

סוג הבחינה: בגרות לבתי-ספר על-יסודיים  
מועד הבחינה: קיץ תשע"ה, 2015  
סמל השאלון: 917555,98  
חוברת נספחים: נספח א' - לשאלה 1  
נספח ב' - נייר מילימטרי  
נתונים ונוסחאות בפיזיקה לחמש יח"ל

## **פיזיקה – שאלון חקר**

לנבחנים ברמת חמש יחידות לימוד

### **הוראות לנבחן**

- א. משך הבחינה: שתיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון זה שמונה שאלות. עליך לענות על כל השאלות 1-6, ועל שאלה אחת מבין השאלות 7-8. סה"כ - 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון, כלי-כתיבה, סרגל ומד-זווית.
- ד. הוראות מיוחדות: מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

**בשאלון זה 7 עמודים, חוברת נספחים ונוסחאון.**

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

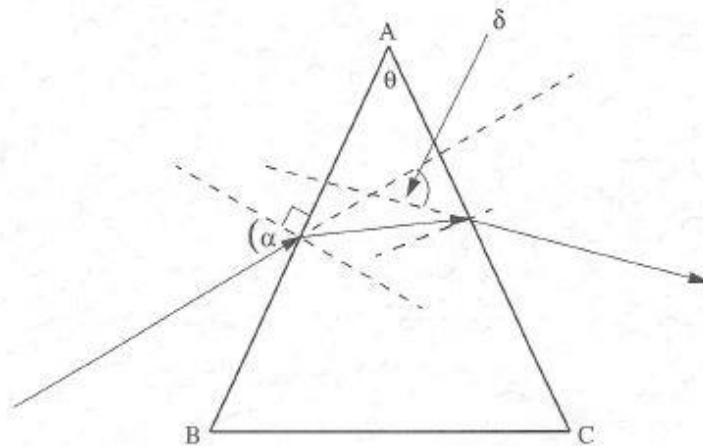
**בהצלחה!**

**המשך מעבר לדף** ◀

**חלק א': חקירת זווית הסחה מינימלית במעבר של אור במנסרה (90 נק')**

**רקע תיאורטי**

בניסוי המתואר בעמוד 4 חקרו את זווית ההסחה המינימלית במעבר של קרן אור במנסרה הנמצאת באוויר. באיור 1 מוצגת מנסרה שאחת מזוויותיה היא  $\theta = \angle BAC$ . האור נכנס אל המנסרה דרך הצלע AB ויוצא ממנה דרך הצלע AC. מקדם השבירה של חומר המנסרה הוא n.



איור 1

הזווית  $\delta$  המסומנת באיור 1 נקראת זווית הסחה. זווית ההסחה היא הזווית הנוצרת בין כיוון אלומת האור הנכנסת למנסרה ובין כיוון אלומת האור היוצאת מהמנסרה.

אם משנים את זווית הכניסה של הקרן למנסרה, זווית  $\alpha$  - משתנה זווית ההסחה,  $\delta$ .

כאשר הקרן העוברת בתוך המנסרה ניצבת לחוצה הזווית של  $\theta$ , מתקבלת זווית הסחה מינימלית,  $\delta_m$ .

הקשר בין הזווית  $\theta$  לזווית ההסחה המינימלית,  $\delta_m$ , נתון על-ידי הנוסחה:

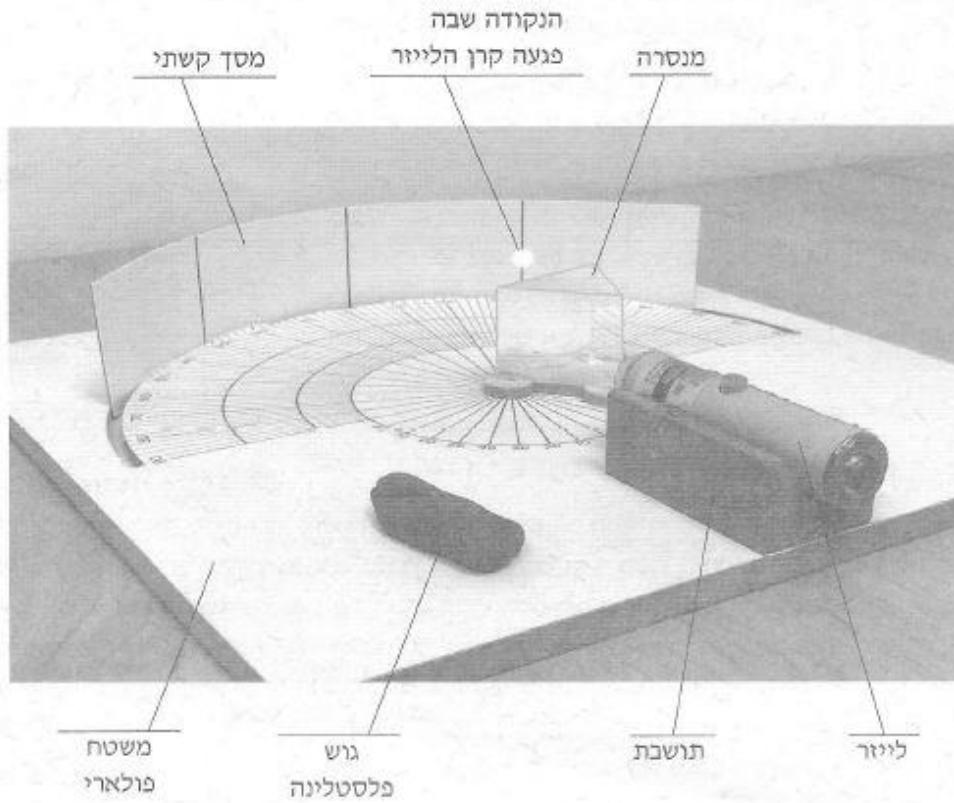
$$\sin\left(\frac{\theta + \delta_m}{2}\right) = n \cdot \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

**המשך בעמוד 3**

### רשימת הציוד שהשתמשו בו בניסוי

1. שלוש מנסרות עם צירי סיבוב, העשויות מאותו חומר שקוף. זוויות המנסרות:  
מנסרה 1:  $30^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $110^\circ$   
מנסרה 2:  $50^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $70^\circ$   
מנסרה 3:  $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $150^\circ$
2. משטח פולארי המשמש כבסיס להצבת המנסרות וכמד-זווית.
3. לייזר הפולט אלומת אור צרה
4. מסך קשתי הניתן להזזה
5. גוש פלסטלינה

### צילום של מערכת הניסוי



### המשך בעמוד 4

### איתור זווית ההסחה המינימלית של קרן אור הנכנסת למנסרה

1. (18 נק') באיורים 1, א' ו-2' ו-3' שבנספח א' מתוארת מנסרה שוות-שוקיים ( $AB = AC$ ) שזווית הראש שלה היא  $\theta = 45^\circ$ .

קרן אור נכנסת אל המנסרה בנקודה P, בזווית כניסה  $\alpha$ , ויוצאת מהדופן הנגדית.

מקדם השבירה של המנסרה הוא  $n = 1.5$ .

רשום את תשובתך לשאלה 1 על-גבי נספח א' שבחוברת הנספחים.

4) (נק') א. סמן באיור א' את זווית ההסחה  $\delta$  הנוצרת בין הקרן הנכנסת למנסרה ובין הקרן היוצאת ממנה. מדוד את הזווית באמצעות מד-זווית. רשום את התוצאה בנספח.

4) (נק') ב. באיור א' זווית הפגיעה בכניסה למנסרה היא:  $\alpha = 60^\circ$ . זווית זו גדולה מהזווית שבאיור א'1. הוסף באיור א'2 את זווית ההסחה  $\delta$  ומדוד אותה. רשום את התוצאה בנספח.

4) (נק') ג. באיור א'3 זווית הפגיעה בכניסה למנסרה היא:  $\alpha = 10^\circ$ . זווית זו קטנה מהזווית  $\alpha$  שבאיור א'1. הוסף באיור א'3 את זווית ההסחה  $\delta$  ומדוד אותה. רשום את התוצאה בנספח.

6) (נק') ד. סובבו את המנסרה נגד כיוון השעון ממצב של  $60^\circ$  למצב של  $35^\circ$  ואחר-כך למצב של  $10^\circ$ . תאר במילים את תנועת הקרן היוצאת מהמנסרה כאשר משנים באופן רציף את  $\alpha$  מ- $60^\circ$  עד  $10^\circ$ . היעזר באיורים א'1, א'2 ו-א'3 שסימנת בהם את זוויות ההסחה  $\delta$ .

### תיאור הניסוי

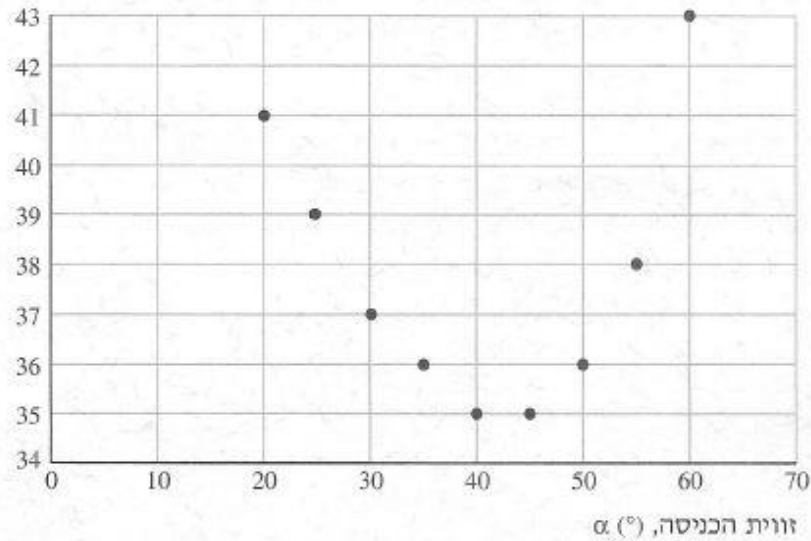
תחילה מיקמו את הלייזר כך שהקרן עברה דרך קו האפס המסומן על המשטח הפולארי. על המשטח הפולארי הניחו מנסרה, סובבו אותה ועקבו אחר הקרן היוצאת ממנה. בעזרת תנועת הקרן היוצאת מהמנסרה, איתרו את מקום הקרן המתאים למצב שבו זווית ההסחה הייתה מינימלית ומדדו את ערכה,  $\delta_m$ . דוגמה לכך יש באיור א'1 שבו הקרן שעוברת בתוך המנסרה מקבילה לבסיס המנסרה. היא נכנסת למנסרה בזווית  $\alpha$ . זווית ההסחה,  $\delta$ , היא מינימלית, וסימונה -  $\delta_m$ .

**עריכת המדידות ועיבוד ממצאי הניסוי**

2. (9 נק') עבור מנסרה שזווית הראש שלה היא  $\theta = 60^\circ$  שינו את זווית הכניסה  $\alpha$  שבה נכנס האור למנסרה, ולכל זווית מדדו את זווית ההסחה  $\delta$ . באיור שלפניך מתואר גרף המציג את תוצאות המדידות.

**זווית ההסחה  $\delta$  כתלות בזווית הכניסה  $\alpha$**

זווית ההסחה,  $\delta$  ( $^\circ$ )



**איור לשאלה 2**

קבע על-פי הגרף ורישום במחברתך מהי זווית ההסחה המינימלית,  $\delta_m$ , כאשר  $\theta = 60^\circ$ . הסבר כיצד קבעת זאת.

3. (16 נק') במדידות הבאות השתמשו במנסרות בעלות זוויות  $\theta$  שונות. בכל מנסרה שינו את זווית הכניסה  $\alpha$  ומדדו את זווית ההסחה  $\delta$ , עד לקבלת  $\delta_m$ . לפניך תוצאות המדידות של  $\delta_m$  שהתקבלו עבור זוויות  $\theta$  שונות.

| $\theta$ ( $^\circ$ )   | 70 | 60 | 50 | 40 | 30   | 20 | 10 |
|-------------------------|----|----|----|----|------|----|----|
| $\delta_m$ ( $^\circ$ ) | 47 |    | 28 | 22 | 15.5 | 10 | 5  |

השלם בטבלה את הערך  $\delta_m$ , שקבעת בשאלה 2, עבור  $\theta = 60^\circ$ .

סרטט על הנייר המילימטרי שבנספח ב' גרף פיזור נקודות המתאר את התלות של  $\delta_m$  בזווית  $\theta$  של המנסרה.

**המשך בעמוד 6**

- 21 נק') 4. (5 נק') א. ידוע שעבור זוויות  $\beta$  קטנות הנמדדות ברדיאנים מתקיים  $\sin \beta = \beta$ . הסתמך על הרקע התיאורטי והראה שעבור זוויות  $\theta$  קטנות הנמדדות ברדיאנים מתקיים הקשר:  $\delta_m = (n - 1) \theta$ .
- 6 נק') ב. הקשר המקורב שפיתחת בסעיף א' תקף בניסוי זה עבור ערכי  $\theta$  הקטנים מ- $42^\circ$  בדיוק יחסי של עד 10%. הוסף לגרף ששרטטת בשאלה 3 קו מגמה המתאים לקשר המקורב בלבד.
- 10 נק') ג. חשב באמצעות קו המגמה את מקדם השבירה של המנסרות שאתן בוצע הניסוי.
- 16 נק') 5. (8 נק') א. מהי התופעה הפיזיקלית שבאמצעותה אפשר להסביר מדוע אי אפשר לבצע מדידה של  $\delta_m$  כאשר  $\theta = 110^\circ$  ? כדי להסביר את תשובתך, היעזר בסרטוט שבו אלומת האור העוברת בתוך המנסרה ניצבת לחוצה הזווית של  $\theta$ .
- 8 נק') ב. קצרו מהי  $\theta$  המקסימלית שעבורה אפשר למדוד את  $\delta_m$  באמצעות המנסרות שבהן השתמשו בניסוי. הסבר על מה מתבססת הערכתך.
- 10 נק') 6. בניסוי אחר שבו המנסרה עשויה מחומר אחר, עבור  $\theta = 50^\circ$  נמדדה זווית הסחה  $\delta_m$  קטנה מזו שנמדדה בניסוי הראשון. בשני הניסויים השתמשו באותה מערכת מדידה.
- 4 נק') א. האם בניסוי השני מקדם השבירה של החומר שממנו עשויה המנסרה גדול מזה שבניסוי הראשון, קטן ממנו או שווה לו? נמק את תשובתך.
- 6 נק') ב. האם בניסוי השני השנייה היחסית במדידת  $\delta_m$  גדולה יותר מזו שבניסוי הראשון, קטנה ממנה או שווה לה? נמק את תשובתך.
- הערה: הדבק מדבקות נבחן במקומות המיועדים לכך על שער חוברת הנספחים וצרף אותה למחברתך.

**חלק ב' – שאלות על ניסויי החובה (10 נק')**  
**ענה על אחת משתי השאלות 7-8 (לכל שאלה 10 נקודות).**

**(10 נק')** 7. שאלה זו עוסקת בניסוי "גלונומטר טנגנטי".

- א. (2 נק') מהי מטרת הניסוי?
- ב. (3 נק') הצג רשימה של הציוד שבאמצעותו מבצעים את הניסוי.
- ג. (2 נק') בניסוי זה יש חשיבות לכיוון שלאורכו מוצבת המערכת. מהו כיוון זה? הסבר כיצד הכיוון מאפשר למצוא את גודל השדה.
- ד. (3 נק') תלמידים התווכחו באיזה מצפן עדיף לבצע את הניסוי: במצפן בעל מחט ארוכה או במצפן בעל מחט קצרה. הצג טענה אפשרית אחת של כל אחד משני הצדדים המתווכחים.

**(10 נק')** 8. שאלה זו עוסקת בניסוי "התנגשות בשני ממדים".

- א. (2 נק') מדוע חשוב לסמן על פני הגיליון הלבן המונח על הרצפה את הנקודה הנמצאת מתחת למקום שבו הכדור הפוגע עוזב את המסילה?
- ב. (2 נק') תאר כיצד קובעים את מקומן של הנקודות שבהן עוזבים שני הכדורים את המסילה.
- ג. (3 נק') מה מייצגים המרחקים האופקיים שעברו הכדורים בעקבות ההתנגשות בכל אחד משלבי הניסוי?
- ד. (3 נק') באחד משלבי הניסוי השתמשת במסות שאינן זהות. הסבר כיצד אפשר להוכיח בשלב זה של הניסוי את קיומו של חוק שימור התנע עבור ניסוי זה.

**בהצלחה!**

# נספח א'

פנייקה שאלון חקר, קיץ תשע"ה  
 סמל 917555,98, חוברת נספחים

