

פיזיקה

תקשורת

סלולרית

מותאם לתוכנית הלימודים של משרד החינוך

תשע"ו - 2016

תוכן עניינים

תקשורת וחשיבותה

- פרק 1** **תקשורת ותקשורת קולית** **5**
מהי תקשורת ותקשורת קולית, מהו קול וכיצד מתפשטים גלי קול, הקושי בתקשורת קולית למרחקים
- פרק 2** **תקשורת אלקטרונית** **11**
סוגי תקשורת אלקטרונית, המצאת התקשורת האלקטרונית החוטית (טלגרף וטלפון), המצאת התקשורת האלקטרונית האלחוטית, המעבר מתקשורת אנלוגית לתקשורת דיגיטלית
- פרק 3** **מבנה הטלפון הסלולרי** **19**
הטלפון הסלולרי, רכיבי הטלפון הסלולרי ותפקידם

עקרונות פיזיקליים של תקשורת אלחוטית

- פרק 4** **תופעת הגלים** **28**
מהן תופעות של גלים, סוגים של גלים מכניים, מהם גלים מחזוריים, הגורמים המאפיינים גל מחזורי, מהירות התפשטות של גלים
- פרק 5** **התופעה האלקטרומגנטית** **39**
מהי התופעה האלקטרומגנטית, חשמל והשדה החשמלי, מגנטיות והשדה המגנטי, הקשר בין חשמל ומגנטיות, יישומי התופעה האלקטרומגנטית בתקשורת - המיקרופון, הרמקול
- פרק 6** **ספקטרום הגלים האלקטרומגנטיים** **47**
מהם גלים אלקטרומגנטיים, ספקטרום הגלים האלקטרומגנטיים, יישומי גלים אלקטרומגנטיים בתקשורת, כיצד משודרות תוכניות רדיו וטלוויזיה

עקרונות מערכת התקשורת הסלולרית

- פרק 7** **התקשורת הסלולרית** **58**
מהי תקשורת סלולרית, כיצד נוצר חיבור סלולרי בין טלפונים, בעיית המחסור בתדרים, עקרונות התקשורת הסלולרית, מערכת מיתוג סלולרית
- פרק 8** **יישומים שונים של תקשורת סלולרית** **68**
הטלפון הלווייני, מערכת ניווט GPS, האינטרנט הסלולרי
- פרק 9** **תקשורת סלולרית והשפעותיה** **77**
תקשורת סלולרית ובריאות האדם, תקשורת סלולרית והשפעתה על החברה, תקשורת סלולרית והשפעתה הכלכלית

תקשורת

וחשיבותה

פרק 1 - תקשורת ותקשורת קולית

מהי תקשורת ותקשורת קולית?

מבחינה מדעית **תקשורת (Communication)** היא תהליך של העברת מידע וקבלת מידע בין שני גורמים או יותר. גורמים אלו יכולים להיות: בני אדם, בעלי חיים או מערכות טכנולוגיות.



התקשורת האנושית היא תקשורת בה משתתפים כל החושים של האדם, וכשבני האדם מתקשרים ביניהם בדרך הטבעית של **תקשורת קולית**, תקשורת זו מבוססת על **חוש השמיעה** של האדם.

תקשורת קולית בין בני אדם

בתהליך התקשורת הקולית, בני האדם מדברים ומשתמשים בצלילי הקול שלהם על מנת להעביר מידע לאנשים אחרים, ששומעים את הקולות, והמוח מתרגם אותם לשפה מובנת.

תקשורת קולית בין בני אדם מבוססת על חוש השמיעה של האדם

מהו קול?

בפיזיקה **קול (צליל)** הוא תנודה מחזורית שמתפשטת במרחב דרך **חומר**. קול הוא למעשה **סוג של גל מחזורי** שמתפשט במרחב דרך גזים (כמו אוויר), דרך נוזלים (כמו מים) או דרך גופים מוצקים (כמו חוט מתכתי). גלי קול אינם יכולים להתפשט בריק (בוואקום), ולכן בחלל לא קיימים גלי קול ויש דממה.

קול (צליל) הוא סוג של גל מחזורי המתפשט במרחב דרך חומר

כיצד מתפשטים גלי קול באוויר?

גלי קול נוצרים כאשר גוף מסוים רוטט, והרטט שלו מועבר אל מולקולות האוויר שסביבו, ומתפשט דרך האוויר. למעשה, גלי הקול שנוצרים מרטט הגוף הם שינויים מחזוריים בלחץ האוויר (אזורים של לחץ אוויר גדול ולחץ אוויר קטן),

פרק 2 - תקשורת אלקטרונית

סוגי תקשורת אלקטרונית

עם התקדמות המדע והתפתחות הטכנולוגיה במאה ה-19, פיתחו מדענים את האמצעים האלקטרוניים הראשונים שאפשרו לאנשים **תקשורת קולית למרחקים**. האמצעים האלקטרוניים שפותחו יצרו מהפכה בעולם, והאנושות עברה לתקשורת אלקטרונית, שניתן לחלק אותה לשני סוגים עיקריים והם:

תקשורת חוטית

מתקיימת באמצעות מכשירים אלקטרוניים שמעבירים את המידע ביניהם על ידי חוטי החשמל שמחברים בין המכשירים. לדוגמה: טלפון חוגה, טלפון לחצנים, מרכזיה אלקטרונית, מכשיר פקס ועוד.



טלפון לחצנים וחוגה מרכזיה פקס

תקשורת אלחוטית

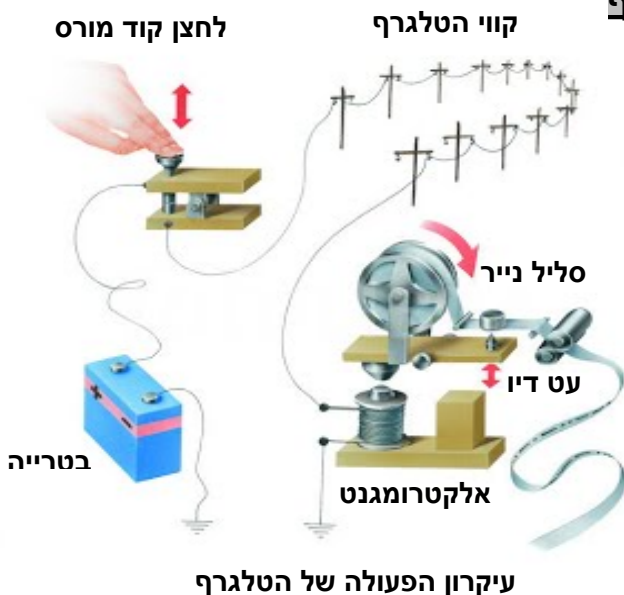
מתקיימת באמצעות מכשירים אלקטרוניים שמעבירים את המידע ביניהם על ידי שידור וקליטה של אותות ללא חיבור חוטי בין המכשירים. לדוגמה: טלפון סלולרי, טלפון לווייני, מכשיר ניווט ג'י-פי-אס (GPS) ועוד.



טלפון סלולרי טלפון לווייני מכשיר ג'י פי אס

המצאת התקשורת האלקטרונית החוטית

הטלגרף



בשנת 1838 בנה המדען האמריקאי **סמואל מורס** את מכשיר התקשורת האלקטרוני הראשון והוא: **הטלגרף**. הטלגרף אפשר לראשונה לשדר **מידע כתוב** למרחקים ארוכים באמצעות חוטי חשמל. תוך פרק זמן קצר התרחבה רשת הטלגרף בכל העולם ומידע החל לעבור לכל קצוות תבל.

פרק 3 - מבנה הטלפון הסלולרי

הטלפון הסלולרי

טלפון סלולרי הוא מכשיר טלפון אלחוטי נייד, המסוגל לשדר ולקלוט מידע בו זמנית. המכשיר מאפשר למשתמש בו ביצוע שיחות טלפון והעברת מידע מבלי להיות מחובר לרשת חוטית (קווית).



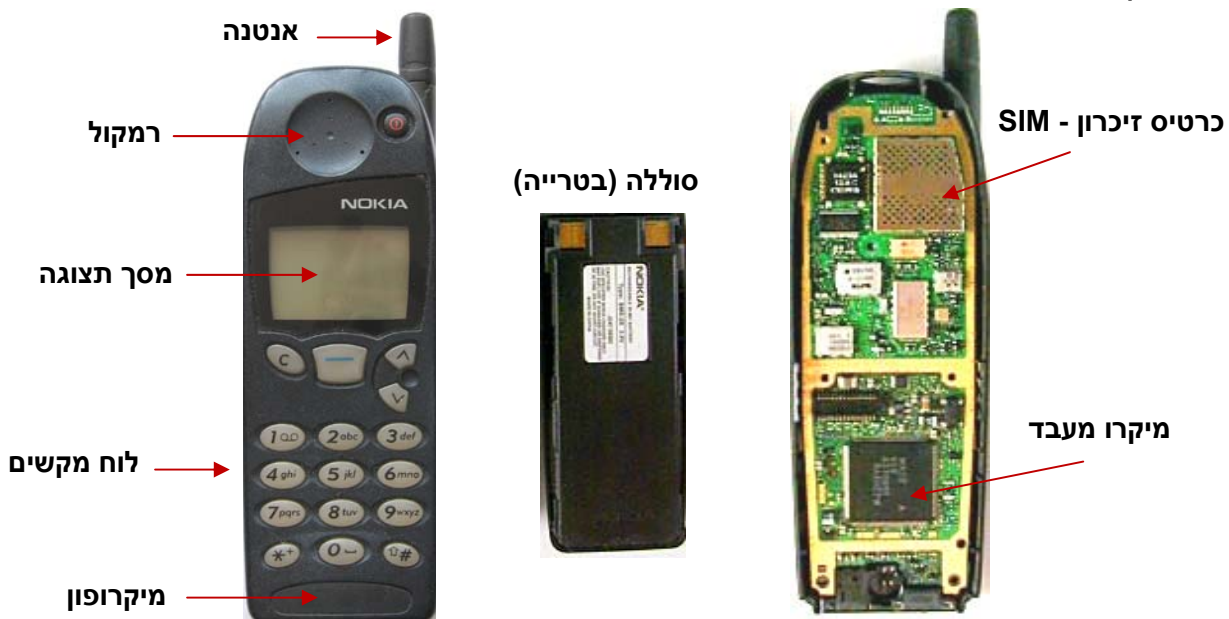
מרטין קופר והטלפון הסלולרי הראשון

בשנת 1973 פיתח המדען **מרטין קופר** (הנחשב לממציא טכנולוגיית הסלולר) מתאגיד מוטורולה בארה"ב, את מכשיר הטלפון הסלולרי הראשון, שאז היה לו יישום אחד בלבד והוא: ביצוע שיחות יוצאות או שיחות נכנסות. המכשירים הסלולריים הראשונים היו כבדים ומגושמים, והשתמשו בהם בעיקר עשירים שיכלו להרשות לעצמם לרכוש אותם (כ-4000 דולר למכשיר).

באמצע שנות ה-90 החלו כבר מכשירי הסלולר החדשים להיות שימושיים בשכבות אוכלוסייה רבות, וכיום הם נמצאים בשימוש של רוב האוכלוסייה בעולם. התקשורת הסלולרית והטלפון הסלולרי הביאו לאחת המהפכות הגדולות ביותר בתולדות התקשורת העולמית.

רכיבי הטלפון הסלולרי

הטלפון הסלולרי הוא מכשיר **שמסדר מידע וקולט מידע** באמצעות הרכיבים האלקטרוניים המרכיבים את המכשיר והם:



**עקרונות
פיזיקליים
של
תקשורת
אלחוטית**

פרק 4 - תופעות של גלים

מהן תופעות של גלים?

תופעות של גלים הן תופעות מאד נפוצות בטבע. כולם מכירים את גלי הים הנעים אל החוף, ואת הגלים המתפשטים בשלולית מים כשזורקים לתוכה אבן. אולם גם האור שהודות לו אנו רואים הכול, וגם הקול שאנו שומעים הם תופעות של גלים.

מה הם גלים?

בפיזיקה, **גלים הם התפשטות והתקדמות של תנודות ("הפרעות") במרחב.** גלים נושאים עימם אנרגיה, ומעבירים אותה לסביבה. קיימת הבחנה בין שני סוגים של גלים:

גלים מכניים

אלו הם גלים שמתפשטים ומתקדמים **אך ורק בתווך שהוא מוחשי** (מוצק, נוזל או גז), אשר מאפשר את תנועת הגלים דרכו. לדוגמה:

גלי מים בשלולית



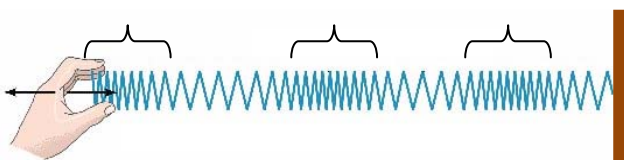
כאשר זורקים אבן לשלולית מים נוצרים גלים שמתפשטים ממקום נפילת האבן לכל הכיוונים.

גלים בחבל



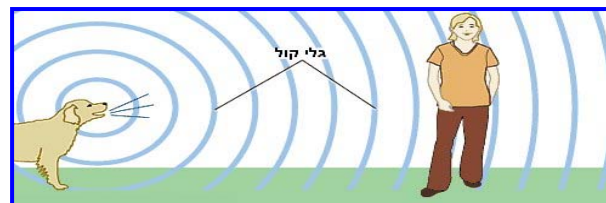
כאשר מנדנדים חבל למעלה ולמטה במהירות נוצרים גלים שמתפשטים לאורך החבל.

גלים בקפיץ



כאשר דוחפים ומושכים קפיץ בקצהו האחד, נוצרת הצטופפות לולאות (גלים) באזור הדחיפה, שעוברת הלאה, ובדרך זו מתקדמים הגלים לאורך הקפיץ.

גלי קול באוויר

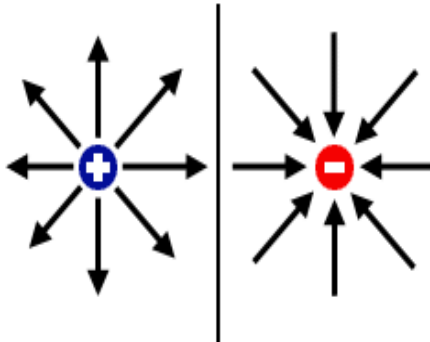


כאשר כלב נובח, צלילי הקול גורמים לתנודות של מולקולות האוויר, שנעות ומתפשטות לכל הכיוונים, ובדרך זו גלי הקול מגיעים לאוזניו של האדם.

פרק 5 - התופעה האלקטרומגנטית

מהי התופעה האלקטרומגנטית?

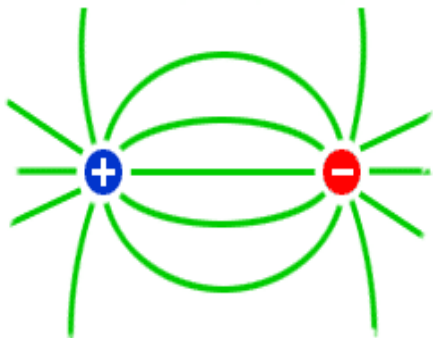
התופעה האלקטרומגנטית היא תופעה מרכזית בפיזיקה, המציינת קשר בין שתי תופעות פיזיקליות: חשמל (אלקטרו) ומגנטיות, שלכל אחת מהן מאפיינים משלה, אך הן קשורות זו בזו, ומשפיעות אחת על השנייה.



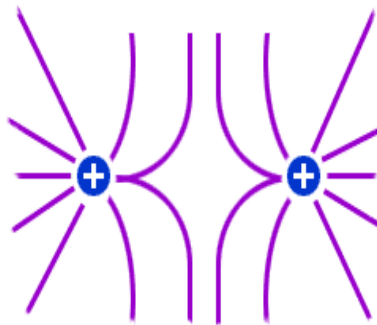
שדה חשמלי סביב חלקיק בעל מטען חשמלי

חשמל והשדה החשמלי

חשמל היא תופעה פיזיקלית הקשורה לחלקיקים



כוחות משיכה בין מטענים חשמליים מנוגדים



כוחות דחיה בין מטענים חשמליים זהים

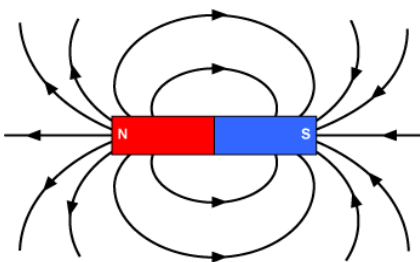
בעלי המטען החשמלי באטום של חומר.

גוף אשר טעון במטען חשמלי קיים סביבו שדה חשמלי, ואם נכניס אל תוך השדה החשמלי הזה גוף אחר שטעון במטען חשמלי,

יפעלו ביניהם כוחות משיכה או דחייה, מבלי שיהיה בין הגופים מגע כלשהו.

גודל הכוח שפועל בין גופים טעונים במטען חשמלי, תלוי במרחק בין הגופים. ככל

שהגופים יהיו קרובים יותר אחד לשני, עוצמת הכוח שיפעל ביניהם תהיה גדולה יותר.



שדה מגנטי סביב מגנט

מגנטיות והשדה המגנטי

מגנטיות היא תופעה פיזיקלית הקשורה לגוף בעל

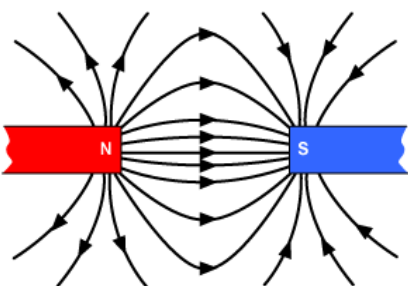
תכונות מגנטיות (מגנט),

שסביבו קיים שדה מגנטי בין

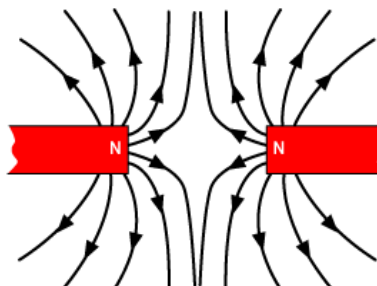
שני קטבים (צפון ודרום),

הוא מפעיל **כוחות משיכה**

או דחייה על מגנט אחר, או



כוחות משיכה בין שני קטבים מנוגדים של מגנטים



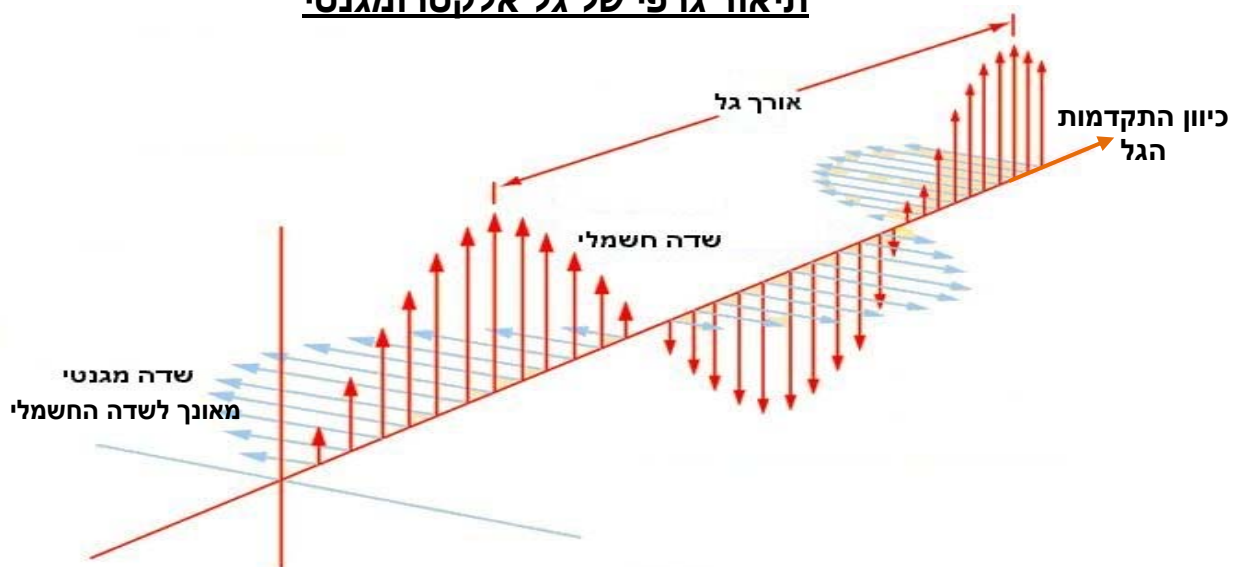
כוחות דחיה בין שני קטבים זהים של מגנטים

פרק 6 - ספקטרום הגלים האלקטרומגנטיים

מהם גלים אלקטרומגנטיים?

מבחינה פיזיקלית **גלים אלקטרומגנטיים** הם תנודות (הפרעות) מחזוריות בשדה חשמלי ושדה מגנטי המתפשטות במרחב **במהירות האור (300 אלף קילומטר לשנייה)**. גלים אלקטרומגנטיים מורכבים משדות חשמליים ושדות מגנטיים הניצבים זה לזה, אשר בונים אחד את השני תוך כדי התקדמותם במרחב.

תיאור גרפי של גל אלקטרומגנטי



כלומר, בניגוד לגלים מכניים (גלים במים, וגלי קול באוויר) שמתפשטים רק באמצעות תווך חומרי, גלים אלקטרומגנטיים מתפשטים במרחב באופן עצמאי, ללא צורך בתווך חומרי, כששדה חשמלי יוצר שדה מגנטי, שיוצר שדה חשמלי, שיוצר שדה מגנטי וחוזר חלילה.

גל אלקטרומגנטי הוא התפשטות במרחב של שדה חשמלי ושדה מגנטי היוצרים זה את זה

גלים אלקטרומגנטיים נושאים אנרגיה הנקראת: **קרינה אלקטרומגנטית**. אנרגיה זו נשמרת בשדות החשמליים והשדות המגנטיים של הגלים המתפשטים במרחב, וכאשר גל אלקטרומגנטי בא במגע עם חומר הוא מעביר אליו את האנרגיה. לדוגמה: שידורי רדיו, טלוויזיה ותקשורת סלולרית הם גלים אלקטרומגנטיים הנקלטים על ידי אנטנות, ומתורגמים על ידי מכשירים אלקטרוניים לקול ותמונה.

עקרונות

מערכת

התקשורת

הסלולרית

פרק 7 - התקשורת הסלולרית

מהי תקשורת סלולרית?

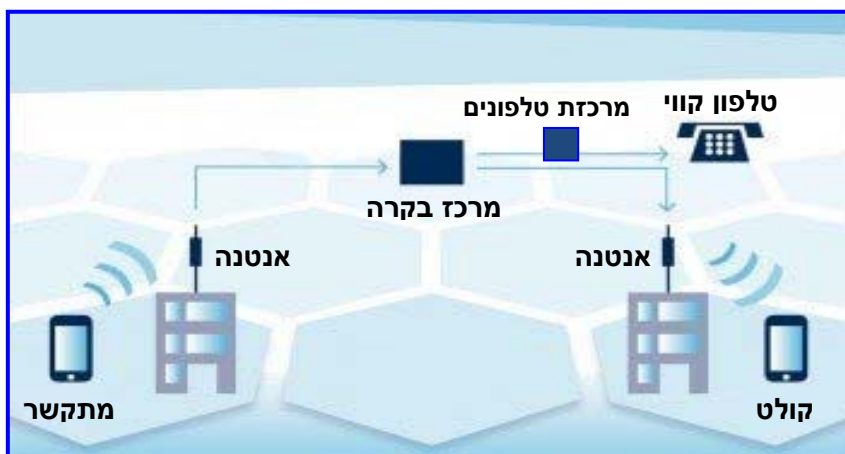
תקשורת סלולרית היא טכנולוגיית תקשורת אלחוטית, אשר מאפשרת שימוש בטלפון סלולרי (טלפון אלחוטי נייד), המסוגל לשדר ולקלוט גלי רדיו בו זמנית. בניגוד לערוצי התקשורת של הרדיו והטלוויזיה שבהם התקשורת היא חד כיוונית, והמכשירים משמשים רק לקליטת שידורים, **ערוצי התקשורת הסלולרית הם דו כיווניים, והמכשירים הסלולריים משמשים גם לשידור וגם לקליטה.**

הטכנולוגיה של המכשירים הסלולריים מבוססת על פריסת אנטנות תחנות בסיס סלולריות במרחב, כאשר כל אנטנה משרתת שטח גיאוגרפי מוגדר הנקרא: **תא (cell)**. שני טלפונים סלולריים אינם מדברים ישירות ביניהם (כמו טלפונים קוויים) אלא באמצעות רשת האנטנות הסלולריות שמקשרות ביניהם.

כיצד נוצר חיבור סלולרי בין שני טלפונים?

כאשר בעל טלפון סלולרי מתקשר למספר מסוים, המכשיר יוצר קשר עם האנטנה הקרובה באזור בו נמצא המכשיר, שמספקת לטלפון הסלולרי תדר פנוי לשיחה מתוך רשימת התדרים הפנויים שיש לה, ויוצרת קשר עם מרכז הבקרה של חברת הסלולר שמנתב את התשדורת אל היעד (המנוי) המבוקש.

- **אם היעד הוא טלפון סלולרי** - התשדורת מנותבת אל האנטנה של תא השטח בו נמצא המכשיר של המנוי המבוקש, שמספקת לו תדר לשיחה ומחברת ביניהם.
- **אם היעד הוא טלפון קווי** - התשדורת מנותבת אל מרכזת הטלפונים הקווית וממנה אל מנוי הטלפון.



חיבור סלולרי בין שני טלפונים

פרק 8 - יישומים שונים של תקשורת סלולרית

ככל שהתפתחה התקשורת האלחוטית ונוספה אליה תקשורת באמצעות לוויינים, פותחו גם יישומים נוספים וחדשים של תקשורת סלולרית.

הטלפון הלווייני

טלפון לווייני הוא טלפון סלולרי אשר משתמש בלוויינים הסובבים סביב כדור הארץ לשידור וקליטה של אותות תקשורת.

טלפון לווייני אינו זקוק לצורך שידור וקליטה לפריסה של אנטנות כמו טלפונים סלולריים רגילים, מכיוון שהוא משדר וקולט מידע באופן ישיר מהלוויינים, וניתן להתקשר באמצעותו מכל מקום בעולם לכל מקום בעולם.



מתקשר עם טלפון לווייני

כיצד פועל טלפון לווייני?

כאשר מתקשרים באמצעות טלפון לווייני, המכשיר משדר את האותות שלו ישירות אל הלוויינים המקיפים את כדור הארץ ונקראים: **לווייני תקשורת**. באיור ניתן לראות שאם היעד הוא טלפון לווייני, התשדורת מועברת באמצעות רשת הלוויינים היישר אל הטלפון הלווייני של המנוי. ואם היעד הוא טלפון סלולרי או טלפון קווי, התשדורת מועברת למרכזת הלוויינים על הקרקע וממנה אל אנטנה סלולרית ולמנוי, או למרכזת הטלפונים וממנה אל המנוי.

העברת תשדורת מטלפון לווייני אל המנויים



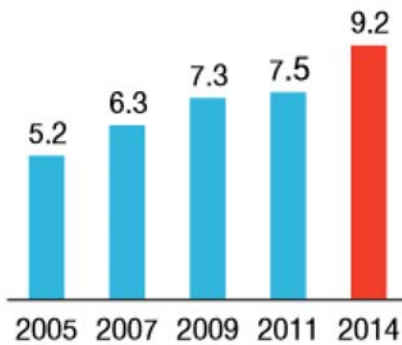
פרק 9 - תקשורת סלולרית והשפעותיה

התקשורת הסלולרית הביאה למהפכה עולמית, והשפיעה בצורה מכרעת ומשמעותית על האדם, החברה והתרבות האנושית. כתוצאה מהעלייה הדרסטית שחלה בשימוש במכשירים סלולריים, נעשו מחקרים לגבי השפעתם על בריאות האדם, והשפעתם על החברה מבחינה חברתית וכלכלית.

התקשורת הסלולרית ובריאות האדם

ככל שגבר השימוש בטלפונים סלולריים, גבר גם החשש שהקרנה האלקטרומגנטית, שפולט המכשיר כל כך קרוב לראש האדם, והקרנה של

מספר אתרי האנטנות הסלולריות בישראל, באלפים



אנטנות סלולריות קרובות, עלולים לגרום למחלות שונות (כמו סרטן). מחקרים רבים שנערכו בעולם, לגבי השפעות הקרינה של התקשורת הסלולרית על בריאות האדם, לא הביאו לממצאים מוחלטים. עד עצם היום הזה, המדענים חלוקים בדעתם, לגבי מידת הסכנה הנשקפת לבריאות האדם מהחשיפה שלו לקרינה של מכשירים סלולריים. אבל, כולם מסכימים שיש לנקוט אמצעי זהירות בזמן השימוש בטלפונים סלולריים.

המלצות להפחתת הסכנה מהשימוש בטלפון סלולרי



- יש להעדיף לדבר בטלפון קווי מאשר לדבר בטלפון סלולרי.
- יש לקצר ככל שניתן את משך השיחה בטלפון הסלולרי.
- כשמדברים בטלפון סלולרי יש להרחיק ככל האפשר את המכשיר מהגוף, או להשתמש ברמקול, באוזניה או דיבורית.
- אין לשוחח בטלפון סלולרי במעלית, בגלל הקרינה החזקה במקום סגור.
- אין לשוחח בטלפון סלולרי במקום שהקליטה נמוכה, בגלל קרינה חזקה.