

מקום לנחשת נבחן

פיזיקה – מעבדת חקר

לנבחנים ברמת חמש יחידות לימוד

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעתיים.
- 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 13-14 משמשים כטיוטה.
 3. שאלון זה משמש כמחברת בחינה ויש להצמיד אותו לעטיפת המחברת.
 4. הדבק מדבקת נבחן במקום המיועד לכך בדף השער ובעטיפת המחברת.

הערה לבוחן: רשום את הערותיך בעמוד 15.

בשאלון זה 15 עמודים ונוסחאון.

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

בהצלחה!

המשך מעבר לדף

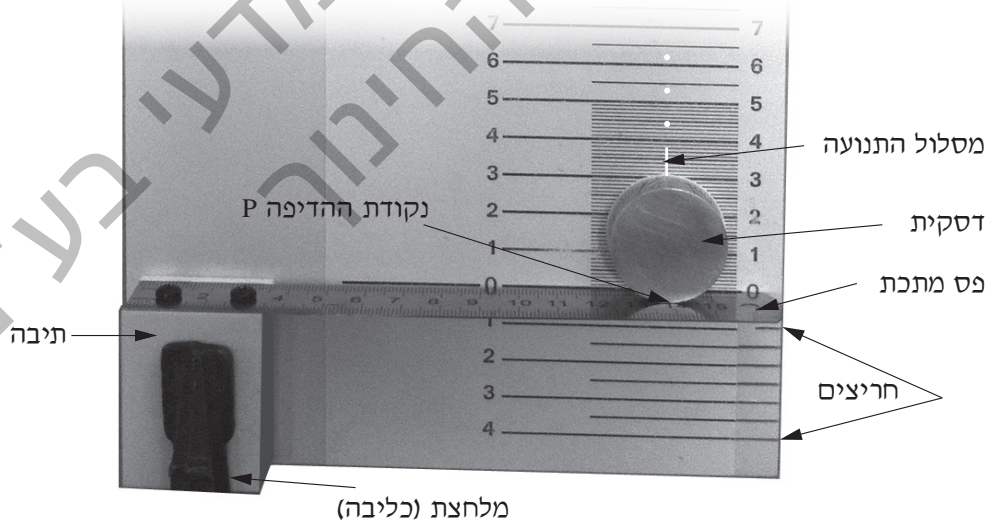
הדיפת דסקית על פני משטח החלקה באמצעות פס מתכת גמיש

רשימת הציוד:

1. משטח אופקי שעליו מותקנת תיבה (להלן: "משטח החלקה").
לתיבה מהודק פס מתכת גמיש ;
2. דסקית אלומיניום עבה, שמסתה 11 גרם ;
3. מלחצת (כליבה) ; **לא מסופק** ;
4. סרגל שאורכו 15 ס"מ.

תיאור המערכת:

מערכת הניסוי כוללת משטח אופקי שממדיו $20 \text{ cm} \times 35 \text{ cm}$. על המשטח מודבקת תיבת עץ שמהודק אליה פס מתכת גמיש (להלן: "פס מתכת"). (פס המתכת הוא במקורו סרגל מדידה, ואולם בניסוי זה הוא ישמש להדיפת הדסקית). על פני המשטח ישנם חריצים המשמשים כשנתות. ליד השנתות מסומנים ערכים מספריים המציינים את המרחק של כל שנת מן הקו האופקי שמעליו נמצא פס המתכת כשהוא רפוי. לקו הזה נקרא שנת "0". המרחק בין השנתות הוא 0.5 cm . מצדו האחר של פס המתכת מסומנות שנתות למדידת מרחק ההחלקה של הדסקית. על פני משטח ההחלקה מסומן קו לבן הניצב לשנת 0. לאורך הקו הזה תנוע הדסקית במהלך הניסוי, והוא יכונה "מסלול התנועה".
מערכת הניסוי מתוארת באיור 1.



איור 1: מערכת הניסוי - מבט מלמעלה

תאוריה:

מסיטים את פס המתכת שבאיור 1, על-ידי הפעלת כוח F בניצב 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 הוסטה הנקודה P של 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:

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

חלק א' - הדיפות הדסקית (20 נק')

הדק את תיבת העץ לשולחן באמצעות המלחצת.

כשפס המתכת רפוי, הנח את הדסקית **בתחילת** "מסלול התנועה", כך שהיא תיגע בפס המתכת בנקודה P (ראה איור 1). ודא שמשטח ההחלקה נקי לגמרי.

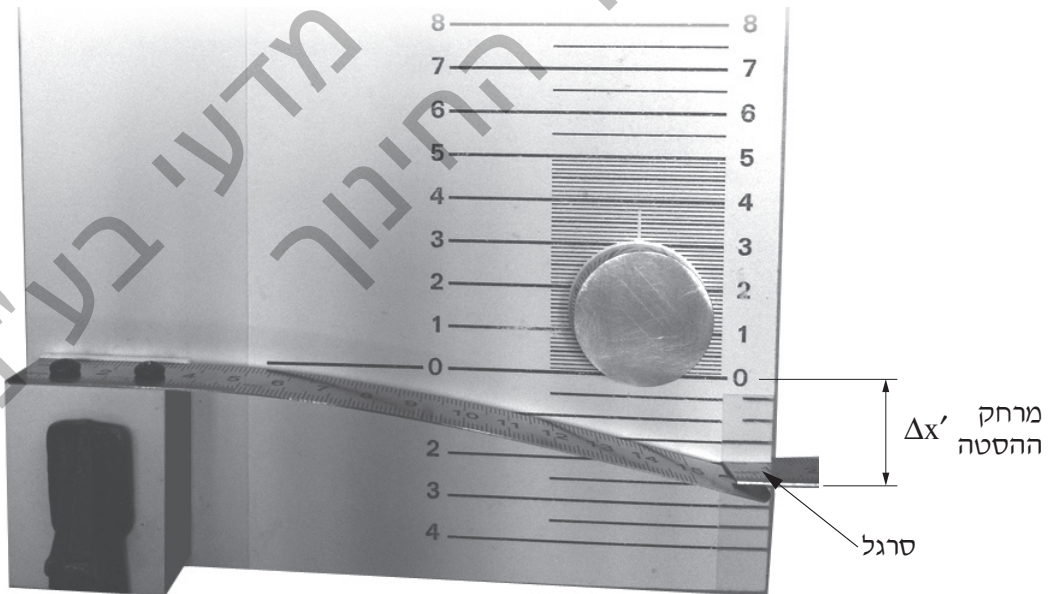
א. הסט לאחור (לעבר החריצים) את הקצה החופשי של פס המתכת, כך שהפס יעבור מעט את השַׁנְת המסומן 0.5 cm (החריץ הקרוב ביותר לשַׁנְת 0); מרחק זה יסומן ב' $\Delta x'$.

ב. הכנס לחריץ של השַׁנְת 0.5 cm את הסרגל כך שהוא ימנע מפס המתכת להשתחרר; **מרחק ההסטה** במצב הזה הוא $\Delta x' = 0.5$ cm. באיור 2 מתוארת מערכת הניסוי לפני ההדיפה כאשר מרחק ההסטה הוא $\Delta x' = 2$ cm.

שים לב: ערכי $\Delta x'$ פרופורציוניים בקירוב טוב לערכי Δx (מרחק נקודת ההדיפה P שבין הפס לבין הדסקית), לכן נוכל להציג אותם במקום את ערכי Δx .

ג. שלוף את הסרגל מן החריץ; פס המתכת ישתחרר, יפגע בדסקית, ויהדוף אותה לאורך "מסלול התנועה". סמן על-פני משטח ההחלקה את הנקודה שאליה הגיעה הדסקית בסוף ההחלקה על המשטח האופקי.

ד. בצע את האמור בסעיפים א' - ג' לעיל לפחות פעמיים נוספות, ובסה"כ לפחות שלוש פעמים. הקפד שהסימון שלך בכל הפעמים יהיה באותו מקום ביחס לדסקית. שים לב, אם באחת ההדיפות הנקודה שאליה הגיעה הדסקית חורגת מאוד משאר הנקודות (ורק במקרה זה), יש להתעלם מתוצאה זו, ולערוך מדידה נוספת.



איור 2: מערכת הניסוי לפני ההדיפה - מבט מלמעלה

3 נק') 1. א. רשום את תוצאות המדידות של מרחק ההחלקה L_0 בטבלה 1.

4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	מרחק ההסטה - $\Delta x'$ (ס"מ)
								L_0 מדידה I
								L_0 מדידה II
								L_0 מדידה III
								מדידה נוספת (לפי הצורך)
								הערך הממוצע של מרחק ההחלקה - \bar{L}_0 (ס"מ)

טבלה 1: תוצאות המדידות

3 נק') ב. חשב את \bar{L}_0 , הערך הממוצע של מרחק ההחלקה, ורשום אותו בטבלה 1.

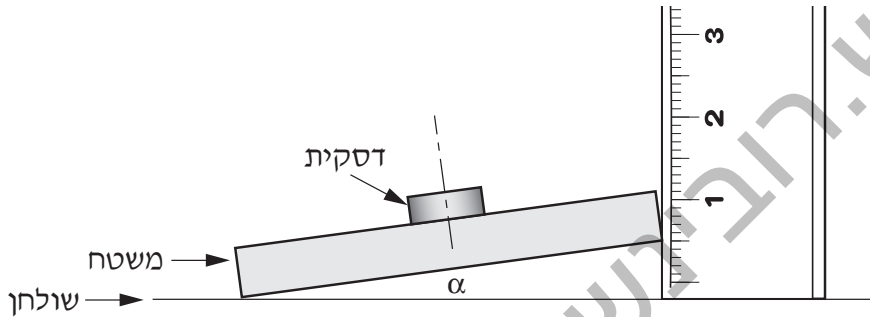
14 נק') 2. חזור על המדידות על-פי ההנחיות שבעמוד הקודם (סעיפים א'-ד'), עבור שבע השנתות האחרות (1.0 cm, 1.5 cm, ..., 4.0 cm), ורשום אותן בטבלה 1.

חלק ב': מציאת מקדם החיכוך בין הדסקית למשטח ההחלקה

עריכת הניסוי (10 נק')

הנח את הדסקית על הנייר המודבק על גבי משטח ההחלקה, והטה את המשטח באיטיות עד שהדסקית תגיע לסף התנועה (כלומר כל הגדלה מזערית נוספת של שיפוע המשטח תגרום להחלקת הדסקית על-פני המשטח).

3. (5 נק') היעזר בסרגל (מס' 4 ברשימת הציוד) (ראה איור 3) ומצא את ערך הטנגנס של זווית ההטיה α של המשטח שבה הדסקית נמצאת על סף התנועה. פרט את חישוביך.



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

4. (5 נק') מצא בעזרת הקשר: $\tan \alpha = \mu$ את מקדם החיכוך הסטטי, μ , בין הדסקית ובין המשטח.

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

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

א. $\sqrt{\Delta x}$ ג. $\frac{1}{\Delta x^2}$

ב. $\frac{1}{\Delta x}$ 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 12 יש נייר מילימטרי נוסף, שתוכל להשתמש בו במקרה הצורך. תוכל להשתמש גם בגיליון אלקטרוני על-פי הוראות הבוחרן.
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 לבין המשטח האופקי שווים זה לזה בקירוב.

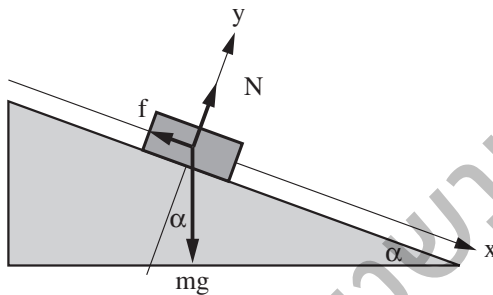
שאלות על הניסוי שביצעת (30 נקודות)

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 גלונומטר 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 גלונומטר 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 יכולה להתרחש החזרה גמורה במעבר ממים לזכוכית או מזכוכית למים? נמק.



טיוטה

ש.רובינשטיין ציוד מדעי בע"מ
משרד החינוך

טיוטה

ש.רובינשטיין ציוד מדעי בע"מ
משרד החינוך

הערות הבוחן

ש.רובינשטיין ציוד מדעי בע"מ
משרד החינוך

בהצלחה!

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