

ערכה מותאמת אישית למשימה דיאגנוסטית הולכת חשמל במוצקים



תלמידים נשאלו אם קיימת מוליכות חשמלית בחומרים המוצקים הבאים:



1. לפניך טבלה שבה מרוכזות תשובות של ארבעה תלמידים שונים. ציין לגבי כל תשובה אם היא נכונה או לא נכונה.

תשובות התלמידים	נכון / לא נכון
א $MgI_{2(s)}$ מוליך חשמל כי הוא מורכב ממתכת.	
ב $I_{2(s)}$ אינו מוליך חשמל כי הוא מורכב ממולקולות ובין המולקולות אין מעבר מטענים (אלקטרונים או יונים).	
ג רק $Mg_{(s)}$ מוליך חשמל במצב מוצק כי יש לו מטענים חשמליים בעלי כושר ניידות.	
ד כל אחד מבין שלושת החומרים מוליך חשמל כי בכלם יש אלקטרונים.	

2. בחר משפט אחד לא נכון, תקן אותו והסבר אותו ברמת המיקרו.

3. ציין ב-√ כיצד התמודדת עם המשימה:

	1	2	3	4	5	
היה לי קשה						היה לי קל

עבודה נעימה!

הערכה פותחה בקבוצת הכימיה בראשותה של פרופ' רון בלונדר במחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן, במסגרת מענק 246 של קרן טראמפ. מנהלת הפרויקט: שרה אקונס. צוות הפיתוח: נורית דקלו, ד"ר רות ולדמן, אסתי זמלר, ד"ר מרים כרמי, ד"ר רחל ממלוק-נעמן, אינאס עיסא, ד"ר דבורה קצביץ וד"ר שלי רפ.

תיאור המשימה

משימה זו מורכבת ממספר היגדים בטבלה. על התלמידים לקבוע אם ההיגדים נכונים או לא נכונים. כמו כן, התלמידים מתבקשים לבחור את אחד מההיגדים השגויים ולהסביר מדוע אינו נכון. המשימה קצרה ועניינית, ובודקת תפיסות שגויות וקשיים אצל התלמידים בנושא הולכה חשמלית במוצקים.

שילוב במהלך ההוראה

אפשר לשלב את המשימה במהלך הפרק "מבנה וקישור".

תפיסות שגויות שעשויות להתגלות בתשובות התלמידים

1. הולכה חשמלית מתקיימת בחומרים שבשם מוזכרת מתכת. אפשר להכליל: התכונות של מרכיבי תרכובת הן גם התכונות של התרכובת.
2. מטענים חשמליים בעלי כושר ניידות הם רק אלקטרונים חופשיים (רק אלקטרונים אחראים להולכה).
3. קושי בהבנת המושג מוליכות חשמלית בסוגי חומרים שונים.

מיפוי התשובות לפי התפיסות השגויות / הקשיים

התפיסות השגויות / הקשיים	נכון / לא נכון	ההיגדים	
מי שענה נכון תפיסה שגויה 1	לא נכון	$MgI_{2(s)}$ מוליך חשמל כי הוא מורכב ממתכת.	א
מי שענה לא נכון קושי 3	נכון	$I_{2(s)}$ אינו מוליך חשמל כי הוא מורכב ממולקולות ובין המולקולות אין מעבר מטענים (אלקטרונים או יונים).	ב
מי שענה לא נכון תפיסה 2 וקושי 3	נכון	רק $Mg_{(s)}$ מוליך חשמל במצב מוצק כי יש לו מטענים חשמליים בעלי כושר ניידות.	ג
מי שענה נכון תפיסה שגויה 2 וקושי 3	לא נכון	כל אחד מבין שלושת החומרים מוליך חשמל כי בכלם יש אלקטרונים.	ד

סוג המשימה המאבחנת: שאלה בדף מודפס או בטופס גוגל.

אופן ביצוע המשימה המאבחנת: אפשר לבצע את המשימה בכיתה או כתרגיל בית לרבות בדיקה בכיתה. כאשר מבצעים את השאלה בטופס גוגל, המורה יכול להתייחס בקלות רבה להיגדים שבהם התלמידים טעו, על ידי הצגת המסמך המעובד באקסל או העיבוד הסטטיסטי בטופס.

זמן משוער: 10-15 דקות להפעלת המשימה הדיאגנוסטית ועד שני שעורים לטיפול בתפיסות השגויות והקשיים.

מיפוי התפיסות השגויות לפי מענים פדגוגיים

מענה פדגוגי	התפיסה השגויה
ניסוי בגישת: חשוב, צור זוג, שתף (Share, Pair, Think) שאלון מתוקשב	1. הולכה חשמלית מתקיימת בחומרים שבשמם מוזכרת מתכת. אפשר להכליל: התכונות של מרכיבי תרכובת הן גם התכונות של התרכובת.
אנימציה, דף עבודה, משחק לוח איקס-עיגול	2. מטענים חשמליים בעלי כושר ניידות הם רק אלקטרונים חופשיים (רק אלקטרונים אחראים להולכה).
דף עבודה	3. קושי בהבנת המושג מוליכות חשמלית בסוגי חומרים שונים.
ניסוי חקר או חקר רשת או יצירה	תלמידים שענו נכון על המשימה

טיפול בתפיסה שגויה 1 - הולכה חשמלית מתקיימת בחומרים שבשמם מוזכרת מתכת. אפשר להכליל: התכונות של מרכיבי תרכובת הן גם התכונות של התרכובת.

הערות למורה

הטיפול מורכב משני חלקים; בחלק הראשון התלמידים יערכו ניסוי בדיקת מוליכות למוצקים שונים. לפני הניסוי ישערו, יסבירו את השערותיהם וישתפו את שאר התלמידים. אחרי הניסוי ישוו התלמידים את תוצאות הניסוי עם ההשערות שלהם ויגיעו למסקנות. הפעלת הניסוי היא בגישת: חשוב, צור זוג, שתף (Think, Pair, Share).
בחלק השני התלמידים יענו על [שאלון בטופס google](https://www.google.com) ויכתבו מסקנות. עליכם להכין לעצמכם עותק של הטופס ולתת לתלמידים את הקישור החדש.



פעילות לתלמידים

חלק ראשון - ניסוי בדיקת מוליכות

ציוד:

מד מוליכות

חומרים:

פס מתכת, תיל מתכת, גוש מלח בישול, גביש נחושת גופרתית

הנחיות לעבודה:

לפניכם הציוד והחומרים לביצוע ניסוי "בדיקת מוליכות חשמלית של מוצקים".

1. חשבו לבד וכתבו: אילו מבין המוצקים שלפניכם מוליכים חשמל? נמקו את תשובתכם.

2. דונו בזוגות בתשובותיכם לשאלה בסעיף 1.

3. שתפו במליאה את המסקנות.

4. בצעו את הניסוי בזוגות.
5. רשמו וארגנו את הממצאים בטבלה.

6. האם הממצאים תואמים את הציפיות שלכם? הסבירו אותם.

7. סכמו את הממצאים ודונו בהם עם המורה לצורך אישור הסופי.

חלק שני - שאלון בטופס google

1. היכנסו לקישור **שתקבלו מהמורה** וענו על השאלות באופן אישי.
2. אחרי שקיבלתם את המשוב של המורה סכמו את המסקנות שלכם.

טיפול בתפיסה שגויה 2 - מטענים חשמליים בעלי כושר ניידות הם רק אלקטרונים חופשיים (רק אלקטרונים אחראים להולכה)

הטיפול בתפיסה שגויה הנ"ל נחלק לארבעה חלקים: חלק ראשון עוסק במוליכות חשמלית של מתכות וחלק שני עוסק במוליכות חשמלית של חומרים יוניים. בחלק השני של הפעילות, המוקדש למוליכות חשמלית של חומרים יוניים במצב צבירה נוזל, יש שתי הצעות; כאשר חומר יוני מוליך חשמל במצב נוזל מתרחש תהליך אלקטרוליזה - פירוק של החומר ליסודות שממנו הוא מורכב באמצעות זרם חשמלי. נושא האלקטרוליזה אינו נכלל בתוכנית הלימודים, ולכן ניתנות שתי ההצעות לטיפול בתפיסה השגויה הזאת. מורה שאינו מעונין לחשוף בפני תלמידיו את מושג האלקטרוליזה ייתן לתלמידיו לבצע את הצעה 1, ומורה שנוהג להתייחס לנושא האלקטרוליזה ו/ או מוכן לחשוף את תלמידיו לנושא ייתן לתלמידיו לבצע את הצעה 2.

בחלק השלישי התלמידים יסיקו מסקנות לגבי מהם החלקיקים האחראים על הולכה חשמלית בחומרים המתכתיים והיוניים. בחלק הרביעי יישמו התלמידים את מה שלמדו במשחק איקס-עיגול הקושר בין רמת המיקרו, המאקרו והסמל.



פעילות לתלמידים

חלק ראשון - מתכות

היכנסו לאנימציה המתארת מוליכות מתכות.

1. התייחסו למתכת שמחוברת במעגל החשמלי כאשר המתג במצב off:

א. מה מייצגים העיגולים הלבנים שבמרכזם הסימן +?

ב. מה מייצגות הנקודות האדומות?

ג. קבעו אם תנועת הנקודות האדומות אקראית או מכוונת.

2. התייחסו למעגל החשמלי כאשר המתג במצב on:

א. מהם השינויים שאתם צופים בהם בהשוואה למעגל החשמלי במצב off?

ב. קבעו אם תנועת הנקודות האדומות אקראית או מכוונת במתכת ובמעגל החשמלי כולו.

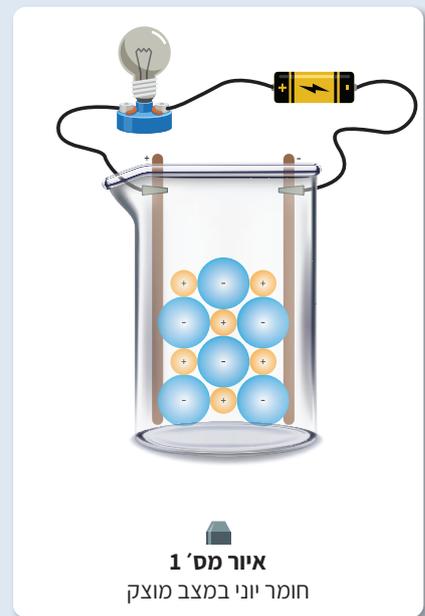
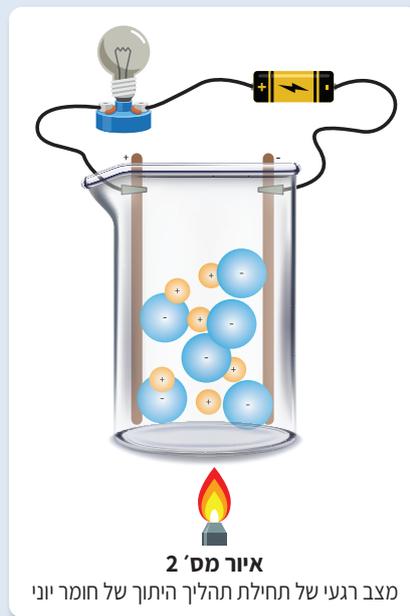
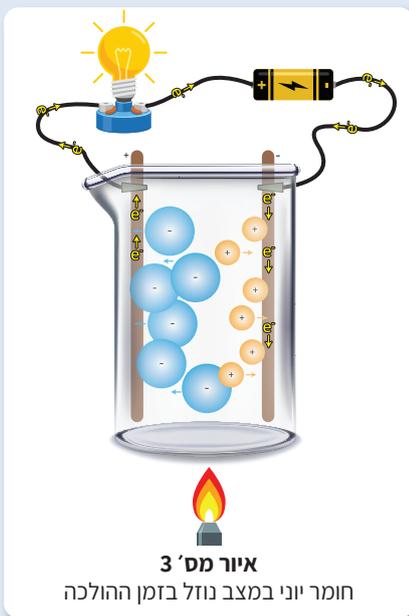
ג. מהם החלקיקים האחראים להולכה החשמלית במתכת? אלקטרונים / יונים חיוביים / יונים שליליים?

חלק שני - חומרים יוניים

הערה חשובה: האיונים הבאים מתייחסים למוליכות חשמלית של חומרים יוניים. הכוס והמעגל החשמלי הם בגודל "אמיתי". את חלקיקי החומר הגדלנו מאוד! מכאן שאין צורך להתייחס לגדלים. הם אינם בקנה מידה אחיד.

הצעה 1

האיונים הבאים מתייחסים לבדיקת מוליכות חשמלית במצבים שונים של החומר היוני נתון כלורי.



1. באיור 1 החומר היוני במצב מוצק. קבעו אם החומר מוליך חשמל. הסבירו את קביעתכם.

2. באיזה מצב צבירה נמצא החומר היוני המתואר באיורים 2 ו-3?

3. באיור 3 נדלקת הנורה. הסבירו מדוע.

4. אילו חלקיקים הם האחראים למוליכות החשמלית באיור 3:

א. בנוזל? אלקטרונים / יונים / פרוטונים

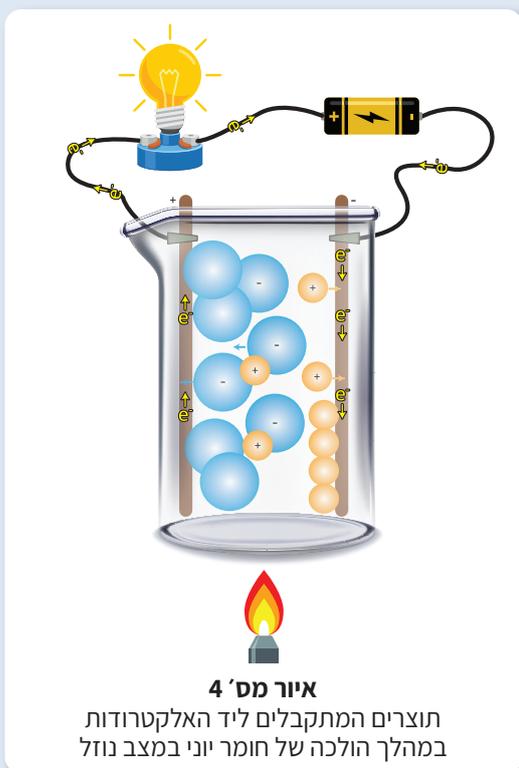
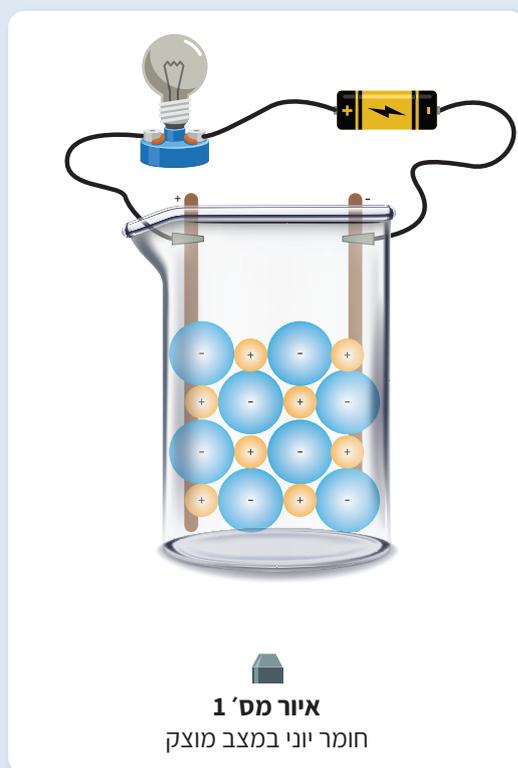
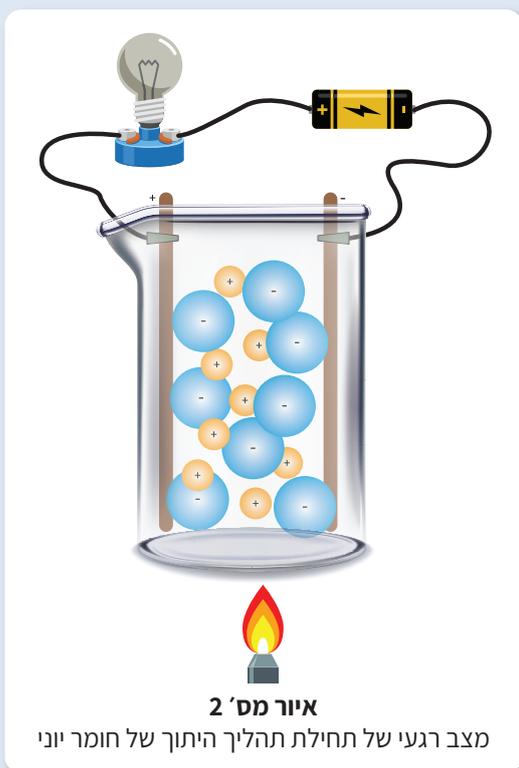
ב. במוליכים במעגל החשמלי? אלקטרונים / יונים / פרוטונים

5. מוליכות חשמלית מוגדרת כתנועה מכוונת של חלקיקים טעונים.

א. מהם החלקיקים הטעונים הנעים בתנועה מכוונת בנוזל?

ב. כיצד באה לידי ביטוי התנועה המכוונת?

האיורים הבאים מתייחסים לבדיקת מוליכות חשמלית במצבים שונים של חומר יוני.



1. באיור 1 החומר היוני במצב מוצק. קבעו אם החומר מוליך חשמל. הסבירו את קביעתכם.
2. באיזה מצב צבירה נמצא החומר היוני המתואר באיורים 2-4?
3. באיור 3 נדלקת הנורה. הסבירו מדוע.
4. אילו חלקיקים הם האחראים למוליכות החשמלית באיורים 2-4:
 - א. בנוזל? אלקטרונים / יונים / פרוטונים
 - ב. במוליכים במעגל החשמלי? אלקטרונים / יונים / פרוטונים
5. מוליכות חשמלית מוגדרת כתנועה מכוונת של חלקיקים טעונים.
 - א. מהם החלקיקים הטעונים הנעים בתנועה מכוונת בנוזל?
 - ב. כיצד באה לידי ביטוי התנועה המכוונת?

כאשר חומר יוני מוליך חשמל במצב נוזל מתרחש תהליך אלקטרוליזה – פירוק של החומר ליסודות שממנו הוא מורכב באמצעות זרם חשמלי. היונים השליליים נעים לעבר האלקטרודה החיובית, שם מתרחש תהליך של מסירת אלקטרונים לאלקטרודה. היונים החיוביים נעים לעבר האלקטרודה השלילית, שם מתרחש תהליך של קבלת אלקטרונים מהאלקטרודה. ליד ועל האלקטרודות מתקבלים תוצרי פירוק של החומר היוני המותר. לדוגמה: בהולכה של נתרן כלורי מותר יתקבלו על האלקטרודה השלילית היסוד נתרן וליד האלקטרודה החיובית היסוד כלור. הנ"ל מתואר באיור מס' 4.

לסיכום, היכנסו [לאנימציה](#) וצפו במתרחש בעת הולכה של חומר יוני בנוזל.

חלק שלישי - הסקת מסקנות

הקיפו בעיגול את המילה או המילים הנכונות, כך שיתקבלו משפטים נכונים במלואם.

1. זרם חשמלי הוא תנועה מכוונת של אלקטרונים / פרוטונים / יונים שליליים / יונים חיוביים במעגל חשמלי סגור.
2. כשמתכת מוליכה חשמל במצב מוצק ובמצב נוזל, מתקיימת תנועה מכוונת של אלקטרונים / פרוטונים / יונים שליליים / יונים חיוביים במעגל חשמלי סגור.
3. חומר יוני מוליך במצב נוזל בזכות תנועה מכוונת של אלקטרונים / פרוטונים / יונים שליליים / יונים חיוביים בנוזל ותנועה מכוונת של אלקטרונים / פרוטונים / יונים שליליים / יונים חיוביים במעגל חשמלי סגור.

		
		
מתכת	חומר יוני	זרם חשמלי
תמיסה יונית	חומר יוני	זרם חשמלי
חומר שמורכב מיונים חיוביים בתוך ים של אלקטרונים	חומר שמורכב מיונים חיוביים ויונים שליליים ממוזגים	נוזל המכיל יונים חיוביים ויונים שליליים
חומר שמורכב מיונים חיוביים בתוך ים של אלקטרונים	חומר שמורכב מיונים חיוביים ויונים שליליים ממוזגים	חומר שמורכב מיונים חיוביים ויונים שליליים

חלק רביעי - משחק איקס-עיגול בכימיה

לפניכם כרטיסיות ובהן מושגים, הגדרות של המושגים, מודלים מדעיים מיקרוסקופיים של המושגים. שחקו בזוגות והרכיבו רצף של מושג, הגדרה ומודל מיקרוסקופי. מי שמצליח לייצר רצף אנכי, אופקי או בטור ראשון הוא המנצח.

הערה למורה: כרטיסיות המשחק מרוכזות בקובץ נפרד בגודל מתאים להדפסה.



מהם התנאים להולכה חשמלית?

1. בחרו את התשובות שירכיבו תשובה נכונה.

א. החומר מכיל אלקטרונים

ב. החומר מכיל יונים

ג. החומר מכיל חלקיקים טעונים (אלקטרונים / יונים)

ד. החומר מכיל חלקיקים טעונים (פרוטונים ואלקטרונים)

ה. החלקיקים הטעונים הם בעלי כושר ניידות

ו. החומר מכיל יונים חיוביים ושליילים במצב מוצק.

2. הקיפו בעיגול את המילה או המילים הנכונות, כך שיתקבלו משפטים נכונים במלואם.

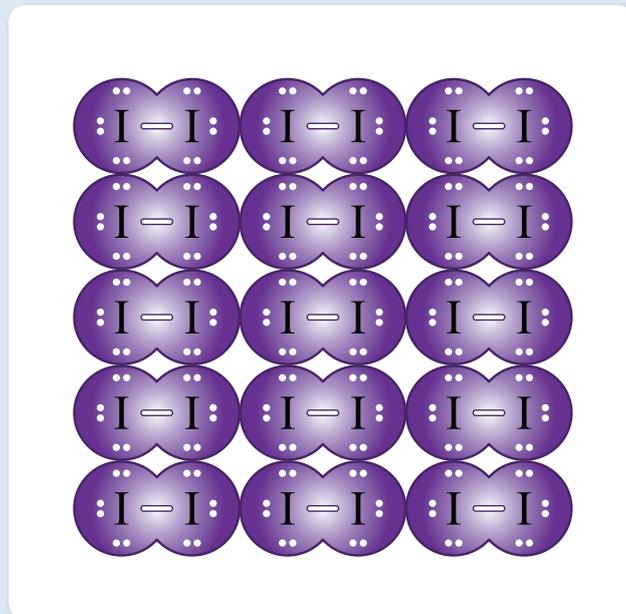
א. זרם חשמלי הוא תנועה מכוונת של **אלקטרונים / פרוטונים / יונים שליליים / יונים חיוביים** במעגל חשמלי סגור.

ב. כשמתכת מוליכה חשמל במצב מוצק ובמצב נוזל, מתקיימת תנועה מכוונת של **אלקטרונים / פרוטונים / יונים שליליים / יונים חיוביים** במעגל חשמלי סגור.

ג. חומר יוני מוליך במצב נוזל בזכות תנועה מכוונת של אלקטרונים / פרוטונים / יונים שליליים / יונים חיוביים בנוזל ותנועה מכוונת של **אלקטרונים / פרוטונים / יונים שליליים / יונים חיוביים** במעגל חשמלי סגור.

3. יוד, $I_{2(s)}$, הוא חומר מולקולרי שאינו מוליך חשמל.

לפניכם איור המתאר מודל של $I_{2(s)}$.



א. האם החומר מכיל חלקיקים טעונים? (אלקטרונים / יונים)?

ב. איזה סוג של חלקיקים בתוך מולקולת היוד?

ג. הקשר בתוך המולקולה הוא תוצאה של משיכה חשמלית חזקה בין ה_____ לבין_____.

ד. האם בתוך המולקולה יש תנועה של אלקטרונים? אם כן, תארו כיצד והיכן האלקטרונים נעים?

ה. אילו אינטראקציות מתקיימות בין מולקולות היוד בחומר?

ו. התייחסו להיגד הבא וציינו אם הוא נכון או לא נכון:

האינטראקציות נובעות ממשיכה חשמלית בין דו קטבים בעלי מטענים מנוגדים במולקולות סמוכות.

ז. האם האלקטרונים של מולקולה אחת יכולים לעבור למולקולה אחרת? הסבירו.

ח. הסבירו מדוע חומר מולקולרי אינו מוליך זרם חשמלי.



מענה פדגוגי לתלמידים שענו נכון על המשימה

בחלק זה יוצגו המלצות לפעילות אחת או יותר בעבור תלמידים שענו נכון על המשימה, במטרה לקדם ולהעצים אותם. לעיתים יתבקשו תלמידים אלו להציג את סיכום הפעילות שלהם בפני תלמידי הכיתה.



פעילות לתלמידים

הצעה 1

במשימה "הולכת חשמל במוצקים" התייחסנו למוליכות מתכות. כפי שלמדנו, מוליכות מתכות מתאפשרת בהשפעת מתח חשמלי אשר גורם לתנועה מכוונת של האלקטרונים ב"ים האלקטרונים".

- בהנחה שאפשר לקבוע את רמת המוליכות של מתכות בעזרת עוצמת הזרם החשמלי שעובר במעגל חשמלי שבו המתכת סוגרת מעגל, האם מוליכות המתכת היא גודל מוחלט, או האם אפשר לשנות את עוצמתה?
- הציעו כמה גורמים שיכולים להשפיע על מוליכות מתכת. היעזרו במקורות מידע.
- חברו כמה שאלות חקר המשלבות גורמים שציינתם בסעיף 2.
- בחרו אחת משאלות החקר שניסחתם בסעיף 3 ותכננו מערך ניסוי כדי לבדוק אותה.
- קבלו את אישור המורה לתכנון הניסוי.
- אם זהו ניסוי שאפשר לבצע, עשו זאת:
 - רשמו תצפיות ומדידות בטבלה.
 - עבדו את המדידות בגרף.
 - הסבירו את התוצאות שקיבלתם. היעזרו במקורות מידע.
 - הסיקו מסקנות.

7. אם הניסוי אינו אפשרי, ערכו חקר רשת כדי לתת מענה לשאלת החקר שניסחתם.
8. הכינו הסבר קצר הנוגע לתשובה לשאלת החקר שחקרתם, והכינו אותו להצגה בכיתה.
9. להלן כמה מקורות מידע שתוכלו להיעזר בהם:

<https://gifted.cet.ac.il/CETHandler.ashx?n=CetEntities.FileViewer&i=7b6c26a9-ffd0-426d-b508-19d6c9d151f1&id=42619>

<http://www.youngscientist.com.au/wp-content/uploads/2016/01/258-report.pdf>

<https://www.thoughtco.com/definition-of-electrical-conductivity-605064>

10. הצעות נוספות להרחבה והעמקה

א. מוליכות של חומרים מולקולריים (לצאת מהקופסה).

ב. על-מוליכים, מהם ובמה הם שונים ממוליכים?

ג. הולכת חשמל של גרפיט:

(1) סרטון הדגמה של הולכת חשמל בעיפרון מחודד

(2) הדגמה מרהיבה של הולכה חשמלית של גרפיט

לידיעה: הנורה הראשונה של אדיסון כללה חוט גרפיט במקום מתכת. היא החזיקה מעמד 40 שעות בלבד, ולאחר מכן התפוררה.

הצעה 2

1. התחלקו לקבוצות.

2. בחרו אחת או יותר מהדרכים הבאות: איור / ציור / מודל / פיסול / צילום / סרטון, והסבירו לשאר התלמידים: מהי הולכה חשמלית? הכינו דף עבודה מלווה לתלמידים.

לאחר שכל התלמידים פעלו על פי הנחיות המורה וביצעו את הפעילות המומלצת יעביר המורה את משימת ההערכה כעבודה עצמית. מומלץ להעבירה 4-7 ימים אחרי הפעלת הערכה. מטרת המשימה לבדוק ולהעריך את מידת הצלחת הטיפול בתפיסות השגויות של התלמידים.

הולכת חשמל במוצקים

1. לפניך טבלה ובה שלושה היגדים. ציין לגבי כל היגד אם הוא נכון או לא נכון.

נכון / לא נכון	תשובות התלמידים	
	$Al_2S_3(s)$ אינו מוליך במצב מוצק, אך מוליך במצב נוזל.	א
	$Al(s)$ אינו מוליך במצב מוצק ובמצב נוזל.	ב
	$S_{8(s)}$ אינו מוליך חשמל באף אחד ממצבי הצבירה.	ג
	כל אחד מבין שלושת החומרים מוליך חשמל כי בכלם יש אלקטרונים.	ד

2. בחר משפט אחד לא נכון והסבר אותו ברמת המיקרו.

3. ציין ב-√ כיצד התמודדת עם המשימה:

	1	2	3	4	5	
היה לי קשה						היה לי קל

עבודה נעימה!