

מ	ת	מ	ט	י	ק	ה		ב	ב	ר	א	י	ל
---	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---

⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠		⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
---	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---

ר	ב	ק	ה		ר	ו	ז	נ	צ	ו	י	ג
---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	---	---

⠠	⠠	⠠	⠠		⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	---	---

מהדורה משופרת

הספריה המרכזית לעיוורים

מתמטיקה בבראיל

רבקה רוזנצויג

מהדורה משופרת

תשס"א

2001

הספריה המרכזית לעיוורים

כבדי ראייה ומוגבלים

רח' ההסתדרות 4 נתניה 42441

טל' 09-8617874

03-6315555

פקס 09-8626346

אינטרנט www.clfb.org.il

© כל הזכויות שמורות

תוכן העניינים

4	הקדמה
5	מבוא
7	קידומות בראיל
7	מספרים
11	אותיות
14	ספרות רומיות
15	קידומות נוספות
16	סימני פעולה יסודיים
18	סימנים מתמטיים
22	סוגריים
28	תרגילים מאונכים
28	חיבור
30	חיסור
32	כפל
34	חילוק
37	שברים
37	שבר פשוט
41	מספר מעורב
42	שבר מורכב
44	שבר מורכב ביותר
46	מספר עשרוני
50	חזקות
58	שורשים
64	אינדקס תחתון
70	לוגריתמים
81	משוואות ואי-שוויונים
81	משוואות עם נעלם אחד
84	משוואות עם כמה נעלמים
89	אי-שוויונים
91	קבוצות
96	גבולות
99	פונקציות
103	נגזרות
105	אינטגרלים
109	גיאומטריה
113	טריגונומטריה
118	סטטיסטיקה, הסתברות וקומבינטוריקה
118	סטטיסטיקה
121	הסתברות וקומבינטוריקה
126	וקטורים
128	הערות והארות
159	סימונים מתמטיים (ריכוז)
168	אלפבית עברי וניקוד חלקי, סימני פיסוק
169	אינדקס

הקדמה

אין חולקים על כך, שמקצוע המתמטיקה הינו מקצוע בעל חשיבות רבה לתלמיד. מחד, מקצוע זה מקנה לתלמיד ידע טכני, דהיינו: ביצוע פעולות וחישובים לפי חוקים וכללים קבועים, ומאידך הוא מכשיר את התלמיד לפתור בעיות הדורשות שיקולים הגיוניים, מחשבה עקיבה, מציאת דבר מתוך דבר ואף פעילות יוצרת. כמו-כן, בתהליך הלמידה ניתן לרכוש הרגלי עבודה נכונים ולפתח עצמאות בדרכי החשיבה. ללימוד המתמטיקה יש, אפוא, השלכות מעבר לרכישת הידע המתמטי כשלעצמו, והתלמיד יוכל ליישם את הידע והכישורים האמורים בנסיבות חיים שונות ולגבי תחומים רבים, בעת שיידרש לכך. בנוסף לאמור לעיל, להצלחה במקצוע המתמטיקה נודע תפקיד חשוב בבניית בטחונו העצמי של התלמיד.

לכן נודעת חשיבות מרובה לכך, שבהוראת מקצוע המתמטיקה לעיוורים ניתן יהיה להשתמש במערכת סימנים מתמטיים בבראיל שתהא ברורה, חד-משמעית ואחידה. העיוורון אינו צריך להוות מכשול להצלחה במקצוע המתמטיקה, אם עומדים לרשותו של התלמיד תנאים נאותים הכלולים: חומר לימוד בבראיל עפ"י תווים מתמטיים ברורים, עזרים מתאימים והדרכה נכונה.

בשנות ה-80 הוקמה ועדה לבדיקת המערכת המתמטית בבראיל המקובלת בישראל. הוועדה תיקנה ושיפרה את המערכת, ופיתוחה של המערכת המתמטית, בשנים שלאחר מכן, התבסס על העקרונות הכלליים שהנחו את הוועדה בהחלטותיה.

מטרתו של ספר זה היא לתת תמונה מקיפה ומעודכנת של מתמטיקה בבראיל בישראל – הספר מקיף את החומר הנלמד במקצוע המתמטיקה בבית-הספר היסודי, בחטיבת-הביניים ובחטיבה העליונה. אולם מן הראוי להדגיש, שספר זה אינו בא לענות על השאלה "כיצד ללמד מתמטיקה" אלא "כיצד לכתוב מתמטיקה" בבראיל.

המהדורה הראשונה של הספר יצאה לאור בשנת 1991 – **בדפוס ובבראיל**. עתה יוצאת לאור מהדורה משופרת מבחינת ההיקף, המגוון, הדיוק והבהירות של הנושאים, ההסברים, הדוגמאות והסיכומים שבספר – **בדפוס, ובבראיל + קלטת**.

כל המעוניין ללמוד לכתוב מתמטיקה בבראיל בצורה מסודרת והדרגתית – מורה, הורה, עובד שיקום, מתנדב או תלמיד – יכול להשתמש ב"מדריך ללימוד מתמטיקה בבראיל" שיצא לאור בשנת 1998 – **בדפוס + תרגילים ומבחנים בבראיל, ובבראיל + קלטת**. "מתמטיקה בבראיל" הוא ספר הכללים של המערכת המתמטית, ואילו ה"מדריך ללימוד מתמטיקה בבראיל" הינו ספר ללימוד הכללים – ואין האחד יכול להיות תחליף למשנהו.

מבוא

מדוע ישנם אנשים המצטיינים במתמטיקה, ולעומתם ישנו מספר גדול של אנשים המתקשים במתמטיקה מתקדמת?

לדעת רבים, היכולת המתמטית של כל אדם תלויה בשלושה גורמים: הגרעין המרכזי המולד, הידע המתמטי של תרבותו ומידת שליטתו של האדם בידע זה.

ישנו מיעוט הלוקה בדיסקלקוליה (קשיים בחישובים; כשם שיש מיעוט הלוקה בדיסלקציה ביחס לקריאה), אך לגבי מרבית האנשים, סיבת קשייהם במתמטיקה אינה נעוצה בגן לקוי או בתפקוד לקוי באונה קדקודית במוחם, אלא בגלל שלא פיתחו במלואו את החוש המספרי הבסיסי המולד שלהם. היכולת לתפוס ולטפל ב-1-3 (או 4) פריטים מיידית, מבלי לספורם, הינה תפיסה ביולוגית של מבנים באמצעות ראייה או שמיעה כמייצגים מספרים. על בסיס מולד זה מתפתחים, בהדרגה, הבנת מספרים והישגים מתמטיים מתקדמים.

כדי להתפתח ולהתקדם במתמטיקה, האדם צריך להשתייך לחברה בעלת מסורת תרבותית הכוללת מושגים וכלים מתמטיים, שאותם עליו ללמוד.

המתמטיקה בנויה משלבים, כשכל שלב מתבסס על השלבים הקודמים לו. לכן מתמטיקה, יותר מנושאים אחרים, רגישה לכישלונות בשלבים מוקדמים. בעקבות אי-הבנת הנלמד מתפתח תהליך של פיגור ביחס לכיתה, חרדה, איבוד הביטחון ביכולת האישית, חוסר עניין או אף עוינות למתמטיקה. הבנתם של ילדים, וגאווה בידע המתמטי שלהם, תלויים בטיב תוכנית הלימודים ובאיכות ההוראה. כיום סבורים מדענים, שכדי להצטיין במתמטיקה יש צורך בהתעניינות המובילה לשקדנות ולמסירות, שפירושם אימון רב, ולא דווקא בכשרון יוצא דופן.

רמת המיומנות המתמטית, ומשך כל שלב בהתפתחותם של ילדים עיוורים, שונים מאלה של רואים. מקור ההבדל הוא בדרכים השונות שילדים עיוורים מתנסים בעזרת חושיהם, ואינו קשור ביכולת הקוגניטיבית האישית שלהם. על-אף שיכול להיות פער ביכולת האריתמטית של ילד עיוור, ביחס לרואה בן גילו, פער זה נעלם בהגיעם לגילים 8-11, אולם תלמידים עיוורים צריכים לקבל הדרכה מיוחדת בכל שלב. לדוגמה:

באונה הקדקודית שבה מתבצעת המתמטיקה, ישנו גם מרכז האינטגרציה התפקודית של האצבעות. עובדה שהיא, לדעת חוקרים שונים, מפתח חשוב לפיתוח החוש המספרי, וכנראה זו הסיבה שאנו סופרים ומחשבים באצבעות. ידיהם של ילדים עיוורים משמשות להם כמכשיר לתפיסת העולם. הם אינם מודעים לאצבעותיהם בעת ביצוע חישובים. ילדים עיוורים אינם משתמשים באופן ספונטני באצבעות, לא לספירה ולא לביצוע חישובים מתמטיים, אלא אם כן קיבלו הדרכה לכך.

מבוא

מהשוואת מערכות מתמטיות בבראיל הנהוגות כיום בארצות שונות (כגון: ארה"ב, ספרד, שבדיה, צרפת, גרמניה וכן ישראל) מתברר, שמערכות הבראיל כולן מורכבות מאוד ושונות מאוד זו מזו. לכל מערכת מעלות וחסרונות, ואין מערכת אחת המתבלטת כעדיפה על פני האחרות. יתכן שבעתיד תפותח מערכת מתמטית אחידה לכל קוראי-הבראיל באשר הם, ויתכן שמערכת זו תתבסס על תא-בראיל של שמונה נקודות ולא התא בן שש הנקודות.

אנו, בספרייה, משתלבים בתהליך הלמידה המתמטית של תלמידים קוראי-בראיל, בפיתוח המערכת המתמטית בבראיל ובהפקת מהדורות בראיל של ספרי לימוד – אלו הנהוגים במערכת החינוך או אף חומר מתמטי מיוחד המותאם לתלמידים עיוורים. אנו מקווים, שמאמץ משותף שלנו ושל מערכת החינוך יאפשר לתלמידים קוראי-הבראיל ללמוד מתמטיקה, להגיע להישגים ואף להצטיין במתמטיקה.

מפתח לבראיל המודפס (בספר זה "מתמטיקה בבראיל"):

•	נקודת-בראיל
.	מקום ריק (סימן-עזר להשלמת תא-הבראיל)
⠠	תא מלא (שש נקודות בראיל)
⠡	תא ריק
⠢⠢⠢⠢	תו-בראיל כלשהו

קידומות בראיל

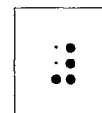
מספרים

1. עשר הספרות

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
⠠	⠠⠠	⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

2. קידומת סימן-מספר

כדי לכתוב מספרים בבראיל, יש להוסיף קידומת סימן-מספר לפני הספרות.



דוגמאות

⠠⠠	1
⠠⠠⠠	10
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	1,991
⠠⠠⠠⠠⠠⠠	6.2
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	987.654

קידומות בראיל

3. השימוש בקידומת סימן-מספר

האבחנה בין מספרים שיש להקדים להם סימן-מספר (להלן: ס-מס) לבין מספרים שאין להקדים להם ס-מס חייבת להיעשות בדיוקנות רבה, מאחר שיש לקידומת זו חשיבות מרובה בהבנת הביטוי המתמטי.

להלן **תיאור כללי** של השימוש בקידומת ס-מס. כללים מפורטים ודוגמאות רבות (וכן מקרים יוצאים מהכלל) – ראה בפרקים המתאימים בהמשך הספר.

ישנם ביטויים מתמטיים מורכבים, שבדפוס הרגיל יש בהם שוני צורני המבחין בין האלמנטים השונים. ואילו בבראיל, האבחנה בין האלמנטים נקבעת ע"י כך, שאחד מהמרכיבים נכתב עם קידומת ס-מס, ומשנהו – ללא קידומת ס-מס. למשל:

(א) שברים פשוטים

דוגמאות

$\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$	$\frac{1}{2}$
$\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$	$\frac{35}{100}$

בדפוס – המונה נכתב מעל לקו-השבר, והמכנה נכתב מתחת לקו-השבר.
בבראיל – המונה נכתב עם קידומת ס-מס, והמכנה נכתב ללא קידומת ס-מס; כשקו-השבר נכתב ביניהם.

(ב) חזקות

דוגמה

$\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$	2^3
----------------------------------	-------

בדפוס – הבסיס נכתב בקו-השורה, והמעריך נכתב אחריו בעלייה מקו-השורה.
בבראיל – הבסיס נכתב עם קידומת ס-מס. לפני המעריך נכתב סימן-חזקה (נקודה-4), ואילו המעריך נכתב ללא קידומת ס-מס.

קידומות בראיל

(ג) שורשים

דוגמה

$$\begin{array}{cccc} \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \end{array} \quad \sqrt[3]{8}$$

בדפוס – המעריך נכתב משמאל לסימן-השורש בעלייה מקו-השורה, והגורם (הגודל הנתון) נכתב בתוך סימן-השורש בקו-השורה.
בבראיל – סימן-השורש מקדים למעריך, והמעריך נכתב ללא קידומת ס-מס. לאחר המעריך נכתב הגורם עם קידומת ס-מס.

(ד) לוגריתמים

דוגמה

$$\begin{array}{ccccccc} \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \end{array} \quad \log_{10} 100$$

בדפוס – הבסיס נכתב בירידה מקו-השורה, והגורם (הגודל הנתון) נכתב אחריו בקו-השורה.
בבראיל – לפני הבסיס נכתב סימן-בסיס (נקודות 3,6), והבסיס נכתב ללא קידומת ס-מס.
לאחר הבסיס נכתב הגורם עם קידומת ס-מס.

4. **אבחנה כללית בין מספרים עם קידומת סימן-מספר ומספרים ללא קידומת סימן-מספר**
(א) בשבר פשוט ובחזקה – המרכיב המקבל קידומת סימן-מספר (להלן: ס-מס), נכתב לפני המרכיב שאינו מקבל קידומת ס-מס, כשהסימן המייצג את הפעולה נכתב ביניהם. כלומר:

(1) שברים פשוטים

- המונה עם קידומת ס-מס.
- קו-השבר.
- המכנה ללא קידומת ס-מס.
- (ראה דוגמאות בסעיף 3/א לעיל.)

(2) חזקות

- הבסיס עם קידומת ס-מס.
- סימן-חזקה, והמעריך ללא קידומת ס-מס.
- (ראה דוגמה בסעיף 3/ב לעיל.)

קידומות בראיל

(ב) בשורש ובלוגריתם – המרכיב שאינו מקבל קידומת ס-מס, נכתב לפני המרכיב המקבל קידומת ס-מס, כשהסימן המייצג את הפעולה מקדים לשניהם. כלומר:

(1) שורשים

- סימן-השורש.
- המעריך ללא קידומת ס-מס.
- הגורם (הגודל הנתון) עם קידומת ס-מס.
- (ראה דוגמה בסעיף ג/3 לעיל).

(2) לוגריתמים

- לוג.
- סימן-בסיס, והבסיס ללא קידומת ס-מס.
- הגורם (הגודל הנתון) עם קידומת ס-מס.
- (ראה דוגמה בסעיף ד/3 לעיל).

(ג) יש לשים לב, שבכל המקרים המתוארים לעיל – הסימן, המייצג את הפעולה החשבונית, נכתב בבראיל לפני המרכיב שאינו מקבל קידומת סימן-מספר.

הערות כלליות

1. כאמור לעיל, כללים מפורטים ודוגמאות רבות (וכן מקרים יוצאים מהכלל) לשימוש בקידומת סימן-מספר – ראה בפרקים המתאימים בהמשך הספר.
2. כתיבת מספרים עם קידומת סימן-מספר ומספרים ללא קידומת סימן-מספר היא אחת הסיבות לכך, שכתיבת אותיות מחייבת, באופן כללי, שימוש בקידומת לאותיות. (ראה "אותיות" בעמודים הבאים).

אותיות

1. אותיות לטיניות ואותיות יווניות

אותיות לטיניות

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
⠁	⠃	⠉	⠙	⠑	⠋	⠗	⠈	⠊	⠚

k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
⠅	⠊	⠍	⠝	⠕	⠏	⠒	⠞	⠎	⠞	⠥	⠺	⠭	⠭	⠽	⠵

אותיות יווניות

α	β	γ	δ	ϵ	ζ	η	θ	ι
A	B	Γ	Δ	E	Z	H	Θ	I
⠁	⠃	⠉	⠙	⠑	⠋	⠗	⠈	⠊

κ	λ	μ	ν	ξ	$\omicron$	π	ρ	σ	τ	υ	$\phi\varphi$	χ	ψ	ω
K	Λ	M	N	Ξ	O	Π	P	Σ	T	Y	Φ	X	Ψ	Ω
⠅	⠊	⠍	⠝	⠋	⠕	⠏	⠞	⠎	⠞	⠥	⠭	⠭	⠽	⠵

2. קידומות לאותיות

⠁	a
⠠	A
⠏	π
⠎	Σ

⠁	קידומת אות לטינית קטנה
⠠	קידומת אות לטינית גדולה
⠏	קידומת אות יוונית קטנה
⠎	קידומת אות יוונית גדולה

קידומות בראיל

3. אות

קידומת ניתנת לכל אות.

דוגמאות

 $a + b - c$
 $(x + y)(x - y)$

4. רצף אותיות

א) בכתיבת רצף של אותיות לטיניות, שאין ביניהן פעולות חשבון (כגון: בגיאומטריה) והן מאותו סוג (כולן גדולות או קטנות), או בכתיבת קיצורי מילים, יש להשתמש בקידומת רק לפני האות הראשונה.

דוגמאות

ABC (משולש)

max (ערך)

ב) אם רצף האותיות, שאין ביניהן פעולות חשבון והן מאותו סוג, נקטע ע"י סימנים מתמטיים, יש לתת קידומת לכל אות.

דוגמאות

 $ABC A'B'C'$ (מנסרה)

 $M_1M_2M_3$ (משולש)

קידומות בראיל

5. מכפלה

במכפלה יש להשתמש בקידומת אות לפני כל גורם.
גם כאשר סימן-הכפל מושמט, יש להשתמש בקידומת לפני כל אות.

דוגמאות

	$ab + 2ab$
	$2a^2b$
	$\frac{1}{2ab}$

הערות

- לתשומת לבכם, כאשר נדרש להקריא מתמטיקה לכותבי-בראיל, נהוג לומר את הביטוי ab כך:
- a או a כפול b או a פעמים b .
- בנושאים רבים, כגון: פירוק לגורמים, השימוש בקידומות לאותיות כמתואר לעיל מסייע רבות.

6. ביטוי המורכב מאותיות לסוגיהן וממספרים

בביטוי מעורב – אותיות גדולות ואותיות קטנות; אותיות לטיניות ואותיות יווניות; אותיות ומספרים – יש להשתמש בקידומת המתאימה לפני כל אות.

דוגמאות

	$3Rx$
	$2\pi R$
	πr^2
	Σi
	$\beta = 4\alpha$
	KaL (קשת)

ספרות רומיות

1. ספרות רומיות גדולות

- (א) אם המספר מורכב מאות אחת, יש לכתוב קידומת אות גדולה (נקודה-6) לפני המספר.
- (ב) אם המספר מורכב מ-2 אותיות ומעלה, יש לכתוב פעמיים קידומת אות גדולה (פעמיים נקודה-6) לפני המספר.

2. ספרות רומיות קטנות

קידומת אות קטנה (נקודות 5,6) נכתבת לפני המספר.

ספרות רומיות גדולות		ספרות רומיות קטנות		
	I	1	i	
	II	2	ii	
	III	3	iii	
	IV	4	iv	
	V	5	v	
	VI	6	vi	
	VII	7	vii	
	VIII	8	viii	
	IX	9	ix	
	X	10	x	

קידומות בראיל

קידומות בראיל נוספות

בנוסף לקידומת סימן-מספר ולקידומות לאותיות השונות (המוסברים לעיל) קיימות בבראיל קידומות המתייחסות לפעולות חשבוניות, למיקום וכדומה, כמפורט להלן:

סימן-חזקה – מקדים למעריך בחזקות (ראה "מספרים" לעיל).	⠠⠠⠠
קידומת לציון עילי – לסימן או לביטוי מתמטי המודפסים בעלייה מקו-השורה.	⠠⠠⠠
סימן-אינדקס – מקדים לאינדקס תחתון.	⠠⠠⠠
סימן-בסיס-לוגריתם – מקדים לבסיס בלוגריתמים (ראה "מספרים" לעיל).	⠠⠠⠠
קידומת לציון תחתי – לסימן או לביטוי מתמטי המודפסים בירידה מקו-השורה.	⠠⠠⠠
סימן-קבוצה – מקדים לסוג הקבוצה.	⠠⠠⠠
קידומת לסימן-על(עילי) – לסימן-מתמטי המופיע מעל למודפס בשורה.	⠠⠠⠠
קידומת לסימן תחתי – לסימן-מתמטי המופיע מתחת למודפס בשורה.	⠠⠠⠠

הערה: לחלק מתווי-הבראיל שלעיל ישנם שימושים נוספים.

לסיכום: לשימוש בקידומות לסוגיהן השונים, באופן עקבי, במערכת המתמטית בבראיל במלוא היקפה, נודעת חשיבות רבה. שכן, בכך מושגת אבחנה ברורה בין מספרים לאותיות, בין אותיות מסוגים שונים, וכן בין מספרים (או אותיות) הממלאים פונקציות שונות.

הערה כללית

ראה גם את הסעיפים השונים הדנים בקידומות בפרק "הערות והארות" (תוכן פרק זה מופיע בעמוד 128).

סימני פעולה יסודיים

1. סימנים

באופן כללי: לפני הסימנים שלהלן יש להשאיר תא-רווח, אך לא אחריהם.
הערה: ישנם מקרים שבהם אין להשאיר תא-רווח לפני סימנים אלו, ולעומת זאת במקרים אחרים יש להשאיר תא-רווח אחריהם – כמפורט להלן בנושאים שונים.

	+	פלוס (ועוד, חיובי)
	-	מינוס (פחות, שלילי)
	$\pm$	פלוס או מינוס
	$\mp$	מינוס או פלוס
	$\times \cdot$	כפל
	$: \div$	חילוק

2. דוגמאות (עמודים 16-17)

$3 + 4 = 7$



$ab + ac$



$7 - 4 = 3$

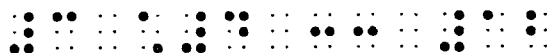


$9x - 18 = 0$



סימני פעולה

$$3 \times 4 = 12$$



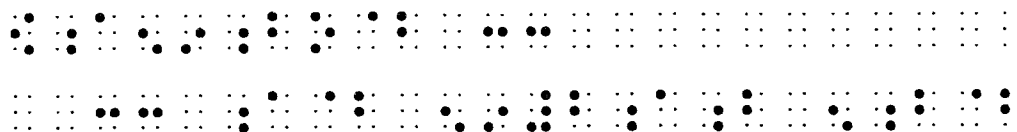
$$a \cdot 1 = a$$



$$12 : 4 = 3$$



$$(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$$



$$-3$$



$$-a$$



$$5(-2) \cdot (-6)$$



$$-(-3)$$



$$-(-a) = +a$$

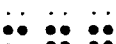
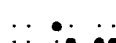


$$-37 - (-50)$$



סימנים מתמטיים

1. סימני-יחס (תא-רווח לפני הסימן ואחריו)

	=	שווה, שוויון
	≠	שונה, אינו שווה
	≡	זהה, שקול
	≢	אינו זהה, אינו שקול
	≐ ≈ ~	דומה; שווה בקירוב; כמעט שווה
	>	גדול מ-
	<	קטן מ-
	≥	גדול או קטן מ-
	≤	קטן או שווה
	⋈	אינו גדול מ-
	⋉	אינו קטן מ-

סימנים מתמטיים

דוגמאות



$a = b$



$x \neq 0$



$A \equiv (2,4)$



$\pi \approx 3.14$



$x > 0$



$x < 1$



$0 < x < 1$



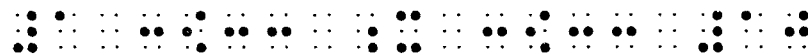
$a \gg b$



$x \geq 1$



$x \leq 10$



$1 \leq x \leq 10$



$a \neq b$



$b \neq 0$

הערה: ראה סימני-יחס נוספים בפרק "סימונים מתמטיים (ריכוז)" עמודים 160-161 להלן.

סימנים מתמטיים

2. סימנים (ללא תאי-רווח)

	,	פסיק-האלפים
	.	נקודה עשרונית
	:	יחס, פרופורציה
		ערך מוחלט

דוגמאות

	1,000
	0.1
	.1
	1:2
	$3 + -3 $

הערה: מפתח לבראיל המודפס ראה בעמוד 6 לעיל.

סימנים מתמטיים

3. סימנים

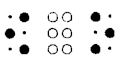
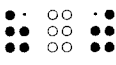
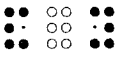
הסימנים שלהלן נכתבים בבראיל לפני המספר או האות (ללא רווח):

	%	אחוזים
	‰	פרומילים
	°	מעלות
	′	מעלות, דקות, שניות (משמאל לימין)
	″	

דוגמאות

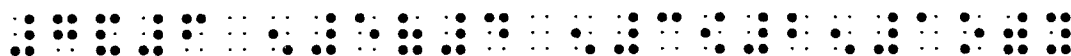
	5%
	$\frac{1}{2}\%$
	$p\%$
	1‰
	45°
	-260°
	±60°
	α°
	90°53'18"

סוגריים

	סוגר עגול שמאלי פתיחת סוגריים עגולים	()	סוגר עגול ימני סגירת סוגריים עגולים	סוגריים עגולים
	סוגר מרובע שמאלי פתיחת סוגריים מרובעים	[]	סוגר מרובע ימני סגירת סוגריים מרובעים	סוגריים מרובעים
	סוגר צומד שמאלי פתיחת סוגריים צומדים	{ }	סוגר צומד ימני סגירת סוגריים צומדים	סוגריים צומדים

1. דוגמה כללית לסוגי סוגריים

$$7 \{ 6 + 5 [4 + 3 (2 + 1)] \}$$

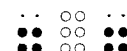


הערה כללית

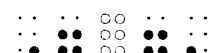
דוגמאות של סוגריים, בנוסף על אלו המופיעות בפרק זה, מצא לפי האינדקס שבסוף הספר.

2. סוגריים עגולים וסוגריים מרובעים

סוגריים עגולים במתמטיקה (ראה לעיל) שונים מסוגריים עגולים בטקסט מילולי, שהם בבראיל:



כמו-כן, סוגריים מרובעים במתמטיקה [ראה לעיל] שונים מסוגריים מרובעים בטקסט מילולי, שהם בבראיל:



$$a(b^2 - 9a)$$

סוגריים

4. פתיחת סוגריים וסגירתם

(א) באופן כללי:

אין להשאיר רווח אחרי פתיחת סוגריים (אחרי סוגר שמאלי) או לפני סגירת סוגריים (לפני סוגר ימני).

ראה דוגמאות בסעיפים 1 ו- 3 לעיל.

(ב) בכתיבת האות הלטינית s לפני סוגר-עגול-ימני, או בכתיבת האות הלטינית y לפני סוגר-צומד-ימני, יש להשאיר תא-רווח בין האות לסוגר (מאחר שהסימנים זהים).
לחלופין, ניתן לשנות את סוג הסוגריים (אם ישנם פחות משלושה סוגים של סוגריים).

דוגמה

$$x + 2(x + o)$$

הערה

הזהות בין סוגר-עגול-ימני וסוגר-צומד-ימני לבין אותיות, מחייבת הקפדה בכתיבת קידומת לאותיות, הן בביטוי מתמטי הכולל סוגריים הן בביטוי ללא סוגריים.

ג) יש להשאיר תא-רווח בין אות לצמד סוגריים עגולים ימניים (כדי שהסוגר הראשון לא ייחשב, בטעות, כאות o).

דוגמה

$$g(f(x))$$

הערה

אם בדפוס מופיעים סוגריים עגולים בכמה גדלים, אזי בבראיל יש להשתמש בסוגים השונים של הסוגריים לפי הסדר המקובל, כלומר: $\{ [()] \}$

סוגריים

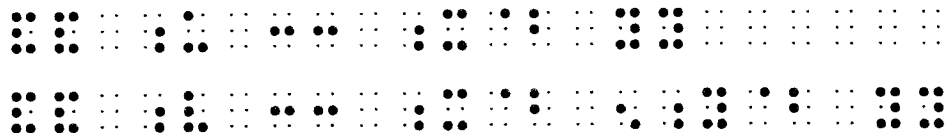
5. סוגריים צומדים גדולים

סוגריים גדולים, המקיפים מספר שורות דפוס, נכתבים בבראיל ע"י הכפלת סימן הסוגר בראשית כל שורת דפוס (או אף בסופה), כאשר תא-רווח מפריד בין הסוגריים לביטוי המתמטי.

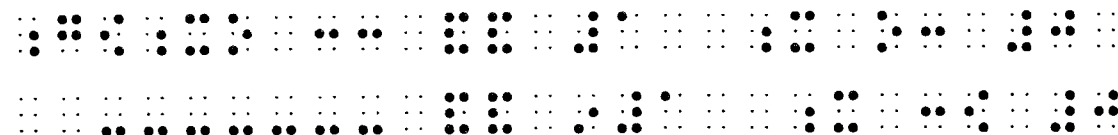
הערה: הסוגריים הצומדים מיוצגים בבראיל ע"י סוגר כפול, ללא קשר למספר שורות הדפוס (שתיים ויותר).

דוגמאות

$$\begin{cases} u = x^2 \\ v = x^2 + y^2 \end{cases}$$



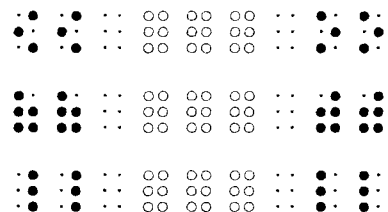
$$g(x) = \begin{cases} 1 & x > 0 \\ -1 & x < 0 \end{cases}$$



דוגמאות נוספות ראה בפרק "משוואות ואי-שוויונים" עמודים 84 ו-89 להלן.

6. תוחמי שורות

דינם של תוחמים אלו כדין הסוגריים הצומדים המתוארים בסעיף 5 לעיל, כלומר:



■ מפתח לבראיל המודפס ראה בעמוד 6 לעיל.

- סוגריים התוחמים שברים, וכתוצאה מכך מקיפים מספר שורות דפוס, נחשבים לסוגריים רגילים (עגולים, מרובעים או צומדים) ולא לסוגריים גדולים.

7. הוספת סוגריים בבראיל

(א) סוגריים במתמטיקה קובעים את סדר ביצוע פעולות החשבון – הפעולות בתוך הסוגריים קודמות לפעולות האחרות. אם ישנם כמה סוגים של סוגריים, סדר ביצוע הפעולות הוא מהפנימי לחיצוני. כמו-כן, סוגריים יכולים לשמש כתוחמים של ביטויים מתמטיים. בבראיל, השימוש בסוגריים כתוחמים של ביטויים מתמטיים, או אף כקובעי סדר פעולות החשבון, נדרש גם במקרים רבים שבהם אין סוגריים בדפוס, כגון בנושאים: חזקות, שורשים, לוגריתמים ועוד.

לדוגמה: בחזקות – פעולות החשבון בבסיס ו/או במעריך קודמות לפעולת ההעלאה לחזקה. בדפוס, כתיבת הבסיס בקו-השורה וכתיבת המעריך בעלייה מקו-השורה משמשות, למעשה, כסוגריים. בבראיל, מאחר שהכתיבה רציפה, יש צורך לתחום את הבסיס ו/או את המעריך בסוגריים, אם יש בהם פעולות חשבון.

[ראה **שברים** (עמוד 38 הערה ב בסעיף 3, ועמוד 43 הערות לסעיף 4), **חזקות** (עמוד 52 הערה לסעיף 2/ג), **שורשים** (עמוד 61 הערה לסעיף 3/ב)].

סוגריים

(ב) כאשר אין סוגריים בדפוס, אך בבראיל יש צורך בסוגריים; או כאשר בדפוס ישנם סוגריים, אך בבראיל יש צורך בתוספת סוגריים (וכתוצאה מכך ישנו שינוי ביחס לסוגי הסוגריים שבדפוס) – סדר הוספת הסוגריים המקובל הוא כדלהלן:
סוגריים עגולים, סוגריים מרובעים, סוגריים צומדים, כלומר: $()$, $[\]$, $\{ \}$.

דוגמאות

 a^{n-1}
 $\left(\sqrt[3]{a^2}\right)^k$

(ג) כאשר ישנו ביטוי מתמטי המורכב משני אלמנטים, כגון: חזקה (בסיס ומעריך), אזי בתוספת הסוגריים ישנה התייחסות לכל אלמנט בנפרד.

דוגמה

(ד) הערות

- ישנם ספרים שבהם יש שימוש בסוגריים פנימיים עגולים ובסוגריים חיצוניים צומדים (ולא בסוגריים מרובעים). בבראיל יש לנהוג כלהלן:
אם בבראיל אין שינוי ביחס לסוגריים שבדפוס, יש להשתמש בסוגריים בהתאם למופיע בדפוס. אולם, אם יש צורך בתוספת סוגריים בבראיל, יש להשתמש בסוגריים לפי הסדר המצוין בסעיף ב לעיל.
- ישנם מקרים שבהם בבראיל מוסיפים סוגריים מרובעים (ולא עגולים), כגון: כאשר הביטוי המתמטי מליל את הכינוי $\cot$, מאחר שסוגר-עגול-ימני זהה לאות o .
לחלופין, ניתן להשתמש בסוגריים העגולים המוצעים בעמוד 133 להלן. יש מקום, באופן כללי, לשקול שימוש בסוגריים עגולים אלו, בכל מקרה שבו ישנה בבראיל תוספת סוגריים עגולים שאינם מופיעים בדפוס.

תרגילים מאונכים

חיבור	במאונך
	לאורך

1. כללים

- (א) סימן-הפלוס נכתב בתחילת התרגיל, כלומר: לפני המחובר הראשון.
(ראה דוגמאות בעמוד הבא.)
- (ב) למחובר הראשון ניתנת קידומת סימן-מספר.
אין שימוש בסימן-מספר בהמשך התרגיל.
הערה: מספרים מעורבים – כל המספרים ייכתבו עם קידומת סימן-מספר.
- (ג) יש להקפיד לשמור על הטורים: טור היחידות, טור העשרות, טור המאות וכו'.
הערות:
- מספרים מעורבים – יש להקפיד על שמירת טור היחידות וכו' בשלמים, במונה השבר ובמכנה השבר (עם תאי-רווח כשנדרש).
 - מספרים עשרוניים – יש להקפיד לשמור על טור הנקודה העשרונית.
 - מספרים עם פסיק-האלפים – יש להקפיד על שמירת טור פסיק-האלפים.
- (ד) קו-הסיכום (רצף נקודות 2,5) נכתב בדיוק מתחת לספרות, כלומר: תחילתו במקביל למקום הספרה הקיצונית משמאל של המחוברים, וסופו במקביל למקום הספרה הקיצונית מימין.
- (ה) אם מודפסים מספרי-עזר, יש לכתוב אותם בשורה שמעל לתרגיל, ללא קידומת סימן-מספר.
(ראה דוגמה רביעית – למטה מימין – להלן.)
במקרה כזה, יש להוסיף להערת-הבראיל (ראה סעיף ז להלן):
... עם מספרי-עזר בשורה שמעל לתרגיל.
- (ו) מקום להשלמת החסר מיוצג בבראיל ע"י תא מלא.
(ראה דוגמה רביעית להלן, וכן סעיף "השלמת החסר" בפרק "הערות והארות" עמוד 149.)
- (ז) יש לציין הערת-בראיל לפני התרגיל (בסוגריים):
לפניך תרגיל חיבור לאורך.

תרגיל מאונך

2. דוגמאות

$ \begin{array}{r} 4 \ 3 \ 2 \\ + \quad 8 \ 1 \\ \hline 5 \ 1 \ 3 \end{array} $	$ \begin{array}{r} 1 \ 2 \\ + \quad 8 \ 5 \ 3 \\ \hline 8 \ 6 \ 5 \end{array} $
החיסון הראשון	החיסון השני
$ \begin{array}{r} 7 \ 5 \\ + \ 2 \ 5 \\ \hline 5 \ 0 \\ 1 \ 5 \ 0 \end{array} $	$ \begin{array}{r} 1 \ 1 \\ 9,2 \ 5 \ 0 \\ + \ ? \ ? , ? \ ? \ ? \\ \hline 2 \ 0,0 \ 9 \ 6 \end{array} $

חיסור	במאונך
	לאורך

1. כללים

- (א) סימן-המינוס נכתב בתחילת התרגיל, כלומר: לפני המחוסר.
(ראה דוגמאות בעמוד הבא.)
- (ב) למספר הראשון (למחוסר) ניתנת קידומת סימן-מספר.
אין שימוש בסימן-מספר בהמשך התרגיל.
הערה: מספרים מעורבים – כל המספרים ייכתבו עם קידומת סימן-מספר.
- (ג) יש להקפיד לשמור על הטורים: טור היחידות, טור העשרות, טור המאות וכו'.
הערות:
- מספרים מעורבים – יש להקפיד על שמירת טור היחידות וכו' בשלמים, במונה השבר ובמכנה השבר (עם תאי-רווח כשנדרש).
 - מספרים עשרוניים – יש להקפיד לשמור על טור הנקודה העשרונית.
 - מספרים עם פסיק-האלפים – יש להקפיד על שמירת טור פסיק-האלפים.
- (ד) קו-הסיכום (רצף נקודות 2,5) נכתב בדיוק מתחת לספרות, כלומר: תחילתו במקביל למקום הספרה הקיצונית משמאל, וסופו במקביל למקום הספרה הקיצונית מימין.
- (ה) אם מודפסים מספרי-עזר, יש לכתוב אותם בשורה שמעל לתרגיל, ללא קידומת סימן-מספר.
(ראה דוגמה רביעית – למטה מימין – להלן).
במקרה כזה, יש להוסיף להערת-הבראיל (ראה סעיף ז להלן):
... עם מספרי-עזר בשורה שמעל לתרגיל.
- (ו) מקום להשלמת החסר מיוצג בבראיל ע"י תא מלא.
(ראה דוגמה ב"חיבור מאונך" בעמוד הקודם, וכן סעיף "השלמת החסר" בפרק "הערות והארות" עמוד 149 להלן).
- (ז) יש לציין הערת-בראיל לפני התרגיל (בסוגריים):
לפניך תרגיל חיסור לאורך.

[illegible]

כפל	במאונך
	לאורך

1. כללים

- (א) סימן-הכפל נכתב בתחילת התרגיל.
(ראה דוגמאות בעמוד הבא).
- (ב) למספר הראשון (לנכפל) ניתנת קידומת סימן-מספר.
אין שימוש בסימן-מספר בהמשך התרגיל.
- (ג) סימן-הפלוס, המופיע בדפוס במהלך פתרון התרגיל, מושמט בבראיל.
הערה:
בשלבים הראשונים של לימוד כפל מאונך, ניתן לכתוב בבראיל את סימן-הפלוס לפני המחובר האחרון. (ראה דוגמה שנייה – למעלה מימין – להלן).
- (ד) קו-הסיכום (רצף נקודות 2,5) נכתב בדיוק מתחת לספרות.
- (ה) אם בכופל ו/או בנכפל ישנם פסיק-אלפים ו/או נקודה עשרונית, אזי:
- ההכפלה נכתבת ללא התחשבות בסימנים אלו.
 - מימין לתוצאה יש לכתוב סימן-שוויון, ואחריו יש לכתוב את התוצאה עם פסיק-האלפים ו/או עם הנקודה העשרונית, במקום הנדרש. תוצאה סופית זו תיכתב עם קידומת סימן-מספר. (ראה דוגמה שלישית להלן).
- (ו) יש לציין הערת-בראיל לפני התרגיל (בסוגריים):
לפניך תרגיל כפל לאורך.

2. דוגמאות

Exercice 1

24
x 12

48
24

288

Exercice 2

24
x 12

48
24

288

Exercice 3

325
x 14

1300
975

4550

Exercice 4

540.3
x 2.9

48627
10806

1,566.87

Exercice 5

540.3
x 2.9

48627
10806

1,566.87

חילוק	במאונך
	לאורך

1. כללים

(א) ישנן שתי דרכים לכתיבת חילוק מאונך בבראיל. (ראה דוגמאות בעמודים הבאים).

דרך א

המחולק, המחלק והמנה נכתבים בשורה אחת – עם קידומת סימן-מספר לכל אחד מהם. אין שימוש בסימן-מספר במהלך פתרון התרגיל.

דרך ב

המחולק והמחלק נכתבים בשורה אחת – עם קידומת סימן-מספר. המנה נכתבת בשורה שמעל למחולק, ללא קידומת סימן-מספר, במיקום המקביל לדפוס. אין שימוש בסימן-מספר במהלך פתרון התרגיל.

הערה: מומלץ להשתמש בדרך ב.

(ב) סימני-המינוס, המופיעים בדפוס במהלך פתרון התרגיל, מושמטים בבראיל. הערה:

בשלבם הראשונים של לימוד חילוק מאונך, ניתן לכתוב בבראיל את סימן-המינוס בפעם הראשונה שהוא מופיע. (ראה דוגמה שנייה להלן).

(ג) קו-הסיכום (רצף נקודות 2,5) נכתב בדיוק מתחת לספרות.

(ד) אם במחולק יש פסיק-אלפים ו/או נקודה עשרונית, יש להקפיד על מיקום הספרות במהלך החילוק (עם תאי-רווח כשנדרש). (ראה דוגמה שלישית להלן).

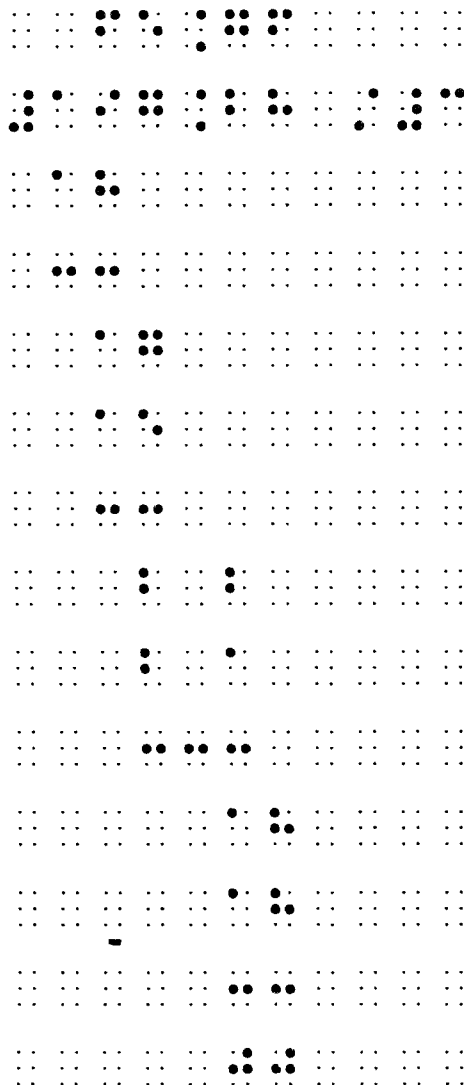
(ה) יש לציין הערת-בראיל לפני התרגיל (בסוגריים): לפניך תרגיל חילוק לאורך.

[illegible]

תרגיל מאונך

דרך ב

$$\begin{array}{r}
 6 \ 5.7 \ 6 \\
 \hline
 1 \ 9 \ 7.2 \ 8 \quad | \quad 3 \\
 \hline
 1 \ 8 \\
 \hline
 1 \ 7 \\
 \hline
 1 \ 5 \\
 \hline
 2 \ 2 \\
 \hline
 2 \ 1 \\
 \hline
 1 \ 8 \\
 \hline
 1 \ 8 \\
 \hline
 = =
 \end{array}$$



שברים

שבר פשוט

1. מינוח

המונח המתמטי "שבר פשוט" פירושו:
שבר הכתוב בצורת יחס בין שני מספרים שלמים.

2. דוגמאות

$$\frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2}$$

$$\frac{a}{b}$$

$$\frac{a}{b}$$

$$\frac{1}{b}$$

$$\frac{1}{b}$$

$$\frac{a}{2}$$

$$\frac{a}{2}$$

$$\frac{1}{2}a$$

$$\frac{1}{2}a$$

$$\frac{1}{2}a$$

$$\frac{1}{2}a$$

הערה כללית

דוגמאות של שברים, בנוסף על אלו המופיעות בפרק זה, מצא לפי האינדקס שבסוף הספר.

- מספר מעורב הוא חריג (ראה "מספר מעורב" עמוד 41 להלן).

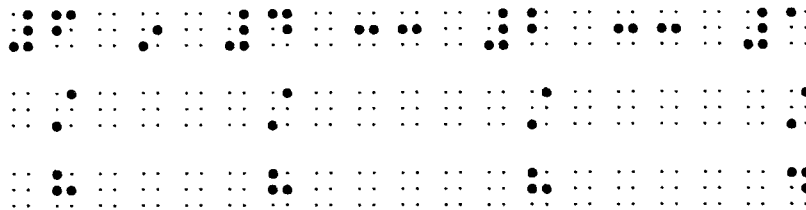
שברים

7. שבר בשלוש שורות בראיל

שברים נכתבים בבראיל בשורה אחת. אולם ישנם מקרים, שבהם רצוי להשתמש בצורת כתיבה המקבילה לזו שבדפוס (המונה, קו-השבר, המכנה – כל אחד מהם בשורה נפרדת במאונך), כגון: בדוגמאות או בהסברים (בעיקר, בשלבים הראשונים של לימוד נושא השברים). גם כאשר כותבים שבר בשלוש שורות בראיל, השימוש בקידומת סימן-מספר נעשה עפ"י הכללים המפורטים לעיל. כאשר כותבים את השבר שלא בשורה אחת, יש לציין הערת-בראיל לפני התרגיל (בסוגריים): לפניך שבר/ים הכתוב/ים בשלוש שורות בראיל.

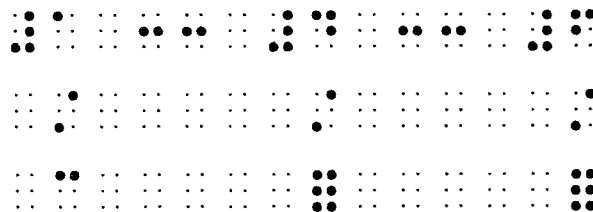
דוגמאות

חיסור שברים



$$\frac{6}{8} - \frac{4}{8} = \frac{2}{8} = \frac{1}{4}$$

הרחבת שברים



$$\frac{1}{3} = \frac{4}{12} = \frac{6}{12}$$

י

הערה לדוגמה דלעיל של הרחבת שברים: מקום להשלמת החסר מיוצג בבראיל ע"י תא מלא, ללא תלות במספר הספרות החסרות. (ראה סעיף "השלמת החסר" בפרק "הערות והארות" עמודים 149-150 להלן).

חיסור שברים פשוטים

דוגמאות

	$1 - \frac{2}{3}$
	$3 - \frac{4}{5}$
	$5 - \frac{6}{7}$
	$7 - \frac{8}{9}$

הערות

- חיבור – דינו כדין החיסור בדוגמאות דלעיל.
- כפל וחילוק – רצוי להימנע מהאפשרות הרביעית של הדוגמה הראשונה דלעיל.
- כאשר שבר פשוט מופיע במכנה ו/או במונה של שבר מורכב או שבר מורכב ביותר (שבהם אין לרווח לפני או אחרי סימני-פעולה) ולפניו יש סימן-פעולה, אזי יש להשתמש באחת משתי האפשרויות הראשונות (ללא רווח) של הדוגמאות הראשונה והשלישית דלעיל. (ראה דוגמה ראשונה בעמוד 44 להלן).

מספר מעורב הוא סכום של מספר שלם ושבר.

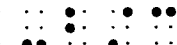
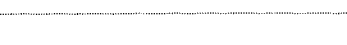
(א) קידומת סימן-מספר נכתבת רק לפני המספר השלם.
(ב) בבראיל, בין המספר השלם לבין השבר מפריד מקף (נקודות 3,6).
(ג) השבר נכתב ללא קידומת סימן-מספר, לא במונהו ולא במכנהו.

הערה:

מספר מעורב נכתב תמיד עם קידומת סימן-מספר בתחילתו, גם אם הוא מופיע במכנה של שבר, במעריך של חזקה וכד'.

סימני-פעולה נכתבים לפני מספר מעורב ללא רווח.

דוגמאות

	$1\frac{2}{3}$
	$-4\frac{5}{6}$
	$7\frac{8}{9}x$

הערה כללית

נקודות 3,6 משמשות גם כקידומות-בראיל: סימן אינדקס תחתון, סימן בסיס הלוגריתם, ציון תחתי. אולם במקרים אלו, בשונה ממספר מעורב, אם הביטוי המתמטי שאחרי הקידומת הוא שבר, הרי שהוא ייתחם בסוגריים בבראיל.

שברים

שבר מורכב

1. מינוח

המונח המתמטי "שבר מורכב" פירושו:
 שבר שמונהו ו/או מכנהו הם שברים או מספרים מעורבים.
 לצורך הכתיבה בבראיל, המושג "שבר מורכב" כולל גם שברים שבמונה ו/או במכנה שלהם ישנן פעולות חשבון כלשהן.

2. דוגמאות



$$5 \frac{1}{4}$$



$$\frac{x+12}{2x(x-2)}$$

הערה כללית
 דוגמאות של שברים מורכבים, בנוסף על אלו המופיעות בפרק זה, מצא לפי האינדקס שבסוף הספר.

3. פתיחת השבר וסיומו (סימני-בראיל)

את פתיחת השבר ואת סיומו מסמנות נקודות 2,3,5,6, ללא רווחים בין השבר לבין סימני פתיחה/סיום.

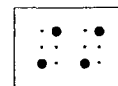


הערות

- (א) רצוי להשתמש בסימני פתיחה/סיום בכל שבר מורכב. סימנים אלו מבהירים לקורא, מראש, מהי מהות הביטוי המתמטי שלפניו, תוך הבלטת ההתחלה והסיום.
- (ב) אם מופיע סימן-פעולה לפני שבר מורכב, אין לרווח בינו לבין סימן-הפתיחה של השבר המורכב.

4. קו-השבר

קו-שבר בינוני מצוין בסימן-חילוק כפול, ללא רווח לפניו או אחריו.



הערות בנושא סדר פעולות החשבון:

- (א) סימן-פעולה לפני קו-שבר דינו כסימן-פעולה לפני סוגריים.
(תן דעתך: סימני פתיחה/סיום של שבר מורכב הם סוגריים עגולים בטקסט מילולי).
- (ב) פעולות במכנה ו/או במונה קודמות לפעולת החילוק.
בדפוס, קו-השבר והכתיבה מעליו ומתחתיו משמשים, למעשה, כסוגריים.
בבראיל, סימן-הפתיחה וסימן-החילוק הראשון של קו-השבר משמשים כסוגריים למונה.
סימן-החילוק השני של קו-השבר וסימן-הסיום משמשים כסוגריים למכנה.

5. המונה

- (א) באופן כללי: **מספר** במונה נכתב עם קידומת סימן-מספר.
שבר, חזקה, שורש וכד' – המורכבים משני אלמנטים שאחד מהם מקבל קידומת סימן-מספר ואילו השני אינו מקבל קידומת סימן-מספר – נכתבים במונה לפי כלליהם.
- (ב) **אות** במונה נכתבת עם קידומת לאות.
- (ג) אין לרווח לפני או אחרי סימני-פעולה במונה.

6. המכנה

- (א) באופן כללי: **מספר** במכנה נכתב ללא קידומת סימן-מספר.
שבר, חזקה, שורש וכד' – המורכבים משני אלמנטים שאחד מהם מקבל קידומת סימן-מספר ואילו השני אינו מקבל קידומת סימן-מספר – נכתבים במכנה לפי כלליהם.
הערה: אם מופיע במכנה מספר עם קידומת, המכילה גם סימן מתמטי וגם סימן-מספר, כגון: מעלות, יש לכתוב את סימן-המספר.
- (ב) **אות** במכנה נכתבת עם קידומת לאות.
- (ג) אין לרווח לפני או אחרי סימני-פעולה במכנה.

7. חלוקה לשורות

כששבר מורכב כלול בביטוי מתמטי, עדיף שלא לחלקו בבראיל בין שתי שורות.
אם יש הכרח לחלק את השבר לשתי שורות, רצוי לחלקו בצורה הגיונית שתקל על ההבנה ו/או הפתרון של השבר, כגון: כתיבת המונה בשורה אחת, והמכנה – בשורה הבאה.
אם הביטוי המתמטי (בבראיל) כתוב על יותר משורה אחת, יש לסיים שורה בסימן-פעולה (כלל קו-שבר) או בסימן-שוויון, ולחזור על אותו סימן בראשית השורה הבאה, שתחל בתא השלישי ביחס לתחילת השורה הראשונה של הביטוי המתמטי.

שבר מורכב ביותר

1. מינוח

"שבר מורכב ביותר" כולל שברים, שבמונה ו/או במכנה שלהם ישנם "שברים מורכבים" עפ"י משמעות המושג בבראיל (ראה "שבר מורכב" סעיף 1 עמוד 42 לעיל).

2. דוגמאות

$$\begin{array}{r} 5 + \frac{1}{2} \\ \hline 3 \\ 1 \\ 6 \end{array}$$



$$\frac{6}{x-1}$$



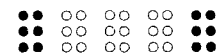
הערות כלליות

- בכתובת שבר מורכב ביותר שיש בו סימן-אינסוף, אין להשתמש בסימני פתיחה/סיום של שבר כזה (הזהים לאינסוף), ובמקומם יש להשתמש בסוגריים צומדים. (ראה דוגמה בפרק "גבולות" עמוד 98 להלן).
- דוגמאות של שברים מורכבים ביותר, בנוסף על אלו המופיעות בפרק זה, מצא לפי האינדקס שבסוף הספר.

שברים

3. פתיחת השבר וסיומו (סימני-בראיל)

את פתיחת השבר ואת סיומו מסמנות נקודות 1,2,3,4,5,6 (תא מלא), ללא רווחים בין השבר לבין סימני פתיחה/סיום.



4. קו-השבר

קו-שבר ארוך מצוין בשלושה סימני-חילוק, כשלפניו ואחריו יש תא-רווח.



5. המונה

ראה "שבר מורכב" סעיף 5 עמוד 43 לעיל.

6. המכנה

ראה "שבר מורכב" סעיף 6 עמוד 43 לעיל.

7. חלוקה לשורות

ראה "שבר מורכב" סעיף 7 עמוד 43 לעיל.

מספר עשרוני

1. כללים

- (א) הנקודה העשרונית מצוינת בבראיל ע"י נקודות 4,6 .
 (ב) השלם, הכתוב משמאל לנקודה העשרונית, נכתב עם קידומת סימן-מספר.
 (ג) מונה השבר, הכתוב מימין לנקודה העשרונית, נכתב ללא קידומת סימן-מספר.
 (ד) מספר עשרוני לאחר סימן-פעולה נכתב ללא רווח ביניהם.
 (ה) מספר עשרוני ייכתב תמיד עם קידומת סימן-מספר, גם אם הוא מופיע במכנה של שבר, במעריך של חזקה וכד'.

2. דוגמאות

	$(0.98 + 0.765)$
	$\frac{0.33}{0.99}$

הערה כללית: ראה דוגמאות בעמוד 20. דוגמאות נוספות מצא לפי האינדקס שבסוף הספר.

3. שבר מחזורי

שבר מחזורי הוא שבר עשרוני אינסופי המכיל מחזור – ספרות מסוימות חוזרות בו עד אינסוף. בדפוס נכתב השבר המחזורי עם נקודה מעל לספרות החוזרות על עצמן. ספרה ונקודת-על בבראיל: הצירוף קידומת לסימן-על (נקודות 1,4,6) ונקודה רגילה (נקודות 2,5,6) נכתב לאחר כל ספרה שיש מעליה נקודה.

דוגמאות

	$\frac{1}{3} = 0.\dot{3}$
	$\frac{17}{11} = 1.\dot{5}\dot{4}$
	$\frac{27}{66} = 0.4\dot{0}\dot{9}$

סיכום

שברים

1. שבר פשוט

- (א) המונח המתמטי "שבר פשוט" פירושו:
שבר הכתוב בצורת יחס בין שני מספרים שלמים.
- (ב) פתיחת השבר – נקודות 2,3.
סיום השבר – נקודות 5,6.
אין לרווח בין השבר לבין סימני פתיחה/סיום.
- (ג) קו-שבר קצר – סימן-חילוק אחד – נקודות 3,4.
אין לרווח לפני או אחרי קו-השבר.
- (ד) מונה – מספר נכתב עם קידומת סימן-מספר. אות נכתבת עם קידומת לאות.
- (ה) מכנה – מספר נכתב ללא קידומת סימן-מספר. אות נכתבת עם קידומת לאות.

⋮	⊙⊙	⋮	⊙⊙	⋮
⋮	⊙⊙	⋮	⊙⊙	⋮
⋮	⊙⊙	⋮	⊙⊙	⋮

2. מספר מעורב

- (א) מספר מעורב מורכב ממספר שלם ומשבר.
- (ב) קידומת סימן-מספר נכתבת רק לפני המספר השלם.
- (ג) בין המספר השלם לבין השבר מפריד מקף (נקודות 3,6).
- (ד) השבר נכתב ללא קידומת סימן-מספר, לא במונהו ולא במכנהו.
- (ה) סימן-פעולה לפני מספר מעורב נכתב ללא רווח.
- (ו) מספר מעורב ייכתב תמיד עם קידומת סימן-מספר בתחילתו, גם אם הוא מופיע במכנה של שבר, במעריך של חזקה וכד'.

⋮	⊙⊙	⋮	⊙⊙	⋮	⊙⊙
⋮	⊙⊙	⋮	⊙⊙	⋮	⊙⊙
⋮	⊙⊙	⋮	⊙⊙	⋮	⊙⊙

3. שבר מורכב

- (א) המונח המתמטי "שבר מורכב" פירושו:
שבר שמונהו ו/או מכנהו הם שברים או מספרים מעורבים.
לצורך הכתיבה בבראיל, המושג "שבר מורכב" כולל גם שברים שבמונה ו/או במכנה שלהם ישנן פעולות חשבון כלשהן.
- (ב) פתיחת השבר – נקודות 2,3,5,6.
סיום השבר – נקודות 2,3,5,6.
אין לרווח בין השבר לבין סימני פתיחה/סיום.
- (ג) קו-שבר בינוני – סימן-חילוק כפול – פעמיים נקודות 3,4.
אין לרווח לפני או אחרי קו-השבר.
- (ד) מונה – באופן כללי: מספר נכתב עם קידומת סימן-מספר, ואות – עם קידומת לאות.
שבר, חזקה, שורש וכד' נכתבים לפי כלליהם.
- (ה) מכנה – באופן כללי: מספר נכתב ללא קידומת סימן-מספר, ואות – עם קידומת לאות.
שבר, חזקה, שורש וכד' נכתבים לפי כלליהם.
- (ו) במונה ובמכנה אין לרווח לפני או אחרי סימני-פעולה.



4. שבר מורכב ביותר

- (א) "שבר מורכב ביותר" כולל שברים, שבמונה ו/או במכנה שלהם ישנם "שברים מורכבים"
עפ"י משמעות המושג בבראיל (ראה "שבר מורכב" סעיף 3/א לעיל).
- (ב) פתיחת השבר – נקודות 1,2,3,4,5,6 (תא מלא).
סיום השבר – נקודות 1,2,3,4,5,6 (תא מלא).
אין לרווח בין השבר לבין סימני פתיחה/סיום.
- (ג) קו-שבר ארוך – סימן-חילוק משולש – שלוש פעמים נקודות 3,4.
יש להשאיר תא-רווח לפני ואחרי קו-השבר.
- (ד) מונה – באופן כללי: מספר נכתב עם קידומת סימן-מספר, ואות – עם קידומת לאות.
שבר, חזקה, שורש וכד' נכתבים לפי כלליהם.
- (ה) מכנה – באופן כללי: מספר נכתב ללא קידומת סימן-מספר, ואות – עם קידומת לאות.
שבר, חזקה, שורש וכד' נכתבים לפי כלליהם.
- (ו) במונה ובמכנה אין לרווח לפני או אחרי סימני-פעולה.



5. מספר עשרוני

- (א) הנקודה העשרונית מצוינת בבראיל ע"י נקודות 4,6.
- (ב) השלם, הכתוב משמאל לנקודה העשרונית, נכתב עם קידומת סימן-מספר. הערה:
- אם אפס (שלמים) אינו מודפס, לדוגמה: 3. ולא 0.3, יש לכתוב בבראיל: קידומת סימן-מספר, נקודה עשרונית, הספרות.
- (ג) מונה השבר, הכתוב מימין לנקודה העשרונית, נכתב ללא קידומת סימן-מספר.
- (ד) סימן-פעולה לפני מספר עשרוני נכתב ללא רווח.
- (ה) מספר עשרוני ייכתב תמיד עם קידומת סימן-מספר בתחילתו, גם אם הוא מופיע במכנה של שבר, במעריך של חזקה וכד'.
- (ו) שבר מתזורי – שבר עשרוני אינסופי המכיל מחזור.
- ספרה ונקודת-על: הצירוף קידומת לסימן-על (נקודות 1,4,6) ונקודה רגילה (נקודות 2,5,6) נכתב לאחר כל ספרה שיש מעליה נקודה.

••	••	••	••
••	••	••	••
••	••	••	••

חזקות

	צורת הכתיבה בדפוס: ראשית נכתב הבסיס. לאחר הבסיס נכתב המעריך בעלייה מקו-השורה.
	סדר הכתיבה בבראיל: הבסיס, סימן-חזקה, המעריך. ללא רווחים.

1. סימן-חזקה

(א) סימן-חזקה (נקודה-4) הוא קידומת-בראיל הנכתבת לפני המעריך.
(הסימן גם משמש בתפקיד המילה "בחזקה").



ראה דוגמאות בסעיף 2 להלן.

(ב) חזקה בחזקה (ללא סוגריים, כלומר: במעריך ישנה חזקה) –
יש להכפיל את סימן-החזקה (פעמיים נקודה-4).
ראה דוגמה אחרונה בסעיף 2/א ודוגמה אחרונה בסעיף 2/ב בעמוד הבא.
הערה:
בדוגמה שלפני אחרונה בסעיף 2/א להלן ישנה חזקה בבסיס, ואזי הבסיס תחום בסוגריים
וסימן-החזקה אינו מוכפל. ראה גם דוגמה אחרונה בעמוד 79 להלן.

(ג) נקודה-4 משמשת גם כקידומת לכל צורת כתיבה, שיש בה עלייה מקו-השורה – ציון עילי.
בכתיבת הציון העילי יש להשתמש בקידומת לאות או בקידומת למספר, כנדרש בכל נושא
(ולא בכפוף לכללי כתיבת חזקות).
ראה דוגמאות ב"נגזרות" (עמודים 103-104 להלן) וב"קומבינטוריקה" (עמוד 124 להלן).

חזקות

2. המעריך

(א) מספרים

מספר במעריך יש לכתוב ללא קידומת סימן-מספר. למעט מקרים שבמעריך מופיעים שבר, מספר מעורב וכד', הנכתבים עפ"י כלליהם המפורטים בפרקים המתאימים.

דוגמאות

 9^2
 2^6
 6^{3+7}
 x^{-10}
 $x^{\frac{2}{3}}$
 $25^{-0.5}$
 $(x^2)^3$
 x^{2^7}

(ב) אותיות

אות במעריך יש לכתוב עם קידומת לאות.

דוגמאות

 5^m
 x^{2b-1}
 e^{x^2}

ג) מעריך מורכב (בעל יותר מאיבר אחד, מכפלה, שבר וכד') יש לתחום בסוגריים, ואין לרווח לפניו או אחרי סימני-פעולה.

מעריך, שהוא מספר טבעי (וכן אפס) או אות בודדת, אין צורך לתחום בסוגריים.

סדר פעולות החשבון – פעולות במעריך קודמות לפעולות ההעלאה לחזקה. בדפוס, הכתיבה בעלייה מקו-השורה משמשת, למעשה, כסוגריים. בבראיל, מאחר שהכתיבה רציפה, יש צורך לתחום את המעריך בסוגריים. הוא הדין בבסיס (ראה סעיף 3/ב בעמוד הבא).

ראה דוגמאות בסעיפים א-ב בעמוד הקודם.

$$(-1)^{n+1}$$

$$10^{-\frac{2}{3}x}$$

Figure 1 shows a 3x15 grid of dots. The dots are arranged in three rows and fifteen columns. The first row has dots in columns 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, and 15. The second row has dots in columns 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, and 15. The third row has dots in columns 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, and 15. The dots are arranged in a pattern that suggests a Latin square, with some dots missing in certain positions.

$x^{-1\frac{1}{2}}$

The figure shows a 3x12 grid of dots. The dots are arranged in three rows and twelve columns. The first row has dots in columns 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, and 12. The second row has dots in columns 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, and 12. The third row has dots in columns 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, and 12. The dots are arranged in a pattern that represents a Latin square, with some dots missing to indicate the structure.

(ראה גם סעיף 5 להלן.)

דוגמאות של חזקות, בנוסף על אלו המופיעות בפרק זה, מצא לפי האינדקס שבסוף הספר.

3. הבסיס

(א) מספר בבסיס יש לכתוב עם קידומת סימן-מספר.
אות בבסיס יש לכתוב עם קידומת לאות.

הערה:

אם בבסיס ישנם שבר, אינדקס תחתון וכד', השימוש בקידומת סימן-מספר הוא לפי הכללים האופייניים לכל נושא ונושא והמפורטים בפרקים המתאימים.

(ב) בסיס מורכב (בעל יותר מאיבר אחד, מכפלה, שבר וכד') יש לתחום בסוגריים, ואין לרווח לפני או אחרי סימני-פעולה.

בסיס, שהוא מספר טבעי או אות בודדת, אין צורך לתחום בסוגריים.

הערה:

סדר פעולות החשבון – ראה הערה בסעיף $2/ג$ בעמוד הקודם.

ראה דוגמאות בסעיפים $2/א-ג$ לעיל.

דוגמאות נוספות

•••••

$$(x-2)^3$$

•••••

$$0.008^{\frac{2}{3}}$$

•••••

$$\left(-\frac{1}{3}\right)^{-2}$$

חזקות

4. שברים

כאשר חזקה מופיעה במונה ו/או במכנה של שבר – יש להשתמש בקו-שבר בינוני (סימן-חילוק כפול), והחזקה תיכתב, הן במונה הן במכנה, לפי הכללים של כתיבת חזקות המפורטים לעיל.

הערה

גם אם חזקה מופיעה בשורשים (לדוגמה בעמוד 61 להלן), בלוגריתמים (לדוגמה בעמוד 75 להלן) וכד', יש להשתמש בקידומת סימן-מספר עפ"י הכללים של כתיבת חזקות המפורטים לעיל.

דוגמאות של שברים עם חזקות (עמודים 54-55)

$$-\frac{1}{5^2}$$



$$\frac{(2^7)^9}{(2^6)^{10}}$$

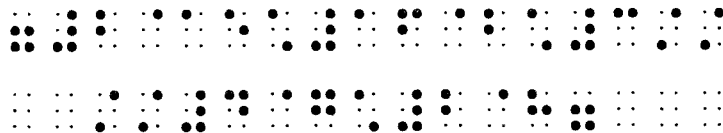


הערה לדוגמה דלעיל:

כמוסבר בסעיף 1/ב לעיל – כאשר ישנה חזקה בבסיס והבסיס תחום בסוגריים (בדפוס), סימן-החזקה אינו מוכפל. לעומת זאת, אם ישנה חזקה במערך (ללא סוגריים בדפוס), יש להכפיל את סימן-החזקה (כמופיע בדוגמה האחרונה בסעיף 2/א לעיל ובדוגמה האחרונה בסעיף 2/ב לעיל).

חזקות

$$\frac{2^{15} \cdot 16^2 \cdot 3}{4^7 \cdot 2^8}$$



הערה לדוגמה דלעיל:

השבר כולו ייכתב בשורה אחת בדף בראיל סטנדרטי.

אם יש צורך לחלק שבר כגון זה בין שתי שורות בראיל - שים לב לאופן חלוקת השבר בין שתי השורות.

$$\frac{(4a)^3 \cdot a^2}{2a^4}$$

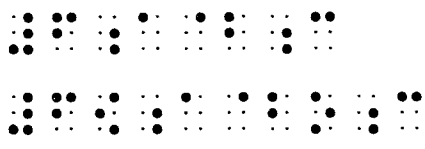


הערה לדוגמה דלעיל:

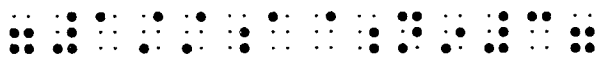
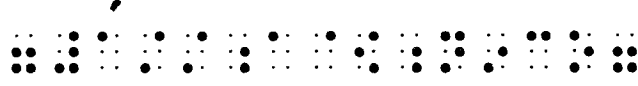
אם במכנה של שבר ישנה מכפלה הכוללת חזקות – החזקות נכתבות לפי כלליהן, ויש להשתמש בקידומת סימן-מספר בכתיבת הגורמים הנוספים שבמכפלה, גם אם אין הם סמוכים למעריך-החזקה (הנכתב ללא קידומת סימן-מספר). לכן, במכנה של הדוגמה דלעיל, הגורם 2 נכתב עם קידומת סימן-מספר.

5. הוספת סוגריים (בבראיל)

דוגמאות

א	
	$6a^2c$
הערה לדוגמה דלעיל: במקרים שבהם ישנו שיקול של הקלה והבהרה (בראשית לימוד נושא החזקות או בביטויים קשים), ניתן להוסיף סוגריים כמו בדוגמה דלעיל (כמופיע בשורת הבראיל השנייה).	
	$6a^{2c}$

ב	
	a^{n-2b}
	$a^{n-2}b$

ג	
	$\frac{1}{a^n - 3}$
הערה לדוגמה דלעיל: המספר במכנה קיבל קידומת סימן-מספר, כי ישנה חזקה במכנה. אם 3- היה נכתב ללא קידומת סימן-מספר, ניתן היה לחשוב, בטעות, שהוא מתייחס למעריך-החזקה. אמנם, אם המספר אכן היה שייך למעריך-החזקה, הרי שהמעריך היה תחום בבראיל בסוגריים (ראה דוגמה להלן). מכל מקום, תוספת קידומת סימן-מספר, במקרה כזה, מקילה על הבנת הביטוי המתמטי.	
	$\frac{1}{a^{n-3}}$

י	סיכום	חזקות
---	-------	-------

כתיבת חזקות בדפוס:

הבסיס – נדפס בקו-השורה.

המעריך – נדפס מימין לבסיס בעלייה מקו-השורה.

כתיבת חזקות בבראיל:

הבסיס, סימן-חזקה, המעריך.

ללא רווחים.

הבסיס

- **מספר** נכתב עם קידומת סימן-מספר.
- (שברים, לוגריתמים וכד' נכתבים בבסיס לפי כלליהם.)
- **אות** נכתבת עם קידומת לאות.
- בסיס מורכב יש לתחום בסוגריים,
- ואין לרווח לפני או אחרי סימני-פעולה בבסיס.

סימן-חזקה

- סימן-חזקה (נקודה-4) הוא קידומת-בראיל הנכתבת לפני המעריך.
- (הסימן גם משמש בתפקיד המילה "בחזקה").

⠠	⠠	⠠	⠠
⠠	⠠	⠠	⠠
⠠	⠠	⠠	⠠

- חזקה בחזקה (ללא סוגריים, כלומר: במעריך ישנה חזקה) – סימן-החזקה מוכפל (פעמיים נקודה-4).

המעריך

- **מספר** נכתב ללא קידומת סימן-מספר.
- (מספרים מעורבים, אינדקס תחתון וכד' נכתבים במעריך לפי כלליהם.)
- **אות** נכתבת עם קידומת לאות.
- מעריך מורכב יש לתחום בסוגריים,
- ואין לרווח לפני או אחרי סימני-פעולה במעריך.

שורשים

	צורת הכתיבה בדפוס: משמאל לסימן-השורש נכתב המעריך בעלייה מקו-השורה. בתוך סימן-השורש נכתב הגורם (הגודל הנתון) בקו-השורה.
	סדר הכתיבה בבראיל: סימן-השורש, המעריך, [נקודה-5], הגורם (הגודל הנתון). ללא רווחים.

1. סימן-השורש

סימן-השורש מיוצג בבראיל ע"י נקודות 1,2,4,5,6.

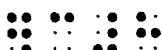
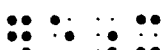


2. המעריך

(א) מספרים

מספרים במעריך יש לכתוב ללא קידומת סימן-מספר.

דוגמאות

	$\sqrt[4]{4}$
	$\sqrt{4}$
	$\sqrt[8]{8}$
	$\sqrt[x]{x}$

הערה כללית

דוגמאות נוספות של שורשים, בנוסף על אלו המופיעות בפרק זה, מצא לפי האינדקס שבסוף הספר.

(ב) אותיות

אות במעריך יש לכתוב עם קידומת לאות.

דוגמאות

$$\begin{array}{c} \begin{array}{ccccccc} \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \end{array} \\ \text{עדיף} \end{array} \quad \sqrt[n]{m}$$

$$\begin{array}{c} \begin{array}{ccccccc} \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \end{array} \\ \text{עדיף} \end{array} \quad \sqrt[3]{16}$$

נקודה-5 (סימן-בראיל)

(1) בכתיבת חזקות בבראיל, סימן-חזקה (סימן-בראיל) מפריד בין הבסיס לבין המעריך. בכתיבת שורשים בבראיל, סימן-השורש נכתב לפני המעריך, ואילו בין המעריך לבין הגורם (הגודל הנתון) אין שום סימן מפריד.

כדי להקל על הבנת הביטוי, או כדי למנוע כפל משמעות בבראיל, יש לכתוב את נקודה-5 כהפרדה בין המעריך לגורם, והיא אף משמשת בתפקיד המילה "של" – שורש n של m .
(2) הצורך בשימוש בנקודה-5 מתעורר, בעיקר, כאשר המעריך מורכב רק מאותיות, כי במקרה כזה האבחנה בין המעריך לגורם מיטשטשת, מאחר שלשניהם ישנה קידומת.

כשהמעריך הוא מספר (או עירוב של אותיות ומספרים), אין שום מקום לטעות – המעריך נכתב ללא קידומת סימן-מספר ואילו הגורם נכתב עם קידומת סימן-מספר. אולם, במקרים של ביטויים מורכבים, ניתן להשתמש בנקודה-5 גם אם ישנם במעריך מספרים (או עירוב אותיות ומספרים), כדי להקל על הבנת הביטוי המתמטי בבראיל. (ראה דוגמאות בסעיף ג בעמוד הבא).

(3) שתי הדוגמאות דלעיל, כשהן נכתבות ללא נקודה-5, יכולות להתפרש, בטעות, כשורש ריבועי של n כפול m (דוגמה ראשונה) או כשורש ריבועי של x כפול 16 (דוגמה שנייה). אך יש לשים לב, שנהוג לכתוב קודם את הכופל ואח"כ את השורש, כלומר: הפירוש המוטעה היה צריך להיות מודפס כך: $m\sqrt{n}$ או $16\sqrt{x}$. לכן, שתי צורות הכתיבה בבראיל של הדוגמאות דלעיל הן נכונות, אך **רצוי** להשתמש בנקודה-5. במקרה, ובכל זאת מופיע בדפוס ביטוי כגון: $\sqrt{nm}$, יש להוסיף בבראיל את סימן-הכפל כדי למנוע כל ספק, כלומר, בבראיל יש לכתוב: $\sqrt{n \cdot m}$.

ראה הערות לדוגמה השלישית בסעיף ג בעמוד הבא.

(ג) מעריך מורכב (בעל יותר מאיבר אחד, מכפלה וכד') יש לתחום בסוגריים, ואין לרווח לפני או אחרי סימני-פעולה.
מעריך, שהוא מספר טבעי או אות בודדת, אין צורך לתחום בסוגריים.
הערה:
סדר פעולות החשבון – ראה הערה בסעיף 3/ב בעמוד הבא.

דוגמאות נוספות

$$\sqrt[2]{\sqrt[3]{729}}$$



$$4 \bullet \sqrt[3]{(a^2)^4}$$



$$\sqrt[n]{a^k}$$



- ללא נקודה-5, הביטוי בבראיל יכול להתפרש, בטעות, גם כמכפלה: $\sqrt{nca}^{kc}$.
- אם אכן מופיעה בדפוס מכפלה כגון זו, ללא סימן-כפל, בבראיל יש להוסיף את סימן-הכפל. (הכתיבה בבראיל תהיה כמופיע לעיל, אך במקום נקודה-5 ייכתב סימן-כפל, ואין צורך בסוגריים המרובעים).
- באופן כללי:

כדי שביטוי עם שורשים יהיה חד-משמעי, בהעדר סימן-כפל בדפוס, יש לנהוג כלהלן:
בכתיבת מעריך וגורם - יש להשתמש בנקודה-5.
בכתיבת שורש ריבועי וכפל - יש להוסיף את סימן-הכפל.

הערה:

(ב) גורם מורכב (בעל יותר מאיבר אחד, מכפלה, שבר וכד') יש לתחום בסוגריים, ואין לרווח לפני או אחרי סימני-פעולה.

גורם, שהוא מספר טבעי או אמת בודדת, אין צורך לתחום בסוגריים.

הערה:

סדר פעולות החשבון – הפעולות בתוך השורש (בגורם) קודמות לפעולת הוצאת השורש. בדפוס, סימן-השורש משמש, למעשה, כסוגריים. כבראיל, מאחר שהכתיבה רציפה, יש צורך לתחום את הגורם בסוגריים. הוא הדין במעריך (ראה סעיף 2/ג בעמוד הקודם).

ראה דוגמאות בסעיפים 2/א-ג לעיל.

דוגמאות נוספות

Figure 1 displays 30 small square plots arranged in a 3x10 grid. Each plot contains a different configuration of black dots, representing various spatial patterns. The patterns range from a single dot in the top-left corner to a full 3x3 grid of dots.

$$\sqrt[3]{\frac{1}{100}}$$

$$\sqrt[3]{2a^5}$$

$$\sqrt{-a^3 \cdot b^2}$$

$$\sqrt[3]{\left(\frac{a^3 \cdot b^2}{2}\right)^{-1}}$$

שורשים

4. שברים

כאשר שורש מופיע במונה ו/או במכנה של שבר – יש להשתמש בקו-שבר בינוני (סימן-חילוק כפול), והשורש ייכתב, הן במונה הן במכנה, לפי הכללים של כתיבת שורשים המפורטים לעיל.

הערה

גם אם שורש מופיע בחזקות, בלוגריתמים וכד', יש להשתמש בקידומת סימן-מספר עפ"י הכללים של כתיבת שורשים המפורטים לעיל.

דוגמאות של שברים עם שורשים

$$\frac{1}{\sqrt[3]{8}}$$

$$\frac{1}{\sqrt[3]{8}}$$

$$\frac{\sqrt[5]{20}}{\sqrt[5]{10}}$$

$$\frac{\sqrt[5]{20}}{\sqrt[5]{10}}$$

5. הוספת סימנים (בבראיל)

בכתיבת ביטויים מסובכים ניתן להוסיף סימנים, שאינם מופיעים בדפוס, כדי שהביטוי המתמטי בבראיל יהיה חד-משמעי ולא יישאר מקום לספק באשר למובנו (בעיקר בשלבים הראשונים של לימוד נושא השורשים). למשל:

- כאשר שורש ריבועי נדפס ללא הספרה 2, ניתן לכתוב בבראיל את הספרה 2.
- כשישנו רצף של ביטויים שיש לכפול אותם, אך בדפוס אין סימן-הכפל מופיע, ניתן בבראיל להוסיף את סימן-הכפל (ללא רווח לפניו או אחריו), או לחלופין – להשתמש בסוגריים, על-פי הצורך.
- ניתן להפריד בין המעריך לגורם (הגודל הנתון) באמצעות נקודה-5.

דוגמה

$$8\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{x}}}\sqrt{1+\sqrt{x}}\sqrt{x}$$

$$8\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{x}}}\sqrt{1+\sqrt{x}}\sqrt{x}$$

$$8\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{x}}}\sqrt{1+\sqrt{x}}\sqrt{x}$$

	סיכום	שורשים
---	--------------	---------------

כתיבת שורשים בדפוס:

המעריך – נדפס משמאל לסימן-השורש בעלייה מקו-השורה.
הגורם (הגודל הנתון) – נדפס בקו-השורה בתוך סימן-השורש.

כתיבת שורשים בבראיל:

סימן-השורש, המעריך, [נקודה-5], הגורם (הגודל הנתון).
ללא רווחים.

סימן-השורש

סימן-השורש מיוצג בבראיל ע"י נקודות 1,2,4,5,6 .

⠠⠠⠠⠠⠠⠠

המעריך

- מספר נכתב ללא קידומת סימן-מספר.
- אות נכתבת עם קידומת לאות.
- מעריך מורכב יש לתחום בסוגריים, ואין לרווח לפני או אחרי סימני-פעולה במעריך.

נקודה-5

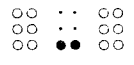
⠠⠠⠠⠠⠠⠠

יש להשתמש בנקודה-5 (סימן-בראיל) כדי להפריד בין המעריך לבין הגורם (הגודל הנתון), בעיקר כשהמעריך מורכב מאותיות בלבד, ותפקידה אף לייצג את המילה "של" בביטוי "שורש ... של ...".

הגורם (הגודל הנתון)

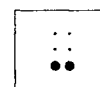
- מספר נכתב עם קידומת סימן-מספר.
- (שברים, חזקות וכד' נכתבים בגורם לפי כלליהם.)
- אות נכתבת עם קידומת לאות.
- גורם מורכב יש לתחום בסוגריים, ואין לרווח לפני או אחרי סימני-פעולה בגורם.

אינדקס תחתון

	בדפוס: אינדקס תחתון נכתב בירידה מקו-השורה.
	בבראיל: סימן-האינדקס מקדים לאינדקס עצמו (ללא רווחים).

1. סימן-אינדקס

(א) סימן-אינדקס (נקודות 3,6) הוא קידומת-בראיל הנכתבת לפני האינדקס התחתון.



(ב) נקודות 3,6 משמשות גם כקידומת לכל צורת כתיבה שיש בה ירידה מקו-השורה – ציון תחתי. בכתיבת הציון התחתי יש להשתמש בקידומת לאות או בקידומת למספר, כנדרש בכל נושא (ולא בכפוף לכללי כתיבת אינדקס תחתון).
ראה דוגמאות בלוגריתמים (שכללי כתיבתם דומים לכללי האינדקס; עמודים 71-77) ובקומבינטוריקה (שכללי כתיבתה שונים מכללי האינדקס; עמודים 123-124).

(ג) הערות

דוגמאות רבות, המופיעות בפרק זה, לקוחות מנושא הסדרות.
דוגמאות של אינדקס תחתון, בנוסף על אלו המופיעות בפרק זה, מצא לפי האינדקס שבסוף הספר.

2. אותיות

אות באינדקס יש לכתוב עם קידומת לאות.

דוגמה



a_n

אינדקס תחתון

3. מספרים

(א) מספר באינדקס יש לכתוב ללא קידומת סימן-מספר. (ראה דוגמאות להלן).

(ב) מספר באינדקס נכתב בשורות השנייה והשלישית של תא-הבראיל (כלומר: ישנה ירידה בתא-הבראיל במקביל לירידה בקו-השורה בדפוס).
[למעט המקרים המפורטים בסעיף ג להלן].

דוגמה

$$\begin{array}{cccc} \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \end{array} \quad a_3$$

(ג) מספרים באינדקס ייכתבו בשורות הראשונה והשנייה של תא-הבראיל (ולא בירידה לשורות השנייה והשלישית) במקרים כגון אלו:

- באינדקס ישנן פעולות חשבון.
 - סמוך לאיבר המצוין באינדקס מופיעים סימני-פיסוק או סימני-פעולה.
- (הטעם לכך הוא, שכאשר המספרים כתובים בשורות השנייה והשלישית נוצרת כפילות – סימן-פלוס והספרה 5 או סימן-מינוס והספרה 9 או פסיק והספרה 1 ועוד).

דוגמאות

$$\begin{array}{cccccccc} \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \end{array} \quad a_{n-3}$$

$$\begin{array}{cccccccc} \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \end{array} \quad (x_1, y_1)$$

$$\begin{array}{cccc} \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \end{array} \quad x_{1,2}$$

הערה

באופן כללי – בכל מקרה של ספק, ניתן לכתוב את מספרי האינדקס בשורות הראשונה והשנייה של תא-הבראיל, ללא ירידה לשורות השנייה והשלישית. (כמובן, ללא קידומת סימן-מספר).

(ד) כאשר האינדקס הוא סימן-פלוס או סימן-מינוס, יש לתחום אותו בסוגריים, כדי שהוא לא ייחשב בטעות כספרה (5 או 9).

דוגמה

$$\begin{array}{cccc} \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \end{array} \quad R_+$$

אינדקס תחתון

4. סוגריים

(א) אינדקס מורכב (בעל יותר מאיבר אחד וכד') יש לתחום בסוגריים, ואין לרווח לפני או אחרי סימני-פעולה.

ראה דוגמאות בסעיף 3/ג בעמוד הקודם.

דוגמה נוספת

$$f_{\min}$$

(ב) כשישנו סימן-פעולה לפני איבר המצוין באינדקס ושנתון בתוך סוגריים (בדפוס), יש לרווח לפני סימן-הפעולה (אך לא אחריו).
אם באינדקס כדלעיל ישנם מספרים, הם ייכתבו בשורות הראשונה והשנייה (ללא ירידה).

דוגמה

$$(x_2 - x_1)^2$$

(ג) כשגורם, המצוין באינדקס, כלול בתבנית מספר – רצוי לתחום אותו בסוגריים (בעיקר אם הוא מופיע בראשית הביטוי או באמצעו).

דוגמאות

$$a_1 x$$

$$2 a_1 q^2$$

אינדקס תחתון

(ד) ישנם מקרים, שבהם חייבים לתחום בסוגריים את האיבר המצוין באינדקס.

דוגמאות

$$\begin{array}{cccccccc} \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \end{array}$$

$$x_1^n$$

$$\begin{array}{cccccccc} \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \end{array}$$

$$2^{a_2}$$

הערה לדוגמאות דלעיל:

בחזקות – אינדקס בבסיס ו/או במעריך נכתב לפי כללי האינדקס התחתון.

(ה) אין להרבות בתוספת סוגריים, כאשר הביטוי מובן.

דוגמאות

$$\begin{array}{cccccccc} \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \end{array}$$

$$a_n x^n$$

$$\begin{array}{cccccccc} \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \end{array}$$

$$a_{n-1} x^{n-1}$$

הערות לדוגמאות דלעיל:

- דוגמה ראשונה
בדוגמה זו הגורם הראשון נכתב בסוגריים, כדי להקל על ההבנה.
לחלופין, ניתן היה לכתוב סימן-כפל בין הגורמים, ואזי לא היה צורך בסוגריים (כמופיע בדוגמה השלישית שבסעיף 5 בעמוד הבא).
- דוגמה שנייה
בדוגמה זו אין שום קושי, לכן בגורם הראשון רק האינדקס נכתב בסוגריים, אך לא הגורם כולו (אחרת היה צורך להשתמש גם בסוגריים מרובעים). כמו-כן, בגורם השני רק מעריך-החזקה נכתב בסוגריים.

אינדקס תחתון

5. שברים

- (א) כאשר איבר, המצוין באינדקס, מופיע במונה ו/או במכנה של שבר – יש להשתמש בקו-שבר בינוני, כלומר: סימן-חילוק כפול.
- (ב) יש להשתמש בקידומות עפ"י כללי האינדקס התחתון, אך מספרים באינדקס ייכתבו בשורות הראשונה והשנייה של תא-הבראיל (ללא ירידה), מאחר שסימני פתיחה/סיום של שבר מורכב זהים לספרה 7 כשהיא נמוכה.

דוגמאות של שברים עם אינדקס

$$\frac{a_1}{b_1}$$

$$\frac{(a_1 + a_n)n}{2}$$

$$\frac{a_1 q^2}{a_1 q^5}$$

$$\frac{a_1(q^2 - 1)}{a_1 q(q^2 - 1)}$$

$$\frac{a_1(q^2 - 1)}{a_1 q(q^2 - 1)}$$

$$\frac{a_1(q^2 - 1)}{a_1 q(q^2 - 1)}$$

$$\frac{a_1(q^2 - 1)}{a_1 q(q^2 - 1)}$$

אינדקס תחתון

00	סיכום	אינדקס תחתון
----	-------	---------------------

כתיבת אינדקס תחתון בדפוס:
האינדקס נדפס בירידה מקו-השורה.

כתיבת אינדקס תחתון בבראיל:
סימן-אינדקס, האינדקס.
ללא רווחים.

סימן-אינדקס

סימן-אינדקס (נקודות 3,6) הוא קידומת-בראיל הנכתבת לפני האינדקס התחתון.

••	••	••
••	••	••
••	••	••

האינדקס

- **מספר** באינדקס נכתב ללא קידומת סימן-מספר, תוך ירידה לשורות השנייה והשלישית של תא-הבראיל, ובמקרים מסוימים – הוא נכתב בשורות הראשונה והשנייה (ללא ירידה).
- **אות** באינדקס נכתבת עם קידומת לאות.
- אינדקס מורכב יש לתחום בסוגריים, ואין לרווח לפני או אחרי סימני-פעולה באינדקס.

לוגריתמים

$\log_{\square}$	צורת הכתיבה בדפוס: ראשית נכתב לוג. לאחר הלוג נכתב הבסיס בירידה מקו-השורה. לאחר הבסיס נכתב הגורם (הגודל הנתון) בקו-השורה.
	סדר הכתיבה בבראיל: לוג, סימן-בסיס, הבסיס, [נקודה-5], הגורם (הגודל הנתון). ללא רווחים.

1. לוג

לוג נכתב באותיות לטיניות, ללא קידומת אות לטינית קטנה.

	log
--	-----

הערה

- ישנם מקרים, שבהם יש צורך בקידומת אות קטנה לפני המילה לוג. למשל:
- כאשר ישנו משתנה (אות) לפני המילה לוג. ראה דוגמה שנייה בעמוד 77 להלן.
 - כאשר לוג נכתב לאחר סוגר-עגול-ימני או אחרי סוגר-צומד-ימני, הזהים לאותיות בבראיל. ראה דוגמה אחרונה בעמוד 73 להלן.
- כמו-כן, אם לוג נכתב בבראיל בתוך סוגריים עגולים כמופיע בדפוס, רצוי להוסיף קידומת אות קטנה ללוג. ראה דוגמה שנייה בעמוד הבא ודוגמה אחרונה בעמוד 76.

הערה כללית

דוגמאות של לוגריתמים, בנוסף על אלו המופיעות בפרק זה, מצא לפי האינדקס שבסוף הספר.

לוגריתמים

2. סימן-בסיס

סימן-בסיס (נקודות 3,6) הוא קידומת-בראיל הנכתבת לפני בסיס-הלוגריתם. הערה: בסיס-הלוגריתם מודפס בירידה מקו-השורה (ציון תחתי – ראה "אינדקס תחתון" סעיף 1/ב עמוד 64 לעיל).

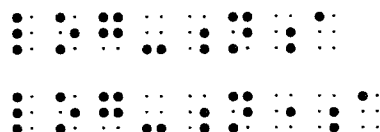


3. הבסיס

(א) אותיות

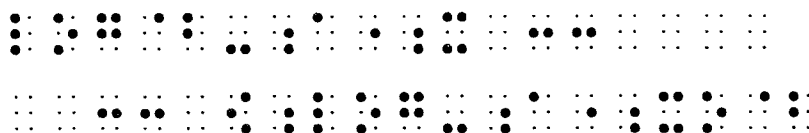
אות בבסיס יש לכתוב עם קידומת לאות.

דוגמאות



$\log_n a$

$$\log_a^2 x = (\log_a x)^2$$



ראה הערה בסעיף 1 בעמוד הקודם.

נקודה-5 (סימן-בראיל)

המילה לוג נכתבת ראשונה, ואחריה נכתבים הבסיס והגורם (הגודל הנתון). בבראיל, בין הבסיס לגורם אין שום סימן מפריד. כדי להקל על הבנת הביטוי, ניתן להשתמש בנקודה-5 כהפרדה בין הבסיס לגורם, והיא אף משמשת בתפקיד המילה "של" – לוג n של a (לוגריתם של a לפי בסיס n).

הצורך בנקודה-5 מתעורר, בעיקר, כאשר גם הבסיס וגם הגורם הם אות בודדת (אם הם מורכבים, הרי שהם נכתבים בבראיל בסוגריים, ואז ישנה הפרדה בין הבסיס לגורם. ראה דוגמאות בכל הפרק).

רצוי להשתמש בנקודה-5, בעיקר בשלבים הראשונים של לימוד נושא הלוגריתמים.

לוגריתמים

(ב) מספרים

(1) מספר בבסיס יש לכתוב ללא קידומת סימן-מספר.
[למעט המקרים המפורטים בס"ק (3) להלן].

(2) מספר בבסיס נכתב בשורות השנייה והשלישית של תא-הבראיל (כלומר: ישנה ירידה בתא-הבראיל במקביל לירידה בקו-השורה בדפוס).
[למעט המקרים המפורטים בס"ק (3)-(4) להלן].

דוגמה

$$\log_{10} 100 = 2$$

(3) אם הבסיס הוא שבר, שורש וכד', אזי:

- המספרים ייכתבו בשורות הראשונה והשנייה של תא-הבראיל (ולא בירידה לשורות השנייה והשלישית);
- וקידומת סימן-מספר תיכתב עפ"י הכללים האופייניים לנושאים אלו והמפורטים בפרקים המתאימים.

דוגמאות

$$\log_{\frac{1}{8}} 16$$

$$\log_{\sqrt{2}} 8$$

$$\log_{0.25} 8$$

לוגריתמים

(4) כאשר ישנם סימני-פעולה בבסיס, אזי:

המספרים שבבסיס ייכתבו בשורות הראשונה והשנייה של תא-הבראיל (ולא בירידה לשורות השנייה והשלישית).
 כזכור, כאשר המספרים כתובים בשורות השנייה והשלישית נוצרת כפילות בבראיל, כגון: סימן-פלוס והספרה 5 או סימן-מינוס והספרה 9.

דוגמה



$\log_{n-1} x$

הערה

אם מופיעים סימני חיבור או חיסור לפני לוג שבסיסו מספר, המספר ייכתב בירידה, אך רצוי לרווח בין סימן-הפעולה לבין הלוג.
 לדוגמה:

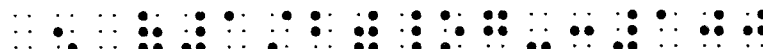
$\dots - \log_2 16$



$\dots + \frac{1}{2} \log_3 100$



או



(ג) בסיס מורכב (בעל יותר מאיבר אחד, מכפלה, שבר וכד') יש לתחום בסוגריים, ואין לרווח לפני או אחרי סימני-פעולה.

בסיס, שהוא מספר טבעי או אות בודדת, אין צורך לתחום בסוגריים.
 ראה דוגמאות בסעיף ב בעמוד הקודם.

4. הגורם (הגודל הנתון)

(א) **מספר** בגורם (מספר נתון שאת הלוגריתם שלו יש למצוא) יש לכתוב עם קידומת סימן-מספר. אות בגורם יש לכתוב עם קידומת לאות.

הערה:

אם בגורם ישנם שבר, חזקה, שורש וכד', השימוש בקידומת סימן-מספר הוא עפ"י הכללים האופייניים לכל נושא ונושא והמפורטים בפרקים המתאימים.

(ב) גורם מורכב (שבר, חזקה וכד') יש לתחום בסוגריים, ואין לרווח לפני או אחרי סימני-פעולה. גורם, שהוא מספר טבעי או אות בודדת, אין צורך לתחום בסוגריים.

ראה דוגמאות בסעיף 3 לעיל.

דוגמאות נוספות

$$\log_n ab$$

$$\log_n ab$$

$$\log_5 x^3$$

$$\log_5 x^3$$

$$\log_2 \frac{9}{4}$$

$$\log_2 \frac{9}{4}$$

$$\log \frac{24}{\sqrt{5}}$$

$$\log \frac{24}{\sqrt{5}}$$

$$\log(a \cdot b \cdot c)$$

$$\log(a \cdot b \cdot c)$$

$$\log_c y^{1/2}$$

$$\log_c y^{1/2}$$

הערה כללית

בהוספת סוגריים בבראיל, ניתן להשתמש בסוגריים מרובעים (ולא בסוגריים עגולים), במקום שבו יכול להתעורר ספק בגלל האות o, המופיעה במילה log, והזהה לסוגר-עגול-ימני (ראה דוגמה אחרונה בעמוד הקודם). לחלופין, ניתן להשתמש בסוגריים העגולים המוצעים בפרק "הערות והארות" עמוד 133 (ראה דוגמאות בסעיף 5 להלן).

לוגריתמים

(ג) לוגריתם לפי בסיס 10

בתרגילים שבהם מופיע לוג ללא ציון הבסיס (כלומר: הלוג הוא לפי בסיס 10), במקרים רבים אין צורך בסוגריים התוחמים בבראיל את הגורם כולו. יש להשתמש בסוגריים לתחימת מרכיבים בגורם, אם נדרש הדבר.

ראה

דוגמאות רביעית וחמישית בסעיף 4 בעמוד הקודם, ולעומתן את הדוגמאות שלהלן:

$$\log 2^5$$

$$\log 5^x$$

$$\log 8^{4/3} + \log 25^{1/2} - \log 8$$

$$\log 8^{4/3} + \log 25^{1/2} - \log 8$$

הערה לדוגמה דלעיל:

בשני המחברים הראשונים, מעריך-החזקה נכתב בבראיל בסוגריים, אך לא הגורם כולו. אם בסיס 10 היה מצוין, אזי היה צורך לתחום את הגורם כולו בסוגריים מרובעים (בנוסף לסוגריים העגולים התוחמים את המעריך), כלומר:

$$\log_{10} 8^{4/3}$$

$$\log_{10} 8^{4/3}$$

לוגריתמים

5. שברים

כאשר לוגריתם מופיע במונה ו/או במכנה של שבר – יש להשתמש בקו-שבר בינוני (סימן-חילוק כפול), והלוגריתם ייכתב, הן במונה הן במכנה, לפי הכללים של כתיבת לוגריתמים המפורטים לעיל.

הערה

גם אם לוג מופיע בחזקות וכד', יש להשתמש בקידומת סימן-מספר עפ"י הכללים של כתיבת לוגריתמים המפורטים לעיל. לדוגמה:

$$5^{\log_5 7}$$

הערה לגבי הסוגריים בבראיל בדוגמה דלעיל: ראה הערה ראשונה לדוגמה הראשונה בעמוד הבא.

דוגמאות של שברים עם לוגריתמים (עמודים 76-77)

$$\frac{1}{\log_3 9}$$

$$\frac{\log_8 \left(\frac{8}{x} \right)^2}{(\log_8 x)^2}$$

הערה לדוגמה דלעיל:

יש שימוש בסימני פתיחה/סיום של שבר מורכב, על-אף שהם זהים לספרה 7 בירידה בתא, מאחר שהם כתובים בהתחלה ובסיום של הביטוי המתמטי ואילו הספרה הנמוכה מופיעה באמצעו.

$$\frac{\log_8 \left(\frac{8}{x} \right)^2}{(\log_8 x)^2}$$

$$\frac{\log_8 \left(\frac{8}{x} \right)^2}{(\log_8 x)^2}$$

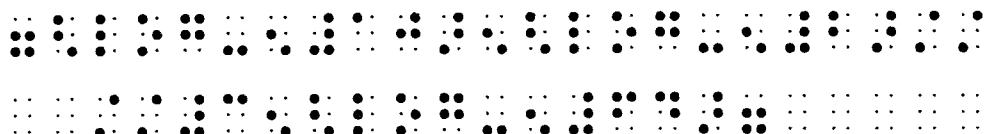
$$\frac{\log_8 \left(\frac{8}{x} \right)^2}{(\log_8 x)^2}$$

הערה לדוגמה דלעיל:

אם יש חשש לספק, כאשר בסיס 8 שבמכנה נכתב בירידה בתא-הבראיל (בגלל קידומת לאות הנמצאת בסמוך לספרה 8 הנמוכה), ניתן לכתוב את בסיס 8 ללא ירידה.

לוגריתמים

$$\frac{\log_5 10 + \log_5 2}{3 + \log_5 64}$$



הערות לדוגמה דלעיל:

- כאשר במונה ו/או במכנה ישנם איברים שבסיסם כתוב בשורות השנייה והשלישית של תא-הבראיל, ולידם ישנם סימני חיבור או חיסור, יש להשתמש בסוגריים כדי למנוע כל ספק. בדוגמה בבראיל יש שימוש בסוגריים העגולים המוצעים בפרק "הערות והארות" עמוד 133, כמופיע גם בדוגמה הראשונה שבסעיף זה לעיל.
- שים לב, שהאיבר 3 שבמכנה נכתב עם קידומת סימן-מספר.

$$\frac{x \log 5 - x}{\log 5}$$



הערות לדוגמה דלעיל:

- המילה לוג במונה נכתבת עם קידומת אות לטינית קטנה, כי לפנייה יש משתנה (אות).
- במכנה הגורם נכתב עם קידומת סימן-מספר (לוג לפי בסיס 10 שאינו מצוין).

$$\log_2 \frac{\sqrt{ab}}{c^2}$$



הערה לדוגמה דלעיל:

- שים לב, שיש שימוש בסוגריים מרובעים במקום סימני פתיחה/סיום של שבר מורכב.

לוגריתמים

6. לוגריתם טבעי

(א) לוג שבסיסו e נקרא לוגריתם טבעי, ומסמנים אותו ב- $\ln$.

	$\ln$
--	-------

הערות

- $\log$ נכתב (לרוב) ללא קידומת אות, ואילו $\ln$ נכתב תמיד עם קידומת אות.
- $e \approx 2.718$

- (ב) דינו של לוג טבעי כדין לוג לפי בסיס 10 שאינו מצוין, כלומר:
- (1) במקרים רבים אין צורך בסוגריים התוחמים בבראיל את הגורם כולו. יש להשתמש בסוגריים לתחימת מרכיבים בגורם, אם נדרש הדבר.
- (2) במכנה של שבר, במעריך של חזקה וכד', יש לכתוב לוג טבעי עם קידומת סימן-מספר. (בלוג טבעי מופיע רק הגורם.)

(ג) דוגמאות (עמודים 78-79)

$$y = \ln x$$

$$\frac{1}{2} \ln c$$

$$\ln \frac{a^4}{b}$$

$$\ln \sqrt[3]{40}$$

$$e^{\sqrt{\ln x}}$$

$$\ln \sqrt[7]{a^2 b^3}$$

$$y = (\ln x)^3 - 3 \ln x$$

Figure 1 displays 16 dot patterns arranged in two rows of eight. Each pattern is a 4x4 grid of dots with some dots missing, creating various shapes. The patterns are labeled with numbers 1 through 16.

$$\frac{\ln 9}{\ln 3}$$

$$\frac{2\ln 3 + \frac{1}{2}\ln 16}{\ln 12 - \ln 2}$$

$$\left(e^{1/2}\right)^{\ln 4}$$

$\log_{\square}$

סיכום

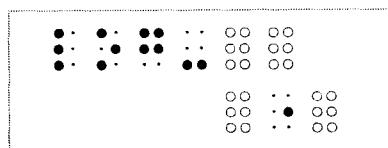
לוגריתמים

כתיבת לוגריתמים בדפוס:

לוג – נדפס בקו-השורה.

הבסיס – נדפס מימין ללוג בירידה מקו-השורה.

הגורם (הגודל הנתון) – נדפס מימין לבסיס בקו-השורה.



כתיבת לוגריתמים בבראיל:

לוג, סימן-בסיס, הבסיס, [נקודה-5], הגורם (הגודל הנתון).

ללא רווחים.

לוג

log נכתב באותיות לטיניות קטנות ללא קידומת אות (פרט למקרים מסוימים שבהם יש להוסיף

קידומת אות). ln נכתב עם קידומת אות קטנה.

סימן-בסיס

סימן-בסיס (נקודות 3,6) הוא קידומת-בראיל הנכתבת לפני הבסיס.

הבסיס

- מספר נכתב ללא קידומת סימן-מספר, תוך ירידה לשורות השנייה והשלישית של תא-הבראיל,

ובמקרים מסוימים – הוא נכתב בשורות הראשונה והשנייה (ללא ירידה).

(שברים, שורשים וכד' נכתבים בבסיס לפי כלליהם.)

- אות נכתבת עם קידומת לאות.

- בסיס מורכב יש לתחום בסוגריים,

ואין לרווח לפני או אחרי סימני-פעולה בבסיס.

נקודה-5

רצוי להשתמש בנקודה-5 (סימן-בראיל) כדי להפריד בין בסיס (אות) לבין גורם (אות),

ותפקידה אף לייצג את המילה "של" בביטוי "לוג ... של ..." ("לוג של ... לפי בסיס ...").

הגורם (הגודל הנתון)

- מספר נכתב עם קידומת סימן-מספר.

(שברים, חזקות וכד' נכתבים בגורם לפי כלליהם.)

- אות נכתבת עם קידומת לאות.

- גורם מורכב יש לתחום בסוגריים,

ואין לרווח לפני או אחרי סימני-פעולה בגורם.

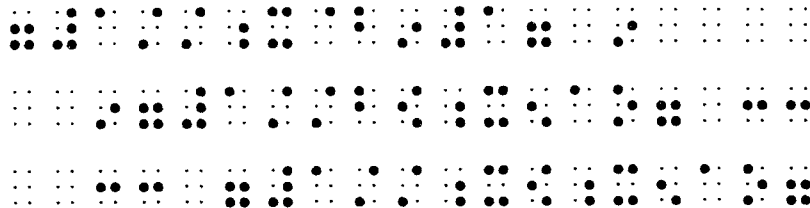
המשוואה תיכתב בצד שמאל, והתנאי – בצד ימין (עם שני תאי-רווח בין המשוואה לתנאי).

2. משוואה ארוכה

אם משוואה הינה ארוכה וכתובה בבראיל על יותר משורה אחת, אזי:
יש לסיים כל שורה בסימן-מתמטי, ולחזור על אותו סימן בראשית השורה הבאה, שתחל בתא השלישי ביחס לתחילת שורת הבראיל הראשונה של המשוואה.

דוגמה

$$\frac{1}{x^2-1} - \frac{1}{2(x+1)} = \frac{1}{x(x+1)}$$



הערות לדוגמה דלעיל:

- (א) החלוקה לשורות צריכה להיעשות בצורה שתקל על פתרון המשוואה.
בדף בראיל, שבו השורות ארוכות יותר, עדיף לחלק את המשוואה כלהלן:
האגף שמשמאל לסימן-השוויון בשורה הראשונה, והאגף הימני – בשורה השנייה.
- (ב) בשבר הראשון, 1- שבמכנה נכתב עם קידומת סימן-מספר, כי ישנה חזקה במכנה.
אם 1- היה נכתב ללא קידומת סימן-מספר, ניתן היה לחשוב, בטעות, כי 1- מתייחס למעריך-
החזקה. (על-אף, שאם 1- אכן היה שייך למעריך-החזקה, הרי שהמעריך היה תחום בסוגריים
בבראיל.)
- (ג) השימוש דלעיל בקידומת סימן-מספר במכנים (כלומר: האבחנה אם יש או אין חזקות במכנה),
מקל בנושאים מתמטיים שונים, לדוגמה: בפירוק לגורמים.

משוואות עם כמה נעלמים

(מהמעלה הראשונה ומהמעלה השנייה)

1. סוגריים

(א) במערכת משוואות בשני נעלמים ויותר, התחומה משמאל בסוגריים צומדים (מסולסלים), יש להכפיל את הסוגר-הצומד-השמאלי בראשית כל משוואה, ולרווח תא אחד בינם לבין תחילת המשוואה.

(ב) אם ישנם סוגריים גם מימין, יש להכפיל את הסוגר-הצומד-הימני בסיום המשוואה, ולרווח תא אחד בינם לבין סוף המשוואה.

הערה:

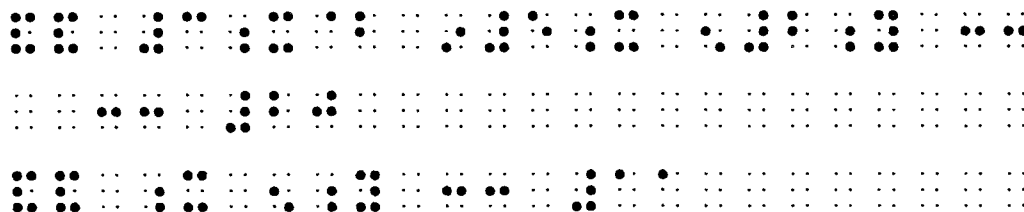
אם בשורת הבראיל אין מקום לסוגריים שמימין – ניתן לוותר עליהם, אך במקרה כזה יש לבטלם בכל משוואות המערכת.

(ג) אם ישנם סוגריים רק בצד ימין, יש לכותבם בבראיל בצד שמאל, כלומר: סוגר-שמאלי כפול.

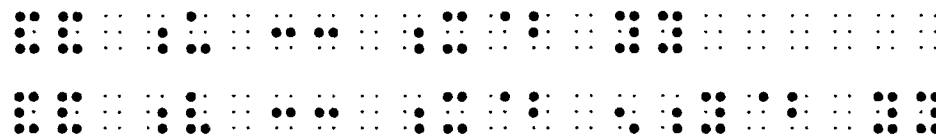
(ד) שים לב! הסוגריים הצומדים מיוצגים בבראיל ע"י סוגר כפול, ללא קשר למספר משוואות המערכת, כלומר: גם במערכת, הכוללת יותר משתי משוואות, יש לכתוב סוגר כפול בתחילת כל משוואה.

דוגמאות

$$\begin{cases} 3x^2 - 5x + 2y = 20 \\ x + y = 11 \end{cases}$$



$$\begin{cases} u = x^2 \\ v = x^2 + y^2 \end{cases}$$



2. מערכת משוואות בכמה נעלמים ללא סוגריים צומדים

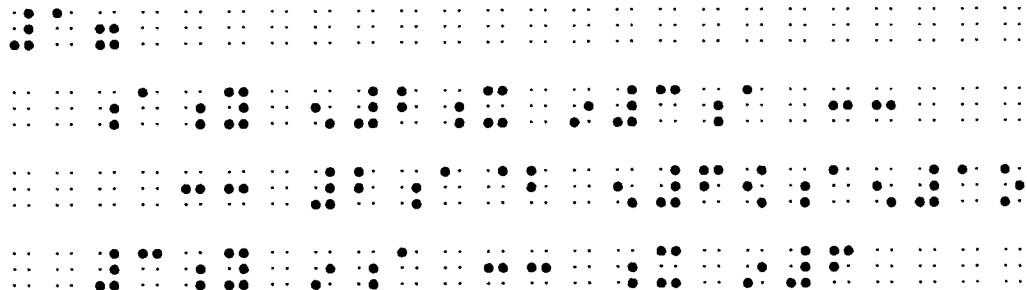
(א) יש לרשום כל משוואה בשורה נפרדת, זו אחר זו, כשכל משוואה מתחילה מאותו תא בשורה.

(ב) אם אחת (או יותר) מהמשוואות ארוכה וכתובה בבראיל על יותר משורה אחת, יש להתחיל את השורה/ות הנוספת/ות בתא השלישי ביחס לתחילת המשוואה.

דוגמה

$$ay + 2x - 3a = 2a^2 + 6(a + 1) \quad (1)$$

$$3y - a = x - 6$$



הערה לדוגמה דלעיל:

בבראיל, רצוי לכתוב את מספר התרגיל בשורה אחת, ובשורה שאחריה להתחיל את מערכת המשוואות. כך משיגים אחדות במיקום של התא הראשון (ההתחלה) של כל אחת ממשוואות המערכת.

משוואות

3. מיקום בטורים

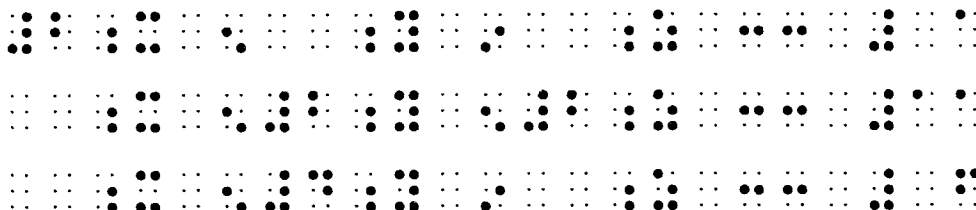
ישנן מערכות של משוואות, שבהן יש להקפיד על כתיבת סוגי הנעלמים ב"טורים", כלומר: טור ה-x-ים, טור ה-y-ים וכו'. וזאת, כאשר ישנו הסבר או כדי להקל על פתרון מערכת משוואות. במקרים כגון אלו יש לכתוב בבראיל במקביל לדפוס.

דוגמה

$$2x + y - z = 1$$

$$x + 2y + 2z = 11$$

$$x + 4y - z = 6$$



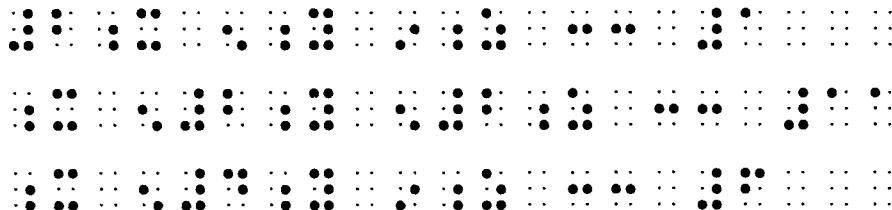
הערה לדוגמה דלעיל:

אם אין צורך לכתוב ב"טורים", הדוגמה תיכתב כלהלן:

$$2x + y - z = 1$$

$$x + 2y + 2z = 11$$

$$x + 4y - z = 6$$



משוואות

4. השוואת מקדמים

דוגמה

$$5x - 2y = 9 \quad / \cdot 3$$

$$7x + 6y = 39$$

$$\begin{array}{r} 15x - 6y = 27 \\ 7x + 6y = 39 \\ \hline 22x = 66 \\ x = 3 \end{array}$$

אם הכופל או המחלק מופיעים בדפוס בצד שמאל, בבראיל יש לכותבם בצד ימין של כל משוואה, לאחר 2 תאי-רווח מסוף המשוואה.

דוגמה

$$|3| \quad 5x - 2y = -34$$

$$|2| \quad 2x + 3y = 13$$

$$\begin{array}{r} 15x - 6y = -102 \\ 4x + 6y = 26 \\ \hline 11x = -76 \\ x = -7 \end{array}$$

הערה לדוגמה דלעיל:

הקווים האנכיים, הן הקו-הפותח והן הקו-הסוגר, מסומנים בבראיל ע"י נקודות 4,5,6.

תן דעתך להבדל בין ערך מוחלט לבין קווים אנכיים:

בערך מוחלט הקו-הפותח מסומן ע"י נקודות 4,5,6 ואילו הקו-הסוגר מסומן ע"י נקודות 1,2,3.

משוואות

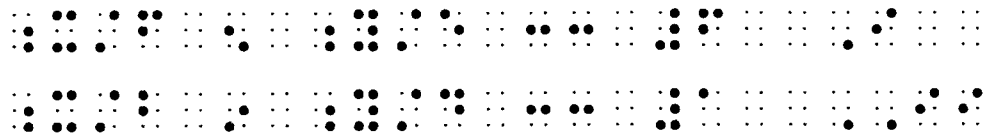
5. מספור רומי

כאשר משוואות המערכת מצוינות במספור רומי בצד שמאל, בבראיל יש לכתוב את המספור הרומי בצד ימין של כל משוואה, לאחר 2 תאי-רווח מסוף המשוואה.

דוגמה

$$I \quad \frac{x}{6} + \frac{y}{5} = 6$$

$$II \quad \frac{x}{2} - \frac{y}{4} = 1$$



הערות לדוגמה דלעיל:

(א) שתי המשוואות שוות באורכן (מבחינת מספר תאי-הבראיל), ולכן המספור הרומי מקביל במיקומו בשתייהן.

כאשר המשוואות אינן שוות באורכן, מיקום המספור הרומי אינו מקביל – בסוף כל משוואה, לאחר 2 תאי-רווח, יש לכתוב את המספור הרומי (בדומה למופיע בדוגמה שבסעיף 4 בעמוד הקודם).

(ב) אם ישנו הפרש ניכר באורכן של משוואות מערכת, או כאשר אחת מהמשוואות כתובה על יותר משורת בראיל אחת ושורתה האחרונה קצרה – ניתן להאריך שורת בראיל קצרה בעזרת קו-מנחה עד לגבול הימני של המערכת, ואזי לכתוב את המספור הרומי. קו-מנחה מורכב מרצף נקודות 3,6 או מרצף נקודה-6. יש להשאיר תא-רווח בין הקו-המנחה לבין סוף המשוואה (שמשמאלו) ותא-רווח בינו לבין המספור הרומי (שמימינו).

הערה כללית

כתיבת משוואות מעריכיות ומשוואות לוגריתמיות בבראיל היא לפי הכללים המפורטים בפרקים "חזקות" (עמודים 50-57) ו"לוגריתמים" (עמודים 70-80) לעיל.

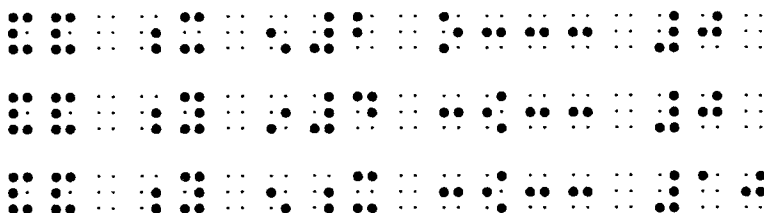
אי-שוויונים

1. כללים

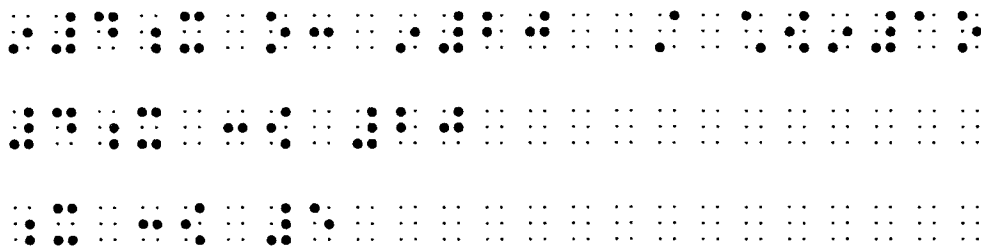
כללי הבראיל, הנהוגים במשוואות, חלים גם על אי-שוויונים.

2. דוגמאות (עמודים 89-90)

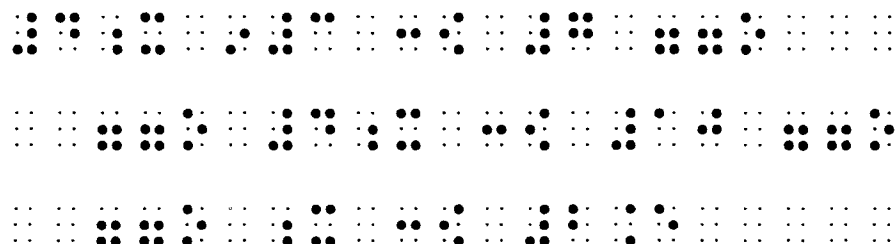
$$\begin{cases} x+2 \geq 0 \\ y-4 \leq 0 \\ y+x \leq 10 \end{cases}$$



$$\begin{aligned} -4x &> -20 && / \cdot (-1) \\ 4x &< 20 \\ x &< 5 \end{aligned}$$

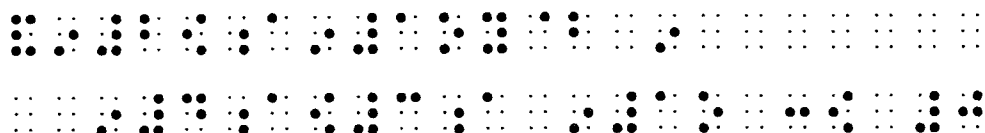


$$4x-3 < 7 \Rightarrow 4x < 10 \Rightarrow x < 2.5$$



אי-שוויונים

$$\{-2(a-1)\}^2 - 4a(3a-1) < 0$$



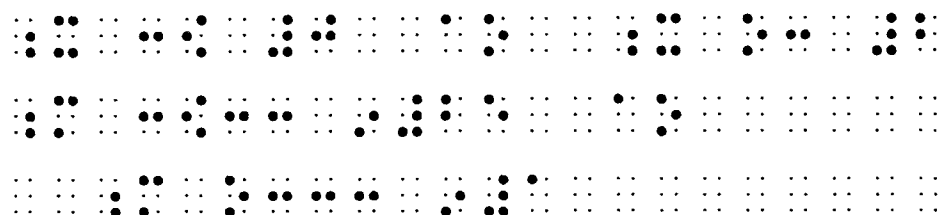
הערה לדוגמה דלעיל:

כאשר בדפוס מופיעים סוגריים עגולים וסוגריים צומדים (ולא סוגריים מרובעים), בבראיל יש לכתוב את סוגי הסוגריים במקביל לדפוס. אולם, אם בבראיל יש צורך להוסיף סוגריים על אלו המופיעים בדפוס, אזי סדר הסוגריים בבראיל, מהפנימי כלפי חוץ, הוא: עגולים, מרובעים, צומדים – $\{[()]\}$.

פתרון האי-שוויון הוא:

$$x < 0 \quad \text{או} \quad x > 2$$

$$m \leq -25 \quad \text{או} \quad m \geq -1$$

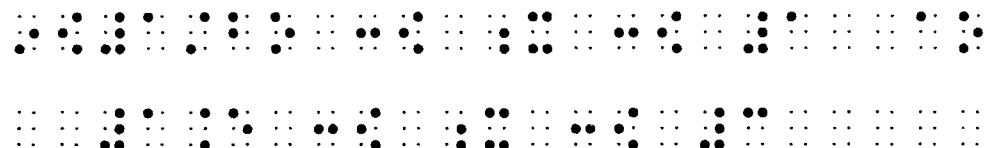


הערה לדוגמה דלעיל:

שתי שורות הבראיל האחרונות תיכתבנה בשורה אחת בלבד בדף בראיל סטנדרטי.

התחום המשותף הוא:

$$-\frac{1}{2} < x < 1 \quad \text{או} \quad 1.5 < x < 3$$



קבוצות

2. סוגי קבוצות והקשר ביניהן

(א) סימנים

	$\subset$	קבוצה חלקית
	$\subseteq$	קבוצה חלקית או שווה
	$\not\subset$	אינה קבוצה חלקית
	$\supset$	קבוצה מכילה
	$\supseteq$	קבוצה מכילה או שווה
	$\not\supset$	אינה קבוצה מכילה
	$\cup$	(קבוצת) איחוד
	$\cap$	(קבוצת) חיתוך
	ϕ	קבוצה ריקה
	$\{ \}$	
	$\bar{} '$	(קבוצת) משלים, קבוצה משלימה

תן דעתך:

- סימן-קבוצה הוא קידומת נקודות 4,5,6. אין הכוונה לקידומת אות יוונית גדולה!
- סימן-הבראיל של ϕ הוא אפס נמוך, שפירושו: קבוצה שמספר איבריה אפס (שיש בה אפס איברים). לא המספר אפס!

קבוצות

ב) דוגמאות



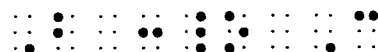
$$A \subset B$$



$$C \not\subset B$$



$$B \supset A$$



$$B \not\supset C$$



$$(F \cap G) \cup H$$



$$H \cap I = \emptyset$$

$$B = \{\text{האנשים שגובהם מעל 5 מ'}\} = \{ \}$$



$$A = \{2, 4, 6\}$$

$$\overline{A} = \{1, 3, 5\}$$



קבוצות

3. כתיב אלגברי

(א) נוהגים לסמן קבוצות בכתיב אלגברי מקוצר באמצעות משתנה.

(ב) הסימן | פירושו: כך ש-, והוא מסומן בבראיל בנקודות 4,5,6 הערה:

כך ש- מיוצג בדפוס גם ע"י נקודתיים (בבראיל נקודות 2,5).

דוגמאות (עמודים 94-95)

$$A = \{x \mid x + 3 > 1\}$$

$$\{x \mid x > 2 \text{ and } x < 5\}$$

$$\{x \mid x < -8 \text{ or } x > 8\}$$

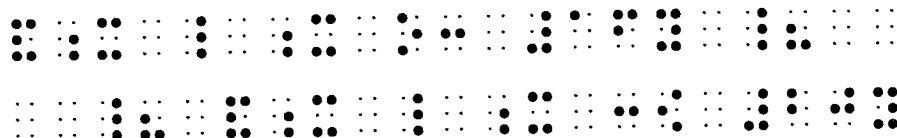
הערה לדוגמאות השנייה והשלישית דלעיל:

רק אם אין מקום לכל הביטוי בשורת בראיל אחת, יש לחלק את השורה ולכתוב את הביטוי בבראיל לפי דוגמאות אלו.

בכתיבה בשורת בראיל אחת, יש להשאיר שני תאי-רווח לפני ואחרי המילים וגם/או. (ברור, שהקו-המנחה מיותר במקרה כזה).

קבוצות

$$\{x \mid x > 16\} \cap \{x \mid x < 20\}$$



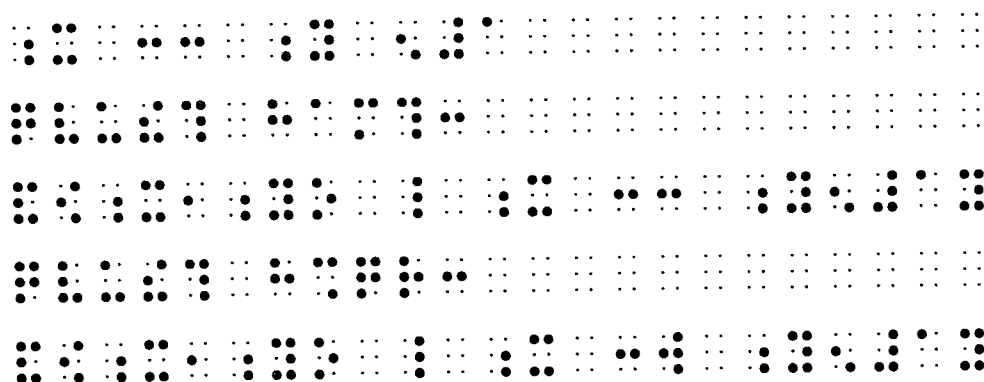
הערה לדוגמה דלעיל:

אם הביטוי נכתב בשורת בראיל אחת, יש להשאיר תא-רווח לפני ואחרי סימן-החיתוך (הנכתב, כמובן, פעם אחת בלבד).

$$x = y + 1$$

קבוצת האמת: $\{(x, y) \mid x = y + 1\}$

קבוצת השקר: $\{(x, y) \mid x \neq y + 1\}$



גבולות

1. סימנים

	lim	גבול
	→	שואף ל-
	∞	אינסוף

2. כללים

(א) גבול

lim נכתב באותיות לטיניות ללא קידומת אות קטנה.

(ב) סדר הכתיבה בבראיל

גבול, נקודה-5, כאשר... שואף ל..., נקודה-5, ביטוי מתמטי.
הערה:

אין לרווח לפני או אחרי החץ (שואף ל-).
(ראה דוגמאות בעמודים הבאים).

(ג) חלוקה לשורות

- (1) אם בבראיל התרגיל כתוב על יותר משורה אחת, יש להתחיל את השורות הנוספות בתא השלישי ביחס לתחילת שורת הבראיל הראשונה של התרגיל.
- (2) יש לסיים כל שורת בראיל בסימן-מתמטי (או בסימן-בראיל כגון נקודה-5), ולכותבו שוב בראשית השורה העוקבת.
- (3) יש לחלק את התרגיל בין שורות הבראיל בצורה הגיונית, שתקל על הבנת התרגיל ופתרונו.

הערה: בגלל רוחבו של דף דפוס זה, דוגמאות רבות בספר חולקו לשתי שורות בראיל, על-אף שבדף בראיל סטנדרטי הן היו נכתבות בשורת בראיל אחת. עם זה, כתיבת הדוגמאות בשתי שורות הבראיל המודפסות מדגימה את עקרונות החלוקה המועדפת.

גבולות

3. דוגמאות (עמודים 97-98)

$$\lim_{x \rightarrow 10} x^2 - 7x$$

$$\lim_{x \rightarrow \pi/2} 1 + \cos x$$

$$\lim_{x \rightarrow x_1} f(x) = -\infty$$

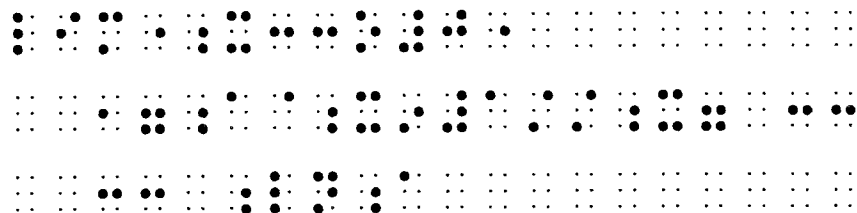
$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{-3x^2 + 8x}{x^2}$$

הערה לדוגמה דלעיל:

הדוגמה כולה תיכתב בשורה אחת בלבד בדף בראיל סטנדרטי.

גבולות

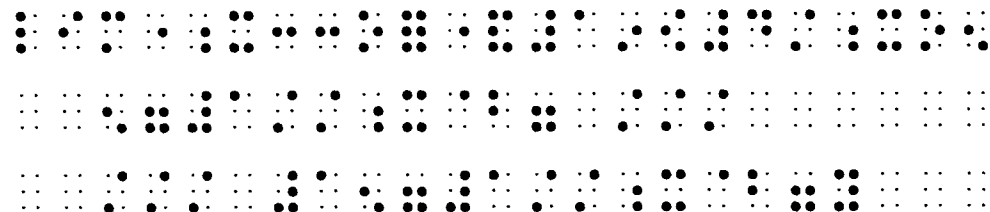
$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{a^x - 1}{x} = \ln a$$



הערה לדוגמה דלעיל:

אם שורות הבראיל רחבות יותר, כתוב את שתי השורות האחרונות בשורה אחת. ואילו בדף בראיל סטנדרטי, כל הדוגמה דלעיל יכולה להיכתב בשורת בראיל אחת.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1 - \frac{4}{x} + \frac{1}{x^2}}{1 + \frac{1}{x^2}}$$



הערות לדוגמה דלעיל:

(א) בכתיבת שבר מורכב ביותר בנושא גבולות, אין להשתמש בסימני פתיחה/סיום של שבר כזה (הזהים לאינסוף); במקומם יש להשתמש בסוגריים צומדים.

(ב) בדף בראיל סטנדרטי, החלוקה לשורות העדיפה היא:

- בשורה הראשונה - $\lim$ ו- x שואף ל- ∞ .
- בשורה השנייה - המונה של השבר המורכב ביותר.
- בשורה השלישית - המכנה של השבר המורכב ביותר.

פונקציות

1. סימנים

	→	מן התחום אל הטווח
	⊆→	איבר של התחום והאיבר המתאים לו בטווח

2. דוגמאות (עמודים 99-102)

פונקציה f מהקבוצה S לקבוצה T

$$f: S \rightarrow T$$


הערה

בכתיבת פונקציות בבראיל, עדיף להשאיר תא-רווח לפני ואחרי הנקודתיים.
בכתיבת יחס או פרופורציה בבראיל, אין להשאיר רווחים לצדי הנקודתיים.

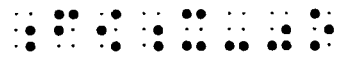
 y תמונה של x (מקור) לפי f

$$f: x \mapsto y$$


פונקציה של x

$$f(x)$$


ערך הפונקציה $f(x)$ בנקודה x_0

$$f(x_0)$$


פונקציות

פונקציה מורכבת

 $g(f(x))$

הערות לדוגמה דלעיל:

- בבראיל, בצורת הכתיבה הראשונה ישנו רווח בין x לבין הסוגריים, כדי שהסוגר-העגול-הימני הראשון לא ייחשב, בטעות, לאות o . לחלופין, ניתן לכתוב בצורת הכתיבה השנייה.
- אם בדפוס מופיעים סוגריים עגולים בכמה גדלים, בבראיל יש להשתמש בסוגים השונים של הסוגריים לפי הסדר המקובל, כלומר: $\{[()]\}$

 gOf

פונקציה בשני משתנים

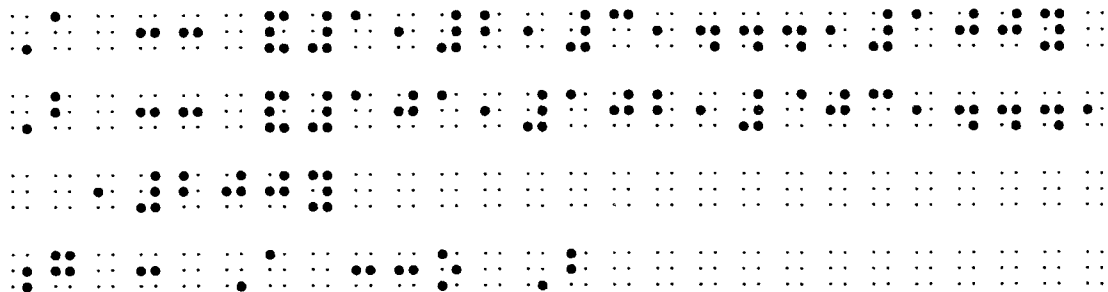
 $f(x,y)$
 $x_m = 2$
 $y_{\max} = 7$
 $M(2,7)$
 $\max(2,7)$
 (x_m, y_m)

פונקציות

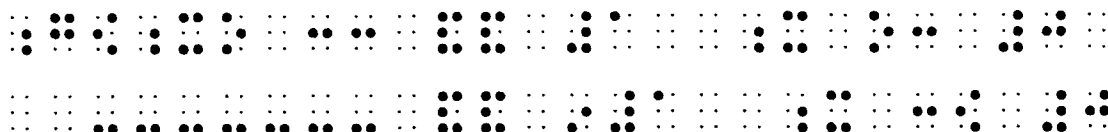
$$A = \{1, 2, 3, \dots, 100\}$$

$$B = \{101, 102, 103, \dots, 200\}$$

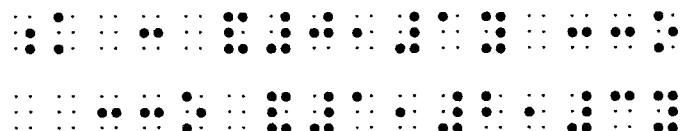
$$g: A \rightarrow B$$



$$g(x) = \begin{cases} 1 & x > 0 \\ -1 & x < 0 \end{cases}$$



$$k: \{0, 1\} \rightarrow \{1, 2, 3\}$$



הערה לדוגמה דלעיל:

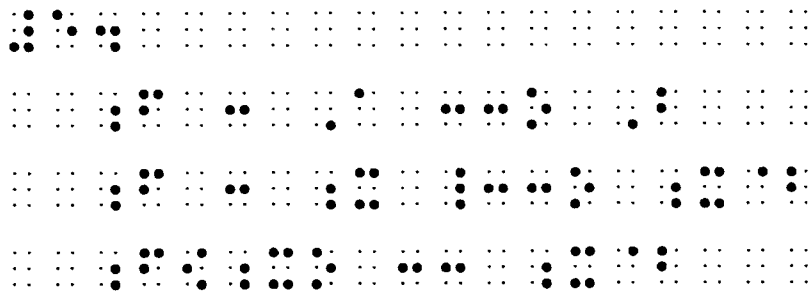
הביטוי כולו ייכתב בשורה אחת בדף בראיל סטנדרטי.

פונקציות

$$5. \quad f: A \rightarrow B$$

$$f: x \mapsto x^2$$

$$f(x) = x^2$$



הערה לדוגמה דלעיל:

בבראיל, רצוי לכתוב את מספר התרגיל בשורה אחת, ובשורה שאחריה להתחיל את כתיבת הפונקציות. כך משיגים אחדות במיקום של התא הראשון (ההתחלה) של כל ביטוי.

הערה כללית

כתיבת פונקציות מעריכיות ופונקציות לוגריתמיות בבראיל היא לפי הכללים המפורטים בפרקים "חזקות" (עמודים 50-57) ו"לוגריתמים" (עמודים 70-80) לעיל. פונקציות טריגונומטריות ראה בפרק "טריגונומטריה" (עמודים 113-117) להלן.

נגזרות

1. סימנים

	תג
	תגיים
	שלושה תגים

	$f'(x)$	נגזרת (ראשונה) של פונקציה
	$f''(x)$	נגזרת שנייה של פונקציה
	$f'''(x)$	נגזרת שלישית של פונקציה
	$f^{(n)}(x)$	הנגזרת ה-n-ית של פונקציה

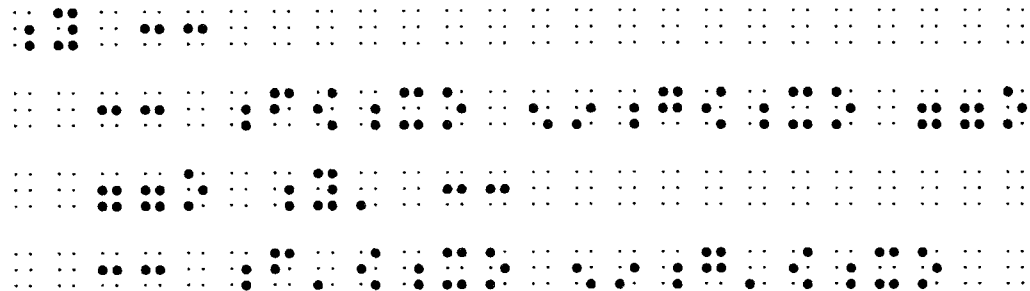
הערות לנגזרת ה-n-ית של פונקציה:

- (א) (n) הוא ציון עילי (ראה פרק "חזקות" סעיף 1/ג עמוד 50 לעיל).
 נקודה-4 היא קידומת-בראיל לציון עילי.
 (ב) אם מופיע בציון העילי מספר, הוא ייכתב בבראיל עם קידומת סימן-מספר.
 (ראה דוגמה אחרונה בעמוד הבא).
 (ג) נקודה-5 מפרידה בין האלמנטים, ואף מציינת חזרה לקו-השורה.

נגזרות

2. דוגמאות

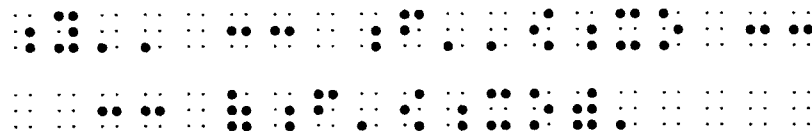
$$y = f(x) \pm g(x) \Rightarrow y' = f'(x) \pm g'(x)$$



הערה לדוגמה דלעיל:

אם שורות הבראיל ארוכות יותר, כתוב את האגף שמשמאל לחץ הדו-קווי בשורה הראשונה, ואת האגף הימני – בשורה השנייה; כלומר: החץ הדו-קווי יופיע הן בסוף שורת הבראיל הראשונה והן בראשית שורת הבראיל השנייה (החל מהתא השלישי ביחס לשורה הראשונה).

$$y'' = f''(x) = [f'(x)]'$$



הערה לדוגמה דלעיל:

הביטוי כולו ייכתב בשורה אחת בדף בראיל סטנדרטי.

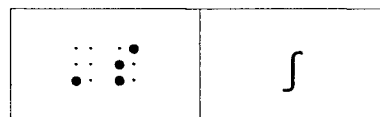
$$f^{(10)}(x)$$



אינטגרלים

1. כללים

(א) סימן האינטגרל



הערות

- (1) לאות סיגמה קטנה ישנן שתי צורות כתיבה ביוונית – כאשר היא מופיעה בסוף מילה, צורתה כדלעיל. כאשר היא מופיעה בתחילת מילה או באמצעה, צורתה σ . שתי הצורות מיוצגות בבראיל ע"י תו זהה, כמופיע לעיל.
- (2) הצורה σ של כתיבת סיגמה קטנה, מקובלת לסימון סטיית-תקן (באוקלוסייה) בסטטיסטיקה. מאחר שאין חפיפה בין הנושאים אינטגרלים וסטטיסטיקה, אין מקום לבלבול באשר למובנם של התווים בבראיל, בהקשר שבו הם מופיעים.

(ב) סדר הכתיבה בבראיל

- אינטגרל לא-מסוים
סימן-האינטגרל, ביטוי-מתמטי.
- אינטגרל מסוים
סימן-האינטגרל, נקודה-5, מ..., נקודה-5, עד..., נקודה-5, ביטוי-מתמטי.
(ראה דוגמאות בעמודים הבאים).

(ג) חלוקה לשורות

- (1) אם בבראיל התרגיל כתוב על יותר משורה אחת, יש להתחיל את השורות הנוספות בתא השלישי ביחס לתחילת שורת הבראיל הראשונה של התרגיל.
- (2) יש לסיים כל שורת בראיל בסימן-מתמטי (או בסימן-בראיל כגון נקודה-5), ולכותבו שוב בראשית השורה העוקבת [שתחילתה כמוסבר בסעיף (1) לעיל].
- (3) יש לחלק את התרגיל בין שורות הבראיל בצורה הגיונית, שתקל על הבנת התרגיל ופתרונו.
- (4) הערה: בגלל רוחבו של דף דפוס זה, דוגמאות רבות בספר חולקו לשתי שורות בראיל, על-אף שבדף בראיל סטנדרטי הן היו נכתבות בשורת בראיל אחת. עם זה, כתיבת הדוגמאות בשורות הבראיל המודפסות מדגימה את עקרונות החלוקה המועדפת.

$$\int \frac{1}{x} dx$$

[illegible]

dx נקרא "הדיפרנציאל של x ", לכן בבראיל ישנה קידומת לכל אות. כמו-כן, בביטויים כגון: dx^2 או d^2y (נקרא "הדיפרנציאל של y ") יש הכרח לכתוב קידומת לכל אות, ורצוי שתהיה אחידות בכתיבת הקידומות לאותיות.

מכל מקום, ניתן לכתוב dx עם קידומת אחת (אות קטנה) לפני שתי האותיות, כאשר הוא מופיע כסיומת לביטוי-מתמטי.

$$\int \sin x \, dx$$

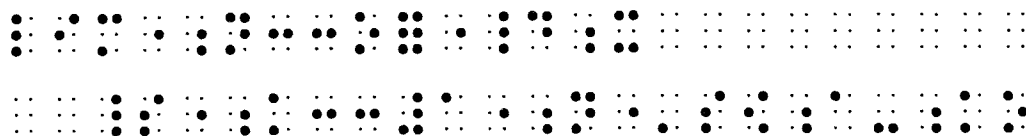
ראה הערה כללית לעיל.

$$\int \frac{3\sqrt{x}}{x^2} dx$$

.

אינטגרלים

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \Delta x \sum_{k=1}^n f(a_k)$$



הערות לדוגמה דלעיל:

(א) החלוקה לשורות נעשתה מחוסר מקום בדף הדפוס.

בשורות בראיל ארוכות יותר, יש לכתוב כלהלן:

בשורת הבראיל הראשונה יש לכתוב עד נקודה-5 שלאחר אינסוף.

יש לחזור על נקודה-5 בראשית השורה השנייה (שתחל בתא השלישי ביחס לשורה הראשונה), ולהמשיך עד סוף הביטוי-המתמטי.

(ב) ביטוי הכולל את סימן-הסיכום Σ – ראה פרק "סטטיסטיקה" עמוד 120 להלן.

כללי כתיבת ביטוי הכולל את סימן-הסיכום דומים לכללים של כתיבת אינטגרל מסוים (ראה סעיף 1/ב לעיל וכן דוגמאות להלן).

$$\int_{-1}^4 3x^2 dx$$

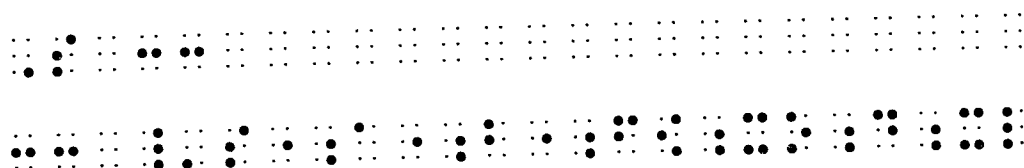


$$\int_2^{\infty} e^{-\frac{x}{2}} dx$$



אִינטֶגְרָלִים

$$S = \left| \int_a^b f(x) dx \right|$$

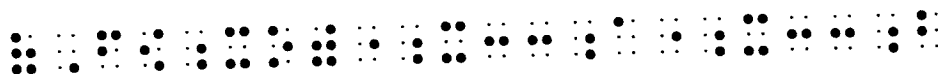


הערה לדוגמה דלעיל:
השוויון כולו ייכתב בשורה אחת בלבד בדף בראיל סטנדרטי.

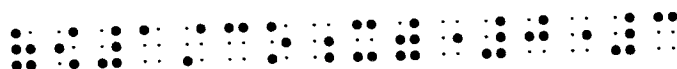
$$F(x) \Big|_a^b$$



$$[F(x)]_{x=a}^{x=b}$$



$$\left[\frac{1}{3}x \right]_0^3$$



גיאומטריה

1. סימנים

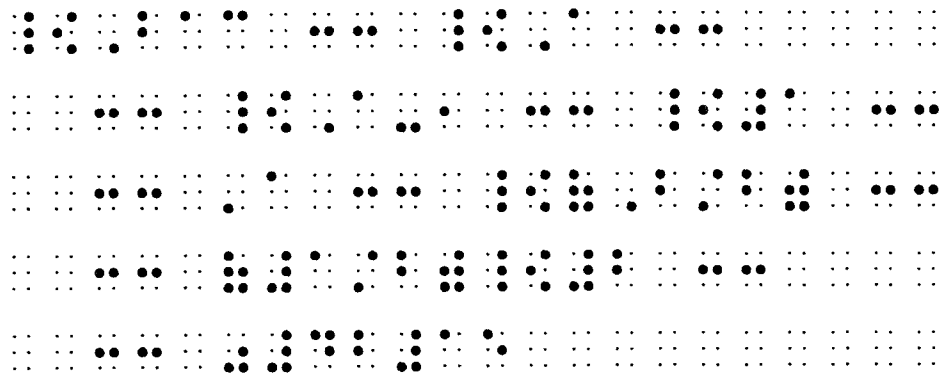
	$\angle$	זווית
	$\perp$	זווית ישרה
	$\perp$	מאונך ל-, ניצב ל-
	Δ	משולש
	$\sim$	דומה
	$\not\sim$	אינו דומה
	$\cong$	חופף
	$\not\cong$	אינו חופף
	$\parallel$	מקביל
	$\nparallel$	אינו מקביל
	$\cap$	קשת

הערות

- (א) בבראיל, הסימן לזווית והסימן לזווית ישרה הם תווים זהים לסימנים המציינים קבוצה חלקית וקבוצה משלימה, בהתאמה. אך מאחר שאין חפיפה בין הנושאים גיאומטריה וקבוצות, אין מקום לבלבול באשר למובנם של הסימנים, בהקשר שבו הם מופיעים.
- (ב) כאשר ישנו ביטוי ובו סימן-מינוס לפני אות יוונית קטנה, רצוי לרווח בין המינוס לבין הקידומת לאות, כי הצירוף מינוס וקידומת לאות יוונית קטנה הוא סימן-משולש בבראיל.

2. דוגמאות (עמודים 110-112)

$$\angle BAC = \angle A = \angle A_1 = \angle 1 = \alpha = \angle \frac{B}{2} = \frac{1}{2} \angle 2 = 42^\circ 15'$$



הערה לדוגמה דלעיל (שורות הבראיל השנייה והשלישית):
 כאשר יש צורך בתוספת סוגריים בבראיל, בכתיבת ביטוי המכיל סימן-זווית, עדיף להשתמש
 בסוגריים מרובעים. (מאחר שחציו של סימן-הזווית בבראיל זהה לסוגר-עגול-שמאלי).
 לחלופין, ניתן להשתמש בסוגריים העגולים המוצעים בעמוד 133 להלן.


 $AB \perp BC$

גובה h לצלע c (במשולש ABC):


 h_c

 h_c

הערה: הוא הדין לגבי תיכון m לצלע c .

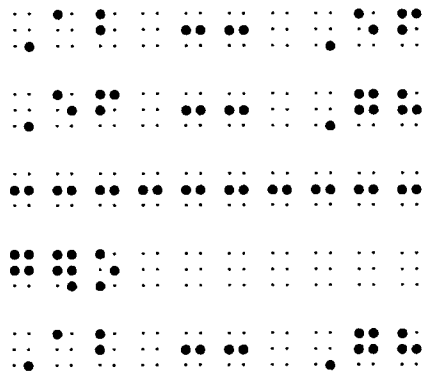
גיאומטריה

$$AB = EF$$

$$EF = GH$$

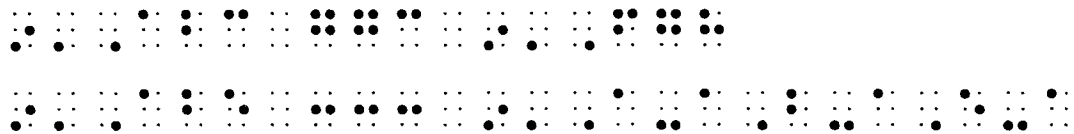
$$\Downarrow$$

$$AB = GH$$



$$\triangle ABC \cong \triangle FGH$$

$$\triangle ABE \sim \triangle A_1B_1E_1$$



$$a \parallel b$$



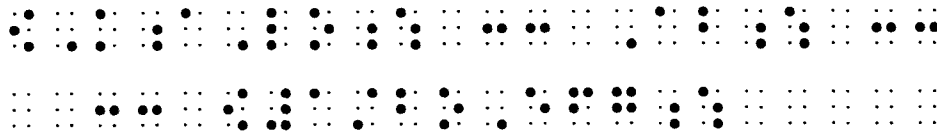
$$e \nparallel f$$



$$AA_1 \parallel CC_1$$

גיאומטריה

$$\overset{\frown}{KaL} = \overset{\frown}{AB} = \frac{1}{2} \overset{\frown}{EFG}$$



הערות לכתיבת קשתות:

- (א) הקשת, שבדפוס מופיעה מעל האותיות, נכתבת בבראיל לאחר האותיות.
- (ב) כאשר הקשת מתייחסת לקבוצת אותיות בעלות קידומת אחת, אין צורך לתחום את האותיות בסוגריים בבראיל.
- כאשר הקשת מתייחסת לקבוצת אותיות בעלות יותר מקידומת אחת, יש לתחום את האותיות בסוגריים בבראיל.
- (ג) הקשת שמעל האותיות היא סימן-על, לפיכך ניתן לכתוב לפני הקשת את קידומת-הבראיל לסימן-על(עילי), כלומר: נקודות 1,4,6. (ראה הערה כללית להלן).


 S_{AFE}

 $\frac{1}{2} S_{EFGH}$

הערה כללית

תן דעתך להבדלים במיקום:

קידומת-בראיל	בדפוס		
⠠⠠	⠠⠠	מודפס בעלייה מקו-השורה	ציון עילי
⠠⠠	⠠⠠	מודפס בירידה מקו-השורה	ציון תחתי
⠠⠠	⠠⠠	מופיע מעל למודפס בשורה	סימן-על(עילי)
⠠⠠	⠠⠠	מופיע מתחת למודפס בשורה	סימן תחתי

טריגונומטריה

1. כינויים

(א) פונקציות

	sin	סינוס
	cos	קוסינוס
	tan	טנגנס
	cot	קוטנגנס
	sec	סקנס
	cosec	קוסקנס

(ב) פונקציות הפוכות

	arcsin	ארק-סינוס
	arccos	ארק-קוסינוס
	arctan	ארק-טנגנס

(ג) פונקציות היפרבוליות

	sinh	סינוס היפרבולי
	cosh	קוסינוס היפרבולי
	tanh	טנגנס היפרבולי

הערה: האותיות, המייצגות את סוגי הפונקציות, אינן זהות בכל הספרים. הכינויים המפורטים לעיל הם הנפוצים ביותר, אולם הכתיבה בבראיל צריכה להיות מקבילה למקור המודפס.

טריגונומטריה

2. כללים

- (א) קידומת אות לטינית קטנה (נקודות 5,6) נכתבת לפני כל כינוי.
 (ב) בכתיבת ביטוי מתמטי ארוך ומורכב, ניתן להוסיף סוגריים או סימן-כפל ללא רווחים, כדי להקל על הבנת הביטוי.

הערה:

- כאשר בבראיל מוסיפים סוגריים, או כשבדפוס מופיעים סוגריים עגולים, עדיף להשתמש בסוגריים מרובעים (או בסוגריים העגולים המוצעים בפרק "הערות והארות" עמוד 133), כאשר בכינויים שבביטוי המתמטי מופיעה האות o , מאחר שסוגר-עגול-ימני זהה לאות זו.
 (ג) ישנם ספרים שבהם מופיע רווח בין הכינוי ($\cos$, $\sin$ וכו') לבין אותיות המשתנים שאחריהם או שלפניהם. בבראיל אין צורך לרווח, משום שהקידומת לאות מפרידה בין האלמנטים.

3. דוגמאות (עמודים 114-117)

$$\frac{b}{c} = \sin \beta$$

$$-\sin 60$$

$$a \sin 2\alpha$$

$$2R \sin(\alpha + \beta)$$

$$3 \cos^2 \alpha$$

$$BC = b \tan \alpha$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$r^2 \tan 2\alpha \cot^2 \alpha$$

טריגונומטריה

מספר עם מעלות, המופיע במונה ו/או במכנה של שבר, נכתב בבראיל עם סימן-מעלות ועם קידומת סימן-מספר. זכור, שסימן-המעלות נכתב בבראיל לפני קידומת סימן-מספר.

אם סימן-המעלות אינו מופיע בדפוס, יש לכתוב את המספר בבראיל ללא סימן-מעלות, אך עם קידומת סימן-מספר הן במונה הן במכנה.

דוגמה

$$\frac{m \cdot \tan 50^\circ}{\sin 40^\circ}$$



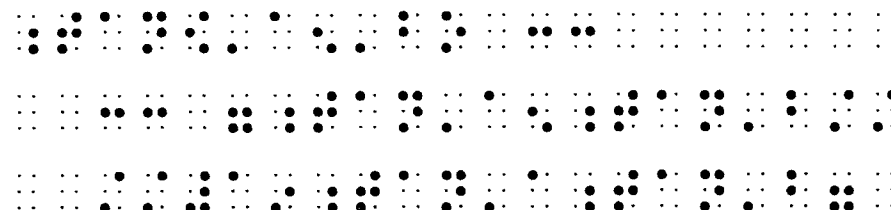
בטריגונומטריה, באופן כללי, כאשר מופיעים כינויים במכנה של שבר, יש להשתמש בקידומת סימן-מספר בכתיבת איברים או גורמים. חזקות, שורשים וכד' נכתבים לפי כלליהם.

דוגמאות

$$\frac{2 \tan \alpha}{1 + \tan^2 \alpha}$$



$$\tan(\alpha + \beta) = \frac{\tan \alpha + \tan \beta}{1 - \tan \alpha \tan \beta}$$

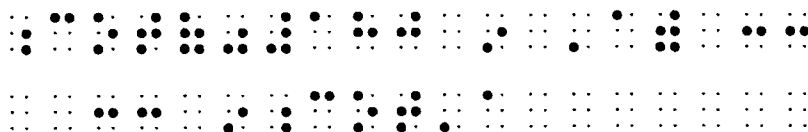


טריגונומטריה

כאשר מופיע סימן-מינוס לפני אות יוונית קטנה, רצוי להשאיר רווח בין המינוס לבין האות, מאחר שקידומת אות יוונית קטנה בצירוף סימן-מינוס הוא סימן-משולש בבראיל.

- ראה דוגמה ראשונה להלן.
- על-אף האמור לעיל, ישנם מקרים שבהם אין להשאיר בבראיל רווח בין סימן-מינוס לאות, כגון:
 - במונה ו/או במכנה של שבר (ראה דוגמה שנייה להלן).
 - במעריך של חזקה (ראה דוגמה אחרונה בעמוד הבא).

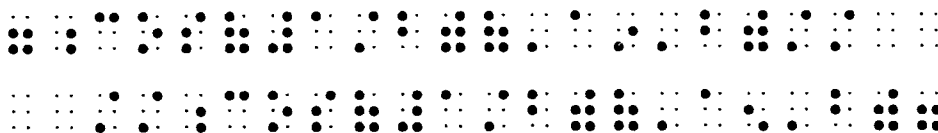
$$\cot(180^\circ - \alpha) = -\cot \alpha$$



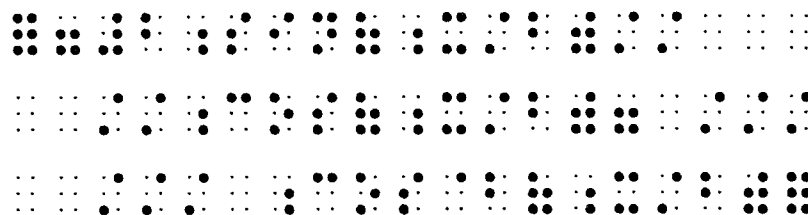
הערות לדוגמה דלעיל:

- בדף בראיל סטנדרטי, המשוואה כולה תיכתב בשורה אחת.
- השימוש בסוגריים מרובעים הוא בגלל האות o בכינוי cot (ראה הערה בסעיף ב/2 לעיל).

$$\frac{\cos \frac{1}{2}(\alpha - \beta)}{\cos \frac{1}{2}(\alpha + \beta)}$$



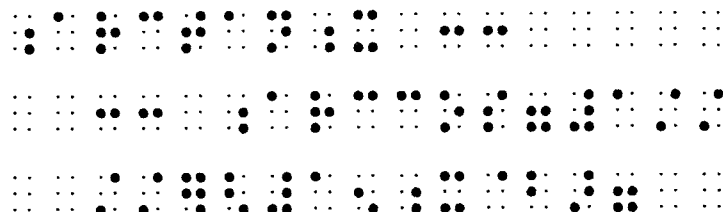
$$\frac{2 \sin \frac{x}{2}}{\cos \frac{x}{2}} \cdot \frac{1}{\cos^2 \frac{x}{2}}$$



טריגונומטריה

דוגמה (פונקציה הפוכה)

$$\arctan x = \arccos \frac{1}{\sqrt{1+x^2}}$$

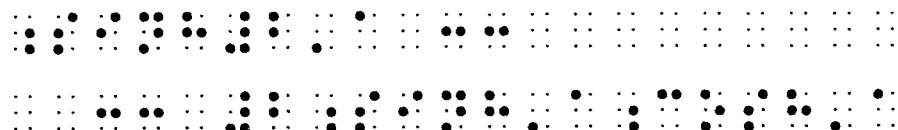


הערות לדוגמה דלעיל:

- בשורות בראיל ארוכות יותר, כתוב את כל האגף שמימין לסימן-השוויון בשורה השנייה.
- בתוספת הסוגריים, בשורש שבמכנה השבר, יש שימוש בסוגריים העגולים המוצעים בעמוד 133.

דוגמאות (פונקציות היפרבוליות)

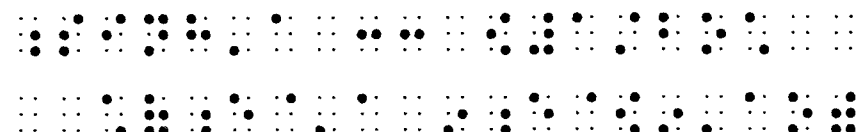
$$\sinh 2\alpha = 2 \sinh \alpha \cosh \alpha$$



$$\cosh^2 \alpha - \sinh^2 \alpha = 1$$



$$\sinh \alpha = \frac{1}{2} (e^\alpha - e^{-\alpha})$$



הערה לדוגמאות הראשונה והשלישית דלעיל: כל אחת מהן נכתבת בשורה אחת בלבד בדף בראיל סטנדרטי. תן דעתך, שאזי אין צורך בסימן-הכפל שנכתב כתוספת בבראיל בדוגמה השלישית.

סטטיסטיקה הסתברות וקומבינטוריקה

סטטיסטיקה

1. סימנים

⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	$\bar{x}$	ממוצע [מדגם]
⠠⠠⠠⠠	μ	ממוצע (מיו קטנה) [אוכלוסייה]
⠠⠠⠠⠠	f	שכיחות
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	s^2	שונות
⠠⠠⠠⠠	s	סטיית-תקן [מדגם]
⠠⠠⠠⠠	σ	סטיית-תקן (סיגמה קטנה) [אוכלוסייה]
⠠⠠⠠⠠	Σ	סימן-הסיכום (סיגמה גדולה)

הערות

- ראה הערות לסעיף 1/א בעמוד 105.
- ישנם ספרים שבהם המושגים דלעיל מיוצגים בצורה שונה. למשל: שונות וסטיית-תקן של מדגם כותבים באות S גדולה או האות M מייצגת ממוצע ועוד. בבראיל יש לכתוב תעתיק מדויק של המופיע בדפוס.

2. דוגמאות (עמודים 119-120)



$N\bar{x}$



$\bar{x} = 67.87$



$\bar{x}_1$



s_y^2



s_{17}^2

$$s^2 = 2.95, \quad s = \sqrt{2.95} = 1.718$$



הערה לדוגמה דלעיל:

גם אם יש מקום בשורת בראיל אחת ל- s ול- s^2 , עדיף לכתוב כל אחד מהם בשורת בראיל נפרדת. כך קל יותר למצוא את הנתונים, אם יש צורך בחישובים נוספים.

סטטיסטיקה

$$(x_1 - \bar{x})^2 f_1$$



18



$$\Sigma f_i$$



$$\frac{\Sigma f_i x_i}{N}$$



הערה לדוגמה דלעיל:

אין צורך לתחום בסוגריים כל אחד מהגורמים המצוינים באינדקס תחתון, כי אם האינדקס היה מורכב, הרי שהוא היה תחום בסוגריים בבראיל.

$$\sum_{i=1}^n x_i$$



הערות לדוגמה דלעיל:

- פירוש הביטוי המתמטי הוא: סכום כל ה- x_i מ- $i=1$ עד $i=n$.
- השימוש בנקודה-5 הוא עפ"י הנהוג באינטגרלים מסוימים (ראה עמודים 105 ו-107 לעיל).

הסתברות וקומבינטוריקה

1. מאורעות

(א) סימנים

	$\cup$	איחוד
	$\cap$	חיתוך
	ϕ	מאורע בלתי-אפשרי
	$\bar{} \quad '$	מאורע משלים

הערה: ראה פרק "קבוצות" עמוד 92.

(ב) דוגמאות (עמודים 121-122)

	$A \cap B$
	$A \cup B$
	$P(A)$
	$P(\kappa)$
	HTH
	H, T, H

הערה כללית: אם בדפוס מאורעות כתובים עם סוגריים צומדים, הוא הדין בבראיל.

הסתברות וקומבינטוריקה



$$P(A/B)$$



$$P(A|B)$$



$$P(B/A_1)$$



$$P(\phi) = 0$$

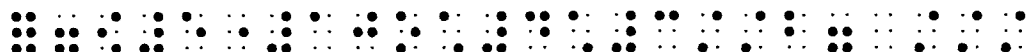
$$\overline{A_1} \cap \overline{A_2}$$



$$P(\overline{A}) = 1 - P(A)$$



$$\frac{\binom{10}{5} \cdot 4 \cdot 3}{4^{10}}$$



הערות לדוגמה דלעיל (הסתברות קומבינטורית):

- ניתן לכתוב בסוגריים העגולים את 10 לפני 5.
- הסברים לכתיבה בבראיל ראה בסעיפים 5-ב-ג להלן.

1	•	4
2	•	5
3	•	6

הסתברות
וקומבינטוריקה

2. תמורות

(א) סימנים

עצרת	!	
------	---	--

(ב) דוגמאות

 $n!$
 $P_7 = 7!$

הערה לדוגמה דלעיל:

באגף שמאל 7 הוא ציון תחתי והוא נכתב עם קידומת סימן-מספר.
ראה הסברים בסעיף 5 להלן.

$$\frac{5!}{2! \cdot 3!}$$

הערות לדוגמה דלעיל:

- ניתן לכתוב את המספרים שבמכנה עם קידומת סימן-מספר.
- אם בדפוס אין סימן-כפל במכנה, הוא הדין בבראיל.

3. צירופים

מספר הצירופים של k מתוך n איברים.
הערה: הסברים לכתיבה בבראיל ראה בסעיף 5 להלן.

--

4. חליפות

הערה: הסברים לכתיבה בבראיל ראה בסעיף 5 להלן.

	$H_k^{(n)}$
---	-------------

	$H_3^{(7)}$
---	-------------

	A_n^k
---	---------

	A_6^4
---	---------

5. הערות כלליות

(א) בקומבינטוריקה מקובלות צורות שונות של כתיבה. בבראיל יש לתת תמונה מדויקת של המופיע בדפוס.

(ב) נקודה-5 וציון עילי/תחת

כאשר בדפוס ישנם "הבדלי גבהים" באותו ביטוי מתמטי, אזי ישנן שתי צורות כתיבה בבראיל:

(1) כשהמספרים ו/או האותיות מודפסים זה מעל זה במאונך, יש להפריד בין האלמנטים ע"י נקודה-5.

לדוגמה:

▪ סעיף 1/ב לעיל דוגמה אחרונה.

▪ סעיף 3 לעיל דוגמאות 1-2 ו- 5-6.

▪ סעיף 4 לעיל דוגמאות 3-4.

(2) כאשר ישנה עלייה ו/או ירידה מקו-השורה, יש להשתמש בציון עילי ו/או בציון תחת.

(ראה פרק "חזקות" סעיף 1/ג בעמוד 50 ופרק "אינדקס תחתון" סעיף 1/ב בעמוד 64).

לדוגמה:

▪ סעיף 2 לעיל דוגמה 2.

▪ סעיף 3 לעיל דוגמאות 3-4.

▪ סעיף 4 לעיל דוגמאות 1-2.

תן דעתך:

הציון העילי והציון התחת, בדוגמאות אלו, נבדלים ממעריך-חזקה ומאינדקס תחתון בכך, שיש להשתמש בכתיבתם הן בקידומת סימן-מספר הן בקידומת לאות. כמו-כן, בציון התחת אין ירידה של הספרות לשורות השנייה והשלישית של תא-הבראיל.

(ג) כאשר המספרים או האותיות מודפסים זה מעל זה במאונך, סדר הכתיבה בבראיל הוא לרוב על-פי סדר הביטוי.

לדוגמה: בצירופים (סעיף 3 לעיל) – עפ"י צורת כתיבה אחת n נכתב למעלה ו- k נכתב למטה, ואילו בצורת כתיבה אחרת הסדר הפוך. בבראיל כותבים עפ"י סדר הביטוי, כלומר: מספר האפשרויות לבחור k איברים מתוך n איברים, לכן k נכתב ראשון ו- n נכתב אחריו. אולם מן הראוי לציין, שיש הנוהגים לכתוב בבראיל n לפני k , כאשר n נכתב מעל k בסוגריים (וקוראים: n מעל k). לכן, בדוגמה של הסתברות קומבינטורית (דוגמה אחרונה בסעיף 1/ב לעיל) ניתן לכתוב בבראיל 5 לפני 10 או 10 לפני 5.

וקטורים

1. הגדרה

וקטור הוא קטע בעל אורך וכיוון (במרחב).

2. סימנים

מקובל לסמן וקטור באחת משתי דרכים אלו:

		קו תחתי
		חץ עילי לימין

הסבר

קו תחתי

נקודות 3,4,6 מייצגות קו-תחתי (קו מתחת לסימן מתמטי בדפוס). הקו-תחתי נכתב בבראיל לאחר הסימן המתמטי (ללא רווח).
הערה:

נקודות 3,4,6 גם משמשות כקידומת-בראיל לסימן תחתי כלשהו המופיע מתחת למודפס בשורה.

חץ עילי לימין

נקודות 1,4,6 משמשות כקידומת-בראיל לסימן-על(עילי) כלשהו המופיע מעל למודפס בשורה. הצירוף של קידומת-הבראיל והחץ נכתב בבראיל לאחר הסימן המתמטי (ללא רווח).
הערה:

נקודות 1,4,6 גם מייצגות קו-על (קו מעל לסימן מתמטי בדפוס).

הערה: ראה דוגמאות של וקטורים בעמוד הבא.

וקטורים

3. דוגמאות

 $\underline{a} = \overrightarrow{AB}$
 $|\overrightarrow{AB}|$
 $A(2,4,5)$
 $A(x_1, y_1, z_1)$
 $x_0^2 + y_0^2$
 $\underline{a} + (\underline{b} + \underline{c})$
 $\underline{U} - \underline{V}$
 $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BA}$
 $n\underline{a}$
 $3\underline{a}$
 $-\frac{1}{2}\underline{a}$
 $(|\underline{a} - \underline{b}|)^2$

הערות והארות

1	קידומות בראיל לאותיות לטיניות	129
2	אותיות יווניות	131
3	הקראת מתמטיקה לכותבי בראיל	131
4	ציון עילי/תחתית וסימן-על(עילי)/תחתית	132
5	נקודה-5 (סימן-בראיל)	132
6	הוספת סימנים וסוגריים בבראיל	133
7	רצף נקודות	134
8	בראיל בדפוס	134
9	סימנים זהים	135
10	חוסר אחידות בדפוס	135
11	נושאים נוספים	136
12	טקסט מילולי	136
13	כתיבת שעה	137
14	חלוקה לשורות	138
15	"עיקר" ו"טפל"	138
16	חלוקה לפסקאות	139
17	שורת רווח	139
18	חלוקה לדפים	139
19	טורים	140
20	צירוף שני דפי בראיל	140
21	סעיפים	141
22	כתיבת נתונים בבראיל	143
23	ציון מספרי התרגילים	144
24	סידור שורות בבראיל	145
25	תשובות	146
26	תוספות במהדורת הבראיל	147
27	תוצאות ביניים	148
28	צמצום	149
29	השלמת החסר	149
30	תרגילי-שרשרת	151
31	טבלאות	152
32	תרשימים	154
33	ציר-מספרים אופקי	156
34	ציר-מספרים אנכי	157
35	מערכת צירים	157
36	חצים	158
37	הגהה ותיקון שגיאות	158

קידומות בראיל לאותיות לטיניות

- קידומת אות לטינית גדולה: נקודה-6.
- קידומת אות לטינית קטנה: נקודות 5,6.
- סימן-מעבר לשפה אחרת: נקודות 4,6.

תן דעתך לכללים השונים, החלים על שימוש בקידומת אות לטינית, בהקשרים שונים: אותיות בודדות, רצף אותיות במתמטיקה, קיצורי מילים בביטויים מתמטיים, ספרות רומיות, טקסט לועזי המשולב בטקסט עברי או טקסט שכולו לועזי.

(א) **אותיות לטיניות בודדות** נכתבות תמיד עם קידומת לאות. הערה: אין להשתמש בסימן-מעבר לשפה אחרת.

(ב) **רצף אותיות לטיניות במתמטיקה**

- (1) רצף אותיות מאותו סוג, שאין ביניהן פעולות חשבון ושימוש סימן-מתמטי אינו מפריד ביניהן: אם כולן גדולות, יש לכתוב קידומת אות גדולה בראשית הרצף. אם כולן קטנות, יש לכתוב קידומת אות קטנה בראשית הרצף.
- (2) רצף אותיות מאותו סוג, שיש ביניהן פעולות חשבון או סימן-מתמטי: כל אות תיכתב עם קידומת.
- (3) רצף אותיות מעורבות: יש לכתוב קידומת אות מתאימה לפני כל אות. הערה: אין להשתמש בסימן-מעבר לשפה אחרת.

(ג) **קיצורי מילים בביטויים מתמטיים**

- לדוגמה: $\cos$, $\sin$, $\max$ ועוד.
- (1) אם כל האותיות גדולות (למשל: MAX) או רק האות הראשונה גדולה (למשל: Max), יש לכתוב קידומת אות גדולה בתחילת הקיצור.
 - (2) אם כל האותיות קטנות, יש לכתוב קידומת אות קטנה בתחילת הקיצור.
- [למעט $\lim$ וכן $\log$ (במרבית המקרים) הנכתבים ללא קידומת אות – ראה פרקים "גבולות" ו"לוגריתמים" לעיל.]
- הערה: אין להשתמש בסימן-מעבר לשפה אחרת.

(ד) **ספרות רומיות**

- (1) מספר, שהוא אות גדולה אחת, ייכתב עם קידומת אות גדולה בראשיתו. מספר, המורכב משתיים או יותר אותיות גדולות, ייכתב עם פעמיים קידומת אות גדולה בראשיתו.
- (2) מספר, שאותיותיו קטנות, ייכתב עם קידומת אות קטנה בראשיתו. הערה: אין להשתמש בסימן-מעבר לשפה אחרת.

(ה) מילים לועזיות משולבות בטקסט עברי**(1) רצף של עד שלוש מילים**

- יש להקדים סימן-מעבר לשפה אחרת בתחילת כל מילה.
- מילה, שרק האות הראשונה שלה גדולה, תיכתב עם קידומת לאות גדולה.
- מילה, שכל אותיותיה גדולות, תיכתב עם פעמיים קידומת אות גדולה.
- מילה, שכל אותיותיה קטנות, תיכתב עם קידומת אות קטנה.

(2) רצף של יותר משלוש מילים

- יש להקדים פעמיים סימן-מעבר לשפה אחרת בתחילת המילה הראשונה.
 - מילה, שרק האות הראשונה שלה גדולה, תיכתב עם קידומת אות גדולה.
 - מילה, שכל אותיותיה גדולות, תיכתב עם פעמיים קידומת אות גדולה.
 - יש להקדים סימן-מעבר יחיד לשפה אחרת בתחילת המילה האחרונה.
- תן דעתך: מילה שאותיותיה קטנות נכתבת ללא כל קידומת.

(ו) טקסט לועזי

- מילה, שרק האות הראשונה שלה גדולה, תיכתב עם קידומת אות גדולה.
- מילה, שכל אותיותיה גדולות, תיכתב עם פעמיים קידומת אות גדולה.

הכללים השונים החלים על מתמטיקה לעומת טקסט מילולי לועזי מקורם בהבחנה הברורה, שיש לשים לב אליה, בין מתמטיקה לבין לשון. לדוגמה:

שתי אותיות בשפת הדיבור הן צירוף והן נכתבות עם קידומת אחת לפניהן (או ללא קידומת); ואילו במתמטיקה הקשר שבין האותיות יכול להיות כפל, ולכן במקרה של כפל אנו כותבים כל אות עם קידומת לאות. תן דעתך: בנושאים רבים, כגון פירוק לגורמים, שימוש זה בקידומות מסייע רבות. כמו-כן ראוי לציין, שבשפת הדיבור הכפלה פירושה הגדלה, ואילו במתמטיקה יכולה להיות הכפלה, למשל: הכפלת שברים אמיתיים, שפירושה הקטנה.

באלגברה האותיות הן סמלים המייצגים מספרים. לכן, האותיות נכתבות תמיד עם קידומת לאות. לעומת זאת, מספרים נכתבים עם קידומת סימן-מספר או ללא קידומת סימן-מספר לפי תפקידם בביטוי המתמטי. לדוגמה: בסיס-חזקה נכתב עם קידומת סימן-מספר ואילו מעריך-חזקה נכתב ללא קידומת סימן-מספר.

לכן יש לראות בכללים השונים, אלו הנהוגים בכתיבת טקסט מילולי לועזי לעומת אלו הנהוגים במתמטיקה, יתרון המבהיר ללומד שיש לפניו מערכות שונות – מתמטיקה לעומת שפת הדיבור הלועזית.

יש לציין, שבעברית יש להבחין בין שלוש מערכות – עברית, לועזית ומתמטיקה – ומתחייב מכך שימוש רב בקידומות.

הערות והארות

ליכולת המתמטית ישנו גרעין מרכזי מולד, ויש הטוענים שהיא אף בסיסית יותר לטבע האדם מאשר שפה. מחקרים מראים, שמספרים אינם מצויים במוחנו היכן שמילים מאוחסנות – הם סוג שונה של אינטליגנציה עם מודולה מוחית משלהם. טבעה הלא-מילולי של המתמטיקה מסביר, מדוע תרבויות שהן חסרות מילים למספרים, הצליחו לפתח כלכלת שוק במהלך ההיסטוריה עם כל החישובים הנדרשים לקנייה ולמכירה.

2 אותיות יווניות

- (א) כל אות יוונית תיכתב עם קידומת לאות (גדולה או קטנה).
 (ב) סימנים מתמטיים, שהם אותיות יווניות, מקבלים קידומת אות יוונית (גדולה או קטנה). לדוגמה: שייך, אינטגרל, סימן-סיכום ועוד.
 (ג) אם בטקסט מופיעה אות יוונית, שאיננה כתובה בפרק "סימונים מתמטיים (ריכוז)" (עמודים 159-167 (להלן) או בנושא הספציפי, אזי יש למוצאה ברשימת האותיות היווניות בפרק "קידומות בראיל" (עמוד 11 לעיל), ולתת לה קידומת אות יוונית קטנה או גדולה כנדרש. (רשימה שמית של האותיות היווניות ראה באינדקס שבסוף הספר).
 (ד) הערה: לכמה אותיות יווניות ישנן גרסאות בראיל שונות. ברשימת האותיות המוזכרת לעיל מופיעה הגרסה המקובלת ביותר במתמטיקה.

3 הקראת מתמטיקה לכותבי בראיל

חומר מתמטי מוצג בעיקרו בצורה ויזואלית. כאשר מקריאים מתמטיקה, כשאין טקסט מודפס לפני הכותב, ישנם ביטויים רבים היכולים להתפרש בכמה מובנים, ויש להקפיד לבטאם בצורה חד-משמעית. למותר לציין, שיש להקפיד על הגייה נכונה של מספרים בעברית. לפניך מספר **דוגמאות**:

$1\frac{2}{3}$	שלם אחד ושני שלישים.
$6^3 + 7$	הסכום של שש בחזקת שלוש ועוד שבע.
6^{3+7}	שש בחזקת הסכום של שלוש ועוד שבע.
$\frac{1}{5^2}$	שבר שמונהו אחת ומכנהו חמש בריבוע.
$\sqrt[n]{m}$	שורש n-י של m.

4 ציון עילי/תחתי וסימן-על(עילי)/תחתי

לפניך טבלה המפרטת את ההבדלים בין צורות הכתיבה בדפוס ואת קידומות-הבראיל המתאימות:

קידומת-בראיל	בדפוס	
		ציון עילי
		ציון תחתי
		סימן-על(עילי)
		סימן תחתי

הערה: מפתח לבראיל המודפס ראה בעמוד 134 להלן.

5 נקודה-5 (סימן-בראיל)

בכל מקום שבו יכול להתעורר ספק באשר למובנו של ביטוי מתמטי, ניתן להשתמש בנקודה-5 כהפרדה בין המרכיבים השונים של הביטוי. תן דעתך, שנקודה-5 מפרידה בין אלמנטים שבדפוס הרגיל יש ביניהם "הפרשי גובה".

ראה הסברים ודוגמאות בפרקים שלהלן:

- "שורשים" (עמוד 59).
- "לוגריתמים" (עמוד 71).
- "גבולות" (עמודים 96-98).
- "נגזרות" (עמודים 103-104).
- "אינטגרלים" (עמודים 105, 107-108).
- "סטטיסטיקה, הסתברות וקומבינטוריקה" (עמודים 120, 122, 124-125).

6 הוספת סימנים מתמטיים וסוגריים בבראיל

(א) הוספת סימנים שאינם מופיעים בדפוס, תיעשה עפ"י שיקולים של גיל התלמיד, מידת ההיכרות עם החומר הנלמד, מורכבות החומר וכד'.

מחד, כאשר השיקול הוא שילוב התלמיד בכיתה, רצוי להימנע מהוספת סימנים כדי ליצור מכנה משותף בין קורא-הבראיל לקורא-הדפוס. מאידך, כאשר יכולים להתעורר אי-הבנות או בלבול, עדיף להוסיף סימנים כדי שהביטוי המתמטי יהיה חד-משמעי וברור. מכל מקום, צריך לשקול תמיד, אם התוספת אינה משנה את המשמעות המתמטית של הביטוי.

(ב) הוספת סוגריים

סוגריים במתמטיקה קובעים את סדר פעולות החשבון – הפעולות שבתוך הסוגריים קודמות לפעולות האחרות. כמו-כן, סוגריים יכולים לשמש כתוחמים של ביטויים מתמטיים. בבראיל, השימוש בסוגריים כתוחמים של ביטויים מתמטיים ואף כקובעי סדר פעולות, נדרש גם במקרים רבים שבהם אין סוגריים בדפוס.

לדוגמה: פעולות בבסיס חזקה ו/או במעריכה קודמות לפעולת ההעלאה לחזקה. בדפוס, כתיבת הבסיס בקו-השורה וכתיבת המעריך בעלייה מקו-השורה משמשות, למעשה, כסוגריים. בבראיל, מאחר שהכתיבה רציפה, יש צורך לתחום בסוגריים בסיס ו/או מעריך שיש בהם פעולות חשבון.

(ג) סוגי סוגריים

הוספת סוגריים בבראיל היא, בדרך כלל, לפי הסדר: עגולים, מרובעים, צומדים; אך לא בהכרח – יש מקרים שבהם מוסיפים בבראיל סוגריים מרובעים ולא עגולים, למשל: כשהביטוי המתמטי כולל את הכינוי cot, בגלל האות o הזזה לסוגר-עגול-ימני. גם בדפוס ישנם מקרים שבהם מופיעים בביטוי מתמטי סוגריים עגולים וסוגריים צומדים ללא סוגריים מרובעים.

(ד) סוגריים עגולים

כאשר ישנה הוספה של סוגריים בבראיל, היה רצוי שתוספת זו תהיה שונה מהסוגריים הרגילים. לכן מוצע בזה: במקום שבו ישנה בבראיל הוספה של סוגריים עגולים, שאינם מופיעים בדפוס, ניתן להשתמש בסוגריים העגולים שלהלן:

סוגר עגול שמאלי פתיחת סוגריים עגולים		סוגר עגול ימני סגירת סוגריים עגולים
---	--	--

סוגריים אלו שונים אך במעט מהסוגריים העגולים המקובלים במתמטיקה בבראיל. לפיכך, נשמר הדמיון ומושג השוני הנדרש כאחד.

רצף נקודות

7

כאשר יש שימוש בשלוש נקודות בתוך ביטוי מתמטי (כגון בסדרות), יש לכתוב בבראיל את התווים המייצגים שלוש נקודות רגילות, כלומר: שלוש פעמים נקודות 2,5,6.



בראיל בדפוס

8

לפניך מפתח לבראיל המודפס בספר זה ("מתמטיקה בבראיל"):

נקודת-בראיל	•
מקום ריק (סימן-עזר להשלמת תא-הבראיל)	·
תא מלא (שש נקודות בראיל)	⠠
תא ריק	⠡
תו-בראיל כלשהו	⠠⠠⠠⠠⠠⠠

הערה: כאשר הסימן המייצג תו-בראיל כלשהו מופיע ליד סימן-מתמטי, פירושו שאין לרווח ביניהם.

סימנים זהים

9

(א) בגלל מורכבותה הרבה של המערכת המתמטית ומוגבלותה של מערכת תווי-הבראיל, ישנם כמה מקרים שבהם לאותו תו-בראיל ישנה יותר ממשמעות אחת.

לדוגמה:

- קבוצה חלקית וזווית.
- אינטגרל וסטיית-תקן.

יש לציין, שבאופן כללי אין חפיפה בין הנושאים שבהם יש שימוש בתו-בראיל זהה, ולכן אין מקום לבלבול באשר למובנו של תו-הבראיל בהקשר שבו הוא מופיע.

(ב) לעומת זאת, ישנם סימנים שבדפוס הם זהים, על-אף שמובנם המתמטי יכול להיות שונה, ואילו בבראיל הם מיוצגים ע"י תווים שונים זה מזה.

לדוגמה:

- נקודה עשרונית, נקודת כפל או נקודה המפרידה בין שעות לדקות.
- מקביל וערך מוחלט (קווים אנכיים).
- יחס וחילוק (נקודתיים).
- קבוצה משלימה וממוצע (קו-על).

חוסר אחידות בדפוס

10

(א) בספר זה ("מתמטיקה בבראיל") ישנו שימוש באותיות מסוימות כמייצגות מושגים (קיצורי מילים). אותיות אלו הן המקובלות ביותר, אולם ישנם ספרים שבהם אותיות אחרות נבחרו כדי לייצג אותו מושג. למשל: בספר זה tan מייצג טנגנס, אך ישנם ספרים שבהם האותיות tg מייצגות טנגנס. בכתיבת הבראיל יש למסור תעתיק מדויק של המופיע בספר המודפס.

(ב) ישנם נושאים שבהם אין אחידות בספרים השונים, באשר לצורת הכתיבה של ביטוי מתמטי מסוים. בספר זה הובאו בד"כ צורות הכתיבה הנפוצות ביותר, ולעיתים ישנו גם פירוט של צורות כתיבה נוספות. גם במקרה של חילוקי-דעות באשר לצורות הכתיבה הנכונות, בספר הובאו הצורות המופיעות בספרים הפופולאריים, מאחר שבכתיבה בבראיל יש לתת תמונה מדויקת של המופיע בספר המודפס.

(ג) המונחים המתמטיים בעברית, המופיעים בספר זה, הם בדרך כלל עפ"י "המילון למונחי המתמטיקה" של האקדמיה ללשון עברית (1984). גם בעניין זה אין אחידות בספרים השונים.

11

נושאים נוספים על אלו המופיעים בפרקי ספר זה

ישנם נושאים שלא הוקדש להם פרק מיוחד, מאחר שצורות הכתיבה האופייניות להם כלולות או מתוארות בפרקים שונים בספר זה. לדוגמה:

- תכנון ליניארי – ראה אי-שוויונים, פונקציות ועוד.
- סדרות – ראה אינדקס תחתון, משוואות ועוד.
- אינדוקציה מתמטית – ראה חזקות, אינדקס תחתון ועוד.
- מספרים מרוכבים – ראה אינדקס תחתון, טריגונומטריה, וקטורים ועוד.
- חשבון דיפרנציאלי – כלומר: גבולות, פונקציות, נגזרות.

לפיכך, כאשר כותבים נושאים שאין להם פרק מיוחד בספר זה ("מתמטיקה בבראיל"), יש לחפש את צורות הכתיבה האופייניות לנושאים אלו בפרקי הספר המתאימים. כמו-כן, ישנם מקרים שבהם ניתן להיעזר באינדקס שבסוף הספר.

12

טקסט מילולי

(א) סימני-פיסוק

- (1) בכל מקרה של העתקת טקסט מילולי שמופיעים בו מספרים, יש להעתיקו כפי שהוא מופיע בדפוס, תוך הקפדה בשימוש בסימני-פיסוק, אך רצוי לרווח בין המספר לבין סימני-הפיסוק (בעיקר בכתיבת ספרים לכיתות הנמוכות של ביה"ס היסודי).
- (2) תן דעתך לכך, שבבראיל חלק מסימני-הפיסוק זהים לסימנים מתמטיים. למשל: סימן-פלוס זהה לסימן-שאלה. לכן, לעיתים רצוי לוותר על סימני-הפיסוק כדי למנוע בלבול. ישנם מקרים שבהם ניתן להחליף סימן-פיסוק מסוים בסימן אחר, לדוגמה: בסוף בעיה – נקודה במקום סימן-שאלה.

(ב) אם ישנו צירוף של אותיות ומספרים וביניהם מקף, לדוגמה: ל-3, ניתן לכתוב בבראיל בשתי דרכים:

- (1) להשמיט את המקף, ולהותיר תא רווח בין האות למספר. לדוגמה: ל 1.
- מן הראוי לציין, שישנן הוצאות ספרים שביטלו את המקף גם בדפוס הרגיל.
- (2) לרווח בין המקף לבין המספר. לדוגמה: ל- 2.

(ג) סוגריים

בכתיבת טקסט מילולי, יש להשתמש בסוגריים הנהוגים בטקסט רגיל (ראה פרק "סוגריים" סעיף 2 עמוד 22 לעיל).

$$8^{00} \quad 1\kappa \quad 8^{00}$$

כבראיל יש לכתוב לפי אחת משתי הדרכים המפורטות בסעיפים א ו-ב לעיל.

14

חלוקה לשורות

כשתרגיל כתוב בספר המודפס בשורה אחת, ובבראיל הוא נכתב בשתי שורות (או יותר), יש לנהוג כלהלן:

(א) יש לחלק את התרגיל בין שורות הבראיל באופן הגיוני, המקל על הבנת התרגיל ופתרונו. לדוגמה: בחלוקת משוואה, אי-שוויון וכד', רצוי לכתוב את האגף השמאלי בשורה הראשונה, ואת האגף הימני – בשורה הבאה.

(ב) יש לסיים כל שורת בראיל בסימן-מתמטי מתאים (למשל: סימן-פעולה יסודי, סימן-שוויון ועוד) או בסימן-בראיל (כגון נקודה-5).

יש לחזור על אותו סימן בראשית השורה העוקבת, שתחל בתא השלישי ביחס לתחילת השורה הראשונה של התרגיל.

(ג) לעיתים יש צורך להוסיף סימנים שאינם מופיעים בדפוס.

לדוגמה: מכפלה שגורמיה נתונים בסוגריים, כגון: $(a+b)(a-b)$, תחולק בסוף שורת בראיל כלהלן:

יש לסיים את השורה הראשונה עם סימן-כפל צמוד לסוגר-הימני, כלומר: $(a+b)•$, ולהתחיל את השורה הבאה (בתא השלישי ביחס לתחילת השורה הראשונה) עם סימן-כפל צמוד לסוגר-השמאלי, כלומר: $•(a-b)$.

(ד) הערה כללית: בדוגמאות, המובאות בספר זה ("מתמטיקה בבראיל"), החלוקה לשורות נקבעה עפ"י רוחבו של דף הדפוס. בדף בראיל סטנדרטי, שהינו רחב יותר מדף דפוס זה, החלוקה לשורות עשויה להיות שונה במקרים רבים. מכל מקום, כתיבת הדוגמאות בשורות הבראיל המודפסות מדגימה את עקרונות החלוקה המועדפת.

15

"עיקר" ו"טפל"

(א) כאשר ביטויים מתמטיים מורכבים מ"עיקר" ומ"טפל", לדוגמה: משוואה ותנאי או משוואה ומכפלת-מקדמים, ה"עיקר" נכתב בבראיל בצד שמאל וה"טפל" נכתב מימין לו, גם אם בדפוס הסדר הפוך. (ראה דוגמאות בפרק "משוואות" עמודים 81 ו-87).

בין ה"עיקר" ל"טפל" יש להשאיר שני תאי-רווח.

(ב) אם יש צורך לחלק ביטוי כגון זה בין שתי שורות בראיל, יש לכתוב את ה"עיקר" בשורה הראשונה, ואת ה"טפל" – בשורה השנייה (החל מהתא השלישי ביחס לתחילת השורה הראשונה).

16 חלוקה לפסקאות

כשישנה בעיה מורכבת, הכתובה בספר המודפס ברצף אחד, רצוי לחלקה בבראיל לפסקאות כדי שייקל למצוא את הנתונים ולפתור את הבעיה.

דוגמה

בספר:

תייר צריך היה לעבור דרך מסוימת. בשעה הראשונה עבר $1/10$ מהדרך. בשעה השנייה עבר 5 ק"מ. בשעה השלישית רכב על אופניים ועבר מחצית מהדרך שעדיין נותרה לו. בשעה הרביעית עבר את 11 הק"מ האחרונים – והגיע ליעדו. מהו המרחק הכולל שעבר התייר?

בבראיל:

תייר צריך היה לעבור דרך מסוימת.
 בשעה הראשונה עבר $1/10$ מהדרך.
 בשעה השנייה עבר 5 ק"מ.
 בשעה השלישית רכב על אופניים ועבר מחצית מהדרך שעדיין נותרה לו.
 בשעה הרביעית עבר את 11 הק"מ האחרונים – והגיע ליעדו.
 מהו המרחק הכולל שעבר התייר?

17 שורת רווח

כשמעתיקים שאלות או תרגילים מורכבים, יש להשאיר שורת רווח בין תרגיל אחד למשנהו, גם אם בדפוס אין שורת רווח. לעומת זאת, אם בדפוס מופיעות כמה שורות רווח, בבראיל יש להשאיר שורת רווח אחת בלבד.

18 חלוקה לדפים

באופן כללי: אין לחלק בעיה, תרגיל או אף דוגמה מתמטיים בין שני דפי בראיל.
 אם התרגיל, הבעיה או הדוגמה ארוכים וכוללים כמה סעיפים, ניתן לחלקם בין שני דפי בראיל, לפי כללים אלו:

- (א) יש לסיים את העמוד הראשון בסוף סעיף.
- (ב) יש לסיים את העמוד הראשון בהערות-בראיל (בסוגריים): המשך בעמוד הבא.

19

טורים

- (א) כשכותבים שני טורים של תרגילים, זה לצד זה, יש לציין בהערות-בראיל לפני התרגילים (בסוגריים): לפניך שני טורים של תרגילים.
- (ב) ישנם מקרים שבהם אין חשיבות לכך שהטורים, הכתובים בספר זה בצד זה, ייכתבו כך גם בבראיל, כלומר: ניתן – ולעיתים אף רצוי – לכותבם זה אחר זה.
- כאשר בבראיל ישנו שינוי ביחס לדפוס, בכתיבת חומר השייך לכיתות הנמוכות של ביה"ס היסודי, יש להסביר בהערות-בראיל (שתיכתב לפני התרגילים) את ההבדל בין הדפוס לבין הבראיל.

20

צירוף שני דפי בראיל

- (א) כשיש צורך לצרף שני דפי בראיל, כגון: בכתיבת טבלאות רחבות, בהשוואת תרגילים, בתרשימי-זרימה ועוד, הדף המצורף יקבל מספר זהה לדף הראשון בתוספת מקף והאות א, לדוגמה: 20-א.
- (ב) בשורה הראשונה של הדף המצורף, בקצה הימני, ייכתב מספר עמוד הבראיל לפי מספר התאים הדרושים.
- בצד ימין למטה ייכתב המספר בעיפרון (כרגיל – עבור הכורך).
- (ג) במרבית המקרים יש צורך לצרף דף מימין לדף הראשון, אך לעיתים נדרש לצרף דף למטה מהדף הראשון.
- בעמוד הראשון, ליד מספר העמוד הכתוב בעיפרון בקצה הימני למטה, יש לרשום חץ לימין (אם יש לצרף דף אופקית) או חץ כלפי מטה (אם יש לצרף דף אנכית). [עבור הכורך.]
- (ד) יש לשלוח דף הוראות (לכורך), המפרט את מספרי העמודים שיש לחברם בכרך מסוים, וכן יש לציין אם צירוף דף צריך להיעשות אופקית או אנכית.
- (ה) תן דעתך: את שני הדפים יש להדפיס כרגיל, ולהשאירם בגודלם המקורי.
- חיתוך הדף השני וצירוף שני הדפים ייעשו לאחר השכפול ע"י הכורך (בספרייה).
- [לכורך: החיתוך וההדבקה ייעשו בדפים המשוכפלים בלבד. אם יש לצרף דף מימין, יש לגזור רצועה מהשוליים השמאליים של הדף הימני. את הדף הימני יש להדביק בעזרת סלוטייפ (מאחור) במדויק לדף השמאלי, כדי שהשורות תהיינה ברצף בשני הדפים. את הדף הימני יש לקפל לשמאל, מעל לדף השמאלי. גם אם יש לצרף דף למטה מהדף הראשון (נדיר), יש לחתוך רצועה מהשוליים השמאליים של הדף המצורף. הדף המצורף יודבק בעזרת סלוטייפ (מאחור) בהמשך לדף הראשון, תוך שמירת השוליים הימניים. יש לקפל את הדף המצורף כלפי מעלה, מעל לדף הראשון.]

Figure 1 shows a 4x12 grid of dots. The first column has 4 dots. The second column has 4 dots. The third column has 4 dots. The fourth column has 4 dots. The fifth column has 4 dots. The sixth column has 4 dots. The seventh column has 4 dots. The eighth column has 4 dots. The ninth column has 4 dots. The tenth column has 4 dots. The eleventh column has 4 dots. The twelfth column has 4 dots.

Figure 1 consists of two rows of 12 small plots each, totaling 24 plots. Each plot shows the spatial distribution of the number of species per site. The y-axis is labeled 'Number of species' and ranges from 0 to 10. The x-axis is labeled 'Number of sites' and ranges from 0 to 10. The plots show various patterns of species distribution, including uniform, clumped, and random distributions. The top row shows the distribution of species per site for 12 different species, and the bottom row shows the distribution of species per site for 12 different species.

- כתיבת סעיפים כמוסבר לעיל היא בעיקר, כאשר הסעיף, התת-סעיף והתת-תת-סעיף נכתבים ללא שורות רווח ביניהם, כמופיע בדוגמאות שבעמוד הבא.
- רצוי שתהיה הבדלה בסימן התוחם את מספר (אות) הסעיף, התת-סעיף והתת-תת-סעיף – כלומר: נקודה, סוגר-עגול, סוגריים עגולים – גם אם בדפוס ישנו שימוש בסימן זהה, למשל: סוגר-עגול הן בסעיף הן בתת-סעיף.

הערות והארות

דוגמאות של סעיפים:

בבראיל	בדפוס
--------	-------

	1. _____ _____ (א) _____ (I) _____
--	--

	5. (א) _____ _____ (ב) _____
--	---

22

כתיבת נתונים בבראיל

(א) את הנתונים של השאלה או של התרגיל רצוי לכתוב תמיד בצד שמאל של העמוד, ובשורה נפרדת, גם אם בספר צורת הכתיבה היא שונה. כך ייקל על התלמיד למצוא את הנתונים בעת פתרון הבעיה.

דוגמה

בספר:

בסדרה החשבונית: 1, 3, 5, 7, ...

בבראיל (משמאל לימין):

בסדרה החשבונית:

1, 3, 5, 7, ...

(ב) כשישנם כמה נתונים הכתובים בספר בשורה אחת, רצוי בבראיל לרשום כל נתון בשורה נפרדת (מהסיבה דלעיל).

דוגמה

בספר:

$S_n = 635$, $n = 7$, $q = 2$; מצא את a_1 .

בבראיל (משמאל לימין):

 $S_n = 635$, $n = 7$, $q = 2$;מצא את a_1 .

(ב) כשבספר מצוין כוכב מעל מספר השאלה או התרגיל, בבראיל יש לכתוב את הכוכב לאחר המספר (ללא קידומת סימן-על), ללא רווחים.

נקודה מתחת למספר נכתבת לאחר המספר עם קידומת לסימן תחתי, ללא רווחים.

כשמספר מצוין בכוכב ובנקודה כאחד, הכוכב ייכתב עם קידומת סימן-על והנקודה תיכתב עם קידומת סימן תחתי, ללא רווחים.

	$\ast$ (50
	$\ast$ (50 •
	$\ast$ (50 •

דוגמה



תרגיל 1

דוגמה

דוגמה א:

24 סידור שורות בראיל

כאשר תרגיל ממוספר כתוב על מספר שורות דפוס, כגון מערכת משוואות, יש לנהוג כלהלן:

- (א) בראשית השורה הראשונה ייכתב מספר התרגיל.
שורות הדפוס ייכתבו מהשורה השנייה ואילך.
- (ב) כל שורת דפוס יש להתחיל בתא השלישי (2 תאי-רווח) מקצה השורה.
- (ג) אם שורת דפוס מקורית נכתבת בבראיל על יותר משורה אחת, אזי:
 - יש לחלק שורה בצורה שתקל על הבנת התרגיל ופתרונו.
 - יש לסיים כל שורת בראיל בסימן-מתמטי (או בסימן-בראיל כגון נקודה-5), ולחזור על אותו סימן בראשית השורה העוקבת.
 - כל שורת המשך תתחיל בתא החמישי (4 תאי-רווח) מקצה השורה.
- (ד) אם שורות הדפוס מסודרות ב"מרכז", בבראיל יש להתעלם מכך.
- (ה) רצוי לקרוא כל תרגיל או שאלה ולתכנן את עימודם, לפני שמתחילים בהדפסתם.
- (ו) ראה **דוגמה** בעמוד 85.
- (ז) הערה: בגלל רוחבו של דף דפוס זה, דוגמאות רבות בספר חולקו לשתי שורות בראיל, על-אף שבדף בראיל סטנדרטי הן היו נכתבות בשורת בראיל אחת. עם זה, כתיבת הדוגמאות בשורות הבראיל המודפסות מדגימה את עקרונות החלוקה המועדפת.

בעיות

- (א) כשיש בספר תשובות בתחתית הדף או לאחר מספר דפי דפוס או בפרק תשובות בסוף הספר, בבראיל יש לכתוב את התשובה לאחר כל בעיה.
- (ב) אין צורך להשאיר שורת רווח בין הבעיה לבין התשובה.
- (ג) לפני המילה "תשובה" יש לכתוב קו-מפריד (פעמיים נקודות 3,6 ותא-רווח אחריהן).
- (ד) אם יש מקום בדף הבראיל לבעיה אך לא לתשובתה, יש לכתוב בשורה האחרונה של הבעיה (לאחר קו-מפריד ובסוגריים): ר' תשובה בעמוד הבא.

תרגילים (המקובצים לפי נושאים)

- (א) אם התשובות מופיעות בספר בתחתית הדף או לאחר מספר דפי דפוס, יש לכתוב את התשובות בסוף כל קבוצת תרגילים.
- (1) אם יש מקום בדף הבראיל לתרגילים אך לא לתשובותיהם, יש לציין לפני קבוצת התרגילים הערת-בראיל (בסוגריים): ר' תשובות בעמוד-הבראיל הבא.
- (2) אם קבוצת תרגילים נכתבת בכמה דפי בראיל, יש לציין לפני קבוצת התרגילים הערת-בראיל (בסוגריים):
- ר' תשובות בעמוד-בראיל מס' □ .
- אם התשובות כתובות בדף עוקב לדף התרגילים האחרון, רצוי להוסיף בסיום קבוצת התרגילים הערת-בראיל (בסוגריים):
- ר' תשובות בעמוד הבא.
- (3) ניתן לכתוב תשובות בשני טורים, אך יש לציין לפנייהם:
- תשובות (בשני טורים):

- (ב) אם בסוף הספר ישנו פרק תשובות, ניתן לפעול באחת משתי דרכים אלו:
- (1) לכתוב לאחר כל קבוצת תרגילים את תשובותיהם, כמוסבר בסעיף א לעיל.
- (2) לכתוב בסוף כל כרך, בפרק "תשובות", את התשובות לתרגילים הכלולים באותו כרך.
- יש לציין בעמוד התוכן של כל כרך את פרק התשובות ומספר העמוד שבו הוא מתחיל.

26 תוספות במהדורת הבראיל

(א) מבוא למהדורת הבראיל

- (1) בהעתקת ספרים במתמטיקה, כדאי להקדים מבוא למהדורת הבראיל בכרך הראשון, ולפרט בו את רשימת הסימנים המתמטיים האופייניים לנושאי הספר המודפס, עפ"י הסימונים המתמטיים בבראיל בספר זה ("מתמטיקה בבראיל"). כמו-כן, ניתן להפנות את התלמיד לספר זה ("מתמטיקה בבראיל"), שיוצא לאור גם במהדורת בראיל.
- (2) במבוא ניתן להסביר שינויים, תוספות וכד' שנעשו במהדורת הבראיל בהשוואה לספר המודפס.
- (3) אם נעשית חלוקה לכרכי טקסט ולכרכי תרשימים, יש להסביר זאת במבוא למהדורת הבראיל. (ראה "תרשימים" עמוד 155 להלן).
- (4) מבוא למהדורת הבראיל נכתב לאחר המבוא (אם ישנו) של הספר המודפס. הערה: סדר העמודים הראשונים של כרך הבראיל הראשון הם: עמוד שער, עמוד מקדים (אם ישנו), עמוד תוכן לכרך הראשון, עמוד תוכן לספר כולו (ראה סעיף ב להלן), עמוד מבוא (אם ישנו).
- (5) המבוא למהדורת הבראיל ממוספר במספר רומי (באותיות קטנות) העוקב לדף הקודם לו.
- (6) יש לציין בעמוד התוכן של הכרך הראשון את המבוא למהדורת הבראיל.

(ב) תוכן הספר כולו

אם מהדורת הבראיל כוללת יותר משלושה כרכים – בכרך הראשון, לאחר עמוד התוכן של כרך זה, כדאי להוסיף עמוד/י תוכן להמשך הספר (עד סופו). אם מספור עמודי הבראיל של הספר כולו אינו ידוע עדיין, אזי בעמודי תוכן אלו יש לפרט את מספור עמודי הדפוס בלבד.

(ג) הערת-בראיל

בכל מקום שבו נדרש הסבר מיוחד במהדורת הבראיל, בעיקר בספרי לימוד לכיתות הנמוכות של ביה"ס היסודי, רצוי להקדים להסבר את המילים:
הערת-בראיל:
רצוי לכתוב את הערות-הבראיל בסוגריים.

דוגמאות

(א) בכתיבת חומר לימודי עבור תלמידים קוראי-בראיל, רצוי לרווח בבראיל לפי המופיע בדפוס במקרים כגון אלו: בראשית לימוד כל סימן-פעולה יסודי (כלומר: להשאיר תא-רווח לפני ואחרי סימן-הפעולה), לימוד סדר פעולות החשבון, תרגילים עם תוצאות ביניים וכד'.

(ב) בדוגמה השנייה דלעיל, לא ניתן להתבלבל ולחשוב שיש כאן שני שברים פשוטים (בשבר, אין רווח לפני או אחרי קו-השבר המיוצג ע"י סימן-חילוק), מאחר שלו היו אלו שברים – לא הייתה נכתבת קידומת סימן-מספר במכנים.

הערות והארות

28 צמצום

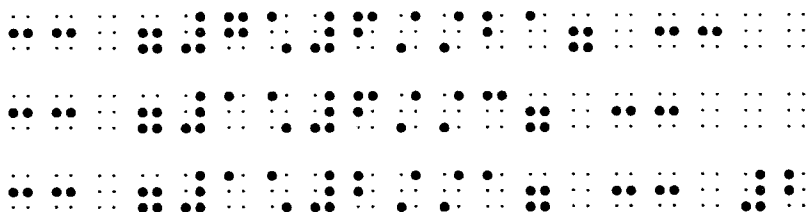
כשצורת הכתיבה של צמצום בדפוס היא ע"י העברת קווים אלכסוניים וכתיבת המספרים המצומצמים ליד המספרים המקוריים, בבראיל יש לנהוג כלהלן:
השברים המצומצמים נכתבים זה אחר זה.

דוגמה

$$= \frac{1 \cdot 2}{2 \cdot 1} = 2$$

שלב א: צמצום 7 (במונה) ו- 21 (במכנה) ב- 7.

שלב ב: צמצום 6 (במונה) ו- 3 (במכנה) ב- 3.



29 השלמת החסר

א) כאשר התלמיד מתבקש להשלים את החסר בתוך תרגיל, והמקום שבו יש להשלים את הספרות החסרות מצוין ע"י: נקודה, סימן-שאלה, מקום ריק וכד', יש להשתמש בבראיל בתא מלא (נקודות 1,2,3,4,5,6).

דוגמה

	642
	???
	453
יש להקדים לתרגיל	
הערות-בראיל (בסוגריים),	
המבהירה שמקום להשלמה	
מיוצג בבראיל ע"י תא מלא.	

$$\frac{7}{14} = \frac{21}{70} = \frac{\quad}{70}$$


ד) אם יש להשלים את החסר במקום שבו מופיעה בספר צורה (כגון: ריבוע, עיגול וכד' – בעיקר בספרי מתמטיקה לכיתות הנמוכות של ביה"ס היסודי), ניתן לפעול בבראיל בכמה דרכים:

(1) לכתוב את תווי-הבראיל המייצגים עיגול, משולש או ריבוע [ראה "סימונים מתמטיים (ריכוז)" עמודים 164-165 להלן].

(2) לייצג את הצורה ע"י אות, כגון: ע ייצג עיגול, מ ייצג משולש וכו'. ברור, שיש להשתמש באותיות שאינן זהות לספרות או לסימנים מתמטיים.

(3) לגזור את הצורות ממדבקת בראיל.

גובה הצורה יהיה $\frac{1}{2}$ ס"מ (זהו גובהו של תו-בראיל), כך שניתן יהיה לשלב את הצורה בתוך שורת הבראיל.

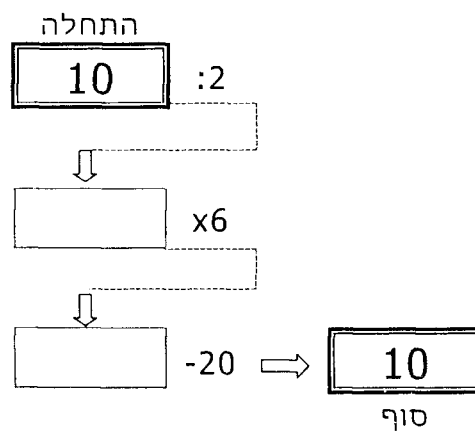
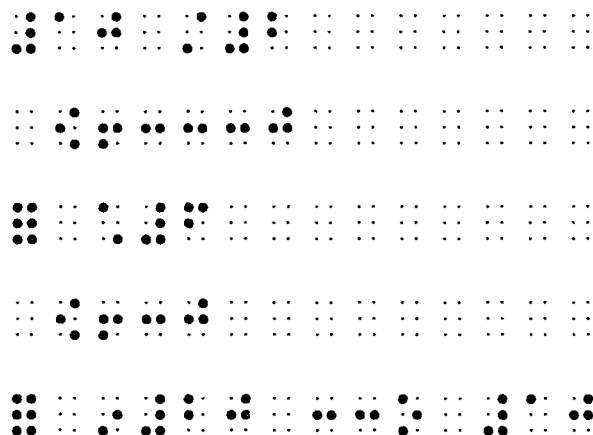
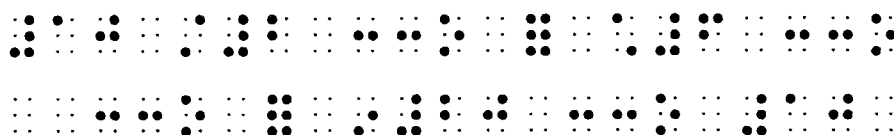
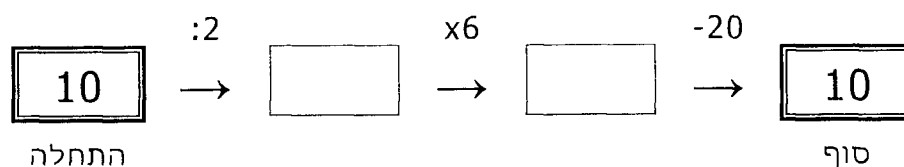
בכל דרך שנוקטים, יש לפרט את מפתח הצורות בהערת-בראיל שתיכתב לפני התרגיל.

30

 תרגילי שרשרת

- (א) תרגיל-שרשרת אופקי יש לכתוב בבראיל ברצף (ראה דוגמה להלן).
 אם אין מקום לכל תרגיל-השרשרת בשורת בראיל אחת, אזי:
- כל שורת בראיל יש לסיים בחץ (בתרגיל-שרשרת החץ משמש גם כסימן-שוויון).
 - יש לחזור על החץ בראשית השורה העוקבת.
 - כל שורת המשך תחל בתא השלישי ביחס לשורה הראשונה של תרגיל-השרשרת.
- (ב) תרגיל-שרשרת אנכי ייכתב עם שורות חצים (ראה דוגמה להלן).
 (ג) משבצת ריקה בדפוס, שבה יש להשלים מספר חסר, מיוצגת בבראיל ע"י תא מלא.
 (ד) לפני התרגיל יש לכתוב הערת-בראיל (בסוגריים): לפניך תרגיל-שרשרת.

דוגמאות



31

טבלאות
הערות-בראיל מקדימה:

לפני טבלה יש לכתוב אחת משתי הערות-בראיל מבארות אלו:
להלן (או לפניך) טבלה אנכית [ניתן לציין בכמה טורים].
להלן (או לפניך) טבלה אופקית [ניתן לציין בכמה שורות].

טבלה אנכית**(א) כותרות**

- (1) בשורת הכותרות נכתבת הכותרת של כל טור.
- (2) אם אין מקום לכל הכותרות בשורת בראיל אחת, ניתן לפעול באחת משתי דרכים אלו:
 - לחלק כותרת ארוכה ולכותבה בכמה שורות.
 - למספר (באותיות) את טורי הטבלה. לפרט במפתח, שייכתב לפני הטבלה, איזו כותרת מייצג כל מספר.
- (3) יש למתוח קו (רצף נקודות 1,4) מתחת לכל כותרת.

(ב) שורות וטורים

- (1) את כל השורות, השייכות לאותו טור בטבלה, יש להתחיל באותו תא בשורה.
- (2) אם בטבלה ישנן שורות ארוכות ושורות קצרות, יש להשלים את השורות הקצרות ע"י רצף נקודה-6.
- (3) אם כל "שורת-טבלה" נכתבת בשורת בראיל אחת, אזי:
 - בין השורות אין צורך בשורות רווח (כלומר: אין צורך להעביר קווים אופקיים).
 - בין הטורים אין צורך בקווים אנכיים, אלא יש להשאיר 2-3 תאי-רווח בין טור לטור.
- (4) אם כל "שורת-טבלה" נכתבת על יותר משורת בראיל אחת, אזי:
 - יש להעביר קווים אופקיים (רצף נקודות 2,5) בין השורות ("שורות-הטבלה").
 - ניתן להעביר קווים אנכיים בין הטורים. קו אנכי אין להדפיס במכונת-הבראיל, אלא יש להעבירו באמצעות גלגלת או מרצע.

(ג) טבלאות רחבות

כשטבלה הינה רחבה יותר מדף בראיל אחד, יש לצרף דף בראיל נוסף מימין לדף הראשון.
יש להקפיד על שמירת רצף השורות בשני הדפים.
ראה "צירוף דפים" בעמוד 140 לעיל.

הערות והארות

(ד) טבלאות ארוכות

כשטבלה ארוכה יותר מדף בראיל אחד, יש לסיים את הדף הראשון בהערת בראיל (בסוגריים):
המשך הטבלה בעמוד הבא.

(ה) טבלאות מורכבות

כשישנן טבלאות מסובכות ומורכבות, עדיף למסור את האינפורמציה בבראיל שלא באמצעות טבלה. במקרה כזה, יש להבהיר בהערת-בראיל מקדימה, שבספר החומר מופיע בטבלה ואילו בבראיל הוא כתוב לפי "סעיפים".

טבלה אופקית

(א) כותרות

- (1) לכל שורה נכתבת כותרת.
- (2) אם אין מקום לכותרות ולנתונים בשורת בראיל אחת, יש למספר (באותיות) את שורות הטבלה. יש לפרט במפתח, שייכתב לפני הטבלה, איזו כותרת מייצג כל מספר.
- (3) בין הכותרת לבין הנתונים יש להעביר קו (לפחות פעמיים נקודה-3), עם רווח לפני ואחרי הקו.

(ב) שורות וטורים

- (1) את הנתונים, השייכים לאותו טור, יש להתחיל באותו תא בשורה.
- (2) בין השורות אין צורך בשורות רווח (כלומר: אין צורך להעביר קווים אופקיים).
- (3) בין הטורים אין צורך בקווים אנכיים, אלא יש להשאיר תא-רווח אחד בין טור לטור.

(ג) טבלאות רחבות

- כשטבלה הינה רחבה יותר מדף בראיל אחד, ניתן לפעול באחת משתי דרכים אלו:
- לצרף דף בראיל נוסף מימין לדף הראשון.
יש להקפיד על שמירת רצף השורות בשני הדפים.
ראה "צירוף דפים" עמוד 140 לעיל.
 - לכתוב את הנתונים בטבלה אנכית, ואזי יש לציין לפני הטבלה (בסוגריים), שבספר הטבלה אופקית ואילו בבראיל הטבלה אנכית.

(ד) טבלאות ארוכות (ראה לעיל).

(ה) טבלאות מורכבות (ראה לעיל).

32

תרשימים
(א) הערת-בראיל מקדימה

לפני תרשים יש לכתוב הערת-בראיל: לפניך תרשים (שרטוט, ציור וכד').
כותרת התרשים או תיאור קצר שלו ייכתבו לפני התרשים.

(ב) מיקום התרשים

התרשים יצויר בבראיל בצד שמאל, לאחר הטקסט שהוא מתייחס אליו.

(ג) הכנת התרשים

- (1) את התרשים יש לרשום בעיפרון בצד האחורי של דף הבראיל, בתמונת ראי.
יש להניח את הדף על משטח רך (גומי) ולעבור על הקווים בעזרת כלי, כגון:
גלגלות מסוגים שונים, מרצע, עטים כדוריים שונים בעוביים וכד'.
- (2) אם בדפוס ישנה אבחנה בין סוגים של קווים, ניתן להשתמש בכלים שונים (כמפורט לעיל)
ואף להפעיל לחץ שונה, וכך ניתן להשיג קווים מסוגים שונים גם במהדורת הבראיל.
אם בתרשים ישנם קווים נפגשים, בבראיל קו אחד יהיה רציף והקו השני יהיה קטוע בנקודת
המפגש.

▪ אורך מינימלי של קו: 13 מ"מ.

▪ רווח מינימלי בין קווים: 3 מ"מ.

- (3) התרשים צריך להיות העתק מדויק של התרשים המופיע בספר מבחינת הפרופורציות, אך לא
בהכרח באותן מידות, פרט למקרים שבהם המידות חיוניות לפתרון התרגיל.
פרטים שאינם הכרחיים יש להשמיט בבראיל, כדי שהתרשים יהיה פשוט ככול שניתן.
- (4) תרשים מורכב הניתן לחלוקה, יש להציג בבראיל בשני חלקים. (עם הערת-בראיל מבארת
לפניהם.)
- (5) שרטוט של גוף תלת-ממדי אינו משמעותי לעיוורים.

(ד) שילוב תווי-בראיל

תווי-בראיל (אותיות או מספרים) השייכים לתרשים, ייכתבו בעזרת סרגל-בראיל ומרצע, במרחק
של 3 מ"מ לפחות מחלק התרשים שהם מתייחסים אליו.
תווי-בראיל ייכתבו אופקית – לא באלכסון ואף לא במאונך.
הערה: אם ישנו קו מקביל לכיתוב בבראיל, ניתן לכתוב באלכסון או במאונך במקרים מיוחדים,
כאשר ההתייחסות איננה ברורה אם כיתוב הבראיל הוא אופקי.

ה) חלוקה לכרכי טקסט ולכרכי תרשימים

מהדורת הבראיל של ספר, המכיל תרשימים רבים ומסובכים שאותם יש להכין בעזרת מכונת הבלטה, תחולק לכרכי טקסט ולכרכי תרשימים.

(1) בכל מקום שבו מופיע תרשים, יש לכתוב בטקסט הערת-בראיל (בסוגריים):
ר' כרך תרשימים.

(2) כל תרשים בכרך התרשימים יקבל תו-זיהוי (כגון: מספר התרגיל, מספר הדוגמה וכד'), שייכתב בקצה השמאלי של השורה שבה מתחיל התרשים.

(3) ניתן לחלק פרק בין כמה כרכי טקסט או כמה כרכי תרשימים, אך אין לכלול באותו כרך בראיל את סופו של פרק אחד ואת תחילתו של הפרק הבא אחריו. כרכי התרשימים אינם חייבים להיות מקבילים לכרכי הטקסט – במקרים רבים לפרק מסוים ישנו כרך תרשימים אחד ומספר כרכי טקסט, או שלפרק מסוים ישנם כמה כרכי טקסט אך אין כרך תרשימים.

(4) כל כרכי הטקסט וכל עמודיהם ימוספרו ברצף.

כל כרכי התרשימים וכל עמודיהם ימוספרו ברצף, ללא תלות בכרכי הטקסט.

(5) מספר עמוד הדפוס זהה הן בדף הטקסט הן בדף התרשימים, ובעזרתו ניתן למצוא את התרשים הדרוש.

(6) אם נעשית חלוקה לכרכי טקסט ולכרכי תרשימים, יש להסביר את החלוקה (כמפורט לעיל) במבוא למהדורת הבראיל, בכרך הראשון של הספר. ראה "תוספות במהדורת הבראיל - מבוא למהדורת הבראיל" עמוד 147 לעיל.

33 ציר-מספרים אופקי

(א) הערת-בראיל מקדימה

לפני ציר-המספרים יש לכתוב הערת-בראיל:
להלן (או לפניך) ציר-מספרים אופקי.

(ב) קו-הציר

את קו-הציר ניתן לציין בעזרת מכונת-הבראיל ע"י רצף נקודות 2,5, או להעבירו בעזרת מרצע או גלגלת.
הערה: דוגמה, השייכת לתרגילים שבהם התלמיד נדרש להכין ציר-מספרים בעצמו, תבוצע בעזרת מכונת-בראיל.

(ג) ראש-החץ

- בבראיל: את ראש החץ יש לציין בנקודות 1,3,5 או בנקודות 2,4,6 לפי כיוונו.
- בציור: יש להשתמש בסוג קו זהה לקו-הציר, בזווית בת 45° ובאורך של 6 מ"מ (כל קו).

(ד) חלוקת הציר לשנתות

- בבראיל: קו-אנכי ארוך יצוין ע"י שלוש נקודות (1,2,3), וקו-אנכי קצר יצוין ע"י שתי נקודות (1,2 או 2,3).
- בציור: קו-השנתות יהיה זהה בסוגו לקו-הציר ואורכו 6 מ"מ מכל צד של הציר. הרווח המינימלי בין שנתות: 13 מ"מ. הרווח בין השנתות למספרים: 3 מ"מ.

(ה) נקודת-קצה

נקודה, המסומנת ע"י עיגול מלא (נקודת-קצה השייכת לקבוצה), תצוין בבראיל ע"י תא מלא (כלומר: נקודות 1,2,3,4,5,6).
נקודה, המסומנת ע"י מעגל ריק (נקודת קצה שאיננה שייכת לקבוצה), תצוין בבראיל ע"י נקודות 1,3,4,6.

(ו) המספרים

את המספרים יש לכתוב בבראיל עם קידומת סימן-מספר.
אם אין מספיק מקום לכתוב כל המספרים עם קידומת סימן-מספר, ניתן לפעול לפי אחת מדרכים אלו:

- (1) לכתוב רק את המספר אפס עם קידומת סימן-מספר.
- (2) לכתוב את כל המספרים ללא קידומת-סימן-מספר, ולציין בהערות-בראיל מקדימה: המספרים בציר-המספרים כתובים ללא קידומת סימן-מספר.
- (3) לכתוב את קידומת סימן-המספר בקצה השמאלי של השורה שבה נכתבים המספרים, ואילו את המספרים עצמם ללא קידומת סימן-מספר.

34 ציר-מספרים אנכי

- (א) **הערת-בראיל מקדימה**
לפני ציר-המספרים יש לכתוב הערת-בראיל: להלן (או לפניך) ציר-מספרים אנכי.
- (ב) **קו-הציר**
ציר-מספרים אנכי יש לצייר בעזרת גלגלת, מרצע, עט כדורי וכד'.
- (ג) **ראש-החץ וחלוקת הציר לשנות**
ראה "ציר-מספרים אופקי" סעיפים ג-ד (ציור) בעמוד הקודם.
- (ד) **מספרים**
(1) את המספרים ניתן לכתוב במכונת-בראיל או בעזרת סרגל-בראיל ומרצע, במרחק 3 מ"מ מהשנות.
(2) המספרים ייכתבו עם קידומת סימן-מספר.

35 מערכת צירים

- (א) **הערת-בראיל מקדימה**
לפני מערכת הצירים יש לכתוב הערת-בראיל: להלן (או לפניך) מערכת צירים.
- (ב) **הצירים והשנות**
את קווי-הצירים ואת השנות יש לצייר בעזרת כלי, כגון: גלגלת, מרצע, עט כדורי וכד'.
קווי-השנות יהיו זהים בסוגם לקו-הציר, ואורכם 6 מ"מ מכל צד של הציר.
הרווח המינימלי בין שנות: 13 מ"מ. הרווח בין השנות למספרים: 3 מ"מ.
נקודת-הראשית תסומן בנקודה בולטת גדולה (ראה סעיף ה/3 להלן).
- (ג) **החצים**
יש להשתמש בסוג קו זהה לקו-הציר, בזווית בת 45° ובאורך של 6 מ"מ (כל אחד משני הקווים).
- (ד) **המספרים**
(1) את המספרים יש לכתוב בעזרת סרגל-בראיל ומרצע.
(2) המספרים ייכתבו עם קידומת סימן-מספר, ואם אין מספיק מקום – רק נקודת-הראשית תיכתב עם קידומת סימן-מספר.
- (ה) **הגרף**
(1) ראה "תרשימים" סעיפים ג-ד בעמוד 154 לעיל.
(2) קו-הגרף יהיה שונה בסוגו ו/או בעוביו מקווי-הצירים (קווי-הצירים צריכים להיות עבים יותר מקו-הגרף). אם יש גרף נוסף, הוא יהיה שונה מקו-הגרף הראשון.
(3) אם בגרף ישנן נקודות מודגשות, יש להכניס ממדבקות נייר (בעזרת מחורר). כמו-כן, ניתן להשיג כלים להפקת נקודות בולטות (וכן צורות אחרות).
בין הנקודה לבין הגרף יש להשאיר רווח של 1.5 מ"מ (מכל צד).

36 חצים

- (א) כשישנם חצים בתוך ביטויים מתמטיים, יש להשתמש בסימני-הבראיל המתאימים עפ"י המפורט בפרק "סימונים מתמטיים (ריכוז)" עמוד 167 להלן.
- (ב) אם בדפוס ישנו חץ מעל מספר או מעל תרגיל (בעיקר בספרי לימוד לכיתות הנמוכות של ביה"ס היסודי) שהוראתו כיוון פעולה, והחץ אינו חלק אינטגרלי של הביטוי המתמטי, אזי בבראיל יש לרשום את החץ בשורה שמעל לתרגיל.
- יש להקדים לתרגיל הערת-בראיל מבהירה, כגון: שים לב לחץ בשורה שמעל לתרגיל.
- (ג) ציור חצים

- קו-החץ: אורכו 13 מ"מ לפחות.
- ראש-החץ: יש להשתמש בסוג קו זהה לקו-החץ, בזווית בת 45° ובאורך 6 מ"מ לפחות (כל אחד משני הקווים).
- הערה: ניתן להשיג גלגלת מיוחדת להעברת קווים המשמשים כחצים (ללא צורך בראש-חץ). בכיוון החץ הקו חלק למגע ואילו בכיוון הנגדי הקו מחוספס.

37 הגהה ותיקון שגיאות

- (א) הגהה בעת ההדפסה יש לערוך הגהה קפדנית. כשעוסקים בחומר שיש להגיע בו לדיוק מרבי, יש לערוך הגהה נוספת לאחר סיום הדפסת החומר כולו.
- (ב) תיקון שגיאות בכתיבת ביטויים מתמטיים יש להשתדל שלא תהיינה מחיקות כלל. בכתיבת טקסטים מילוליים יש לבצע מחיקה מושלמת ככול שניתן, אולם יש להקפיד על כך, שבמילה אחת לא תהיינה יותר משתיים או משלוש נקודות מחוקות (תלוי באורכה של המילה), ובדף אחד לא תהיינה יותר מחמש מילים שיש בהן מחיקה. אסור, בשום פנים ואופן, להשתמש בשש נקודות (תא מלא) לשם מחיקה!

38 לסיום...

לא ניתן לתת הדרכה למכלול הצורות והאפשרויות המופיעות בספרי הלימוד השונים. ישנם ספרים שבהם כל עמוד הוא אתגר בפני עצמו. תמיד ישאר מקום לאֶלתור, ליוזמה ולמקוריות של כותב מהדורת הבראיל.

סימונים מתמטיים

(ריכוז)

בפרק זה מרוכזים כל הסימונים המתמטיים המופיעים בספר זה ("מתמטיקה בבראיל") וכן סימנים מתמטיים נוספים.

דוגמאות לשימוש בסימנים השונים יש לראות בכל נושא ונושא.
הערה: מפתח לבראיל המודפס ראה בעמוד 6 או בעמוד 134 לעיל.

⠠⠠⠠	+	פלוס (ועוד, חיובי)
⠠⠠⠠	-	מינוס (פחות, שלילי)
⠠⠠⠠⠠⠠	±	פלוס או מינוס
⠠⠠⠠⠠⠠	∓	מינוס או פלוס
⠠⠠⠠	× •	כפל
⠠⠠⠠	: ÷	חילוק

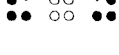
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	,	פסיק-האלפים
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	.	נקודה עשרונית
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	:	יחס, פרופורציה
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠		ערך מוחלט

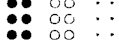
סימונים

$\bullet\bullet \bullet\bullet$	$=$	שווה, שוויון
$\bullet\bullet \bullet\bullet$	$\neq$	שונה, אינו שווה
$\bullet\bullet \bullet\bullet$	$\equiv$	זהה, שקול
$\bullet\bullet \bullet\bullet \bullet\bullet$	$\neq$	אינו זהה, אינו שקול
$\bullet\bullet \bullet\bullet \bullet\bullet$	$\doteq \approx \sim$	דומה; שווה בקירוב; כמעט שווה
$\bullet\bullet \bullet\bullet$	$>$	גדול מ-
$\bullet\bullet \bullet\bullet$	$<$	קטן מ-
$\bullet\bullet \bullet\bullet \bullet\bullet$	$\nless$	אינו גדול מ-
$\bullet\bullet \bullet\bullet \bullet\bullet$	$\nless$	אינו קטן מ-
$\bullet\bullet \bullet\bullet \bullet\bullet$	$\gtrless$	גדול או קטן מ-
$\bullet\bullet \bullet\bullet \bullet\bullet \bullet\bullet$	$\geq$	גדול או שווה
$\bullet\bullet \bullet\bullet \bullet\bullet \bullet\bullet$	$\leq$	קטן או שווה
$\bullet\bullet \bullet\bullet \bullet\bullet \bullet\bullet \bullet\bullet$	$\nless$	אינו גדול או שווה
$\bullet\bullet \bullet\bullet \bullet\bullet \bullet\bullet \bullet\bullet$	$\nless$	אינו קטן או שווה

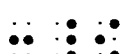
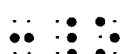
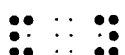
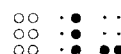
סימונים

	>>	גדול מאוד מ-
	<<	קטן מאוד מ-

	%	אחוזים
	‰	פרומילים
	∞	אינסוף
	∞	פרופורציוני ל-
	∴	מכאן נובע
	∴	מפני ש-
	()	סוגר עגול (ימני, שמאלי)
	[]	סוגר מרובע [ימני, שמאלי]
	{ }	סוגר צומד {ימני, שמאלי}

	-	שבר פשוט פתיחה/סיום קו-שבר קצר
	—	שבר מורכב פתיחה/סיום קו-שבר בינוני
	—	שבר מורכב ביותר פתיחה/סיום קו-שבר ארוך

סימונים

		כך ש-, בתנאי ש- קו אנכי
	∈	שייך
	∉	אינו שייך
	⊂	קבוצה חלקית
	⊆	קבוצה חלקית או שווה
	⊈	אינה קבוצה חלקית
	⊃	קבוצה מכילה
	⊇	קבוצה מכילה או שווה
	⊉	אינה קבוצה מכילה
	∪	(קבוצת) איחוד
	∩	(קבוצת) חיתוך
 	ϕ $\{ \}$	קבוצה ריקה
 	$\bar{}$ '	(קבוצת) משלים, קבוצה משלימה

סימונים

	$\square^{\square}$	חזקה קידומת לציון עילי (עלייה מקו-השורה)
	$\sqrt{\quad}$	סימן-שורש
	$\square_{\square}$	אינדקס תחתון קידומת לציון תחתי (ירידה מקו-השורה)
	log	לוג
	ln	לוג טבעי
	$\overline{\square}$	קו עילי (קו-על)
	$\square^{\square}$	קידומת לסימן-על(עילי) (מעל לשורה)
	$\cdot$	נקודת-על
	$\wedge$	גג (כובע)
	$\sim$	טילדה (גל)
	$\square_{\square}$	קו תחתי וקטור
	$\square_{\square}$	קידומת לסימן תחתי (מתחת לשורה)

סימונים

	lim	גבול
	$\square'$	תג
	$\square''$	תגיים
	$\square'''$	שלושה תגים
	$\int$	אינטגרל
	π	פי (קטנה)
	Π	פי (גדולה)

	$\bigcirc$	מעגל
	$\oplus$	
	$\ominus$	
	$\otimes$	
	$\oslash$	

	$\square$	ריבוע
--	-----------	-------

סימונים

	0	זווית
	L	זווית ישרה
	⊥	מאונך ל-, ניצב ל-
	Δ	משולש
	~	דומה
	≠	אינו דומה
	≅	חופף
	≇	אינו חופף
		מקביל
	⊥	אינו מקביל
	⊂	קשת
	°	מעלות
	°'	מעלות, דקות, שניות (משמאל לימין)

סימונים

	$\bar{x}$	ממוצע [מדגם]
	μ	ממוצע (מיו קטנה) [אוכלוסייה]
	f	שכיחות
	s^2	שונות
	s	סטיית-תקן [מדגם]
	σ	סטיית-תקן (סיגמה קטנה) [אוכלוסייה]
	Σ	סימן-הסיכום (סיגמה גדולה)

	$\cup$	איחוד
	$\cap$	חיתוך
	ϕ	מאורע בלתי-אפשרי
	$\bar{\square} \quad \square'$	מאורע משלים
	$!$	עצרת

	$\$$	דולר
--	------	------

סימונים

	$\rightarrow$	חץ לימין מתאים, שואף ל-, מ- אל
	$\mapsto$	חץ לימין מתאים
	$\rightarrow$ 	חץ עילי לימין וקטור
	$\leftarrow$	חץ לשמאל מתאים
	$\leftrightarrow$	חץ דו-כיווני אופקי
	$\Rightarrow$	חץ דו-קווי לימין מכאן נובע, גורר
	$\Leftarrow$	חץ דו-קווי לשמאל גורר
	$\Leftrightarrow$	חץ דו-קווי דו-כיווני אופקי שקול
	$\nleftrightarrow$	אינו שקול
	$\uparrow$	חץ כלפי מעלה
	$\downarrow$	חץ כלפי מטה
	$\Uparrow$	חץ דו-קווי כלפי מעלה
	$\Downarrow$	חץ דו-קווי כלפי מטה מכאן נובע

אלפבית עברי וניקוד חלקי

א	ב	ג	ד	ה	ו	ז	ח	ט	י	כ	ל	מ	נ	ס	ע	פ	צ	ק	ר	ש	ת
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
	ב				ו				י	כ						פ				ש	
	⠠				⠠				⠠	⠠						⠠				⠠	
					ו																
					⠠																

סימני פיסוק

פסיק	נקודה ופסיק	נקודתיים	נקודה	סימן שאלה	סימן קריאה	סוגריים עגולים	מירכאות	גרש	מקף	לוכסן
,	;	:	.	?	!	()	"	'	-	/
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠

רצף נקודות	סוגריים מרובעים	קו מפריד	כוכב
...	[]	—	*
⠠ ⠠ ⠠	⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠ ⠠	⠠ ⠠	⠠ ⠠

אינדקס

או/וגם 90, 94
 אותיות וקידומותיהן **11-13**, 38, 43, 47-48, 51, 53, 57, 59, 61, 63, 64,
 69, 71, 74, 80, 114, 129-131
 אותיות יווניות **11**
 אומגה $[\Omega]$
 או-מיקרון $[Oo]$
 איאוטא $[Ii]$
 איטה $[Hh]$
 איפסילון $[\Upsilon\upsilon]$
 אלפא $[A\alpha]$
 אפסילון $[E\varepsilon]$
 ביתא $[B\beta]$
 גממה $[\Gamma\gamma]$
 דלתא $[\Delta\delta]$
 זטה $[Z\zeta]$
 טאו $[T\tau]$
 כי $[X\chi]$
 כסי $[\Xi\xi]$
 כפה $[K\kappa]$
 למ(ב)דה $[\Lambda\lambda]$
 מי (מיו) $[M\mu]$
 ני $[N\nu]$
 סיגמא $[\Sigma\sigma\varsigma]$
 פי $[\Phi\phi]$
 פי (פי) $[H\eta]$
 פסי $[\Psi\psi]$
 רו $[P\rho]$
 תיטה $[\Theta\theta]$
 אותיות יווניות 105, 109, 116, 118, 131
 אותיות לטיניות (רומיות) **11**, 129-131
 אחוזים 21, 161
 אינדוקציה 136





אינדקס תחתון **69-64**

האינדקס 65-64

סימן-אינדקס (קידומת-בראיל) 64

אינדקס תחתון (סיכום) 69

אינדקס תחתון (דוגמאות נוספות ואזכורים) 15, 53, 57, 97, 99, 100, 107,

111, 112, 119, 120, 122, 127, 163

אינו גדול או שווה 160

אינו גדול מ- 18-19, 160

אינו דומה 109, 165

אינו זהה 18, 160

אינו חופף 109, 165

אינו מקביל 109, 111, 165

אינו קטן או שווה 160

אינו קטן מ- 18-19, 160

אינו שווה 18-19, 95, 160

אינו שייך 91, 162

אינו שקול 18, 160, 167

אינטגרלים **108-105**, 120, 132, 135, 164

אינסוף 96, 97, 98, 107, 161

אי-שוויונים **90-89**, 94, 95, 101, 160-161

אלפבית עברי וניקוד חלקי, סימני-פיסוק 168

ארק- 113, 117

ביטויים שליליים 17, 40, 51, 52, 53, 61, 89, 90, 107, 117, 159

בסיס-החזקה 50, 53, 57

בסיס-הלוגריתם 70, 71-73, 80

בראיל בדפוס (מפתח) 6, 134

בתנאי ש- 94-95, 162

- גבול (lim) 164, 96
 גבולות **98-96**, 132, 107
 גג 163
 גדול או קטן מ- 160, 19-18
 גדול או שווה 160, 90, 89, 19-18
 גדול מ- 160, 101, 95, 94, 90, 89, 25, 19-18
 גדול מאוד מ- 161
 גובה 110
 גורם-הלוגריתם (הגודל הנתון) 80, 75-74, 70
 גורם-השורש (הגודל הנתון) 63, 61, 58
 גורר 167, 104, 89
 גיאומטריה (גאומטריה) **112-109**
- דולר 166
 דומה 165, 160, 111, 109, 18
 דטרמיננטות 26
 דפוס (לעומת בראיל) 65, 64, 63, 61, 58, 57, 52, 50, 43, 39, 30, 28, 26, 9, 8
 149, 145, 144, 143, 142, 135, 125, 119, 113, 112, 86, 81, 80, 72, 70, 69
 דפי-בראיל 145, 140, 139
 דקות (מעלות, שניות) 165, 110, 21
- הגהה 158
 הוכחות 111
 הוספת סוגריים (בבראיל) 133, 90, 74, 62, 56, 26
 הוספת סימנים מתמטיים (בבראיל) 133, 62, 60, 59
 היפרבולי (טריגונומטריה) 117, 113
 הסתברות וקומבינטוריקה **125-121**, 166, 132
 הקראת מתמטיקה לכותבי-בראיל 131
 הערות והארות **158-128**
 הערת-בראיל 152, 151, 150, 149, 148, 147, 146, 140, 39, 34, 32, 30, 28
 157, 156, 154, 153
 השוואת מקדמים 87
 השלמת החסר 150-149, 30, 29-28

וגם/או 90, 94
ועוד 159, 16
וקטורים **126-127**, 167

זהה 18-19, 160
זוויות 109-110, 165
זווית ישרה 109, 165

חופף 109, 111, 165
חזקות 50-57
בסיס-החזקה 50, 52, **53**, 57
מעריך-החזקה 50, **51-52**, 57
סימן-חזקה (קידומת-בראיל) 50, 57
חזקות (סיכום) 57
חזקות (דוגמאות נוספות ואזכורים) 8, 9, 15, 17, 23, 25, 26, 27, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 71, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 97, 98, 102, 106, 107, 114, 115, 116, 117, 119, 125, 127, 131, 163
חיבור 16, 73, 159
חיבור מאונך 28-29
חיובי 16, 159
חילוק 16, 159
חילוק מאונך 34-36
חיסור 16, 73, 159
חיסור מאונך 30-31, 149
חיסור שברים פשוטים 39, **40**
חצים 89, 96, 97-98, 99, 101, 102, 104, 126-127, 151, 156, 157, 158, **167**
חלוקה לדפים 139
חלוקה לפסקאות 139
חלוקת שורות וסידורן בבראיל 43, 45, 55, 81, 82, 94, 96, 97, 98, 101, 105, 107, 117, 138
חליפות 124
חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי **96-108**, 136

טבלאות 153-152
 טווח 102, 101, 99
 טורים 153-152, 140, 86, 30, 28
 טילדה (גל) 163
 טנגנס 135, 117-113
 טקסט מילולי 144, 136, 131-130, 22
 טריגונומטריה **117-113**

יחס 159, 135, 99, 20

כוכב 168, 144
 כינויים (טריגונומטריה) **117-113**, 106, 97
 כך ש- 162, 95-94
 כמעט שווה 160, 18
 כפל 159, 32, 16
 כפל מאונך 33-32
 כתיב אלגברי (קבוצות) 95-94

לוג (log) 163, 80, 70
 לוגריתם טבעי 163, 98, 79-78
 לוגריתם לפי בסיס-10 75
 לוגריתמים **80-70**
 בסיס-הלוגריתם 80, **73-71**, 70
 גורם-הלוגריתם (הגודל הנתון) 80, **75-74**, 70
 לוג (log) 80, 70
 סימן-בסיס (קידומת-בראיל) 80, **71**, 70
 לוגריתמים (סיכום) 80
 לוגריתמים (דוגמאות נוספות ואזכורים) 163, 132, 62, 57, 10, 9
 לוכסן (קו נטוי) 168, 122, 89, 87, 83

- מאונך ל- 165, 110-109
 מאורעות 122-121
 מונה 77-76, 68, 62, 55-54, 49-47, 46, 45, 43, 41, 39, 38
 מטריצות 26
 מינוס 159, 116, 109, 73, 65, 34, 30, 16
 מינוס או פלוס 159, 16
 מינימום/מקסימום 129, 100, 66, 12
 מכאן נובע 167, 161, 111, 89
 מכנה 82, 78, 77-76, 68, 62, 55-54, 49-47, 46, 45, 43, 41, 39, 38
 מכפלה 73, 62, 61, 60, 53, 52, 13
 ממוצע (סטטיסטיקה) 166, 120-118
 מנסרה 12
 מספור התרגילים 144, 102, 85
 מספר מעורב 131, 52, 47, **41**, 30, 28
 מספר מרוכב 136
 מספר עשרוני 49, **46**, 36, 32, 30, 28, 23, 20, 7
 מספרי-עזר (חיבור וחיסור במאונך) 31-30, 29-28
 מספרים וקידומותיהם **10-7**, 38, 41, 43, 49-47, 51, 53, 55-54, 57, 58, 61
 157-156, 123, 103, 82, 80, 78, 77, 76, 74, 72, 69, 68, 65, 63, 62
 מספרים שליליים 117, 107, 90, 89, 61, 53, 52, 51, 40, 17
 מעגל (ועיגול) **164**, 156, 150
 מעלות (דקות, שניות) 165, 116, 115, 114, 110, 43, 21
 מעריך-החזקה 57, 52-51, 50
 מעריך-השורש 63, 60-58
 מערכת צירים 157
 מפני ש- 161
 מקביל 165, 111, 109
 מקור (פונקציות) 99
 מקף 168, 136, 47, 41
משוואות 88-81
 משוואה בכמה נעלמים 88-84
 משוואה בנעלם אחד 83-81
 משוואה ממעלה ראשונה 88-81
 משוואה ממעלה שנייה 88-81
 משוואה מעריכית ומשוואה לוגריתמית 88
 משולש 165, 150, 116, 111, 110, 109, 12
 מתאים 167, 102, 99

- נגזרות **103-104**, 132
 ניצב ל- 109-110, 165
 ניקוד חלקי ואלפבית עברי 168
 נקודה 134, 136, 168
 נקודה-5 (סימן-בראיל) 59-60, 63, 70, 71, 80, 96-98, 103-104, 105, 107-108,
 120, 124-125, 132
 נקודה ופסיק 23, 168
 נקודה עשרונית 7, **20**, 23, 28, 30, 32, 34, **46**, 49, 159
 נקודתיים 20, 94, 99, 101, 102, 137, 168
 נתונים 139, 143, 152-153, 154
- סדר פעולות החשבון 26, 43, 52, 53, 60, 61, 133, 148
 סדרות 64, 136
 סוגי קבוצות והקשר ביניהן 92-93
סוגריים 22-27
 סוגריים מרובעים 22, 161
 סוגריים עגולים 22, 161
 סוגריים צומדים (מסולסלים) 22, 161
 סוגריים (דוגמאות נוספות ואזכורים) 38, 43, 52, 53, 56, 57, 60, 61, 62, 63, 65,
 66-67, 68, 69, 73, 74, 75, 77, 78, 80, 84, 89-90, 91, 92, 93, 94-95, 98,
 100, 101, 103-104, 107, 108, 110, 112, 114, 116, 117, 120, 121, 122,
 124, 127, 133
 סטטיסטיקה 105, **118-120**, 132, 166
 סטיית-תקן 105, **118-120**, 135, 166
 סיום שבר ופתיחתו (סימני-בראיל)
 שבר מורכב 42, 48, 161
 שבר מורכב ביותר 45, 48, 161
 שבר פשוט 38, 47, 161
 סיכום (סימן-סיכום – סיגמה גדולה) 11, 13, 107, 118, 120, 166
 סיכום (קו-סיכום – תרגילים מאונכים)
 חיבור 28-29
 חילוק 34-36
 חיסור 30-31
 כפל 32-33
 סימון-קבוצות 91



סימונים מתמטיים 18-21, 91, 92, 96, 99, 103, 105, 109, 113, 118, 121, 123, 126

סימונים מתמטיים (ריכוז) **159-167**

סימן-השורש 58, 63, 163

סימן-על(עילי) 15, 46, 49, 109, 112, 126-127, **132**, 163

סימן תחתי 15, 112, **132**, 163

סימני (קידומות) בראיל

סימן-אינדקס (קידומת) 15, 41, **64**, 69, 163

סימן-בסיס-לוגריתם (קידומת) 15, 41, **71**, 80

סימן-חזקה (קידומת) 15, **50**, 57, 163

סימן-קבוצה 15, **92**

קידומת לאות **11-13**, 38, 43, 47-48, 51, 53, 57, 59, 61, 63, 64, 69,

71, 74, 80, 114, 129-131

קידומת לסימן-על(עילי) 15, 46, 49, 112, 126-127, **132**, **163**

קידומת לסימן תחתי 15, 112, **132**, **163**

קידומת לציון עילי 15, 50, 103-104, 112, 125, **132**, 163

קידומת לציון תחתי 15, 41, 64, 112, 123, 125, **132**, 163

קידומת סימן-מספר **7-10**, 38, 41, 43, 47-48, 51, 53, 54-55, 57, 58, 61,

62, 63, 65, 68, 69, 72, 74, 76-77, 78, 80, 82, 103, 123, 156-157

סימני-פיסוק 23, 65, 136, 168

סימני-פעולה 23, 41, 42, 43, 46, 47-49, 52, 53, 57, 60, 61, 63, 65, 66, 69,

73, 74, 80, 83, 148, 151

סימני-פעולה יסודיים 16-17, 159

סימנים זהים 135

סינוס 113-117

סעיפים 141-142

ספרות (עשר הספרות) 7

ספרות רומיות 14, 88, 129

סקנס 113-117

עיגול (ומעגל) 150, 156, 164

"עיקר" ו"טפל" 138

עצרת 123, 166

ערך מוחלט 20, 23, 87, 127, 159

פונקציות 102-99

פונקציות (טריגונומטריות) 116-113
 פונקציות היפרבוליות 117, 113
 פונקציות הפוכות 117, 113
 פונקציות לוגריתמיות 102
 פונקציות מעריכיות 102
 פחות 159, 16
 פלוס 159, 73, 65, 32, 28, 16
 פלוס או מינוס 159, 104, 17-16
 פסיק 168, 127, 121, 119, 101, 100, 93, 91, 65
 פסיק האלפים 159, 34, 33, 32, 31-30, 29-28, **20**, 7
 פסקאות 139
 פרומילים 161, 21
 פרופורציה 159, 99, 20
 פרופורציוני ל- 161
 פתיחת שבר וסיומו (סימני-בראיל)
 שבר מורכב 161, 48, 42
 שבר מורכב ביותר 161, 48, 45
 שבר פשוט 161, 47, 38

ציון עילי 163, **132**, 125, 112, 104-103, 50, 15
 ציון תחת 163, **132**, 125, 123, 112, 64, 41, 15
 צירופים 124
 צירי-מספרים 157-156
 צמצום 149

קבוצות 162, 121, 109, 99, 95-91
 (קבוצת) איחוד 162, 93-92
 (קבוצת) חיתוך 162, 93-92
 קבוצה חלקית 162, 93-92
 קבוצה מכילה 162, 93-92
 (קבוצת) משלים, קבוצה משלימה 162, 93-92
 קבוצה ריקה 162, 93-92
 קבוצות אמת 95
 קבוצות שקר 95



- קו-אנכי 162, 153-152, 122, 108, 94, 87
 קו-מנחה (בבראיל) 153-152, 101, 94, 88, 25
 קו-מפריד 168, 146
 קו-מקביל 111, 109
 קו-נטוי (לוכסן) 168, 122, 89, 87, 83
 קו-סיכום (תרגילים מאונכים) 36-34, 33-32, 31-30, 29-28
 קו-על (עילי) 163, 120-118
 קו-שבר
 קו-שבר ארוך 161, 48, 45
 קו-שבר בינוני 161, 48, 43
 קו-שבר קצר 161, 47, 38
 קו-תחתי 163, 127-126
 קווים במשולש (גובה ותיכון) 110
 קוטנגנס 117-113
 קומבינטוריקה **125-121**, 132
 קוסינוס 117-113
 קוסקנס 117-113
 קטן או שווה 160, 90, 89, 19-18
 קטן מ- 160, 101, 95, 94, 90, 89, 25, 19-18
 קטן מאוד מ- 161
 קידומות (סימני) בראיל
 סימן-אינדקס (קידומת) 163, 69, **64**, 41, 15
 סימן-בסיס-לוגריתם (קידומת) 80, **71**, 41, 15
 סימן-חזקה (קידומת) 163, 57, **50**, 15
 סימן-קבוצה **92**, 15
 קידומת לאות **13-11**, 38, 43, 47-48, 51, 53, 57, 59, 61, 63, 64, 69, 71, 74, 80, 114, 129-131
 קידומת לסימן-על(עילי) **132**, **163**, 112, 49, 46, 15
 קידומת לסימן תחתי **132**, **163**, 112, 15
 קידומת לציון עילי 163, **132**, 125, 112, 104-103, 50, 15
 קידומת לציון תחתי 163, **132**, 125, 123, 112, 64, 41, 15
 קידומת סימן-מספר **10-7**, 38, 41, 43, 47-48, 51, 53, 54-55, 57, 58, 61, 62, 63, 65, 68, 69, 72, 74, 76-77, 78, 80, 82, 103, 123, 157-156
 קשת 165, 112, **109**, 13

שבר בשלוש שורות בראיל 39

שברים 49-37

מונה ומכנה 49-47, 45, 43, 38

מספר מעורב 47, 41

מספר עשרוני 49, 46

פתיחה וסיום (סימני-בראיל) 161, 48-47, 45, 42, 38

קו-שבר 161, 48-47, 45, 43, 38

שבר מורכב 48, 43-42, [56-54, 61, 68, 77-76, 79, 98, 115, 116]

שבר מורכב ביותר 48, 45-44, [98, 116, 122]

שבר מחזורי 49, 46

שבר פשוט 47, 40-37, [53-51, 61, 75-72, 83, 88, 98, 116, 150]

שברים (סיכום) 49-47

שברים (דוגמאות נוספות ואזכורים) 8, 9, 26, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 61, 62, 68, 72,

74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 88, 89, 90, 97, 98, 106, 107, 108,

110, 112, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 122, 123, 131, 148, 150, 161

שואף ל- 167, 98-96

שווה (שוויון) 160, 19-18

שווה בקירוב 160, 19-18

שונה 160, 95, 19-18

שונות (סטטיסטיקה) 166, 119-118

שורשים 63-58

גורם-השורש (הגודל הנתון) 63, 61

מעריך-השורש 63, 60-58

סימן-השורש 63, 58

שורשים (סיכום) 63

שורשים (דוגמאות נוספות ואזכורים) 9-10, 27, 72, 74, 77, 78, 80, 106, 117, 119,

131, 132, 163

שורת רווח 139

שייך 162, 91

שכיחות 166, 120, 118

שלוש (רצף) נקודות 134, 101, 91

שלילי 159, 117, 107, 90, 89, 61, 53, 52, 51, 40, 17-16

שניות (מעלות, דקות) 165, 110, 21

שעה 137

שקול 167, 160, 18

שרשרת (תרגילים) 151

- תג 103-104, 164
- תגיים 103-104, 164
- תוחמי שורות 26
- תוספות במהדורת הבראיל 147
- הוספת סוגריים [ראה לעיל]
- הוספת סימנים מתמטיים [ראה לעיל]
- נקודה-5 [ראה לעיל]
- סימני פתיחה/סיום של שברים [ראה לעיל]
- קידומות (סימני) בראיל [ראה לעיל]
- תוצאות ביניים 148
- תחום 90, 99
- תיכון 110
- תיקון שגיאות (בבראיל) 158
- תכנון ליניארי (לינארי) 136
- תמונה (פונקציות) 99
- תמורות 123
- תנאי 81
- תרגילי-שרשרת 151
- תרגילים מאונכים
- חיבור 28-29
- חילוק 34-36
- חיסור 30-31
- כפל 32-33
- תרשימים 154-155
- תשובות 146

1989	ספר הבראיל	
		בדפוס

1995	ספר הבראיל מהדורה מורחבת	
	בבראיל	בדפוס

1995	מדריך ללימוד בראיל	
		בדפוס + תרגילים בבראיל

1993	הוראת בראיל עברי לקוראי בראיל רוסי	
	בבראיל	בדפוס

1991	מתמטיקה בבראיל	
	בבראיל	בדפוס

2001	מתמטיקה בבראיל מהדורה משופרת	
	בבראיל + קלטת	בדפוס

1998	מדריך ללימוד מתמטיקה בבראיל	
	בבראיל + קלטת	בדפוס + תרגילים בבראיל

1990	מדריך לבניית גופים הנדסיים לקוראי בראיל	
		בדפוס

1994	שברים ואחוזים	
	בבראיל	בדפוס (מוגדל)