

סוג הבחינה: בגרות לבתי-ספר על-יסודיים

מועד הבחינה: קיץ תשע"ג, 2013

סמל השאלון: 917555,098

נספחים: א. תיאור של המדידות

- נתונים ונוסחאות בפיזיקה

לחמש יח"ל

מקור נלקח מהקטן

פיזיקה – שאלון חקר

לנבחנים ברמת חמש יחידות לימוד

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעותיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון זה שש-עשרה שאלות. עליך לענות על כל השאלות 1-14, ועל שאלה אחת מבין השאלות 15-16. סה"כ – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון וסרגל.

ד. הוראות מיוחדות:

1. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.
2. העמודים 15-16 משמשים כטיוטה.
3. שאלון זה משמש כמחברת בחינה ויש להצמיד אותו לעטיפת המחברת.
4. הדבק מדבקת נבחן במקום המיועד לכך בדף השער ובעטיפת המחברת.

בשאלון זה 16 עמודים ועמוד אחד של נספח ונוסחאות.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר, אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

המשך מעבר לדף

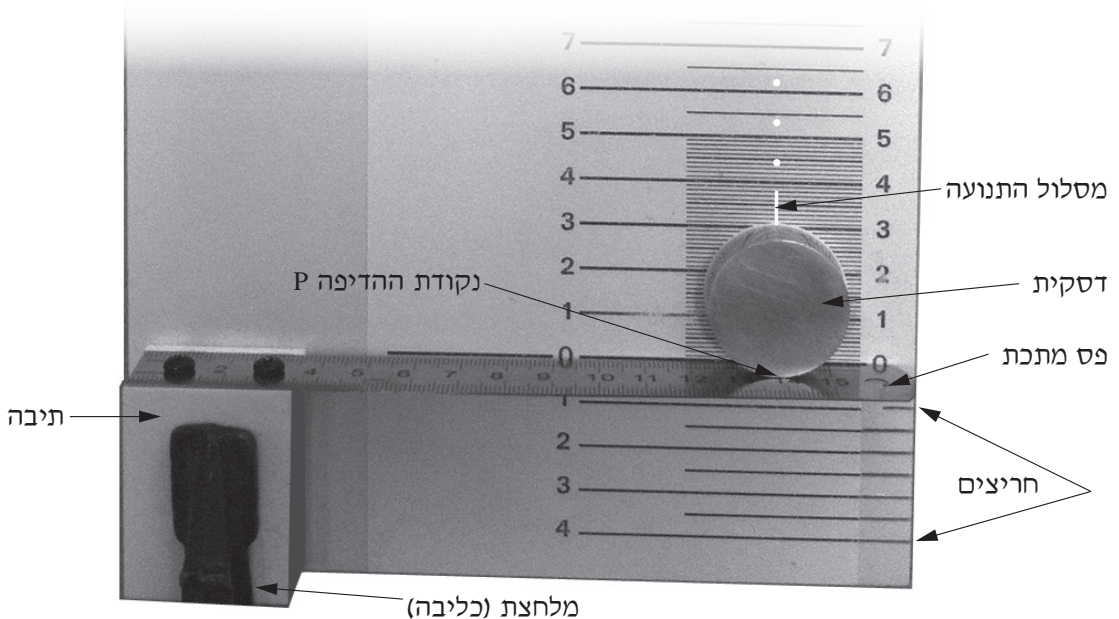
הדיפת דסקית על פני משטח החלקה באמצעות פס מתכת גמיש

רשימת הציוד:

1. משטח אופקי ועליו תיבה (להלן: "משטח החלקה"). לתיבה מהודק פס מתכת גמיש ;
2. דסקית אלומיניום עגולה ועבה שמסתה 11gr ;
3. מלחצת (כליבה) ;
4. סרגל.

תיאור המערכת:

מערכת הניסוי מתוארת באיור 1. המערכת כללה משטח אופקי שממדיו $20\text{ cm} \times 35\text{ cm}$. על המשטח הודבקה תיבת עץ שמהודק אליה פס מתכת גמיש (להלן: "פס מתכת"). על פני המשטח היו חריצים המשמשים כשנתות. ליד השנתות מצד ימין, סומנו ערכים מספריים, המציינים את המרחק של כל שְׁנֵת מן הקו האופקי שעליו נמצא פס המתכת כשהוא רפוי. הקו הזה נקרא שְׁנֵת "0". האותיות שמצד שמאל מציינות את הערך שנקבע להסטות (למשל הסטה A, הסטה B וכו'). המרחק בין השנתות היה 0.5 cm. על פני משטח ההחלקה סומן קו הניצב לשְׁנֵת 0. לאורך הקו הזה נעה הדסקית במהלך הניסוי, והוא מכונה "מסלול התנועה".



איור 1: מערכת הניסוי – מבט מלמעלה. המערכת היא אופקית

תאוריה:

מסיטים פס מתכת, שתפוס בקצהו האחד, על-ידי הפעלת כוח כך שהכוח ניצב לפס. אם מניחים דסקית כך שפס המתכת יפגע בה, הדסקית תיהדף.

כוח:

גודלו של הכוח הזה מקיים חוק דמוי חוק הוק עבור קפיץ:

$$(1) \quad F = k\Delta x$$

כאשר

Δx – הקטע שלאורכו הוסט פס המתכת. קטע זה מכונה מרחק ההסטה (ראה איור 2);
 k – קבוע הקפיץ;

לכל נקודה על פס המתכת מתאים קבוע כוח, k , אחר. בניסוי זה קבוע הכוח מתאים לנקודה שבה פס המתכת מפעיל כוח על הדסקית (הנקודה, P , שבה הפס נוגע בדסקית).

אנרגיה:

כאשר מסיטים את פס המתכת, יש לפס המתכת אנרגיה פוטנציאלית אלסטית. הביטוי המתמטי לאנרגיה זו, שתסומן ב- E_{el} , הוא:

$$(2) \quad E_{el} = \frac{1}{2} k\Delta x^2$$

כאשר Δx – כפי שהוגדר עבור (1).

k – קבוע הכוח המתאים.

על-פי חוק שימור האנרגיה, בתהליך שמתרחש החל בשחרור פס המתכת ממרחק ההסטה Δx , וכלה ברגע כלשהו במהלך תנועת הדסקית לאורך מסלול התנועה, מתקיים, בקירוב, הקשר:

$$(3) \quad \frac{1}{2} k\Delta x^2 = \mu mgL + \frac{1}{2} mv^2$$

כאשר m – מסת הדסקית.

μ – מקדם חיכוך ההחלקה בין הדסקית ובין משטח ההחלקה;

v – מהירות הדסקית בהיותה במרחק L מנקודת המוצא (כלומר לאחר שעברה מרחק החלקה חלקי).

כאשר הדסקית נעצרת בסוף תנועתה, כשמרחק ההחלקה שלה הוא L_0 , מצטמצם קשר (3) לקשר:

$$(4) \quad \frac{1}{2} k\Delta x^2 = \mu mgL_0$$

תיאור הניסוי שבוצע

בחלק א' של הניסוי הסיטו לאחר את פס המתכת, והניחו על מסלול התנועה דסקית מעל הקו האופקי שעליו נמצא פס המתכת כשהוא רפוי. לאחר הסטת פס המתכת לאחור, שחררו אותו והוא פגע בדסקית והדף אותה עד שהיא נעצרה. בחלק ב' של הניסוי מדדו את מקדם החיכוך הסטטי בין הדסקית למשטח ההחלקה.

חלק א' – הדיפת הדסקית (20 נק')

הידקו את תיבת העץ לשולחן באמצעות המלחצת. כשפס המתכת היה רפוי, הניחו את הדסקית **בתחילת** "מסלול התנועה", כך שהיא נגעה בפס המתכת.

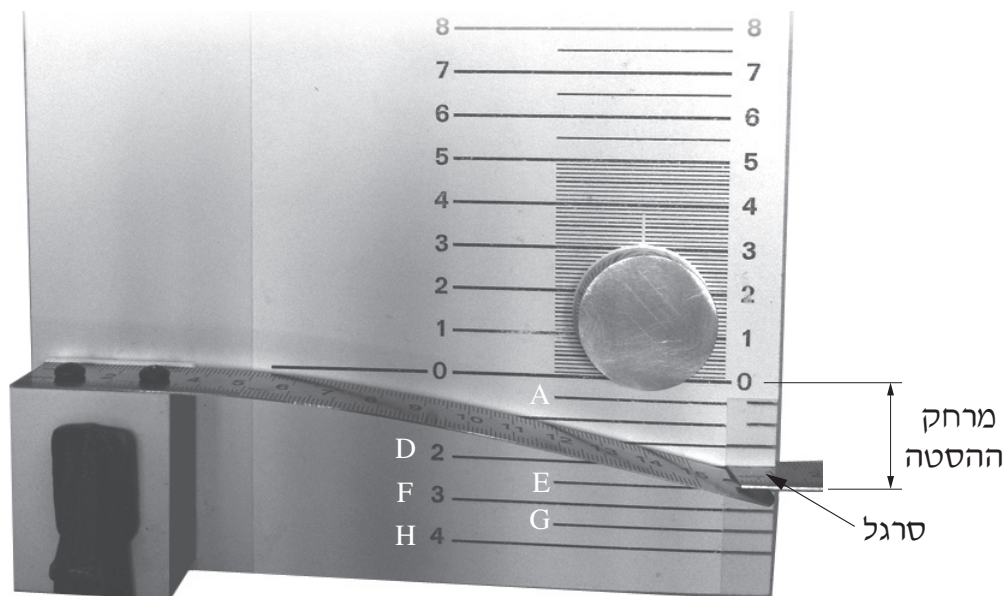
א. הסיטו לאחור (לעבר החריצים) את הקצה החופשי של פס המתכת, כך שהפס עבר מעט את השְׁנֵת המסומנת 0.5 cm (החריץ הקרוב ביותר לשְׁנֵת 0).

ב. הכניסו לחריץ של השְׁנֵת 0.5 cm את הסרגל כך שהוא מנע מפס המתכת להשתחרר; **מרחק ההסטה** במצב הזה הוא $\Delta x = 0.5\text{ cm}$. באיור 2 מתוארת מערכת הניסוי לפני ההדיפה כאשר מרחק ההסטה הוא $\Delta x = 2\text{ cm}$.

ג. שלפו את הסרגל מן החריץ כך שפס המתכת השתחרר, פגע בדסקית, ודחף אותה לאורך "מסלול התנועה". על פני משטח ההחלקה סימנו באות A את הנקודה שאליה הגיעה הדסקית בסוף ההחלקה על המשטח, וסימנו את המרחק שנמדד מקו האפס עד לנקודה זו – L ("מרחק ההחלקה").

ד. ביצעו את האמור בסעיפים א' – ג' לעיל לפחות פעמיים נוספות.

ה. חזרו על הסעיפים א' – ד' עבור כל ההסטות (H – B).



איור 2: מערכת הניסוי לפני ההדיפה

באיור שבנספח א' מוצגות שנתות (0 – 23) שבעזרתן תמדוד, בסנטימטרים, את המרחק שעברה הדסקית שנהדפה על-ידי פס המתכת עד שנעצרה.
מתחת לקו האפס יש עוד שנתות (0.5 – 4) המסומנות באותיות H – A.
בנספח א' מסומנים עבור כל אות (H – A) שלושה או ארבעה קווים המציינים את המקום שבו עצרה הדסקית לאחר שנהדפה.

- (10 נק') 1. מדוד בסרגל את מרחקי ההחלקה L_0 שהתקבלו (בנספח א') עבור כל הנקודות $H - A$, ורשום אותן בטבלה 1. שים לב, רשמנו כדוגמה את ערכי L_0 עבור הנקודה A. במקרה שיש ארבע תוצאות, השמט את התוצאה החריגה מביניהן.

H	G	F	E	D	C	B	A	
4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	מרחק ההסטה – Δx (ס"מ)
							0.45	L_0 , מרחק ההחלקה במידה I
							0.4	L_0 , מרחק ההחלקה במידה II
							0.45	L_0 , מרחק ההחלקה במידה III
	–	–	–		–	–	–	L_0 , מרחק ההחלקה במידה נוספת (לפי הצורך)
								הערך הממוצע של מרחק ההחלקה – $\bar{L}_0$ (ס"מ)

טבלה 1: תוצאות המדידות

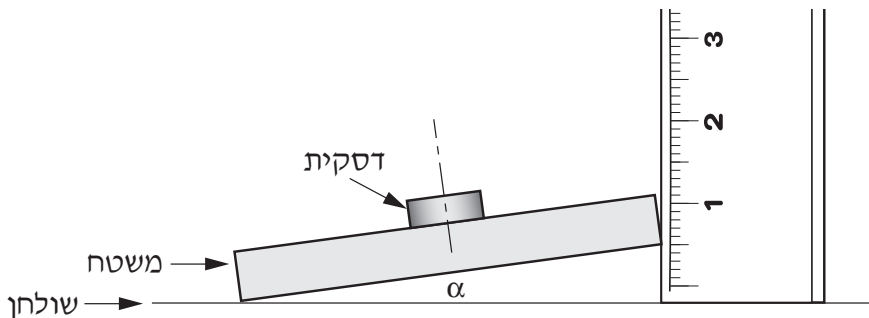
- (10 נק') 2. חשב את ערכי $\bar{L}_0$, הערך הממוצע של מרחק ההחלקה, עבור $H - A$, ורשום אותם בטבלה 1.

חלק ב': מציאת מקדם החיכוך בין הדסקית למשטח ההחלקה

עריכת הניסוי (10 נק')

הניחו את הדסקית על משטח ההחלקה, והיטו אותו באיטיות עד שהדסקית הגיעה לסף התנועה (כלומר כל הגדלה מזערית נוספת של שיפוע המשטח גרמה להחלקת הדסקית על-פני המשטח). הגובה שבו הגיעה הדסקית לסף ההחלקה היה 11 ס"מ, והמרחק על המישור המשופע היה 35 ס"מ.

(5 נק') 3. מצא את ערך הטנגנס של זווית ההטיה α של המשטח שבה הדסקית נמצאת על סף התנועה (ראה איור 3). פרט את חישוביך.



איור 3: מדידה לשם חישוב טנגנס זווית ההטיה של המשטח כאשר הדסקית על סף התנועה

(5 נק') 4. מצא בעזרת הקשר: $\tan \alpha = \mu$ (5)

את מקדם החיכוך הסטטי, μ , בין הדסקית ובין המשטח.

ניתוח ממצאי חלקים א' ו-ב' של הניסוי (30 נק')

(4 נק') 5. הקשר בין L_0 לבין Δx אינו לינארי (ראה נוסחה (4)). עליך לבחור משתנה חדש שהוא פונקציה של Δx , כך שהקשר בינו ל- L_0 יהיה **לינארי**. איזה מבין הביטויים א' – ד' הוא הביטוי המתאים למשתנה החדש?

א. $\sqrt{\Delta x}$

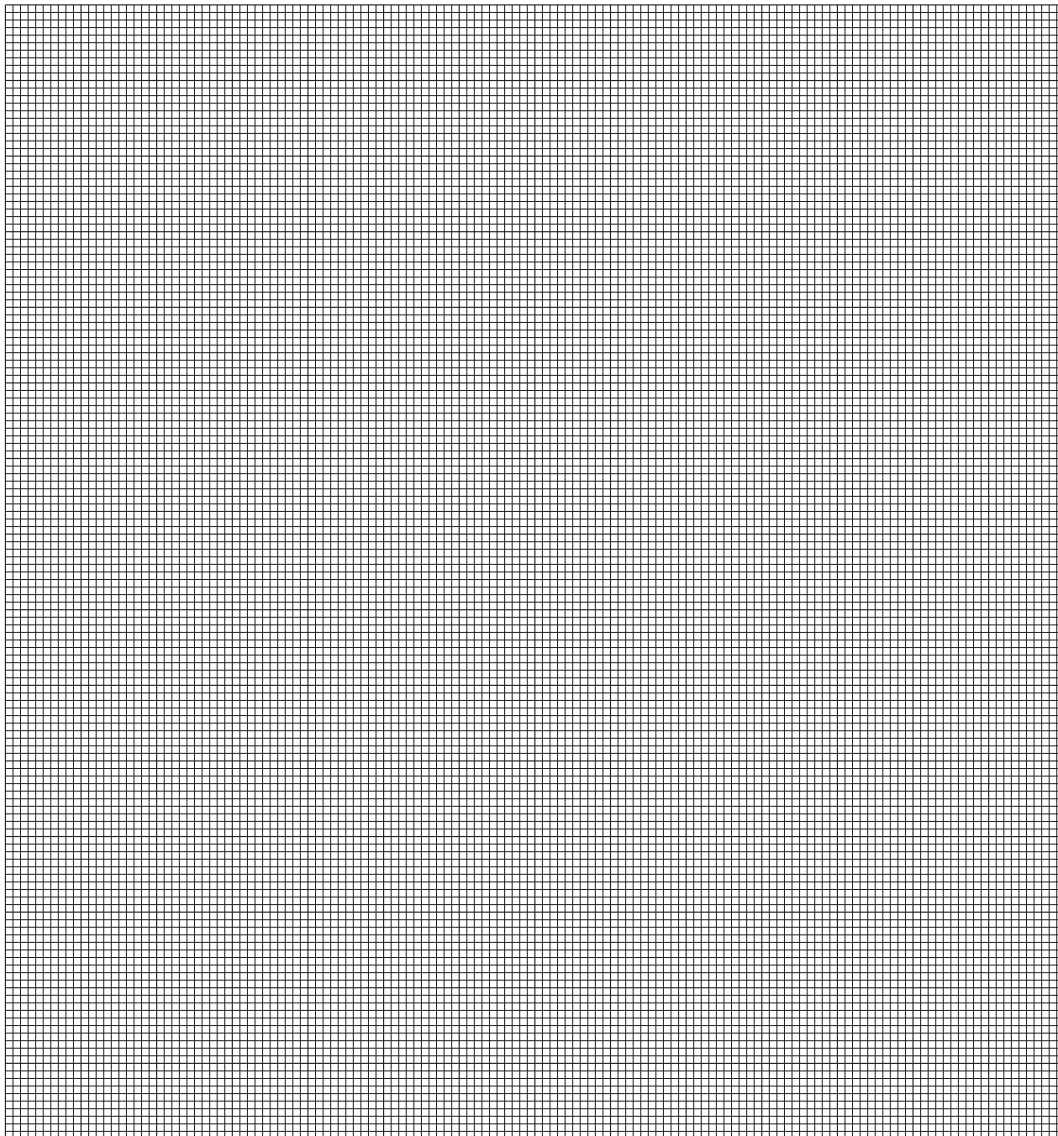
ב. $\frac{1}{\Delta x}$

ג. $\frac{1}{\Delta x^2}$

ד. Δx^2

נמק את קביעתך.

6. (8 נק') סרטט על-פי נתוני הטבלה, על הנייר המילימטרי שלפניך*, דיאגרמת פיזור של מרחק ההחלקה L_0 כפונקציה של המשתנה החדש.



* בעמוד 14 יש נייר מילימטרי נוסף, שתוכל להשתמש בו במקרה הצורך. תוכל להשתמש גם בגיליון אלקטרוני על-פי הוראות הבוחן.
אם אתה משתמש בגיליון אלקטרוני, הדבק את מדבקת הנבחן שלך גם על תדפיס המחשב, וצרף אותו לשאלון.

7. (6 נק') הוסף לדיאגרמת הפיזור שסרטטת קו מגמה לינארי (הקו הישר המתאים ביותר לדיאגרמת הפיזור).

8. (12 נק') 4 נק' א. חשב את שיפוע קו המגמה שסרטטת. פרט את חישוביך.

4 נק' ב. כתוב ביטוי מתמטי המייצג את השיפוע שחישבת.

4 נק' ג. חשב את קבוע הכוח של פס המתכת, המתאים לנקודה P על פס המתכת שבה התרחשה פגיעת הפס בדסקית. הנח כי מקדמי החיכוך הקינטי והסטטי בין הדסקית ובין המשטח האופקי שווים זה לזה בקירוב.

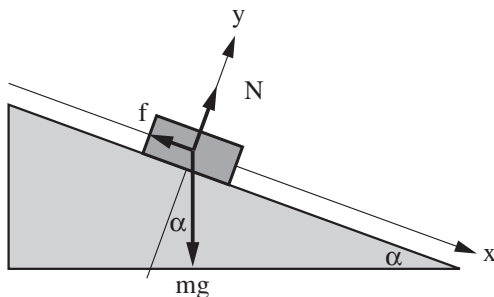
שאלות על הניסוי שבוצע (30 נקודות)

9. (5 נק') ציין סוג אחד של אנרגיה שהזנחנו בכתיבת קשר (4) לעיל (כלומר הביטוי המתמטי של אנרגיה זו אינו מופיע בקשר (4)).

10. (5 נק') קבע מהן היחידות של קבוע הכוח k . נמק את תשובתך על סמך אחת הנוסחאות המופיעות בחלק "תאוריה".

11. (5 נק') מה מייצג המחובר הראשון באגף הימני של קשר (3) (כלומר μmgL) ?

12. (5 נק') היעזר באיור 4 והוכח כי על סף התנועה מתקיים: $\tan \alpha = \mu$ (הקשר (5)).



איור 4

13. (5 נק') בסעיף 8 ג' התבקשת לחשב, על סמך תוצאות המדידות, את קבוע הכוח של פס המתכת המתאים לנקודה P שעל פס המתכת שבה התרחשה פגיעת הפס בדסקית. תכנן ניסוי פשוט למדידה ישירה של קבוע הכוח הזה (אינך נדרש לערוך את הניסוי שהצעת). ציין את הציוד שבו תשתמש.

14. (5 נק') מיד לאחר פגיעת פס המתכת, נעה הדסקית במהירות התחלתית v_0 . היעזר בקשר (3) וקבע מהי צורת הגרף של מרחקי ההחלקה, L , כפונקציה של מהירויות הדסקית עבור הסטה Δx קבועה, כלומר – איזה מבין היחסים שלהלן מבטא את היחס שבין מרחק ההחלקה ובין המהירות של הדסקית?

- א. ישר (לינארי) ג. הפוך (היפרבולי)
ב. ריבועי (פרבולי) ד. מעריכי (אקספוננציאלי)

ענה על אחת משתי השאלות 15–16 (לכל שאלה – 10 נקודות).

(10 נק') 15. ניסוי גליונומטר טנגנטי

3 נק') א. רשום ביטוי לשדה המגנטי שבמרכז סליל, בעל n כריכות, והזרם שעובר דרכו הוא I , והסבר כל אחד מהגורמים בביטוי.

4 נק') ב. ציין מהן המדידות שיש לבצע כדי לסרטט גרף שממנו ניתן לקבל את הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור־הארץ.

3 נק') ג. תלמיד ערך ניסוי עם גליונומטר טנגנטי למדידת הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור־הארץ וקיבל תוצאות שגויות. ציין גורם אפשרי **אחד** לתוצאות שגויות אלה.

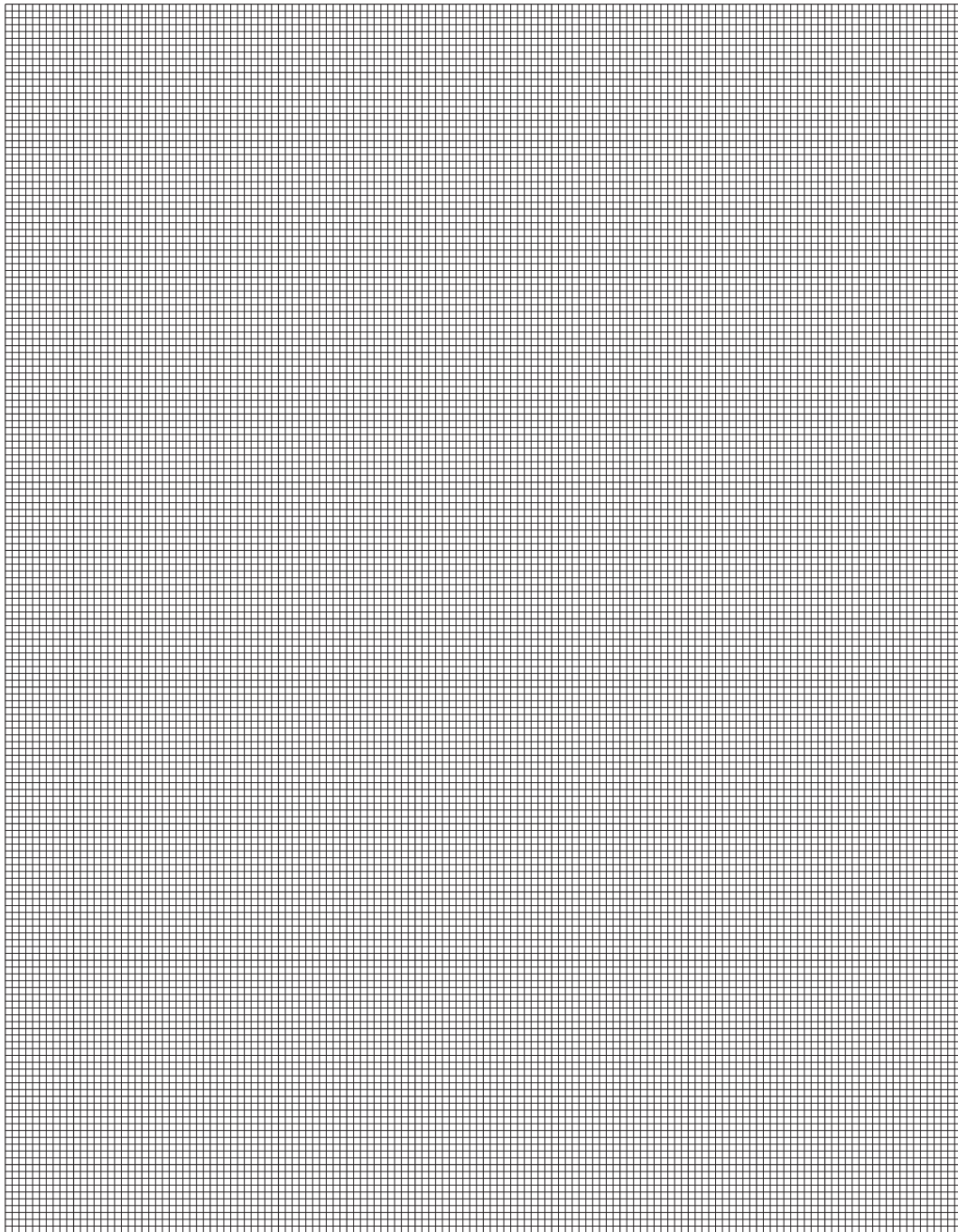
(10 נק') 16. ניסוי לקביעת חוק סנל

2 נק') א. בניסוי חוק סנל האור פוגע במרכז המשטח המישורי של חצי דסקית העשויה זכוכית (או פרספקס). מדוע לא מתרחשת שבירה ביציאת האור מהמשטח הגלילי?

2) נק' ב. בשבירה של אלומת אור לבן, מתקבל מצב שבו האור, בעוברו מהמנסרה לאוויר, מתפצל לצבעים שונים. הסבר את התופעה הזאת.

2) נק' ג. הצע מדידה למציאת זווית החזרה גמורה מינימלית (זווית קריטית).

4) נק' ד. האם מתרחשת החזרה גמורה במעבר ממים לזכוכית או מזכוכית למים? נמק.



טיוטה

טיוטה

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך.

