

במשנה, בסדר מועד, מסכת ראש השנה פ"ב, מ"ג-מ"ד (קרי: פרק שני, משניה ג' עד משניה ד'), אנו מוצאים:

"כיצד היו משיאין משואות? מביאין כלנסאות שלארו ארכין וקנים ועצי שמן ונערת שלפשתן וכורך במשיחה. ועולה לראש החר ומצית בהן את האור ומוליך ומביא ומעלה ומוריד עד שהוא רואה את חברו, שהוא עושה כן בראש החר השני; וכן בראש החר השלישי.

"ומאין היו משיאין משואות? מהר המשחה לסרטבא, ומסרטבא לגרפינא, ומגרפינא לחורו, ומחורו לבית בלתין; ומבית בלתין לאזו משם, אלא מוליך ומביא ומעלה ומוריד עד שהיה רואה כל הגולה לפניו כמדורת האש."

(סדר מועד, מסכת ראש השנה, פ"ב, מ"ג-מ"ד)

כלונסאות = מוטות.

נעורת שלפשתן = נעורת של פשתן - שברי גבעולים הננערים מן הפשתן בזמן שמנפצים אותו.

כורך במשיחה = קושר הכול בחבל.

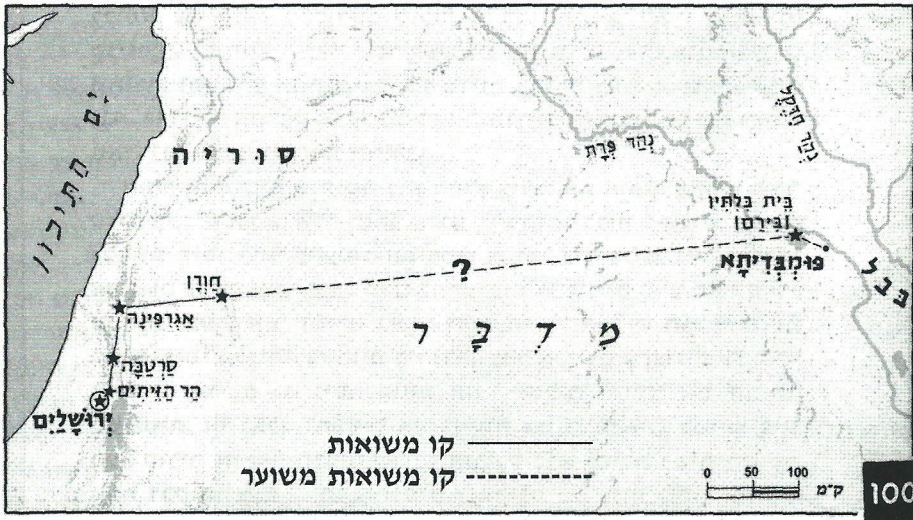
הר המשחה = הר הזיתים.

אנו מוצאים באטלס כרטא:

קו המשואות לבבל התחיל בירושלים, שם ניתן הסימן הראשון מהר הזיתים שממזרח לעיר. סימן זה נראה בהר סרטבא, ששם ניצב מבצר אלכסנדריון ושעדיין היה בתחום ארץ יהודה. מסרטבא קיבלו את הסימן במבצר אגריפינה, הזוהה כנראה עם כוכב הירדן שמעל בקעת בית שאן ועמק הירדן. מאגריפינה נמסר הסימן לפסגת הר החוורן שהיתה ברשות בית הורדוס, ומשם הועבר (בוודאי באמצעות כמה תחנות ביניים שאין המקורות מזכירים אותם) לבית בלתין (בִּירָם) שעל נהר פרת. מבית בלתין המשיכו בסימנים עד שנראו הללו בכל רחבי גולת בבל (לפי הגמרא, נתקבל הסימן בעיקר בפומבדיתא). המאותת היה: "מוליך ומביא ומעלה ומוריד (את הלפיד) עד שהיה רואה כל הגולה לפניו כמדורת האש".

נתבונן במפה ונתרשם מקנה המידה העצום של טווח העברת התשדורות:

קו המשואות מירושלים לבבל "בראשונה היו משיאין משואות"



מתוך: אטלס כרטא לתקופת בית שני, המשנה והתלמוד.
מאת: מיכאל אבי-יונה, בהשתתפות שמואל ספראי. מפה מס' 100, עמ' 67, הוצאת כרטא, ירושלים.

המשנה אף מציינת את הנסיבות שהביאו לביטול שיטת הדלקת המשואות:
"בראשונה היו משיאין משואות. משקלקלו הכותים, התקינו שיהו שלוחין יוצאין."

(סדר מועד, מסכת ראש השנה, פ"ב, מ"ב)

הכותים = השומרונים.

אין אנו יודעים מה היה המעשה הזה המיוחס לשומרונים, אשר שיבש ככל הנראה את העברת המסר. ייתכן שהיו מדליקים משואות דמה גם במועדים אחרים, ובכך גורמים למסרים שגויים לעבור בערוץ התקשורת הזה. על כל פנים ברור כי בעקבות המעשים הללו הוחלט להמיר את שיטת הדלקת המשואות בשיגור שליחים. שיטת השליחים הייתה כמובן אטית יותר, והידיעות הגיעו באיחור לבני קהילות רחוקות בבבל, ועל אחת כמה וכמה לקהילות אירופה.

אנו למדים מן המקורות, שרבי יהודה הנשיא (רבי) (135-220 לספירה), נשיא היישוב העברי בארץ ישראל ועורך המשנה, החליט לבטל את המשואות (ירוש' ר"ה נ"ח, א'). מתוך כך מתברר כי התפקיד להודיע על קביעת מועדיהם של החגים במקומות מרוחקים בארץ ישראל ובתפוצות היה מסור בידי שליחיו של הנשיא.

תרגיל מס' 13: הדלקת המשואות

1. משואות

- א. לשם מה היה נחוץ לשכלל כל כך את אמצעי התקשורת? האם לא די היה לשלוח מכתב בדואר או על ידי שליח?
- ב. מהו הרקע ההיסטורי לעניין הדלקת המשואות?
- ג. מהי התופעה הפיזיקלית שאפשרה את העברת המידע?
- ד. מהי ה"טכנולוגיה" שפותחה לצורך ביצוע האיתות הזה?

2. נוהלי תקשורת משואות

- א. כמה מידע ניתן היה להעביר באמצעות איתות המשואות?
- ב. מהו נוהל התקשורת?

למעשה היה מוגדר "נוהל (פרוטוקול) תקשורת": מערכת הסכמים ברורה בדבר אופי ההתקשורת. הוסכם כי המשואה הראשונה תודלק בירושלים לפי החלטת בית דין. כמו כן הוסכם על סדרת אתרים, שדרכם תעבור הידיעה מירושלים לבבל.

בהמשך הוסכם כי הדלקת המשואה באתר כלשהו תחייב הדלקת משואה באתר שאחריו בתור (על פי סדר האתרים שסוכם מראש), וכך לגבי כל תחנות הביניים. הוסכם כי המאותת-המוען ימשיך ויאותת, עד שיראה את המשואה הדולקת באתר שאחריו בתור ובוזה שאחריו. הוסכם כי הפשר היחידי של הדלקת המשואה הוא: "היום הוא ראש חודש".
- ג. נסו לרשום תרשים זרימה של נוהל התקשורת שתואר לעיל.
- ד. האם ניתן היה להודיע באמצעות המשואות גם הודעות מורכבות יותר ובלתי צפויות מראש? נמקו.

3. הפסקת השימוש במשואות

- א. מדוע הוחלט להפסיק את הדלקת המשואות?
- ב. איזה מרכיב מבין מאפייני התקשורת היה זה שנפגע במיוחד והביא להפסקת ערוץ תקשורת זה?
- ג. עיינו במדד התקשורת: כיצד מתקיים כל סעיף של תקשורת בפרשת הדלקת המשואות?
- ד. השוו את שיטת הדלקת המשואות לשיטת השליחים; דונו בכך בהתאם לסעיפי מדד התקשורת.

הערות זידקטיות

- ◆ חשוב מאוד להפנות את תשומת לבם של הלומדים לכך שהדלקת המשואות הייתה הפעם הראשונה בהיסטוריה שבה נעשה שימוש בטכנולוגיה של קרינה אלקטרומגנטית (במקרה זה - אור) להעברת מידע אל מעבר לטווח הראייה הישירה.
- ◆ בדרך שלא תיאמן ממש הצליחו הקדמונים להעביר מידע דחוף בלילה אחד מירושלים לבבל ולאירופה!
- ◆ הכלים ה"טכנולוגיים", שאפשרו את הדלקת המשואות, אפשרו לראשונה יצירת תקשורת אלקטרומגנטית לאורך טווח מרשים!
- ◆ מעניין עוד יותר לשים לב לכך שהפסקת השימוש בטכנולוגיה של הדלקת המשואות נבעה אף היא משיקולי תקשורת, כפי שאנו מנתחים במדד התקשורת שלנו: בעיית אמינות התקשורת היא זו שהכריעה את הכף. הטכנולוגיה של הדלקת המשואות נתגלתה כבלתי אמינה וניתנת לשיבוש ולהפרעה; ואז: "משקלקלו הכותים..." ושיבשו את התקשורת באמצעות שיגור אותות מטעים, הוחלט להפסיק את השימוש בערוץ תקשורת זה!

סיפור הדלקת המשואות - ואף יותר מכך סיפור הפסקת השימוש בהדלקת המשואות - הוא תרחיש היסטורי מרתק בכל הקשור בהיבטים המדעיים והטכנולוגיים של התקשורת, כפי שהם באים לידי ביטוי במדד התקשורת שלנו.

שימו לב כי מדד התקשורת הכיל בתוכו את כל הנקודות הללו כנקודות לבדיקה ומדידה של אופי התקשורת.

הרחבה: מסלול הדלקת המשואות

בתוספתא - שהיא מעין הרחבה קדומה של המשנה (מהמאה ה-3?) - מופיעה רשימה מורחבת במקצת של האתרים שבהם היו משיאים משואות. בין אגריפינה לחוורן נוסף תבור, ולפי דעה אחרת, יש עוד שלושה מקומות ברשימה: חרים, כייר, גדר וחברותיה. את גדר אפשר אולי לזהות מדרום מזרח לכינרת; השניים האחרים אינם מזהים. עם זאת לא מובן מדוע גדר מופיעה בסוף הרשימה, ומי הן "חברותיה". ייתכן שנהגו להחליף את האתרים מדי פעם.

סיכום ההערות על הדלקת המשואות

- הדלקת המשואות היא תרגיל תקשורתי מאלף ומרתק.
- א. זהו שימוש ראשון באור (בקרינה אלקטרומגנטית) להעברת מידע אל מעבר לטווח הראייה.
- ב. פעולה כזו מחייבת מערכת הסכמות סדורה וקפדנית ביותר בין כל השותפים בדרך.
- ג. הסיבה להפסקת ה"שידורים" של הדלקת המשואות נעוצה בבעיות של אמינות השידור.
- ד. גם הדלקת המשואות וגם הפסקתה הן פעולות תקשורתיות מובהקות; אנו יכולים לאפיין אותן בממד התקשורת שלנו.
- ה. ערך חינוכי רב טמון בהיכרות עם אירועים בעלי רקע מדעי-תקשורתי שנערכו בארץ ישראל; בכך אנו מעניקים עומק וחוויה של אהבת הארץ, ומתחברים להיכרות עם אתרי טבע וטיולים. בנקודה זו יש לומר, כי חוגי הסיור של החברה להגנת הטבע נוהגים בשנים האחרונות לקיים מסורת של השאת (הדלקת) משואות בל"ג בעומר.
- ראו ידיעה על כך ברשימת המקורות שבסוף פרק זה (מנין היו משיאים משואות: מאת: עדית הרצוג).

תקשורת דו-סטריט עשירה

תקשורת דו-סטריט עשירה יותר הלכה והתפתחה במשך הדורות. בתקשורת העשירה מתקיימים כל העקרונות שמנינו בממד התקשורת. במיוחד מתקיים דו-שיח בין המוען לנמען בדבר ההסכמות לגבי נוהל התקשורת.

בפרק הבא נעמוד על התפקיד החשוב שחוללו ההמצאות והמהפכות הטכנולוגיות בתחומי התקשורת: המצאת הכתב ושכלולו, המצאת הנייר לכתובה, המצאת הדפוס ופיתוח הדואר. כל אלו חוללו מהפכה של ממש בעולם התקשורת וסללו את הדרך למהפכת התקשוב שמתרחשת בדורנו. בהמשך הפרק גם נמליץ על סדרת וידאו של האוניברסיטה הפתוחה: **סיפורו של הכתב**.

כדי להמחיש את חשיבותה של תקשורת דו-סטריט, נתבונן בתרחיש: דואר רשום.

תרחיש: "דואר רשום"

הדוור בא אליי הביתה, מצלצל בפעמון, ושואל אם אוכל לקבל דבר דואר רשום. אני עונה בחיוב. הדוור מחתים אותי על טופס. החתימה מאשרת כי אני עצמי קיבלתי את המכתב הרשום, שמספר זיהויו כזה וכזה. הדוור מוסר לי את המכתב הרשום ונפרד ממני בברכה. אני, מצדי, מודה לו על השירות המסור.

תרגיל 14: דואר רשום

- א. עיינו בסיפור ונסו לזהות בו את מרכיבי מדד התקשורת שלנו (פרוטוקול התקשורת).
- ב. לשם מה דרוש הליך מורכב כל כך לקבלת דואר?
- ג. מהי רמת האמינות הנדרשת בתהליך משלוח של דבר דואר רשום? לשם מה נחוצה מידה גדולה כל כך של אמינות?
- ד. בדקו שוב את כל התהליך. האם אפשר לייעל אותו? האם אפשר לוותר על חלק ממנו? מה תפקידו של כל שלב בתהליך? מה יקרה אם נבטל שלב בתהליך "דואר רשום"?

באיזו מידה מקיימים התרחישים "מרי והשף" ו"דואר רשום" תקשורת דו-סטריט עשירה?

הערה דיזקטית

התרחיש המתואר הוא שגרתי ומוכר. אף על פי כן אנו מביאים אותו במלואו כדי לאפשר לקורא לזהות אחד לאחד את כל נוהלי התקשורת, כפי שהם באים לידי ביטוי כאן.

תקשורת דו-סטריט עשירה – נקודות להרחבה ולדיון מעמיק

מעניין לבחון דרכי תקשורת מודרניות, המשמשות את כולנו בעידן התקשוב, בכלים שפיתחנו בפרק זה: כמה שותפים לשיח המתרחש? האם זה דו-שיח או רב-שיח? כיצד מתקיים מדד נוהלי התקשורת? וכיצד מתקיים מדד מאפייני התקשורת? מעניין להתבונן בכלי התקשורת האלה:

- ◆ דואר אלקטרוני - מכונה "דואל".
- ◆ משלוח אלקטרוני של קובץ הצמוד לדואל (Attachment) בהשוואה לחבילה "קונבנציונלית".

◆ דרכי דיון רחב בכלים ממוחשבים, כגון צ'טים, פורומים, סקר דעת קהל אלקטרוני וכו'.

◆ שיח ציבורי רחב, המאפשר תגובה של הציבור, בכלים של משאל עם מיידי על כל נושא, ועוד ועוד.

הפצת מידע

"זה נהנה - וזה לא חסר"

הפרסום, דהיינו הפצת המידע, הוא תהליך שבו **מספר שותפי הסוד** הולך וגדל. ערכו הסגולי של המידע אינו "מתבזבז" ואינו נעשה דליל יותר גם אם נפיץ אותו לקהל יעד עצום ורב. מעניין לשים לב לשוני העצום בין **תפוצת המידע** לבין גדלים פיזיקליים אחרים: כאשר אני מפזר כפית סוכר בכוס תה, טעמו של התה הופך מתוק בבירור. אך אם אפזר כפית סוכר באגם הכינרת, טעמו של מי הכינרת לא ישתנה באופן שניתן לחוש בו! כלומר במקרה זה, ככל שגדל **קהל היעד** של הנהנים מכפית הסוכר, כך פוחתת השפעתה. במקרה כזה אנו אומרים: "בטל בשישים...", כלומר השינוי אפסי ובלתי מורגש. לא כן הדברים בקשר להפצת מידע. נביא להלן שתי דוגמאות:

דוגמה א

סיפור פרשה רומנטית של מנהיג חשוב דלף מחדרי חדרים והובא לידיעת כל אדם בעולם ("כל נשות הנשיא..."). הסיפור לא דהה בשל כך, אלא נשאר עסיסי כפי שהיה כשעוד נשמר בסוד. מספר שותפי הסוד גדל מאוד, והסיפור נותר בעינו.

דוגמה ב

בעת העתיקה הייתה ידיעת קרוא וכתוב נחלתם של בודדים בלבד. בימינו מערכת החינוך פועלת להפצת המידע אודות הכתב ולהקניית מיומנויות הכתיבה והקריאה, וכמעט כל אדם שעבר את כיתות א'-ב' יודע קרוא וכתוב. אף על פי כן הכוח הנובע מיכולת הקריאה והכתיבה בימינו אינו דליל ושטחי יותר מזה שהיה בידיהם של המשכילים הבודדים בני העת העתיקה. כלומר, בהפצת המידע חל עלינו הכלל: **"זה נהנה, וזה לא חסר"** (תלמוד בבלי, מסכת בבא קמא, דף כ' עמוד ב') בהקשר זה ניתן לדון בקושי שיש בשמירה על הפצה תקינה של תוכנות מחשבים ובבעיית השמירה על זכויות היוצרים של המפתחים. בפי אנשי המחשבים מקובלים המונחים: **חומרה** (ל"ברזלים" שהמחשב בנוי מהם), **תוכנה** (אוסף התוכנות שאנו רוכשים לצורך הפעלת המחשב) ו... **גונבה** (אוסף התוכנות שאנשים מעתיקים ומעבירים זה לזה). לכאורה העתקה בלתי חוקית של תוכנות אינה גורעת דבר מזה המפיץ את התוכנה. הוא אינו

חסר דבר, שהרי הפצת עותקים של התוכנה לא קלקלה את העותק שלו. נראה כי מתקיים כאן הכלל: זה נהנה וזה אינו חסר. אך למעשה, הפצה בלתי חוקית של תוכנה היא גנבה של עבודה רבה שהושקעה בפיתוח התוכנה, עבודה שבעבורה אנו מסכימים לשלם בהגינות בהסכם רכישה חוקית. הקושי הרב בפיקוח על אופני הפצתה של תוכנה נובע מהקלות שבהפצת המידע.

הערות דיזקטיות

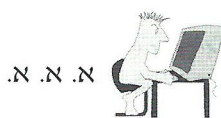
◆ נגענו כאן בנקודה בעייתית למדי: השוני בין הפצת מידע לבין הפצתם של חומר או אנרגיה:

- חומר או אנרגיה המחולקים לקהל יעד גדול מתקבלים אצל כל קולט בכמות אפסית.

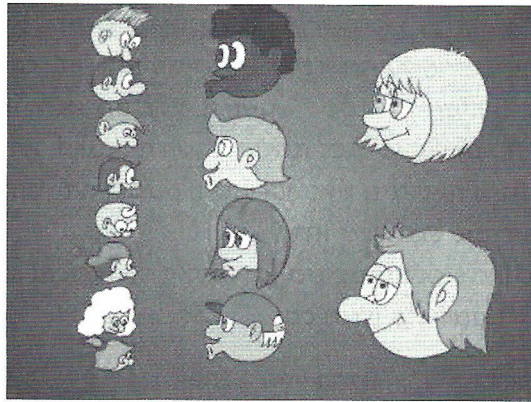
- מידע שיופץ לקהל גדול יגיע באותה איכות ובאותה כמות כפי שנשלח, שנאמר: "זה נהנה וזה אינו חסר!"

תרחיש: "קצב הפצת מידע: א. א. א."

נביא להלן סיפור עם ידוע, שיאפשר לנו לדון במרכיבים נוספים של הפצת המידע.
א. א. א. = אישה אחת אמרה



הבריות נהגו בעבר להאמין כי הנשים רכלניות מטבען. מחקרים חדשים מראים דווקא כי הגברים רכלנים לא פחות, ולעתים אף יותר מנשים... אך נניח לכך. סיפורנו מתחיל כמו תמיד: "... לפני הרבה הרבה שנים בכפר קטן ונידח השליך שואב המים את הדלי אל הבאר, כפי שעשה מאות פעמים קודם לכן. גם הפעם הלך החבל אחר הדלי, אך הפעם אירע מקרה מיוחד במינו: שואב המים העלה בעמל רב את הדלי מן הבאר, והנה - הדלי מלא במטבעות זהב. החליט השואב לשמור את דבר האירוע בסוד כמוס. רק לאשתו סיפר את הדבר בסודי סודות. האישה, שהבטיחה לשמור את הסוד, עמדה בדיבורה ולא סיפרה את הדבר לכל הנשים בעת הכיבוס בנחל... ואולם מקץ שעה שלמה לא יכלה עוד האישה לשמור את הסוד הכבד, וסיפרה לשתיים מחברותיה הטובות ביותר. וגם הן שמרו את הסוד מכל משמר... אך מקץ שעה סיפרה כל אחת מהן את הסוד לשתיהן נוספות. וכך נמשך הדבר שוב ושוב: כל מי שנחשף לסוד הפיץ אותו מקץ שעה לשתים מחבריו".



תרגיל מס' 15: קצב הפצת המידע: א. א. א.

- א. הכינו טבלה המתארת את הקשר בין משך הזמן שחלף מאז האירוע, לבין מספר האנשים שהסוד נתגלה להם בשעה זו, ובין המספר הכולל של השותפים לסוד בשעה זו (מומלץ להשתמש בגיליון אלקטרוני).
- ב. סרטטו בגרף את מספר שותפי הסוד כתלות בזמן.
- ג. נסו להעריך על סמך הגרף כמה זמן יחלוף עד שכל תושבי הכפר (1000) ידעו את הסוד.
- ד. האם תוכלו להציע דרך חישובית לתיאור הקשר בין הזמן שחלף לבין מספר שותפי הסוד?
- ה. כמה שעות יחלפו עד שכל תושבי כדור הארץ (כ-6 מיליארדים) ידעו את הסוד (בהנחה שהפצת הסוד תימשך באותה מתכונת)?
- ו. מה דעתכם על התרגיל? הייתכן? האם התרחיש יכול להימשך בקצב אחיד עוד ועוד?
- הערה:** את הדרך החישובית ניתן להסיק מתוך עיון בשורות הראשונות של הטבלה. אפשר לשקול גם שימוש בגרף של עלייה מעריכית (אקספוננציאלית) או שימוש בחישוב אלגברי (טור גאומטרי).

הסימפוניה החמישית של בטהובן - "הגורל"

המלחין הגרמני לודוויג ואן בטהובן (1770-1827), שחי בימי המהפכה הצרפתית ובימי הראקציה והדיכוי שאחריה, היה ער ורגיש לנושא חופש האדם. ברבות מיצירותיו בא לידי ביטוי המאבק למען החופש ונגד דיכוי האדם. בסימפוניה התשיעית, שהולחנה ב-1824, שילב בטהובן שיר חופש של המשורר הגרמני שילר - דבר יוצא דופן (סימפוניה הייתה יצירה לכלי נגינה בלבד בעלת מבנה מוגדר ולא היה מקובל לכלול בה שירים כמו באורטוריה. בטהובן חרג מהמבנה המקובל והכניס קטע מקהלה כדי להדגיש את חשיבות החופש). גם ביצירות נוספות שלו יש מוטיבים משירי חופש שהיו ידועים בזמנו. בשל כך נאסרו להשמעה בגרמניה הנאצית כל יצירותיו של בטהובן. קטע הפתיחה של הסימפוניה החמישית של בטהובן אומץ על ידי שידורי הרדיו הבריטיים במלחמת העולם השנייה.

הבריטים במלחמת העולם השנייה בחרו בעקבות צ'רצ'יל את הסימן V המציין Victory (ניצחון) כסמל למאבקם למען ניצחון החופש. שידורי ה-B.B.C שלהם לאירופה הופרעו על ידי הגרמנים. הנאצים אסרו איסור חמור על האזנה לשידורי ה-B.B.C ואף איימו בעונשים כבדים עד כדי הוצאה להורג של כל מי שיימצא שומע את השידור מבריטניה. כדי לחמוק מהפרעות אלו החליף ה-B.B.C מדי יום את תדרי השידור שלו. כדי לאפשר לתושבי אירופה לכוון את מקלטיהם לקראת שידור מהדורת החדשות, נהג ה-B.B.C לשדר במשך דקות ספורות לפני מהדורת החדשות את **אות הפתיחה** שלו. אולי היה זה רק מקרה ואולי הייתה בכך כוונת מכוון: כאות פתיחה נבחר קטע מהנושא המרכזי של הסימפוניה החמישית (V) של בטהובן - "הגורל" (שהולחנה בשנים 1805-1808).

הנושא המרכזי הזה נשמע כך: שלושה תווים קצרים, אחד ממושך; ושוב - שלושה תווים קצרים, אחד ממושך.



בכתוב של איתות בשפת מורס, נשמע האות כך: — ••• זהו בדיוק סימן המורס של האות האנגלית V, אשר בחר צ'רצ'יל כסמל הניצחון.

הסימפוניה החמישית



במשך מלחמת העולם השנייה נהגו אנשים רבים באירופה הכבושה ובכל העולם להביע את התנגדותם לשלטון הנאצי על ידי כך שהיו מנגנים, שורקים ואף רושמים על קירות הבתים את הנושא הזה מתוך הסימפוניה החמישית של בטהובן.

מאז ועד היום הסימפוניה התשיעית של בטהובן, הסימפוניה החמישית שלו והאות V משמשים סמלי מאבק למען חופש האדם. למשל בסיום מלחמת העולם השנייה נוגנה הסימפוניה התשיעית של בטהובן. דוגמה נוספת: בשנת 1989 בחג המולד נערך טקס בינלאומי לציון נפילת החומה בברלין וסיום היריבות בין מזרח למערב. במרכזו של הטקס נערך קונצרט חגיגי בניצוחו של המנצח (היהודי!) ליאונרד ברנשטיין, והסימפוניה התשיעית של בטהובן היא זו שנבחרה לציינ את המאורע! סמלים מוזיקליים וחזותיים אלו הם מרכיבים יסודיים בעולם התקשורת של ימינו.

לימים, גם תנועות אחרות (פחות חופשיות ופחות הומניות) אימצו את סימן ה-V כאות להצלחת מאבקן.

הנה, בסיפור הסימפוניה החמישית משתלבים זה בזה כמה מן המאפיינים החשובים של התקשורת וההיבטים המדעיים והטכנולוגיים שלה: ראשית, רוח האדם והשאיפה לחופש האדם ולחופש התקשורת בין בני האדם; שנית, חשיבותו של שידור תקשורת חופשי ואמין, והצורך לסמן את ערוץ התקשורת כחלק מההסכמה שבין המשדר לקולט, בין המוען לנמען. שידור אות הפתיחה הוא סימן מוסכם בין המשדר לקולט כי בתדר זה ימשכו השידורים; ושלישית, סימן המורס לאותיות כשלב ראשוני וחשוב בהתפתחות הטכנולוגיה של התקשורת המודרנית.

ראו מידע נוסף על בטהובן ברשימת המקורות וההערות שבסוף פרק זה. 

תרגיל 16: תקשורת מוזיקלית (תרגיל רשות)

א. אספו חומר רקע על בטהובן, על הסימפוניה החמישית שלו, על הסימפוניה התשיעית שלו וכן על האופרה פִּיֶדְלִיו (פִּיֶדְלִיו היא האופרה היחידה שכתב בטהובן, ונושאה: חופש).

ב. הביאו קטע מוזיקלי של כל אחת מיצירות אלו.

ג. הביאו את המילים (בעברית) של שירו של שילר המופיע בסימפוניה התשיעית של בטהובן. לשם כך מומלץ לעיין בספר: 9 הסימפוניות של בטהובן, מאת: מנשה רבינא, עמוד 128.

הערות דיזקטיות

- ◆ אנו מביאים סיפור זה בשל ערכו ההיסטורי-תרבותי, ומשום שבסיפור זה משתלבים זה בזה כמה מן המאפיינים החשובים של התקשורת וההיבטים המדעיים והטכנולוגיים שלה.
- ◆ המדע והטכנולוגיה אינם פועלים בחלל ריק: הם פועלים בתוך תרבות אנושית מגוונת ועשירה. לכן חשוב שלצד לימוד המדע יבוא הערך האנושי והתרבותי הקשור לאותה התפתחות מדעית.

תקשורת, תקשורת, תקשורת

ישנן עוד הרבה דרכי תקשורת בטבע. אפשר ללמוד קורס שלם, מרתק ועשיר על תקשורת בתחום מדעי החיים: הגנים - נושאי המידע התורשתי, תקשורת בין צמחים ותקשורת בין בעלי חיים, הפצת זרעים, פרומונים - נושאי המידע, תקשורת בתוך גופנו - מערכת העצבים, תקשורת בתוך גופנו בזרם הדם - ההורמונים ועוד ועוד. בכל אלו לא נעסוק כאן.

במה נעסוק אפוא ביחידת הוראה זו? אנחנו נעסוק כאן בהיבטים הפיזיקליים של התקשורת: באותן תופעות פיזיקליות, אשר חקירתן באמצעות מדע הפיזיקה אפשרה לאנושות לשכלל וליעל את מגוון אופני התקשורת העומדים לרשותה. זוהי תקשורת שבלעדיה החיים בעולם המודרני אינם אפשריים עוד!

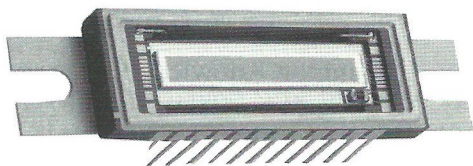
מחשוב, תקשורת ומידע - הם שלושת התחומים שישלטו בעולמנו בעשור הקרוב!

תרגיל 17: עולם מתקשב

- א. צאו והתבוננו סביב, נסו לאתר מכשירים בחיינו המסייעים לנו בתקשורת.
- ב. נסו לנתח את דרך פעולתו של כל אחד מהם, על פי הקריטריונים שניסחנו ועל פי מדד התקשורת.


רשימה חלקית של מכשירי תקשורת (חומרה ותוכנה): מקלט רדיו, טלוויזיה, וידאו, טלפון, טלפון נייד, פקס, מכונת צילום מסמכים, סורק, מחשב, מחשב נייד, מעבד תמלילים, מכונת כתיבה (איפה ישנן עוד מכונות כמו המכונה ההיא...), כלי נגינה מוזיקלי, מצלמה, מצלמת וידאו, רשמקול (טייפ), ווקמן, אוזניות, תקליטור (קומפקט דיסק), תקליטור DVD, אינטרנט, מנועי חיפוש באינטרנט, אינטרנט בטלפון סלולרי, פורום באינטרנט (קבוצת דיון), צ'ט, דואר, דואר אלקטרוני - דואל, מסחר אלקטרוני, ספריות אלקטרוניות, עיתונות, עיתונות אלקטרונית ועוד.

לסיכום, שלושת התחומים שישלטו בעולמנו בעשור הקרוב, ואשר כבר היום מנהלים את חיינו, הם **מחשוב**, **תקשורת ומידע**. השחקן הראשי במחזה הזה הוא **המיקרו-מעבד** (מיקרו-פרוססור), אשר כבר מחולל את המהפכה הגדולה ביותר בהיסטוריה: **מהפכת התקשוב** - התקשורת והמחשוב.



המיקרו-מעבד הוא מתקן המנצל את התנהגותם של האלקטרונים כדי ליצור מערכת מורכבת של מתגים. עצם קיומו של מתקן כזה הוא תולדה של מחקר וניסויים בפיזיקה של האלקטרומגנטיות והמצב המוצק.



על המיקרו-מעבד והשבב האלקטרוני ראו ברשימת המקורות שבסוף פרק זה. 

מקורות והערות לפרק 1 – "התשמע קולי?"

המקורות וההערות על פי סדר הנושאים שנידונו בפרק:

1. על שם הפרק: "התשמע קולי" - ועל מעבורת החלל קולומביה
2. על הצפנה ופיענוח
3. על שיחה ממתינה וכללי הנימוס בתקשורת
4. על בעיית "הידע המשותף" (Common Knowledge)
5. על נח ועל הקשת בענן
6. על הסופר דניאל דפו ועל ספרו רובינזון קרוזו
7. על הלוחית של פיוניר 10-11
8. על הניסיונות לתקשר עם ציוויליזציות אחרות: פרויקט "עוצמה" ופרויקט "סטי"
9. על תקשורת באמצעות תופי טס-טס אפריקניים
10. על הדלקת המשואות
11. על הפצת מידע ועל שמירת סוד
12. על בטהובן והסימפוניה החמישית
13. על המיקרו-מעבד: השבב האלקטרוני
14. מקורות כלליים לתקשורת - היבטים מדעיים טכנולוגיים.

1. על שם הפרק "התשמע קולי?" - ועל מעבורת החלל קולומביה

שם הפרק, "התשמע קולי?", מבוסס על השיר "זמר נוגה" מתוך הספר: "שירת רחל" (רחל בלוֹבְּשטיין).

רחל (1975). שירת רחל. מהדורה 27, עמ' מ"ב, תל-אביב: הוצאת דבר.

רחל בלוֹבְּשטיין, 1890-1931, האנציקלופדיה העברית, כרך ל', עמ' 981-982. ירושלים, תל-אביב: חברה להוצאת אנציקלופדיות.

ב-16 בינואר 2003 שוגרה לחלל מעבורת החלל האמריקנית קולומביה ובה טייס החלל הישראלי הראשון, אלוף משנה אילן רמון. מעבורת החלל קולומביה, במשימה STS-107, שהתה בחלל כ-16 יממות. במהלך השהייה הצוות ביצע בהצלחה משימות מדעיות ומחקריות רבות.

רונה רמון, רעייתו של אילן רמון, בחרה עבורו שיר מיוחד שיושמע לו כאשר מדעני נאס"א יעירו אותו ליום עבודה חדש: "התשמע קולי" ("זמר נוגה"). בשבת 1.2.2003

אחר הצהריים לפי שעון ישראל החלה מעבורת החלל לחזור אל כדור הארץ. דקות אחדות לאחר החדירה לאטמוספירה נותק הקשר עם המעבורת. לאחר כמה דקות נוספות התברר גודל האסון: מעבורת החלל קולומביה התפוצצה וכל אנשי הצוות נספו. השיר, הפותח במילים "התשמע קולי - רחוקי שלי", קיבל משמעות נוספת.

ראש גדול - גיליון חגיגי לרגל שיגורו של ישראלי לחלל. גיליון 31, ינואר 2003, שבט תשס"ג.

ראש גדול - גיליון אבל - בעקבות אסון המעבורת. גיליון 32, פברואר 2003 אדר א' תשס"ג.

גליליאו, גיליון 54, פברואר 2003. עמ' 6, 18-25. כתבותיהם של מיקי אלעזר, אבי בליזובסקי, יהויכין יוסף.

2. על הצפנה ופיענוח

סינג, סיימון (2003). סודות ההצפנה: תולדות המצפיינים והמפענחים ממצרים העתיקה ועד פיזיקת הקוונטים. מאנגלית: זהר בר-אור. תל אביב: ידיעות אחרונות, ספרי חמד, ספרי עליית הגג

גיליון 52 של כתב העת גלילאו (נובמבר-דצמבר 2002) הוקדש כולו לנושאי הצפנה ופיענוח. הגיליון עוסק בנושאים האלה:

◆ הגנה על הודעות סודיות בעת מלחמה:

לוי, ישראל (2002). בתחבולות תעשה לך מלחמה.

טסה, תמיר (2002). איך לשמור סוד..

צפרירי, דינה (2200). צופן השפה.

◆ קידוד מסרים בין-כוכביים של שלום:

ווקוץ', דאגלאס איי. (2002). קידוד מסרים בין-כוכביים, או: כיצד לקודד אלטרואיזם.

◆ פיענוח שיטות כתב נכחדות:

פינקלברג, מרגלית (2002). הכתב שהזמן שכח.

◆ גילוי סימטריה בתנ"ך:

רבינוביץ, רחל (2002). צנפן, מספר וסימטריה.

ועוד.

בגיליון מוזכרים גם לוחית התקשורת של פיוניר והניסיונות ליצור קשר עם תרבויות חוצניות. ראו מאמר מאת: דגלאס איי. ווקוץ': קידוד מסרים בין-כוכביים. Douglas SETI Institute - A. Vakoch. מחבר המאמר הוא ראש קבוצת המסרים הבין-כוכביים במכון (SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence.

3. על "שיחה סמתינה" וכללי הנימוס בתקשורת

במהלך שנת 2000 החל להתפרסם ניסיון ראשון לבסס מערך הסכמות חברתיות לענייני התקשורת המודרנית. הדיון הזה מתפרסם באתר האינטרנט של חברת בזק, תחת הכותרות: "תקשורת מנומסת", "שיחה ממתינה", "שיחה ממתינה היא לא שיחה בשלושה", וכן תחת הכותרת: פרסומות בזק, תקשורת מנומסת - "צריך לזכור מתי לסגור - הקול מתקשר יפה יותר".

כיצד ניתן לעיין בדפי האינטרנט של בזק? בשל אמצעי ההגנה וסידורי הבטיחות של אתר בזק, לא ניתן להגיע ישירות לדפים הללו.

יש להיכנס תחילה אל אתר בזק: <http://www.bezeq.co.il>

בתוך האתר אפשר להגיע אל העמודים הרצויים על ידי חיפוש הכותרות הללו במנוע החיפוש של האתר או בעזרת מפת האתר.

ניתן לבחור באתר בזק: מידע בזק <--- מידע כללי <--- תקשורת מנומסת.

4. על בעיית "הידע המשותף" (Common Knowledge)

ז'קוב, א' (עורך) (1995). "פלוס מינוס אבל בדיוק..." לקט שאלונים של החוג הארצי למתמטיקה בהתכתבות, (תשמ"ה - תשנ"ד, 1985 - 1994), רמה ג', עמ' 106-107. רחובות: היחידה לפעולות נוער, מכון ויצמן למדע.

כדאי לעיין במקורות האלה:

Fagin, R., Halpern, J. Y., Moses, Y. & Vardi, M. Y. (1995). *Reasoning About Knowledge*. Cambridge, Massachusetts; London, England: The MIT Press.

Fagin, R., Halpern, J. Y., Moses, Y. & Vardi, M. Y. (1997). Common Knowledge: Now You Have it, Now You Don't. Based on:

Fagin, R., Halpern, J. Y., Moses, Y. & Vardi, M. Y. (1996). Common Knowledge revisited. In Y. Shoham (Ed.). *Theoretical Aspects of Rationality and Knowledge: Proc. Sixth Conference*, pp. 283-298. San Francisco, Calif.: Morgan Kaufmann.

Halpern, J. Y. & Moses, Y. (1990). Knowledge and common knowledge in a distributed environment. *Journal of the ACM*, 37(3), pp. 549-587.

5. על נח ועל הקשת בענן

ספר בראשית, פרקים ו'-ט'.
כהן, ע' (1987). הקשת בענן - ים של טיפות ואור. מדע, ל"א(2), 74-79 (ראו גם תצלום בשער האחורי של חוברת זו).

המאמר מופיע בשני אתרים באינטרנט (מלל בלבד - ללא הסרטוטים), בכתובות:

<http://www.inter.net.il/~clouds/searain.htm>

http://www1.snunit.k12.il/heb_journals/mada/312074.html

כהן, ע' (2001). טוב מעשה במחשבה תחילה. תל אביב: מכון מופ"ת - הוצאת כליל.

6. על הסופר דניאל דפו ועל ספרו רובינזון קרוזו

באוקטובר 1719 הופיעה המהדורה הראשונה של הספר **רובינזון קרוזו**, הנחשב ליצירה הבלקטריסטית (ספרות יפה: רומנים, סיפורים ועוד) הידועה ביותר בעולם. הסיפור המרתק כבש במהרה את לבות הקוראים, צעירים כמבוגרים, ועוד באותה שנה כתב דניאל דפו את **הרפתקאותיו הבאות של רובינזון קרוזו**.

אוריאל אופק (1985) מרחיב ומתאר:

דניאל דפו, 1660-1731, סופר אנגלי, נולד בלונדון. שבעים שנות חייו היו רצופות הרפתקאות ותהפוכות: הוא למד במטרה להיות כומר, אך בגיל 20 נטש את לימודיו והתגייס לצבא. בהמשך נעשה לסופר החצר וליועץ הסתרים של המלך ויליאם השלישי. הוא עסק במסחר, הצליח, ואחר כך ירד מנכסיו. לאחר מכן הפך לרואה חשבון באגף המכס הממשלתי. באותה עת עסק גם בכתיבה ספרותית. אחד מספריו הוא "הדרך הקצרה ביותר לטפל ביריבים" (1702), שהיה סאטירה חברתית, ועורר את חמת הממשל. דניאל דפו נעקד לעמוד קלון וישב כשנה בכלא. לאחר שיצא לחופשי ייסד את העיתון העממי הראשון: רֶנוּי (הסקירה) 1704-1713. בשנת 1711 ראיין דניאל דפו עבור עיתונו מלח סקוטי ששהה לבדו שנתיים ויותר באי קטן ושומם. כשמונה שנים מאוחר יותר החליט דפו להשתמש בריאיון הזה לצורך כתיבת ספרו הבא: רובינזון קרוזו. הספר נדפס באלף מהדורות לערך, בעיבודים ובקיצורים, בשיר ובמחזה. הספר תורגם לכל לשונות התרבות ובעקבותיו נולדה הסוגה הספרותית הנקראת על שמו: "רובינזונדות", ספרי הרפתקאות על יחידים וחבורות שהוטלו לאי שומם. לפחות 16 סופרים תרגמו ועיבדו את רובינזון קרוזו לעברית.

Defoe, Daniel (1719). *Robinson Crusoe*. London: The Heirloom Library.

דפו, דניאל (1719). רובינזון קרוזו. סיפור חייו והרפתקאותיו המוזרות והמפתיעות של רובינזון קרוזו. תרגום לעברית ועיבוד חדש: מ' ברכן (1988). ירושלים: כתר.

דפו, דניאל (1719). חיי המלח רובינזון קרוזו מיורק, והרפתקאותיו המוזרות והמפתיעות. תרגום מאנגלית: צבי ארד (1988). תל-אביב: מחברות לספרות, זמורה בע"מ.

דפו, דניאל (1719). רובינזון קרוזו חייו וקורותיו. תרגום מאנגלית: אשר ברש (1975). תל-אביב: מסדה.

אופק, אוריאל (1985). לקסיקון אופק לספרות ילדים, כרך ראשון. עמ' 189-190, תל-אביב: זמורה ביתן מוציאים לאור.

אתרי אינטרנט שבהם ניתן להוריד את מלוא המלל של הספר רובינזון קרוזו, באנגלית.
<http://www.bibliomania.com/0/0/17/31/frameset.html>

<http://darkwing.uoregon.edu/%7Erbear/crusoe.html>

על הסופר דניאל דפו: Daniel Defoe 1660-1731

<http://www.spartacus.schoolnet.co.uk/Jdefoe.htm>

<http://www.kirjasto.sci.fi/defoe.htm>

<http://www.incompetech.com/authors/defoe>

7. על הלוחית של פיוניר 10-11

בלוחית של פיוניר מופיע סימן המייצג מעבר "על-דק" (Hyperfine Transition) בין רמות אנרגיה של אטום מימן נייטרלי. אטום מימן נייטרלי מורכב מפרוטון אחד בגרעין, שסביבו נע אלקטרון אחד. בכל אטום יש מערכת שלמה של רמות אנרגיה אפשריות. רמת האנרגיה הנמוכה ביותר נקראת רמת היסוד. כך הדבר גם במערכת רמות האנרגיה של אטום המימן. מתברר, שבאטום המימן רמת היסוד הזו מתפצלת לרמות אנרגיה קרובות מאוד. פיצול זה של רמת היסוד באטום המימן מתרחש בשל הספינים של האלקטרון והפרוטון. הספינים של האלקטרון והפרוטון גורמים לאינטראקציה מגנטית ביניהם, היוצרת את "המבנה העל-דק" (Hyperfine Structure) של רמות האנרגיה באטום המימן הנייטרלי.

פיצול רמת האנרגיה היסודית של אטום מימן נייטרלי מאפשר למערכת האטום הזה לעבור ממצב אנרגטי אחד למצב אנרגטי אחר.

מעבר האנרגיה הזה מכונה מעבר "על-דק" (Hyperfine Transition). מעבר האנרגיה העל דק באטום מימן נייטרלי גורם לפליטת גל אלקטרומגנטי בעל אורך גל של 21.11 ס"מ (בתדירות של 1420 מגה הרץ). קרינה בעלת אורך גל זה נפלטת ונבלעת על ידי אטומים נייטרלים של מימן בכל הגלקסיות ביקום. האסטרופיזיקאים עוקבים בעניין

רב אחר קרינה זו באמצעות רדיוטלסקופים ענקיים, ומנתחים באמצעותה את המהירויות ואת המיקום של ענני גז המימן ביקום. סביר להניח כי כל תרבות מפותחת ביקום (כלומר תרבות בעלת ידע פיזיקלי כמו שלנו לפחות) חייבת להכיר את הקרינה הזו ואת סיבות היווצרותה. זו אחת ההנחות העומדות ביסוד משלוח הסימן הזה (מעבר על-דק) לחלל, בתוך הלוחית של פיוניר. ראוי לציין, כי אורך הקו המסורטט בלוחית בין אטומי המימן מייצג אורך גל של 21.11 ס"מ, ואורכו בערך כגודל הראש של האישה ושל הגבר המייצגים אותנו.

דגלאס איי. ווקוץ' (2002). קידוד מסרים בין-כוכביים. גלילאו, גיליון 52.
לירז, ר' (1990). מסר מכוכב הלכת ארץ - הדיסקית של פיוניר 10 ועקרונות השפה הקוסמית. עם הקדמה של פרופ' דרור שדה. תל-אביב: הוצאת המחבר.
שפה, שפות (1981). האנציקלופדיה העברית (כרך ל"ב, עמ' 268). ירושלים, תל-אביב: חברה להוצאת אנציקלופדיות.
יאיר, י' (1996). חדשות מעולם המדע: מאבדים את הקשר. פיוניר 11 מאבדת קשר עם כדור הארץ. צילום תחריט הזהב של גבר ואישה הנושאים מסר של שלום מכדור הארץ. אאוריקה, גיליון 1, עמ' 27.
גבעולי, נ' (1990). איגרת אל שביל החלב. בתוך המדור: שעשועי מתמטיקה ומחשב. מדע, גיליון ל"ד, 5, עמ' 272-273.

ריצ'רד פיינמן מקיים דיון מעניין על אודות הפיצול העל-דק של אטום המימן:
Feynman, R. (1979). *The Feynman Lectures on Physics: Quantum Mechanics*. pp. 12.1-12.9, Mass.: Addison-Wesley Publishing Co.

דיון מרתק על אודות אטום המימן והפיצול העל-דק מופיע גם בגסיורוביץ:
Gasiorowicz, S. (1974). *Quantum Physics*. Ch. 17, pp. 277-281, New York: John Wiley and Sons, Inc.

Abell, G. O. (1975). *Exploration of the Universe*. 3rd Edition. pp. 479-480. New York: Holt, Rinehart and Winston.

מעניין לעיין באתר האינטרנט של נאסא - סוכנות החלל האמריקנית, בנושא פיוניר

11-10 והלוחית:

http://spaceprojects.arc.nasa.gov/Space_Projects/pioneer/PN10&11.html

http://spaceprojects.arc.nasa.gov/Space_Projects/pioneer/PNhome.html

http://spaceprojects.arc.nasa.gov/Space_Projects/pioneer/PNimgs/Plaque.gif

<http://msl.jpl.nasa.gov/QuickLooks/pioneer10QL.html>

8. על הניסיונות לתקשר עם ציוויליזציות אחרות:

פרויקט "עוצמה" ופרויקט "סטי"

בר-נון, ע' ודימיטרוב, ו' (1995). עב"מים - תופעה או הופעה? גלילאו, גיליון 10, עמ' 53-50.

בן-יהודה, נ' (1997). מדע או מדע סוטה? גלילאו, גיליון 21, עמ' 19-23, 64. במאמר מתפרסם דיון על פרויקט "סטי" בהשוואה לעב"מולוגיה: היבטים מדעיים וסוציולוגיים.

ברוש, נ' (1997). עב"מים, חיזורים, מיסטיקה ומדע. גלילאו, גיליון 21, עמ' 16-18.

גבעולי, נ' (1989). האם יש שם מישהו? מדע, ל"ב, 4, עמ' 186-189.

דגלאס איי. ווקוץ' (2002). קידוד מסרים בין-כוכביים. גלילאו, גיליון 52.

כמה אתרי אינטרנט העוסקים בפרויקט סטי SETI :

<http://www.seti-inst.edu/>

<http://www.seti.org/>

http://www.planetary.org/html/UPDATES/seti/SETI%40home/Update_080102.html

9. על תקשורת באמצעות תופי טם-טם אפריקניים

African music (1996). *The Larousse encyclopedia of Music* (pp.21-24). London: Cancellor Press.

10. על הדלקת המשואות

המשנה, מסכת ראש השנה פ"ב מ"ב - מ"ד (קרי: המשנה, סדר מועד, מסכת ראש השנה, פרק ב', משניות: ב', ג', ד').

גפני, י', פירסט, ב"ח, הוכברג, ר', זילצר, א' וספראי, ש' (1978). מירושלים ליבנה. תקופת המשנה והתלמוד ומבוא לתורה שבעל פה. קורס במדעי היהדות. קורס מספר: 01101. בייחוד יחידה 11, עמ' 23-26. תל-אביב: האוניברסיטה הפתוחה.

אבי-יונה, מ', וספראי, ש' (1981). אטלס כרטא לתקופת בית שני המשנה והתלמוד. מפה מס' 100 עמ' 67. ירושלים: כרטא.

שיחות בעל פה והתכתבות עם ד"ר חננאל מאק בעניין הדלקת המשואות. שוחח - עמוס כהן.

קידוש החודש (1987). לקסיקון מן המסד ליהדות ולציונות (עמ' 217). תל-אביב: משרד הביטחון - ההוצאה לאור.

ארץ ישראל, היסטוריה: מחורבן בית שני עד חלוקת הקיסרות. (1957). האנציקלופדיה העברית, כרך ו', עמ' 412. ירושלים, תל-אביב: חברה להוצאת אנציקלופדיות.

הרצוג, ע' (1992). מנין היו משיאים משואות? (מדור: מן השדה). טבע וארץ, 250, עמ' 46.

שריג, ג' (1987). קשר משואות אש בימי בית שני וקשר רדיו תג"ם במאה ה-20. קשר אלקטרוניקה מחשבים, י"ח (205) עמ' 39-42.

בן-יוסף, ס' (1986). פורט-נוקס מעל בקעת הירדן. טבע וארץ, גיליון כ"ח (2), עמ' 5-7.

11. על הפצת מידע ועל שמירת סוד

סיפור נוסף לסיפור א.א.א. בנושא זה הוא הסיפור המיתולוגי על המלך מידאס ואוזני החמור: שבתאי, א' (2000). המיתולוגיה היוונית. תל אביב: ספרי תל אביב, עמ' 35.

12. על בטהובן והסימפוניה החמישית

קרוס, מ' ואבן, ד' (1957). בטהובן. אנציקלופדיה של גדולי המוסיקה ויצירותיהם, כרך א', עמ' 121-139. תל אביב: לדורי. הספר יצא בהוצאה מחודשת ב-1991.

רבינא, מ' (1947). תשע הסימפוניות של בטהובן. עמ' 128. תל-אביב: המוסד למוסיקה.

סקוט, מ"מ (1987). בטהובן. בייחוד עמ' 140-143. ירושלים: כתר, ספרי מוסיקה.

Arnold, D. & Fortune, N. (Eds.) (1973). *The Beethoven companion*. London: Faber and Faber.

Beethoven (1996). *The Larousse encyclopedia of music*. pp. 263-269. London: Chancellor Press.

Burk, J. N. (1943). *The life and works of Beethoven*. pp. 278-282. New York: The modern library. Random House, INC.

Tovey, D.F. (1945). *Beethoven*. London - New York - Toronto: Oxford University Press.

אתרי אינטרנט על בטהובן:

<http://www.sjsu.edu/depts/beethoven/>: מרכז בטהובן באוניברסיטת סן חוזה:

<http://w3.rz-berlin.mpg.de/cmp/beethoven.html>

<http://www.classical.net/music/comp.lst/beethoven.html>

<http://www.geocities.com/Vienna/Strasse/3732/>

<http://www.cl.cam.ac.uk/users/mn200/music/composers.html>

13. על המיקרו-מעבד: השבב האלקטרוני

שנער, ד' ובעל-שם, י' (1996). *תקשורת: טכנולוגיה, חברה, תרבות* (קורס 10439). יחידה 1, סעיף אלקטרוניקה וזיכרון, עמ' 69. תל-אביב: האוניברסיטה הפתוחה.

14. מקורות כלליים בנושאי תקשורת: היבטים מדעיים טכנולוגיים

אדאיר, ג' (1999). *תומס אלווה אדיסון: המצאת העידן החשמלי*. (תרגום: ב' גפן). תל-אביב: ידיעות אחרונות, ספרי חמד, משכל בע"מ.

האוניברסיטה הפתוחה (1996-1993). *תקשורת המונים*. (קורס 10408). תל-אביב: האוניברסיטה הפתוחה.

כרך א', מאת: דן כספי, 1993

כרך ב', מאת: דן כספי, 1995

כרך ג', מאת: דן כספי ויחיאל לימור, 1996

בליזובסקי, א' (1995). *העולם הדיגיטלי* 2005. גלילאון, גיליון 13, עמ' 41-43.

ברוס-מיטפורד, מ' (1998). *סימנים וסמלים: אלפי סימנים וסמלים מכל העולם*. ירושלים: כתר.

ברק, ג' (1988). *היום בו השתנה היקום*. תל-אביב: ספריית מעריב (על פי הספר הזה עובדה סדרת טלוויזיה ששודרה בארץ).

גורדון, ת' (עורכת) (1988). *תקשורת המונים*. בת-ים: בית הספר התיכון החדש.

גורן, ד' (1986). *תקשורת ומציאות: מושגי יסוד בתקשורת המונים*. ירושלים: כתר.

נחום, א' (1996). מידע ותקשורת - אלקטרוניקה לכול. תל-אביב: S.E.S. אס. אי. אס. מערכות לימוד בע"מ.
פסחוף, נ' (2000). אלכסנדר גרהם בל: טווייט קשרים. (תרגום: ט' כרמל-שקד). תל-אביב: ידיעות אחרונות, ספרי חמד, משכל בע"מ.
רון, מ' (1994). טכנולוגיות תקשורת חדשות. ירושלים: אקדמון, האוניברסיטה העברית.
שנער, ד' ובעל-שם, י' (1996). תקשורת: טכנולוגיה, חברה, תרבות (קורס 10439). תל-אביב: האוניברסיטה הפתוחה.

תקשורת - קול הזמן (קטלוג תערוכה) (1998). תערוכה של בזק על התפתחות התקשורת. חיפה: המוזיאון הלאומי למדע, תכנון וטכנולוגיה, מרכז דניאל ומטילדה רקנאטי. חלקים מהתערוכה: "תקשורת - קול הזמן", מתפרסמים באתר האינטרנט של בזק.

תערוכת תקשורת באתר בזק באינטרנט

תערוכה על תולדות התקשורת מוצגת לקהל הרחב באתר האינטרנט של חברת בזק תחת הכותרת: מוזיאון בזק. במוזיאון מוצגים נושאים אחדים: תקשורת בימים עברו; הטלגרף; הטלפון; מרכזת טלפונים; תקשורת קול הזמן. בשל אמצעי ההגנה וסידורי הבטיחות של אתר בזק לא ניתן להגיע לדפים הללו ישירות, אלא יש להיכנס תחילה אל אתר בזק: <http://www.bezeq.co.il>. בתוך האתר ניתן להגיע אל העמודים הרצויים על ידי חיפוש הכותרות הללו במנוע החיפוש של האתר או בעזרת מפת האתר.

סרטים מדעיים של האוניברסיטה הפתוחה בענייני תקשורת והיבטים פיזיקליים וטכנולוגיים

1. סיפורו של הכתב, 1995.
2. לווניי חדשות, 1995.
3. הכול תקשורת, 1994.
4. האוריינות החדשה - מבוא למחשבים 1994. התוכנית כוללת: המכונה המחשבת, תקשורת עם מחשב, הפקת מידע, אחסון מידע, מעבדים, תקשורת נתונים ועוד.
5. גרעין של אמת. 6 פרקים, כל אחד 60 דקות. סדרת תוכניות המציגה את המדע בדרך שווה לכל נפש.
6. רוח המדע (1995). שני חלקים, אורכו של כל חלק כ-40 דקות. סקירה היסטורית של התפתחות המדע מימי הביניים ועד העת החדשה. בסקירה מוצגים המדענים החשובים והתגליות החשובות.

ספרי מקורות להיסטוריה של הפיזיקה

דותן, פ' (2001). אל הכוכבים: מאטומים עד חורים שחורים. ירושלים: הוצאת ספרים ע"ש מאגנס, האוניברסיטה העברית. הספר מביא תיאור של התפתחות המדע המודרני ועקרונותיו.

סגרה, א' (1986). מקרני רנטגן ועד קווארקים. ירושלים: כתר.

Segrè, E. (1984). *From Falling Bodies to Radio Waves*. New York: W. H. Freeman and Company.

שני הספרים הללו של אמיליו סגרה מקסימים, והם בבחינת אוצר גדול של מקורות בהיסטוריה של הפיזיקה.

Shamos, M. H. (1960). *Great Experiments in Physics*. New York: Henry Holt and Company.

הספר כולל תיאור העבודות המקוריות של גלילאו, בויל, ניוטון, קולון, קוונדיש, תומס יאנג, פרנל, ארסטד, פרדיי, לנץ, ג'אול, הרץ, רנטגן, בקרל, תומסון, איינשטיין, מיליקן, רתרפורד וצ'אדוויק.

נספחים: מקסוול, מקס פלנק, איינשטיין, נילס בוהר, קומפטון.

גיליון סדד התקשורת

1. סדד נוהלי התקשורת (פרוטוקול התקשורת)

| תחום ניקוד | נוח א | נוח ב | נוח ג | רוביניון קריון | תפני טם-טם | הדלקת משואות | זואר מכתבים | טלגרף | טלפון לדיבור | רדיו וטליוויזיה | תקשורת מחשבים, פקס, אינטרנט |
|--|-------|-------|-------|-------------------|---------------|-----------------|----------------|-------|-----------------|--------------------|-----------------------------------|
| הנהלה ואופן יישומו | | | | | | | | | | | |
| א. זיהוי המוען (המשדר, השולח) והמוען (הקולט המקביל). | 10-1 | | | | | | | | | | |
| ב. האם מוכן לקבל הודעה? | 10-1 | | | | | | | | | | |
| ג. הסכמה על אופן ההתקשורת, "לחיצת ידיים". | 10-1 | | | | | | | | | | |
| ד. שיגור המידע כמוסכם; מעקב אחר תגובות הצד האחר. | 10-1 | | | | | | | | | | |
| ה. בקרה על תהליך קליטת המידע: "תיקון שגיאות". | 10-1 | | | | | | | | | | |
| ו. אישור קבלת המידע בשלמותו. | 10-1 | | | | | | | | | | |
| ז. "לחיצת ידיים" והסכמה על סיום הקשר; ניתוק. | 10-1 | | | | | | | | | | |
| סה"כ ניקוד במדד נוהלי התקשורת | | | | | | | | | | | |

II. מוד סמטי התקשורת

| תקשורת מחשבים, פקס, אינטרנט | רדיו וטלוויזיה | טלפון לדובר | טלגרף | זואר מכתבים | הדלקת משואות | תפ"י טס-טס | רובינזון קרדון | נח ג | נח ב | נח א | תחום ניקוד | המאפיין |
|--------------------------------|-------------------|----------------|-------|----------------|-----------------|---------------|-------------------|------|------|------|---------------|---|
| | | | | | | | | | | | 10-1 | 1. טוח - המרחק המרבי המאפשר תקשורת. |
| | | | | | | | | | | | 10-1 | 2. מהירות העברת המידע (מרחק ליחידת זמן). |
| | | | | | | | | | | | 10-1 | 3. קצב שיגור האותות (מספר אותות ליחידת זמן). |
| | | | | | | | | | | | 10-1 | 4. אמינות - מנגנון בקרה ויכולת "תיקון שגיאות". |
| | | | | | | | | | | | 10-1 | 5. סודיות - הצפנה של האותות ופיענוח ההודעות. |
| | | | | | | | | | | | 10-1 | 6. תפוצה - קהל היעד: יחיד, קבוצה, רבים. |
| | | | | | | | | | | | | סל"כ ניקוד במוד מאפייני התקשורת |