

מעשה בארבע סיכות, תיבה אחת וסנל

הזמנה לחקר

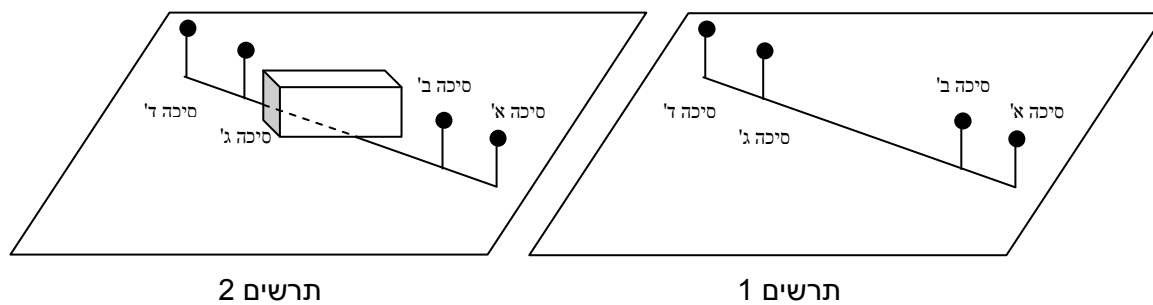
1. ביצוע תצפיות



א. לפניכם עיפרון שחלקו טבול בכוס גלילית שקופה המכילה מים. הסתכלו על העיפרון משלושה כיוונים שונים.

- ב. הניחו על השולחן שתי כוסות זהות ריקות והכניסו מטבע של 2 שקלים בכל אחת מן הכוסות. מזגו מים לתוך אחת הכוסות והסתכלו שנית על המטבעות שבשתי הכוסות.
- ג. הניחו קערה לא שקופה על השולחן והכניסו לתוכה מטבע. התרחקו מן השולחן בצעדים קטנים עד שלא תראו את המטבע. הישארו במקומכם ובקשו מחברכם להתחיל למזוג מים לתוך הקערה.
- ד. לרשותכם:

- לוח קלקר או לוח קאפא שממדיו 25 ס"מ X 40 ס"מ
 - דף נייר (בגודל A4)
 - תיבה מלבנית שקופה שממדיה כ 10 ס"מ X 8 ס"מ X 5 ס"מ.
 - ארבע סיכות תפירה
 - ארבע סיכות עם ראש צבעוני
 - סרגל שאורכו כ 30 ס"מ
1. הניחו את לוח הקלקר על השולחן. בעזרת הסיכות עם הראש הצבעוני הדקו את דף הנייר על לוח הקלקר.
 2. שרטטו על דף הנייר קו ישר באורך של כ 20 ס"מ.
 3. נעצו לאורך הקו שתי סיכות תפירה סמוכות זו לזו סמוך לקצה אחד של הקו ושתי סיכות תפירה סמוכות זו לזו סמוך לקצה השני של הקו (ראו תרשים 1).
 4. עיצמו עין אחת והביטו בסיכה א' כך שהיא תסתיר את סיכה ב'. מה קורה לסיכות ג' וד'?
 5. עכשיו הניחו על הקו, בין הסיכות, את התיבה השקופה (ראו תרשים 2).
 6. עיצמו שוב עין אחת והביטו בסיכה א' כך שהיא תסתיר את סיכה ב'. מה קורה לסיכות ג' וד'?
 7. סובבו במקצת את התיבה נגד כיוון השעון, וחיזרו על פעולות 5 ו 6.
 8. הניחו את התיבה כך שהצלע הארוכה של הבסיס שלה יהיה מאונך לקו הישר ששרטטם. חיזרו על פעולות 5 ו 6.



תארו את התופעות בהן צפיתם. בתיאורכם השתמשו ביותר מאופן תיאור אחד (מילולי, גרף, טבלה, תרשים וכדומה).

2. שאילת שאלות

- א. נסחו לפחות 5 שאלות רלוונטיות ומגוונות שמתעוררות בעקבות התצפיות שביצעתם.
- ב. רשמו שאלות אחרות שהוצעו ע"י שאר הקבוצות: הוסיפו לפחות שאלה אחת מכל קבוצה.

לרשותכם

- לוח קלקר או לוח קאפא שממדיו 25 ס"מ X 40 ס"מ
- דף נייר (בגודל A4)
- מיכל מלבני שקוף בעל דפנות דקים ושממדיו כ 10 ס"מ X 5 ס"מ X 4 ס"מ
- ארבע סיכות תפירה
- ארבע סיכות עם ראש צבעוני
- סרגל שאורכו כ 10 ס"מ
- מד זווית קטן
- כלים ובהם נוזלים שונים (מים, חלב, גליצרין, שמן בישול)

3. א. שאלת חקר

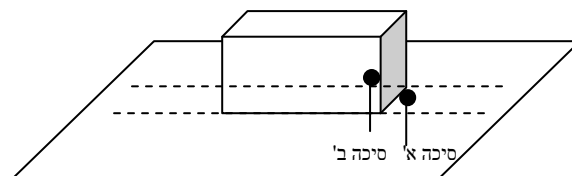
בניסוי זה עליכם לחקור את השאלה הבאה:
 כיצד תלויה זווית השבירה של האור העובר אל תיבה מלאה במים, בזווית הפגיעה שלו בתיבה?

ב. העלאת השערה

- נסחו בצורה בהירה השערה לגבי שאלת החקר. נמקו השערתכם תוך שימוש במושגים ובעקרונות בפיזיקה.

4. ביצוע הניסוי

- א. הניחו את לוח הקלקר על השולחן. בעזרת הסיכות עם הראש הצבעוני הדקו את דף הנייר על לוח הקלקר.
- ב. מלאו מים במיכל והניחו אותו על הדף.
- ג. סמנו בעזרת עפרון את מיקום שתי צלעות הבסיס הארוכות של התיבה (ראו תרשים 3).



תרשים 3

- ד. נעצו שתי סיכות תפירה (סיכה א' וסיכה ב') סמוכות זו לזו בחלק הדף שלפני התיבה. תלמיד א': עצום עין אחת והסתכל בסיכה א' כך שתסתיר את סיכה ב'.

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי; פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה); העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

תלמיד ב': נעץ מעברה השני של התיבה סיכה שלישית (סיכה ג') ומאחוריה סיכה רביעית (סיכה ד'), באופן כזה שסיכות ג' וד' יוסתרו לתלמיד א' ע"י סיכות א' ו-ב'.

ה. הורידו את התיבה מעל דף הנייר והשלימו בתרשים שקיבלתם את מהלך קרן האור בתוך התיבה.
ו. בנקודת הפגיעה של קרן האור בדופן הקרובה של התיבה, העלו אנך לדופן וסמנו את הזווית בין האנך לבין מהלכה של קרן האור לפני ואחרי כניסתה לתיבה המכילה מים. (בהתאמה, אלה הן זווית הפגיעה וזווית השבירה של האור במעברו מאויר למים). מדדו את זוויות הפגיעה וזווית השבירה.

ז. חיזרו על הוראות ד-ו שבע פעמים נוספות, כאשר בכל פעם תשנו את מקומן של הסיכות א' ו-ב'.

5. עיבוד הממצאים והסקת מסקנות

- הציגו את תוצאות המדידה לפחות בשני אופנים שונים (ע"י טבלה, גרף, תרשים, נוסחה וכדומה).
- הסיקו מסקנות המתייחסות לקשר שבין תוצאות הניסוי ובין שאלת החקר שבחרתם. האם השערתכם הייתה נכונה? אם לא, מהי לדעתכם הסיבה לחוסר ההתאמה?
- ציינו מהן השגיאות במדידת זוויות הפגיעה והשבירה.

6. מה יקרה אם...

- כיצד לדעתכם היו משתנות תוצאות הניסוי שביצעתם, אם הייתם מבצעים את הניסוי עם התיבה השקופה ריקה ממים? נמקו תשובתכם.
- כיצד לדעתכם היו משתנו, אם בכלל, תוצאות הניסוי שביצעתם, אם הייתם מבצעים אותו עם תיבה שקופה שדפנותיה עבים ואינם זניחים יחסית למימדיה?

שיתוף החקר

7. דיווח ודיון

עליכם להציג את עבודתכם לפני תלמידי הכיתה בעזרת מצגת, או פוסטר, דגם וכדו'. התייחסו בהצגתכם גם לקשיים איתם נאלצתם להתמודד במהלך הפעילות. משך זמן ההצגה לא יעלה על 5 דקות. על כל חברי הקבוצה לקחת חלק בהצגה.

מה למדנו? (לביצוע לאחר ההצגות בכיתה)

- הכינו דיווח בכתב, הכולל את הרקע המדעי המתאים, את כל שלבי הפעילות ואת המידע אותו אספתם במהלך ההצגות החקר.
- ציינו שני דברים אותם למדתם בתחום התוכן ושני דברים אותם למדתם בתחום החקר. התייחסו גם למידע אותו אספתם במהלך ההצגות של חבריכם.

עבודה נעימה!

מימוש החקר

לרשותכם

- לוח קלקר או לוח קאפא שממדיו 25 ס"מ X 40 ס"מ
- דף נייר (בגודל A4)
- מיכל מלבני שקוף בעל דפנות דקים ושממדיו כ 10 ס"מ X 5 ס"מ X 4 ס"מ
- ארבע סיכות תפירה
- ארבע סיכות עם ראש צבעוני
- סרגל שאורכו כ 10 ס"מ
- מד זווית קטן
- כלים ובהם נוזלים שונים (מים, חלב, גליצרין, שמן בישול)

3. א. שאלת חקר

בניסוי זה עליכם לחקור את השאלה הבאה:

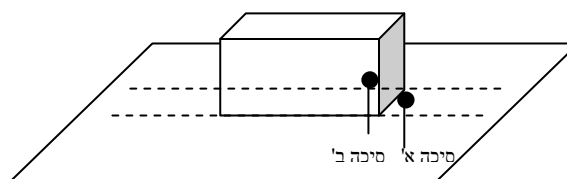
כיצד תלויה זווית השבירה של האור העובר אל תיבה מלאה בגליצרין, בזווית הפגיעה שלו בתיבה?

ג. העלאת השערה

- נסחו בצורה בהירה השערה לגבי שאלת החקר. נמקו השערתכם תוך שימוש במושגים ובעקרונות בפיזיקה.

4. ביצוע הניסוי

- הניחו את לוח הקלקר על השולחן. בעזרת הסיכות עם הראש הצבעוני הדקו את דף הנייר על לוח הקלקר.
- מלאו מים במיכל והניחו אותו על הדף.
- סמנו בעזרת עפרון את מיקום שתי צלעות הבסיס הארוכות של התיבה (ראו תרשים 3).



תרשים 3

- נעצו שתי סיכות תפירה (סיכה א' וסיכה ב') סמוכות זו לזו בחלק הדף שלפני התיבה. תלמיד א': עצום עין אחת והסתכל בסיכה א' כך שתסתיר את סיכה ב'.

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי; פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה); העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

תלמיד ב': נעץ מעברה השני של התיבה סיכה שלישית (סיכה ג') ומאחוריה סיכה רביעית (סיכה ד'), באופן כזה שסיכות ג' וד' יוסתרו לתלמיד א' ע"י סיכות א' ו-ב'.

- ה. הורידו את התיבה מעל דף הנייר והשלימו בתרשים שקיבלתם את מהלך קרן האור בתוך התיבה.
- ו. בנקודת הפגיעה של קרן האור בדופן הקרובה של התיבה, העלו אנך לדופן וסמנו את הזווית בין האנך לבין מהלכה של קרן האור לפני ואחרי כניסתה לתיבה המכילה גליצרין. (בהתאמה, אלה הן זוויות הפגיעה וזוויות השבירה של האור במעברו מאויר לגליצרין). מדדו את זוויות הפגיעה וזוויות השבירה.
- ז. חזרו על הוראות ד-ו שבע פעמים נוספות, כאשר בכל פעם תשנו את מקומן של הסיכות א' ו-ב'.

5. עיבוד הממצאים והסקת מסקנות

- הציגו את תוצאות המדידה לפחות בשני אופנים שונים (ע"י טבלה, גרף, תרשים, נוסחה וכדומה).
- הסיקו מסקנות המתייחסות לקשר שבין תוצאות הניסוי ובין שאלת החקר שבחרתם. האם השערתכם הייתה נכונה? אם לא, מהי לדעתכם הסיבה לחוסר ההתאמה?
- ציינו מהן השגיאות במדידת זוויות הפגיעה והשבירה.

6. מה יקרה אם...

- כיצד לדעתכם היו משתנות תוצאות הניסוי שביצעתם, אם הייתם מבצעים את הניסוי עם התיבה השקופה ריקה מגליצרין? נמקו תשובתכם.
- כיצד לדעתכם היו משתנו, אם בכלל, תוצאות הניסוי שביצעתם, אם הייתם מבצעים אותו עם תיבה שקופה שדפנותיה עבים ואינם זניחים יחסית למימדיה?

שיתוף החקר

7. דיווח ודין

עליכם להציג את עבודתכם לפני תלמידי הכיתה בעזרת מצגת, או פוסטר, דגם וכדו'. התייחסו בהצגתכם גם לקשיים איתם נאלצתם להתמודד במהלך הפעילות. משך זמן ההצגה לא יעלה על 5 דקות. על כל חברי הקבוצה לקחת חלק בהצגה.

מה למדנו? (לביצוע לאחר ההצגות בכיתה)

- הכינו דיווח בכתב, הכולל את הרקע המדעי המתאים, את כל שלבי הפעילות ואת המידע אותו אספתם במהלך הצגות החקר.
- ציינו שני דברים אותם למדתם בתחום התוכן ושני דברים אותם למדתם בתחום החקר. התייחסו גם למידע אותו אספתם במהלך ההצגות של חבריכם.

עבודה נעימה!

מימוש החקר

לרשותכם

- לוח קלקר או לוח קאפא שממדיו 25 ס"מ X 40 ס"מ
- דף נייר (בגודל A4)
- מיכל מלבני שקוף בעל דפנות דקים ושממדיו כ 10 ס"מ X 5 ס"מ X 4 ס"מ
- ארבע סיכות תפירה
- ארבע סיכות עם ראש צבעוני
- סרגל שאורכו כ 10 ס"מ
- מד זווית קטן
- כלים ובהם נוזלים שונים (מים, חלב, גליצרין, שמן בישול)

3. א. שאלת חקר

בניסוי זה עליכם לחקור את השאלה הבאה:

כיצד תלויה זווית השבירה של האור העובר אל תיבה מלאה בשמן בישול, בזווית הפגיעה שלו בתיבה?

ב. העלאת השערה

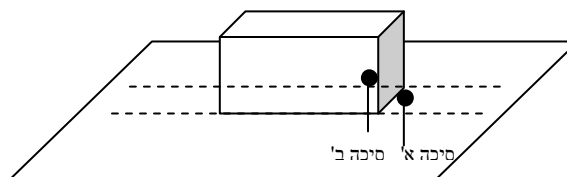
- נסחו בצורה בהירה השערה לגבי שאלת החקר. נמקו השערתכם תוך שימוש במושגים ובעקרונות בפיזיקה.

5. ביצוע הניסוי

א. הניחו את לוח הקלקר על השולחן. בעזרת הסיכות עם הראש הצבעוני הדקו את דף הנייר על לוח הקלקר.

ב. מלאו שמן בישול במיכל והניחו אותו על הדף.

ג. סמנו בעזרת עפרון את מיקום שתי צלעות הבסיס הארוכות של התיבה (ראו תרשים 3).



תרשים 3

ד. נעצו שתי סיכות תפירה (סיכה א' וסיכה ב') סמוכות זו לזו בחלק הדף שלפני התיבה.

תלמיד א': עצום עין אחת והסתכל בסיכה א' כך שתסתיר את סיכה ב'.

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי; פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה); העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.

תלמיד ב': נעץ מעברה השני של התיבה סיכה שלישית (סיכה ג') ומאחוריה סיכה רביעית (סיכה ד'), באופן כזה שסיכות ג' וד' יוסתרו לתלמיד א' ע"י סיכות א' ו-ב'.

- ה. הורידו את התיבה מעל דף הנייר והשלימו בתרשים שקיבלתם את מהלך קרן האור בתוך התיבה.
- ו. בנקודת הפגיעה של קרן האור בדופן הקרובה של התיבה, העלו אנך לדופן וסמנו את הזווית בין האנך לבין מהלכה של קרן האור לפני ואחרי כניסתה לתיבה המכילה שמן בישול. (בהתאמה, אלה הן זוויות הפגיעה וזווית השבירה של האור במעברו מאויר לשמן בישול). מדדו את זוויות הפגיעה וזווית השבירה.
- ז. חיזרו על הוראות ד-ו שבע פעמים נוספות, כאשר בכל פעם תשנו את מקומן של הסיכות א' ו-ב'.

5. עיבוד הממצאים והסקת מסקנות

- הציגו את תוצאות המדידה לפחות בשני אופנים שונים (ע"י טבלה, גרף, תרשים, נוסחה וכדומה).
- הסיקו מסקנות המתייחסות לקשר שבין תוצאות הניסוי ובין שאלת החקר שבחרתם. האם השערתכם הייתה נכונה? אם לא, מהי לדעתכם הסיבה לחוסר ההתאמה?
- ציינו מהן השגיאות במדידת זוויות הפגיעה והשבירה.

6. מה יקרה אם...

- כיצד לדעתכם היו משתנות תוצאות הניסוי שביצעתם, אם הייתם מבצעים את הניסוי עם התיבה השקופה ריקה משמן בישול? נמקו תשובתכם.
- כיצד לדעתכם היו משתנו, אם בכלל, תוצאות הניסוי שביצעתם, אם הייתם מבצעים אותו עם תיבה שקופה שדפנותיה עבים ואינם זניחים יחסית למימדיה?

שיתוף החקר

7. דיווח ודיון

עליכם להציג את עבודתכם לפני תלמידי הכיתה בעזרת מצגת, או פוסטר, דגם וכדו'. התייחסו בהצגתכם גם לקשיים איתם נאלצתם להתמודד במהלך הפעילות. משך זמן ההצגה לא יעלה על 5 דקות. על כל חברי הקבוצה לקחת חלק בהצגה.

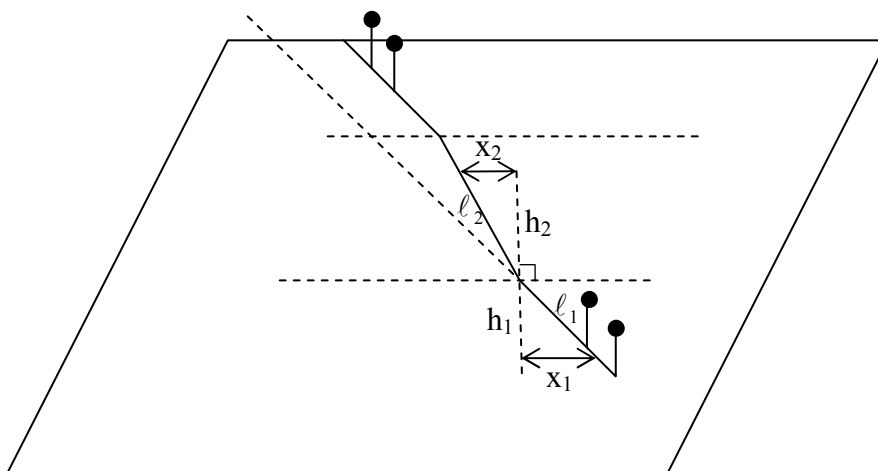
מה למדנו? (לביצוע לאחר ההצגות בכיתה)

- הכינו דיווח בכתב, הכולל את הרקע המדעי המתאים, את כל שלבי הפעילות ואת המידע אותו אספתם במהלך ההצגות החקר.
- ציינו שני דברים אותם למדתם בתחום התוכן ושני דברים אותם למדתם בתחום החקר. התייחסו גם למידע אותו אספתם במהלך ההצגות של חבריכם.

עבודה נעימה!

המלצות למורה:

- א. ניתן לבצע פעילות חקר זו מיד אחרי סיום פרק החזרת האור. הפעילות מזמנת הגדרה לא מאולצת של זווית הפגיעה ושל זווית השבירה והגעה עצמית לחוק סנל. מכאן, שיש לעודד את התלמידים לשרטט תחילה את הגרף של זווית השבירה כתלות בזווית הפגיעה ורק לאחר מכן לעבור לגרף של סינוס זווית השבירה כתלות בסינוס זווית הפגיעה וניסוח של חוק סנל.
- ב. ההזמנה לחקר: מומלץ להכין 4 (או כפולות של 4) תחנות עבודה. בכל תחנה יהיה הציוד וההנחיות של אחד הסעיפים המתוארים בהזמנה לחקר וקבוצות התלמידים יעברו בין התחנות ויבצעו את 4 הפעילויות של ההזמנה לחקר.
- ג. את החלק של תצפית ד' 8 כדאי לא לבקש מלכתחילה. רק אם לא יהיה תלמיד שיבדוק מצב זה מיוזמתו, כדאי להציע לתלמידים לבדוק מצב זה.
- ד. מתוך כך שקרן הפוגעת במאונך לצלע התיבה אינה סוטה ממסלולה, מתבקש להגדיר את זווית הפגיעה (והשבירה) כזווית בין האנך לצלע בנקודת הפגיעה לבין הקרן הפוגעת (עבור זווית פגיעה אפס, תתקבל זווית שבירה אפס של האור).
- ה. כדאי להבהיר את ההגדרה של זווית הפגיעה ושל זווית השבירה לפני שעוברים למימוש החקר.
 - ו. כדאי גם לוודא שהתלמידים מוצאים שקרן האור יוצאת מן המנסרה במקביל לכיוון שבו נכנסה אל המנסרה. (עבור זווית פגיעה השונה מאפס).
 - ז. בתדריכים המוצעים לעיל נחקר הקשר בין זווית השבירה ובין זווית הפגיעה במעבר האור מאויר למים/גליצרין/שמן. את הפעילות ניתן להרחיב ל-6 תדריכים שונים, ע"י חקירת הקשר בין זווית השבירה ובין זווית הפגיעה במעבר מ-מים/גליצרין/שמן לאוויר. במקרה השני המדידות יבוצעו סביב נקודת הפגיעה בדופן הרחוקה של התיבה.
 - ח. לרוב התלמידים לא ברור המעבר מגדלי הזוויות לסינוס שלהן, במיוחד בכיתה י'. את המעבר מהזוויות לסינוס ניתן לבצע ע"י מדידת אורך הישרים x_1 ו- x_2 , המקבילים לדופן התיבה, כמוראה בתרשים א'.



תרשים א'

ניתן לבצע דיון לגבי אופן מדידת אורך ישרים אלה:

- שמירה על מרחק קבוע מדופן התיבה ($h_1 = h_2$, וגודלם זהה בכל המדידות)
 - שמירה על אורך הקרן קבוע ($l_1 = l_2$, וגודלם זהה בכל המדידות)
- האופן השני הוא המועדף וממנו קל יותר להגיע לחוק סנל.

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורי הפיזיקה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת ובכלל זה שימוש מסחרי; פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה); העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או כל חלק ממנו.