



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח
תכניות לימודים



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי
לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה שליט



הטכניון –
מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת
הטכנולוגיה והמדעים

חושבים מוט"ב: פעילויות להקניית מיומנויות חשיבה

יוצרים קשר - רשתות תקשורת מבוססות רדיו או אופטיות?

שם משימה:

השוואה – מציאת נקודות דמיון ושוני

מיומנות:

קרינה מייננת, אור צבע וראיה

מבניות:

קרינה אלקטרומגנטית מתפשטת כגלים. גלים מאופנים בתכונות כמו: אורך גל, תדירות ואנרגיה. מאפייני הגל (כמו: תדירות, אורך גל ואנרגיה) קובעים את סוג הקרינה ותכונותיה ובהתאם לכך את שימושיה השונים.

רעיונות מדעיים:

כתיבה

תובל ברנדון
ד"ר רקפת דנאי
מיכל שוורצזון

ייעוץ פדגוגי

ד"ר יעל שהרבני
רונית פרץ

ראש הפרויקט

פרופ' טלי טל

עריכה לשונית

אבשלום גינוסר

יוצרים קשר - רשתות תקשורת מבוססות רדיו או אופטיות?

הקטע הבא דן בפיתוח של רשת אינטרנט אלחוטית קצרת טווח (כמו האינטרנט האלחוטי בבתי), שמבוססת על אור תת-אדום או על אור נראה, במקום על גלי הרדיו, שמשמשים את הרשתות כיום. קראו את הקטע ובצעו את המשימות.

איך מחשבים מדברים – גישה חדשה לרשתות תקשורת

רבים מאיתנו משתמשים באינטרנט אלחוטי. החיבור האלחוטי מאפשר להתחבר לאינטרנט מכל מקום: בבית, במקומות העבודה, בספריות, בבתי-קפה ובמקומות רבים אחרים. האם שאלתם את עצמכם איך מגיע המידע מהנתב האלחוטי (router), שמחובר לקו האינטרנט, אל המחשב? האם ניתן לשפר את התהליך?

רשתות תקשורת קצרות טווח, המבוססות על שידורי רדיו, מאפשרות למשתמשים רבים לגלוש באינטרנט ולבצע פעולות אחרות בו-זמנית בתוך אזורים בהם פועלת הרשת. למרות הנוחות שרשתות אלו מספקות, יש עדיין מקום לשיפור, בעיקר במהירות העברת האותות ובאבטחת המידע. מהירות העברת האותות חשובה במיוחד בשימושי מולטימדיה (הורדת סרטים, ועידות וידאו, משחקי רשת וכדומה), בהם נדרש פס רחב* יותר מזה שזמין בגלי רדיו. אבטחת המידע חשובה בעיקר עבור ארגונים שמנהלים תקשורת תוך-ארגונית ואינם רוצים שמידע, כמו תוכניות מסחריות, ייקלט מחוץ לארגון.

כיום, מפותחות רשתות תקשורת קצרות טווח, המתבססות על תקשורת באור תת-אדום (אינפרא-אדום, IR), או באור לבן נראה. שיטה זו נקראת תקשורת אופטית, בניגוד לתקשורת הרדיו בה נעשה שימוש כיום. תקשורת אופטית מופעלת כבר היום במכשירי שלט-רחוק של מכונות או במכשירים אלקטרוניים. לאור תת-אדום ולאור הנראה יש אורך גל קצר בהרבה מגלי הרדיו ולכן הם מאפשרים העברת נתונים מהירה יותר. בנוסף, הרשתות האופטיות מאפשרות עבודה בפס רחב הרבה יותר מאשר גלי הרדיו וכך מאפשרות חיבור של יותר משתמשים או העברה מהירה יותר. עוד תכונה של תקשורת אופטית ידועה לכל מי שניסה להפעיל את המזגן בעזרת שלט, או לראות טלוויזיה כשהוא נמצא מעבר לקיר – אור נראה ותת-אדום אינם עוברים דרך קירות. גלי רדיו, לעומת זאת, יכולים לעקוף קירות. מכאן, שרשת תקשורת אופטית מוגנת יותר מרשת רדיו, משום שהמידע לא יוצא מהבניין בו הוא משמש.

* רוחב פס (bandwidth) הוא כמות הנתונים שניתן להעביר בקו תקשורת בזמן נתון.

קטע המידע מבוסס על: קווראד מ., "העתיד: אינטרנט אלחוטי מהיר באמצעות אור?" פורסם במקור ב"סינטיפיק אמריקן" נמצא באוקטובר 2007 ב:

<http://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-3457569,00.html>

שאלות

משימות שמסומנות ב - * יבוצעו לפי הנחיית המורה.

1. מהן הדרישות מרשת תקשורת אלחוטית לאינטרנט? ציינו לפחות שלוש דרישות. השתמשו במידע מהקטע (בקטע מפורטות, בצורה עקיפה, שתי דרישות), בהבנה על תפקיד רשתות תקשורת ובידע כללי.
2. השלימו את טבלה 1 בעזרת קטע המידע

טבלה 1- השוואה בין שיטות תקשורת שונות

קריטריונים להשוואה	תקשורת רדיו	תקשורת אופטית
סוג הקרינה		
מהירות העברת המידע		
אבטחת מידע		
מספר משתתפים בו-זמנית		
טווח שידור וקליטה		

3. הגדירו קריטריון נוסף (או קריטריונים) להשוואה, הוסיפו אותו לטבלה, והשלימו את הנתונים המתאימים לו.
4. מהן הבעיות הקיימות כיום ברשתות קצרות טווח? הוסיפו דוגמאות מהקטע או מחיי היום יום.
5. מהם היתרונות של שימוש בתקשורת אופטית? התבססו בתשובתכם על הטבלה ועל הקטע. ציינו שלושה יתרונות והסבירו מדוע הם חשובים.
6. הרעיון המדעי הרלוונטי לנושא הוא: "קרינה אלקטרומגנטית מתפשטת כגלים. גלים מאופיינים בתכונות כמו: אורך גל, תדירות ואנרגיה. מאפייני הגל (תדירות, אורך גל ואנרגיה) קובעים את סוג הקרינה ותכונותיה ובהתאם לכך את שימושיה השונים". הביאו, בעזרת המידע שבקטע, שתי דוגמאות המראות כיצד מאפייני הקרינה קובעים את שימושיה.

7. א. ציינו ליד כל אחד מן העצמים/גופים הבאים האם אור נראה עובר דרכו והסבירו כיצד הגעתם למסקנה:

הגוף	האור הנראה עובר/אינו עובר	הסבר
קיר לבן		
בד ברזנט אטום בצבע שחור		
לוח עץ		
בני אדם		

ב. הציעו ניסוי שבו תבדקו האם האור הנראה ואור תת-אדום עוברים דרך קירות/ בדים/ נייר/ מתכת/זכוכית או אנשים. השתמשו בפנס ובשלט-רחוק של מכשיר אלקטרוני (מזגן, טלוויזיה וכו').

ג. בצעו את הניסוי עם לפחות שלושה חפצים מהרשימה שבסעיף א' ורשמו התוצאות. הערה: חשוב לשים את החומר הנבדק (חוצץ) קרוב לשלט, אחרת האלומה הרחבה שלו יכולה להתפזר, לחזור מקירות וחפצים אחרים ולהגיע למכשיר. מומלץ לרכז את התוצאות בטבלה.

ד. מהן המסקנות מהניסוי?

*ה. למרות שהקרינה האינפרא-אדומה שמשודרת מהמכשירים אינה מסוכנת, על חלק גדול ממכשירי השלט רחוק כתוב שאין לכוון את השלט לכיוון הפנים של אנשים או בעלי חיים. מדוע?
ו. תלמידים בדקו מעבר אור תת-אדום משלט רחוק. חלק מהתלמידים טענו, שהאור עובר בדים וחלק מהתלמידים טענו, שהאור אינו עובר. ציינו שתי סיבות אפשריות לכך שהתקבלו תוצאות שונות?

ענו על אחד משני הסעיפים הבאים:

ז. בתכנון ניסויים אנו משתמשים במיומנות שנקראת "חקר". בשאלה זו נדרשתם לתכנן ניסוי פשוט. האם נתקלתם בקושי בתכנון הניסוי או בביצועו? נסו להסביר את מקור הקושי.

ח. האם תכנון ו/או ביצוע הניסוי עזר לכם להבין טוב יותר את הנושא? נמקו.

8. מהם החסרונות של שימוש בתקשורת אופטית? התבססו בתשובתכם על הרשום בטבלה ועל מסקנותיכם מהניסויים.

9. נניח כי אתם מפתחים ציוד תקשורת לרשת קצרת טווח שמבוסס על אור תת-אדום. בחרו אחד מהסעיפים ובצעו אותו:

א. לחברתכם דרוש מימון. כתבו חיבור קצר (1-2 פסקאות), שאמור לשכנע משקיע פוטנציאלי להשקיע כסף בחברתכם.

ב. המערכת החדשה מוכנה! הכינו פרסומת לציוד החדש שפיתחתם.

10. העריכו את אמינות המידע בכתבה לפי הקריטריונים שלמדתם. רשמו את תשובתם בפסקת טיעון. לידיעתכם: "סיינטיפיק אמריקן" הוא מגזין אמריקאי ותיק וחשוב, העוסק במדע פופולארי. למגזין יש יותר מחצי מיליון מנויים רק בארצות הברית. ל"סיינטיפיק אמריקן" יש מהדורה עברית ואתר אינטרנט, בו מוצגים מאמרים נבחרים. כותב הקטע הוא חוקר בכיר בהנדסת חשמל באוניברסיטת פנסילבניה (ארצות הברית).

מחווין

	קריטריונים	רמת ביצוע		
		המשימה בוצעה במלואה	המשימה בוצעה בחלקה	נמצאת/ בראשית הדרך
1	הדרישות מרשת אינטרנט אלחוטית	צינו שלוש דרישות נכונות או יותר	צינו רק שתי דרישות נכונות	צינה דרישה נכונה אחת או פחות
2	זיהוי וציון נתונים המתאימים לקריטריונים להשוואה	טבלת ההשוואה מולאה בצורה נכונה. מולאו 8-10 מהנתונים המתאימים לקריטריונים השונים	טבלת ההשוואה מולאה בצורה חלקית - מולאו נכון רק 5-7 מהנתונים	פחות מחמישה תאים מולאו נכון, או שהתאים מולאו אבל ב-5 או יותר מהתאים התשובות אינן מדויקות
3	זיהוי והוספה של קריטריון אחד שמתייחס לתכונה של התקשורת	נוסף קריטריון רלוונטי	הקריטריון שהוצג אינו מתייחס לתכונה רלוונטית לתקשורת או שאינו מדויק מבחינה מדעית	לא הובא קריטריון נוסף
4	תיאור הבעיות העיקריות של הרשתות הפועלות כיום כפי שהוצגו בקטע + דוגמה רלוונטית	תיאור מלא ודוגמה לפי הקריטריונים	תשובה חלקית (בלי הדוגמאות למשל), או שאינה מדויקת	חלק עיקרי מהתשובה חסר או אינו נכון
5	הצגת יתרונות של הרשת האופטית ומתן דוגמאות או הסברים למקרים בהם יש ליתרונות אלו משמעות	הצגה מלאה של לפחות שני יתרונות ושתי דוגמאות (או הסברים) למקרים בהם יש ליתרונות אלו משמעות	הצגה של יתרון אחד נכון ודוגמה או הסבר שמתאימים לו. או תיאור של יותר יתרונות אבל ללא דוגמאות או הסברים	הצגה של יתרון אחד או פחות. אין דוגמאות או הסברים נכונים
6	דוגמאות הממחישות את הרעיון המדעי	הובאו שתי דוגמאות רלוונטיות ונכונות מבחינה מדעית	הובאה רק דוגמה אחת רלוונטית ונכונה מבחינה מדעית, או שהובאו שתי דוגמאות לא מדויקות מבחינה מדעית או לא לחלוטין רלוונטיות	לא הובאו דוגמאות רלוונטיות ונכונות מבחינה מדעית
7 א	השלמת הטבלה	לפחות 6 תאים מולאו בצורה נכונה	4-6 תאים מולאו בצורה נכונה	פחות מארבעה תאים מולאו בצורה נכונה
7 ב	תכנון ניסוי לבדיקה של החדירות של עצמים שונים לאור ולקרנה תת-אדומה	הניסוי המתואר יבדוק בצורה מדויקת את החדירות	תיאור הניסוי לא בודק את החדירות של הקרינה בצורה ממוקדת, או שתיאור הניסוי אינו מפורט מספיק	תיאור חסר או לא תואר ניסוי
7 ג	ביצוע הניסוי ורישום מדויק של התוצאות ומסקנות מנומקות שמבוססות על תוצאות הניסוי	רישום מלא לפי הקריטריונים	רישום של התוצאות אך עם מסקנות חלקיות או לא מדויקות מבחינה מדעית, או בלי מסקנות בכלל	רישום של חלק מהתוצאות. אין מסקנות או שהן אינן מתאימות לניסוי או שאינן מדויקות מבחינה מדעית
7 ד	רישום המסקנות מהניסוי	המסקנות נוסחו בצורה מדויקת ונכונות מבחינה מדעית	ניסוח המסקנות אינו מדויק או שאינן מדויקות מבחינה מדעית	לא נרשמו מסקנות או שאינן נכונות
7 ו	פתרון בעיה – ניתוח הגורמים לתוצאות שונות בניסוי של חוצצים שעשויים מחומרים דומים	תשובה נכונה ומלאה, הכוללת התייחסות לתכונות החפצים הנבדקים (לפחות תכונה אחת) ולתנאי הניסוי (לפחות שלושה) שיכולים להשפיע על התוצאות	פירוט של חלק מהתנאים ומהתכונות שיכולים להשפיע על התוצאות, או שהתכונות והתנאים שפורטו אינם יכולים להשפיע על התוצאות	לא ניתן הסבר או שאינו נכון
7 ז, ח.	רפלקציה	נוסחה פיסקה שלמה הכוללת התייחסות עניינית ורלוונטית	התשובה רלוונטית אבל מנוסחת בצורה לא ברורה או לא ממוקדת	התשובה לחלוטין אינה רלוונטית או חסרה

8	זיהוי חסרונות של רשת התקשורת והצעת פתרונות	תשובה נכונה, מלאה ומדויקת מבחינה מדעית, שכוללת הצגה של לפחות שתי בעיות שעלולות להפריע לפעולה של רשת תקשורת אופטית. הצעת פתרונות לבעיה אחת או יותר	תשובה חלקית. רק בעיה אחת הוצגה בצורה מלאה או שלא הוצגו פתרונות או שאינם מדויקים מבחינה מדעית	לא הוצגו בעיות או שהוצגו בעיות לא נכונות
9 א	ניסוח חיבור למשקיע בחברה	נוסח חיבור טיעון, הכולל לפחות שני נימוקים בזכות השיטה החדשה. החיבור כתוב בצורה ברורה ונכונה מבחינה מדעית	הטיעונים אינם מדויקים או שיש בקטע עובדות לא מדויקות מבחינה מדעית או שלא הועלו מספיק הטיעונים בזכות השיטה	הטיעונים אינם כתובים לפי הכללים ו/או המידע המדעי לא נכון ו/או הועלה רק טיעון אחד בזכות השיטה החדשה
9 ב	יצירת פרסומת	הפרסומת מציגה את יתרונות השיטה בצורה מושכת וברורה ונכונה מבחינה מדעית	יתרונות השיטה לא הובלטו מספיק ו/או שהוצגו עובדות שאינן מדויקות מבחינה מדעית ו/או הפרסומת אינה אסתטית	הפרסומת לא מציגה מידע שרלוונטי ליתרונות השיטה ו/או מציגה מידע מדעי לא נכון ו/או (בנוסף לאחד מהגורמים) הפרסומת גם אינה אסתטית
1 0	הערכת אמינות מקור המידע - הצגת נימוקים לגבי קביעת רמת אמינות מקור המידע	נכתבה פסקה מפורטת ומדויקת במבנה טיעון לגבי אמינות הכתבה, תוך התבססות על 3 הקריטריונים לבדיקת אמינות מקור המידע	ההערכה לא מדויקת או מנוסחת לא טוב	הערכה לא נכונה, סותרת את הקריטריונים או עושה בהם שימוש לא נכון

מדריך למורה

כללי:

הקטע יכול לעורר שאלות לגבי הקשר בין מידת האנרגיה שבקרנה לבין יכולת החדירה שלה. אור נראה וקרנה אינפרא-אדומה יותר אנרגטיים מגלי רדיו. למרות זאת, גלי הרדיו מאפשרים שידורים לטווח ארוך יותר וחדירה טובה יותר לתוך מבנים. התשובה נובעת ישירות מאורך הגל של סוגי הקרנה השונים - קרנה מופרעת מעצמים שאורכם המירבי כחצי אורך גל. לכן, קרנה שאורך הגל שלה עשרות מטרים ויותר (גלי רדיו) לא תופרע ע"י מבנים שגודלם נמדד במטרים. כך מתקבל שלקרנה הפחות אנרגטית יש יכולת חדירה למבנים. אך יש לשים לב, שיכולת החדירה שמוצגת כאן שונה מיכולת החדירה לתוך גופים. גלי הרדיו פשוט עוקפים את הקירות, לא חודרים אליהם!

תשובון

1. רשת תקשורת אלחוטית אמורה לאפשר תקשורת אלחוטית (שלא באמצעות כבלים) בין המחשב עליו עובד (או גולש) המשתמש לבין רשת המחשבים שמספקת את השירות. הדרישות: א. אמינות. ב. זמינות (אפשרות גלישה בכל זמן ובכל מקום בתחומי הרשת). ג. בטיחות (שלא תגרום לסיכון בריאותם של המשתמשים). ד. מהירות גלישה (כמה שיותר מהר יותר טוב – משמעות תקשורת מהירה יותר היא שניתן להעלות לרשת קבצים במהירות גבוהה יותר). ה. אבטחת המידע. ו. מחיר

2.

תקשורת אופטית	תקשורת רדיו	
אור נראה או תת-אדום	רדיו	סוג הקרינה
מהירה יותר	איטית יחסית	מהירות העברת המידע
טובה יותר – הקרינה לא עוברת דרך קירות, ולכן גלויה רק למכשירים שנמצאים בתוך אותו החדר	בעייתית – הקרינה עוברת דרך קירות	אבטחת מידע
גדול יותר ופחות מוגבל	גדול יחסית אך מוגבל	מספר משתתפים בו זמנית
קצר	קצר ברשתות תקשורת, אך יכול להיות ארוך כמו בשידורי רדיו/טלוויזיה/רשתות סלולאריות	טווח שידור וקליטה

3. קריטריון נוסף יכול להיות סכנות בריאותיות, איכות האות, פוטנציאל לשיבושים ועוד.

4. א. הבעיות של הרשתות לתקשורת קצרת טווח כיום הן קצב נמוך יחסית ויכולת נמוכה לאבטח את המידע.

ב. אנחנו מרגישים את הקצב האיטי כאשר אנו מורידים סרטים או משחקים מהרשת ומחכים הרבה זמן. לפעמים, כאשר אנו רואים סרטים ישירות מהרשת (youtube) הסרט נעצר כדי לטעון את ההמשך. בעיית האבטחה יכולה להיות חמורה במיוחד בבתי-חולים או בתי-משפט, בהם צנעת הפרט חשובה.

ג. יש טענה שחשיפה ארוכת טווח לעוצמה גבוהה יחסית של גלי רדיו יכולה לגרום לבעיות בריאותיות.

5. יתרונות התקשורת האופטית: א. פס רחב, כלומר, תקשורת מהירה יותר; ב. ריבוי משתתפים ברשת; ג. חדירות נמוכה יותר דרך קירות, שמקלה על אבטחת הרשת מפריצות והאזנה. להרבה עסקים ומקומות עבודה חשוב שתהיה אפשרות לריבוי משתתפים. גם בבתי פרטים, חשובה המהירות. היכולת לאבטח את הרשת מפני פריצות והאזנה - חשובה לכולנו (איננו מעוניינים שמישהו ישתמש בחשבון האינטרנט שלנו או ישלח בשמנו מייל), וחשובה במיוחד לארגונים ביטחוניים, ארגונים שקשורים בצנעת הפרט (בריאות, רשויות מקומיות) וארגונים מסחריים (סודות).

6. סוגי הקרינה נבדלים באורך הגל (ולכן בתדירות) ובמידת האנרגיה שבקרינה. התכונות הללו מתאימות לשימושים שונים. אורך הגל קובע את כמות המידע שהקרינה יכולה להעביר ואת גודל העצמים שהקרינה יכולה "לראות" או לעקוף. מידת האנרגיה קובעת את יכולת החדירה של הקרינה לתוך גופים שונים.

למורה : אפשרות נוספת :

הרעיון המדעי קובע: "קרינה אלקטרומגנטית מתפשטת כגלים. גלים מאופיינים בתכונות כמו: אורך גל, תדירות ואנרגיה. מאפייני הגל (תדירות, אורך גל ואנרגיה) קובעים את סוג הקרינה ותכונותיה ובהתאם לכך את שימושיה השונים".

השלימו את הטבלה (יתכן שיישארו תאים ריקים):

סוג הקרינה	מאפייני הגל יחסית לסוגי הקרינה האחרים (אורך/קצר יותר, ואנרגיה גבוהה/נמוכה)	התכונות שקשורות לתקשורת הרשתות	חשיבות התכונות לתקשורת ברשת
IR			
אור נראה			
גלי רדיו/מיקרו			

תשובה :

סוג הקרינה	מאפייני הגל	התכונות שקשורות לתקשורת הרשתות	חשיבות התכונות לתקשורת ברשת
IR	גל קצר ואנרגיה גבוהה יחסית לרדיו	אפשרות להעביר יותר מידע יחסית לגלי רדיו	תקשורת מהירה יותר
אור נראה	גל קצר ואנרגיה גבוהה יחסית לרדיו	האות לא עובר דרך קירות	אבטחת מידע
רדיו ומיקרו	גל ארוך, אנרגיה נמוכה	אפשרות להעביר פחות מידע יחסית ל-IR ואור נראה קרינה עוברת דרך קירות	תקשורת איטית יותר המידע עלול "לדלוף"

7. **למורה:** מומלץ לדון בשאלה זו בכיתה, להציג את התוצאות השונות שקיבלו התלמידים ולדון בהן ובמסקנות מהניסוי.

א. אנחנו בעצם יודעים את התשובה – אנחנו לא יכולים לראות משהו שנמצא מעבר לפינה (קיר), כי האור לא עובר דרך קירות. אנחנו כן יכולים לראות אור שמוחזר מקירות וחפצים אחרים ולכן גם בצל אין חושך מוחלט למרות שאין עליו אור ישיר. לגבי חומרים וחפצים אחרים – מניסיון החיים שלנו אנחנו יודעים שמתכת לא מעבירה אור (חוץ ממקרים קיצוניים של יריעה דקה במיוחד), אבל בדים ונייר מעבירים באופן חלקי.

ב. החומרים הדרושים: פנס, לוח עץ, לוח מתכת, פיסת בד עבה, פיסת בד דק, דף נייר שיהיו מחיצה לאור/לתת-אדום.

מהלך הניסוי: אור נראה: נדליק את הפנס ונכוון אותו ללוח לבן או לקיר לבן. על הקיר יתקבל כתם אור. כעת, נעמיד מחיצה בין הפנס לבין הלוח/קיר, ונבדוק האם מתקבל כתם אור על הלוח/קיר הנמצא מאחורי המחיצה. נחזור על הניסוי מספר פעמים כשבכל פעם נשתמש במחיצה מסוג אחר.

לגבי קרינה אינפרא אדומה: ננסה להפעיל מכשיר חשמלי עם השלט שלו (או לפתוח את המכונת) ונכבה אותו (או ננעל את המכונת). אחרי שווידאנו שהכל תקין ופועל, נציב את אחת המחיצות שצוינו למעלה וננסה להפעיל שוב את המכשיר. אם המכשיר הופעל כמו קודם, סימן שאות האינפרא-אדום שיצא מהשלט עבר דרך החומר הנבדק. אם לא מצליחים להעביר אות למכשיר – סימן שהאינפרא-אדום לא מצליח לעבור את החומר הנבדק. נחזור על הניסוי מספר פעמים, בכל פעם נשתמש במחיצה עשויה מחומר אחר (בגד עשוי בד, לוח מתכת, דף נייר) שאנו רוצים לבדוק.

הערה: חשוב להציב את החומר הנבדק קרוב לשלט, כי ככל שמתרחקים מהשלט, רוחב האלומה גדל כך שהקרינה יכולה להתפזר, לחזור מקירות וחפצים אחרים ולהגיע למכשיר.

ד. רישום התוצאות צריך לכלול רשימה של חפצים שנבדקו, תיאור קצר שלהם (למשל, בד – נבדקו מגבת וחולצת טריקו) אם לא הופיע בשאלה הקודמת, ומידת החדירות שלהם לקרינה. חשוב שהתלמידים יבינו שהתוצאות מתייחסות לחפצים שנבדקו ולתנאים בהם התבצעה הבדיקה. רצוי לרכז את התוצאות בטבלה. למשל:

ה.

החפץ הנבדק כמחיצה	סוג החומר ממנו עשויה המחיצה	אופי כתם האור על הקיר	מידת החדירות של החומר הנבדק לאור מידת החדירות של הקרינה: עוברת/נבלעת/עוברת חלקית
לוח עץ	עץ	אין אור	לא חדיר
צלחת	זכוכית	כתם אור חזק	חדירות גבוהה

עבור בדיקת האינפרא אדום:

החפץ הנבדק כמחיצה	סוג החומר ממנו עשויה המחיצה	האם המכשיר נדלק	מידת החדירות של החומר הנבדק לקרינת אינפרא-אדום
קיר	בטון	לא נדלק	לא חדיר

ד. המסקנה: קרינה אינה עוברת דרך כל תווך במידה שווה. קיימים חומרים המעבירים את כל הקרינה (שקופים), חומרים בהם הקרינה נבלעת (אטומים) וחומרים אחרים אטומים חלקית. כמות הקרינה שתעבור/תוחזר או תיבלע תלויה בסוג החומר המגיב עם הקרינה. ה. בכל חשיפה לסוגי הקרינה השונים קיים סיכון מסוים. אף שלעיתים הסיכון קטן מאוד, האזהרה נועדה להגן על אנשים שגופם רגיש מהממוצע ולכן יכולים בכל זאת להיפגע. אזהרה זו היא חלק מתקן, שאמור להגן עלינו מקרינה של מכשירים שונים. ו. גורמים שמשפיעים על התוצאות ויכולים, לכן, ליצור הבדלים בין התוצאות שיציגו התלמידים: מבנה החפץ שנבדק, בעיקר גודלו ועוביו, מיקום החפץ הנבדק יחסית למשדר (השלט) ולמקלט (המכשיר, למרות שאיננו יודעים היכן בדיוק ממוקמת יחידת הקליטה), סוג השלט, המרחק והזווית מהמכשיר הקולט, עוצמת הסוללה ועוד. ז, ח. למורה: שאלת רפלקציה. התלמידים צריכים לענות בצורה מפורטת ולנמק גם אם התשובה היא "לא נהנית". נימוק נחשב טוב גם אם התלמיד מסביר מדוע הנושא משעמם אותו או נראה לא רלוונטי עבורו.

8. שתי מגבלות בסיסיות: התקשורת האופטית אינה יכולה לעבור קירות ולכן חשוב לארגן מקור תקשורת בכל חדר ומעבר לכל פינה ואפילו לתכנן במדויק את המיקום של העובדים, כך שלא יסתירו בגופם את מעבר הקרינה **(למורים: לכן, המפתחים ממליצים למקם את המשדרים על התקרה – ראו מידע זה ועוד בכתבה המקורית)**. בנוסף, קרינה תת-אדומה וקרינת אור נראה נמצאות סביבנו כל הזמן וצריך לבנות את המערכת כך שהיא תזהה את האותות שלה מתוך "רעש" הרקע = האור והקרינה שאינם שייכים לתקשורת.
9. סמכות המקור: המידע נכתב ע"י חוקר בכיר בתחום ופורסם במקור במגזין מדעי נחשב מאוד.

אובייקטיביות: לפי הכתוב, לא נראה שלכותב הייתה סיבה להיות לא אובייקטיבי **(למורה: מי שרוצה להיות חשדן בכל זאת, יכול לחשוב שאולי החוקר עוסק בפיתוח של רשתות תקשורת אופטיות)**. סגנון הכתיבה עובדתי (אין דעות בקטע).

עדכניות: יש לשים לב לתאריך הפרסום. הטכנולוגיה המתוארת נמצאת בפיתוח וכנראה צפויות התפתחויות נוספות, כך שיתכן שהמידע כבר מיושן.

שאלות נוספות:

השלימו את הטבלה על בסיס החומר שלמדתם:

השוואה בין סוגי קרינה:

	סוג הקרינה	קרינת רדיו	תת-אדום	אור נראה	על-סגול	קרינת X
1	אורך הגל					
2	אנרגיה					
3	החדירות של הקרינה לרקמות ומידת הסיכון הבריאותי					
4	השפעות בריאותיות (לאילו תופעות בריאותיות גורמת הקרינה)					
5	מקורות הקרינה		קרינה חלשת שנפלטת ממקורות חום			

בנק תשובות לקריטריונים 1-3 : אורך קרינת רדיו: טלפון, מיקרוגל, מוסקן, לא מוסקן. (ניתן להשתמש בכל תשובה מספר פעמים)

1. שירה, תלמידת מוט"ב שאלה: שימוש בקרינה בעלת אורך גל קצר יותר משפרת את התקשורת והיא גם פחות רגישה להפרעות משום שבתוך בניינים אין קרינה על סגולה או קרינת X. לכן, הסיכוי לשיבוש שנובע מקליטה של אותות שאינם שייכים לתקשורת הרשת, קטן יותר. אם-כך, מדוע שלא נבנה מערכת תקשורת שמבוססת על קרינת אולטרא-סגול, UV, או על קרינת רנטגן (קרינת X)?
- מה דעתכם? התבססו על הטבלה בתשובתכם.

תשובות לשאלות הנוספות:

1.

	סוג הקרינה	קרינת רדיו	תת-אדום	אור נראה	על-סגול	קרינת X
1	אורך הגל	ארוך מאוד	ארוך	בינוני	קצר	קצר מאוד
2	אנרגטיות	נמוכה			←	גבוהה מאוד
3	מידת הסיכון הבריאותי	נמוכה			←	גבוהה מאוד
4	השפעות בריאותיות (לאילו תופעות בריאותיות גורמת הקרינה)	"מחלת הקרינה" חולשה וסחרחורות, פגיעה עצבית, פגיעה בעיניים ועוד. המחלה נוצרת רק בעקבות חשיפה ממושכת לעוצמות גבוהות	כוויות בעקבות חשיפה לעוצמות גבוהות	פגיעה בעיניים בעוצמות גבוהות	כוויות בעור, סבירות לסרטן בעקבות חשיפה ממושכת. בנוסף, פגיעה בעיניים בעקבות חשיפה לעוצמות גבוהות וחשש לקטרקט ובעיות ניווניות בעין בחשיפה ממושכת	כוויות, סרטן, פגיעה באיברים פנימיים
5	מקורות הקרינה	שידורים ובחלל (הקרינה סביבנו)	פליטה מחפצים חמים סביבנו	בכל מקום מואר	השמש וכוכבים אחרים. ניתן להיחשף לקרינה גם בצל חלקי הקרינה משמשת גם במיטות שיזוף ונורות אולטרא סגול	תחת מכשירי שיקוף, משפופרת קרני X. נפלטת גם מהשמש ומכוכבים אחרים

2. לקרינת UV וקרינת רנטגן אנרגיה רבה והן מסוכנות לבריאות. חשיפה ארוכה אליהן עלולה לגרום למחלות ולכן אסור להשתמש בקרינות אלו לתקשורת במקום בו נמצאים אנשים.