

# טרום לפורמה

אגף בכיר בחינות

משרד החינוך

המינהל הפדגוגי

## מחברת בחינה

לנבחנים ולנבחנות שלום,

נא לקרוא את ההוראות בעמוד זה ולמלא אותן בדיוקנות. אי-מילוי ההוראות עלול לגרום לתקלות ואף להביא לידי פסילת הבחינה. הבחינה נועדה לבדוק הישגים אישיים, ולכן יש לעבוד עבודה עצמית בלבד. בזמן הבחינה אין להיעזר בזולת ואין לתת או לקבל חומר בכתב או בעל פה.

אין להכניס לחדר הבחינה חומר עזר – ספרים, מחברות, רשימות – פרט ל"חומר עזר מותר בשימוש" המפורט בגוף השאלון או בהוראות מוקדמות של המשרד. כמו כן אין להכניס לחדר הבחינה טלפונים או מחשבים ניידים. שימוש בחומר עזר שאינו מותר יוביל לפסילת הבחינה.

כל חומר עזר שאינו מותר בשימוש, יש למסור למשגיח לפני תחילת הבחינה. לאחר סיום כתיבת הבחינה יש למסור את המחברת למשגיח ולעזוב בשקט את חדר הבחינה.

### יש להקפיד על טוהר הבחינות!

#### הוראות לבחינה

- יש לוודא כי במדבקות הנבחן שקיבלת מודפסים הפרטים האישיים שלך, ובמדבקות השאלון שקיבלת מודפסים פרטי השאלון המיועד לך.
- אם לא קיבלת מדבקה, יש למלא בכתב יד את הפרטים במקום המיועד למדבקות הנבחן.
- אסור לכתוב בשולי המחברת (החלק המקוקו) משום שחלק זה לא ייסרק. מותר לכתוב משני צדי הדף במחברת הבחינה.
- לטייטה ישמשו אך ורק דפי מחברת הבחינה. אין לתלוש או להוסיף דפים. מחברת שתוגש לא שלמה תעורר חשד לאי-קיום טוהר הבחינות.
- אין לכתוב שם בתוך המחברת, משום שהבחינה נבדקת בעילום שם.
- אין להוסיף או לשנות שום פרט במדבקות, כדי למנוע עיכוב בזיהוי המחברת וברישום הציונים.

#### בהצלחה!

<p>17 סמל שאלון 12</p> <p>رقم النموذج</p> <p>שם השאלון ויחידות לימוד</p> <p>اسم النموذج والوحدات التعليمية</p> <p>הדבק כאן ↑ מדבקת שאלון</p> <p>الصق هنا ↑ ملصقة نموذج امتحان</p>	<p>21 מועד 18</p> <p>موعد</p> <p>37 סמל ב"ס 32</p> <p>رقم المدرسة</p> <p>31 מס' תעודת זהות 23</p> <p>رقم الهوية</p> <p>הדבק כאן ↑ מדבקת נבחן (ללא שם)</p> <p>الصق هنا ↑ ملصقة ممتحن (بدون اسم)</p>	<p>מדבקות לנבחן</p> <p>ملصقة ممتحن</p>
---	--	--

\* הוראות בשפה הערבית מעבר לדף

\* التعليمات باللغة العربية على ظهر الصفحة

## وزارة التربية والتعليم

القسم الكبير لامتحانات

الإدارة التربوية

### دفتر امتحان

#### تحية للممتحنين وللممتحنات !

الرجاء قراءة التعليمات في هذه الصفحة والعمل وفقاً لها بالضبط. عدم تنفيذ التعليمات قد يؤدي إلى عواقب مختلفة وحتى إلى إلغاء الامتحان. أعد الامتحان لفحص تحصيلاتك الشخصية، لذلك يجب العمل بشكل ذاتي فقط. أثناء الامتحان، لا يُسمح طلب المساعدة من الغير ويُمنع إعطاء أو أخذ مواد مكتوبة أو الحديث.

لا يُسمح إدخال مواد مساعدة - كتب، دفاتر، قوائم - إلى غرفة الامتحان، ما عدا "مواد مساعدة يُسمح استعمالها" المفصلة في نموذج الامتحان أو في تعليمات مسبقة من الوزارة. كما لا يُسمح إدخال هواتف أو حواسيب محمولة إلى غرفة الامتحان. استعمال مواد مساعدة غير مسموح بها يؤدي إلى إلغاء الامتحان.

يجب تسليم كل مادة مساعدة لا يُسمح استعمالها للمراقب قبل بدء الامتحان. بعد الانتهاء من كتابة الامتحان، يجب تسليم الدفتر للمراقب، ومغادرة غرفة الامتحان بهدوء.

**يجب المحافظة على نزاهة الامتحانات!**

#### تعليمات لامتحان

1. يجب التأكد بأن تفاصيلك الشخصية مطبوعة على ملصقات الممتحن التي حصلت عليها، وبأن تفاصيل نموذج الامتحان المعد لك مطبوعة على ملصقات نموذج الامتحان التي حصلت عليها.
2. في حال عدم حصولك على ملصقة، يجب ملء التفاصيل في المكان المعد لملصقة الممتحن، بخط يد.
3. لا يُسمح الكتابة في هوامش الدفتر (في المنطقة المخططة)، لأنه لن يتم مسح ضوئي لهذه المنطقة. يُسمح الكتابة على جهتي الصفحة في دفتر الامتحان.
4. للمسودة يمكن استعمال صفحات من دفتر الامتحان فقط. يُمنع نزع أو إضافة صفحات. الدفتر الذي يُسلم وهو غير كامل سيثير الشك بعدم الالتزام بنزاهة الامتحانات.
5. لا يُسمح كتابة الاسم داخل الدفتر، لأن الامتحان يُفحص بدون ذكر اسم.
6. لا يُسمح إضافة أو تغيير أية تفاصيل في الملصقات، وذلك لمنع عوائق في تشخيص الدفتر وفي تسجيل العلامات.

نتمنى لك النجاح!



סוג הבחינה: בגרות לבתי-ספר על-יסודיים  
 מועד הבחינה: קיץ תשע"ז, 2017  
 סמל השאלון: 917554  
 נספחים: - נתונים ונוסחאות בפיזיקה  
 לחמש יח"ל

**מדינת ישראל**  
 משרד החינוך

## פיזיקה – מעבדת חקר

### הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שתיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה עשר שאלות. עליך לענות על כל השאלות 1-8, ועל שאלה אחת מבין השאלות 9-10. סה"כ – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון וסרגל.

ד. הוראות מיוחדות: מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

ה. העמודים 17-18 משמשים כטיוטה.

בשאלון זה 19 עמודים ונוסחאון.

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

**בהצלחה!**

המשך מעבר לדף ◀



## חלק א': חקירת מעבר אור דרך סריגים

### עליך לענות על כל השאלות 1-8.

#### רקע עיוני

העולם, כפי שאנו מכירים אותו, מורכב מחומר ומקרינה. המרכיב העיקרי של הקרינה ביקום הוא הקרינה האלקטרומגנטית (א"מ). האור הנראה הוא חלק קטן ממנה. שלושת הפרמטרים העיקריים שבאמצעותם אנו מתארים קרינה א"מ הם: המהירות  $v$  [m/sec], התדירות  $f$  [Hz = 1/sec] ואורך-הגל  $\lambda$  [m]. הקשר ביניהם נתון על-ידי הנוסחה:  $v = \lambda \cdot f$ .

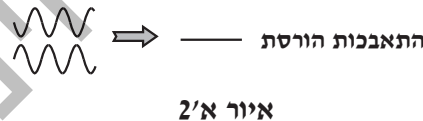
גלים בכלל ובגלי אור בפרט מתרחשות תופעת ה**סופרפוזיציה** (superposition) ותופעת ה**התאבכות** (interference). משמעות הדבר היא שכאשר שני גלים (או יותר) נפגשים ועוברים זה דרך זה, הם יוצרים בתחום החפיפה ביניהם תבנית חדשה, שונה מהתבנית שהייתה לכל אחד מהגלים אילו נע לבדו.

נבחין בין שני מקרים שונים:

**התאבכות בונה** – כאשר שני גלים (או יותר) מגיעים לאותו מקום ובאותו זמן באותו מופע, למשל: בשיא הגובה או בשפל של הגל. ההעתקים מתחברים והתוצאה מוצגת באיור א'1.



**התאבכות הורסת** – כאשר שני גלים מגיעים לאותו מקום ובאותו זמן במופע הפוך, למשל: אחד בשיא והשני בשפל. חיבור ההעתקים יכול ליצור מצב שבו ההעתק השקול הוא אפס, כמוצג באיור א'2.



צירופים שונים של מעבר גלים זה דרך זה יוצרים תבניות מיוחדות ומרתקות, שאפשר ללמוד מהן על אופי הגלים ותכונותיהם.

**סריג עקיפה** הוא רכיב אופטי המפצל את האור הפוגע בו לכיוונים שונים. סריג עקיפה המעביר דרכו את האור הפוגע בו נקרא **סריג העברה**, וסריג עקיפה המחזיר את האור הפוגע בו נקרא **סריג החזרה**.

בניסוי נשתמש בשני הסוגים של סריג עקיפה: סריג העברה, שהינו שקף ובו מספר רב של חריצים אנכיים, מקבילים ודקים **שהמרווח ביניהם הוא  $d$** , ותקליטור (CD), המשמש כסריג החזרה. כאשר מקרינים קרן לייזר על הסריג, כל אחד מהחריצים בסריג מתפקד כמקור-אור נקודתי של האור הנפלט ממנו. נוכל לראות על מסך הנמצא במרחק  $L$  מהסריג את תבנית ההתאבכות של האור המגיע מחריצי הסריג. **הנקודות על המסך מייצגות התאבכויות בונות, המתבטאות בעוצמה מרבית של האור.**

### המשך בעמוד 3

נסמן באות  $k$  את סדר ההתאבכות (המספר הסידורי של נקודת אור על המסך, בספירה מהנקודה המרכזית):  
 $k = 0, 1, 2, \dots$

נסמן ב- $N^*$  את צפיפות החריצים בסריג (נקראת "קבוע-הסריג"), המקיימת את הקשר:  $N^* = 1/d$ .

**משוואת הסריג** היא הקשר המתמטי בין קבוע-הסריג ( $N^*$ ), אורך-הגל של האור ( $\lambda$ ) וזווית הפיזור ( $\alpha_k$ ) של האור היוצא מחריצי הסריג.

$$(1) \quad \sin(\alpha_k) = k \cdot \lambda \cdot N^*$$

נוסחה זו תקפה הן לסריג העברה והן לסריג החזרה, כאשר מתקיימים התנאים הבאים:

קרן הלייזר ניצבת למישור הסריג;  $k$  הוא מסדר נמוך; המרווח בין החריצים  $d$  מקיים:  $d \geq \lambda$  וגם  $d \ll L$ .

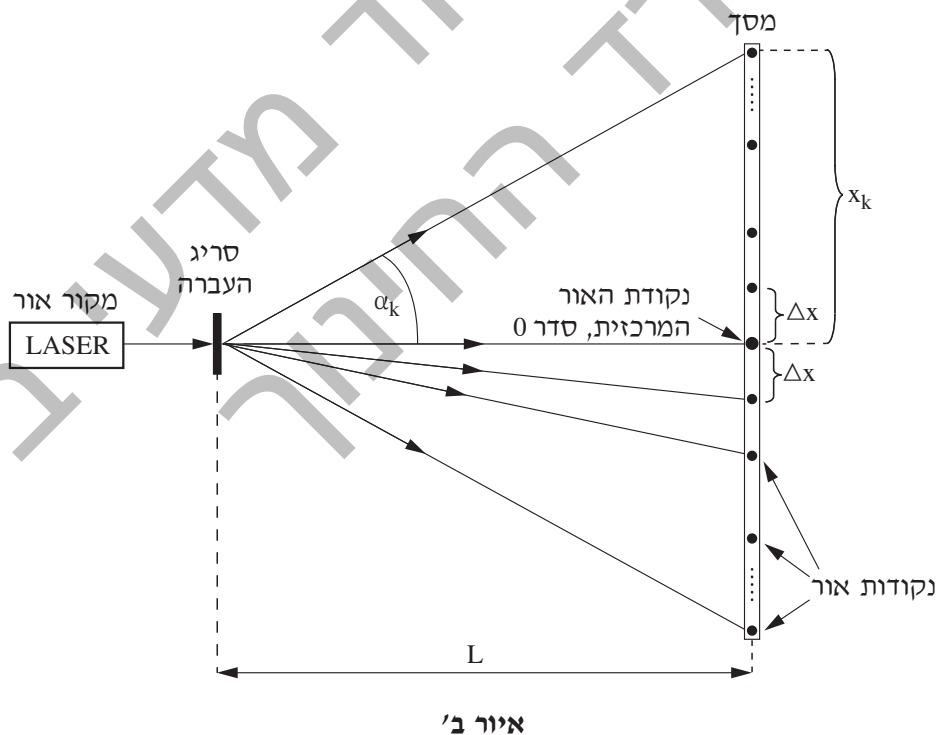
את זווית הפיזור ( $\alpha_k$ ), המוצגת באיור ב', נוכל למצוא מתוך הנוסחה:

$$(2) \quad \tan(\alpha_k) = \frac{x_k}{L}$$

כאשר  $x_k$  הוא המרחק על המסך בין נקודת האור המרכזית לנקודה ה- $k$  שמימינה או משמאלה.

**הערה:** בזוויות קטנות מתקיים הקשר:  $\sin(\alpha_k) \approx \tan(\alpha_k)$ .

בניסוי שלהלן,  $\Delta x$  הוא המרחק בין נקודת האור המרכזית ובין כל אחת משתי נקודות האור הסמוכות לה, כמתואר באיור ב'.





## רשימת ציוד

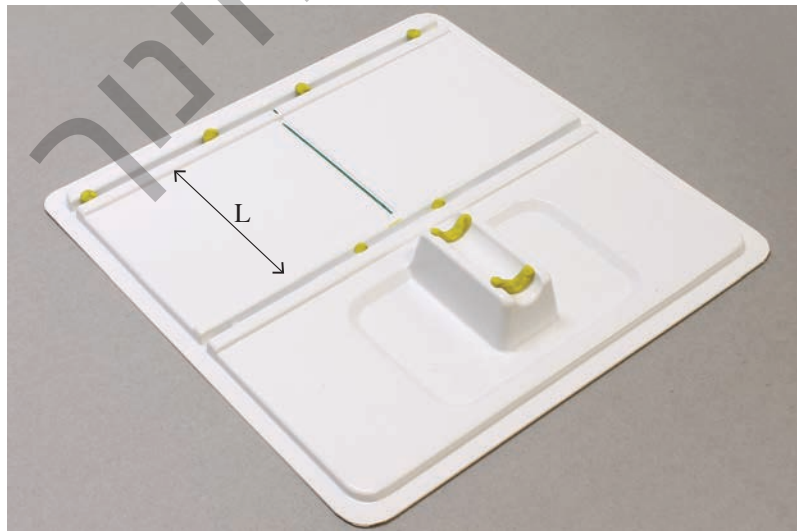
1. משטח המשמש להצבת ציוד הניסוי
2. מצביע לייזר הפולט אלומת אור צר
3. ארבע שקופיות המשמשות כסריגי העברה: שקופית סריג שצפיפותה  $\left(\frac{\text{קווים}}{\text{מ"מ}}\right) \frac{\text{lines}}{\text{mm}}$  190, שתי שקופיות סריג שצפיפותן  $\frac{\text{lines}}{\text{mm}}$  500, ושקופית סריג שצפיפותה  $\frac{\text{lines}}{\text{mm}}$  1000.
4. תקליטור המשמש כסריג החזרה
5. סרגל מכויל המשמש כמסך
6. סרגל מכויל עם פתח עגול לקרן הלייזר, המשמש כמסך
7. גוש פלסטלינה
8. מְקַל פלסטיק שקוף
9. בקבוק שבו מים מינרליים בנפח של 500 מיליליטר **ללא בקבוק מים מינרליים**

## מהלך הניסוי

אזהרה: קרן הלייזר עלולה להיות מסוכנת לעין האדם, לכן אין לכוונה ישירות אל העין שלך או של נבחנים אחרים.

הערות:

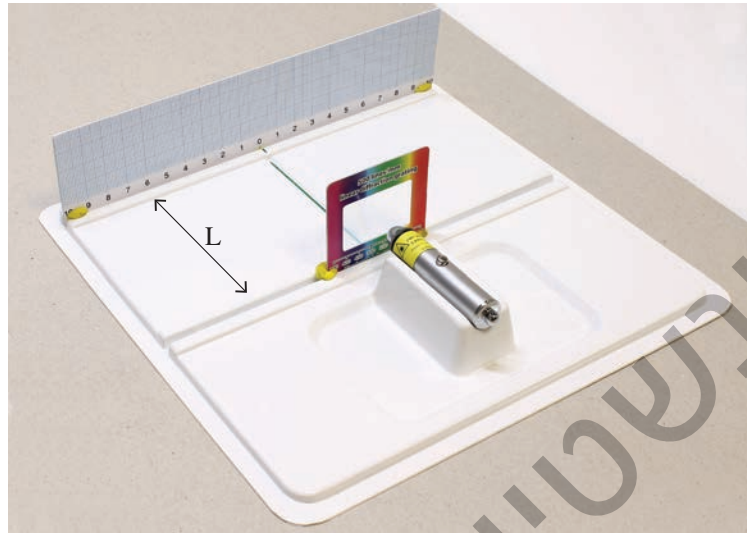
1. בהרכבת המערכת לקראת המדידות, יש להדביק תחילה פלסטלינה (בצילום, בצבע צהוב) על המשטח כמודגם בצילום 1, כדי לייצב את מצביע הלייזר ושאר רכיבי הניסוי.
2. אין לגעת בשקופיות הסריג, אלא רק במסגרות המקיפות אותן.
3. המרחק בין הסריג ובין הסרגל לאורך כל הניסוי הוא  $L = 10 \text{ cm}$ .

צילום 1 של משטח הניסוי,  $L = 10 \text{ cm}$ 

◀ המשך בעמוד 5



## השאלות 1–4 מתייחסות למערכת הניסוי שבצילום 2.



צילום 2 של מערכת הניסוי עם שקופית סריג,  $L = 10 \text{ cm}$

### שאלה 1 (4 נקודות)

על-פי נוסחאות (1) ו-(2) שברקע העיוני, המרחק בין שתי נקודות אור סמוכות על הסרגל  $(x_{k+1} - x_k)$  הוא קבוע כאשר זוויות-הפיזור המתאימות להן  $(\alpha_{k+1}$  ו- $\alpha_k$ ) הן קטנות. הראה שמתקיים הקשר:  $\Delta x = L \cdot \lambda \cdot N^*$ .

---



---



---



---

### שאלה 2 (10 נקודות)

מקם את הסרגל המכויל בחריץ המתאים על המשטח, בהתאם לתמונת מערכת הניסוי שבצילום 2, כך שהקו האמצעי של הסרגל (סמוך לספרה אפס) "יתלכד" עם הקו הירוק המסורטט במרכז המשטח. יצב אותו בעזרת פלסטלינה במאונך למשטח. הורד את כיסוי הפלסטיק מהלחצן של מצביע הלייזר, וכוון את מצביע הלייזר על התושבת, כך שקרן הלייזר תפגע בקו האמצעי של הסרגל (המשמש כמסך).

מקם את הסריג שצפיפותו  $N^* = 1000 \frac{\text{lines}}{\text{mm}}$  בחריץ המתאים על המשטח, כך שהכיתוב על הסריג יהיה אופקי. הקפד שהסריג יהיה מאונך למשטח, ויצב אותו בעזרת פלסטלינה. הפעל את מצביע הלייזר והבט בסרגל. **שים לב:** על הסרגל מופיעות נקודות אדומות, שהן חלק מתבנית ההתאבכות. בנקודות האלה מתרחשת התאבכות בונה, המתבטאת בעוצמה מרבית של האור (נקודות שיא).

◀ המשך בעמוד 6



2 נק' א. מדוד את המרחק  $\Delta x$  מהנקודה המרכזית לנקודה שמימין לה, ורשום אותו.

---

2 נק' ב. מדוד את המרחק  $\Delta x$  מהנקודה המרכזית לנקודה שמשמאל לה, ורשום אותו.

---

3 נק' ג. מדוע עדיף לבצע מדידות משני צדי הנקודה המרכזית, ולא להסתפק בביצוע מדידה רק מצד אחד שלה?

---

3 נק' ד. חשב את הממוצע של שתי המדידות שביצעת בסעיפים א' ו'ב'.

---

### שאלה 3 (14 נקודות)

מקם את הסריג שצפיפותו  $N^* = 500 \frac{\text{lines}}{\text{mm}}$  בחריץ המתאים על המשטח, כך שהכיתוב על הסריג יהיה אופקי. הקפד שהסריג יהיה מאונך למשטח, ויצב אותו בעזרת פלסטלינה. הפעל את מצביע הלייזר והבט בסרגל.

3 נק' א. מדוד את המרחק בין שתי נקודות האור מסדר ראשון (הסמוכות לנקודת האור המרכזית משני צדדיה), ורשום אותו. בעזרת מדידה זו, מצא את המרחק  $\Delta x$ . פרט את חישוביך.

---

3 נק' ב. הסבר מדוע השיטה למציאת המרחק  $\Delta x$  בסעיף א' מדוייקת יותר מהשיטה למציאתו בשאלה 2.

---

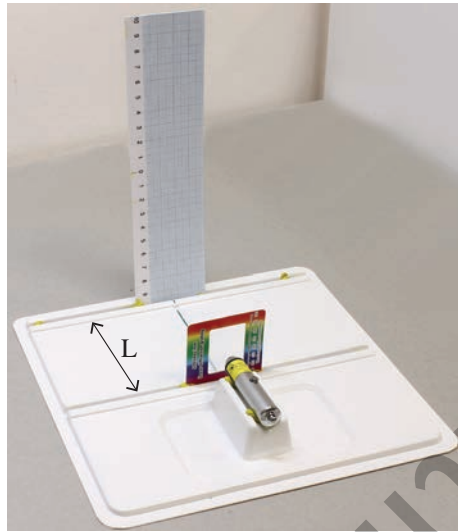
4 נק' ג. מצא את המרחק  $\Delta x$  שהיה מתקבל בין שתי נקודות אור סמוכות, אילו היית מציב סריג שצפיפותו  $N^* = 300 \frac{\text{lines}}{\text{mm}}$  במערכת הניסוי. היעזר בתשובתך לשאלה 1 ובתוצאה שקיבלת באחת מהמדידות הקודמות. פרט את חישוביך.

---

4 נק' ד. סובב את הסריג ואת הסרגל ב- $90^\circ$ , ומקם כל אחד מהם בחריץ המתאים לו. הקפד שהם יהיו מאונכים למשטח ויצב אותם בעזרת פלסטלינה, כמודגם בצילום 3 (שבעמוד הבא). יצב בידך את חלקו העליון של הסרגל, הפעל את מצביע הלייזר וצפה בסרגל.

הסבר איכותית את ההבדל בין התבנית שהתקבלה בתחילת השאלה לבין התבנית שמתקבלת עתה.

---



צילום 3 של מערכת הניסוי עם שקופית סריג וסרגל מסובבים ב- $90^\circ$ ,  $L = 10 \text{ cm}$

#### שאלה 4 (12 נקודות)

מקם את הסריג שצפיפותו בממד האופקי היא  $N^* = 190 \frac{\text{lines}}{\text{mm}}$  בחריץ המתאים על המשטח, כך שהכיתוב על הסריג יהיה אופקי. הקפד שהסריג יהיה מאונך למשטח, ויצב אותו בעזרת פלסטלינה. החזר את הסרגל למצבו ההתחלתי, הפעל את מצביע הלייזר והבט בסרגל.

א. (5 נק')

1. תאר את תבנית ההתאבכות המתקבלת על הסרגל.

4. (4 נק') 2. מדוע לדעתך מתקבלת התבנית הזו? התייחס בתשובתך למבנה הסריג.

ב. (2 נק') מצא את המרחק  $\Delta x$  בין שתי נקודות אור "אופקיות" סמוכות, כנדרש בסעיף א' בשאלה 3, ורשום אותו.

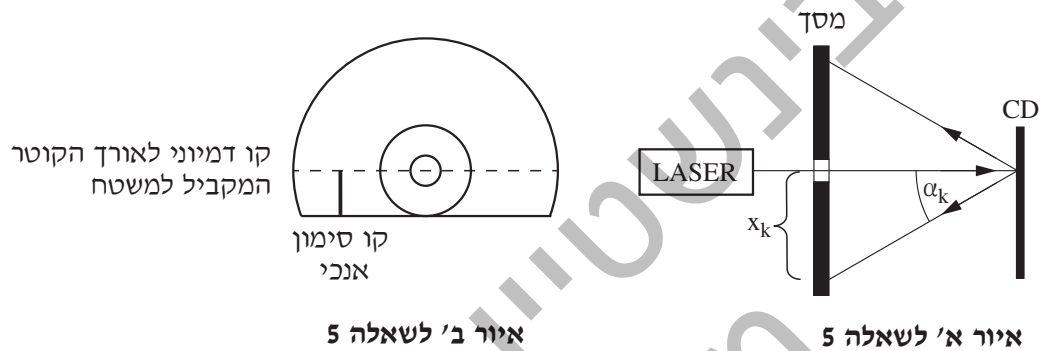
ג. (2 נק') מצא את המרחק  $\Delta y$  בין שתי נקודות אור "אנכיות" סמוכות, כנדרש בסעיף א' בשאלה 3, ורשום אותו.

ד. (3 נק') האם קבוע הסריג בממד האופקי זהה לזה שבמד האנכי? הסבר את תשובתך.



## שאלה 5 (10 נקודות)

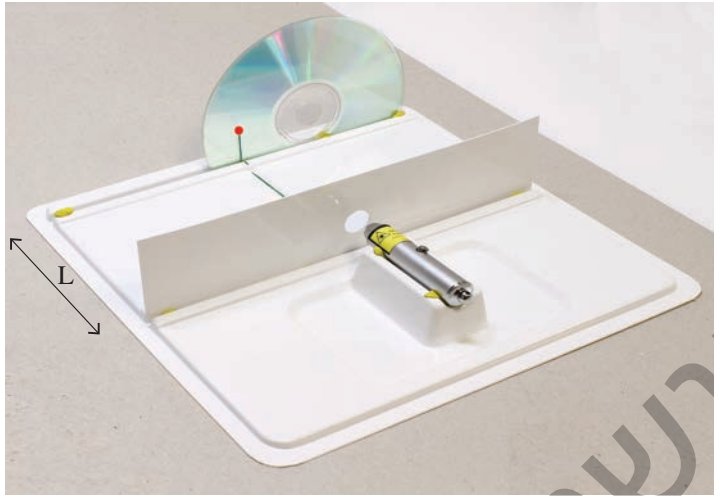
נבצע את הניסוי עם התקליטור (CD). בתקליטור ישנם חריצים שנוצרו באמצעות קרן לייזר, והוא יכול לשמש כסריג החזרה. צפיפות החריצים שלו:  $N^* = 680 \frac{\text{lines}}{\text{mm}}$ . האור המוחזר מהתקליטור יוצר מספר סדרים של נקודות-שיא המתאימים לערכי  $k$  שונים, כמוסבר ברקע העיוני. באיור א' לשאלה 5 מתואר מערך הניסוי במבט על, ובאיור ב' לשאלה מוצג התקליטור במבט מלפנים.



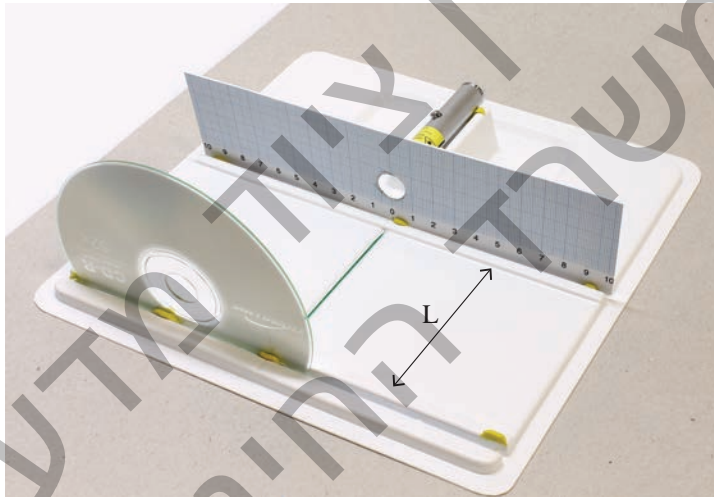
הוצא את הסרגל מהחריץ והכנס במקומו את התקליטור, בהתאם לתמונות מערכת הניסוי שבצילומים 4 ו-5 (המופיעים בעמוד הבא), כך שקו הסימון האנכי על גבי התקליטור "יתלכד" עם הקו הירוק המסורטט במרכז המשטח. הקפד שהתקליטור יהיה מאונך למשטח, ויצב אותו בעזרת פלסטלינה. הוצא גם את סריג ההעברה והכנס במקומו את הסרגל בעל הפתח העגול, כך שצידו המכוייל פונה אל התקליטור, ויצב אותו בעזרת פלסטלינה במאונך למשטח.

הפעל את מצביע הלייזר, ומקם אותו כך שקרן הלייזר תפגע בתקליטור בקצה העליון של קו הסימון האנכי. יש להקפיד שנקודת הפגיעה תהיה גם על הקו הדמיוני המופיע באיור ב' לשאלה 5. בצילום 4 (שבעמוד הבא) מוצגת נקודת הפגיעה של קרן הלייזר בקצה הקו האנכי שעל התקליטור.

הבט בסרגל – מופיעות עליו שלוש נקודות אדומות, שהן חלק מתבנית ההתאבכות. בנקודות האדומות מתרחשת התאבכות בונה, המתבטאת בעוצמה מרבית של האור. כאשר התקליטור ניצב למשטח – נקודות השיא על המסך תהיינה בקירוב בקו אופקי. אם אינך רואה את שלוש הנקודות האדומות, תוכל להטות מעט את התקליטור עד ששלוש הנקודות יופיעו על הסרגל.



צילום 4 של מערכת הניסוי עם התקליטור,  $L = 10 \text{ cm}$



צילום 5 של מערכת הניסוי עם התקליטור,  $L = 10 \text{ cm}$

מצא את המרחק  $\Delta x$  בין שתי נקודות אור סמוכות, כנדרש בסעיף א' בשאלה 3.

---



---



---



## שאלה 6 (9 נקודות)

במהלך הניסוי ביצעת מדידות של המרחק  $\Delta x$  או חישובת ערכים שלו. היעזר בנוסחאות (1) ו-(2) שברקע העיוני, וחשב את  $\tan(\alpha_1)$ , את  $\alpha_1$  ואת  $\sin(\alpha_1)$  בכל אחד מן המקרים. רכז את תוצאותיך בטבלה שלהלן:

מספר השאלה	המשתנה				
	'ד2	'א3	'ג3	'ב4	5
					$N^* \left[ \frac{1}{\text{mm}} \right]$
					$\Delta x [\text{mm}]$
					$\tan(\alpha_1)$
					$\alpha_1 [^\circ]$
					$\sin(\alpha_1)$

## שאלה 7 (21 נקודות)

(2 נק') א. היעזר בנוסחה (1) שברקע העיוני, והסבר מדוע הקשר בין המשתנים  $\sin(\alpha_1)$  ו- $N^*$  הוא קשר קווי (ליניארי).

---



---

(2 נק') ב. היעזר בתשובתך לסעיף א', וקבע מהו המשתנה הבלתי תלוי ומהו המשתנה התלוי בניסוי.

---



---

(4 נק') ג. סרטט על הנייר המילימטרי (שבעמוד הבא) דיאגרמת פיזור של המשתנה התלוי כפונקציה של המשתנה הבלתי תלוי, על-פי טבלת התוצאות שבשאלה 6 ועל-פי תשובותיך לסעיפים א' ו-ב'.  
**הערה: תוכל להשתמש גם בגיליון אלקטרוני, על-פי הוראות הבוחן. אם אתה משתמש בו, הדבק את מדבקת הנבחן שלך גם על תדפיס המחשב וצרף אותו לשאלון.**

(4 נק') ד. העבר קו מגמה בדיאגרמה שסרטטת.

(3 נק') ה. חשב את השיפוע של קו המגמה, ורשום את יחידות-המידה שלו.

---



---

(3 נק') ו. מצא את  $\lambda$ , אורך-הגל של מצביע הלייזר.

---



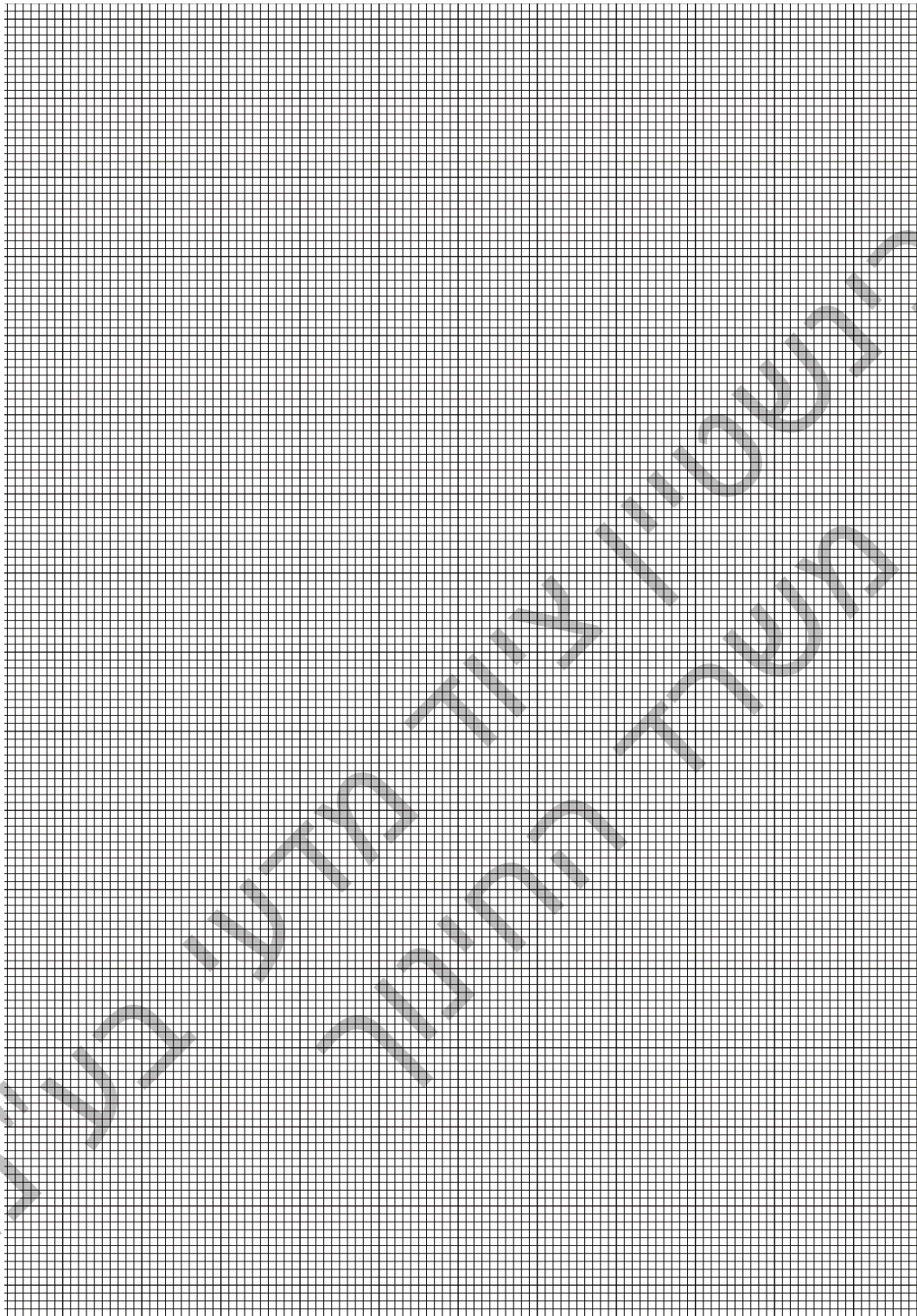
---

(3 נק') ז. ציין שתי דוגמאות לשגיאת-מדידה, שניתן להסביר בעזרתה מדוע קו המגמה לא יעבור **בהכרח** בראשית הצירים.

---



---



לרשותך נייר מילימטרי נוסף בעמוד 16, למקרה הצורך.

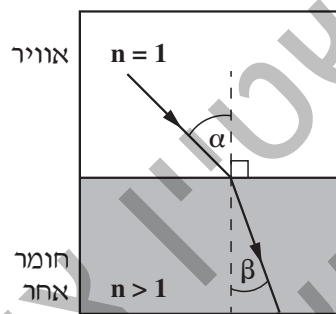
◀ המשך בעמוד 12

**רקע עיוני (המשך)**

כאשר אור עובר מחומר שקוף אופטית אחד לחומר שקוף אופטית אחר, הוא נשבר ומשנה את כיוון תנועתו (ראה איור ג').

מקדם השבירה של האור בחומר מסומן באות  $n$ , והוא מוגדר כיחס בין מהירות האור בריק (c) למהירות האור בחומר (v) – כלומר:  $n = c/v$ . נוכל להתייחס למהירויות האור בריק ובאוויר בקירוב מספיק טוב כשוות  $(c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec})$ , ולכן מקדם השבירה של האוויר הוא  $n = 1$ . הקשר בין זווית הפגיעה  $\alpha$  של האור (באוויר) ובין זווית השבירה שלו  $\beta$  (בחומר אחר) נגזר מחוק סנל, והוא נתון על-ידי הנוסחה:

$$(3) \quad \sin \alpha = n \cdot \sin \beta$$



איור ג'

אם האור היוצא מחריצי הסריג עובר בחומר שונה מהאוויר (בעל מקדם שבירה  $n$ ), נקבל על-פי נוסחה (1) שברקע העיוני את הקשר:

$$(4) \quad \sin(\alpha_k) = k \cdot \lambda' \cdot N^*$$

$$\lambda' = \frac{\lambda}{n}$$

כאשר:

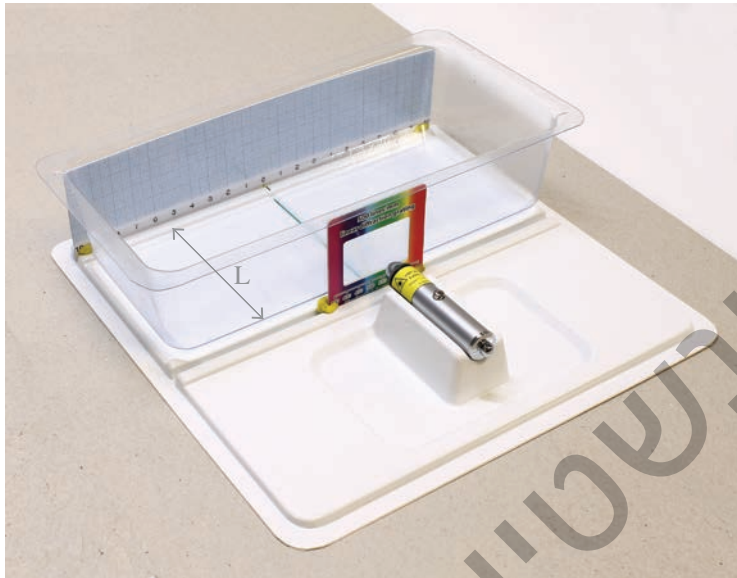
**שאלה 8 (10 נקודות)**

הוצא את התקליטור ואת הסרגל בעל הפתח העגול ממקומם, ומקם שוב את הסרגל המכויל, ואת הסריג שצפיפותו  $N^* = 500 \frac{\text{lines}}{\text{mm}}$ , כפי שעשית בשאלה 3. (לרשותך סריג נוסף שצפיפותו  $N^* = 500 \frac{\text{lines}}{\text{mm}}$ . תוכל להשתמש בו במקרה שהסריג שהשתמשת בו נפגם).

הקפד שהסרגל והסריג יהיו מאונכים למשטח, ויצב אותם בעזרת פלסטלינה. הכנס את מְּכָל הפלסטיק השקוף למרווח שבין הסריג לסרגל המכויל, בהתאם לתמונת מערכת הניסוי שבצילום 6 (שבעמוד הבא).

רוקן בזהירות את בקבוק המים לתוך המְּכָל. הפעל את מצביע הלייזר, כך שהאור יעבור דרך המים. בחישובים ניתן להזניח את ההשפעה של מעבר האור דרך דפנות המְּכָל.

**◀ המשך בעמוד 13**



צילום 6 של מערכת הניסוי עם מכל המים,  $L = 10 \text{ cm}$

א. (2 נק') מדוד את המרחק בין שתי נקודות האור מסדר ראשון הנראות על הסרגל, חשב את  $\Delta x$  ורשום אותו.

ב. (2 נק') האם המרחק  $\Delta x$  שחישבת בסעיף א' גדול יותר, קטן יותר או זהה למרחק  $\Delta x$  שחישבת בשאלה א3? הסבר את תשובתך על-סמך הרקע העיוני של הניסוי.

ג. (3 נק') היעזר במרחק  $\Delta x$  שחישבת בסעיף א', וחשב את ערכו של מקדם השבירה של המים.

ד. (3 נק') בהנחה שמקדם השבירה של מים הוא 1.33:

1. (2 נק') מצא את השגיאה היחסית בין התוצאה שחישבת בסעיף ג' ובין הערך הנתון של מקדם השבירה.

2. (1 נק') לאיזה גורם ניתן לייחס את השגיאה הזו?



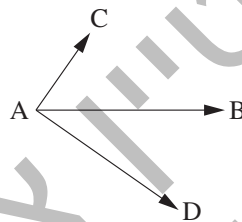
### חלק ב': שאלות מניסויי החובה

ענה על אחת מבין השאלות 9–10 (לכל שאלה – 10 נקודות).

שאלה 9 (10 נקודות)

#### התנגשות בשני ממדים

במהלך הניסוי אנו מסמנים את מיקום הנפילה של כדור פלדה הנופל מהמסילה, ולאחר מכן, את מיקומי הנפילה של שני כדורי פלדה שווי-מסה, לאחר שהתנגשו זה בזה. באיור לשאלה 9 מוצגים שלושה ישרים, המראים את מסלוליהם האופקיים של שלושת הכדורים.



איור לשאלה 9

א. (3 נק') איזה גודל פיזיקלי נוסף מייצגים וקטורי ההעתק האופקיים שעברו הכדורים בעקבות ההתנגשות? הסבר את תשובתך.

---



---

ב. (4 נק') כיצד ניתן להראות גיאומטרית שהאנרגיה הקינטית הכוללת של שני הכדורים שהתנגשו נשמרת לאחר ההתנגשות? בתשובתך, התייחס גם למשוואת שימור האנרגיה בניסוי הזה.

---



---

ג. (3 נק') האם ניתן לבצע את חלק ב' של הניסוי, כאשר כדור הפלדה ניצב בקצה המסילה ואילו הגולה בעלת המסה הקטנה יותר היא זו המשתחררת מהמסלול? נמק את תשובתך.

---



---



שאלה 10 (10 נקודות)

גלונומטר טנגנטי

א. (3 נק') מדוע חשוב להרחיק את הגלונומטר הטנגנטי משאר חלקי המעגל החשמלי ומגופים העשויים ברזל?

---

---

ב. (4 נק') הסבר מדוע מציבים את הסליל כך שמישור הטבעת הוא בכיוון צפון-דרום.

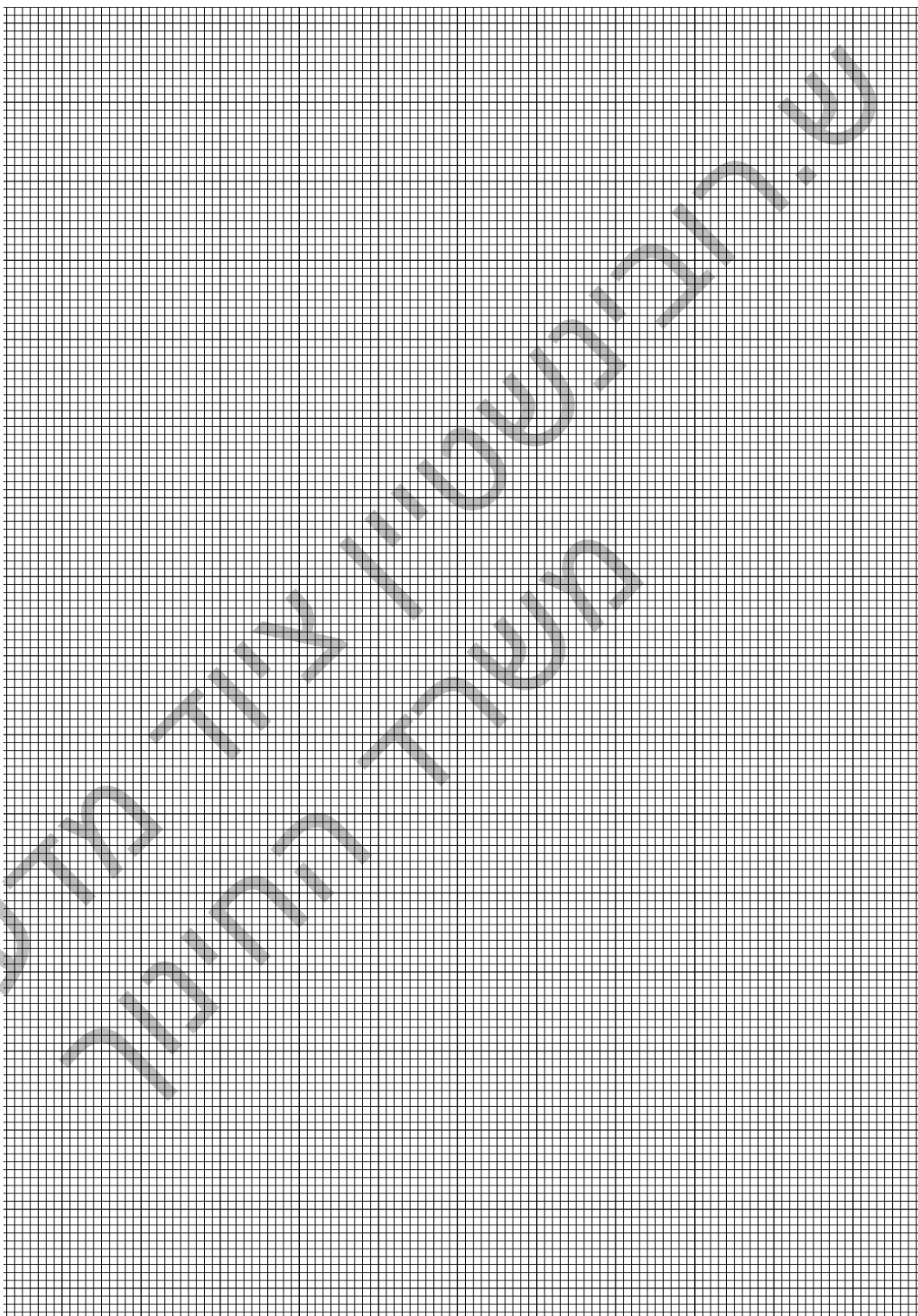
---

---

ג. (3 נק') מדוע לא רצוי להשתמש בגלונומטר טנגנטי בתחומים שיגרמו לסטיית מחט המצפן בזוויות חדות גדולות?

---

---





## טיוטה

ש.רובינשטיין ציוד מדעי בע"מ  
משרד החינוך

טיוטה



### הערות הבוחן

ש.רובינשטיין ציוד מדעי בע"מ  
משרד החינוך

#### **בהצלחה!**

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

מדבקת משגיח  
ملصقة مراقب

"אתך בכל מקום, גם בנגרות.  
בהצלחה, מועצת התלמידים והנוער הארצית"  
"معك في كل مكان، وفي البجروت أيضاً.  
بالنجاح، مجلس الطلاب والشبيبة القطري"