



חברת "ח"

הקף את מספרי השאלות שפתרת

8 7 6 5 4 3 2 1

תאריך:

11.6.15

שם התלמיד/ה: _____

בית הספר: _____

המורה בחמד"ע: _____

מבחן בפיזיקה במתכונת מבחן בגרות מכניקה, אופטיקה וגלים

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעתיים וחצי (150 דקות)
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון זה שני פרקים:
- פרק ראשון – מכניקה – חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה 25 נקודות,
- פרק שני – אופטיקה וגלים – שלוש שאלות, ומהן עליך לענות על שתי שאלות בלבד.
לכל שאלה 12.5 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון
(2) נספח נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורפים לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
(1) ענה על מספר שאלות כפי שנתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברות הבחינה).
(2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, רשום את פירוש הסימן במילים. לפני שתבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. רשום את התוצאה המתקבלת ביחידות המתאימות.
(3) בפתרון שאלות שנדרש בהן להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, יש לרשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או קבוע הכבידה העולמי G.
(4) בחישובך השתמש בערך של 10 מ' לשנייה² עבור תאוצת הנפילה החופשית.
(5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד

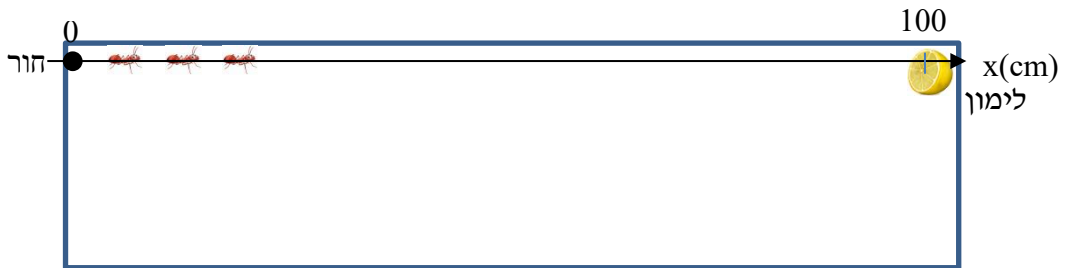
ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

ב ה צ ל ח ה !

פרק ראשון – מכניקה. עליך לפתור 3 מהשאלות 1 - 5

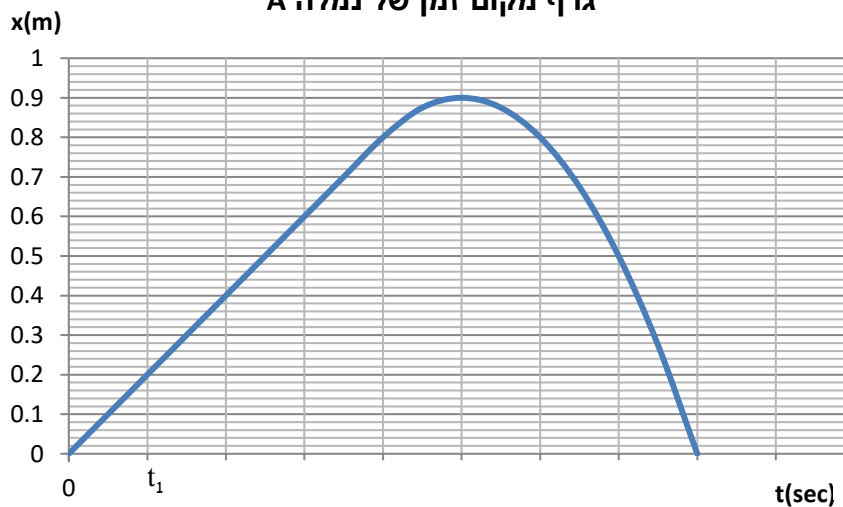
שאלה 1

מסופר על שלוש נמלים, A, B ו-C שיוצאות מחור קטן בפינת החדר ונעות במהירות קבועה של 10 ס"מ לשנייה לאורך הקיר. נמלה A יוצאת ראשונה, ברגע $t=0$, אחריה יוצאת נמלה B, ברגע $t=1s$, ואחריה יוצאת נמלה C, ברגע $t=2s$. במרחק של מטר אחד מהחור שמו חתיכת לימון במטרה להרחיק נמלים שכידוע שונאות ריח של לימון. ראה איור:



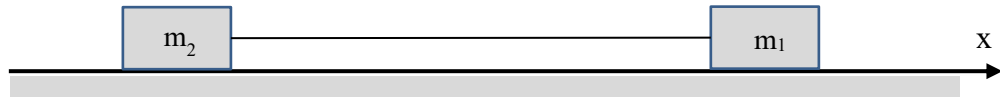
הנמלה A מבחינה בריח הלימון 20 ס"מ ממנו ומרגע זה תנועתה שוות תאוצה. היא הופכת את כיוון תנועתה 10 ס"מ מהלימון. להלן גרף מקום-זמן של תנועתה:

גרף מקום זמן של נמלה A



- א. חשבו את t_1 , ערך השנת הראשונה בציר האופקי של הגרף. (3 נק')
 - ב. חשבו את גודל תאוצתה של נמלה A בקטע של התנועה שוות התאוצה. (4 נק')
 - ג. תנועתה של נמלה B, שיוצאת מהחור ב- $t=1 s$, זהה לחלוטין לזו של נמלה A. (8 נק')
 - (1) חשבו את מקומה ואת מהירותה של נמלה A ברגע $t=9s$.
 - (2) חשבו את רגע המפגש של שתי הנמלים A ו-B.
 - ד. C היא נמלה מיוחדת: כשהיא מגיעה למרחק 20 ס"מ מהלימון, היא לא ממשיכה בקו ישר, אלא בתנועה מעגלית קצובה מבלי לשנות את גודל מהירותה ובתאוצה של $0.05 m/s^2$. המעגל משיק לציר x. (5 נק')
 - (1) חשבו את רדיוס המעגל.
 - (2) חשבו את זמן המחזור.
 - ה. האם במהלך הסיבוב הראשון של נמלה C ישנו רגע בו וקטור התאוצה שלה ווקטור התאוצה של נמלה A מכוונים לאותו כיוון? אם כן, ציינו באיזה רגע אחרי $t=0$ ומהו הכיוון, אם לא הסבירו מדוע. (5 נק')

שאלה 2



נתונים שני גופים שמסותיהם m_1 ו- m_2 , הנמצאים על משטח אופקי (ראו איור). בין שני הגופים למשטח אותו מקדם חיכוך הקינטי μ_k . הגופים קשורים באמצעות חוט מתוח, שמסתו זניחה. מושכים את הגוף שמסתו m_1 בכוח אופקי F ימינה כך שמערכת שני הגופים מאיצה על פני המשטח. נתון ש- $m_2 > m_1$.

- א. פתחו ביטוי עבור תאוצת מערכת שני הגופים באמצעות נתוני השאלה. (5 נק')
ב. האם הכוח השקול הפועל על m_1 גדול מהכוח השקול הפועל על m_2 , קטן ממנו או שווה לו? נמקו. (3 נק')
ג. אם כיוון הכוח המושך את הגוף שמסתו m_1 יהיה ימינה בזווית α מתחת לציר x וגודלו יישאר כפי שהיה, האם:

(1) גודלו של הכוח הנורמלי שהמשטח מפעיל על כל אחד מהגופים יגדל, יקטן או יישאר ללא שינוי? נמקו.

(2) גודל תאוצת הגופים יגדל, יקטן או יישאר ללא שינוי? נמקו.

(3) גודל מתיחות החוט המחובר בין הגופים יגדל, יקטן או יישאר ללא שינוי? נמקו.

(10 נק')

ד. נתונים:

מקדם החיכוך $\mu_k = 0.2$, המסות $m_1 = 1\text{kg}$, $m_2 = 3\text{kg}$, גודל הכוח $F = 13\text{N}$ והוא פועל אופקית ימינה.

חשבו את העבודה הכוללת המתבצעת על כל אחד משני הגופים בין הרגעים $t = 2\text{s}$ ו- $t = 4\text{s}$, אם ידוע

שברגע $t = 0$ הגופים היו במנוחה. (7 נק')

שאלה 3

בתרשים מתוארות במבט על שתי דסקיות הנמצאות על שולחן חלק. לדסקית אחת מסה m והיא נעה בכיוון השלילי של ציר y ; לדסקית השנייה מסה $2m$ והיא נעה בכיוון החיובי של הציר x . גודל מהירותן של שתי הדסקיות שווה v .

הדסקיות מתנגשות וידוע שלאחר ההתנגשות, הדסקית בעלת מסה $2m$ נעה בכיוון השלילי של ציר y במהירות שגודלה v (במאונך לכיוון מהירותה המקורית). הדסקית שמסתה m נעה במהירות שגודלה u בזווית α ביחס לציר x (ראה תרשים).

א. (1) האם התנע הכולל של המערכת נשמר? נמקו.

(2) האם התנע של הדסקית בעלת מסה $2m$ נשמר? נמקו.

(5 נק')

ב. פתחו ביטוי לגודל, u , של מהירות המסה m לאחר ההתנגשות באמצעות v וחשבו את ערכה של

הזווית α .

(8 נק')

ג. הוכיחו שבהתנגשות המתוארת האנרגיה הקינטית של המערכת גדלה (ידוע שזה קרה עקב שחרור

אנרגיה פנימית שהייתה אגורה במערכת).

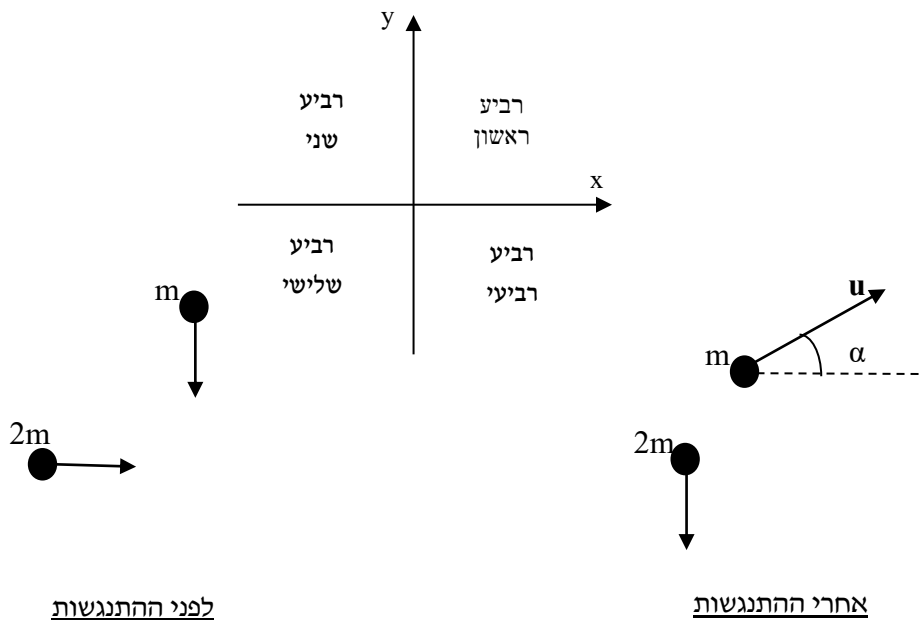
(4 נק')

ד. (1) בטאו באמצעות m ו- v את גודל המתקף שפעל על הדסקית בעלת מסה $2m$ במהלך ההתנגשות.

(2) באיזה רביע של מערכת הצירים המופיעה באיור נמצא וקטור המתקף שהפעילה הדסקית שמסתה

$2m$ על הדסקית שמסתה m במהלך ההתנגשות? נמקו.

(8 נק')

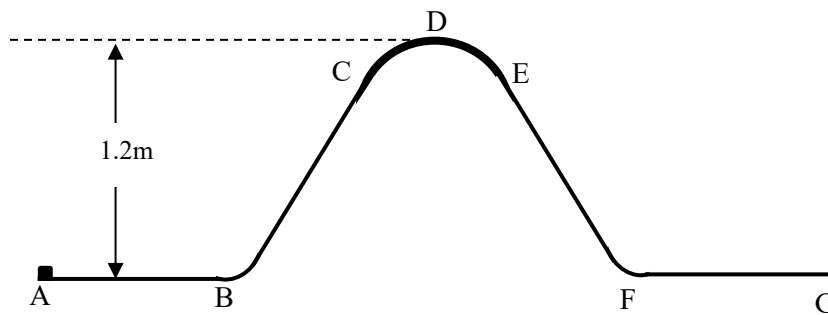


שאלה 4

מבצעים ניסוי על הקוטב הצפוני של כוכב לכת שרדיוסו 9000km וצפיפותו אחידה בכל נפחו, 2000kg/m^3 .
א. חשבו את תאוצת הנפילה החופשית, g_p , על פני כוכב. (4 נק')

להמשך פתרון השאלה השתמשו בערך $g_p = 5\text{m/s}^2$.

לצורך הניסוי, על פני כוכב הלכת הני"ל נבנה מסלול ABCDEFG במישור אנכי, בו הקטעים AB ו- FG ישרים ואופקיים ו- CDE הינו קשת מעגלית שרדיוסה 0.4m . הנקודה D היא שיא הגובה והיא נמצאת 1.2m מעל הנקודות A, B, G, F. המסלול חלק, מלבד הקטע הקשתי CDE.



בניסוי המתקיים על מסלול זה על פני כוכב הלכת הני"ל משוגר מנקודה A גוף שמסתו $m = 1.5\text{kg}$ במהירות כזאת, שבנקודה D הוא מעיק על המסלול בכוח שגודלו מחצית מכוח הכובד שפועל עליו.

ב. במצב זה חשבו את מהירותו של הגוף בנקודה D. (4 נק')

ג. נתון שמקדם החיכוך הקינטי בין הגוף לחלק הקשתי CDE של המסלול הוא $\mu_k = 0.2$.

(1) מהו גודל כוח החיכוך הפועל הגוף בנקודה D?

(2) מהו הכוח השקול (גודל וכיוון) שמפעיל הגוף על המסלול בנקודה D?

(5 נק')

ד. ידוע שבתנועתו מנקודה C לנקודה D הגוף איבד אנרגיה מכנית של 2.25J . חשבו את המהירות

שהוענקה לגוף בנקודה A. (6 נק')

ה. האם בתנועת הגוף מנקודה C לנקודה D גודלו של כוח החיכוך נשאר קבוע, גדל או קטן? נמקו.

(6 נק')

שאלה 5

השרות המטאורולוגי של ישראל משתמש בתמונות לוויין המראות תמיד את אותו אזור על פני כדור הארץ. התמונות מגיעות מלוויין הנמצא במסלול גיאוסטאציונרי מעל קו המשווה של כדור הארץ, כלומר הוא תמיד מעל אותה נקודה בקו המשווה של כדור הארץ.

א. חשבו את הגובה מעל פני כדור הארץ בו נמצא הלוויין. (5 נק') (5 נק')

ב. חשבו את מהירותו הקווית של הלוויין. (4 נק')

ג. חשבו את גודל תאוצת הכובד בגובה זה. (4 נק')

ד. בתוך הלוויין יש דינמומטר בעל קבוע כוח של 10 ניוטון למטר, ועליו תלויה מסה של 5 גרם. מהי הוריית הדינמומטר? (3 נק')

ה. אסטרונומים גילו כוכב שרדיוסו, R_S , קטן פי 2 מרדיוס כדור הארץ, R_E . הם שלחו לכוכב זה רובוט לצורך ניסויים שונים. באחד הניסויים הרובוט זרק אופקית כדור מגובה מסוים ומדד את ההעתק האופקי עד לפגיעה בקרקע. נמצא שההעתק אופקי היה זהה לזה של כדור שנזרק אופקית בכדור הארץ מאותו גובה ובאותה מהירות.

ידוע שהגובה ממנו נזרקו הכדורים היה קטן מאד ביחס לרדיוסים R_S ו- R_E .
התנגדות האוויר זניחה.

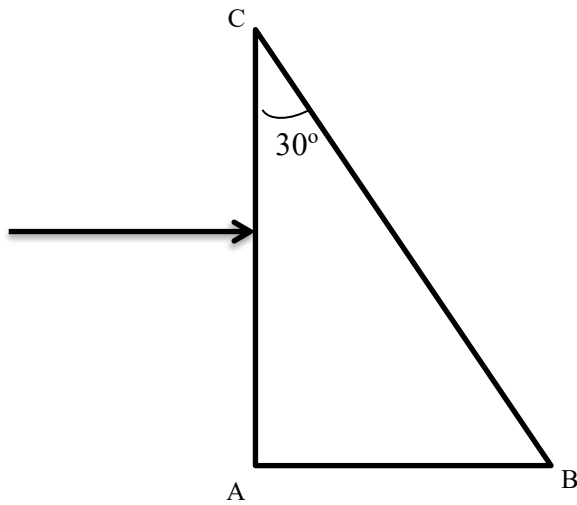
(1) התייחסו לתוצאת הניסוי המתואר וחשבו את היחס M_E/M_S בין המסה של כדור הארץ לבין המסה של הכוכב שהתגלה?

(2) כיצד השתמשתם בפתרון בעובדה שהגובה ממנו נזרקו הכדורים היה קטן מאד ביחס לרדיוסים R_S ו- R_E ?

(9 נק')

פרק שני - אופטיקה וגלים (25 נקודות) ענו על שתיים מהשאלות 6-8

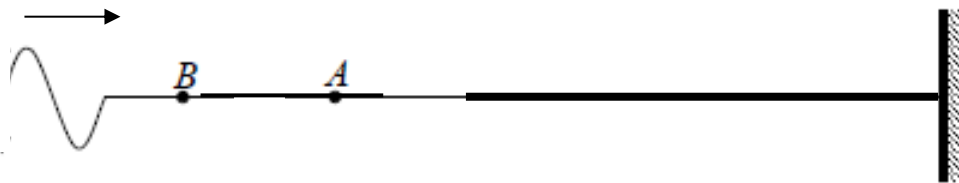
שאלה 6



קרן של אור אדום מפנס לייזר פוגעת במאונך בדופן AC של מנסרה משולשת ישרת הזווית ABC עשויה זכוכית (ראו איור). מקדם השבירה של הזכוכית $n=1.5$.
 במעבר הקרן דרך המנסרה חלקה מוחזר וחלקה מועבר.
 א. (1) סרטטו את מהלך הקרן, כולל יציאתה לאוויר דרך הדופן BC.
 (2) חשבו את הזווית בין הדופן BC לקרן היוצאת מהמנסרה דרך דופן זאת.

(5 נק')

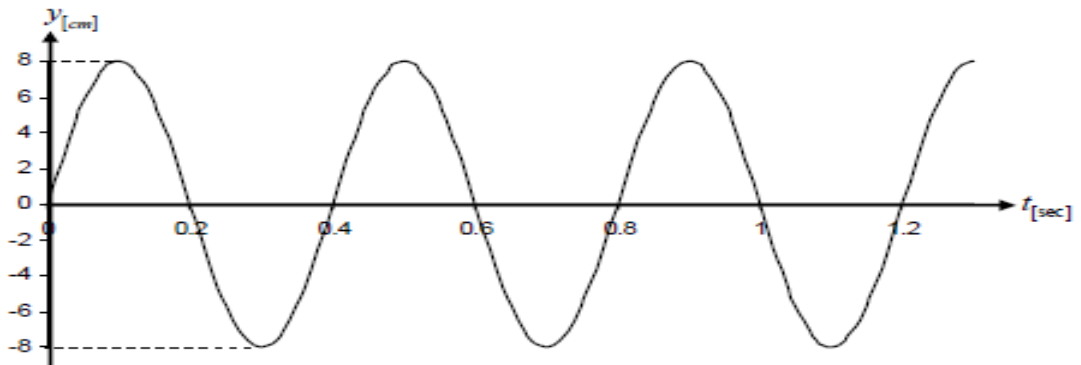
גל מחזורי חד ממדי מתקדם בחבל אלסטי קל ועובר לחבל כבד יותר.



(5 נק')

ב. לגבי הגל המועבר :

- (1) מסתבר שאורך הגל שלו קטן יותר מאורך הגל הפוגע. הסבירו מדוע.
 - (2) האם המשרעת של הגל המועבר שווה לזאת של הגל הפוגע, קטנה ממנה או גדולה ממנה? נמקו.
- הגרף שלפניכם מתאר את העתקה של הנקודה A שעל החבל כפונקציה של הזמן (לפני שהגל הגיע לנקודת הקשר בין שני החבלים), מרגע שרירותי כלשהו המוגדר כ- $t = 0$.

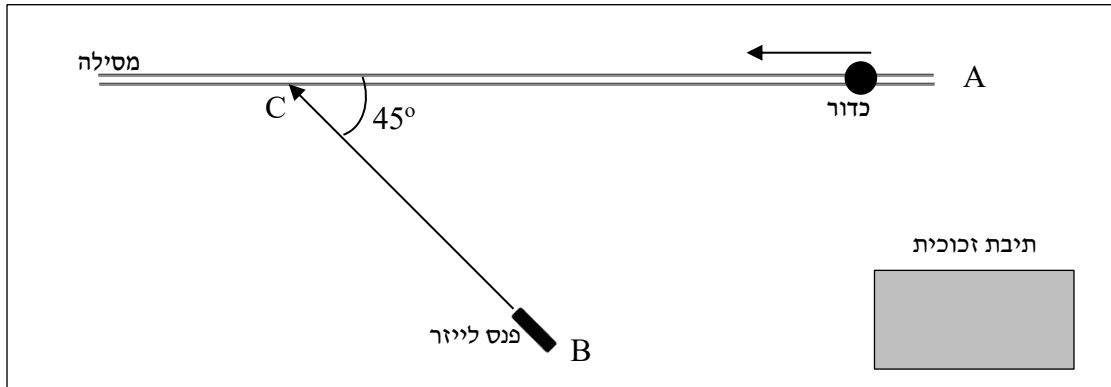


מהירות הגל המתקדם ימינה בחבל הקל היא 0.2 m/s .

ג. עבור הרגע $t = 0.5 \text{ s}$ מהו העתק הנקודה B הנמצאת במרחק 12 cm משמאל לנקודה A? הסבירו את קביעתכם.
 (2.5 נק')

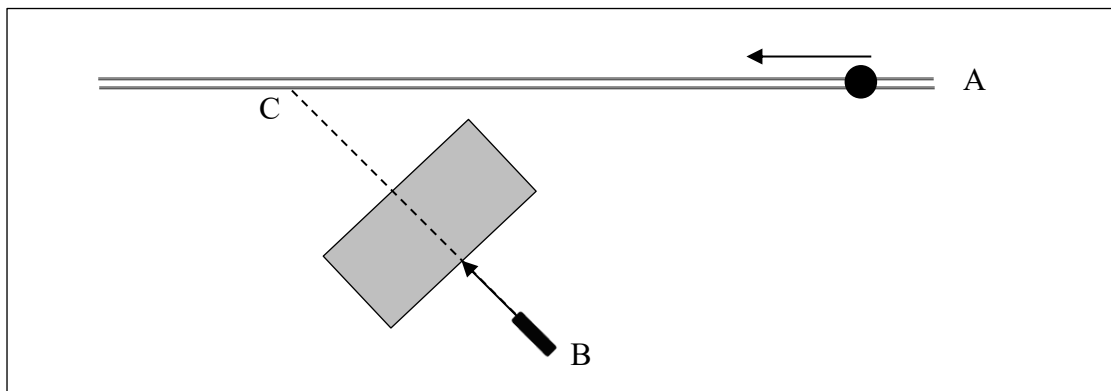
שאלה 7

חברת צעצועים יצרה משחק בו כדור קטן נשלח מקצה A של מסילה אופקית ישרה וחלקה והוא מתגלגל לאורך המסילה. בנקודה B מותקן פנס לייזר שיכול לשלוח אלומה צרה בכיוון 45° עם המסילה, עד לנקודה C. איור 1 מתאר במבט על את לוח המשחק.

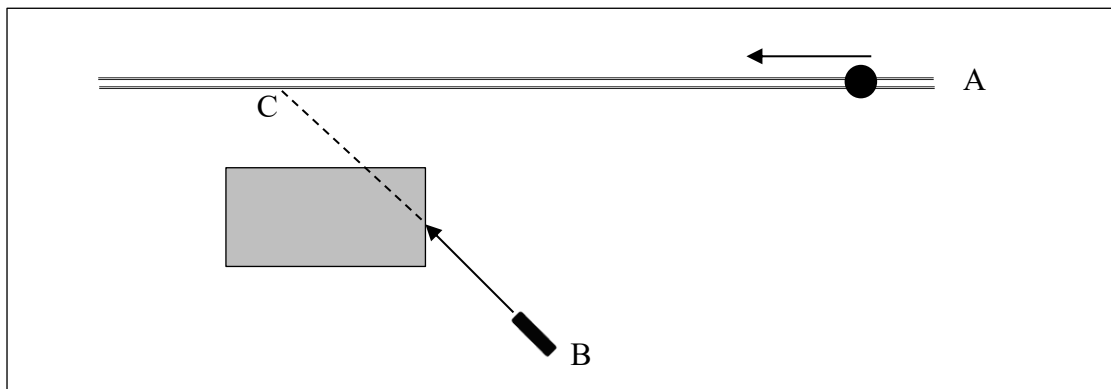


איור 1

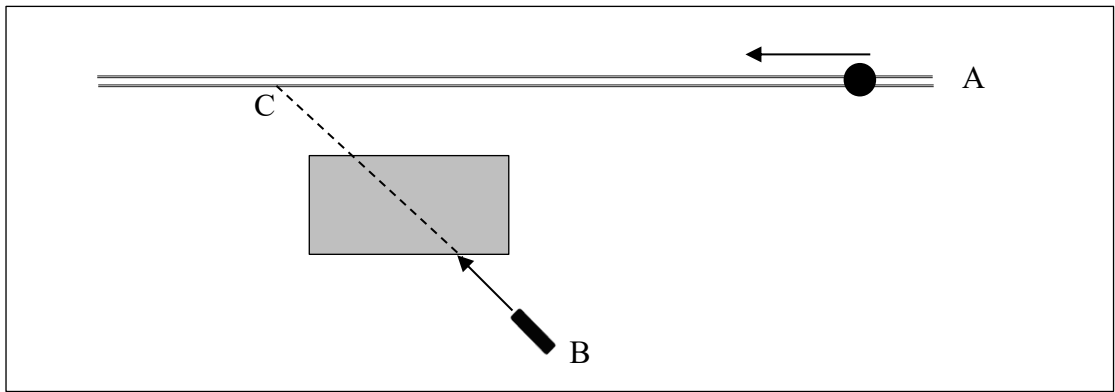
למשחק מצורפת תיבה מלבנית עשויה זכוכית שמקדם השבירה שלה $n=1.5$. התיבה מצופה ציפוי שקוף מיוחד שמונע החזרות מהדפנות החיצוניות. המשימה היא למקם את התיבה כך שקרן הלייזר **לא תפגע** בכדור המתגלגל. באיורים 2, 3, 4 מתוארת התיבה כפי שמיקמו אותה שלושה ילדים – יואב, יעל ויובל - ששיחקו במשחק. א. איזה משלושת הילדים זכה? הסבירו בליווי תרשים מתאים. (6 נק')



איור 2 - יואב



איור 3 - יעל



איור 4 - יובל

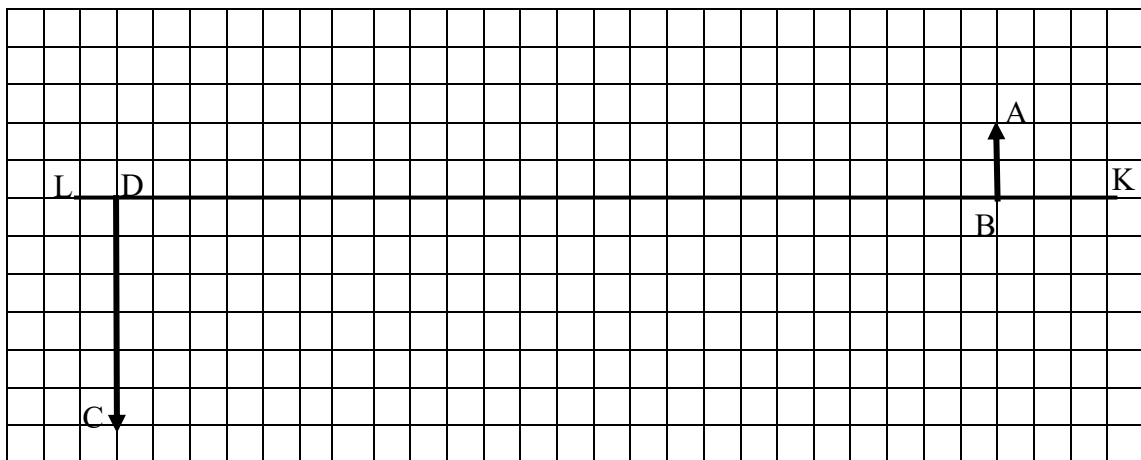
ב. באיור 5 שני החיצים, AB ו-CD, מתארים עצם ודמותו שנוצרה באמצעות עדשה. הקו LK הינו הציר האופטי של העדשה.

(1) האם אפשר לדעת איזה חץ מייצג את העצם ואיזה חץ מייצג את הדמות? נמקו.

(2) העתיקו את האיור 5 לטופס הבחינה וקבעו באיור את מיקום העדשה.

(3) אם ידוע שהמרחק בין כל שני קווים אופקיים או אנכיים סמוכים באיור מתאים ל-2cm במציאות, חשבו מהי עוצמת העדשה, ביחידות של דיופטר.

(6.5 נק'')



איור 5

שאלה 8



הצלילים המופקים בגיטרה נוצרים כתוצאה מהיווצרות גל עומד עם נקודת קמר (טבור) אחת, בכל מיתר. אחד ממיתרי הגיטרה שאורכו 66cm מתוח כך, שישמיע את הצליל מי (mi), שתדירותו הוא . 330Hz.

א. (1) מהו אורך הגל העומד במיתר זה?

(2) מהי מהירות הגל במיתר זה?

(4 נק')

ב. על מנת לשנות את גובה הצליל באותו מיתר, הנגן לוחץ על המיתר וכך הוא גורם להיווצרות גל עומד רק בחלק מהמיתר. מה צריך להיות עתה אורך חלק המיתר שבו נוצר גל עומד, כדי שיופק הצליל סול (sol)

שתדירותו היא 392Hz? (3 נק')

ג. קיים צליל מי (mi) אחר, גבוה יותר, שתדירותו גדולה פי שניים מתדירותו של צליל מי לעיל. היכן יש

ללחוץ על אותו המיתר כדי להפיק מי (mi) גבוה? ענה ללא חישוב. (3 נק')

ד. בגיטרה אורך המיתרים זהה. הסבירו מדוע הם מפיקים צלילים שונים. (2.5 נק')