prípade šípky ukazujúcej doľava).

Niektoré prvky šípky môžu byť vynechané, ak sú dodržané nasledovné pravidlá:

1. Ak nie je zaznačený žiadny hrot, rozumie sa, že na hrote šípu sa vyskytuje obyčajný plný hrot a žiadny iný hrot šípka nemá.
2. Ak nie je zapísané žiadne telo, rozumie sa, že telo šípky je rovné, jednočiarové (lineárne) a strednej dĺžky. V tomto prípade, ak nie je zaznamenaná žiadna špička, platí pravidlo 1; ak je zapísaná jedna špička, je to hrot na hlave; ak sú zaznamenané dva hroty, prvý je pri chvoste a druhý pri hlave šípky.

Príklady:

* ⇐ dvojitá šípka doľava (⠳⠶⠪ b1256,2356,246);
* ⇔ dvojitá šípka doľava aj doprava (⠳⠺⠶⠗⠕ b1256,2456,2356,1235,135);
* ↣ šípka s chvostom doprava (⠳⠗⠗⠕).

Podrobný zoznam šípok ako aj šípok s atypickými hlavami sa nachádza v kapitole 7.

### 3.8 Množiny

| symbol | slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek | pozícia Unicode |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ∈ | je prvkom, náleží | b45,15 | ⠿⠘⠑ | U+2208 |
| ∉ | nie je prvkom | b4,45,15 | ⠿⠈⠘⠑ | U+2209 |
| ∋ | obsahuje ako člen  | b45,45,15 | ⠿⠘⠘⠑ | U+220B |
| ∪ | zjednotenie | b45,3456 | ⠿⠘⠼ | U+222A |
| ∩ | prienik | b45,156 | ⠿⠘⠱ | U+2229 |
| ⊂ | je podmnožinou | b45,12346 | ⠿⠘⠯ | U+2282 |
| ⊆ | je podmnožinou alebo sa rovná | b45,12346,2356 | ⠿⠘⠯⠶ | U+2286 |
| ⊊ | je podmnožinou, no nerovná sa | b45,12346,4,2356 | ⠿⠘⠯⠈⠶ | U+228A |
| ⊄ | nie je podmnožinou | b4,45,12346 | ⠿⠈⠘⠯ | U+2284 |
| ⊈ | nie je podmnožinou ani sa nerovná | b4,45,12346,4,2356 | ⠿⠈⠘⠯⠈⠶ | U+2288 |
| ⊃ | je nadmnožinou | b45,13456 | ⠿⠘⠽ | U+2283 |
| ⊇ | je nadmnožinou alebo sa rovná | b45,13456,2356 | ⠿⠘⠽⠶ | U+2287 |
| ⊋ | je nadmnožinou, no nerovná sa | b45,13456,4,2356 | ⠿⠘⠽⠈⠶ | U+228B |
| ⊅ | nie je nadmnožinou | b4,45,13456 | ⠿⠈⠘⠽ | U+2285 |
| ⊉ | nie je nadmnožinou ani sa nerovná | b4,45,13456,4,2356 | ⠿⠈⠘⠽⠈⠶ | U+2289 |
| ∅ | prázdna množina | b3456,13456 | ⠿⠼⠽ | U+2205 |
| ∞ | nekonečno | b3456,1345 | ⠿⠼⠝ | U+221E |
| ∖ | rozdiel množín | b45,36 | ⠿⠘⠤ | U+2216 |

V rámci každého zápisu platí, že pred a za množinovým symbolom sa vždy píše medzera. Zápis množiny s prvkami je totožný s čiernotlačovým zápisom množiny s dodržaním pravidiel pre zápis relačných znamienok v bodovom písme. Príklady:

* M = {0, 1, 2} (⠠⠍⠀⠶⠐⠦⠼⠚⠂⠀⠼⠁⠂⠀⠼⠃⠐⠴);
* B ∈ b (⠠⠃⠀⠘⠑⠀⠃);
* A ∩ B = {3} (⠠⠁⠀⠘⠱⠀⠠⠃⠀⠶⠐⠦⠼⠉⠐⠴);
* A ∪ B = C (⠠⠁⠀⠘⠼⠀⠠⠃⠀⠶⠠⠉);
* A ∩ B = ∅ (⠠⠁⠀⠘⠱⠀⠠⠃⠀⠶⠼⠽);
* B1 ⊂ B (⠠⠃⠡⠼⠁⠱⠀⠘⠯⠀⠠⠃);
* B = B1 ∪ B2 (⠠⠃⠀⠶⠠⠃⠡⠼⠁⠱⠀⠘⠼⠀⠠⠃⠡⠼⠃⠱);
* ∞+1= ∞ (⠼⠝⠀⠖⠼⠁⠀⠶⠼⠝).

Písmenom označované množiny sa píšu v braili tak ako aj v čiernotlači veľkým písmenom:

* množina prirodzených čísel N (⠠⠝);
* množina celých čísel Z (⠠⠵);
* množina racionálnych čísel Q (⠠⠟);
* množina reálnych čísel R (⠠⠗);
* najmenší spoločný násobok čísel x a y – n(x, y) (⠝⠦⠭⠂⠀⠽⠴);
* najväčší spoločný deliteľ čísel x a y – D(x, y) (⠠⠙⠦⠭⠂⠀⠽⠴).

### 3.9 Vektory

Zápis vektorov sa dodržiava tak, ako sa píše aj v čiernotlači. Vektor sa označuje rôznymi symbolmi (šípkami, čiarami a podobne), pričom pri zapisovaní týchto symbolov v bodovom písme je potrebné použiť indikátory týchto symbolov (kapitola 1.1.2). Príklady:

* o so šípkou nad plus p so šípkou nad  (⠕⠘⠱⠀⠖⠏⠘⠱);
* vektor AB so šípkou nad  (⠦⠠⠠⠁⠃⠴⠘⠱);
* vektor AB s čiarou pod  (⠦⠠⠠⠁⠃⠴⠠⠱).

V prípade, že je vektor zapísaný pomocou symbolu, ktorý nie je zadefinovaný v kapitole 1.1.2 Indikátory, zapisuje sa striktne so začiatkom indexu presne nad a s koncom indexu. Napríklad:

* vektor c s harpúnovou šípkou doprava  (⠉⠠⠌⠳⠈⠗⠕⠱).

### 3.10 Goniometrické funkcie

Goniometrické funkcie sa zapisujú presne tak ako sú zapísané aj v čiernotlači. Pri zápise operácií s goniometrickými funkciami je potrebné dodržiavať pravidlá zápisu operačných a relačných znamienok v bodovom písme. Za označením funkcie sa uvádza medzera. Príklady:

* sínus: sin α (⠎⠊⠝⠀⠘⠁);
* kosínus: cos β (⠉⠕⠎⠀⠘⠃);
* tangens: tg γ (⠞⠛⠀⠘⠛);
* kotangens: cotg δ (⠉⠕⠞⠛⠀⠘⠙);
* sekans: sec δ (⠎⠑⠉⠀⠘⠙);
* kosekans: cosec δ (⠉⠕⠎⠑⠉⠀⠘⠙).

Príklady zápisu funkcií:

* y = sin x 《y sa rovná sínus x》 (⠽⠀⠶⠎⠊⠝⠀⠭);
* cotg α = a/b 《kotangens alfa sa rovná a lomeno b》 (⠉⠕⠞⠛⠀⠘⠁⠀⠶⠁⠀⠻⠃);
* kotangens delta sa rovná tretia odmocnina z a/b:  (⠉⠕⠞⠛⠀⠘⠙⠀⠶⠌⠼⠉⠩⠆⠁⠀⠻⠃⠰⠱);
* sin α = √3/2 《sínus alfa sa rovná zlomku odmocnina z 3 lomeno 2》
(⠎⠊⠝⠀⠘⠁⠀⠶⠆⠌⠼⠃⠩⠼⠉⠱⠀⠻⠼⠃⠰) alebo skrátene (⠎⠊⠝⠀⠘⠁⠀⠶⠩⠼⠉⠀⠻⠼⠃).

### 3.11 Súčet a súčin

| symbol | slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek | pozícia Unicode |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ∑ | súčet | b46,234 | ⠿⠨⠎ | U+2211 |
| ∏ | súčin | b46,1234 | ⠿⠨⠏ | U+220F |

V obidvoch prípadoch sa hranice píšu v okrúhlych zátvorkách za symbolom súčtu alebo súčinu v tomto poradí: ľavá okrúhla zátvorka, dolná hranica, medzera, bodkočiarka, horná hranica, pravá okrúhla zátvorka.

## 4 Základná geometria

### 4.1 Planimetria

#### 4.1.1 Úsečky, priamky

| symbol | slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek | pozícia Unicode |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| |―| | úsečka | b456,25,123 | ⠿⠸⠒⠇ |  |
| ↦ | polpriamka | b1256,1256,1235,135 | ⠿⠳⠳⠗⠕ | U+21A6 |
| ↤ | polpriamka opačná | b1256,1256,1235,246 | ⠿⠳⠳⠗⠪ | U+21A4 |
| ↔ | priamka | b1256,2456,1235,135 | ⠿⠳⠺⠗⠕ | U+2194 |
| ⌒ | oblúk kružnice | b35,26 | ⠿⠔⠢ | U+2312 |
| ∥ | rovnobežky (je rovnobežné) | b3456,123 | ⠿⠼⠇ | U+2225 |
| ∦ | rôznobežky (nie je rovnobežné) | b4,3456,123 | ⠿⠈⠼⠇ | U+2226 |
| ⊥ | kolmice (je kolmé) | b3456,36 | ⠿⠼⠤ | U+22A5 |
|  | polrovina | b56,25 | ⠿⠰⠒ |  |
|  | polrovina ABC | b56,25,6,6,1,12,14 | ⠿⠰⠒⠠⠠⠁⠃⠉ |  |

Body sa zapisujú veľkým písmenom tak, ako v čiernotlači, pričom je potrebné dbať na správne používanie prefixu pre veľké písmeno, respektíve prefixu pre reťazec veľkých písmen.

Ak označujeme priamku malým písmenom, nepoužívame symbol priamky.

Dĺžka úsečky sa zapisuje prostredníctvom absolútnych hodnôt tak ako v čiernotlači.

Symboly pre priamku, polrovinu, polpriamku alebo uhol sa zapisujú spolu s ich názvom, napríklad  priamka AB (⠳⠺⠗⠕⠠⠠⠁⠃).

Za symboly pre rovnobežné, nerovnobežné a kolmé sa zapisuje medzera.

Príklady zápisov:

* bod A so súradnicami x, y: A[x, y] (⠠⠁⠠⠦⠭⠂⠀⠽⠠⠴);
* bod D leží na priamke a: D ∈ a (⠠⠙⠀⠘⠑⠀⠁);
* dĺžka úsečky AB je 10 cm: |AB| = 10 cm (⠸⠠⠠⠁⠃⠸⠀⠶⠼⠁⠚⠀⠉⠍);
* priamka a je rovnobežná s priamkou b: a ∥ b (⠁⠀⠼⠇⠀⠃);
* úsečka AB je kolmá na úsečku CD: AB ⊥ CD (⠠⠠⠁⠃⠀⠼⠤⠀⠠⠠⠉⠙);
* polpriamka AB nie je rovnobežná s polpriamkou CD: ↦AB ∦ ↦CD (⠳⠳⠗⠕⠠⠠⠁⠃⠀⠈⠼⠇⠀⠳⠳⠗⠕⠠⠠⠉⠙);
* úsečka AB leží (je podmnožinou) v polrovine XYZ: AB ⊂ XYZ (⠠⠠⠁⠃⠀⠘⠯⠀⠰⠒⠠⠠⠭⠽⠵);
* bod R neleží (nie je prvkom) v polrovine XYZ: R ∉ XYZ (⠠⠗⠀⠈⠘⠑⠀⠰⠒⠠⠠⠭⠽⠵);
* úsečka AB a úsečka CD nemajú spoločný bod: AB ∩ CD = ∅ (⠠⠠⠁⠃⠀⠘⠱⠀⠠⠠⠉⠙⠀⠶⠼⠽);
* dĺžka úsečky AB je menšia ako dĺžka úsečky CD: |AB| <|CD| (⠸⠠⠠⠁⠃⠸⠀⠣⠸⠠⠠⠉⠙⠸);
* bod X leží na priesečníku kružnice k (s číslom 1 v dolnom indexe) a k (s číslom 2 v dolnom indexe): X ∈ k₁ ∩ k₂ (⠠⠭⠀⠘⠑⠀⠅⠡⠼⠁⠱⠀⠘⠱⠀⠅⠡⠼⠃⠱);
* úsečka AB je totožná s úsečkou CD: AB ≡ CD (⠠⠠⠁⠃⠀⠸⠶⠠⠠⠉⠙);
* priamka p (dotyčnica) má s kružnicou k jeden spoločný bod T: p ∩ k = {T}
(⠏⠀⠘⠱⠀⠅⠀⠶⠠⠦⠠⠞⠠⠴);
* priamka p (sečnica) pretína kružnicu v bodoch X a Y: p ∩ k = {X, Y}
(⠏⠀⠘⠱⠀⠅⠀⠶⠠⠦⠠⠭⠂⠀⠠⠽⠠⠴);
* priamka p (nesečnica) nemá s kružnicou k žiaden spoločný bod: p ∩ k = ∅ (⠏⠀⠘⠱⠀⠅⠀⠶⠼⠽);
* polorovina s hraničnou priamkou AB a vnútorným bodom C (⠰⠒⠠⠠⠁⠃⠉).

#### 4.1.2 Uhly

| symbol | slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek | pozícia Unicode |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ∠ | konvexný (vnútorný) uhol | b456,246 | ⠿⠸⠪ | U+2220 |
|  | nekonvexný (konkávny, vonkajší) uhol | b4,456,246 | ⠿⠈⠸⠪ |  |
| ∡ | meraný uhol | b46,456,246 | ⠿⠨⠸⠪ | U+2221 |
| ⦜ | pravý uhol | b3456,456,246 | ⠿⠼⠸⠪ | U+299C |
| ⦝ | meraný pravý uhol | b46,3456,456,246 | ⠿⠨⠼⠸⠪ | U+299D |
| ° | stupeň | b3456,234 | ⠿⠼⠎ | U+00B0 |
| ′ | uhlová minúta | b34,2 | ⠿⠌⠂ | U+2032 |
| ″ | uhlová sekunda | b34,2,2 | ⠿⠌⠂⠂ | U+2033 |

Medzi znakom pre uhol a jeho názov nepíšeme medzeru, napríklad uhol ABC (⠸⠪⠠⠠⠁⠃⠉). Pri označení uhla gréckym písmenom symbol uhla nepíšeme, napríklad α (⠘⠁).

Symboly pre stupeň, uhlovú minútu a uhlovú sekundu zapisujeme bez medzery, teda spolu s číslom, ktorému prislúchajú.

Napríklad:

* veľkosť meraného uhla DEF je 30 stupňov, 10 minút a desať sekúnd: |∡DEF| = 30° 10′ 10″
(⠸⠨⠸⠪⠠⠠⠙⠑⠋⠸⠀⠶⠼⠉⠚⠼⠎⠀⠼⠁⠚⠌⠂⠀⠼⠁⠚⠌⠂⠂);
* uhol alfa má 90 stupňov: α = 90° (⠘⠁⠀⠶⠼⠊⠚⠼⠎);
* uhol alfa je väčší ako uhol beta: α >β (⠘⠁⠀⠜⠘⠃).

##### 4.1.2.1 Písomné sčítanie a odčítanie veľkostí uhlov

Pri písomnom sčítaní veľkostí uhlov zapisujeme stupne, minúty a sekundy presne pod sebou, stovky pod stovky, desiatky pod desiatky a jednotky pod jednotky, pričom výsledok oddeľujeme od sčítancov podčiarknutím.

33° 17′ 34″

21° 23′ 26″

54° 40′ 60″ = 54° 41′

⠼⠉⠉⠼⠎⠀⠼⠁⠛⠌⠂⠀⠼⠉⠙⠌⠂⠂

 ⠃⠁⠼⠎⠀⠀⠃⠉⠌⠂⠀⠀⠃⠋⠌⠂⠂

⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒

⠼⠑⠙⠼⠎⠀⠼⠙⠚⠌⠂⠀⠼⠋⠚⠌⠂⠂⠀⠶⠼⠑⠙⠼⠎⠀⠼⠙⠁⠌⠂

 33° 17′ 34″

−21° 3′ 6″

12° 14′ 28″

⠀⠼⠉⠉⠼⠎⠀⠼⠁⠛⠌⠂⠀⠼⠉⠙⠌⠂⠂

⠤⠀⠃⠁⠼⠎⠀⠀⠀⠉⠌⠂⠀⠀⠀⠋⠌⠂⠂

⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒

⠼⠁⠃⠼⠎⠀⠼⠁⠙⠌⠂⠀⠼⠃⠓⠌⠂⠂

#### 4.1.3 Rovinné útvary

Pri zapisovaní rovinných útvarov sa využíva indikátor tvaru, ktorého používanie je popísané v kapitole 1.1.2.1. V prípade, že za symbolom útvaru nenasleduje medzera alebo prefix pre veľké písmeno, indikátor tvaru je potrebné ukončiť (⠿⠱ b156). Medzi indikátor tvaru a jeho názov sa medzera nepíše. Použitie indikátora tvaru plného alebo šrafovaného symbolu je tiež popísané v kapitole 1.1.2.1. Symboly, ktoré sú použité v nasledujúcej tabuľke, sú ilustračné, preto sa k nim neuvádza Unicode pozícia. Zápisom v Braillovom písme sa totiž označuje akýkoľvek zodpovedajúci útvar, napríklad (⠫⠼⠉ b1246,3456,14) platí pre trojuholník všeobecne, nielen pre symbol △ U+25B3.

| symbol | slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek |
| --- | --- | --- | --- |
| △ | trojuholník | b1246,3456,14 | ⠿⠫⠼⠉ |
| ▲ | plný trojuholník | b456,1246,3456,14 | ⠿⠸⠫⠼⠉ |
| ⊿ | pravouhlý trojuholník | b1246,3456,3456,14 | ⠿⠫⠼⠼⠉ |
|  | päťuholník | b1246,3456,15 | ⠿⠫⠼⠑ |
|  | šesťuholník | b1246,3456,124 | ⠿⠫⠼⠋ |
|  | sedemuholník | b1246,3456,1245 | ⠿⠫⠼⠛ |
|  | osemuholník | b1246,3456,125 | ⠿⠫⠼⠓ |
|  | deväťuholník | b1246,3456,24 | ⠿⠫⠼⠊ |
|  | desaťuholník | b1246,3456,1,245 | ⠿⠫⠼⠁⠚ |
| ◇ | kosoštvorec (rovnostranný štvoruholník bez pravého uhla) | b1246,4,3456,145 | ⠿⠫⠈⠼⠙ |
| □ | štvorec | b1246,3456,145 | ⠿⠫⠼⠙ |
| ▪ | plný štvorec | b456,1246,3456,145 | ⠿⠸⠫⠼⠙ |
| ▤ | šrafovaný štvorec | b46,1246,3456,145 | ⠿⠨⠫⠼⠙ |
| ▭ | obdĺžnik | b1246,456,3456,145 | ⠿⠫⠸⠼⠙ |
|  | kosodĺžnik | b1246,4,456,3456,145 | ⠿⠫⠈⠸⠼⠙ |
|  | kružnica | b1246,123456 | ⠿⠫⠿ |
| ● | kruh | b456,1246,123456 | ⠿⠸⠫⠿ |
|    | elipsa | b1246,3456,123,123456 | ⠿⠫⠼⠇⠿ |
|  | lichobežník | b1246,2346,1356 | ⠿⠫⠮⠵ |
| ◙ | plný štvorec s kružnicou vo vnútri | b456,1246,3456,145,246,1246,123456 | ⠿⠸⠫⠼⠙⠪⠫⠿ |

V prípade mnohouholníkov je možné zapísať aj uholník s väčším počtom vrcholov, a to spôsobom, aký je popísaný v tabuľke. Pri každom útvare je možné použiť indikátor tvaru a zároveň je možné vyznačiť, či ide o plný alebo šrafovaný symbol tak, ako to je ukázané v tabuľke, napríklad ◍ kruh so šrafovaním (⠨⠫⠿) alebo šrafovaný trojuholník (⠨⠫⠼⠉ b46,1246,3456,14). Tiež je možné vyznačiť pravý uhol v ktoromkoľvek rovinnom útvare, ktorý je pravouhlý, tak ako to uvádza tabuľka v prípade pravouhlého trojuholníka. Napríklad pravouhlý lichobežník (⠫⠼⠮⠵ b1246,3456,2346,1356).

V prípade, že je symbol nasledovaný interpunkčným znamienkom, číslom alebo písmenom, je potrebné indikátor tvaru ukončiť. Napríklad: △ABC – trojuholník ABC (⠫⠼⠉⠱⠠⠠⠁⠃⠉) alebo ▭ABCD – obdĺžnik ABCD (⠫⠸⠼⠙⠱⠠⠠⠁⠃⠉⠙).

Táto tabuľka predstavuje zoznam najpoužívanejších geometrických tvarov, pri ktorých sa neuvádzajú ich konkrétne vlastnosti. Pri ich zapisovaní je možné uviesť konkrétnejšie vlastnosti geometrického tvaru pomocou skratiek označujúcich upresnenie vlastností tvaru, teda napríklad, či je rovnostranný, rovnoramenný, nepravidelný a podobne. V prípade špecifikovania vlastností tvaru takouto skratkou je potrebné zapísať tvar so začiatkom (⠿⠫ b1246) i koncom (⠿⠱ b156) indikátora tvaru.

Skratky pre definovanie vlastností geometrického tvaru:

* rovnostranný – rs: rovnostranný trojuholník (⠫⠼⠉⠗⠎⠱);
* rôznostranný – rzs: rôznostranný trojuholník (⠫⠼⠉⠗⠵⠎⠱);
* rovnoramenný – rr: rovnoramenný lichobežník (⠫⠮⠵⠗⠗⠱);
* nepravidelný – nepr: nepravidelný štvoruholník (⠫⠼⠙⠝⠑⠏⠗⠱), nepravidelný päťuholník
(⠫⠼⠑⠝⠑⠏⠗⠱).

Pri zapisovaní tvaru je možné použiť tieto príručkou definované skratky, ale aj prepisovateľom definované skratky, pričom takýto tvar následne musí byť uvedený s prepisovateľom definovaným indikátorom tvaru (⠿⠈⠫ b4,1246) a uvedený na začiatku textu alebo publikácie.

### 4.2 Zápisy súmernosti a značiek

Stredová súmernosť so stredom napríklad D sa v čiernotlači zapisuje S(D). V Braillovom písme sa stredová súmernosť zapisuje tak, že sa pred označením stredovej súmernosti písmenom S aj za ním uvedie znak ⠿⠔ (b35) bez medzier, následne sa bez medzery zapíše stred súmernosti D do zátvorky ako v čiernotlači. Vznikne teda reťazec: ⠔⠠⠎⠔⠦⠠⠙⠴ (b35,6,234,35,236,6,145,356).

Osová súmernosť s osou o sa v čiernotlači zapisuje O(o), v Braillovom písme sa opäť používa na označenie súmernosti znak ⠿⠔ (b35) ako v stredovej súmernosti. Osová súmernosť s osou (priamkou) o sa teda zapíše: ⠔⠠⠕⠔⠦⠕⠴ (b35,6,135,35,236,135,356).

Príklady zápisov v súmernostiach:

* stredová súmernosť so stredom v bode S zobrazí bod M do M': S(S): M→M′
(⠔⠠⠎⠔⠦⠠⠎⠴⠒⠀⠠⠍⠀⠳⠕⠀⠠⠍⠌⠂);
* stredová súmernosť so stredom v bode S zobrazí úsečku AB do A s čiarkou B s čiarkou: S(S): AB→A′B′
(⠔⠠⠎⠔⠦⠠⠎⠴⠒⠀⠠⠠⠁⠃⠀⠳⠕⠀⠠⠁⠌⠂⠠⠃⠌⠂)
alebo (⠔⠠⠎⠔⠦⠠⠎⠴⠒⠀⠸⠒⠇⠠⠠⠁⠃⠀⠳⠕⠀⠸⠒⠇⠠⠁⠌⠂⠠⠃⠌⠂);
* osová súmernosť s osou o: O(o) (⠔⠠⠕⠔⠦⠕⠴);
* osová súmernosť s osou o zobrazí bod M do bodu M s čiarkou: O(o): M→M′
(⠔⠠⠕⠔⠦⠕⠴⠒⠀⠠⠍⠀⠳⠕⠀⠠⠍⠌⠂);
* osová súmernosť s osou o zobrazí úsečku AB do úsečky A s čiarkou B s čiarkou: O(o): AB→A′B′
(⠔⠠⠕⠔⠦⠕⠴⠒⠀⠠⠠⠁⠃⠀⠳⠕⠀⠠⠁⠌⠂⠠⠃⠌⠂)
alebo (⠔⠠⠕⠔⠦⠕⠴⠒⠀⠸⠒⠇⠠⠠⠁⠃⠀⠳⠕⠀⠸⠒⠇⠠⠁⠌⠂⠠⠃⠌⠂);
* obrazom bodu A je bod B: A→B (⠠⠁⠀⠳⠕⠀⠠⠃);
* obrazom uhla alfa je uhol beta:  (⠘⠁⠀⠳⠕⠀⠘⠃).

### 4.3 Vzorce

#### 4.3.1 Značky používané v geometrii

* obvod útvaru: o (⠕);
* obsah útvaru, alebo povrch telesa: S (⠠⠎);
* podstava telesa: Sp (⠠⠎⠡⠏⠱);
* plášť telesa: Spl (⠠⠎⠡⠏⠇⠱);
* objem telesa: V (⠠⠧);
* výška: v (⠧);
* strana: s (⠎);
* Ludolfovo číslo: π (⠘⠏).

#### 4.3.2 Zákonitosti uhlov v trojuholníku

Sčítanie vnútorných a vonkajších uhlov trojuholníka:

* alfa plus alfa s čiarou sa rovná 180 stupňov: α+α′ = 180° (⠘⠁⠀⠖⠘⠁⠌⠂⠀⠶⠼⠁⠓⠚⠼⠎);
* α+α″ = 180° (⠘⠁⠀⠖⠘⠁⠌⠂⠂⠀⠶⠼⠁⠓⠚⠼⠎);

α′ = α″ =180° −α (⠘⠁⠌⠂⠀⠶⠘⠁⠌⠂⠂⠀⠶⠼⠁⠓⠚⠼⠎⠀⠤⠘⠁).

Súčet vnútorných uhlov v trojuholníku:

* α+β+γ = 180° (⠘⠁⠀⠖⠘⠃⠀⠖⠘⠛⠀⠶⠼⠁⠓⠚⠼⠎).

#### 4.3.3 Obvody rovinných útvarov

Výsledok výpočtu obvodu sa vyjadruje v lineárnych jednotkách.

* obvod štvorca a kosoštvorca: o = 4⋅a = 4a (⠕⠀⠶⠼⠙⠀⠄⠁⠀⠶⠼⠙⠰⠁);
* obvod obdĺžnika: o = 2⋅a +2⋅b = 2(a+b) (⠕⠀⠶⠼⠃⠀⠄⠁⠀⠖⠼⠃⠀⠄⠃⠀⠶⠼⠃⠦⠁⠀⠖⠃);
* obvod rovnobežníka: o = 2⋅a +2⋅b = 2(a+b) (⠕⠀⠶⠼⠃⠀⠄⠁⠀⠖⠼⠃⠀⠄⠃⠀⠶⠼⠃⠦⠁⠀⠖⠃);
* obvod lichobežníka: o = a+b+c+d (⠕⠀⠶⠁⠀⠖⠃⠀⠖⠉⠀⠖⠙);
* obvod trojuholníka: o = a+b+c (⠕⠀⠶⠁⠀⠖⠃⠀⠖⠉);
* obvod kruhu alebo dĺžka kružnice: o =π⋅d (⠕⠀⠶⠘⠏⠀⠄⠙), alebo o = πd (⠕⠀⠶⠘⠏⠙);
* obvod kruhu alebo dĺžka kružnice sa tiež môže zapísať ako: o =2⋅π⋅r (⠕⠀⠶⠼⠃⠀⠄⠘⠏⠀⠄⠗), alebo o =2πr (⠕⠀⠶⠼⠃⠘⠏⠗);
* dĺžka kružnicového oblúka: l = 2πr/360 ⋅α: : (⠇⠀⠶⠆⠼⠃⠘⠏⠗⠀⠻⠼⠉⠋⠚⠰⠀⠄⠘⠁).

#### 4.3.4 Obsahy rovinných útvarov

Výsledok výpočtu obsahu sa vyjadruje v štvorcových jednotkách.

* obsah štvorca: S = a⋅a (⠠⠎⠀⠶⠁⠀⠄⠁) alebo S = a² (⠠⠎⠀⠶⠁⠌⠼⠃⠱);
* obsah kosoštvorca: S = a ⋅va (⠠⠎⠀⠶⠁⠀⠄⠧⠡⠁⠱);
* obsah obdĺžnika: S = a⋅b (⠠⠎⠀⠶⠁⠀⠄⠃);
* obsah rovnobežníka: S = a⋅va = b ⋅vb (⠠⠎⠀⠶⠁⠀⠄⠧⠡⠁⠱⠀⠶⠃⠀⠄⠧⠡⠃⠱);
* obsah lichobežníka: : S = (a+c)⋅v/2 (⠠⠎⠀⠶⠆⠦⠁⠀⠖⠉⠴⠀⠄⠧⠀⠻⠼⠃⠰);
* obsah trojuholníka:  《S = a⋅va /2 = b⋅vb /2 = c⋅vc /2》 (⠠⠎⠀⠶⠆⠁⠀⠄⠧⠡⠁⠱⠀⠻⠼⠃⠰⠀⠶⠆⠃⠀⠄⠧⠡⠃⠱⠀⠻⠼⠃⠰⠀⠶⠆⠉⠀⠄⠧⠡⠉⠱⠀⠻⠼⠃⠰);
* obsah kruhu: S = πr² (⠠⠎⠀⠶⠘⠏⠗⠌⠼⠃⠱);
* obsah kruhového výseku:  《S = πr² /360 ⋅α》 (⠠⠎⠀⠶⠆⠘⠏⠗⠌⠼⠃⠱⠀⠻⠼⠉⠋⠚⠰⠀⠄⠘⠁).

#### 4.3.5 Vety o trojuholníku a zápisy postupov

Pythagorova veta:

a² +b² = c² (⠁⠌⠼⠃⠱⠀⠖⠃⠌⠼⠃⠱⠀⠶⠉⠌⠼⠃⠱)

Trojuholníková nerovnosť:

a − b < c < a + b (⠁⠀⠤⠃⠀⠣⠉⠀⠣⠁⠀⠖⠃)

Príklad:

a = 12 cm (⠁⠀⠶⠼⠁⠃⠀⠉⠍)

b = 9 cm (⠃⠀⠶⠼⠊⠀⠉⠍)

c = 11 cm (⠉⠀⠶⠼⠁⠁⠀⠉⠍)

a +b >c >a − b (⠁⠀⠖⠃⠀⠜⠉⠀⠜⠁⠀⠤⠃)

12 cm +9 cm >11 cm >12 cm −9 cm (⠼⠁⠃⠀⠉⠍⠀⠖⠼⠊⠀⠉⠍⠀⠜⠼⠁⠁⠀⠉⠍⠀⠜⠼⠁⠃⠀⠉⠍⠀⠤⠼⠊⠀⠉⠍)

Trojuholníková nerovnosť sa môže zapísať aj troma vzťahmi:

a < b + c (⠁⠀⠣⠃⠀⠖⠉)

b < a + c (⠃⠀⠣⠁⠀⠖⠉)

c < a + b (⠉⠀⠣⠁⠀⠖⠃)

Príklad zápisu konštrukcie trojuholníka podľa vety sss:

Trojuholník ABC: (⠫⠼⠉⠠⠠⠁⠃⠉)

a = 7 cm (⠁⠀⠶⠼⠛⠀⠉⠍)

b = 6 cm (⠃⠀⠶⠼⠋⠀⠉⠍)

c = 5 cm (⠉⠀⠶⠼⠑⠀⠉⠍)

Postup konštrukcie:

1. AB; |AB| = 5 cm (⠠⠠⠁⠃⠆⠀⠸⠠⠠⠁⠃⠸⠀⠶⠼⠑⠀⠉⠍)
2. k₁; k₁(A, 6 cm) (⠅⠡⠼⠁⠱⠆⠀⠅⠡⠼⠁⠱⠦⠠⠁⠂⠀⠼⠋⠀⠉⠍⠴)
3. k₂; k₂(B, 7 cm) (⠅⠡⠼⠃⠱⠆⠀⠅⠡⠼⠃⠱⠦⠠⠃⠂⠀⠼⠛⠀⠉⠍⠴)
4. C; C ∈ k₁ ∩ k₂ (⠠⠉⠆⠀⠠⠉⠀⠘⠑⠀⠅⠡⠼⠁⠱⠀⠘⠱⠀⠅⠡⠼⠃⠱)
5. △ABC (⠫⠼⠉⠠⠠⠁⠃⠉)

### 4.4 Stereometria, základné vzorce

#### 4.4.1 Povrchy telies

Výsledok výpočtu povrchu telesa sa vyjadruje v štvorcových jednotkách.

* povrch kocky: S = 6 ⋅a ⋅a = 6 ⋅a² (⠠⠎⠀⠶⠼⠋⠀⠄⠁⠀⠄⠁⠀⠶⠼⠋⠰⠁⠌⠼⠃⠱);
* povrch kvádra: S = 2⋅a⋅b +2⋅b⋅c +2⋅a⋅c
(⠠⠎⠀⠶⠼⠃⠀⠄⠁⠀⠄⠃⠀⠖⠼⠃⠀⠄⠃⠀⠄⠉⠀⠖⠼⠃⠀⠄⠁⠀⠄⠉)
alebo S = 2ab +2bc +2ac (⠠⠎⠀⠶⠼⠃⠰⠁⠃⠀⠖⠼⠃⠰⠃⠉⠀⠖⠼⠃⠰⠁⠉)
alebo S = 2(ab +bc +ac) (⠠⠎⠀⠶⠼⠃⠦⠁⠃⠀⠖⠃⠉⠀⠖⠁⠉⠴);
* povrch hranola: S = 2⋅Sp +Spl (⠠⠎⠀⠶⠼⠃⠀⠄⠠⠎⠡⠏⠱⠀⠖⠠⠎⠡⠏⠇⠱);
* povrch valca: S = 2⋅Sp +Spl (⠠⠎⠀⠶⠼⠃⠀⠄⠠⠎⠡⠏⠱⠀⠖⠠⠎⠡⠏⠇⠱)
obsah podstavy: Sp = πr² (⠠⠎⠡⠏⠱⠀⠶⠘⠏⠗⠌⠼⠃⠱),
obsah plášťa: Spl = 2πrv (⠠⠎⠡⠏⠇⠱⠀⠶⠼⠃⠘⠏⠗⠧);
* povrch valca tiež: S = 2πr(r +v) (⠠⠎⠀⠶⠼⠃⠘⠏⠗⠦⠗⠀⠖⠧⠴);
* povrch pravidelného štvorbokého ihlana: S = Sp +Spl (⠠⠎⠀⠶⠠⠎⠡⠏⠱⠀⠖⠠⠎⠡⠏⠇⠱)
obsah podstavy pravidelného štvorbokého ihlana: Sp = a² (⠠⠎⠡⠏⠱⠀⠶⠁⠌⠼⠃⠱),
obsah plášťa pravidelného štvorbokého ihlana: Spl = 4 ⋅S₁ = 4 ⋅a⋅v₁/2 
(⠠⠎⠡⠏⠇⠱⠀⠶⠼⠙⠀⠄⠠⠎⠡⠼⠁⠱⠀⠶⠼⠙⠀⠄⠆⠁⠀⠄⠧⠡⠼⠁⠱⠀⠻⠼⠃⠰);
* povrch rotačného kužeľa: S = Sp +Spl = πr² +πrs
(⠠⠎⠀⠶⠠⠎⠡⠏⠱⠀⠖⠠⠎⠡⠏⠇⠱⠀⠶⠘⠏⠗⠌⠼⠃⠱⠀⠖⠘⠏⠗⠎);
* povrch gule: S = 4πr² (⠠⠎⠀⠶⠼⠙⠘⠏⠗⠌⠼⠃⠱).

#### 4.4.2 Objemy telies

Výsledok výpočtu objemu telies sa vyjadruje v kubických jednotkách.

* objem kocky: V = a⋅a⋅a (⠠⠧⠀⠶⠁⠀⠄⠁⠀⠄⠁), alebo V = a³ (⠠⠧⠀⠶⠁⠌⠼⠉⠱);
* objem kvádra: V = a⋅b⋅c (⠠⠧⠀⠶⠁⠀⠄⠃⠀⠄⠉), alebo V = abc (⠠⠧⠀⠶⠁⠃⠉);
* objem hranola: V = Sp ⋅vh (⠠⠧⠀⠶⠠⠎⠡⠏⠱⠀⠄⠧⠡⠓⠱);
* objem valca: V = πr2 ⋅v (⠠⠧⠀⠶⠘⠏⠗⠌⠼⠃⠱⠀⠄⠧) alebo V = πr²v (⠠⠧⠀⠶⠘⠏⠗⠌⠼⠃⠱⠧);
* objem ihlana: V = 1/3 ⋅Sp ⋅v  (⠠⠧⠀⠶⠆⠼⠁⠀⠻⠼⠉⠰⠀⠄⠠⠎⠡⠏⠱⠀⠄⠧)
alebo V = Spv/3  (⠠⠧⠀⠶⠰⠠⠎⠡⠏⠱⠀⠄⠧⠀⠻⠼⠉⠰);
* objem rotačného kužeľa:  《lineárne: V = 1/3 ⋅Sp ⋅v = 1/3 ⋅πr² ⋅v》 (⠠⠧⠀⠶⠆⠼⠁⠀⠻⠼⠉⠰⠀⠄⠠⠎⠡⠏⠱⠀⠄⠧⠀⠶⠆⠼⠁⠀⠻⠼⠉⠰⠀⠄⠘⠏⠗⠌⠼⠃⠱⠀⠄⠧);

objem gule:  《lineárne: V = 4/3πr³》 (⠠⠧⠀⠶⠆⠼⠙⠀⠻⠼⠉⠰⠘⠏⠗⠌⠼⠉⠱).

## 5 Zápis fyzikálnych textov v Braillovom písme pre základné školy

V kapitole 2 sme uviedli základné jednotky mernej sústavy a ich zápisy v Braillovom písme. V nasledujúcej kapitole uvedieme podrobnejší rozpis fyzikálnych veličín a ich jednotiek.

### 5.1 Fyzikálne veličiny

Fyzikálna veličina je pojem kvantitatívne vystihujúci vlastnosť alebo stav fyzikálnehotelesa, sústavy telies, alebo fyzikálneho javu.

Každej fyzikálnej veličine priraďujeme symbol, ktorý v Braillovom písme zapisujeme presne tak ako v čiernotlači, pričom sa dôrazne zapisuje aj prefix pre veľké písmeno, ak je veličina označená veľkým písmenom.

Prehľad symbolov fyzikálnych veličín:

| symbol | slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek |
| --- | --- | --- | --- |
| d (alebo l) | dĺžka | b145 (alebo b123) | ⠿⠙ (⠿⠇) |
| m | hmotnosť | b134 | ⠿⠍ |
| M | molárna hmotnosť | b6,134 | ⠿⠠⠍ |
| t (alebo τ) | čas | b2345 (alebo b45,2345) | ⠿⠞ (⠿⠘⠞) |
| I | elektrický prúd | b6,24 | ⠿⠠⠊ |
| C | elektrická kapacita | b6,14 | ⠿⠠⠉ |
| Q | elektrický náboj | b6,12345 | ⠿⠠⠟ |
| U | elektrické napätie | b6,136 | ⠿⠠⠥ |
| R | elektrický odpor | b6,1235 | ⠿⠠⠗ |
| ρ | merný elektrický odpor | b45,1235 | ⠿⠘⠗ |
| W | práca | b6,2456 | ⠿⠠⠺ |
| W | elektrická práca | b6,2456 | ⠿⠠⠺ |
| P | príkon | b6,1234 | ⠿⠠⠏ |
| T | perióda | b6,2345 | ⠿⠠⠞ |
| I | efektívna hodnota striedavého prúdu | b6,24 | ⠿⠠⠊ |
| U | efektívna hodnota striedavého napätia | b6,136 | ⠿⠠⠥ |
| f | kmitočet | b124 | ⠿⠋ |
| η | účinnosť | b45,156 | ⠿⠘⠱ |
| T | termodynamická teplota | b6,2345 | ⠿⠠⠞ |
| n | látkové množstvo | b1345 | ⠿⠝ |
| I | svietivosť | b6,24 | ⠿⠠⠊ |
| S | plošný obsah | b6,234 | ⠿⠠⠎ |
| V | objem | b6,1236 | ⠿⠠⠧ |
| ρ | hustota | b45,1235 | ⠿⠘⠗ |
| s | dráha | b234 | ⠿⠎ |
| v | rýchlosť | b1236 | ⠿⠧ |
| a | zrýchlenie | b1 | ⠿⠁ |
| c | rýchlosť svetla | b14 | ⠿⠉ |
| λ | vlnová dĺžka | b45,123 | ⠿⠘⠇ |
| F | sila  | b6,124 | ⠿⠠⠋ |
| Fg | gravitačná sila | b6,124,16,1245,156 | ⠿⠠⠋⠡⠛⠱ |
| Fh | hydrostatická tlaková sila | b6,124,16,125,156 | ⠿⠠⠋⠡⠓⠱ |
| Fvz | vztlaková sila | b6,124,16,1236,1356,156 | ⠿⠠⠋⠡⠧⠵⠱ |
| Ft | trecia sila | b6,124,16,2345,156 | ⠿⠠⠋⠡⠞⠱ |
| h | výška, hĺbka | b125 | ⠿⠓ |
| P | výkon | b6,1234 | ⠿⠠⠏ |
| E | energia | b6,15 | ⠿⠠⠑ |
| Ek | pohybová energia | b6,15,16,13,156 | ⠿⠠⠑⠡⠅⠱ |
| Ep | polohová energia | b6,15,16,1234,156 | ⠿⠠⠑⠡⠏⠱ |
| M | moment sily | b6,134 | ⠿⠠⠍ |
| p | tlak | b1234 | ⠿⠏ |
| ph | hydrostatický tlak | b1234,16,125,156 | ⠿⠏⠡⠓⠱ |
| ω | uhlová rýchlosť | b45,2456 | ⠿⠘⠺ |
| Q | teplo | b6,12345 | ⠿⠠⠟ |
| c | hmotnostná (merná) tepelná kapacita | b14 | ⠿⠉ |
| Lt | skupenské teplo topenia | b6,123,16,2345,156 | ⠿⠠⠇⠡⠞⠱ |
| lt | hmotnostné skupenské teplo topenia | b123,16,2345,156 | ⠿⠇⠡⠞⠱ |
| H | výhrevnosť paliva | b6,125 | ⠿⠠⠓ |

Niektoré fyzikálne veličiny definujeme pomocou vzťahov iných veličín.

Súčin medzi veličinami sa zapisuje aj v Braillovom písme pomocou operačných alebo relačných znamienok, pričom sa dodržujú pravidlá, aké platia pre zápis príslušných znamienok.

 Napríklad:

* P = U ⋅I (⠠⠏⠀⠶⠠⠥⠀⠄⠠⠊);
* s = v ⋅t (⠎⠀⠶⠧⠀⠄⠞);

Pri zápise súčinu bez operačného znamienka sa písmená veličín uvádzajú tak ako v čiernotlači, pričom sa nepoužíva prefix pre všetky veľké písmená. Každá veličina musí byť vyznačená príslušným písmenom aj s prefixom pre veľké písmeno.

Napríklad:

* P = UI (⠠⠏⠀⠶⠠⠥⠠⠊);
* s = vt (⠎⠀⠶⠧⠞).

Ak je výsledná veličina vyjadrená podielom veličín, zapíše sa buď ako delenie, alebo ako zlomok s použitím pravidiel zapisovania zlomku pomocou indikátorov začiatku a konca zlomku.

Napríklad:

* v =s÷t (⠧⠀⠶⠎⠀⠒⠞);
* v =s/t  (⠧⠀⠶⠆⠎⠀⠻⠞⠰).

Číselné indexy veličín sa zapisujú presne podľa pravidiel zápisu indexov tak, ako sú zapísané aj v čiernotlači, pričom indikátory začiatku a konca indexu sa zapisujú vždy.

Napríklad:

* F₁ (⠠⠋⠡⠼⠁⠱);
* F =F₁ +F₂ (⠠⠋⠀⠶⠠⠋⠡⠼⠁⠱⠀⠖⠠⠋⠡⠼⠃⠱).

### 5.2 Jednotky fyzikálnych veličín

Bežný pojem (napríklad dĺžka) sa stáva fyzikálnou veličinou, keď sa zavedie príslušný predpis na meranie. Preto je potrebné zaviesť jednotku, vzhľadom na ktorú sa veľkosť veličiny vyjadrí.

Jednotky fyzikálnych veličín v Braillovom písme zapisujeme presne tak ako v čiernotlači, pričom sa dôrazne zapisuje aj prefix pre veľké písmeno, ak je jednotka označená veľkým písmenom.

#### 5.2.1 Základné jednotky sústavy SI

Sedem základných jednotiek zoradených do Medzinárodnej sústavy jednotiek SI uvádzame prehľadne v tabuľke:

| symbol jednotky | slovný popis jednotky | fyzikálna veličina | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| m | meter | dĺžka | b134 | ⠿⠍ |
| s | sekunda | čas | b234 | ⠿⠎ |
| kg | kilogram | hmotnosť | b13,1245 | ⠿⠅⠛ |
| A | ampér | elektrický prúd | b6,1 | ⠿⠠⠁ |
| K | kelvin | termodynamická teplota | b6,13 | ⠿⠠⠅ |
| mol | mol | látkové množstvo | b134,135,123 | ⠿⠍⠕⠇ |
| cd | kandela | svietivosť | b14,145 | ⠿⠉⠙ |

#### 5.2.2 Odvodené jednotky fyzikálnych veličín

Pomocou základných jednotiek sa definujú jednotky všetkým veličinám, pričom každá má svoj názov a symbol. Prehľad používaných fyzikálnych jednotiek a ich zápis v braili je v nasledujúcej tabuľke:

| symbol jednotky | slovný popis jednotky | fyzikálna veličina | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| kg/mol | kilogram na mol | molárna hmotnosť | b13,1245,12456,134,135,123 | ⠿⠅⠛⠻⠍⠕⠇ |
| F | farad | elektrická kapacita | b6,124 | ⠿⠠⠋ |
| C | coulomb | elektrický náboj | b6,14 | ⠿⠠⠉ |
| V | volt | elektrické napätie | b6,1236 | ⠿⠠⠧ |
| Ω | ohm | elektrický odpor | b6,45,2456 | ⠿⠠⠘⠺ |
| Ωm | ohm meter | merný elektrický odpor | b6,45,2456,134 | ⠿⠠⠘⠺⠍ |
| J | joule | elektrická práca | b6,245 | ⠿⠠⠚ |
| W | watt | príkon | b6,2456 | ⠿⠠⠺ |
| V | volt | efektívna hodnota striedavého napätia | b6,1236 | ⠿⠠⠧ |
| Hz | hertz | kmitočet | b6,125,1356 | ⠿⠠⠓⠵ |
| ℃ | stupeň Celzia | termodynamická teplota | b3456,234,6,14 | ⠿⠼⠎⠠⠉ |
| ℉ | stupeň Fahrenheita | termodynamická teplota | b3456,234,6,124 | ⠿⠼⠎⠠⠋ |
| m² | meter štvorcový | plošný obsah | b134,34,3456,12,156 alebo b134,3456,12 | ⠿⠍⠌⠼⠃⠱ alebo ⠿⠍⠼⠃ |
| m³ | meter kubický | objem | b134,34,3456,14,156 alebo b134,3456,14 | ⠿⠍⠌⠼⠉⠱ alebo ⠿⠍⠼⠉ |
|  kg/m³ | kilogram na meter kubický | hustota | b13,1245,12456,134,34,3456,14,156 | ⠿⠅⠛⠻⠍⠌⠼⠉⠱ |
| m/s | meter za sekundu | rýchlosť | b134,12456,234 | ⠿⠍⠻⠎ |
| m/s² | meter za sekundu na druhú | zrýchlenie | b134,12456,234,34,3456,12,156 | ⠿⠍⠻⠎⠌⠼⠃⠱ |
| N | newton | sila/gravitačná sila/hydrostatická tlaková sila/vztlaková sila | b6,1345 | ⠿⠠⠝ |
| J | joule | práca | b6,245 | ⠿⠠⠚ |
| J | joule | energia | b6,245 | ⠿⠠⠚ |
| W | watt | výkon | b6,2456 | ⠿⠠⠺ |
| eV | elektrónvolt | elektrická energia | b15,6,1236 | ⠿⠑⠠⠧ |
| J | joule | pohybová energia | b6,245 | ⠿⠠⠚ |
| J | joule | polohová energia | b6,245 | ⠿⠠⠚ |
| Nm | newton meter | moment sily | b6,1345,134 | ⠿⠠⠝⠍ |
| Pa | pascal | tlak | b6,1234,1 | ⠿⠠⠏⠁ |
| Pa | pascal | hydrostatický tlak | b6,1234,1 | ⠿⠠⠏⠁ |
| rad | radián | rovinný uhol | b1235,1,145 | ⠿⠗⠁⠙ |
| sr | steradián | priestorový uhol | b234,1235 | ⠿⠎⠗ |
| rad/s | radián za sekundu | uhlová rýchlosť | b1235,1,145,12456,234 | ⠿⠗⠁⠙⠻⠎ |
| J | joule | teplo | b6,245 | ⠿⠠⠚ |
| J/kg⋅℃ | joule na kilogram krát stupeň Celzia | hmotnostná (merná) tepelná kapacita | b6,245,12456,236,13,1245,0,3,3456,234,6,14,356 | ⠿⠠⠚⠻⠦⠅⠛⠀⠄⠼⠎⠠⠉⠴ |
| J | joule | skupenské teplo topenia | b6,245 | ⠿⠠⠚ |
| J/kg | joule na kilogram | hmotnostné skupenské teplo topenia | b6,245,12456,13,1245 | ⠿⠠⠚⠻⠅⠛ |
| J/kg | joule na kilogram | výhrevnosť paliva | b6,245,12456,13,1245 | ⠿⠠⠚⠻⠅⠛ |
| Wb | weber | magnetický indukčný tok | b6,2456,12 | ⠿⠠⠺⠃ |

Súčin jednotiek fyzikálnych veličín sa zapisuje s operátorom, napríklad A ⋅s (⠠⠁ ⠄⠎) alebo bez operátora, napríklad Nm (⠠⠝⠍).

Pri jednotkách vyjadrených zlomkom sa dodržiavajú pravidlá zápisu zlomkov, teda uvádza sa začiatok a koniec zlomku. V prípade, že v čitateli alebo menovateli zlomku vyjadrujúceho jednotku fyzikálnej veličiny je viacčlenný výraz, zapíše sa pomocou zátvoriek, ak je to potrebné – rovnako ako pri bežných zlomkoch. Jednotku je možné zapísať zjednodušene, teda bez začiatku a konca zlomku, a na rozdiel od zlomkov, bez medzery pred zlomkovou čiarou. Pri jednotkách zapísaných jednoduchým zlomkom s jedným členom v čitateli aj menovateli sa odporúča zjednodušený zápis.

Jednotky je taktiež možné zapísať pomocou zápornej mocniny, pričom je nevyhnutné dodržať všetky pravidlá pre zápis indexov.

 Príklady:

* kilometer za hodinu km/h  (⠆⠅⠍⠀⠻⠓⠰) alebo (⠅⠍⠻⠓);
* meter za sekundu m/s (⠍⠻⠎);
* meter za sekundu m⋅s⁻¹ (⠍⠀⠄⠎⠌⠤⠼⠁⠱);
* joule na kilogram a kelvin  (⠆⠠⠚⠀⠻⠅⠛⠀⠄⠠⠅⠰)
alebo J/(kg⋅K) (⠠⠚⠻⠦⠅⠛⠀⠄⠠⠅⠴).

### 5.3 Predpony násobkov a dielov fyzikálnych jednotiek

Väčšie a menšie jednotky sa získavajú ako násobky alebo diely jednotiek a zapisujú sa aj v braili pomocou predpôn.

Zoznam používaných predpôn:

| symbol | slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek | násobok |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Y | yotta  | b6,13456 | ⠿⠠⠽ | 10²⁴(10 na dvadsiatu štvrtú) |
| Z | zetta  | b6,1356 | ⠿⠠⠵ | 10²¹ (10 na dvadsiatu prvú) |
| E | exa  | b6,15 | ⠿⠠⠑ | 10¹⁸ (10 na osemnástu) |
| P | peta  | b6,1234 | ⠿⠠⠏ | 10¹⁵ (10 na pätnástu) |
| T | tera  | b6,2345 | ⠿⠠⠞ | 10¹² (10 na dvanástu) |
| G | giga | b6,1245 | ⠿⠠⠛ | 10⁹ (10 na deviatu) |
| M | mega  | b6,134 | ⠿⠠⠍ | 10⁶ (1000000 – 10 na šiestu) |
| k | kilo  | b13 | ⠿⠅ | 10³(1000 – 10 na tretiu) |
| h | hekto  | b125 | ⠿⠓ | 10² (100 – 10 na druhú) |
| da | deka  | b145,1 | ⠿⠙⠁ | 10¹ (10 – 10 na prvú) |
| d | deci  | b145 | ⠿⠙ | 10−1 (0,1 – 10 na mínus prvú) |
| c | centi  | b14 | ⠿⠉ | 10⁻² (0,01 – 10 na mínus druhú) |
| m | mili  | b134 | ⠿⠍ | 10⁻³ (0,001 – 10 na mínus tretiu) |
| µ | mikro  | b45,134 | ⠿⠘⠍ | 10⁻⁶ (0,000001 – 10 na mínus šiestu) |
| n | nano  | b1345 | ⠿⠝ | 10⁻⁹(10 na mínus deviatu) |
| p | piko  | b1234 | ⠿⠏ | 10⁻¹² (10 na mínus dvanástu) |
| f | femto  | b124 | ⠿⠋ | 10⁻¹⁵ (10 na mínus pätnástu) |
| a | atto  | b1 | ⠿⠁ | 10⁻¹⁸ (10 na mínus osemnástu) |
| z | zepto  | b1356 | ⠿⠵ | 10⁻²¹ (10 na mínus dvadsiatu prvú) |
| y | yocto | b13456 | ⠿⠽ | 10⁻²⁴ (10 na mínus dvadsiatu štvrtú) |

V Braillovom písme sa predpony zapisujú ako v čiernotlači bezprostredne pred symbolom fyzikálnej jednotky.

Napríklad:

* kilometer: km (⠅⠍);
* miliampér: mA (⠍⠠⠁).

V prípade, že je veľkým písmenom označená aj predpona, aj jednotka fyzikálnej veličiny, nepoužíva sa prefix pre všetky veľké písmená, ale každé písmeno má vlastný prefix pre veľké písmeno.

 Napríklad:

* Megavolt: MV (⠠⠍⠠⠧);
* Gigajoule: GJ (⠠⠛⠠⠚).

### 5.4 Jednotky niektorých veličín, premieňanie jednotiek a vzorce

Vo fyzike využívame rovnaké pravidlá na prevod základných jednotiek na násobky či časti ako v matematike, pričom tieto pomenúvame pomocou predpôn uvedených v kapitole 5.3. Spôsob zápisu v braili je v súlade s pravidlami zápisu matematického textu.

#### 5.4.1 Dĺžka, dráha

Ako príklad uvádzame zápis často používaných násobkov a častí jednotky meter m (⠍), ich prevod na základnú jednotku a zápis v čiernotlači aj Braillovom písme.

* kilometer: 1 km = 1000 m =10³ m (⠼⠁⠀⠅⠍⠀⠶⠼⠁⠚⠚⠚⠀⠍⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠼⠉⠱⠀⠍);
* centimeter: 1 cm = 0,01 m = 10⁻² m (⠼⠁⠀⠉⠍⠀⠶⠼⠚⠂⠚⠁⠀⠍⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠤⠼⠃⠱⠀⠍);
* nanometer: 1 nm =10⁻⁹ m (⠼⠁⠀⠝⠍⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠤⠼⠊⠱⠀⠍).

V astronómii používame ďalšie jednotky dĺžky, ktoré zapisujeme ako v čiernotlači. Astronomická jednotka sa označuje au (⠁⠥).

* 1 au = 149 597 870 700 m (⠼⠁⠀⠁⠥⠀⠶⠼⠁⠙⠊⠄⠑⠊⠛⠄⠓⠛⠚⠄⠛⠚⠚⠀⠍);
* svetelný rok: ly (⠇⠽);
* 1 ly = 63 241,077 au = 9 460 730 472 580 800 m
(⠼⠁⠀⠇⠽⠀⠶⠼⠋⠉⠄⠃⠙⠁⠂⠚⠛⠛⠀⠁⠥⠀⠶⠼⠊⠄⠙⠋⠚⠄⠛⠉⠚⠄⠙⠛⠃⠄⠑⠓⠚⠄⠓⠚⠚⠀⠍);
* Parsec: pc (⠏⠉);
* 1 pc = 206 265 au =3,08568 ⋅10¹⁶ m
(⠼⠁⠀⠏⠉⠀⠶⠼⠃⠚⠋⠄⠃⠋⠑⠀⠁⠥⠀⠶⠼⠉⠂⠚⠓⠑⠋⠓⠀⠄⠼⠁⠚⠌⠼⠁⠋⠱⠀⠍).

Vzorec na výpočet dráhy:

s = v⋅t (⠎⠀⠶⠧⠀⠄⠞).

#### 5.4.2 Plošný obsah

Jednotky plošného obsahu označovaného písmenom S (⠠⠎) sa zapisujú tak, ako v čiernotlači, teda a (⠁) ako ár, ha (⠓⠁) ako hektár a podobne. V prípade zapísania obsahu pomocou druhej mocniny jednotky dĺžky sa môže zapísať táto jednotka s indikátormi začiatku a konca indexu, ale aj bez nich, napríklad:

* meter štvorcový (meter na druhú): m² (⠍⠌⠼⠃⠱) alebo (⠍⠼⠃);
* milimeter štvorcový (milimeter na druhú): mm² (⠍⠍⠌⠼⠃⠱) alebo (⠍⠍⠼⠃).

Pri premene jednotiek obsahu sa násobky umocňujú druhou mocninou, preto:

* jeden kilometer štvorcový sa rovná desať na šiestu metrov štvorcových

1 km² = 10⁶ m² (⠼⠁⠀⠅⠍⠌⠼⠃⠱⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠼⠋⠱⠀⠍⠌⠼⠃⠱) alebo (⠼⠁⠀⠅⠍⠼⠃⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠼⠋⠱⠀⠍⠼⠃);

* jeden decimeter štvorcový sa rovná jednej stotine metra štvorcového

1 dm² = 0,01 m² (⠼⠁⠀⠙⠍⠌⠼⠃⠱⠀⠶⠼⠚⠂⠚⠁⠀⠍⠌⠼⠃⠱) alebo (⠼⠁⠀⠙⠍⠼⠃⠀⠶⠼⠚⠂⠚⠁⠀⠍⠼⠃).

V prípade jednoduchých fyzikálnych jednotiek s mocninou je prípustné jednotku zapísať aj bez symbolov začiatku a konca indexu, nasledovne:

* jeden milimeter štvorcový sa rovná desať na mínus šiestu metrov štvorcových:
1 mm² = 10⁻⁶ m² (⠼⠁⠀⠍⠍⠼⠃⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠤⠼⠋⠱⠀⠍⠼⠃).

Vzorce na výpočet obsahov sú uvedené v časti tejto príručky venujúcej sa geometrii.

#### 5.4.3 Objem

Objem telies V (⠠⠧) vo fyzike udávame v kubických jednotkách, pričom ich zapisujeme ako tretiu mocninu jednotky dĺžky (napríklad m3). V Braillovom písme sa zapisujú takéto jednotky s indikátormi začiatku a konca indexu, ale aj bez nich, napríklad:

* meter kubický (meter na tretiu): m³ (⠍⠌⠼⠉⠱) alebo (⠍⠼⠉);
* decimeter kubický (decimeter na tretiu): dm³ (⠙⠍⠌⠼⠉⠱) alebo (⠙⠍⠼⠉);
* kilometer kubický (kilometer na tretiu): km³ (⠅⠍⠌⠼⠉⠱) alebo (⠅⠍⠼⠉).

Pre objem tekutín, ako aj pri meraní objemu telies, používame jednotku liter – l (⠇) a jej násobky. Tieto jednotky sa zapisujú ako v čiernotlači.

Napríklad:

* deciliter: dl (⠙⠇);
* mililiter: ml (⠍⠇);
* hektoliter: hl (⠓⠇).

Pri premene jednotiek objemu sa násobky umocňujú treťou mocninou, preto:

* jeden decimeter kubický sa rovná jednej tisícine metra kubického

 1 dm³ = 0,001 m³ (⠼⠁⠀⠙⠍⠌⠼⠉⠱⠀⠶⠼⠚⠂⠚⠚⠁⠀⠍⠌⠼⠉⠱) alebo (⠼⠁⠀⠙⠍⠼⠉⠀⠶⠼⠚⠂⠚⠚⠁⠀⠍⠼⠉);

* jeden milimeter kubický sa rovná desať na mínus deviatu metra kubického

 1 mm³ = 10⁻⁹ m³ (⠼⠁⠀⠍⠍⠼⠉⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠤⠼⠊⠱⠀⠍⠼⠉).

Vzorec na výpočet objemu:

V = m÷ν (⠠⠧⠀⠶⠍⠀⠒⠘⠝)

V = m÷ρ (⠠⠧⠀⠶⠍⠀⠒⠘⠗)

Písmeno ν predstavuje látkové množstvo.

Písmeno ρ predstavuje hustotu.

#### 5.4.4 Hmotnosť

Jednotky hmotnosti sa v Braillovom písme zapisujú ako v čiernotlači, pričom ich zväčša tvoríme pomocou predpôn, napríklad dekagram – dag (⠙⠁⠛). Niektoré však majú vlastné názvy i značky ako metrický cent: q (⠟) a tona: t (⠞).

Príklady premieňania jednotiek hmotnosti:

* jeden gram sa rovná jednej tisícine kilogramu: 1 g = 0,001 kg (⠼⠁⠀⠛⠀⠶⠼⠚⠂⠚⠚⠁⠀⠅⠛);
* jeden mikrogram sa rovná desať na mínus deviatu kilogramu: 1 µg = 10⁻⁹ kg

 (⠼⠁⠀⠘⠍⠛⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠤⠼⠊⠱⠀⠅⠛);

* jeden metrický cent sa rovná 100 kilogramov: 1 q = 100 kg (⠼⠁⠀⠟⠀⠶⠼⠁⠚⠚⠀⠅⠛).

Vzorec na výpočet hmotnosti:

m = V⋅ρ (⠍⠀⠶⠠⠧⠀⠄⠘⠗)

#### 5.4.5 Hustota

Okrem základnej jednotky  kg/m³(⠆⠅⠛⠀⠻⠍⠌⠼⠉⠱⠰) sa používajú aj iné jednotky, pričom v Braillovom písme sa tieto môžu zapisovať pomocou indikátorov zlomkov a indexov alebo pomocou zjednodušeného zápisu.

Napríklad:

* kilogram na meter kubický:  (⠆⠅⠛⠀⠻⠍⠌⠼⠉⠱⠰) alebo kg/m³ (⠅⠛⠻⠍⠼⠉);
* kilogram na decimeter kubický:  (⠆⠅⠛⠀⠻⠙⠍⠌⠼⠉⠱⠰) alebo kg/dm³ (⠅⠛⠻⠙⠍⠼⠉).

Príklady premieňania jednotiek hustoty:

* jeden kilogram na decimeter kubický sa rovná tisíc kilogramov na meter kubický: 1  = 1000  alebo 1 kg/dm³ = 1000 kg/m³ (⠼⠁⠀⠆⠅⠛⠀⠻⠙⠍⠌⠼⠉⠱⠰⠀⠶⠼⠁⠄⠚⠚⠚⠀⠆⠅⠛⠀⠻⠍⠌⠼⠉⠱⠰);
* jeden gram na centimeter kubický sa rovná 1000 kilogramov na meter kubický: 1  = 1000  alebo 1 g/cm³ = 1000 kg/m³ (⠼⠁⠀⠆⠛⠀⠻⠉⠍⠌⠼⠉⠱⠰⠀⠶⠼⠁⠄⠚⠚⠚⠀⠆⠅⠛⠀⠻⠍⠌⠼⠉⠱⠰) alebo (⠼⠁⠀⠛⠻⠉⠍⠼⠉⠀⠶⠼⠁⠚⠚⠚⠀⠅⠛⠻⠍⠼⠉).

Vzorec na výpočet hustoty:

ρ = m÷V (⠘⠗⠀⠶⠍⠀⠒⠠⠧)

#### 5.4.6 Čas

Základná jednotka pre čas t (⠞) je sekunda. Ďalšie používané odvodené jednotky sú minúta, hodina, deň, týždeň, mesiac, rok a podobne.

Prehľad jednotiek času:

| symbol | slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek |
| --- | --- | --- | --- |
| s | sekunda | b234 | ⠿⠎ |
| min | minúta | b134,24,1345 | ⠿⠍⠊⠝ |
| h | hodina | b125 | ⠿⠓ |
| ms | milisekunda | b134,234 | ⠿⠍⠎ |
| tP | Planckov čas | b2345,16,1234,156 | ⠿⠞⠡⠏⠱  |

Príklady premieňania jednotiek času:

* jedna milisekunda sa rovná jednej tisícine sekundy: 1 ms = 0,001 s (⠼⠁⠀⠍⠎⠀⠶⠼⠚⠂⠚⠚⠁⠀⠎);
* jedna nanosekunda sa rovná desať na mínus deviatu sekundy: 1 ns = 10⁻⁹ s (⠼⠁⠀⠝⠎⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠤⠼⠊⠱⠀⠎);
* jedna minúta má 60 s: 1 min = 60 s (⠼⠁⠀⠍⠊⠝⠀⠶⠼⠋⠚⠀⠎);

jedna hodina má 60 min, teda 3600 s: 1 h = 60 min = 3600 s (⠼⠁⠀⠓⠀⠶⠼⠋⠚⠀⠍⠊⠝⠀⠶⠼⠉⠋⠚⠚⠀⠎).

Vzorec na výpočet času:

t = s÷v (⠞⠀⠶⠎⠀⠒⠧)

#### 5.4.7 Rýchlosť, zrýchlenie

Okrem pojmu rýchlosť používame aj pojem priemerná rýchlosť, ktorá má značku $\overbar{v}$. V Braillovom písme sa vodorovná čiara nad symbolom zapisuje kombináciou bodov b156. Preto zapisujeme:

v s vodorovnou čiarou (v s pruhom) $\overbar{v}$. (⠧⠱).

Jednotky rýchlosti a zrýchlenia sa môžu zapisovať pomocou indikátorov začiatku a konca zlomku i bez neho alebo ako v čiernotlači aj pomocou mocniny.

Napríklad:

* meter za sekundu:  (⠆⠍⠀⠻⠎⠰) alebo m/s (⠍⠻⠎);
* kilometer za hodinu:  (⠆⠅⠍⠀⠻⠓⠰) alebo km/h (⠅⠍⠻⠓);
* meter krát sekunda na mínus druhú: ms⁻² (⠍⠀⠄⠎⠌⠤⠼⠃⠱).

Tieto pravidlá uplatňujeme aj pri premieňaní jednotiek. Príklady premieňania jednotiek rýchlosti:

* jeden kilometer za sekundu sa rovná tisíc metrov za sekundu: 
(⠼⠁⠀⠆⠅⠍⠀⠻⠎⠰⠀⠶⠼⠁⠄⠚⠚⠚⠀⠆⠍⠀⠻⠎⠰)
alebo 1 km/s = 1000 m/s (⠼⠁⠀⠅⠍⠻⠎⠀⠶⠼⠁⠚⠚⠚⠀⠍⠻⠎);
* jeden meter za sekundu sa rovná jedna tisícina kilometra deleno jedna tritisícšestotina hodiny a to sa rovná 3,6 kilometra za hodinu: 1 m/s = 1/1000 km ÷ 1/3600 h =3,6 km/h
(⠼⠁⠀⠍⠻⠎⠀⠶⠆⠼⠁⠀⠻⠼⠁⠚⠚⠚⠰⠀⠅⠍⠀⠒⠆⠼⠁⠀⠻⠼⠉⠋⠚⠚⠰⠀⠓⠀⠶⠼⠉⠂⠋⠀⠅⠍⠻⠓).

Vzorce:

Rýchlosť: v = s ÷t (⠧⠀⠶⠎⠀⠒⠞)

Gravitačné zrýchlenie: ag = Fg /m (⠁⠡⠛⠱⠀⠶⠠⠋⠡⠛⠱⠀⠻⠍)

Rýchlosť svetla: c = f ⋅λ (⠉⠀⠶⠋⠀⠄⠘⠇)

#### 5.4.8 Kmitočet

Príklady premieňania jednotiek kmitočtu:

* jeden hertz sa rovná sekunda na mínus prvú (jeden krát za sekundu): 1 Hz =s ⁻¹(⠼⠁⠀⠠⠓⠵⠀⠶⠎⠌⠤⠼⠁⠱);
* jeden megahertz sa rovná desať na šiestu hertzov: 1 MHz =10⁶ Hz (⠼⠁⠀⠠⠍⠠⠓⠵⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠼⠋⠱⠀⠠⠓⠵);
* jeden kilohertz sa rovná tisíc hertzov: 1 kHz = 1000 Hz (⠼⠁⠀⠅⠠⠓⠵⠀⠶⠼⠁⠄⠚⠚⠚⠀⠠⠓⠵).

Vzorec na výpočet frekvencie:

f = 1 /T (⠋⠀⠶⠼⠁⠀⠻⠠⠞)

(T = perióda – doba, počas ktorej trvá periodický dej)

#### 5.4.9 Sila

Sila je vektorová veličina, ktorá sa môže znázorniť pomocou brailovej grafiky. Pravidlá takéhoto znázornenia sú popísané v kapitole 1.2 tejto príručky. Pre jednoznačnosť takéhoto grafického zápisu je však potrebné uviesť aj v braili mierku, v akej je sila znázornená pomocou symbolu ≙ – zodpovedá (⠘⠶ b45,2356).

Napríklad:

1 d ≙ 50 N (⠼⠁⠀⠙⠀⠘⠶⠼⠑⠚⠀⠠⠝).

Pri premieňaní jednotiek sily platia v brailovom zápise rovnaké pravidlá ako v čiernotlači.

Napríklad:

* jeden kilonewton sa rovná tisíc newtonov: 1 kN = 1000 N (⠼⠁⠀⠅⠠⠝⠀⠶⠼⠁⠄⠚⠚⠚⠀⠠⠝).

Vzorce na výpočet sily:

Sila: F = m⋅g (⠠⠋⠀⠶⠍⠀⠄⠛)

Vztlaková sila: Fvz = V⋅ρ⋅g (⠠⠋⠡⠧⠵⠱ ⠶⠠⠧ ⠄⠘⠗ ⠄⠛) alebo Fvz = Vρg (⠠⠋⠡⠧⠵⠱⠀⠶⠠⠧⠘⠗⠛)

Hydrostatická tlaková sila: Fh = h⋅ρ⋅g⋅S (⠠⠋⠡⠓⠱⠀⠶⠓⠀⠄⠘⠗⠀⠄⠛⠀⠄⠠⠎) alebo (⠠⠋⠡⠓⠱⠀⠶⠓⠘⠗⠛⠠⠎)

Gravitačná sila: Fg =m⋅g (⠠⠋⠡⠛⠱⠀⠶⠍⠀⠄⠛)

#### 5.4.10 Tlak

Premena jednotiek tlaku podlieha v Braillovom písme pravidlám platným aj pre väčšinu jednotiek, zapisujú sa pomocou indexov mocnín.

Príklady premieňania jednotiek tlaku:

* jeden megapascal sa rovná desať na šiestu pascalov: 1 MPa = 10⁶ Pa (⠼⠁⠀⠠⠍⠠⠏⠁⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠼⠋⠱⠀⠠⠏⠁);
* jeden kilopascal sa rovná tisíc pascalov: 1 kPa = 1000 Pa (⠼⠁⠀⠅⠠⠏⠁⠀⠶⠼⠁⠚⠚⠚⠀⠠⠏⠁).

Vzorce:

Tlak: p = F/S (⠏⠀⠶⠠⠋⠀⠻⠠⠎)

Hydrostatický tlak: ph = h⋅ρ⋅g (⠏⠡⠓⠱⠀⠶⠓⠀⠄⠘⠗⠀⠄⠛) alebo (⠏⠡⠓⠱⠀⠶⠓⠘⠗⠛)

#### 5.4.11 Práca, teplo, energia

Pri premieňaní jednotiek a tvorbe násobkov platia v Braillovom písme pravidlá popísané v kapitole 5.3.

* jeden megajoule sa rovná desať na šiestu joulov: 1 MJ = 10⁶ J (⠼⠁⠀⠠⠍⠠⠚⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠼⠋⠱⠀⠠⠚);
* jeden kilojoule sa rovná tisíc joulov: 1 kJ = 1000 J (⠼⠁⠀⠅⠠⠚⠀⠶⠼⠁⠄⠚⠚⠚⠀⠠⠚).

Vzorce:

Práca: W = F⋅s (⠠⠺⠀⠶⠠⠋⠀⠄⠎)

Energia polohová: Ep = m⋅g⋅h (⠠⠑⠡⠏⠱⠀⠶⠍⠀⠄⠛⠀⠄⠓)

Energia kinetická: Ek = ½mv² (⠠⠑⠡⠅⠱⠀⠶⠆⠼⠁⠀⠻⠼⠃⠀⠄⠍⠀⠄⠧⠌⠼⠃⠱⠰)

Teplo: Q = c⋅m⋅Δt (⠠⠟⠀⠶⠉⠀⠄⠍⠀⠄⠠⠘⠙⠞)

Symbol Δ (⠠⠘⠙) nahrádza v Braillovom písme podobne ako v čiernotlači slovo „zmena“. Za symbolom bezprostredne nasleduje značka veličiny. V danom vzorci:

Δt = t₂− t₁ (⠠⠘⠙⠞⠀⠶⠞⠡⠼⠃⠱⠀⠤⠞⠡⠼⠁⠱)

Písmeno c vo vzťahu pre výpočet tepla Q je značkou veličiny „hmotnostná tepelná kapacita látky“, ktorej jednotka je kJ/(kg ⋅℃). Keďže v Braillovom písme je možné zapísať jednotku hmotnostnej kapacity látky dvoma spôsobmi, uvádzame obe možnosti:

1 kJ /(kg ⋅℃) (⠼⠁⠀⠆⠅⠠⠚⠀⠻⠅⠛⠀⠄⠼⠎⠠⠉⠰) alebo (⠼⠁⠀⠅⠠⠚⠻⠦⠅⠛⠀⠄⠼⠎⠠⠉⠴)

Pre premenu jednotiek veličiny c tiež platí možnosť dvojakého zápisu v Braillovom písme:

* jeden kilojoule na kilogram a kelvin sa rovná tisíc joulov na kilogram a kelvin: 1 kJ/kg⋅K = 1000 J/kg⋅K (⠼⠁⠀⠆⠅⠠⠚⠀⠻⠅⠛⠀⠄⠠⠅⠰⠀⠶⠼⠁⠄⠚⠚⠚⠀⠆⠠⠚⠀⠻⠅⠛⠀⠄⠠⠅⠰);
* jeden kilojoule na kilogram a stupeň Celzia sa rovná tisíc joulov na kilogram a stupeň Celzia: 1 kJ/kg⋅℃ = 1000 J/kg⋅℃ (⠼⠁⠀⠅⠠⠚⠻⠦⠅⠛⠀⠄⠼⠎⠠⠉⠴⠀⠶⠼⠁⠚⠚⠚⠀⠠⠚⠻⠦⠅⠛⠀⠄⠼⠎⠠⠉⠴).

#### 5.4.12 Výkon, príkon

Príklady premeny jednotiek výkonu:

* jeden megawatt sa rovná desať na šiestu wattov: 1 MW = 10⁶ W (⠼⠁⠀⠠⠍⠠⠺⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠼⠋⠱⠀⠠⠺);
* jeden kilowatt sa rovná tisíc wattov: 1 kW = 1000 W (⠼⠁⠀⠅⠠⠺⠀⠶⠼⠁⠄⠚⠚⠚⠀⠠⠺).

Vzorce:

Výkon: P = W/t (⠠⠏⠀⠶⠠⠺⠀⠻⠞)

Príkon: P = E /t (⠠⠏⠀⠶⠠⠑⠀⠻⠞)

Príkon elektrického spotrebiča: P = U⋅I (⠠⠏⠀⠶⠠⠥⠀⠄⠠⠊)

#### 5.4.13 Veličiny elektrických obvodov

Elektrický prúd:

* jeden kiloampér sa rovná tisíc ampérov: 1 kA = 1000 A (⠼⠁⠀⠅⠠⠁⠀⠶⠼⠁⠄⠚⠚⠚⠀⠠⠁);
* jeden mikroampér sa rovná desať na mínus šiestu ampéra: 1 µA = 10⁻⁶ A (⠼⠁⠀⠘⠍⠠⠁⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠤⠼⠋⠱⠀⠠⠁).

Vzorec na výpočet elektrického prúdu: I = Q/t (⠠⠊⠀⠶⠠⠟⠀⠻⠞)

Ohmov zákon: I = U/R (⠠⠊⠀⠶⠠⠥⠀⠻⠠⠗)

Elektrický náboj:

* jeden mikrocoulomb sa rovná desať na mínus šiestu coulombov: 1 µC = 10⁻⁶ C (⠼⠁⠀⠘⠍⠠⠉⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠤⠼⠋⠱⠀⠠⠉);
* jeden coulomb je približne 6 krát desať na osemnástu elektrónov: 1 C ≈6 ⋅10¹⁸ e⁻ (⠼⠁⠀⠠⠉⠀⠠⠶⠼⠋⠀⠄⠼⠁⠚⠌⠼⠁⠓⠱⠀⠑⠌⠤⠱).

Vzorec na výpočet elektrického náboja: Q = I⋅t (⠠⠟⠀⠶⠠⠊⠀⠄⠞)

Elektrická kapacita:

* jeden mikrofarad sa rovná desať na mínus šiestu faradov: 1 µF = 10⁻⁶ F (⠼⠁⠀⠘⠍⠠⠋⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠤⠼⠋⠱⠀⠠⠋);
* jeden pikofarad sa rovná desať na mínus dvanástu faradov: 1 pF = 10⁻¹² F (⠼⠁⠀⠏⠠⠋⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠤⠼⠁⠃⠱⠀⠠⠋).

Vzorec na výpočet elektrickej kapacity: C = Q /U (⠠⠉⠀⠶⠠⠟⠀⠻⠠⠥)

Elektrické napätie:

* jeden megavolt sa rovná desať na šiestu voltov: 1 MV = 10⁶ V (⠼⠁⠀⠠⠍⠠⠧⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠼⠋⠱⠀⠠⠧);
* jeden mikrovolt sa rovná desať na mínus šiestu voltov: 1 µV = 10⁻⁶ V (⠼⠁⠀⠘⠍⠠⠧⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠤⠼⠋⠱⠀⠠⠧).

Vzorec na výpočet elektrického napätia: U = W/Q (⠠⠥⠀⠶⠠⠺⠀⠻⠠⠟)

Vzorec na výpočet elektrického napätia z Ohmovho zákona: U = R⋅I (⠠⠥⠀⠶⠠⠗⠀⠄⠠⠊)

Elektrický odpor:

* jeden megaohm sa rovná desať na šiestu ohmov: 1 MΩ = 10⁶ Ω (⠼⠁⠀⠠⠍⠠⠘⠺⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠼⠋⠱⠀⠠⠘⠺);
* jeden kiloohm sa rovná tisíc ohmov: 1 kΩ = 1000 Ω (⠼⠁⠀⠅⠠⠘⠺⠀⠶⠼⠁⠄⠚⠚⠚⠀⠠⠘⠺);
* jeden mikroohm sa rovná desať na mínus šiestu ohmov: 1 µΩ = 10⁻⁶ Ω (⠼⠁⠀⠘⠍⠠⠘⠺⠀⠶⠼⠁⠚⠌⠤⠼⠋⠱⠀⠠⠘⠺).

Vzorec na výpočet elektrického odporu: R = U÷I (⠠⠗⠀⠶⠠⠥⠀⠒⠠⠊)

V Braillovom písme sa pri zápise indexov veličín striktne dodržiava používanie indikátorov začiatku a konca dolného indexu. Napríklad:

Vzorec pre odpor dvoch spotrebičov:

a) zapojených za sebou: R = R₁ +R₂ (⠠⠗⠀⠶⠠⠗⠡⠼⠁⠱⠀⠖⠠⠗⠡⠼⠃⠱);

b) zapojených vedľa seba:  «R = R₁ ⋅R₂ /(R₁ +R₂)» (⠠⠗⠀⠶⠆⠠⠗⠡⠼⠁⠱⠀⠄⠠⠗⠡⠼⠃⠱⠀⠻⠦⠠⠗⠡⠼⠁⠱⠀⠖⠠⠗⠡⠼⠃⠱⠴⠰).

### 5.5 Zápis riešenia fyzikálnych príkladov

V tejto podkapitole uvádzame spôsob zápisu riešenia fyzikálneho príkladu v Braillovom písme s dosadením hodnôt aj s jednotkami i bez jednotiek. V prípade príkladu bez dosadenia jednotiek je potrebné urobiť samostatne jednotkovú skúšku.

#### 5.5.1 Zápis riešenia príkladov s dosadenými hodnotami a jednotkami

Riešenie fyzikálnych príkladov v Braillovom písme sa v značnej miere zhoduje so zápisom v čiernotlači, pričom dodržiavame pravidlá zápisu vzorcov, veličín i jednotiek podľa predchádzajúcich podkapitol. Napríklad:

Určte, akú hmotnosť majú 2 l oleja.

(Poznámka: Hodnoty zadaných veličín zapíšeme pomocou značiek, následne hodnoty v zápise premeníme na základné jednotky, preto litre premeníme v zápise zadania).

V = 2 l = 0,002 m³

ρ = 920 kg/m³

m = ? kg

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Nasleduje vzorec, dosadenie daných hodnôt aj s jednotkami do vzorca a samotný výpočet.)

m = ρ⋅V

m = 920 kg/m³ ⋅0,002 m³

m = 1,84 kg⋅m³ /m³

m = 1,84 kg

2 l oleja majú hmotnosť 1,84 kg.

⠠⠧⠀⠶⠼⠃⠀⠇⠀⠶⠼⠚⠂⠚⠚⠃⠀⠍⠼⠉

⠘⠗⠀⠶⠼⠊⠃⠚⠀⠅⠛⠻⠍⠼⠉

⠍⠀⠶⠰⠢⠀⠅⠛

⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒

⠍⠀⠶⠘⠗⠀⠄⠠⠧

⠍⠀⠶⠼⠊⠃⠚⠀⠅⠛⠻⠍⠼⠉⠀⠄⠼⠚⠂⠚⠚⠃⠀⠍⠼⠉

⠍⠀⠶⠼⠁⠂⠓⠙⠀⠆⠅⠛⠀⠄⠍⠼⠉⠀⠻⠍⠼⠉⠰

⠍⠀⠶⠼⠁⠂⠓⠙⠀⠅⠛

⠼⠃⠀⠇⠀⠕⠇⠑⠚⠁⠀⠍⠁⠚⠬⠀⠓⠍⠕⠞⠝⠕⠎⠳⠀⠼⠁⠂⠓⠙⠀⠅⠛⠲

(Na záver riešenia úlohy sa vždy uvádza odpoveď celou vetou.)

#### 5.5.2 Zápis riešenia príkladov so samostatnou jednotkovou skúškou

Pri riešení úloh so zložitejšími vzorcami môžeme v Braillovom písme dosiahnuť väčšiu prehľadnosť výpočtu tak, že do vzorca dosadíme iba hodnoty a samostatne urobíme skúšku jednotiek. Vtedy symboly veličín zapisujeme do hranatých zátvoriek a jednotky upravujeme podľa pravidiel úprav výrazov s premennými.

Určte odpor dvoch rezistorov zapojených vedľa seba, ak majú odpory 60 Ω a 100 Ω.

Riešenie:

R₁ = 60 Ω

R₂ = 100 Ω

R = ? Ω

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 « R = R₁ ⋅R₂ /(R₁ +R₂) [R] = [R₁] ⋅[R₂] / ([R₁] +[R₂]) »

 « R = 60 ⋅100 /(60+100) [R] = Ω ⋅Ω /(Ω +Ω) »

 « R = 6000 /160 [R] = Ω² /Ω »

R = 37,5 [R] = Ω

Jednotková skúška:

 « [R] =([R₁] ⋅[R₂]) /([R₁] +[R₂]) »

 « [R] =(Ω ⋅Ω) /( Ω +Ω) »

[R] =Ω² /Ω

[R] =Ω

Odpor dvoch rezistorov zapojených vedľa seba je 37,5 Ω.

Riešenie v Braillovom písme:

⠠⠗⠡⠼⠁⠱⠀⠶⠼⠋⠚⠀⠠⠘⠺

⠠⠗⠡⠼⠃⠱⠀⠶⠼⠁⠚⠚⠀⠠⠘⠺

⠠⠗⠀⠶⠀⠢⠀⠠⠘⠺

⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒⠒

⠠⠗⠀⠶⠆⠠⠗⠡⠼⠁⠱⠀⠄⠠⠗⠡⠼⠃⠱⠀⠻⠦⠠⠗⠡⠼⠁⠱⠀⠖⠠⠗⠡⠼⠃⠱⠴⠰

⠠⠗⠀⠶⠆⠼⠋⠚⠀⠄⠼⠁⠚⠚⠀⠻⠦⠼⠋⠚⠀⠖⠼⠁⠚⠚⠴⠰

⠠⠗⠀⠶⠆⠼⠋⠚⠚⠚⠀⠻⠼⠁⠋⠚⠰

⠠⠗⠀⠶⠼⠉⠛⠂⠑

Jednotková skúška:

⠠⠦⠠⠗⠠⠴⠀⠶⠆⠠⠦⠠⠗⠡⠼⠁⠱⠠⠴⠀⠄⠠⠦⠠⠗⠡⠼⠃⠱⠠⠴⠀⠻⠐

⠻⠦⠠⠦⠠⠗⠡⠼⠁⠱⠠⠴⠀⠖⠠⠦⠠⠗⠡⠼⠃⠱⠠⠴⠴⠰

⠠⠦⠠⠗⠠⠴⠀⠶⠆⠠⠘⠺⠀⠄⠠⠘⠺⠀⠻⠦⠠⠘⠺⠀⠖⠠⠘⠺⠴⠰

⠠⠦⠠⠗⠠⠴⠀⠶⠠⠘⠺⠌⠼⠃⠱⠀⠻⠠⠘⠺

⠠⠦⠠⠗⠠⠴⠀⠶⠠⠘⠺

⠠⠕⠙⠏⠕⠗⠀⠙⠧⠕⠉⠓⠀⠗⠑⠵⠊⠎⠞⠕⠗⠕⠧⠀⠵⠁⠏⠕⠚⠑⠝⠯⠉⠓⠀⠧⠑⠙⠸⠁⠀⠎⠑⠃⠁

⠀⠚⠑⠀⠼⠉⠛⠂⠑⠀⠠⠘⠺⠲

### 5.6 Konštanty a značky

#### 5.6.1 Konštanty

Zoznam konštánt, ktoré používame vo fyzike na základných školách:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| konštanta | symbol | grafické zobrazenie buniek | približná hodnota | jednotka |
| rýchlosť svetla vo vákuu | c | ⠿⠉ | 3 ⋅10⁸ | m/s |
| gravitačná konštanta | G | ⠿⠠⠛ | 6,67 ⋅10⁻¹¹ | m³ /s² ⋅kg |
| gravitačné zrýchlenie Zeme | g | ⠿⠛ | 10 | N/kg |
| hustota vody | ρ | ⠿⠘⠗ | 1000 | kg/m³ |
| merná tepelná kapacita vody | c | ⠿⠉ | 4,2 | kJ/kg⋅℃ |
| elementárny náboj (e⁻, p⁺) | e⁻ | ⠿⠑⠌⠤⠱ | 1,6 ⋅10⁻¹⁹ | C |
| hmotnosť elektrónu | me | ⠿⠍⠡⠑⠱ | 9,11 ⋅10⁻³¹ | kg |
| hmotnosť protónu | mp | ⠿⠍⠡⠏⠱ | 1,67 ⋅10⁻²⁷ | kg |

#### 5.6.2 Ďalšie vybrané symboly používané vo fyzike

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| symbol | slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek | pozícia Unicode  |
| Δ | zmena (veľké písmeno delta) | b6,45,145 | ⠿⠠⠘⠙ | U+0394 |
| ≙ | zodpovedá | b45,2356 | ⠿⠘⠶ | U+2259 |

Symbolom Δ (⠠⠘⠙) nahrádzame v Braillovom písme podobne ako v čiernotlači slovo „zmena“. Za symbolom bezprostredne nasleduje značka veličiny.

Napríklad:

* zmena teplôt: Δt = t −t₀(⠠⠘⠙⠞⠀⠶⠞⠀⠤⠞⠡⠼⠚⠱);
* zmena napätia: ΔU (⠠⠘⠙⠠⠥).

Symbol ≙ (⠘⠶) nahrádza v zápisoch pojem „zodpovedá“, pričom pre jeho zápis v Braillovom písme platia pravidlá ako pre matematické operátory.

Napríklad:

* jeden centimeter zodpovedá päťdesiatim newtonom: 1 cm ≙ 50 N (⠼⠁⠀⠉⠍⠀⠘⠶⠼⠑⠚⠀⠠⠝).

#### 5.6.3 Schematické značky elektrických obvodov

Vo fyzike sa na zakreslenie schém zapojenia elektrických obvodov používajú medzinárodne dohodnuté značky. Pri zobrazení obvodov v Braillovom písme používame rovnaké schematické značky ako v čiernotlači, pričom obvody zobrazujeme pomocou reliéfnej grafiky, napríklad písaním na fóliu alebo inou technikou zobrazenia vystúpeného reliéfu. Tieto značky musia byť zobrazené v reliéfe v dostatočnej veľkosti tak, aby boli hmatom dobre rozoznateľné. Pri zriedkavejšie sa vyskytujúcich značkách je vhodné pod danou značkou uviesť aj jej názov v Braillovom písme, napríklad:



zdroj striedavého napätia (⠵⠙⠗⠕⠚⠀⠎⠞⠗⠊⠑⠙⠁⠧⠜⠓⠕⠀⠝⠁⠏⠈⠞⠊⠁)

Zoznam značiek používaných v učive fyziky na základnej škole:

| názov súčiastky | schematická značka |
| --- | --- |
| vodič |  |
| uzol (vodivé spojenie vodičov) |  |
| monočlánok |  |
| batéria |  |
| zdroj jednosmerného napätia |  |
| zdroj striedavého napätia |  |
| spínač uzavretý |  |
| spínač otvorený |  |
| žiarovka |  |
| zvonček |  |
| rezistor |  |
| potenciometer |  |
| termistor |  |
| cievka |  |
| dióda |  |
| svetelná dióda |  |
| tranzistor |  ; |
| motor |  |
| reproduktor |  |
| ampérmeter |  |
| voltmeter |  |
| anténa |  |
| uzemnenie |  |

## 6 Zápis chemických textov v Braillovom písme pre základné školy

Pri zápise chemických textov sa dodržiavajú rovnaké zásady a pravidlá zápisu ako v čiernotlači. Indexy používané v chemických zápisoch sa zapisujú tak, ako je definované v kapitole zápis indexov. Aj v chemických textoch je potrebné dodržiavať všetky pravidlá pre zápis s indexmi.

### 6.1 Zápis chemických značiek a iónov

Chemické značky prvkov sa zapisujú dôsledne tak, ako sú zapísané aj v čiernotlači. Pokiaľ je značka tvorená iba jedným veľkým písmenom, zapíše sa ako jedno veľké písmeno, napríklad K (⠠⠅) a ak je tvorená dvoma písmenami, zapíše sa ako jedno veľké a druhé malé písmeno bezprostredne po veľkom, napríklad Ca (⠠⠉⠁). Pokiaľ sa skladá z viacerých prvkov, každý prvok je označený prefixom pre veľké písmeno, a to aj v prípade, že po sebe nasledujú dve veľké písmená – každé z nich je označené prefixom. V skrátenom zápise je možné použiť zápis pomocou prefixu pre reťazec všetkých veľkých písmen, podrobné pravidlá jeho použitia sú uvedené v podkapitole 6.3 Pravidlá zápisu chemických vzorcov s použitím prefixov pre veľké písmeno alebo reťazec veľkých písmen.

Príklady:

* dusík: N (⠠⠝);
* hydroxid sodný: NaOH (⠠⠝⠁⠠⠕⠠⠓).

Pri zápise počtu atómov prvku sa medzi číslom a značkou prvku nepíše medzera, napríklad tri atómy síry – 3S (⠼⠉⠠⠎) alebo dva atómy ortuti – 2Hg (⠼⠃⠠⠓⠛). Tento zápis sa používa pri chemických rovniciach. V prípade počtu jeden atóm, číslo jeden sa nepíše.

Elementárne častice:

Označenie elementárnych častíc je zapisované rovnako ako v čiernotlači, a teda náboj sa zapisuje ako pravý horný index. Znaky plus + (⠖) a mínus − (⠤) sa zapisujú bez medzery, keďže v tomto kontexte nejde o matematické operátory.

* elektrón: e⁻ (⠑⠌⠤⠱);
* protón: p⁺ (⠏⠌⠖⠱);
* neutrón: n⁰ (⠝⠌⠼⠚⠱) alebo aj jednoducho n (⠝).

V prípade neutrálneho náboja neutrónu nie je nevyhnutné v bežných zápisoch exponent 0 uvádzať.

Ióny:

Ióny prvkov sa zapisujú rovnako ako elementárne častice, teda s pravým horným indexom, znamienko + alebo − sa zapisuje bez medzery. V jednoduchom zápise je možné ión označiť aj bez uvedenia znamienka v hornom indexe, pripúšťa sa to však iba v prípade, že je zápis jednoznačný a nemôže dôjsť k nesprávnej interpretácii.

Pokiaľ má ión viacero kladných či záporných nábojov, zapisuje sa tak, že za značkou prvku nasleduje pravý horný index a v indexe číslo označujúce počet nábojov a znamienko nábojov. V takom prípade sa uvedie značka prvku, začiatok horného indexu, číslo počtu nábojov, bezprostredne za číslom znamienko nábojov a koniec indexu.

Príklady zápisu iónov:

* katión vodíka: H⁺ (⠠⠓⠌⠖⠱) alebo skrátene (⠠⠓⠖);
* anión chlóru: Cl⁻ (⠠⠉⠇⠌⠤⠱) alebo skrátene (⠠⠉⠇⠤);
* katión vápenatý: Ca²⁺ (⠠⠉⠁⠌⠼⠃⠖⠱) alebo (⠠⠉⠁⠼⠃⠖);
* katión hlinitý: Al³⁺ (⠠⠁⠇⠌⠼⠉⠖⠱) alebo (⠠⠁⠇⠼⠉⠖);
* anión kyslíka: O²⁻ (⠠⠕⠌⠼⠃⠤⠱) alebo (⠠⠕⠼⠃⠤).

Ak je ión tvorený skupinou prvkov a v zápise sa objavuje súčasne aj pravý dolný, aj pravý horný index, zapisuje sa V poradí značka, začiatok dolného indexu, číslo počtu atómov, koniec indexu, začiatok horného indexu, číslo počtu nábojov, znamienko nábojov a koniec indexu.

Príklady zápisov:

* síranový anión: SO₄²⁻ (⠠⠎⠠⠕⠡⠼⠙⠱⠌⠼⠃⠤⠱);
* amoniový katión: NH₄⁺ (⠠⠝⠠⠓⠡⠼⠙⠱⠌⠖⠱);

iónová rovnica: atóm sodíka mínus elektrón, šípka vpravo, katión sodíka: Na −e⁻ → Na⁺
(⠠⠝⠁⠀⠤⠑⠌⠤⠱⠀⠳⠕⠀⠠⠝⠁⠌⠖⠱).

### 6.2 Zápis elektrónových vzorcov

Pri zapisovaní elektrónových vzorcov sa jednotlivé valenčné elektróny zapisujú rovnako ako v čiernotlači; rozmiestnené okolo atómu. Jednotlivé elektróny sa označujú grafickými bodkami a elektrónové dvojice čiarkami. Valenčné elektróny sa označujú okolo značky daného prvku, zľava, zhora, sprava a zdola. V prípade tohto zápisu je potrebné použiť zápis v brailovej grafike a postupovať podľa pravidiel pre brailovú grafiku uvedených v kapitole 1.2 tejto príručky.

Jednotlivé elektróny sa označujú bezprostredne pred, nad, za a pod značkou prvku, a to bodom b3. Elektrónové dvojice sa označujú bezprostredne pred, nad, za a pod značkou prvku, a to bodmi b56 zľava a sprava a bodmi b25 zhora a zdola.

Nasledujúce príklady sú uvedené v kombinovanom grafickom zápise, preto sú uvedené upozornením, že ide o kombinovaný grafický zápis.

Kombinovaný grafický zápis

⠐⠅⠕⠍⠃⠊⠝⠕⠧⠁⠝⠯⠀⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯⠀⠵⠡⠏⠊⠎⠐

Atóm uhlíka so štyrmi valenčnými elektrónmi:

⠠⠁⠞⠪⠍⠀⠥⠓⠇⠌⠅⠁⠀⠎⠕⠀⠱⠞⠽⠗⠍⠊⠀⠧⠁⠇⠑⠝⠩⠝⠯⠍⠊⠀⠑⠇⠑⠅⠞⠗⠪⠝⠍⠊⠒

⠀⠀⠄

⠄⠠⠉⠄

⠀⠀⠄

Atóm neónu s ôsmimi valenčnými elektrónmi:

⠠⠁⠞⠪⠍ ⠝⠑⠪⠝⠥ ⠎ ⠾⠎⠍⠊⠍⠊ ⠧⠁⠇⠑⠝⠩⠝⠯⠍⠊ ⠑⠇⠑⠅⠞⠗⠪⠝⠍⠊⠒

⠀⠀⠒

⠰⠠⠝⠑⠰

⠀⠀⠒

Nepárový valenčný elektrón sa zapisuje bodom b3, bez ohľadu na to, či je zapísaný zľava alebo sprava.

Atóm chlóru so siedmimi valenčnými elektrónmi (3 dvojice a jeden nepárový):

⠠⠁⠞⠪⠍ ⠉⠓⠇⠪⠗⠥ ⠎⠕ ⠎⠊⠙⠍⠊⠍⠊ ⠧⠁⠇⠑⠝⠩⠝⠯⠍⠊ ⠑⠇⠑⠅⠞⠗⠪⠝⠍⠊ ⠦⠼⠉ ⠙⠧⠕⠚⠊⠉⠑ ⠁ ⠚⠑⠙⠑⠝ ⠝⠑⠏⠡⠗⠕⠧⠯⠴⠒

⠀⠀⠒

⠰⠠⠉⠇⠄

⠀⠀⠒

Atóm s valenčnými elektrónmi je možné zapísať aj pomocou indexov, pričom je potrebné dodržať všetky platné pravidlá pre zápis v indexoch:

Atóm chlóru s nepárovým valenčným elektrónom:

⠠⠁⠞⠪⠍ ⠉⠓⠇⠪⠗⠥ ⠎ ⠝⠑⠏⠡⠗⠕⠧⠯⠍ ⠧⠁⠇⠑⠝⠩⠝⠯⠍ ⠑⠇⠑⠅⠞⠗⠪⠝⠕⠍⠒

⠆⠠⠉⠇⠠⠌⠒⠱⠠⠡⠒⠱⠄

Tento skrátený jednoriadkový zápis je vhodné používať iba v prípade, že je zrejmé, že čitateľ je s takýmto zápisom oboznámený, že dobre pozná takúto formu zápisu – napríklad v osobných poznámkach, v zápisoch príkladov a podobne. V učebniciach sa odporúča použitie zápisu brailovou grafikou.

### 6.3 Pravidlá zápisu chemických vzorcov s použitím prefixov pre veľké písmeno alebo reťazec veľkých písmen

#### 6.3.1 Zápis do riadka

Pri zápise chemických vzorcov sa v Braillovom písme vo všeobecnosti vychádza zo zápisu vzorcov v čiernotlači. Každá značka prvku sa uvádza s prefixom pre veľké písmeno. Prefix pre reťazec veľkých písmen sa môže použiť iba v prípade, že je celý vzorec alebo jeho podstatná časť zložená iba z veľkých písmen. Pokiaľ vzorec obsahuje aj dvojpísmenové značky prvkov, a teda vzorec sa neskladá iba z veľkých písmen, prefix pre reťazec veľkých písmen sa ukončí prefixom pre jedno veľké písmeno, ktorý sa píše pred značku prvku skladajúcu sa z dvoch písmen. Tým sa prefix pre reťazec veľkých písmen ukončí bezprostredne za posledným prvkom označeným jedným veľkým písmenom. Ak vzorec pokračuje ďalšou nepretržitou časťou výlučne veľkých písmen, je možné ich uviesť s prefixom pre reťazec veľkých písmen. Platí teda, že ak chceme v reťazci vzorca použiť prefix pre reťazec veľkých písmen a zároveň reťazec obsahuje aj dvojpísmenové prvky, a teda malé písmená, prefix pre reťazec všetkých veľkých písmen ukončíme pred celou značkou prvku, ktorú samostatne uvedieme prefixom pre jedno veľké písmeno. Zachová sa tak integrita značiek prvkov.

Pri uvádzaní vzorca do riadka v skrátenom zápise znížené číslice ani znaky väzieb medzi atómami neprerušujú reťazec veľkých písmen.

Príklady:

* etanol: CH₃―CH₂―OH (⠠⠉⠠⠓⠒⠤⠠⠉⠠⠓⠆⠤⠠⠕⠠⠓) alebo (⠠⠠⠉⠓⠒⠤⠉⠓⠆⠤⠕⠓);
* etoxid sodný: CH₃―CH₂―ONa (⠠⠉⠠⠓⠒⠤⠠⠉⠠⠓⠆⠤⠠⠕⠠⠝⠁) alebo (⠠⠠⠉⠓⠒⠤⠉⠓⠆⠤⠕⠠⠝⠁);
* brometán: CH₃―CH₂―Br (⠠⠉⠠⠓⠒⠤⠠⠉⠠⠓⠆⠤⠠⠃⠗) alebo (⠠⠠⠉⠓⠒⠤⠉⠓⠆⠤⠠⠃⠗).

V prípade, že je vzorec dlhší ako jeden riadok, respektíve viac riadkov, na konci každého riadka neukončeného vzorca sa uvedie indikátor pokračovania na novom riadka (⠐ b5). Na novom riadku sa v zápise vzorca pokračuje bez opakovania posledného znaku z predošlého riadka. Iba v prípade, že je možné vzorec prerušiť v mieste väzby medzi atómami, znak pre väzbu je nasledovaný bodom 5 a na začiatku nového riadka sa zopakuje znak pre väzbu, ktorým sa predchádzajúci riadok končil.

#### 6.3.2 Zápis vzorcov v kombinovanom grafickom zápise

Keďže vzorce v kombinovanom grafickom zápise sú spravidla viacriadkové a presne musia dodržiavať grafické rozloženie na strane, je potrebné použiť iný spôsob zápisu s reťazcami veľkých písmen. Prefix pre reťazec všetkých veľkých písmen je možné použiť iba pre jednotlivé skupiny atómov, ktoré nie sú predelené väzbou. Ak je vo vzorci v kombinovanom grafickom zápise zaznačená väzba, horizontálna alebo vertikálna, skupina atómov v rozvetvení, ale aj v hlavnom reťazci musí byť uvedená opätovne s prefixom pre veľké písmeno alebo prefixom pre reťazec veľkých písmen, a to aj v prípade, že sú dve skupiny atómov na jednom riadku.

Napríklad:

1,2,3-trihydroxypropán

⠼⠁⠂⠼⠃⠂⠼⠉⠤⠞⠗⠊⠓⠽⠙⠗⠕⠭⠽⠏⠗⠕⠏⠡⠝

⠐⠅⠕⠍⠃⠊⠝⠕⠧⠁⠝⠯⠀⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯⠀⠵⠡⠏⠊⠎⠐

⠠⠠⠉⠓⠆⠤⠠⠠⠉⠓⠤⠠⠠⠉⠓⠆

⠀⠀⠸⠀⠀⠀⠀⠀⠸⠀⠀⠀⠀⠸

⠠⠠⠕⠓⠀⠀⠠⠠⠕⠓⠀⠠⠠⠕⠓

### 6.4 Anorganická chémia

#### 6.4.1 Zápis vzorcov anorganických zlúčenín

Príklady zápisov anorganických zlúčenín:

* oxid uhoľnatý: CO (⠠⠉⠠⠕) alebo (⠠⠠⠉⠕);
* hydroxid draselný: KOH (⠠⠅⠠⠕⠠⠓) alebo (⠠⠠⠅⠕⠓);
* hydroxid sodný: NaOH (⠠⠝⠁⠠⠕⠠⠓) alebo (⠠⠝⠁⠠⠠⠕⠓);
* kyselina chlorovodíková: HCl (⠠⠓⠠⠉⠇);
* bromid sodný: NaBr (⠠⠝⠁⠠⠃⠗).

Počet atómov jednotlivých prvkov v molekule sa v rozšírenom zápise uvádza tak, ako v čiernotlači, v pravom dolnom indexe. Pri takomto zápise je potrebné dodržať indikátory začiatku aj konca indexu. Napríklad voda – H₂O (⠠⠓⠡⠼⠃⠱⠠⠕).

Vzhľadom na zdĺhavosť takéhoto zápisu je bežné použiť skrátený zápis chemických zlúčenín, a to aj v odborných materiáloch a učebniciach. Skrátený zápis sa zapisuje zníženými číslicami (kapitola 1.1.3). Pri tomto zápise je potrebné dodržať všetky pravidlá zápisu so zníženými číslicami.

Počet atómov jednotlivých prvkov v molekule teda možno v skrátenom zápise zapísať napríklad takto:

* chlorid vápenatý: CaCl₂ (⠠⠉⠁⠠⠉⠇⠆);
* oxid železitý: Fe₂O₃ (⠠⠋⠑⠆⠠⠕⠒);
* kyselina dusičná: HNO₃ (⠠⠓⠠⠝⠠⠕⠒) alebo (⠠⠠⠓⠝⠕⠒);
* kyselina sírová: H₂SO₄ (⠠⠓⠆⠠⠎⠠⠕⠲) alebo (⠠⠠⠓⠆⠎⠕⠲);
* kyselina uhličitá: H₂CO₃ (⠠⠓⠆⠠⠉⠠⠕⠒) alebo (⠠⠠⠓⠆⠉⠕⠒).

Zníženým číslom sa označujú aj počty atómov skupiny prvkov v molekule, ktoré sú uvedené v zátvorke. Napríklad:

* hydroxid vápenatý: Ca(OH)₂ (⠠⠉⠁⠦⠠⠕⠠⠓⠴⠆) alebo (⠠⠉⠁⠦⠠⠠⠕⠓⠴⠆);
* síran hlinitý: Al₂(SO₄)₃ (⠠⠁⠇⠆⠦⠠⠎⠠⠕⠲⠴⠒).

Zápis vzorca kryštalickej látky:

Tento zápis sa uvádza presne ako v čiernotlači, so znamienkom krát bez medzery. Ak však vo vzorci zapisujeme číslo s číselným znakom, číselný znak ruší predchádzajúci prefix pre všetky veľké písmená, preto je potrebné v pokračovaní vzorca tento prefix znovu uviesť. Príklad:

* modrá skalica: CuSO₄⋅5H₂O (⠠⠉⠥⠠⠎⠠⠕⠲⠄⠼⠑⠠⠓⠆⠠⠕) alebo (⠠⠉⠥⠠⠠⠎⠕⠲⠄⠼⠑⠠⠠⠓⠆⠕).

### 6.5 Organická chémia

#### 6.5.1 Zapisovanie väzieb a indikátorov grafického usporiadania molekúl

Pri písaní vzorcov organickej chémie je v zápise nevyhnutné vyznačovať aj väzby. Väzby sú v Braillovom písme zvolené tak, aby čo najviac zodpovedali ich podobe v čiernotlači.

* jednoduchá horizontálna väzba: jedna horizontálna čiara v čiernotlači (⠤ b36);
* jednoduchá vertikálna väzba: vertikálna čiara v čiernotlači (⠸ b456);
* dvojitá horizontálna a vertikálna väzba: dvojitá čiara v čiernotlači (⠬ b346);
* trojitá horizontálna a vertikálna väzba: trojitá čiara v čiernotlači (⠿ b123456);
* hydrogénová väzba alebo parciálne ionizovaná väzba: bodkovaná alebo čiarkovaná horizontálna čiara v čiernotlači (⠳ b1256);
* nepárový väzbový elektrón: bodka v čiernotlači (⠄ b3);
* brailový indikátor začiatku rozvetvenia reťazca: (⠯ b12346);
* brailový indikátor konca rozvetvenia reťazca: (⠽ b13456).

Indikátory začiatku a konca rozvetvenia reťazca je potrebné používať pri každom rozvetvení, aj v prípade, že je potrebné vyznačiť polohu aj jedného jediného prvku mimo hlavného reťazca. Vo vnútri rozvetvenia, teda medzi indikátormi začiatku a konca rozvetvenia, sa nevyznačujú jednoduché kovalentné väzby. Všetky ostatné väzby sa však musia veľmi pozorne uvádzať. Zapisujú sa bezprostredne za znak indikátora začiatku rozvetvenia reťazca.

Pri zapisovaní chemického vzorca grafickým zápisom s použitím brailovej grafiky je možné použiť také symboly pre väzby, ktoré graficky zodpovedajú smeru väzby a reťazca molekuly. Najvhodnejšie je však používať väzby podľa nižšie uvedených príkladov. Tieto väzby sa pri grafickom zobrazení vzorca na strane píšu na samostatný riadok tak, aby tvorili grafické prepojenie medzi jednotlivými atómami alebo skupinami atómov molekuly.

Príklady:

* jednoduchá väzba šikmo nadol (⠑⠄ b15,3);
* jednoduchá väzba šikmo nahor (⠠⠊ b6,24);
* dvojitá väzba šikmo nadol (⠑⠕⠄ b15,135,3);
* dvojitá väzba šikmo nahor (⠠⠪⠊ b6,246,24);
* trojitá väzba šikmo nadol (⠑⠕⠕⠄ b15,135,135,3);
* trojitá väzba šikmo nahor (⠠⠪⠪⠊ b6,246,246,24).

Vzhľadom na rozvetvenosť a priestorové usporiadanie vzorcov organických zlúčenín je náročné zapísať ich v bodovom písme. Pri týchto vzorcoch je potrebné siahnuť po kombinovanom grafickom zápise v brailovej grafike (kapitola 1.2). Pri štruktúrnych a cyklických vzorcoch obzvlášť. Pri výučbe je preto vhodné použiť okrem vzorcov v kombinovanom grafickom zápise brailovej grafiky aj iný spôsob zobrazenia organických molekúl, napríklad reliéfne obrázky, molekulové stavebnice či modely molekúl. Pri vzorcoch zapísaných v kombinovanom grafickom zápise v brailovej grafike je totiž často náročné zachytiť orientáciu a vetvenie väzieb v molekule.

#### 6.5.2 Zápis molekulových vzorcov

Molekulové vzorce organických zlúčenín sa zapisujú rovnako ako v čiernotlači. Aplikujú sa tu rovnaké pravidlá ako pri zápisoch anorganických zlúčenín, teda všetky aplikované pravidlá pre prefix pre reťazec veľkých písmen. Taktiež sa používa aj skrátený zápis so zníženými číslicami. Skrátený zápis je dokonca častejšie využívaný pre jeho lepšiu prehľadnosť.

Príklady:

* metán: CH₄ (⠠⠉⠠⠓⠲);
* bután: C₄H₁₀ (⠠⠉⠲⠠⠓⠂⠴);
* octan sodný: CH₃COONa (⠠⠉⠠⠓⠒⠠⠉⠠⠕⠠⠕⠠⠝⠁) alebo (⠠⠠⠉⠓⠒⠉⠕⠕⠠⠝⠁);
* octan zinočnatý: (CH₃COO)₂Zn (⠦⠠⠉⠠⠓⠒⠠⠉⠠⠕⠠⠕⠴⠆⠠⠵⠝) alebo (⠦⠠⠠⠉⠓⠒⠉⠕⠕⠴⠆⠠⠵⠝);
* hydroxybenzén: C₆H₅OH (⠠⠉⠖⠠⠓⠢⠠⠕⠠⠓) alebo (⠠⠠⠉⠖⠓⠢⠕⠓).

V molekulových vzorcoch organických zlúčenín, ktoré majú v počtoch atómov v dolnom indexe aj čísla, aj písmená, sa skrátený zápis nepoužíva. Pokiaľ vzorec obsahuje v dolnom indexe čísla aj písmená, je potrebné použiť indikátor začiatku aj konca indexu. V indexe platia štandardné pravidlá zápisu v indexe, teda čísla sa zapisujú s prefixom pre čísla a platia všetky pravidlá pre zápis malých a veľkých písmen, operačných znamienok a podobne. Príklad:

* všeobecný vzorec molekuly alkánov: CₙH₂ₙ₊₂ (⠠⠉⠡⠝⠱⠠⠓⠡⠼⠃⠝⠀⠖⠼⠃⠱).

#### 6.5.3 Zápis funkčných (racionálnych) vzorcov

Racionálne vzorce vyjadrujú charakteristické atómové zoskupenia a v organickej chémii sú najfrekventovanejšími vzorcami. Pri ich zapisovaní sa vyznačujú iba väzby medzi význačnými skupinami atómov, nie medzi všetkými atómami ako pri štruktúrnom vzorci. Pri zápise a vyznačení štruktúry sa používajú brailové bunky reprezentujúce väzby medzi atómami, nepárové elektróny a tiež indikátory vetvenia molekulového vzorca.

Pri zapisovaní vzorcov uhľovodíkov sa zapisujú vo vzorci atómy a medzi nimi jednotlivé väzby, pričom sa používa skrátený zápis so zníženými číslami, znaky väzieb sú zapisované bez medzier. V čiernotlačovej časti vzorca v tejto príručke používame znak = ako dvojitú väzbu a znak ≡ ako trojitú väzbu, hoci tieto znaky schémanticky nezodpovedajú vzťahu medzi atómami.

Príklady:

* propán: CH₃―CH₂―CH₃ (⠠⠉⠠⠓⠒⠤⠠⠉⠠⠓⠆⠤⠠⠉⠠⠓⠒) alebo (⠠⠠⠉⠓⠒⠤⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠒);
* etylén (etén): CH₂=CH₂ (⠠⠉⠠⠓⠆⠬⠠⠉⠠⠓⠆) alebo (⠠⠠⠉⠓⠆⠬⠉⠓⠆);
* acetylén (etín): H―C≡C―H (⠠⠓⠤⠠⠉⠿⠠⠉⠤⠠⠓) alebo (⠠⠠⠓⠤⠉⠿⠉⠤⠓);
* 1,3-butadién: CH₂=CH―CH=CH₂ (⠠⠉⠠⠓⠆⠬⠠⠉⠠⠓⠤⠠⠉⠠⠓⠬⠠⠉⠠⠓⠆) alebo (⠠⠠⠉⠓⠆⠬⠉⠓⠤⠉⠓⠬⠉⠓⠆);
* etanol: CH₃―CH₂―OH (⠠⠉⠠⠓⠒⠤⠠⠉⠠⠓⠆⠤⠠⠕⠠⠓) alebo (⠠⠠⠉⠓⠒⠤⠉⠓⠆⠤⠕⠓);
* brometán: CH₃―CH₂―Br (⠠⠉⠠⠓⠒⠤⠠⠉⠠⠓⠆⠤⠠⠃⠗) alebo (⠠⠠⠉⠓⠒⠤⠉⠓⠆⠤⠠⠃⠗).

##### 6.5.3.1 Zápis rozvetvených racionálnych vzorcov

V prípade, že molekula obsahuje sekundárny alebo terciárny uhlík, racionálny vzorec sa zapíše v dvoch alebo troch riadkoch. V tomto prípade je už vhodné samotný vzorec uviesť aj v reliéfnej grafike, ktorá lepšie zobrazí jednotlivé väzby, ich počet a aj orientáciu.

Zápis vzorcov rozvetvených reťazcov sa riadi nasledovnými pravidlami:

* prvky alebo skupiny prvkov, ktoré nie sú súčasťou hlavného reťazca, sa zapisujú s uvedením indikátora začiatku a konca rozvetveného reťazca (⠯ a ⠽);
* tie skupiny prvkov, ktoré sú v čiernotlači zapísané pod rovinou hlavného reťazca, sa zapíšu (medzi indikátormi začiatku a konca rozvetveného reťazca) pred prvok, na ktorom sa reťazec vetví;
* tie skupiny prvkov, ktoré sú zapísané v čiernotlači nad rovinou hlavného reťazca, sa zapíšu (medzi indikátormi začiatku a konca rozvetveného reťazca) za prvok, na ktorom sa reťazec vetví;
* ak sa zapisuje poloha len jednej skupiny umiestnenej mimo hlavného reťazca, zapíše sa vždy za prvok, na ktorom je viazaná, a to bez ohľadu na jej umiestnenie v zápise v čiernotlači;
* jednoduché väzby sa zapisujú len v hlavnom reťazci. Vo vnútri rozvetvenia, teda medzi indikátormi začiatku a konca rozvetvenia, sa jednoduché kovalentné väzby nevyznačujú;
* všetky ostatné väzby sa však musia veľmi pozorne uvádzať v celom vzorci, teda aj v hlavnom reťazci, aj v rozvetveniach. Zapisujú sa bezprostredne za znak indikátora začiatku rozvetvenia reťazca.
* Indikátory začiatku a konca rozvetvenia reťazca je potrebné používať pri každom rozvetvení, aj v prípade, že je potrebné vyznačiť polohu aj jedného jediného prvku mimo hlavného reťazca.

Príklady zápisu:

2,2-dimetylpropán

kombinovaný grafický zápis



⠼⠃⠂⠼⠃⠤⠙⠊⠍⠑⠞⠽⠇⠏⠗⠕⠏⠡⠝⠒

⠐⠅⠕⠍⠃⠊⠝⠕⠧⠁⠝⠯⠀⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯⠀⠵⠡⠏⠊⠎⠐

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠠⠠⠉⠓⠒

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠸

⠀⠀⠠⠠⠉⠓⠒⠤⠠⠉⠤⠠⠠⠉⠓⠒

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠸

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠠⠠⠉⠓⠒

Zápis do riadka:

(⠠⠠⠉⠓⠒⠤⠯⠉⠓⠒⠽⠉⠯⠉⠓⠒⠽⠤⠉⠓⠒)

1,2,3-trihydroxypropán

kombinovaný grafický zápis



⠼⠁⠂⠼⠃⠂⠼⠉⠤⠞⠗⠊⠓⠽⠙⠗⠕⠭⠽⠏⠗⠕⠏⠡⠝

⠐⠅⠕⠍⠃⠊⠝⠕⠧⠁⠝⠯⠀⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯⠀⠵⠡⠏⠊⠎⠐

⠠⠠⠉⠓⠆⠤⠠⠠⠉⠓⠤⠠⠠⠉⠓⠆

⠀⠀⠸⠀⠀⠀⠀⠀⠸⠀⠀⠀⠀⠸

⠠⠠⠕⠓⠀⠀⠠⠠⠕⠓⠀⠠⠠⠕⠓

Zápis do riadka:

(⠠⠠⠉⠓⠆⠯⠕⠓⠽⠤⠉⠓⠯⠕⠓⠽⠤⠉⠓⠆⠯⠕⠓⠽)

Príklad zápisu vzorca s dvojitou väzbou v hlavnom reťazci:

Etanal:

kombinovaný grafický zápis

⠑⠞⠁⠝⠁⠇⠒

⠐⠅⠕⠍⠃⠊⠝⠕⠧⠁⠝⠯⠀⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯⠀⠵⠡⠏⠊⠎⠐

⠠⠠⠉⠓⠒⠤⠠⠉⠬⠠⠕

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠸

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠠⠓

Zápis do riadka:

(⠠⠠⠉⠓⠒⠤⠉⠯⠓⠽⠬⠕)

Pokiaľ je rozvetvenie reťazca na násobnej väzbe, táto väzba sa uvedie vo vnútri brailových indikátorov rozvetvenia. Napríklad:

2-propanón (acetón)

kombinovaný grafický zápis



⠼⠃⠤⠏⠗⠕⠏⠁⠝⠕⠝

⠐⠅⠕⠍⠃⠊⠝⠕⠧⠁⠝⠯⠀⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯⠀⠵⠡⠏⠊⠎⠐

⠠⠠⠉⠓⠒⠤⠠⠉⠤⠠⠠⠉⠓⠒

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠬

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠠⠕

Zápis do riadka:

(⠠⠠⠉⠓⠒⠤⠉⠯⠬⠕⠽⠤⠉⠓⠒)

Kyselina mravčia:

kombinovaný grafický zápis



⠅⠽⠎⠑⠇⠊⠝⠁⠀⠍⠗⠁⠧⠩⠊⠁⠒

⠐⠅⠕⠍⠃⠊⠝⠕⠧⠁⠝⠯⠀⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯⠀⠵⠡⠏⠊⠎⠐

⠠⠓⠤⠠⠉⠤⠠⠠⠕⠓

⠀⠀⠀⠀⠬

⠀⠀⠀⠠⠕

Zápis do riadka:

(⠠⠠⠓⠤⠉⠯⠬⠕⠽⠤⠕⠓)

Karboxylová skupina:

kombinovaný grafický zápis

⠅⠁⠗⠃⠕⠭⠽⠇⠕⠧⠡⠀⠎⠅⠥⠏⠊⠝⠁⠒

⠐⠅⠕⠍⠃⠊⠝⠕⠧⠁⠝⠯⠀⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯⠀⠵⠡⠏⠊⠎⠐

⠤⠠⠉⠤⠠⠠⠕⠓

⠀⠀⠬

⠀⠠⠕

Zápis do riadka:

(⠤⠠⠠⠉⠯⠬⠕⠽⠤⠕⠓)

Tam, kde sa v čiernotlači nevyznačujú vo vzorci jednoduché väzby, nevyznačujú sa ani v bodovom písme a jednotlivé skupiny prvkov sa zapisujú za sebou bez medzery. Napríklad:

Etylester kyseliny octovej:

kombinovaný grafický zápis



⠑⠞⠽⠇⠑⠎⠞⠑⠗⠀⠅⠽⠎⠑⠇⠊⠝⠽⠀⠕⠉⠞⠕⠧⠑⠚⠒

⠐⠅⠕⠍⠃⠊⠝⠕⠧⠁⠝⠯⠀⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯⠀⠵⠡⠏⠊⠎⠐

⠠⠠⠓⠒⠉⠤⠠⠉⠤⠠⠕⠤⠠⠠⠉⠓⠆⠉⠓⠒

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠬

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠠⠕

Zápis do riadka:

(⠠;⠠⠓⠒⠉⠤⠉⠯⠬⠕⠽⠤⠕⠤⠉⠓⠆⠉⠓⠒)

##### 6.5.3.2 Zápis sumárnych vzorcov

Pri použití skráteného zápisu molekúl s dlhým uhlíkovým reťazcom sa tak ako v čiernotlači opakujúce sa skupiny zapisujú do zátvoriek a za zátvorkou sa uvádza zníženými číslicami ich počet.

Neskrátený zápis uhľovodíka:

CH₃―CH₂―CH₂―CH₂―CH₂―CH₂―CH₂―CH₂―CH=CH―CH₂―CH₂―CH₂―CH₂―CH₂―CH₂―CH₂―COH

(⠠⠠⠉⠓⠒⠤⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠬⠐

⠬⠉⠓⠤⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠆⠤⠉⠕⠓)

Skrátený zápis uhľovodíka:

CH₃―(CH₂)₇CH=CH(CH₂)₇COH

⠠⠠⠉⠓⠒⠦⠉⠓⠆⠴⠶⠉⠓⠬⠉⠓⠦⠉⠓⠆⠴⠶⠉⠕⠓

##### 6.5.3.3 Zápis polymérov

Zápis polymérov je zhodný so zápisom v čiernotlači. Opakujúca sa časť makromolekuly sa uvádza v hranatých zátvorkách, index n určuje mnohonásobné opakovanie. Väzba, ktorá v čiernotlači vystupuje z hranatých zátvoriek opakujúcej sa časti makromolekuly prvkov, sa v Braillovom písme zapíše ako rozdelená elektrónová väzba s jedným elektrónom pred zátvorkou, respektíve za zátvorkou, a druhým elektrónom vo vnútri zátvorky. Elektróny sa označia bodom b3. Spoločne predstavujú väzbu vystupujúcu zo zátvorky. Príklad:

Polyetylén:

―[―CH₂―CH₂―]ₙ―

⠄⠠⠦⠄⠠⠠⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠆⠄⠠⠴⠡⠝⠱⠄

##### 6.5.3.4 Zápis cyklických racionálnych vzorcov

Racionálne vzorce cyklických zlúčenín je vhodné zobraziť aj reliéfne alebo 3D, za pomoci reliéfnej grafiky alebo 3D modelu, s popisom jednotlivých viazaných skupín. Ide o zložité reťazce, ktoré môžu byť bez priestorovej predstavy získanej hmatovým poznaním komplikované na pochopenie. Tak ako aj ostatné racionálne vzorce sa aj vzorce cyklických zlúčenín zapisujú do riadka podľa nasledujúcich pravidiel:

* pred lineárny prepis sa napíše reťazec cykl. (⠉⠽⠅⠇⠲⠀), s medzerou za bodkou, čo predznačuje, že pôjde o vzorec cyklickej zlúčeniny;
* ak sú všetky uhlíky v molekule rovnocenné, zapíše sa ktorýkoľvek z nich ako prvý a ostatné v smere pohybu hodinových ručičiek sa zapisujú do riadka vrátane vzájomných väzieb. Za posledným uhlíkom sa vyznačí väzba a napíše číslo 1 s prefixom pre číslo, teda (⠼⠁), čím sa určí, že posledná väzba uzatvára cyklus s prvým uhlíkom.

Príklady:

cyklický vzorec šesťuholníkového uhľovodíka

kombinovaný grafický zápis



⠉⠽⠅⠇⠊⠉⠅⠯⠀⠧⠵⠕⠗⠑⠉⠀⠱⠑⠎⠳⠥⠓⠕⠇⠝⠌⠅⠕⠧⠜⠓⠕⠀⠥⠓⠸⠕⠧⠕⠙⠌⠅⠁

⠐⠅⠕⠍⠃⠊⠝⠕⠧⠁⠝⠯⠀⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯⠀⠵⠡⠏⠊⠎⠐

⠀⠀⠀⠠⠠⠉⠓⠆

⠀⠀⠠⠊⠀⠀⠀⠀⠑⠄

⠠⠠⠉⠓⠆⠀⠀⠠⠠⠉⠓⠆

⠀⠀⠸⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠸

⠠⠠⠉⠓⠆⠀⠀⠠⠠⠉⠓⠆

⠀⠀⠑⠄⠀⠀⠀⠠⠊

⠀⠀⠀⠠⠠⠉⠓⠆

Zápis do riadka:

(⠉⠽⠅⠇⠲ ⠠⠠⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠆⠤⠉⠓⠆⠤⠼⠁)

Benzén (graficky zodpovedá pravidelnému šesťuholníku, ktorý má vo vrcholoch uhlov atómy uhlíka a prvú, tretiu a piatu hranu zdvojenú, teda s dvojitou väzbou)

Kombinovaný grafický zápis



⠃⠑⠝⠝⠜⠝

⠐⠅⠕⠍⠃⠊⠝⠕⠧⠁⠝⠯⠀⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯⠀⠵⠡⠏⠊⠎⠐

⠀⠀⠀⠀⠠⠠⠉⠓

⠀⠀⠀⠠⠊⠀⠀⠑⠕⠄

⠠⠠⠓⠉⠀ ⠠⠠⠉⠓

 ⠀⠬⠀⠀⠀ ⠀⠸

⠠⠠⠓⠉⠀⠀⠠⠠⠉⠓

⠀⠀⠀⠑⠄⠀⠠⠪⠊

⠀⠀⠀⠠⠠⠉⠓

Zápis do riadka:

(⠉⠽⠅⠇⠲ ⠠⠠⠉⠓⠬⠉⠓⠤⠉⠓⠬⠉⠓⠤⠉⠓⠬⠉⠓⠤⠼⠁)

Ak je benzénové jadro v čiernotlači nahradené grafickým symbolom ⌬ (U+232C), v Braillovom písme sa nahradí symbolom (⠯⠿⠽ b12346,123456,13456).



Naftalén je graficky zobrazený ako pravidelný šesťuholník vo vnútri šesťuholníka, vo vrcholoch vnútorného šesťuholníka sú atómy uhlíka a druhá, štvrtá a šiesta hrana sú zdvojené, teda s dvojitou väzbou. Druhou hranou sa napája na šesťuholník benzénu.

Ak je naftalénové jadro v čiernotlači nahradené grafickým symbolom ⏣ (U+23E3), v Braillovom písme sa nahradí symbolom (⠯⠿⠿⠽ b12346,123456,123456,13456).



Týmito symbolmi sa benzénové aj naftalénové jadrá nahrádzajú aj v odvodených vzorcoch. Ak je vo vzorci kombinácia grafických symbolov a značiek prvkov, pri skrátenom zápise sa pri prvom výskyte značky prvku môže uviesť prefix pre reťazec veľkých písmen, ktorý nie je grafickými symbolmi pre jadrá prerušený.

Napríklad hydroxybenzén (⠯⠿⠽⠤⠠⠠⠕⠓).

#### 6.5.4 Zápis štruktúrnych (konštitučných) vzorcov

Štruktúrny vzorec vyjadruje počet atómov jednotlivých prvkov a ich usporiadanie v molekule. Pre zápis štruktúrnych vzorcov v Braillovom písme, respektíve v kombinovanom grafickom zápise s použitím brailovej grafiky, platia všetky pravidlá, ktoré platia aj pre zápis racionálnych vzorcov s rozvetveným reťazcom. Pri týchto vzorcoch je dôležité zobraziť vzorec tak, aby po vyhmataní vzorca v bodovom písme vznikla u čitateľa jasná predstava o počte jednotlivých atómov, ich usporiadaní, ale aj o usporiadaní väzieb medzi atómami. Po zobrazení vzorca v brailovej grafike je následne možné zapísať štruktúrny vzorec do riadka.

Príklady:

Propán:

Kombinovaný grafický zápis



⠠⠏⠗⠕⠏⠡⠝⠒

⠐⠅⠕⠍⠃⠊⠝⠕⠧⠁⠝⠯⠀⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯⠀⠵⠡⠏⠊⠎⠐

⠀⠀⠀ ⠠⠓⠀⠠⠓⠀⠠⠓⠀

⠀⠀⠀⠀ ⠸⠀⠀⠸⠀⠀⠸

⠠⠓⠤⠠⠉⠤⠠⠉⠤⠠⠉⠤⠠⠓

 ⠀⠀⠀ ⠸⠀⠀⠸⠀⠀⠸

⠀⠀⠀ ⠠⠓⠀⠠⠓⠀⠠⠓⠀

Zápis do riadka:

(⠠⠠⠓⠤⠯⠓⠽⠉⠯⠓⠽⠤⠯⠓⠽⠉⠯⠓⠽⠤⠯⠓⠽⠉⠯⠓⠽⠤⠓)

Monochlóretán:

Kombinovaný grafický zápis



⠠⠍⠕⠝⠕⠉⠓⠇⠕⠗⠑⠞⠓⠁⠝⠒

⠐⠅⠕⠍⠃⠊⠝⠕⠧⠁⠝⠯⠀⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯⠀⠵⠡⠏⠊⠎⠐

⠀⠀⠀ ⠠⠓⠀ ⠠⠓

⠀⠀⠀⠀ ⠸⠀⠀ ⠸

⠠⠓⠤⠠⠉⠤⠠⠉⠤⠠⠓

 ⠀⠀⠀ ⠸⠀⠀ ⠸

⠀⠀⠀ ⠠⠓⠀ ⠠⠉⠇

Zápis do riadka:

(⠠⠠⠓⠤⠯⠓⠽⠉⠯⠓⠽⠤⠯⠠⠉⠇⠽⠠⠠⠉⠯⠓⠽⠤⠓)

Kyselina octová:

Kombinovaný grafický zápis



⠠⠅⠽⠎⠑⠇⠊⠝⠁⠀⠕⠉⠞⠕⠧⠡⠒

⠐⠅⠕⠍⠃⠊⠝⠕⠧⠁⠝⠯⠀⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯⠀⠵⠡⠏⠊⠎⠐

⠀⠀⠀ ⠠⠓⠀ ⠠⠕

⠀⠀⠀⠀ ⠸⠀ ⠀⠬

⠠⠓⠤⠠⠉⠤⠠⠉⠤⠠⠕⠤⠠⠓

 ⠀⠀⠀ ⠸⠀⠀

⠀⠀⠀ ⠠⠓

Zápis do riadka:

(⠠⠠⠓⠤⠯⠓⠽⠉⠯⠓⠽⠤⠉⠯⠬⠕⠽⠤⠕⠤⠓)

##### 6.5.4.1 Zápis cyklických štruktúrnych vzorcov

Štruktúrne vzorce cyklických uhľovodíkov sa zapisujú rovnako ako štruktúrne vzorce alifatických uhľovodíkov. Medzi znaky indikátorov začiatku a konca rozvetvenia reťazca sa zapisujú prvky či vedľajšie reťazce viazané mimo cyklu. Ak je na prvok cyklu viazaný jediný ďalší prvok či reťazec mimo cyklu, zapíše sa vedľajší reťazec za prvkom cyklu. Príklad:

Benzén:

Kombinovaný grafický zápis



⠃⠑⠝⠝⠜⠝⠒

⠐⠅⠕⠍⠃⠊⠝⠕⠧⠁⠝⠯⠀⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯⠀⠵⠡⠏⠊⠎⠐

⠀⠀⠀ ⠀⠠⠉⠤⠠⠓

⠀⠀⠀⠀ ⠠⠊⠀⠑⠕⠄

⠠⠓⠤⠠⠉⠀ ⠠⠉⠤⠠⠓

 ⠀⠀⠀⠬⠀⠀⠀⠀ ⠸

⠠⠓⠤⠠⠉⠀⠀ ⠠⠉⠤⠠⠓

⠀⠀⠀⠀⠑⠄⠀⠠⠪⠊

⠀⠀⠀⠀⠀⠠⠉⠤⠠⠓

Zápis do riadka:

(⠠⠠⠉⠯⠓⠽⠬⠉⠯⠓⠽⠤⠉⠯⠓⠽⠬⠉⠯⠓⠽⠤⠉⠯⠓⠽⠬⠉⠯⠓⠽⠤⠼⠁)

Z prepisu štruktúrneho vzorca je zrejmé, že cyklus tvoria iba atómy uhlíka, medzi ktorými sú vyznačené väzby. Prvky, ktoré sú uvedené medzi indikátormi začiatku a konca rozvetvenia reťazca, sú viazané na cyklus zvonku.

Ak sú na jednotlivé prvky cyklu viazané ďalšie dva alebo viac prvkov, uplatňuje sa postup zápisu ako pri necyklických molekulách; ten prvok, ktorý je zapísaný ako prvý v smere pohybu hodinových ručičiek, sa zapíše medzi znaky indikátorov začiatku a konca rozvetvenia reťazca pred prvok cyklu, druhý prvok sa zapíše za prvok cyklu.

Cyklohexán:

Kombinovaný grafický zápis



⠠⠉⠽⠅⠇⠕⠓⠑⠭⠡⠝⠒

⠐⠅⠕⠍⠃⠊⠝⠕⠧⠁⠝⠯⠀⠛⠗⠁⠋⠊⠉⠅⠯⠀⠵⠡⠏⠊⠎⠐

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠠⠓

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠸

⠀⠀⠀⠀⠠⠓⠀⠀⠠⠉⠤⠠⠓⠀⠠⠓

⠀⠀⠀⠀⠀⠑⠄⠠⠊⠀⠀⠑⠄⠠⠊

⠀⠀⠀⠠⠓⠤⠠⠉⠀⠀⠀⠠⠉⠤⠠⠓

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠸⠀⠀⠀⠀⠸

⠀⠀⠀⠀⠠⠓⠀⠸⠀⠀⠀⠀⠸⠀⠠⠓

⠀⠀⠀⠀⠀⠑⠄⠸⠀⠀⠀⠀⠸⠠⠊

⠀⠀⠀⠠⠓⠤⠠⠉⠀⠀⠀⠠⠉⠤⠠⠓

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠑⠄⠀⠠⠊

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠠⠉⠤⠠⠓

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠸

⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠀⠠⠓

Zápis do riadka:

(⠉⠽⠅⠇⠲ ⠯⠠⠠⠓⠽⠉⠯⠓⠽⠤⠯⠓⠽⠉⠯⠓⠽⠤⠯⠓⠽⠉⠯⠓⠽⠤⠐

⠤⠯⠓⠽⠉⠯⠓⠽⠤⠯⠓⠽⠉⠯⠓⠽⠤⠯⠓⠽⠉⠯⠓⠽⠤⠼⠁)

Väzba na číslo jeden na konci reťazca určuje, že cyklus sa uzatvára na prvý prvok hlavného reťazca.

Zápis štruktúrnych vzorcov je v bodovom písme pomerne zložitý a pri väčších molekulách s viacerými rozvetveniami môže byť zápis takéhoto vzorca neprehľadný. V tomto prípade je vhodné zvážiť použitie reliéfneho obrázka molekuly alebo použitie racionálneho vzorca. Pomocou racionálneho vzorca je možné prehľadnejšie zobraziť tak zloženie, ako aj podstatné usporiadanie organickej molekuly.

### 6.6 Oxidačné čísla

Oxidačné číslo, mocenstvo alebo oxidačný stupeň, alebo oxidačný stav je veličina vyjadrujúca skutočný náboj častice v jednotkách elementárneho náboja (napríklad katión Rb⁺ má oxidačné číslo I), prípadne hypotetický náboj atómu viazaného v zlúčenine. Oxidačné čísla sa zapisujú rovnako ako v čiernotlači rímskymi číslicami vpravo hore od značky prvku, teda v hornom indexe. V prípade kladných oxidačných čísel sa znamienko plus „⁺“ neuvádza, v prípade záporných oxidačných čísel sa pred rímskou číslicou uvádza znamienko mínus „⁻“. Zápis prvku s oxidačným číslom v bodovom písme je teda nasledovný: prefix pre veľké písmeno, značka prvku, indikátor začiatku horného indexu, znamienko mínus (ak je oxidačné číslo záporné), prefix pre veľké písmeno alebo prefix pre reťazec veľkých písmen, rímska číslica alebo viaceré rímske číslice, koniec indexu. V prípade, že je molekula zapísaná s prefixom pre reťazec veľkých písmen, rímske číslice tento reťazec neprerušujú, aj keď sa uvádzajú s prefixom pre veľké písmeno. Používajú sa rímske číslice: kladné oxidačné čísla: I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII a záporné oxidačné čísla nadobúdajú hodnoty: −I, −II, −III, −IV.

Príklady:

* draslík: KI (⠠⠅⠌⠠⠊⠱);
* jód: I⁻I (⠠⠊⠌⠤⠠⠊⠱);
* fluorid draselný: KIF⁻I (⠠⠠⠅⠌⠠⠊⠱⠋⠌⠤⠠⠊⠱).

V prípade, že je potrebné zapísať aj oxidačné číslo (zapísané v hornom indexe vpravo) a tiež počet atómov prvku v molekule (zapísaný v dolnom indexe vpravo), postupuje sa v zmysle pravidiel zápisov indexov nasledovne: prefix pre veľké písmeno alebo pre reťazec veľkých písmen, značka prvku, začiatok horného indexu, oxidačné číslo, koniec indexu, začiatok dolného indexu, číslo vyjadrujúce počet atómov, koniec indexu. Zároveň je možné použiť aj skrátený zápis so zníženými číslami. Napríklad:

* oxid dusný: NI₂O⁻II (⠠⠝⠌⠠⠊⠱⠡⠼⠃⠱⠠⠕⠌⠤⠠⠠⠊⠊⠱) alebo (⠠⠠⠝⠌⠠⠊⠱⠆⠕⠌⠤⠠⠠⠊⠊⠱);
* oxid železitý: FeIII₂O⁻II₃ (⠠⠋⠑⠌⠠⠠⠊⠊⠱⠡⠼⠃⠱⠠⠕⠌⠤⠠⠠⠊⠊⠱⠡⠼⠉⠱) alebo (⠠⠋⠑⠌⠠⠠⠊⠊⠱⠆⠠⠕⠌⠤⠠⠠⠊⠊⠱⠒);
* kyselina uhličitá: HI₂CIVO⁻II₃ (⠠⠓⠌⠠⠊⠱⠡⠼⠃⠱⠠⠉⠌⠠⠠⠊⠧⠱⠠⠕⠌⠤⠠⠠⠊⠊⠱⠡⠼⠉⠱) alebo (⠠⠠⠓⠌⠠⠊⠱⠆⠉⠌⠠⠠⠊⠧⠱⠕⠌⠤⠠⠠⠊⠊⠱⠒).

Ak má prvok hodnotu oxidačného čísla nula, v hornom indexe zapisujeme nulu – ⁰ arabskou číslicou s prefixom pre čísla, teda (⠼⠚). Napríklad:

* zinok: Zn⁰ (⠠⠵⠝⠌⠼⠚⠱);
* molekula kyslíka: O⁰₂ (⠠⠕⠌⠼⠚⠱⠡⠼⠃⠱) alebo (⠠⠕⠌⠼⠚⠱⠆).

### 6.7 Chemické rovnice

Pri zapisovaní chemických rovníc sa používajú bežné matematické operačné a relačné znamienka, ale aj šípky. Pre operačné znamienka aj šípky platia všetky pravidlá tak, ako sú definované v príslušných kapitolách tejto príručky. Operačné znamienka sa zapisujú s medzerou pred znamienkom, bez medzery za znamienkom, šípky sa zapisujú s medzerou pred aj za symbolom šípky.

Príklad:

2H₂ +O₂ → 2H₂O (⠼⠃⠠⠓⠆⠀⠖⠠⠕⠆⠀⠳⠕⠀⠼⠃⠠⠓⠆⠠⠕).

Pri úpravách chemických rovníc v bodovom písme nie je možné dopĺňať koeficienty podľa už zapísanej rovnice. Preto je potrebné zapísať najskôr reakčnú schému a až pod ňou zapísať upravenú chemickú rovnicu. Napríklad:

Reakčná schéma:

Na +Cl₂ ⇢ NaCl (⠠⠝⠁⠀⠖⠠⠉⠇⠆⠀⠳⠂⠕⠀⠠⠝⠁⠠⠉⠇)

Chemická rovnica:

2Na +Cl₂ → 2NaCl (⠼⠃⠠⠝⠁⠀⠖⠠⠉⠇⠆⠀⠳⠕⠀⠼⠃⠠⠝⠁⠠⠉⠇)

Ak reakcia prebieha v obidvoch smeroch, používame obojsmernú šípku doľava aj doprava ↔ (⠳⠺⠗⠕), reakcia sa nazýva reverzibilná (vratná). Napríklad:

NH₄Cl  ↔  NH₃ +HCl (⠠⠠⠝⠓⠲⠠⠉⠇⠀⠳⠺⠗⠕⠀⠠⠠⠝⠓⠒⠀⠖⠠⠓⠠⠉⠇).

###### Iónové rovnice

Iónové rovnice sa zapisujú rovnakým spôsobom, pričom je potrebné vždy dôsledne dodržať zápis indexov. Napríklad:

H₂SO₄ → 2H⁺ +(SO₄)²⁻ (⠠⠠⠓⠆⠎⠕⠲⠀⠳⠕⠀⠼⠃⠠⠓⠌⠖⠱⠀⠖⠦⠠⠎⠠⠕⠲⠴⠌⠼⠃⠤⠱)

Z takéhoto zápisu vyplýva, že náboj 2− má celý kyselinový zvyšok.

Ak zápis rovnice presahuje jeden riadok, rozdelí sa podobne ako v matematike tak, že prvý riadok sa končí zápisom operačného znamienka alebo šípky a bodom b5. Na novom riadku sa naposledy zapísané operačné znamienko alebo šípka zopakujú a zápis pokračuje ďalej. Napríklad:

* dva katióny vodíka + jeden anión kyslíka vzniká molekula vody: 2H⁺ +O²⁻ → H₂O
(⠼⠃⠠⠓⠌⠖⠱⠀⠖⠠⠕⠌⠼⠃⠤⠱⠀⠳⠕⠐
⠳⠕⠀⠠⠓⠆⠠⠕);
* NH₃ +H₂O → (NH₄)⁺ +(OH)⁻
(⠠⠠⠝⠓⠒⠀⠖⠠⠠⠓⠆⠕⠀⠳⠕⠐
⠳⠕⠀⠠⠠⠝⠓⠌⠖⠱⠲⠀⠖⠠⠠⠕⠓⠌⠤⠱).

###### Redoxné reakcie

Redoxné reakcie sa zapisujú chemickými rovnicami tak ako v čiernotlači, oxidačné čísla reaktantov a produktov sa zapisujú podľa pravidiel uvedených v kapitole 6.6 Zápis oxidačných čísel. Napríklad:

* katión meďnatý plus dva elektróny vzniká atóm medi:
Cu²⁺ +2 e₋ → Cu0 (⠠⠉⠥⠌⠼⠃⠖⠱⠀⠖⠼⠃⠀⠑⠌⠤⠱⠀⠳⠕⠀⠠⠉⠥);
* meď plus molekula chlóru vzniká chlorid meďnatý:
Cu⁰ +Cl₂⁰ → CuIICl⁻I₂ (⠠⠉⠥⠌⠼⠚⠱⠀⠖⠠⠉⠇⠌⠼⠚⠱⠆⠀⠳⠕⠀⠠⠉⠥⠌⠠⠠⠊⠊⠱⠠⠉⠇⠌⠤⠠⠊⠱⠆);
* CuIISO₄ +Fe⁰₂ → Cu⁰ +FeIISO₄
(⠠⠉⠥⠌⠠⠠⠊⠊⠱⠠⠎⠠⠕⠲⠀⠖⠠⠋⠑⠌⠼⠚⠱⠆⠀⠳⠕⠐
⠳⠕⠀⠠⠉⠥⠌⠼⠚⠱⠀⠖⠠⠋⠑⠌⠠⠠⠊⠊⠱⠠⠎⠠⠕⠲).

###### Elektrolýza

Podobným spôsobom sa zapisujú aj elektródové reakcie, ktoré prebiehajú pri elektrolýze. Napríklad:

* 2Cl⁻ −2 e⁻ → Cl₂ (⠼⠃⠠⠉⠇⠌⠤⠱⠀⠤⠼⠃⠀⠑⠌⠤⠱⠀⠳⠕⠀⠠⠉⠇⠆).

###### Endotermické a exotermické reakcie

Rovnako ako v čiernotlači aj v Braillovom písme sa pri endotermických a exotermických reakciách označuje stav reaktantov symbolmi (s), (l), (g) a (aq), a to bezprostredne za vzorcom reaktantov. Napríklad:

* molekula dusíka (plyn) plus tri molekuly vodíka (plyn) vzniknú dve molekuly amoniaku (plyn):
N₂(g) +3H₂(g) → 2NH₃(g) (⠠⠝⠆⠦⠛⠴⠀⠖⠼⠉⠠⠓⠆⠦⠛⠴⠀⠳⠕⠀⠼⠃⠠⠝⠠⠓⠒⠦⠛⠴)
Qₘ =−92,4 kJ/mol (⠠⠟⠡⠍⠱⠀⠶⠤⠼⠊⠃⠂⠙⠀⠅⠠⠚⠻⠍⠕⠇).

Pri niektorých reakciách sú nad alebo pod šípkou zaznamenávané informácie o prebiehajúcom deji. Tieto informácie sa zapisujú v indexoch presne zhora alebo presne zdola. V zmysle pravidiel zápisu s indexmi je v prípade informácií aj nad, aj pod šípkou zápis v poradí – šípka, index presne nad, informácia nad šípkou, koniec indexu, index presne pod, informácia pod šípkou, koniec indexu. Napríklad:

* C₁₆H₃₄ zahrievanie400―600℃→C₈H₁₈ + C₈H₁₈ (⠠⠠⠉⠂⠖⠓⠒⠲⠀⠳⠕⠠⠌⠵⠁⠓⠗⠊⠑⠧⠁⠝⠊⠑⠱⠠⠡⠼⠙⠚⠚⠤⠋⠚⠚⠼⠎⠠⠉⠱⠐
⠳⠕⠀⠠⠠⠉⠦⠓⠂⠦⠀⠖⠠⠠⠉⠦⠓⠂⠖).

###### Rovnováha pri chemických reakciách

Ak je reakcia obojsmerná, označuje sa obojsmernou šípkou doľava aj doprava ↔ (⠳⠺⠗⠕). Ak je reakcia inklinujúca k reaktantom alebo k produktom v dôsledku faktorov ovplyvňujúcich chemickú rovnováhu, inklinácia sa označuje:

* šípkou doprava nad krátkou šípkou doľava (equilibrium, inklinuje doprava): ⥂ (⠳⠠⠸⠶);
* krátkou šípkou doprava nad šípkou doľava (equilibrium, inklinuje doľava): ⥄ (⠳⠈⠸⠶).

### 6.8 Chemické výpočty

#### 6.8.1 Veličiny

Pri chemických výpočtoch sa používajú mnohé veličiny, ktoré boli uvedené aj v kapitole 5.1 Fyzikálne veličiny.

| slovný popis | symbol | grafické zobrazenie buniek | jednotka | jednotka v braili |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| látkové množstvo | n | ⠿⠝ | mol | ⠍⠕⠇ |
| molárna hmotnosť | M | ⠿⠠⠍ | g/mol alebo kg/mol | ⠛⠻⠍⠕⠇ alebo ⠅⠛⠻⠍⠕⠇ |
| koncentrácia roztoku | c | ⠿⠉ | mol/m³ alebo mol/dm³ | ⠍⠕⠇⠻⠍⠼⠉ alebo ⠍⠕⠇⠻⠙⠍⠼⠉ |
| hustota | ρ | ⠿⠘⠗ | kg/m³ | ⠅⠛⠻⠍⠼⠉ |
| merné skupenské teplo topenia | lₜ | ⠿⠇⠡⠞⠱ | J/kg | ⠠⠚⠻⠅⠛ |

#### 6.8.2 Výpočty a vzťahy

Podobne ako pri fyzikálnych výpočtoch sa v chemických výpočtoch uvádza veličina vždy na nový riadok. Voľným riadkom sa oddeľujú jednotlivé vzťahy, z ktorých sa pri výpočte vychádza. Samotný výpočet sa oddelí voľným riadkom bezprostredne pred výpočtom.

###### Vzťahy pre výpočet molárnej hmotnosti a koncentrácie:

M =m/n  (⠠⠍⠀⠶⠆⠍⠀⠻⠝⠰)

c =n/V  (⠉⠀⠶⠆⠝⠀⠻⠠⠧⠰)

Výpočty molárnych hmotností, hmotností látok z chemických rovníc a koncentrácií roztokov sa zapisujú presne tak ako v čiernotlači a v súlade s pravidlami pre zápis matematických operácií a zápis chemických vzorcov.

Pri zápise molárnej hmotnosti určitej zlúčeniny sa značka molárnej hmotnosti a značka prvku zapisujú každá zvlášť s prefixom veľkého písmena. Napríklad:

molárna hmotnosť chloridu vápenatého: M(CaCl₂) (⠠⠍⠦⠠⠉⠁⠠⠉⠇⠆⠴).

#### 6.8.3 Príklady

###### Výpočet molárnej hmotnosti Fe₂O₃:

M(Fe) =55,8 g/mol (⠠⠍⠦⠠⠋⠑⠴⠀⠶⠼⠑⠑⠂⠓⠀⠛⠻⠍⠕⠇)

M(O) =16 g/mol (⠠⠍⠦⠠⠕⠴⠀⠶⠼⠁⠋⠀⠛⠻⠍⠕⠇)

M(Fe₂O₃) =2 ⋅M(Fe) +3 ⋅M(O) (⠠⠍⠦⠠⠋⠑⠆⠠⠕⠒⠴⠀⠶⠼⠃⠀⠄⠠⠍⠦⠠⠋⠑⠴⠀⠖⠼⠉⠀⠄⠠⠍⠦⠠⠕⠴)

M(Fe₂O₃) =2 ⋅55,8 +3 ⋅16 (⠠⠍⠦⠠⠋⠑⠆⠠⠕⠒⠴⠀⠶⠼⠃⠀⠄⠼⠑⠑⠂⠓⠀⠖⠼⠉⠀⠄⠼⠁⠋)

M(Fe₂O₃) =111,6 +48 (⠠⠍⠦⠠⠋⠑⠆⠠⠕⠒⠴⠀⠶⠼⠁⠁⠁⠂⠋⠀⠖⠼⠙⠓)

M(Fe₂O₃) =159,6 g/mol (⠠⠍⠦⠠⠋⠑⠆⠠⠕⠒⠴⠀⠶⠼⠁⠑⠊⠂⠋⠀⠛⠻⠍⠕⠇)

###### Výpočet hmotnosti produktu (I₂) zo známej hmotnosti reaktantu (KI) v danej chemickej reakcii:

Cl₂ +2KI → I₂ +2KCl (⠠⠉⠇⠆⠀⠖⠼⠃⠠⠅⠠⠊⠀⠳⠕⠀⠠⠊⠆⠀⠖⠼⠃⠠⠅⠠⠉⠇)

2 mol KI → 1 mol I₂ (⠼⠃⠀⠍⠕⠇⠀⠠⠠⠅⠊⠀⠳⠕⠀⠼⠁⠀⠍⠕⠇⠀⠠⠊⠆)

###### Výpočet hmotnosti reaktantu a produktu z látkových množstiev:

n(KI) =2 mol (⠝⠦⠠⠠⠅⠊⠴⠀⠶⠼⠃⠀⠍⠕⠇)

n(I₂) =1 mol (⠝⠦⠠⠊⠆⠴⠀⠶⠼⠁⠀⠍⠕⠇)

m =M ⋅n (⠍⠀⠶⠠⠍⠀⠄⠝)

m(KI) =M(KI) ⋅n(KI) (⠍⠦⠠⠠⠅⠊⠴⠀⠶⠠⠍⠦⠠⠠⠅⠊⠴⠀⠄⠝⠦⠠⠠⠅⠊⠴)

M(KI) =166 g/mol (⠠⠍⠦⠠⠠⠅⠊⠴⠀⠶⠼⠁⠋⠋⠀⠛⠻⠍⠕⠇)

m(KI) =2 mol ⋅166 g/mol (⠍⠦⠠⠠⠅⠊⠴⠀⠶⠼⠃⠀⠍⠕⠇⠀⠄⠼⠁⠋⠋⠀⠛⠻⠍⠕⠇)

m(KI) =332 g (⠍⠦⠠⠠⠅⠊⠴⠀⠶⠼⠉⠉⠃⠀⠛)

m(I₂) =M(I₂) ⋅n(I₂) (⠍⠦⠠⠊⠆⠴⠀⠶⠠⠍⠦⠠⠊⠆⠴⠀⠄⠝⠦⠠⠊⠆⠴)

M(I₂) =254 g/mol (⠠⠍⠦⠠⠊⠆⠴⠀⠶⠼⠃⠑⠙⠀⠛⠻⠍⠕⠇)

m(I₂) =1 mol ⋅254 g/mol (⠍⠦⠠⠊⠆⠴⠀⠶⠼⠁⠀⠍⠕⠇⠀⠄⠼⠃⠑⠙⠀⠛⠻⠍⠕⠇)

m(I₂) =254 g (⠍⠦⠠⠊⠆⠴⠀⠶⠼⠃⠑⠙⠀⠛)

332 g KI → 254 g I₂ (⠼⠉⠉⠃⠀⠛⠀⠠⠠⠅⠊⠀⠳⠕⠀⠼⠃⠑⠙⠀⠛⠀⠠⠊⠆)

###### Výpočet hmotnosti produktu (I₂) zo skutočnej hmotnosti reaktantu (KI) v danej chemickej reakcii:

m(KI) =2 g (⠍⠦⠠⠠⠅⠊⠴⠀⠶⠼⠃⠀⠛)

m(I₂)=? (⠍⠦⠠⠊⠆⠴⠀⠶⠰⠢)

332 g KI = 254 g I₂ (⠼⠉⠉⠃⠀⠛⠀⠠⠠⠅⠊⠀⠶⠀⠼⠃⠑⠙⠀⠛⠀⠠⠊⠆)

2 g KI = x g I₂ (⠼⠃⠀⠛⠀⠠⠠⠅⠊⠀⠶⠀⠭⠀⠛⠀⠠⠊⠆)

x =254 g ⋅2 g /332 g (⠭⠀⠶⠆⠼⠃⠑⠙⠀⠛⠀⠄⠼⠃⠀⠛⠀⠻⠼⠉⠉⠃⠀⠛⠰)

x =1,5 g I₂ (⠭⠀⠶⠼⠁⠂⠑⠀⠛⠀⠠⠊⠆)

###### Výpočet koncentrácie roztoku, ktorý vznikol rozpustením daného látkového množstva látky v danom objeme vody:

n =0,1 mol (⠝⠀⠶⠼⠚⠂⠁⠀⠍⠕⠇)

V =0,5 dm³ (⠠⠧⠀⠶⠼⠚⠂⠑⠀⠙⠍⠼⠉)

c =n/V (⠉⠀⠶⠝⠀⠻⠠⠧)

c =0,1 mol /0,5 dm³ (⠉⠀⠶⠼⠚⠂⠁⠀⠍⠕⠇⠀⠻⠼⠚⠂⠑⠀⠙⠍⠼⠉)

c =0,2 mol/dm³ (⠉⠀⠶⠼⠚⠂⠃⠀⠍⠕⠇⠻⠙⠍⠼⠉)

###### Výpočet hmotnosti látky na prípravu roztoku danej koncentrácie:

c =0,2 mol/dm³ (⠉⠀⠶⠼⠚⠂⠃⠀⠙⠍⠼⠉)

V =0,5 dm³ (⠠⠧⠀⠶⠼⠚⠂⠑⠀⠙⠍⠼⠉)

M =40 g/mol (⠠⠍⠀⠶⠼⠙⠚⠀⠛⠻⠍⠕⠇)

n =c ⋅V (⠝⠀⠶⠉⠀⠄⠠⠧)

m =n ⋅M (⠍⠀⠶⠝⠀⠄⠠⠍)

n =0,2 mol/dm³ ⋅0,5 dm³ (⠝⠀⠶⠼⠚⠂⠃⠀⠍⠕⠇⠻⠙⠍⠼⠉⠀⠄⠼⠚⠂⠑⠀⠙⠍⠼⠉)

n =0,1 mol (⠝⠀⠶⠼⠚⠂⠁⠀⠍⠕⠇)

m =0,1 mol ⋅40 g/mol (⠍⠀⠶⠼⠚⠂⠁⠀⠍⠕⠇⠀⠄⠼⠙⠚⠀⠛⠻⠍⠕⠇)

m =4 g (⠍⠀⠶⠼⠙⠀⠛)

## 7 Zoznam šípok

### 7.1 Zoznam atypických hláv a hrotov šípok

| popis hlavy šípky | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek |
| --- | --- | --- |
| štandardná šípka, plná hlava, v smere | b1235 | ⠿⠗ |
| štandardná šípka, plná hlava, proti smeru | b2456 | ⠿⠺ |
| štandardná šípka, horná polovica, proti smeru | b4,2456 | ⠿⠈⠺ |
| štandardná šípka, dolná polovica, proti smeru | b6,2456 | ⠿⠠⠺ |
| štandardná šípka, horná polovica, v smere | b4,1235 | ⠿⠈⠗ |
| štandardná šípka, dolná polovica, v smere | b6,1235 | ⠿⠠⠗ |
| zakrivená šípka, plná hlava, proti smeru | b12346 | ⠿⠯ |
| zakrivená šípka, plná hlava, v smere | b13456 | ⠿⠽ |
| zakrivená šípka, horná polovica, proti smeru | b4,12346 | ⠿⠈⠯ |
| zakrivená šípka, dolná polovica, proti smeru | b6,12346 | ⠿⠠⠯ |
| zakrivená šípka, horná polovica, v smere | b4,13456 | ⠿⠈⠽ |
| zakrivená šípka, dolná polovica, v smere | b6,13456 | ⠿⠠⠽ |
| priama šípka, plná hlava, bez smerovania | b1256 | ⠿⠳ |
| priama šípka, horná polovica, bez smerovania | b4,1256 | ⠿⠈⠳ |
| priama šípka, dolná polovica, bez smerovania | b6,1256 | ⠿⠠⠳ |

### 7.2 Zoznam najpoužívanejších šípok

Nasledujúci zoznam obsahuje väčšinu bežne používaných šípok v odborných zápisoch prírodných vied. Vzhľadom na veľmi veľký počet šípok zoznam nie je úplný. Za pomoci pravidiel z kapitoly 3.7.2 a tohto zoznamu je možné vyskladať aj symbol šípky, ktorá v zozname nie je explicitne uvedená. Každá šípka sa začína indikátorom šípky (⠳) (b1256), preto symboly šípok v tejto tabuľke neuvádzame s plným znakom (na orientáciu) na začiatku symbolu.

| symbol | slovný popis | konfigurácia bodov | grafické zobrazenie buniek | pozícia Unicode |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ← | šípka doľava | b1256,246 | ⠳⠪ | U+2190 |
| ↑ | šípka nahor | b1256,346 | ⠳⠬ | U+2191 |
| → | šípka doprava | b1256,135 | ⠳⠕ | U+2192 |
| ↓ | šípka nadol | b1256,146 | ⠳⠩ | U+2193 |
| ↔ | šípka doľava aj doprava | b1256,2456,1235,135 | ⠳⠺⠗⠕ | U+2194 |
| ↕ | šípka nahor aj nadol | b1256,2456,1235,346 | ⠳⠺⠗⠬ | U+2195 |
| ↖ | šípka doľava nahor (severozápadne) | b1256,156 | ⠳⠱ | U+2196 |
| ↗ | šípka doprava nahor (severovýchodne) | b1256,234 | ⠳⠎ | U+2197 |
| ↘ | šípka doprava nadol (juhovýchodne) | b1256,126 | ⠳⠣ | U+2198 |
| ↙ | šípka doľava nadol (juhozápadne) | b1256,345 | ⠳⠜ | U+2199 |
| ↚ | šípka doľava s prečiarknutím | b1256,246,4,156 | ⠳⠪⠈⠱ | U+219A |
| ↛ | šípka doprava s prečiarknutím | b1256,135,4,156 | ⠳⠕⠈⠱ | U+219B |
| ↜ | vlnitá šípka doľava | b1256,35,26,246 | ⠳⠔⠢⠪ | U+219C |
| ↝ | vlnitá šípka doprava | b1256,26,35,135 | ⠳⠢⠔⠕ | U+219D |
| ↞ | šípka doľava s dvomi hlavami | b1256,25,1235,1235,246 | ⠳⠒⠗⠗⠪ | U+219E |
| ↟ | šípka nahor s dvomi hlavami | b1256,25,1235,1235,346 | ⠳⠒⠗⠗⠬ | U+219F |
| ↠ | šípka doprava s dvomi hlavami | b1256,25,1235,1235,135 | ⠳⠒⠗⠗⠕ | U+21A0 |
| ↡ | šípka nadol s dvomi hlavami | b1256,25,1235,1235,146 | ⠳⠒⠗⠗⠩ | U+21A1 |
| ↢ | šípka s chvostom doľava | b1256,1235,1235,246 | ⠳⠗⠗⠪ | U+21A2 |
| ↣ | šípka s chvostom doprava | b1256,1235,1235,135 | ⠳⠗⠗⠕ | U+21A3 |
| ↤ | šípka od zvislej čiary doľava | b1256,1256,1235,246 | ⠳⠳⠗⠪ | U+21A4 |
| ↥ | šípka od vodorovnej čiary nahor | b1256,1256,1235,346 | ⠳⠳⠗⠬ | U+21A5 |
| ↦ | šípka od zvislej čiary doprava | b1256,1256,1235,135 | ⠳⠳⠗⠕ | U+21A6 |
| ↧ | šípka od vodorovnej čiary nadol | b1256,1256,1235,146 | ⠳⠳⠗⠩ | U+21A7 |
| ↭ | vlnitá šípka doľava aj doprava | b1256,2456,35,26,1235,135 | ⠳⠺⠔⠢⠗⠕ | U+21AD |
| ↮ | šípka doľava aj doprava s prečiarknutím | b1256,2456,1235,135,4,156 | ⠳⠺⠗⠕⠈⠱ | U+21AE |
| ↰ | šípka nahor so špičkou doľava | b1256,356,346 | ⠳⠴⠬ | U+21B0 |
| ↱ | šípka nahor so špičkou doprava | b1256,256,346 | ⠳⠲⠬ | U+21B1 |
| ↲ | šípka nadol so špičkou doľava | b1256,256,146 | ⠳⠲⠩ | U+21B2 |
| ↳ | šípka nadol so špičkou doprava | b1256,356,146 | ⠳⠴⠩ | U+21B3 |
| ↶ | horná polkruhová šípka doľava (proti smeru hodinových ručičiek) | b1256,35,35,246 | ⠳⠔⠔⠪ | U+21B6 |
| ↷ | horná polkruhová šípka doprava (v smere hodinových ručičiek) | b1256,26,26,135 | ⠳⠢⠢⠕ | U+21B7 |
| ↼ | harpúna doľava s hrotom nahor | b1256,4,1235,246 | ⠳⠈⠗⠪ | U+21BC |
| ↽ | harpúna doľava s hrotom nadol | b1256,6,1235,246 | ⠳⠠⠗⠪ | U+21BD |
| ↾ | harpúna nahor s hrotom doprava | b1256,6,1235,346 | ⠳⠠⠗⠬ | U+21BE |
| ↿ | harpúna nahor s hrotom doľava | b1256,4,1235,346 | ⠳⠈⠗⠬ | U+21BF |
| ⇀ | harpúna doprava s hrotom nahor | b1256,4,1235,135 | ⠳⠈⠗⠕ | U+21C0 |
| ⇁ | harpúna doprava s hrotom nadol | b1256,6,1235,135 | ⠳⠠⠗⠕ | U+21C1 |
| ⇂ | harpúna nadol s hrotom doprava | b1256,4,1235,146 | ⠳⠈⠗⠩ | U+21C2 |
| ⇃ | harpúna nadol s hrotom doľava | b1256,6,1235,146 | ⠳⠠⠗⠩ | U+21C3 |
| ⇄ | šípka doprava nad šípkou doľava | b1256,135,12456,1256,246 | ⠳⠕⠻⠳⠪ | U+21C4 |
| ⇅ | šípka nahor vľavo od šípky nadol | b1256,346,123456,1256,146 | ⠳⠬⠿⠳⠩ | U+21C5 |
| ⇋ | harpúna doľava nad harpúnou doprava | b1256,4,1235,246,12456,1256,6,1235,135 | ⠿⠳⠈⠗⠪⠻⠳⠠⠗⠕ | U+21CB |
| ⇐ | dvojitá šípka doľava | b1256,2356,246 | ⠳⠶⠪ | U+21D0 |
| ⇑ | dvojitá šípka nahor | b1256,2356,346 | ⠳⠶⠬ | U+21D1 |
| ⇒ | dvojitá šípka doprava | b1256,2356,135 | ⠳⠶⠕ | U+21D2 |
| ⇓ | dvojitá šípka nadol | b1256,2356,146 | ⠳⠶⠩ | U+21D3 |
| ⇔ | dvojitá šípka doľava aj doprava | b1256,2456,2356,1235,135 | ⠳⠺⠶⠗⠕ | U+21D4 |
| ⇕ | dvojitá šípka nahor aj nadol | b1256,2456,2356,1235,346 | ⠳⠺⠶⠗⠬ | U+21D5 |
| ⇠ | čiarkovaná šípka doľava | b1256,2,246 | ⠳⠂⠪ | U+21E0 |
| ⇡ | čiarkovaná šípka nahor | b1256,2,346 | ⠳⠂⠬ | U+21E1 |
| ⇢ | čiarkovaná šípka doprava | b1256,2,135 | ⠳⠂⠕ | U+21E2 |
| ⇣ | čiarkovaná šípka nadol | b1256,2,146 | ⠳⠂⠩ | U+21E3 |
| ⟵ | dlhá šípka doľava | b1256,25,25,25,246 | ⠳⠒⠒⠒⠪ | U+27F5 |
| ⟶ | dlhá šípka doprava | b1256,25,25,25,135 | ⠳⠒⠒⠒⠕ | U+27F6 |
| ⇌ | harpúna doprava nad harpúnou doľava (equilibrium) | b1256,45,456,2356 | ⠳⠘⠸⠶ | U+21CC |
| ⥂ | šípka doprava nad krátkou šípkou doľava (equilibrium, inklinuje doprava) | b1256,6,456,2356 | ⠳⠠⠸⠶ | U+2942 |
| ⥄ | krátka šípka doprava nad šípkou doľava (equilibrium, inklinuje doľava) | b1256,4,456,2356 | ⠳⠈⠸⠶ | U+2944 |

# Pravidlá písania a používania Braillovho písma v Slovenskej republike

## Písanie znakov a symbolov v Braillovom písme v základných zápisoch prírodovedných predmetov

Autori: Mgr. Michal Tkáčik, RNDr. Zuzana Melušová Kutarňová, Mgr. Ingrid Semanová, Mgr. Zdenka Vitálišová

Zostavovateľ: Slovenská autorita pre Braillovo písmo, Mgr. Michal Tkáčik, hlavný koordinátor

Vydavateľ: Slovenská knižnica pre nevidiacich Mateja Hrebendu v Levoči, 2022

Tlač: Tlačiareň Kežmarok GG, s. r. o.

Grafický dizajn: Martin Horbal, MH design & photography

Jazyková korektúra: Mgr. Želmíra Zemčáková

Grafická úprava: PhDr. Mária Bendíková, Mgr. Mária Stankovičová

Publikácia vznikla vďaka podpore Ministerstva kultúry Slovenskej republiky. Bola schválená partnerskými organizáciami Slovenskej autority pre Braillovo písmo:

Únia nevidiacich a slabozrakých Slovenska,

Centrum podpory študentov so špecifickými potrebami Univerzity Komenského v Bratislave,

Bezbariérové centrum Technickej univerzity v Košiciach,

Spojená škola internátna pre žiakov so zrakovým postihnutím v Bratislave,

Spojená škola internátna v Levoči,

Rehabilitačné stredisko pre zrakovo postihnutých v Levoči.

ISBN: 978-80-18-10780-5