

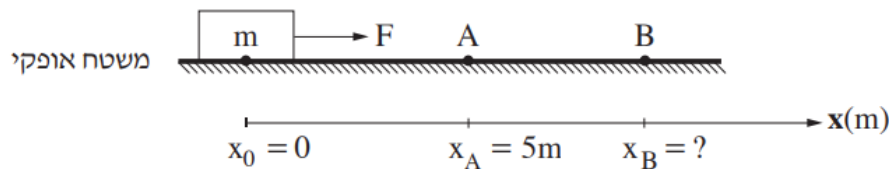
תנע ואנרגיה 2024 - שאלה

5. גוף שמסתו $m = 2\text{kg}$ מונח על משטח אופקי מחוספס. מקדם החיכוך הקינטי בין הגוף לבין המשטח הוא $\mu = 0.2$.

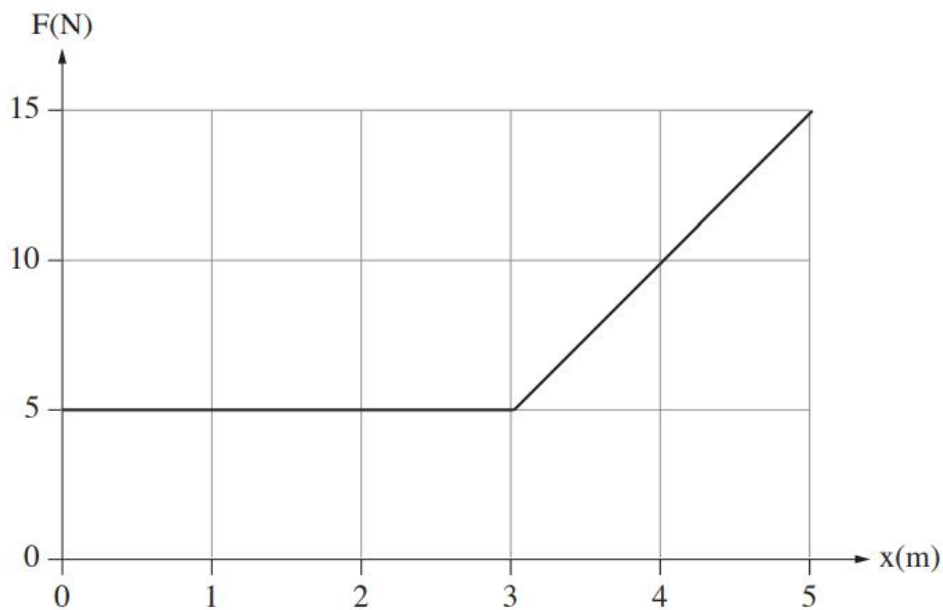
מגדירים ציר מקום, x , שראשיתו $x_0 = 0$ במיקום שבו הגוף מונח, וכיוונו החיובי ימינה (ראו תרשים א).

מפעילים על הגוף כוח אופקי F שכיוונו ימינה והגוף מתחיל לנוע על המשטח. כאשר הגוף מגיע לנקודה A ששיעורה $x_A = 5\text{m}$, הכוח F מפסיק לפעול.

מן הנקודה A הגוף ממשיך לנוע על המשטח עד שהוא נעצר בנקודה B. נסמן ב- x_B את המיקום של הנקודה B. **שימו לב:** תרשים א אינו בקנה מידה.



בגרף שבתרשים ב מוצג גודלו של הכוח F כפונקצייה של מיקום הגוף.



א. קבעו מהו הגודל הפיזיקלי שמבטא השטח הכלוא בין הגרף לבין ציר המקום (x) כאשר הכוח F פועל, וחשבו את גודלו של השטח הכלוא. (6 נקודות)

ב. חשבו את עבודת כוח החיכוך מתחילת תנועתו של הגוף עד להגעתו לנקודה A. (8 נקודות)

ג. חשבו את מהירות הגוף בחולפו בנקודה A. (8 נקודות)

ד. חשבו את x_B , שיעור הנקודה B שבה נעצר הגוף. (7 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

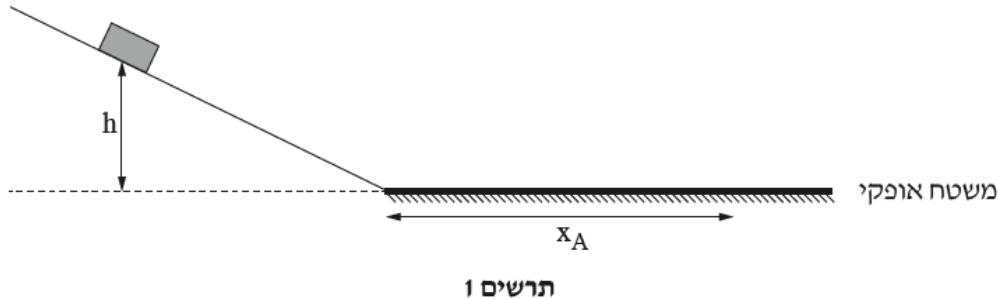
תנע ואנרגיה 2023 - שאלה 5

5.

בתרשים 1 שלפניכם מתוארת מערכת המורכבת ממישור משופע חלק וממשטח אופקי מחוספס.

משחררים ממנוחה גוף מנקודה כלשהי על גבי המישור המשופע. הגוף נע במורד המישור ונעצר על גבי המשטח האופקי.

בשאלה זו יש להזניח את התנגדות האוויר.



א. (1) קבעו אם האנרגייה המכנית של הגוף נשמרת בכל אחד משני קטעי התנועה (המישור המשופע והמשטח האופקי). נמקו את קביעותיכם.

(2) קבעו אם תנע הגוף נשמר בכל אחד משני קטעי התנועה (המישור המשופע והמשטח האופקי). נמקו את קביעותיכם. (6 נקודות)

נתונים שני גופים: גוף A שמסתו $m_A = 0.4\text{kg}$ וגוף B שמסתו $m_B = 1.2\text{kg}$.

נתון כי מקדם החיכוך בין כל אחד מן הגופים לבין המשטח האופקי הוא זהה.

משחררים את גוף A מגובה $h = 0.6\text{m}$. הגוף נעצר על המשטח האופקי לאחר שעבר על גביו מרחק $x_A = 1.5\text{m}$.

ב. חשבו את מקדם החיכוך בין המשטח האופקי לבין הגוף A. (8 נקודות)

ג. אילו היו משחררים את גוף B מאותו הגובה, האם המרחק שהוא היה עובר על פני המשטח האופקי היה גדול מ- x_A , שווה לו או קטן ממנו? נמקו את תשובתכם. (6 נקודות)

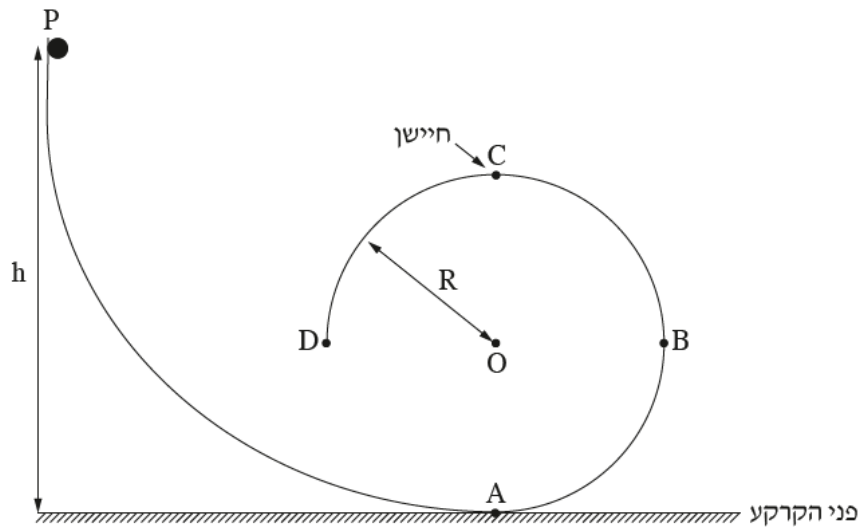
משאירים את גוף A על המשטח האופקי ומשחררים את גוף B מנקודה כלשהי על המישור המשופע. גוף B מתנגש בגוף A התנגשות אלסטית לחלוטין. גודל המהירות של גוף B רגע לפני ההתנגשות הוא $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

הניחו כי זמן ההתנגשות קצר מאוד וכי הכיוון החיובי נקבע בכיוון ימין.

ד. מהו המתקף (גודל וכיוון) שפעל על גוף B בהתנגשות זו? (8 נקודות)

תנע ואנרגיה 2023 - שאלה 4

4. בתרשים שלפניכם מוצגת מערכת המורכבת ממסילה חלקה PABCD. קטע המסילה ABCD הוא חלק ממעגל אנכי שרדיוסו R. בנקודה C, הנקודה הגבוהה ביותר במסילה, יש חיישן, וברגע שמופעל עליו כוח שגודלו לפחות $N_{C, \min}$ נסגר מעגל חשמלי שמדליק נורה. בשאלה זו יש להזניח את התנגדות האוויר.



- מחזיקים כדור קטן שמסתו m על המסילה בגובה h מעל פני הקרקע, ומשחררים אותו ממנוחה. הכדור נע על המסילה וברגע שהוא מגיע לנקודה C החיישן מציג את ערך הכוח המופעל עליו, N_C .
- א. (1) סרטטו את תרשים הכוחות הפועלים על הכדור בחולפו בנקודה C. ליד כל כוח ציינו את שמו ומה מפעיל אותו.
- (2) בטאו את גודל הכוח N_C המופעל על החיישן כפונקצייה של הגובה h . השתמשו בפרמטרים R , m ו- g . (9 נקודות)

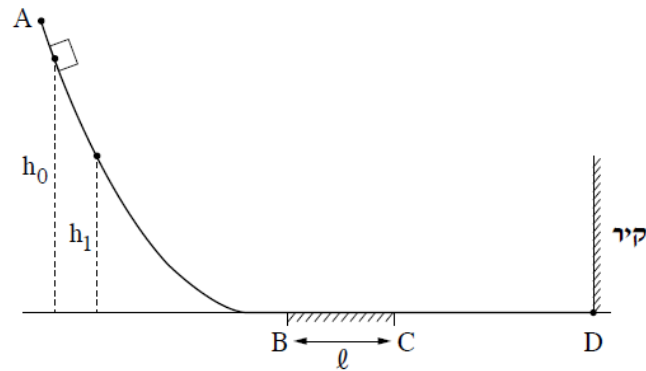
חוזרים ומשחררים את הכדור ממנוחה כמה פעמים, בכל פעם מגובה h אחר, ורושמים את ערכי הכוח שמציג החיישן, N_C . תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניכם.

$h(m)$	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4
$N_C(N)$	0.20	0.55	0.75	0.95	1.20

- ב. (1) סרטטו את דיאגרמת הפיזור של הכוח N_C כפונקצייה של הגובה h .
- (2) הוסיפו קו מגמה לדיאגרמת הפיזור שסרטטתם. (8 נקודות)
- ג. היעזרו בגרף וחשבו את רדיוס המעגל R ואת מסת הכדור m . (8 נקודות)
- נתון: הכוח המינימלי שצריך להפעיל על החיישן כדי שהנורה תידלק הוא $N_{C, \min} = 0.6N$.
- ד. קבעו או חשבו את הגובה המינימלי $h_{\min}$ שממנו יש לשחרר את הכדור כדי שהנורה תידלק. (4 נקודות)
- מסמנים ב- h_1 את שיעור ה- x של נקודת החיתוך בין קו המגמה לבין הציר האופקי.
- ה. אילו היו משחררים את הכדור מגובה h_1 , האם גודל מהירות הכדור בנקודה C היה שווה לאפס? אם כן – נמקו את תשובתכם, אם לא – חשבו את גודל המהירות של הכדור בנקודה זו. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

תנע ואנרגיה 2022-שאלה 4

4. גוף קטן שמסתו m מחליק על גבי מסילה ABCD המחוברת לקיר בנקודה D (ראו תרשים). הקטעים AB ו-CD של המסילה הם חלקים. אורכו של הקטע האופקי BC הוא ℓ , ומקדם החיכוך בינו לבין הגוף הוא μ .



- שחררו את הגוף ממנוחה מגובה h_0 (ראו תרשים). הגוף נע על גבי המסילה לכיוון הקיר, התנגש בו בנקודה D והתנגשות אלסטית (לחלוטין), וחזר חזרה על גבי המסילה. בדרכו חזרה הגיע הגוף לגובה מרבי h_1 .
- א. סרטטו את תרשים הכוחות הפועלים על הגוף כשהוא נע בקטע BC, בתנועתו מן הנקודה B לנקודה C. ליד כל כוח רשמו את שמו. (4 נקודות)
- ב. פתחו ביטוי לעבודת כוח החיכוך במהלך תנועת הגוף מגובה h_0 ועד להגיעתו לגובה h_1 בדרכו חזרה במעלה המסילה. השתמשו בפרמטרים m , ℓ ו- μ . (4 נקודות)
- לאחר שהגיע הגוף לגובה h_1 הוא המשיך לנוע על גבי המסילה ABCD הלוך ושוב כמה פעמים. בכל פעם הגיע הגוף לגובה מרבי אחר, h_n . הגובה h_n שאליו הגיע הגוף נמדד $n = 5$ פעמים.
- ג. פתחו ביטוי של הגובה h_n כפונקצייה של n . השתמשו בפרמטרים h_0 , ℓ ו- μ . (6 נקודות)
- תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניכם:

מספר המדידה n	1	2	3	4	5
h_n (m)	1.30	1.12	0.88	0.73	0.53

- ד. (1) סרטטו דיאגרמת פיזור (נקודות במערכת צירים) של h_n כפונקצייה של n .
- (2) הוסיפו לדיאגרמת הפיזור את הישר המתאים לה ביותר (קו מגמה). (8 נקודות)

נתון: $\ell = 0.25\text{m}$.

ה. היעזרו בגרף שסרטטתם ומצאו:

(1) את הגובה ההתחלתי h_0 שממנו שוחרר הגוף.

(2) את מקדם החיכוך μ .

(8 נקודות)

בניסוי נוסף ציפו את הקיר בחומר מסוים ושחררו שוב את הגוף ממנוחה מגובה h_0 . הערך של הגובה h_1' שנמדד

בניסוי הנוסף היה קטן מן הערך h_1 שנמדד בניסוי הקודם.

ו. קבעו אם עבודת הכוח הנורמלי שהקיר הפעיל על הגוף במהלך ההתנגשות בניסוי הנוסף הייתה חיובית, שלילית

או שווה לאפס. נמקו את קביעתכם. (3 $\frac{1}{3}$ נקודות)

תנע ואנרגיה 2022 - שאלה 5

5.

לינוי אשרם, המתעמלת האומנותית הישראלית, זכתה במדליית זהב באולימפיאדת טוקיו (2021) בתחרות קרב־רב אישי.

אחד מן התרגילים שהיא ביצעה בהצלחה רבה היה תרגיל עם כדור.

תלמידה המתאמנת גם היא בהתעמלות אומנותית ביצעה תרגיל ראשון באמצעות כדור שמסתו 400 גרם. היא זרקה את הכדור בכיוון אנכי כלפי מעלה מגובה 1 מטר. הכדור הגיע לגובה מרבי של 6 מטרים מעל הקרקע ונפל בחזרה על הקרקע. הניחו שהתנגדות האוויר זניחה בכל שלבי תנועת הכדור.

א. חשבו את גודל המהירות של הכדור ברגע פגיעתו בקרקע. (6 נקודות)

ב. האם גודל המהירות של הכדור ברגע שיצא מידיה של התלמידה היה קטן מגודל מהירות הכדור ברגע פגיעתו בקרקע, גדול ממנו או שווה לו? נמקו את תשובתכם. (5 נקודות)

לאחר שהכדור פגע בקרקע, הוא נותר ממנה בכיוון אנכי כלפי מעלה. גודל המהירות של הכדור מייד לאחר הניתור מן הקרקע היה שווה לגודל המהירות של הכדור כאשר הוא פגע בקרקע.

ג. האם במהלך הפגיעה בקרקע הופעל על הכדור מתקף? אם כן – חשבו את גודלו של המתקף, אם לא – הסבירו. (6 נקודות)

ד. האם במהלך הפגיעה בקרקע בוצעה על הכדור עבודה? אם כן – חשבו את גודלה של העבודה, אם לא – הסבירו. (6 נקודות)

התלמידה ביצעה תרגיל שני, הפעם עם שני כדורים זהים, כדור 1 וכדור 2. התלמידה זרקה את כדור 1 כפי שזרקה את הכדור בתרגיל הראשון, אך הפעם היא הציבה בדרכו של כדור 1, לאחר שהוא חזר מן הקרקע, את כדור 2. היא שחררה את כדור 2 ממנוחה בגובה 1 מטר, בדיוק ברגע שבו כדור 1 הגיע לגובה זה, ושני הכדורים התנגשו זה בזה. הניחו שההתנגשות בין הכדורים הייתה אלסטית (לחלוטין) ונמשכה זמן קצר מאוד, וכן הייתה מצחית (הכיוון של תנועת כדור 1 לפני ההתנגשות התלכד עם הקו האנכי המחבר בין המרכזים של שני הכדורים).

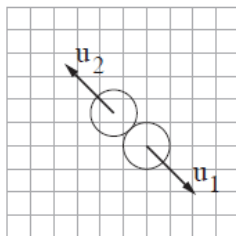
ה. חשבו את גודל המהירות של כל אחד משני הכדורים מייד בתום ההתנגשות. (6 נקודות)

התלמידה ביצעה את התרגיל עם שני הכדורים כמה פעמים, ובכל פעם ההתנגשות בין הכדורים הייתה אלסטית (לחלוטין). בחלק מן הפעמים ההתנגשות בין הכדורים הייתה מצחית ובחלק מן הפעמים היא לא הייתה מצחית.

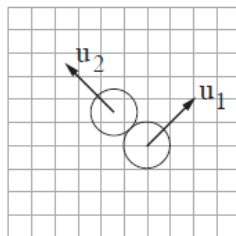
ו. בכל אחד מן התרשימים 1–4 שלפניכם מוצגים שני כדורים ברגע שלאחר ההתנגשות ביניהם. החיצים שעל

הכדורים שבתרשימים מייצגים את המהירויות שלהם (בקנה מידה אחד) מייד בתום ההתנגשות.

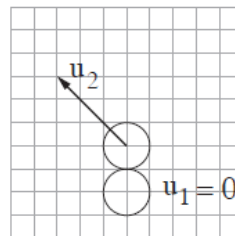
קבעו מהו התרשים שיכול לתאר את המצב של הכדורים באחד מן התרגילים של התלמידה. נמקו את קביעתכם. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)



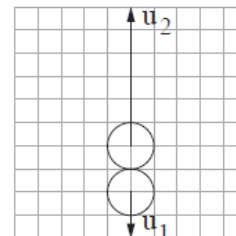
4



3



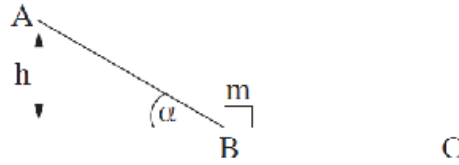
2



1

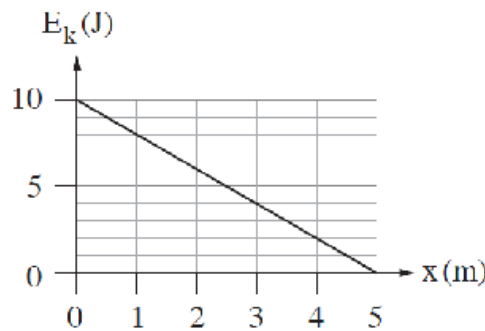
תנע ואנרגיה 2021-שאלה 4

4. נתונה מסילה ABC. הקטע AB של המסילה חלק ומשופע בזווית α ביחס לאופק, ואילו הקטע BC אופקי ולא חלק. גוף שמסתו m נמצא במנוחה בנקודה B (ראה תרשים). משכו את הגוף מן הנקודה B לעבר הנקודה A באמצעות כוח חיצוני F שכיוונו מקביל לקטע AB וגודלו איננו קבוע. הגוף הגיע לנקודה A במהירות אפס. גודל הכוח F איננו נתון.



נתון: $m = 0.5\text{kg}$, $\alpha = 30^\circ$, גובה הנקודה A הוא $h = 2\text{m}$.

- א. קבע או חשב את העבודה של הכוח הנורמלי ואת העבודה של כוח הכובד שפעלו על הגוף לאורך הקטע AB. פרט את שיקוליך. (9 נקודות)
- ב. חשב את העבודה הכוללת של הכוחות שפעלו על הגוף לאורך הקטע AB. (5 נקודות)
- ג. חשב את עבודת הכוח החיצוני F שפעל על הגוף לאורך הקטע AB. (4 נקודות)
- לאחר שהגוף הגיע אל הנקודה A, הכוח החיצוני F הפסיק לפעול, והגוף החל לנוע בחזרה על המסלול ABC. בדרכו חזרה חלף הגוף בנקודה B, ונעצר לפני שהוא הגיע אל הנקודה C. מקדם החיכוך הקינטי בין המסילה לבין הגוף בקטע BC הוא μ_k .
- ד. חשב את הגודל של מהירות הגוף בחולפו בנקודה B. (5 נקודות)
- נסמן ב- x את המרחק של הגוף מן הנקודה B במהלך תנועתו בקטע BC. לפניך גרף המתאר את האנרגייה הקינטית של הגוף כפונקציה של x .

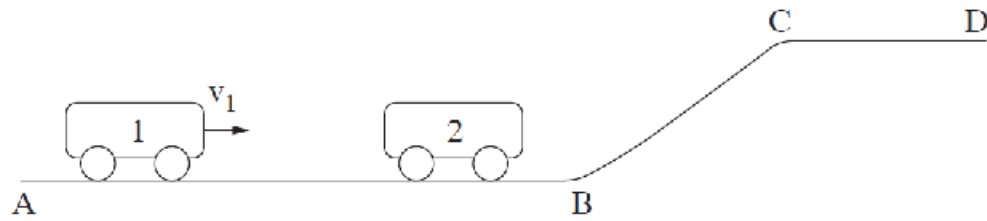


- ה. בטא את האנרגייה הקינטית של הגוף במהלך תנועתו בקטע BC באמצעות x , g , h , m ו- μ_k . (6 נקודות)
- ו. היעזר בביטוי שקיבלת בסעיף ה ובגרף הנתון, וחשב את μ_k . (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

תנע ואנרגיה 2021- שאלה 4

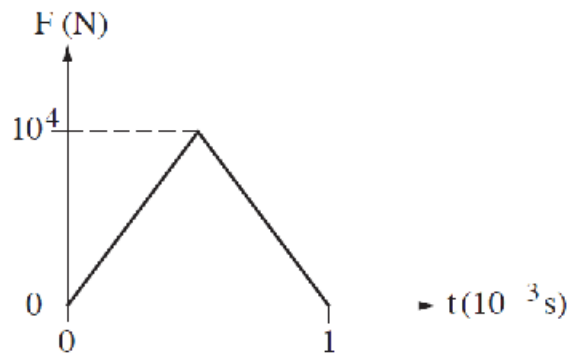
5. בתרשים 1 מוצגת מסילה חלקה ABCD.

קרונית 1 שמסתה $m_1 = 2\text{kg}$ נעה ימינה על קטע המסילה האופקי AB במהירות שגודלה v_1 .



תרשים 1

קרונית 1 מתנגשת התנגשות מצח אלסטית (לחלוטין) בקרונית 2 הנמצאת במנוחה על קטע AB של המסילה. הנח שתרשים 2 מתאר את הכוח F שהפעילה קרונית 1 על קרונית 2 במהלך ההתנגשות, כפונקציה של הזמן.



תרשים 2

א. איזה גודל פיזיקלי מייצג השטח הכלוא בין העקומה שבתרשים 2 ובין ציר הזמן? (6 נקודות)

ב. לאחר ההתנגשות קרונית 2 נעה ימינה במהירות $u_2 = 1.25 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$.

חשב את המסה m_2 של קרונית 2. (9 נקודות)

ג. כתוב שתי משוואות לחישוב המהירות של קרונית 1 לפני ההתנגשות, והצב במשוואות את הערכים המתאימים.

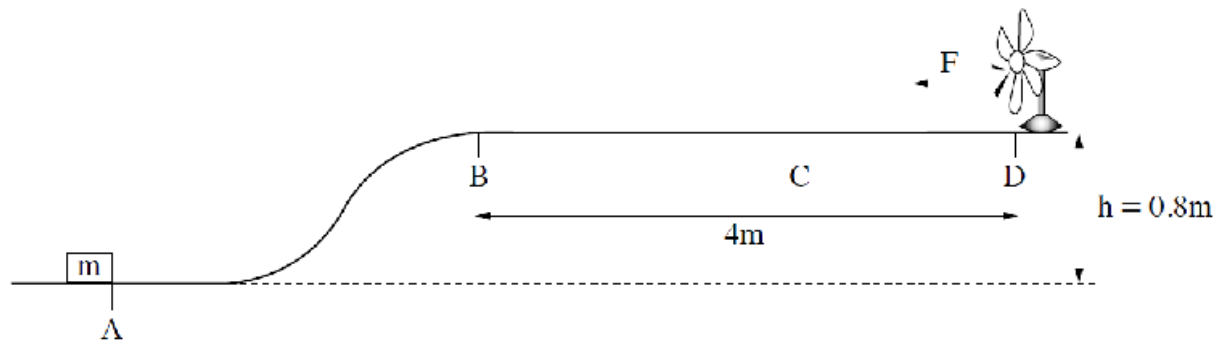
אין צורך לפתור את המשוואות. (7 נקודות)

ד. העתק את תרשים 2 למחברתך. הוסף לתרשים עקומה המתארת את הכוח שקרונית 2 הפעילה על קרונית 1

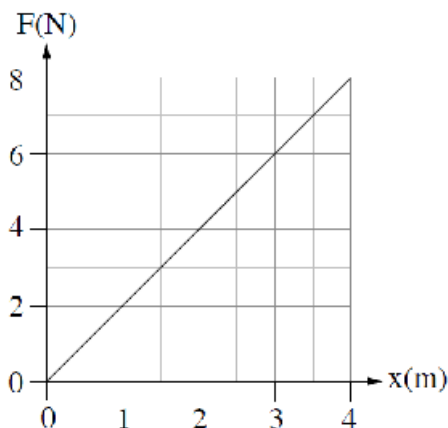
במהלך ההתנגשות. (7 נקודות)

תנע ואנרגיה 2019

4. כדי לחקור את נושא האנרגייה המכנית, תלמיד בנה מערכת ובה תיבה שמסתה $m = 2\text{ kg}$, משטח AD ומאוורר (ראה תרשים). הקטע BD של המשטח הוא מישור אופקי שאורכו 4 m , וגובהו מעל הקרקע הוא $h = 0.8\text{ m}$. החיכוך בין המשטח ובין התיבה ניתן להזנחה.



התלמיד הציב את התיבה בנקודה A ואת המאוורר בנקודה D. המאוורר הניע את האוויר ויצר רוח אופקית. הנח כי גודל הכוח F שהרוח הפעילה על התיבה תלוי לינארית במרחק x של התיבה מן הנקודה B, כמתואר בגרף שלפניך. גודל הכוח הוא מרבי (מקסימלי) בנקודה D ומתאפס בנקודה B. משמאל לנקודה B הרוח אינה משפיעה.



בשאלה זו יש להתחשב בהשפעת האוויר מן המאוורר בלבד, ולהזניח כל השפעה אחרת של האוויר.

- א. חשב את גודל המהירות המזערית (מינימלית) שיש להעניק לתיבה הנמצאת בנקודה A כדי שתנוע במעלה המשטח ותגיע לנקודה B. (6 נקודות)

בנקודה A העניק התלמיד לתיבה מהירות התחלתית $v_0 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ שכיוונה ימינה. כאשר הגיעה התיבה לנקודה B החל להשפיע עליה הכוח $F(x)$. בנקודה C נעצרה התיבה עצירה רגעית.

- ב. חשב את עבודת הכוח $F(x)$ מן הנקודה B עד לנקודה C. (7 נקודות)

- ג. חשב את המרחק של הנקודה C מן הנקודה B. (8 נקודות)

לאחר העצירה הרגעית בנקודה C, התיבה נעה חזרה לכיוון הנקודה B.

- ד. תאר במילים את תנועתה של התיבה מן הנקודה C ועד לנקודה B. בתשובתך התייחס למאפיינים האלה:

תנועה קצובה או מואצת, תאוצה קבועה או משתנה, גודל מהירות קטן או גדל. (6 נקודות)

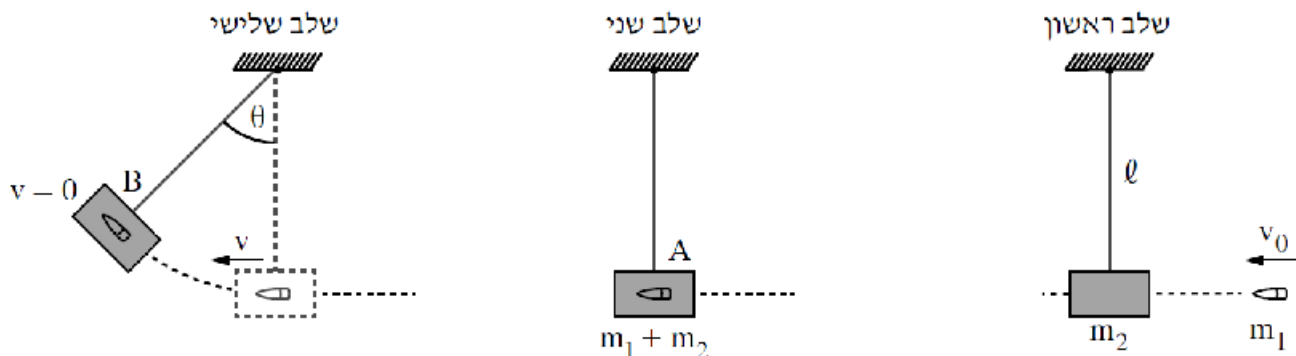
- ה. קבע את גודל מהירות התיבה בהגיעה חזרה לנקודה A. נמס את שביעיתך.

בתשובתך התייחס גם לכוחות הלא משמרים הקיימים במערכת. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות) /המשך בעמוד 8/

4. עד המאה השמונה-עשרה לא היה אפשר למדוד את מהירותם של גופים מהירים כגון קליע של רובה. בשנת 1742 המציא המדען האנגלי בנג'מין רוברטסון שיטה למדידת מהירותם של קליעים באמצעות מוטלת בליסטית. התרשים שלפניך מתאר שיטה זו בשלושה שלבים.

בשלב הראשון נורה קליע שמסתו m_1 לכיוון גוף שמסתו m_2 התלוי על חוט שאורכו ℓ . בשלב השני הקליע פוגע בגוף בנקודה A במהירות אופקית שגודלה v_0 , חודר לגוף ונעצר בתוכו. משך זמן החדירה של הקליע לתוך הגוף קצר ביותר ולכן תזוזת הגוף בזמן זה ניתנת להזנחה. בשלב השלישי הגוף (עם הקליע בתוכו) עולה עד לנקודה B ושם נעצר רגעית. בנקודה זו זווית הסטייה של החוט מהאנך היא θ .

יש להזניח את התנגדות האוויר ואת מסת החוט.



הסעיפים שלפניך מתייחסים למערכת גוף + קליע.

- א. קבע אם התנע והאנרגיה המכנית נשמרים בפרק הזמן שבין רגע פגיעת הקליע בגוף ועד לעצירתו בתוך הגוף. הסבר את קביעותך. (6 נקודות)
- ב. קבע אם התנע והאנרגיה המכנית נשמרים בפרק הזמן שבין תחילת תנועת הגוף ועד לעצירתו הרגעית בנקודה B. הסבר את קביעותך. (6 נקודות)
- נתוני המערכת: מסת הקליע $m_1 = 0.015\text{kg}$, מסת הגוף $m_2 = 4.985\text{kg}$, אורך החוט $\ell = 0.6\text{m}$, זווית הסטייה המרבית של החוט $0 = 12^\circ$.
- ג. חשב את האנרגיה הקינטית של המערכת, מיד לאחר שהגוף (עם הקליע בתוכו) התחיל את תנועתו בנקודה A. (9 נקודות)

ד. חשב את v_0 , מהירות הקליע ברגע פגיעתו בגוף. (7 נקודות)

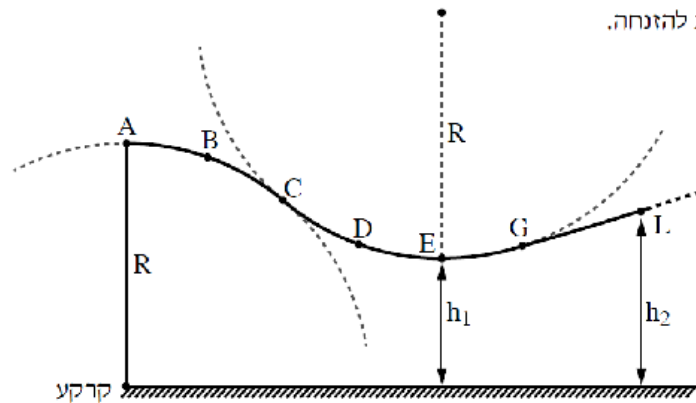
ה. חשב את האנרגיה המכנית ש"אבדה" בגלל החיכוך. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)

תנע ואנרגיה 2018

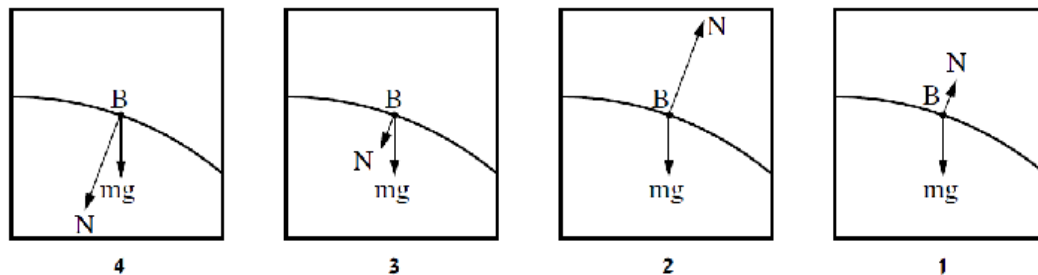
- 5 -

פיזיקה, קיץ תשע"ח, מס' 36361 + נספח

3. בתרשים שלפניך מוצג מסלול גלישה על קרח המורכב משלושה קטעים: AC, CG ו-GL. שני הקטעים הראשונים, AC ו-CG, הם קשתות מעגליות שרדיוסן R, הקטע השלישי, GL, הוא מסלול לא מעגלי. בקטעים AC ו-CG החיכוך בין גולש למסלול ניתן להזנחה, ואילו החל מן הנקודה G קיים חיכוך שלא ניתן להזנחה. גולש מתחיל לנוע ממנוחה בנקודה A. הוא נע בהחלקה בלבד ולא נעזר במקלות סקי. בכל מהלך תנועתו הגולש לא מתנתק מן המסלול. התנגדות האוויר ניתנת להזנחה.



- א. קבע איזה מן האיורים 1-4 שלפניך מייצג נכון את תרשימי הכוחות הפועלים על הגולש בנקודה B. נמק את קביעתך. (8 נקודות)



- ב. (1) קבע אם התאוצה של הגולש בנקודה D יש רכיב משיקי. נמק את קביעתך.
 (2) העתק למחברתך (באופן מקורב) את הקטע המעגלי CG, והוסף לתרשים חץ המתאר את התאוצה הכוללת של הגולש בנקודה D (אין צורך לחשב). (7 נקודות)

נתון: $R = 60\text{m}$, מסת הגולש עם ציוד הגלישה היא $m = 80\text{kg}$.

הגובה של הנקודה E מעל לקרקע הוא $h_1 = 32\text{m}$ (הנקודה E היא הנקודה הנמוכה ביותר במסלול).

- ג. חשב את גודל המהירות של הגולש בחולפו בנקודה E. (5 נקודות)
 ד. חשב את הכוח (גודל וכיוון) שהגולש מפעיל על המסלול בנקודה E. (8 נקודות)

נתון: סך כל העבודה של כוח החיכוך מן הנקודה G ועד לנקודת עצירתו של הגולש הוא 20kJ .

גובה הנקודה L מעל הקרקע הוא $h_2 = 36\text{m}$.

- ה. קבע אם הגולש הגיע לנקודה L. הסבר את קביעתך באמצעות חישוב. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות) /המשך בעמוד 6/

3. שתי תיבות A ו-B שמסותיהן $m_A = 300\text{gr}$ ו- $m_B = 100\text{gr}$ נמצאות במנוחה על משטח אופקי חלק. בין התיבות לחוץ כדור גומי. בראשי התיבות מחוברים מוטות, וחוץ הקשור לשני המוטות מונע מן התיבות לנוע (ראה תרשים 1). מסת הכדור זניחה.



תרשים 1

ברגע מסוים החוט נקרע. בעקבות זאת הכדור חוזר לצורתו המקורית, ובתוך כך הוא הדף את התיבות לכיוונים מנוגדים. לאחר ההדפה נעו התיבות A ו-B על פני המשטח האופקי במהירויות קבועות שהגדלים שלהן u_A ו- u_B , והכדור נפל אנכית ארצה. כמות האנרגייה שהשתחררה מן הכדור היא 2.4 J .

בסעיפים א-ב נדון במערכת שתי התיבות והכדור, בפרק הזמן שחלף מן הרגע שבו החוט נקרע עד לרגע שבו התיבות התנתקו מן הכדור.

- קבע אם בפרק הזמן הזה נשמר התנע של המערכת. נמק את קביעתך. (4 נקודות)
- קבע אם בפרק הזמן הזה נשמרה האנרגייה המכנית הכוללת של המערכת. נמק את קביעתך. (4 נקודות)

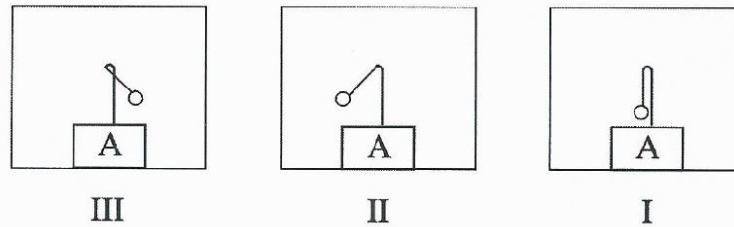
- חשב את גודלי המהירויות u_A ו- u_B . (7 נקודות)

בשלב מסוים של תנועתה הגיעה התיבה A למדרון משופע. התיבה עלתה עד הנקודה C שגובהה מעל למשטח האופקי $h_c = 0.1\text{ m}$ (ראה תרשים 1), וירדה בחזרה.

- הוכח שהמדרון אינו חלק. (6 נקודות)

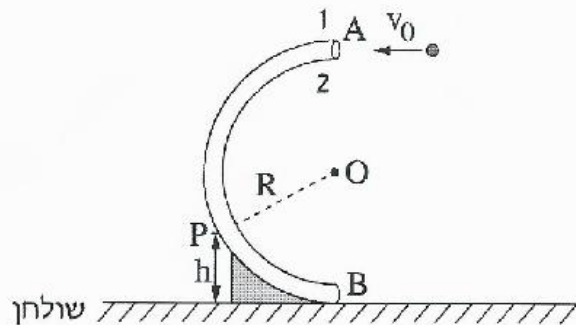
במהלך תנועתה של התיבה A על פני המשטח האופקי לאחר נפילת הכדור, תלו מטוטלת קטנה על המוט המחובר לתיבה זו. תליית המטוטלת נעשתה באופן שלא השפיע על תנועת התיבה. ה. בתרשים 2 שלפניך מוצגים איורים III-I. קבע איזה מבין האיורים מתאר נכון את מצב המטוטלת במהלך התנועה של התיבה A על פני המשטח האופקי. הסבר את קביעתך.

(4 נקודות)



תרשים 2

4. בתרשים שלפניך מוצג צינור דק הנמצא במישור אנכי הניצב לשולחן אופקי. צורת הצינור היא חצי מעגל, שמרכזו בנקודה O ורדיוסו $R = 80 \text{ cm}$. כאשר זורקים כדור דרך הפתח הגבוה של הצינור בנקודה A, הכדור נע לאורך הצינור ויוצא דרך הפתח הנמוך בנקודה B (קוטר הכדור קטן רק מעט מקוטר הצינור). כוחות החיכוך בין הכדור לצינור ניתנים להזנחה.



- כדור שמסתו $m = 0.05 \text{ kg}$ נזרק בנקודה A לתוך הצינור במהירות התחלתית שגודלה $v_0 = 3.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ וכיוונה אופקי (ראה תרשים). הכדור נע בתוך הצינור ויצא ממנו בנקודה B.
- א. חשב את גודלו של הכוח הצנטריפטלי שפעל על הכדור בנקודה A בתחילת התנועה המעגלית. (4 נקודות)
- ב. (1) חשב את גודלו של הכוח שהצינור הפעיל על הכדור בחלפו בנקודה A.
- (2) קבע איזה דופן של הצינור – 1 או 2 (ראה תרשים) – הפעיל כוח על הכדור בחלפו בנקודה A. נמק את קביעתך. (6 נקודות)

במהלך תנועתו חלף הכדור בנקודה P, הנמצאת בגובה $h = 40 \text{ cm}$ מעל פני השולחן.

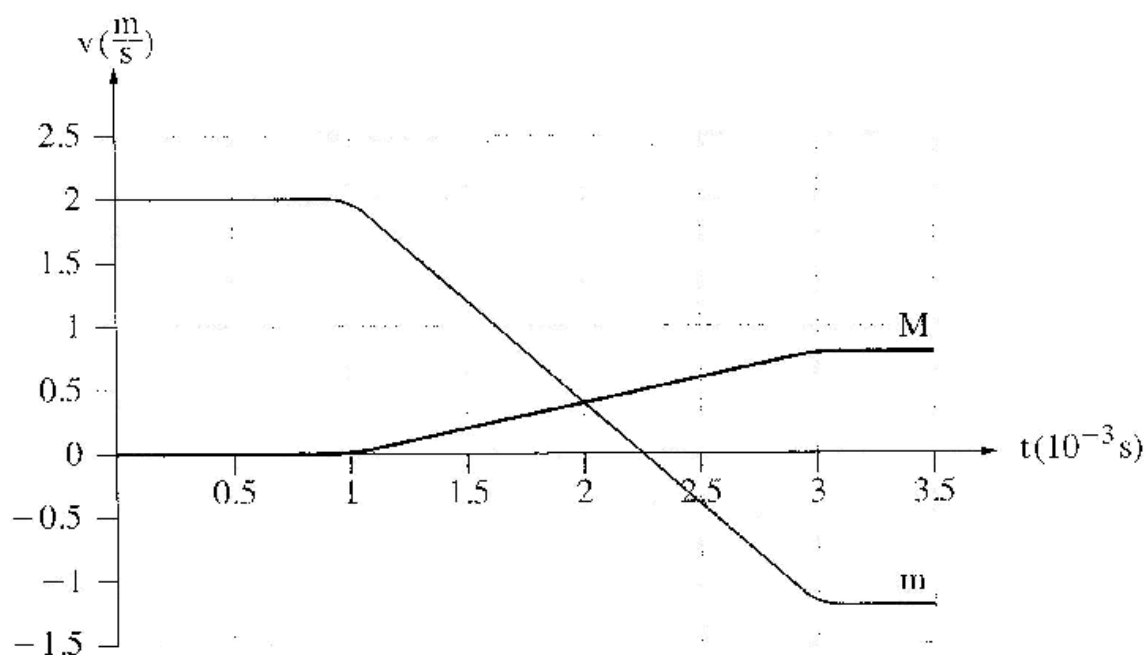
עבור התנועה המעגלית של הכדור בחלפו בנקודה P:

- ג. חשב את גודל מהירות הכדור. (6 נקודות)
- ד. חשב את גודל התאוצה הרדיאלית של הכדור. (4 נקודות)
- ה. חשב את גודל התאוצה המשיקית של הכדור. (5 נקודות)

4. תיבה שמסתה $m = 0.5\text{kg}$ נעה על משטח אופקי חלק לכיוון תיבה שמסתה M שנמצאת במנוחה (ראה תרשים 1).



שתי התיבות התנגשו והתנגשות אלסטית (לחלוטין).
 בגרף שלפניך מוצגות המהירויות של שתי התיבות כפונקציה של הזמן.
שים לב: הזמן בגרף נתון באלפיות שנייה.

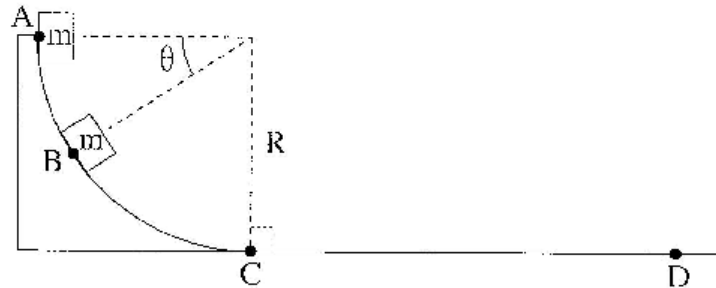


תרשים 2

על פי הגרף ענה על הסעיפים האלה:

- א. תאר במילים את תנועתה של התיבה m בפרק הזמן המתואר בגרף. (3 נקודות)
- ב. חשב את מסת התיבה M . (5 נקודות)
- ג. חשב את הכוח השקול הממוצע שפעל על התיבה M בזמן ההתנגשות. (5 נקודות)
- ד. בגרף אפשר לראות שבזמן ההתנגשות, השיפועים של שתי העקומות שונים זה מזה בגודל ובסימן. התבסס על חוקי ניוטון והסבר שוני זה. (5 נקודות)
- ה. הוכח שההתנגשות הייתה אלסטית (לחלוטין). (4 נקודות)
- ו. החליפו את התיבה שמסתה M בתיבה אחרת שמסתה M' . ההתנגשות בין התיבות נשארה התנגשות אלסטית (לחלוטין). חשב מה צריך להיות הערך המרבי של מסת התיבה M' , כדי שתיבה m לא תשנה את כיוון תנועתה אחרי ההתנגשות. (3 נקודות)

3. גוף שמסתו m משוחרר ממנוחה בנקודה A, והוא נע לאורך מסלול ABCD (ראה תרשים). הקטע ABC חלק וצורתו רבע מעגל שרדיוסו R. הקטע CD הוא מישור מחוספס. יש להזניח את התנגדות האוויר.



ענה על סעיפים א-ג באמצעות הפרמטרים R, m, g, θ (כולם או חלקם).

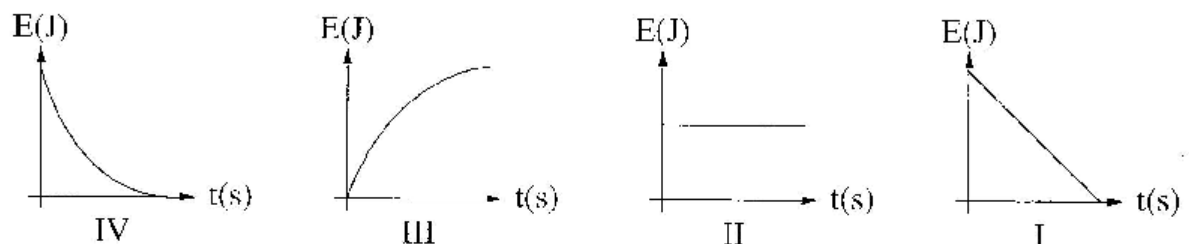
- א. בטא את מהירותו של הגוף בנקודה B. (6 נקודות)
- ב. בטא את התאוצה הרדיאלית של הגוף בנקודה B. (3 נקודות)
- ג. בטא את התאוצה המשיקית של הגוף בנקודה B. (5 נקודות)

לאחר שהגוף עבר בנקודה C הוא נע בתאוצה קבועה עד שנעצר בנקודה D.

נתון: מרחק העצירה $CD = 2R$.

- ד. השתמש בשיקולי אנרגיה וחשב את מקדם החיכוך בין הגוף למישור המחוספס. (6 נקודות)

לפניך ארבעה גרפים המתארים אנרגיה מכנית כפונקציה של הזמן.



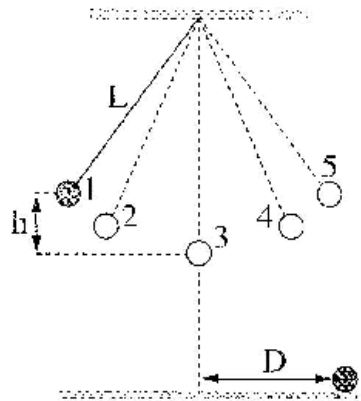
- ה. (1) קבע איזה מן הגרפים I-IV מתאר נכון את האנרגיה המכנית של הגוף כפונקציה של הזמן, בקטע ABC.

- (2) קבע איזה מן הגרפים I-IV מתאר נכון את האנרגיה המכנית של הגוף כפונקציה של הזמן, בקטע CD.

נמק בכל אחת משתי הקביעות.

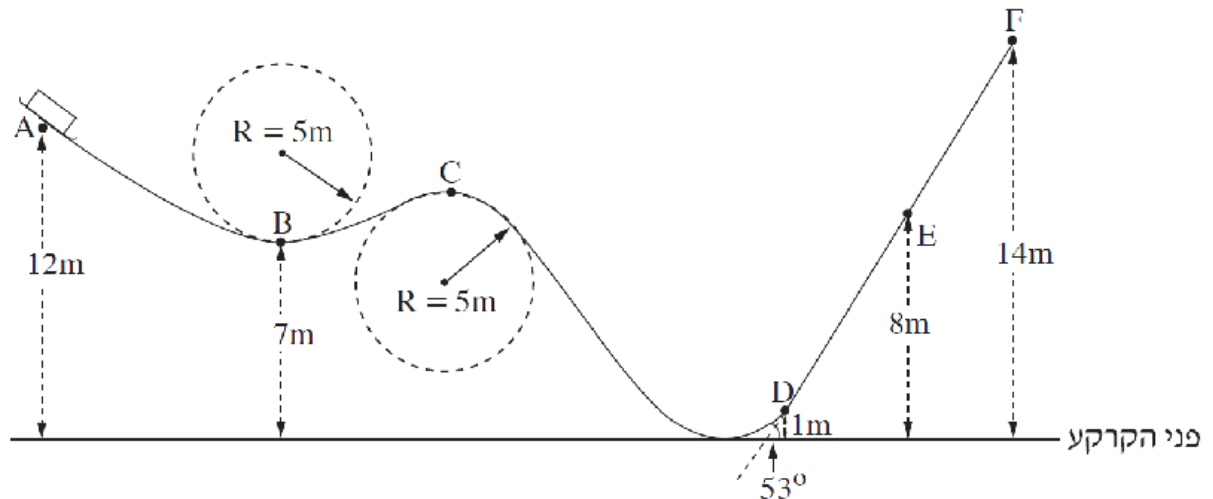
(5 נקודות)

4. מטוטלת פשוטה מורכבת מכרור קטן שמסתו m הקשור לתקרת חדר בחוט שאורכו L . מסת החוט זניחה. בניסוי הסיטו תלמידים את הכדור מנקודת שיווי המשקל (נקודה 3 בתרשים) לנקודה 1 הנמצאת בגובה h מעל לנקודה 3 (ראה תרשים) ושחררו אותו. יש להזניח את התנגדות האוויר.



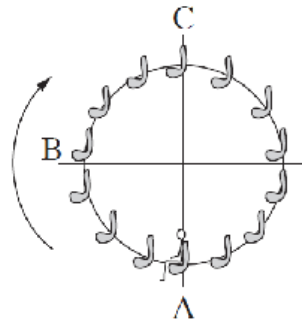
- במסלול תנועת הכדור מסומנות 5 נקודות (1-5).
- א. קבע באיזו נקודה או באילו נקודות:
- (1) גודל התאוצה המשיקית של הכדור מרבי.
 - (2) גודל המהירות המשיקית של הכדור מרבי.
- (4 נקודות)
- ב. כאשר הכדור חלף בנקודה הנמוכה ביותר של מסלולו (נקודה 3), האם המתיחות בחוט הייתה גדולה מכוח הכובד הפועל על הכדור, קטנה ממנו או שווה לו? נמק. (5 נקודות)
- ג. פתח ביטוי של גודל הכוח השקול שפועל על הכדור בעודו חולף בנקודה הנמוכה ביותר של מסלולו. בטא את תשובתך באמצעות הפרמטרים: m, L, g, h . (6 נקודות)
- התלמידים ערכו שני ניסויים נוספים במטוטלת דומה לזו המתוארת בפתיח לשאלה. בניסוי 1 הסיטו את הכדור עד לנקודה 1 (גובה h מעל הנקודה 3) ושחררו אותו (אותו ניסוי שבפתיח).
- בניסוי 2 הסיטו את הכדור עד לנקודה 2, הנמצאת בגובה $\frac{h}{2}$ מעל הנקודה 3, ושחררו אותו. בשני הניסויים כשהכדור חלף בנקודה 3 הוא ניתק מן החוט והמשיך לנוע עד פגיעתו בקרקע. את הזמן שחלף מרגע ניתוק הכדור מן החוט ועד שהגיע לקרקע נסמן ב- t_1 בניסוי 1, וב- t_2 בניסוי 2.
- ד. האם זמן t_1 גדול מזמן t_2 , קטן ממנו או שווה לו? נמק. (4 נקודות)
- ה. נסמן ב- D_1 וב- D_2 את המרחקים האופקיים שעבר הכדור בזמנים t_1 ו- t_2 בהתאמה. חשב את היחס בין המרחק D_1 למרחק D_2 . (6 נקודות)

4. מסלול החלקה, הבנוי מקטעים ישרים ומקשתות של מעגלים ברדיוס 5m, מכוסה שלג, לכן הוא נחשב חסר חיכוך. על המסלול, בנקודה A, נמצאת מזחלת שמסתה 35 kg (ראה תרשים). גיל, שמסתו 65 kg, התיישב במזחלת כשהיא במנוחה.



- א. המזחלת שוחררה ממנוחה והיא נעה לאורך המסילה בלי להתנתק ממנה. חשב את גודל מהירותה בנקודה B. (4 נקודות)
- ב. האם תשובתך לסעיף א הייתה משתנה אילו נער אחר, שמסתו שונה מזו של גיל, היה מתיישב במזחלת? נמק. (4 נקודות)
- במזחלת מותקנים מאזני קפיץ, שהמשטח העליון שלהם מקביל למסלול בזמן התנועה. גיל יושב על המאזניים, רגליו באוויר והן אינן נשענות על המזחלת.
- ג. מה צריך להיות הגובה של נקודה C מעל פני הקרקע, כדי שגיל יהיה חסר משקל כאשר הוא חולף בנקודה זו? פרט את חישוביך. (6 נקודות)
- ד. חשב מה מורים המאזניים (ביחידות ניוטון) כאשר המזחלת חולפת בנקודה I. (6 נקודות)
- ביום חם פחתה כמות השלג לאורך הקטע DF, ובקטע זה היה חיכוך בין המסלול למזחלת. בעקבות החיכוך המזחלת נעצרה (רגעית) בנקודה E.
- ה. חשב את הגודל של כוח החיכוך שפעל על המזחלת בקטע DE. (5 נקודות)

3. לרגל חגיגות תחילת האלף השלישי נבנה בלונדון פארק שעשועים ובו גלגל-ענק שקוטרו 120 m, הנקרא "העין הלונדונית". גודל מהירות הסיבוב של הגלגל-ענק הוא קבוע, וסיבוב אחד שלו נמשך 20 דקות. לפניך תצלום של הגלגל-ענק ותרשים המתאר את האירוע הנדון בשאלה.



תרשים



(צילום: Crendo)

תצלום

על אחד הכיסאות של הגלגל-ענק יושב ילד. מסת הכיסא עם הילד $M = 120 \text{ kg}$. ראה במערכת "כיסא + הילד" גוף נקודתי, וענה על סעיפים א-ה.

- א. האם בזמן שהגלגל מסתובב התאוצה של המערכת "כיסא + ילד" שווה ל-0? נמק. (5 נקודות)

- ב. (1) קבע מה הם הכוחות הפועלים על המערכת "כיסא + ילד" כאשר הגלגל מסתובב.
 (2) העתק למחברתך את הטבלה שלפניך. הוסף לטבלה שורה עבור כל אחד מן הכוחות שכתבת בתת-סעיף (1), והשלם בה את הנתונים המתאימים לפי הכותרות.
שים לב: הגלגל-ענק מסתובב בכיוון השעון. הנקודות A, B ו- C מסומנות בתרשים.

שם הכוח	כיוון הכוח		
	בנקודה A	בנקודה B	בנקודה C

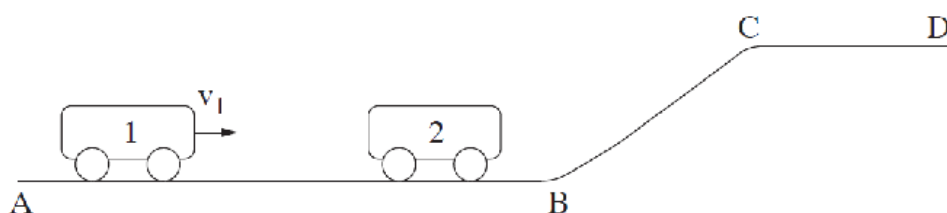
- (3) הוסף לטבלה שבמחברתך שורה עבור הכוח השקול, והשלם בה את הנתונים המתאימים. (5 נקודות)

- ברגע $t = 0$ המערכת "כיסא + ילד" נמצאת בנקודה B והיא נעה כלפי מעלה.
 ג. סרטט במחברתך גרף מקורב של המקום האנכי של המערכת "כיסא + ילד" כפונקציה של הזמן, במשך סיבוב שלם אחד של הגלגל. (5 נקודות)
 ד. חשב את שינוי האנרגיה המכנית של מערכת "כיסא + ילד" (ביחס לכדור הארץ), בפרק הזמן $0 < t < 0.375T$, T הוא זמן המחזור של סיבוב הגלגל-ענק. (5 נקודות)
 ה. קבע אם העבודה הכוללת הנעשית על המערכת "כיסא + ילד" בפרק הזמן המצוין בסעיף ד היא חיובית, שלילית או שווה לאפס. נמק את קביעתך. (5 נקודות)

3. א. מכונית הנוסעת במהירות v_0 על כביש ישר ואופקי מתחילה לבלום בתאוצה קבועה שגודלה a , ונעצרת לאחר שעברה ℓ מטרים.
פתח ביטוי המקשר בין ריבוע המהירות של המכונית (v_0^2) לבין מרחק הבלימה ℓ .
(5 נקודות)
- ב. בפעם אחרת המכונית נוסעת באותו כביש במהירות כפולה ($2v_0$), ובולמת באותה תאוצה קבועה, a .
חשב פי כמה השתנה מרחק הבלימה בפעם הזו, יחסית למרחק הבלימה המקורי, ℓ .
(5 נקודות)
- לקראת החורף הוחלפו צמיגי המכונית, כדי שהמערכת למניעת החלקה תאפשר בלימה בתאוצה גדולה פי 1.5 מהתאוצה הקבועה a .
ג. המכונית נוסעת במהירות המקורית, v_0 . חשב פי כמה השתנה מרחק הבלימה בפעם הזו יחסית למרחק הבלימה המקורי, ℓ .
(5 נקודות)
- נתון כי המהירות המקורית של המכונית היא $v_0 = 15 \frac{m}{s}$, והמסה שלה היא $m = 1500 \text{ kg}$.
ד. חשב את הכמות הכוללת של האנרגיה שהפכה לחום, במהלך הבלימה המתוארת בסעיף א.
(5 נקודות)
- ה. שקול הכוחות הפועלים על המכונית במהלך הבלימה הוא קבוע, וגודלו $f = 3000 \text{ N}$.
חשב את מרחק הבלימה המקורי, ℓ .
(5 נקודות)

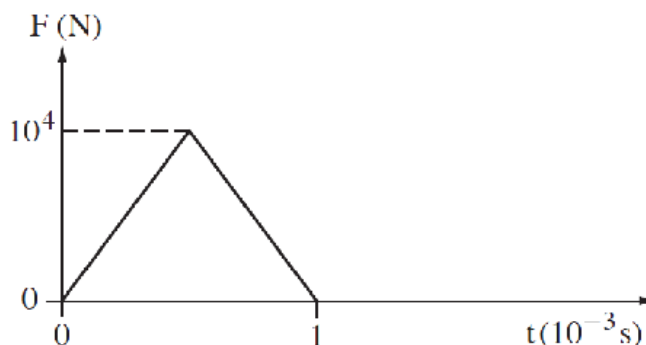
4. בתרשים א מוצגת מסילה חלקה ABCD.

קרונית 1 שמסתה $m_1 = 2\text{kg}$ נעה ימינה על קטע המסילה האופקי AB במהירות שגודלה v_1 .



תרשים א

קרונית 1 מתנגשת התנגשות מצח אלסטית (לחלוטין) בקרונית 2 הנמצאת במנוחה על קטע AB של המסילה. הנח שתרשים ב מתאר את הכוח F שהפעילה קרונית 1 על קרונית 2 במהלך ההתנגשות, כפונקציה של הזמן.



תרשים ב

א. איזה גודל פיזיקלי מייצג השטח הכלוא בין העקומה שבתרשים לבין ציר הזמן? (6 נקודות)

ב. לאחר ההתנגשות קרונית 2 נעה ימינה במהירות $u_2 = 1.25 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$. חשב את המסה m_2 של קרונית 2. (9 נקודות)

ג. כתוב שתי משוואות לחישוב המהירות של קרונית 1 לפני ההתנגשות, והצב במשוואות את הערכים המתאימים. אין צורך לפתור את המשוואות. (7 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

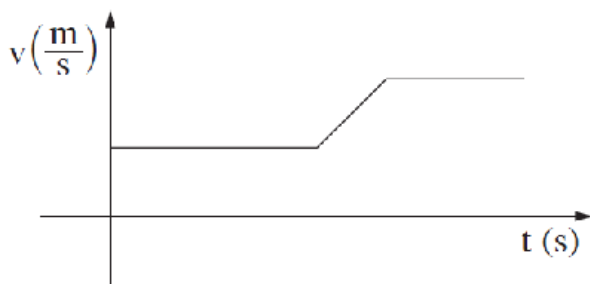
ד. העתק את תרשים ב למחברתך.

הוסף לתרשים עקומה המתארת את הכוח שקרונית 2 מפעילה על קרונית 1 במהלך ההתנגשות.
($6\frac{1}{3}$ נקודות)

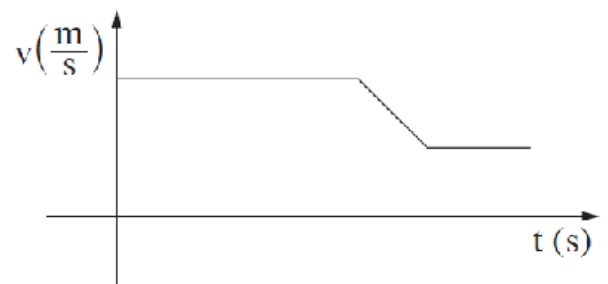
ה. בשלב מסוים של תנועתה, עולה קרונית 2 בקטע BC של המסילה, נעה לאורכו, וממשיכה לנוע על פני קטע CD של המסילה.

איזה מבין הגרפים (1)-(3) שלפניך מתאר נכון את גודל המהירות של קרונית 2 כפונקציה של הזמן, מהרגע שבו הסתיימה ההתנגשות עד הרגע שבו היא מגיעה לנקודה D? נמק.

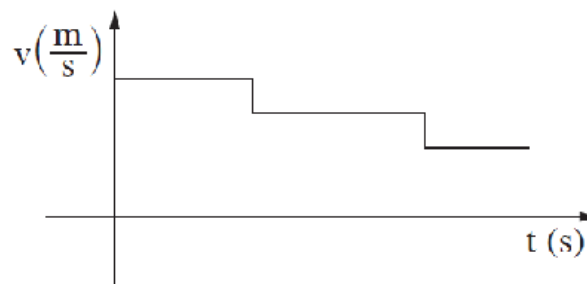
(5 נקודות)



(2)

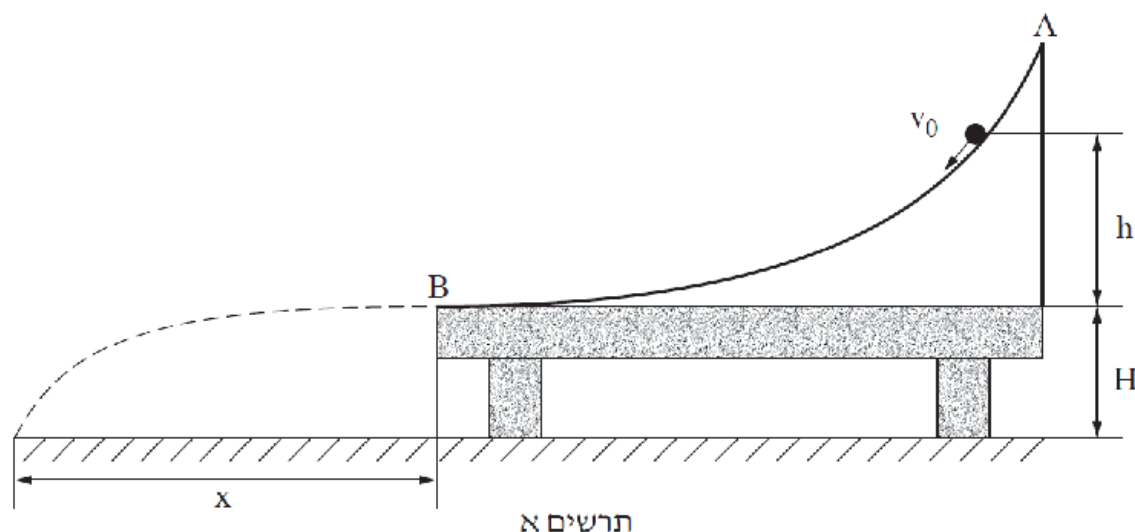


(1)



(3)

3. אורי הידק מסילה חלקה AB לשולחן שגובהו H. הקצה התחתון של המסילה אופקי ומגיע בדיוק לקצה השולחן, כמתואר בתרשים א.

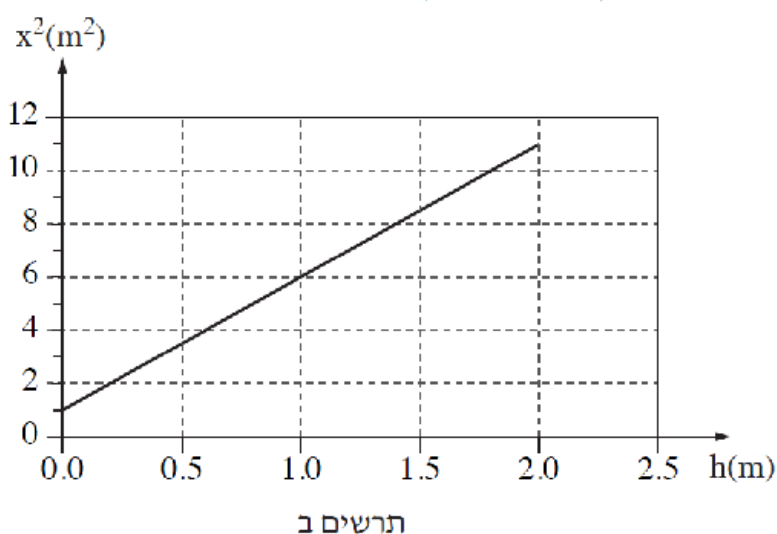


אורי ביצע ניסוי שבו הוא "ירה" כדור קטן על המסילה במהירות התחלתית שגודלה v_0 וכיוונה משיק למסילה.

הכדור נע לאורך המסילה עד שהגיע לקצה השולחן, B, והמשיך בתנועתו באוויר עד שפגע ברצפה.

אורי מדד את המרחק האופקי x מקצה השולחן עד נקודת הפגיעה (ראה תרשים א). אורי ביצע את הניסוי כמה פעמים, ובכל פעם הוא שינה את הגובה h שממנו "נורה" הכדור, אך גודל המהירות ההתחלתית v_0 נשאר קבוע (וכיוון המהירות משיק למסילה).

בתרשים ב מוצג גרף של x^2 כפונקציה של h.



(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

א. הוכח כי הקשר בין x^2 (ריבוע המרחק האופקי) לבין h (הגובה מעל פני השולחן)

נתון על ידי הביטוי $x^2 = \frac{2H}{g} v_0^2 + 4Hh$. (10 נקודות)

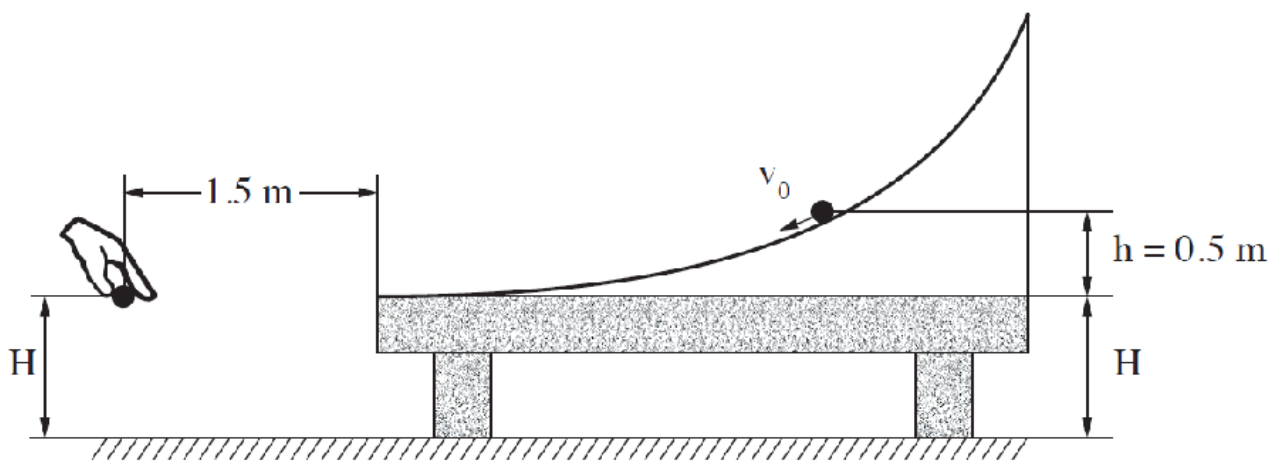
ב. הסבר מדוע $4H$ מייצג את שיפוע הגרף המוצג בתרשים ב. (4 נקודות)

ג. חשב את גובה השולחן II. (7 נקודות)

ד. חשב את גודל המהירות ההתחלתית v_0 (7 נקודות)

ה. באחת הפעמים ערך אורי את הניסוי כאשר הגובה היה $h = 0.5\text{m}$.

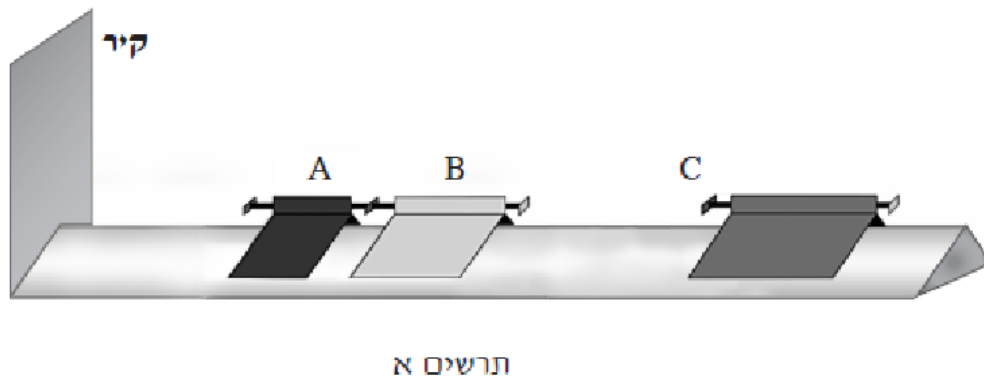
ברגע שהכדור עזב את קצה המסילה אורי שחרר ממנוחה כדור נוסף, מגובה H מעל הקרקע ובמרחק אופקי של 1.5m מקצה השולחן, כמתואר בתרשים ג.



תרשים ג

הוכח שהכדורים ייפגשו לפני פגיעתם בקרקע. $(\frac{1}{3} \cdot 5 \text{ נקודות})$

3. בתרשים א שלפניך מוצגת מסילה חלקה, ועליה שלושה גופים A, B ו- C היכולים לנוע על המסילה ללא חיכוך. בקצה המסילה יש קיר.



הגופים A ו- B מחוברים זה לזה באמצעות קפיץ דרוך שמסתו זניחה.

נתון: $m_A = 0.1 \text{ kg}$

$m_B = 0.2 \text{ kg}$

א. משחררים את הקפיץ, והגופים A ו- B מתחילים לנוע.

- (1) מהו תנע המערכת של שני הגופים A ו- B מיד לאחר שחרור הקפיץ?
הסבר.

- (2) מיד לאחר שחרור הקפיץ, גוף A נע לכיוון הקיר במהירות שגודלה $v_A = 0.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

חשב את המהירות של גוף B (גודל וכיוון) מיד לאחר שחרור הקפיץ.

($7\frac{1}{3}$ נקודות)

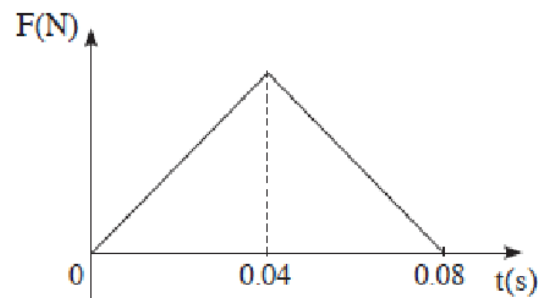
ב. גוף A מתנגש אלסטית בקיר שבקצה המסילה.

- (1) מצא את המהירות של גוף A (גודל וכיוון) מיד לאחר ההתנגשות בקיר. הסבר.

- (2) חשב את גודל המתקף שמפעיל הקיר על גוף A, וציין את כיוונו.

(8 נקודות)

ג. הגרף שלפניך מתאר את גודל הכוח שמפעיל הקיר על גוף A, כפונקציה של זמן.



תרשים ב

- (1) מה מייצג השטח הכלוא בין הגרף לבין ציר הזמן?
 - (2) חשב בעזרת הגרף את הגודל המרבי של הכוח שהפעיל הקיר על גוף A במהלך ההתנגשות בקיר.
- (8 נקודות)

ד. גוף B, שאת מהירותו חישובת בתת-סעיף א (2), מתנגש בגוף C שמסתו $m_C = 0.4\text{kg}$, הנע לקראתו. שני הגופים נצמדים זה אל זה.

- (1) נתון שהאנרגיה הקינטית של שני הגופים יחד אחרי ההתנגשות היא אפס. חשב את המהירות של גוף C לפני ההתנגשות.
 - (2) אם גודל המהירות של גוף C לפני ההתנגשות יהיה קטן מגודל המהירות שחישובת בתת-סעיף ד (1), לאיזה כיוון ינועו הגופים הצמודים B ו-C?
- קבע בלי חישוב.

(10 נקודות)

תנע ואנרגיה 2011

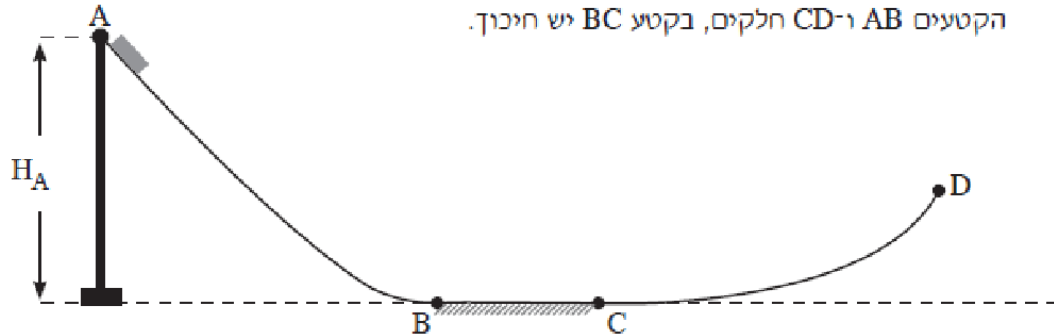
- 8 -

פיזיקה, קיץ תשע"א מס' 917531, 653 + נספח

4. תלמידה מבצעת ניסוי ובו גוף שמסתו M נע לאורך מסילה ABCD. המסילה מורכבת

משלושה קטעים: קטע משופע AB, קטע אופקי BC וקטע עקום CD.

הקטעים AB ו-CD חלקים, בקטע BC יש חיכוך.



הגוף משוחרר ממנוחה מנקודה A, הנמצאת בגובה H_A מעל הקרקע (ראה תרשים).

התלמידה משנה את הגובה H_A של הנקודה A מעל הקרקע, ומחשבת בכל פעם את גודל

מהירות הגוף בנקודה D, v_D .

א. (1) הסבר מדוע שינוי הגובה H_A משפיע על גודל המהירות v_D .

(2) משחררים את הגוף מגובה H_A השווה לגובה של נקודה D מעל הקרקע.

קבע אם הגוף יגיע לנקודה D. נמק את קביעתך.

($8\frac{1}{3}$ נקודות)

בטבלה שלפניך מוצגות תוצאות הניסוי של התלמידה.

1.2	0.9	0.8	0.7	0.6	$H_A(m)$
3.75	2.80	2.50	2.00	1.45	$v_D(\frac{m}{s})$
					$v_D^2(\frac{m^2}{s^2})$

ב. (1) העתק את הטבלה למחברתך, חשב את ערכי ריבוע המהירות v_D^2 והוסף אותם

בשורה השלישית.

(2) סרטט גרף של v_D^2 כפונקציה של H_A .

(10 נקודות)

בתשובותיך לסעיפים ג-ד היעזר בגרף שסרטטת בסעיף ב (2).

ג. מצא את הגובה המינימלי שממנו יש לשחרר את הגוף כדי שיגיע לנקודה D.

הסבר את שיקולך. (7 נקודות)

ד. כאשר שחררו את הגוף מגובה $H_A = 1.1m$ הוא הגיע לנקודה D שגובהה מעל

הקרקע הוא $0.3m$. חשב את עבודת כוח החיכוך שפעל על הגוף בתנועתו במסילה

אם נתון שמסת הגוף היא $M = 0.2 \text{ kg}$. (8 נקודות)

תנע ואנרגיה 2010

- 5 -

פיזיקה, קיץ תש"ע, מס' 917531, 653 + נספח

3. תלמידים עורכים ניסויים בהתנגשות של דסקיות על שולחן אופקי חלק. באחת הפעמים דסקית שהמסה שלה m_1 נעה במהירות v ופוגעת בדסקית נחה שהמסה שלה m_2 . אחרי ההתנגשות (המצחית) הדסקית הנחה מתחילה לנוע בכיוון התנועה של הדסקית הפוגעת. הנח כי ההתנגשות אלסטית.

א. נתונות המסות $m_1 = 25 \text{ gr}$, $m_2 = 50 \text{ gr}$

ומהירות הדסקית הפוגעת $v = 0.3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (m_1)

חשב את:

(1) מהירות הדסקית הפוגעת (m_1) לאחר ההתנגשות, u_1 (גודל וכיוון).

(2) מהירות הדסקית השנייה (m_2) לאחר ההתנגשות, u_2 (גודל וכיוון).

הסבר את חישוביך. (12 נקודות)

ב. פתח ביטוי עבור המהירות u_2 למקרה שהדסקית m_1 פוגעת בדסקית

הנחה m_2 . בטא את תשובתך בעזרת m_1 , m_2 ו- v . (10 נקודות)

ג. הראה שכאשר $m_1 > m_2$ מהירות הדסקית m_2 אחרי ההתנגשות, u_2 , תהיה גדולה

מן המהירות של הדסקית הפוגעת, v . (6 נקודות)

ד. לדסקית הפוגעת (m_1) מחובר חיישן כוח (שמסתו זניחה). גרף הכוח שפעל עליה בזמן

ההתנגשות מתואר בתרשים I.

(1) קבע איזה מהגרפים A, B או C שבתרשים II מתאר נכון את גודלו של

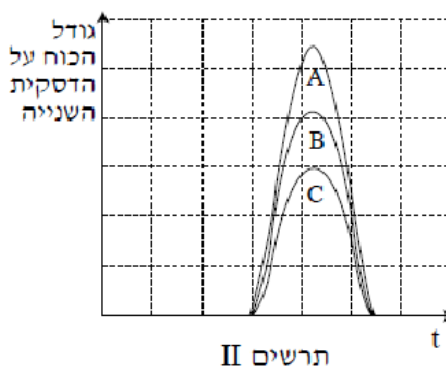
הכוח שפעל על הדסקית השנייה (m_2) כאשר $m_1 = m_2$.

(2) קבע איזה מהגרפים A, B או C שבתרשים II מתאר נכון את גודלו של

הכוח שפעל על הדסקית השנייה (m_2) כאשר $m_1 > m_2$.

נמק את קביעותיך בשני המקרים.

($\frac{1}{3}$ נקודות)

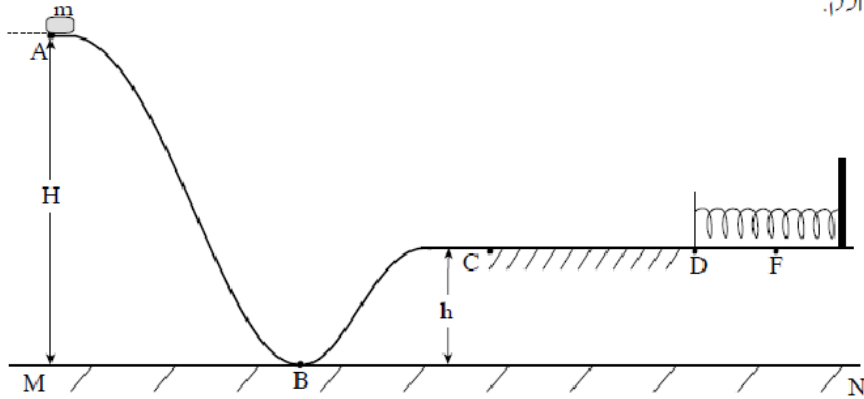


תנע ואנרגיה 2010

- 6 -

פיזיקה, קיץ תש"ע, מס' 917531, 653 + נספח

4. בתרשים שלפניך מתוארת מסילה הנמצאת במישור אנכי ועליה נע גוף קטן שהמסה שלו m . קטע המסלול ABC הוא חלק, והקטע האופקי CD מחוספס (מקדם החיכוך הקינטי μ_k). בקצה הקטע CD נמצא קפיץ רפוי המחובר אל קיר. המשטח שהקפיץ מונח עליו הוא חלק.



הגוף משוחרר ממנוחה מהנקודה A (מגובה H ביחס למישור הייחוס MN), ונע לאורך המסלול עד הנקודה F. בנקודה F הגוף עוצר עצירה רגעית לאחר שהוא מכווץ את הקפיץ.

- א. הטבלה שלפניך מציגה את סוגי האנרגיה השונים של הגוף בכל אחת מהנקודות A, B, C, D, F. שהוא עובר בהן לאורך המסילה. העתק את הטבלה למחברתך וסמן בכל משבצת " + " אם האנרגיה המתאימה אינה מתאפסת, ו- " 0 " אם היא מתאפסת. ראה לדוגמה את העמודה של הנקודה A. (8 נקודות)

הנקודה	האנרגיה	A	B	C	D	F
קינטית		0				
פוטנציאלית כובדית יחסית למישור MN		+				
פוטנציאלית אלסטית		0				

נתון: אורך הקטע CD הוא 1 m ; אורך הקטע DF הוא 0.1 m .

$$\mu_k = 0.3, \quad h = 1 \text{ m}, \quad H = 3 \text{ m}, \quad m = 1.5 \text{ kg}.$$

ב. (1) חשב את מהירות הגוף בנקודה C בדרכו אל F .

(2) חשב את מהירות הגוף בנקודה D בדרכו אל F .

(8 נקודות)

ג. חשב את קבוע הקפיץ. (5 נקודות)

ד. אחרי העצירה בנקודה F , הגוף מתחיל לנוע בכיוון ההפוך ומתנתק מהקפיץ.

חשב עד איזה גובה יגיע הגוף לאחר שיתנתק מהקפיץ. (8 נקודות)

החליפו את הקפיץ בקפיץ אחר באותו אורך, אשר קבוע הקפיץ שלו גדול יותר, ושחררו

שוב את הגוף ממנוחה מהנקודה A .

ה. האם הגובה שהגוף יגיע אליו לאחר שיתנתק מהקפיץ יהיה קטן מן הגובה שחישבת

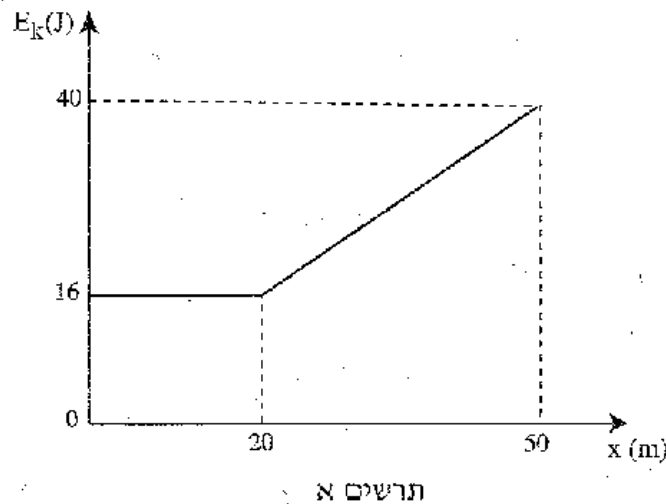
בסעיף ד, גדול ממנו או שווה לו? הסבר. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)

תנע ואנרגיה 2009

פיזיקה, קיץ תשס"ט, מס' 917531, 653 + נספח

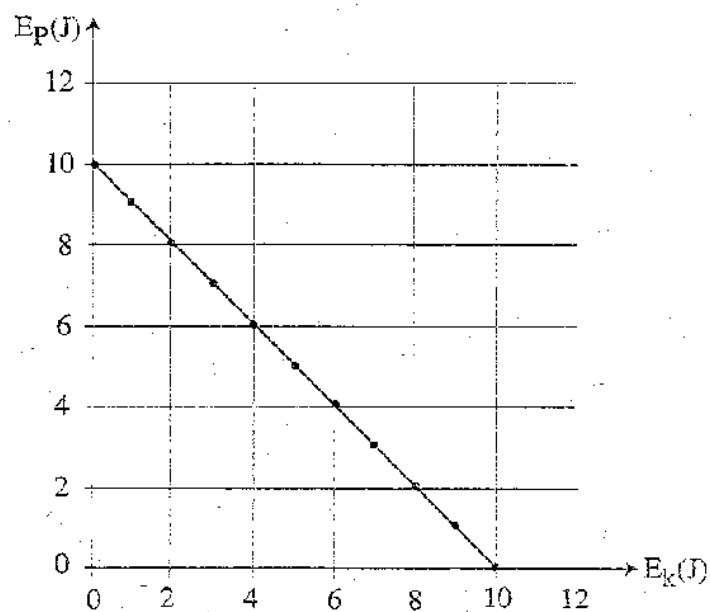
- 5 -

4. תיבה שמסתה 0.5 ק"ג נעה לאורך קו ישר על משטח אופקי מחוספס בכיוון החיובי של ציר ה- x . מקדם החיכוך הקינטי בין התיבה למשטח הוא $\mu_k = 0.1$. בזמן $t = 0$ הייתה התיבה בנקודה ששיעורה $x = 0$.
הגרף שבתרשים א מתאר את האנרגיה הקינטית, E_k , של התיבה כפונקציה של מיקומה, x , ב- 50 המטרים הראשונים של תנועתה.



- א. האם במהלך 20 המטרים הראשונים של התנועה פועל על התיבה כוח אופקי בנוסף לכוח החיכוך? הסבר את תשובתך. (5 נקודות)
- ב. במהלך תנועת התיבה מ- $x = 20$ m ל- $x = 50$ m, פועל על התיבה כוח אופקי קבוע, F_1 , בנוסף לכוח החיכוך. חשב את גודל הכוח F_1 . (8 נקודות)
- ג. הכוח F_1 הפסיק לפעול ברגע שהתיבה הגיעה ל- $x = 50$ m. חשב את העבודה של כוח החיכוך בקטע התנועה מ- $x = 0$ עד שהתיבה נעצרה. $(8\frac{1}{3}$ נקודות)
- ד. נניח שבקטע מ- $x = 20$ m ל- $x = 50$ m, היו מפעילים על התיבה במקום את הכוח F_1 , כוח F_2 הנטוי בזווית α מעל האופק, כך שהרכיב האופקי שלו היה שווה ל- F_1 .
האם במקרה זה האנרגיה הקינטית של התיבה ב- $x = 50$ m הייתה שווה ל- / גדולה מ- / קטנה מ- 40 J? הסבר את תשובתך. (6 נקודות)

ה. גוף קטן נע על פני משטח כלשהו. הגוף בתרשים ב מתאר את הקשר בין האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית של הגוף לבין האנרגיה הקינטית שלו.



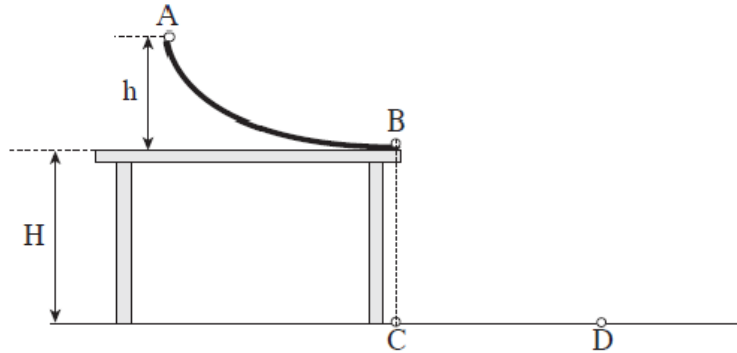
תרשים ב

- לפניך שלוש היגדים (1)-(3), המתארים את תנועת הגוף. כתוב אם הגוף שבתרשים ב מתאים או לא מתאים לכל אחד מההיגדים, והסבר מדוע. (6 נקודות)
- (1) הגוף נע על משטח אופקי חלק בהשפעת כוח קבוע.
 - (2) הגוף נע במורד מישור משופע מחוספס.
 - (3) הגוף נופל חופשית.

תנע ואנרגיה 2008

- 8 - פיזיקה, קיץ תשס"ח, מס' 917531, 653 + נספח

4. בתרשים שלפניך מוצגת מסילה חלקה AB הניצבת על פני שולחן הניצב על רצפה. גובה קצה המסילה A מעל פני השולחן הוא $h = 45 \text{ cm}$, וגובה פני השולחן מעל הרצפה הוא $H = 80 \text{ cm}$. קצה המסילה B הוא אופקי. הנקודה C היא היטל הנקודה B על הרצפה. התנגדות האוויר ניתנת להזנחה.



משחררים כדור קטן ("כדור 1") ממנוחה מהנקודה A. הכדור מחליק לאורך המסילה (ללא גלגול), ניתק ממנה בנקודה B, ופוגע ברצפה בנקודה D.

א. בסעיף זה התייחס לקטע של תנועת כדור 1 מ-B ל-D.

מהו סוג התנועה בכיוון האופקי בקטע תנועה זה (שוות-מהירות, שוות-תאוצה, תנועה אחרת), ומהו סוג התנועה בכיוון האנכי בקטע תנועה זה (שוות-מהירות, שוות-תאוצה, תנועה אחרת)? נמק את תשובותיך. (8 נקודות)

ב. חשב את המרחק CD. (8 נקודות)

ג. הכדור מתנגש ברצפה התנגשות אלסטית (לחלוטין). מהו הגובה המרבי מעל הרצפה שאליו יגיע הכדור לאחר ההתנגשות ברצפה בנקודה D? נמק את תשובתך. (6 נקודות)

ד. במקרה שני מניחים על קצה המסילה, B, את "כדור 2" שמסתו זהה לזו של כדור 1. גם הפעם משחררים את כדור 1 ממנוחה מהנקודה A. כדור 1 מחליק לאורך המסילה ומתנגש בכדור 2 התנגשות פלסטית (כלומר הגופים נדבקים זה לזה). חשב את המרחק בין נקודת הפגיעה של הכדורים ברצפה ובין הנקודה C. (8 נקודות)

ה. במקרה שלישי מניחים על קצה המסילה, B, את "כדור 3" שמסתו זהה לזו של כדור 1. גם הפעם משחררים את כדור 1 ממנוחה מהנקודה A. כדור 1 מחליק לאורך המסילה, ומתנגש בכדור 3 התנגשות מצח (חד-ממדית) אלסטית (לחלוטין). האם ייתכן שכדור 3 יפגע ברצפה במרחק גדול יותר מהמרחק CD? נמק.

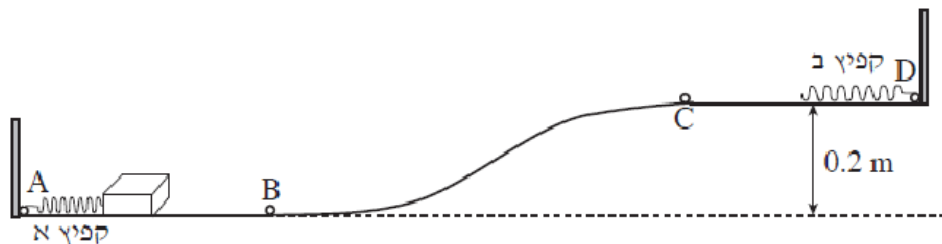
($3\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 9/

תנע ואנרגיה 2008

- 9 - פייזיקה, קיץ תשס"ח, מס' 917531, 653 + נספח

5. לרשות תלמיד שני קפיצים: קפיץ א' שקבוע הכוח שלו $k_1 = 100 \text{ N/m}$, וקפיץ ב' שקבוע הכוח שלו $k_2 = 50 \text{ N/m}$. הנח כי מסות הקפיצים ניתנות להזנחה.
- א. הסבר את המשמעות של הנתון – קבוע הכוח של קפיץ א' הוא $k_1 = 100 \text{ N/m}$. (6 נקודות)
- ב. שני תלמידים מושכים את הקצוות של קפיץ א' – כל תלמיד מושך בקצה אחר, בכוח שגודלו 50 N . מה תהיה התארכות הקפיץ (מעבר למצבו הרפוי)? (5 נקודות)
- ג. התלמיד קשר לנ'ו הקבוע לקיר את אחד הקצוות של קפיץ א', ואת הקצה האחר קשר לאחד הקצוות של קפיץ ב'. את הקצה החופשי של קפיץ ב' הוא משך בכוח שגודלו 25 N .
- (1) מה הם הגדלים של הכוחות הפועלים בכל אחד משני הקצוות של קפיץ א', ומה הם הכוחות הפועלים בכל אחד משני הקצוות של קפיץ ב'? נמק. (6 נקודות)
- (2) מהי ההתארכות של כל אחד משני הקפיצים (מעבר למצבם הרפוי)? (6 נקודות)
- ד. בתרשים שלפניך מסלול חסר חיכוך ABCD. הקטעים AB ו-CD אופקיים. הגובה של הקטע CD מעל AB הוא 0.2 m . קפיץ א' מונח על הקטע AB, ואחד מקצותיו קשור לנקודה A. קפיץ ב' מונח על הקטע CD, ואחד מקצותיו קשור לנקודה D. שני הקפיצים ניתנים לכיווץ. תלמיד מכווץ את קפיץ א' ב- 0.2 m , מצמיד לקצהו החופשי תיבה שמסתה 0.4 kg (ראה תרשים), ומשחרר אותה ממנוחה. הנח כי התיבה החליקה לאורך המסלול בלי להתנתק ממנו.



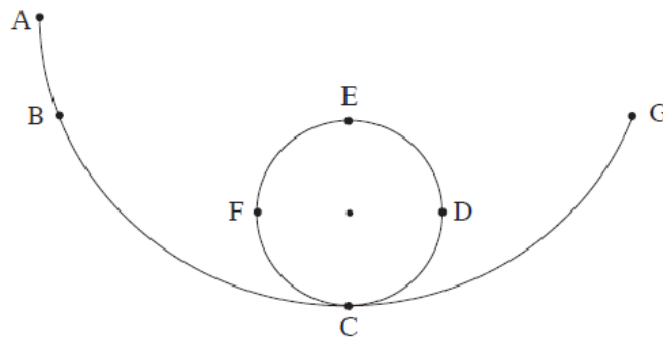
- האם התיבה הגיעה לקפיץ ב'? אם לא – נמק. אם כן – חשב את שיעור הכיווץ המרבי של קפיץ ב' לאחר שהתיבה התנגשה בו. ($10\frac{1}{3}$ נקודות)

תנע ואנרגיה 2007

פיזיקה, קיץ תשס"ז, מס' 917531, 653 + נספח

- 5 -

4. בתרשים שלפניך מוצגת מסילה חסרת חיכוך ABCDEFG. קטע המסילה CDEF הוא מעגל שרדיוסו $r = 0.4 \text{ m}$. הנקודות C ו-E הן קצות הקוטר האנכי, והנקודות D ו-F הן קצות הקוטר האופקי. הנקודה A נמצאת בגובה 1.2 m מעל הנקודה C. גוף, שמסתו 0.2 kg וממדיו קטנים בהרבה מרדיוס המעגל CDEF, משוחרר ממנוחה מהנקודה A, ונע לאורך המסילה.



- א. חשב את הכוח (גודל וכיוון) שהמסילה מפעילה על הגוף בנקודה E. (7 נקודות)
- ב. הסבר מדוע האנרגיה המכנית הכוללת של הגוף נשמרת במהלך תנועתו. בתשובתך התייחס גם לפעולה של הכוח הנורמלי. (7 נקודות)
- ג. הסבר מדוע מהירות הגוף הולכת וקטנה במהלך תנועתו מהנקודה C לנקודה E. (6 נקודות)
- ד. חשב את הכוח שהגוף מפעיל על המסילה בנקודה F. (7 נקודות)
- ה. במקרה אחר, שוחרר הגוף ממנוחה מהנקודה B, הנמצאת בגובה 0.9 m מעל הנקודה C. האם במקרה זה הגוף מגיע לנקודה E? אם כן – חשב את מהירות הגוף בנקודה E. אם לא – נמק את תשובתך. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)

תנע ואנרגיה 2006

- 5 -

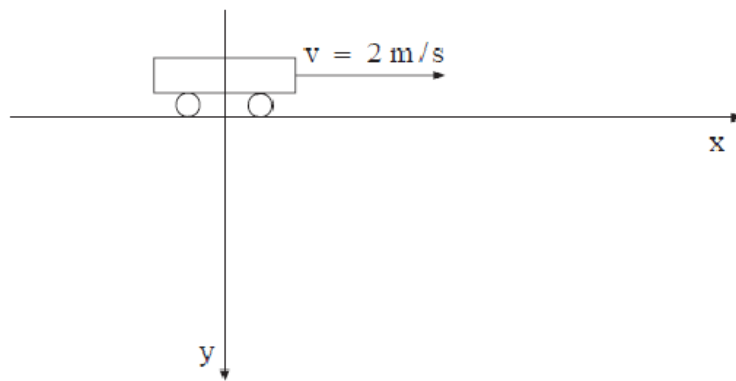
פיזיקה, קיץ תשס"ו, מס' 917531, 653 + נספח

3. קרונית שמסתה 0.6 kg נעה ימינה במהירות קבועה שגודלה 2 m/s על פני מסילה אופקית חסרת חיכוך.

המסילה בנויה בגובה מסוים מעל הרצפה, והיא מורכבת משני פסים שביניהם רווח ועליהם נעים גלגלי הקרונית.

נגדיר ציר מקום, x , לאורך המסילה שכיוונו החיובי הוא בכיוון תנועת הקרונית, וציר מקום, y , שכיוונו החיובי הוא אנכית מטה. ברגע $t = 0$ הקרונית חלפה בראשית מערכת הצירים (ראה תרשים).

לתחתית הקרונית היה מודבק מבחוץ כדור שמסתו 0.2 kg . במהלך תנועת הקרונית, ברגע $t = 0$, ניתק הכדור מהקרונית, נפל חופשית, ועבר ברווח שבין שני פסי המסילה. (הזנח את התנגדות האוויר.)



א. מהירות הקרונית לא השתנתה בעקבות הינתקות הכדור ממנה. הסבר מדוע. (8 נקודות)

ב. מצא מה היו ברגע $t = 1 \text{ s}$:

- (1) שיעור ה- x של מקום הקרונית. (הזנח את ממדי הקרונית). (3 נקודות)
- (2) שיעור ה- x ושיעור ה- y של מקום הכדור. (6 נקודות)
- (3) מהירות הכדור (גודל וכיוון). (8 נקודות)

ג. כדור אחר, זהה לקודם, נשמט ממנוחה (ברגע $t > 1 \text{ s}$) מנקודה שמעל המסילה. הכדור נפל חופשית, פגע בקרונית הנעה, ונדבק אליה.

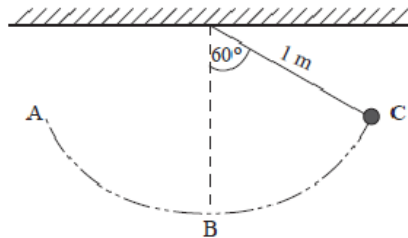
האם מהירות הקרונית השתנתה בעקבות זאת? אם לא – נמק. אם כן – חשב את

מהירות הקרונית (עם הכדור). (8 $\frac{1}{3}$ נקודות)

תנע ואנרגיה 2005

- 4 -

פיזיקה, קיץ תשס"ה, מס' 917531 + נספח



2. מטוטלת מורכבת ממשקולת נקודתית שמסתה 100 gr , הקשורה לתקרה בחוט שאורכו 1 m . המטוטלת מתנוודת בין נקודות A ו-C. הזווית המקסימלית שהמטוטלת יוצרת עם האנך היא 60° (ראה תרשים). כוחות החיכוך ומסת החוט זניחים.

א. חשב את מהירות המשקולת בנקודה B, הנקודה הנמוכה ביותר

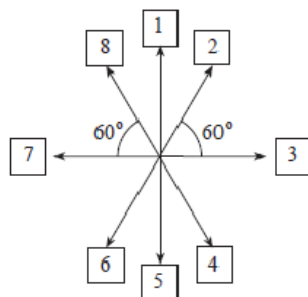
במסלול של תנועת המשקולת. (6 נקודות)

ב. הכוח השקול הפועל על המשקולת בזמן תנועתה ניתן לפירוק לרכיב רדיאלי ולרכיב משיקי.

איזה מהרכיבים, הרדיאלי או המשיקי, גורם לשינוי הגודל של מהירות המשקולת, ואיזה מהם גורם לשינוי הכיוון של מהירות המשקולת? (5 נקודות)

ג. המשקולת נעה ימינה, מנקודה A לנקודה C.

ציין, בעזרת הקצים ב"שושנת הכיוונים" שלפניך, את כיוון התאוצה של המשקולת:



(1) בנקודה A.

(2) בנקודה B.

(6 נקודות)

ד. חשב את גודל התאוצה של המשקולת:

(1) בנקודה A.

(2) בנקודה B.

(6 נקודות)

ה. חשב את המתיחות בחוט כאשר המטוטלת יוצרת זווית של 30° עם האנך.

(7 נקודות)

ו. מהי העבודה שמבצע כוח המתיחות בחוט, במהלך תנועת המשקולת

מנקודה A לנקודה B? נמק. ($3\frac{1}{3}$ נקודות)

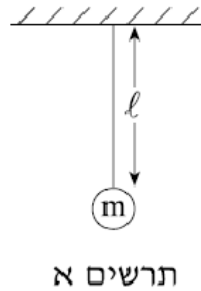
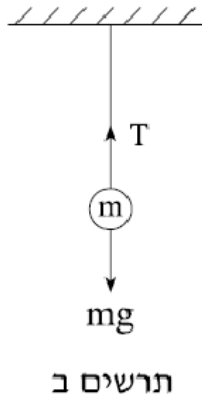
/המשך בעמוד 5/

תנע ואנרגיה 2003

- 4 -

פיזיקה. קיץ תשס"ג, מס' 917531 + נספח

3. משקולת שמסתה m תלויה במנוחה על חוט באורך ℓ , המחובר לתקרה (ראה תרשים א). הקוטר של המשקולת זניח ביחס לאורך החוט.
- תלמיד סימן את הכוחות הפועלים על המשקולת (ראה תרשים ב).
- א. מי מפעיל על המשקולת את הכוח T , ומי מפעיל עליה את הכוח mg ? (6 נקודות)
- ב. התלמיד טען כי הכוחות T ו- mg הם זוג כוחות של פעולה ותגובה, לפי החוק השלישי של ניוטון. האם טענתו נכונה? נמק. ($7\frac{1}{3}$ נקודות)



- התלמיד הזיז את המשקולת בזווית α_0 מן האנך, הרפה – והמשקולת החלה להתנווד כמטוטלת (זווית α_0 אינה בהכרח זווית קטנה).
- ג. בטא באמצעות m , g ו- α את המתיחות בחוט, ברגע שהמשקולת נמצאת בנקודות הקיצון של התנועה ($\alpha = \pm \alpha_0$). (9 נקודות)
- ד. בטא באמצעות m , g ו- α את המתיחות בחוט, ברגע שהמשקולת נמצאת בנקודה הנמוכה ביותר במסלולה. (11 נקודות)

תנע ואנרגיה 2002

- 4 -

פיזיקה, קיץ תשס"ב, מס' 917531 + נספח

3. בתרשים א' שלפניך מתוארת מערכת של ניסוי שביצע תלמיד.

התלמיד הניח כדור קטן שמסתו m על הגבהה בקצה שולחן, וקשר כדור גדול

שמסתו M , באמצעות חוט שמסתו ניתנת להזנחה, אל נקודה קבועה O .

כאשר היה החוט במצב אנכי, נגעו שני הכדורים

זה בזה, והמרכזים שלהם היו באותה גובה H מעל הרצפה.

התלמיד הסיט את הכדור הגדול למקום

שבו מרכזו עלה לגובה h מעל מרכז הכדור

הקטן (ראה תרשים), ושחרר אותו ממנוחה.

לאחר שהכדור הגדול התנגש בכדור הקטן

התנגשות מצת, נזרק הכדור הקטן אל הרצפה

ופגע בנקודה שמרחקה האופקי מקצה השולחן היה d .

מהירות הכדור הגדול כהרף עין לפני התנגשותו בכדור הקטן הייתה בגודל v , ומהירותו

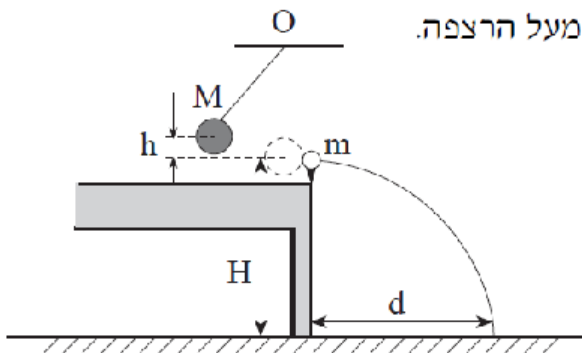
כהרף עין לאחר התנגשותו בכדור הקטן הייתה בגודל $\frac{3}{4}v$, בכיוון ימין.

התנגדות האוויר לתנועת הכדורים ניתנת להזנחה.

א. בטא, באמצעות h , M ו- m , את גודל מהירות הכדור הקטן, u , כהרף עין

לאחר ההתנגשות. (11 נקודות)

ב. הוכח את הקשר $d^2 = \frac{HM^2}{4m^2}h$. (11 נקודות)



תרשים א'

התלמיד ביצע את הניסוי כמה פעמים – בכל פעם הוא שינה את הגובה h ,

שממנו שוחרר הכדור הגדול, ומדד את ערכי h ו- d .

נתון:

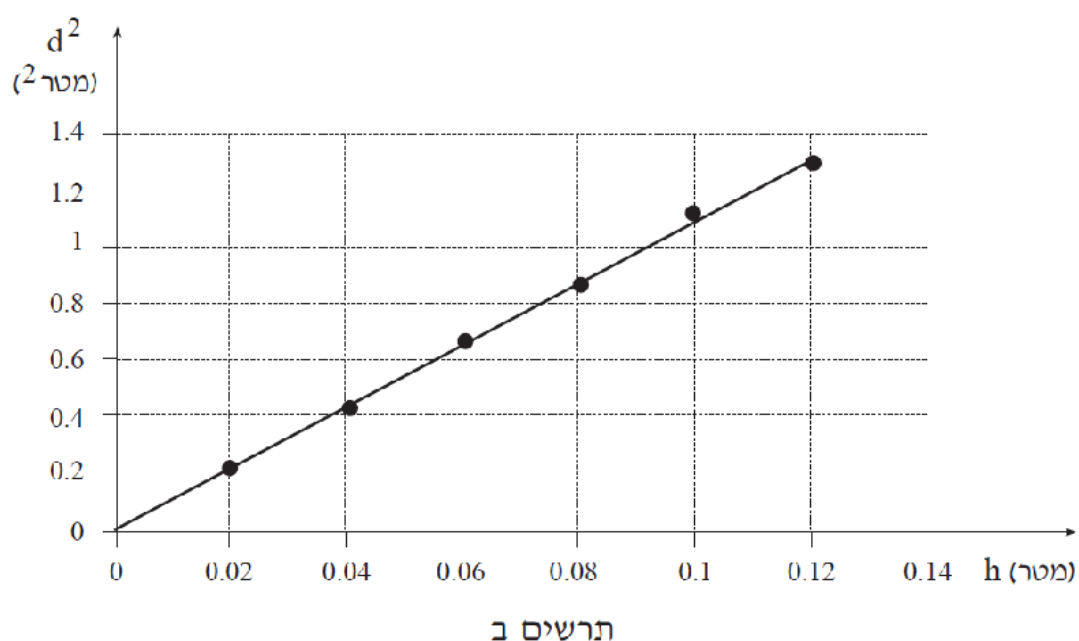
מסת הכדור הגדול: $M = 140 \text{ gr}$

מסת הכדור הקטן: $m = 20 \text{ gr}$

גובה הכדור הקטן מעל הרצפה: $H = 90 \text{ cm}$

על-פי תוצאות מדידותיו, סרטט התלמיד גרף של d^2 כפונקציה של h ,

כמתואר בתרשים ב.

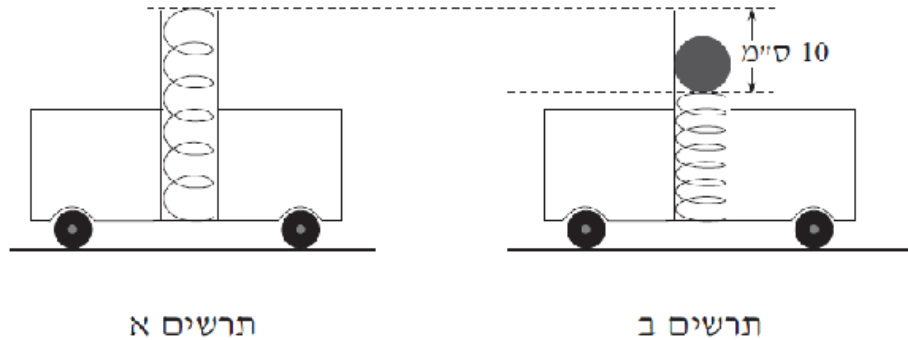


ג. הראה בעזרת הגרף כי תוצאות המדידות מתאימות לקשר הרשום בסעיף ב

(התייחס לצורת הגרף ולשיפועו). ($11\frac{1}{3}$ נקודות)

תנע ואנרגיה 2002

4. נתונה קרונית בעלת ארובה אנכית. אל קרקעית הארובה מחובר קפיץ שמסתו ניתנת להזנחה (ראה תרשים א). קבוע הקפיץ הוא 80 ניוטון למטר. מכניסים לתוך הארובה כדור שמסתו 40 גרם ודוחפים אותו כלפי מטה. התוצאה היא – הקפיץ מתכווץ ב- 10 ס"מ (ראה תרשים ב).



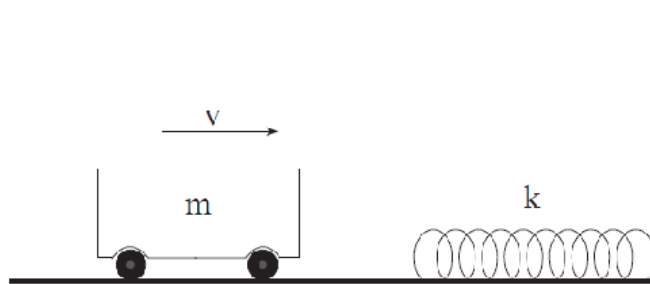
- לאחר מכן הודפים את הקרונית ימינה על פני משטח אופקי חסר חיכוך. בתום הדחיפה ובתוך כדי תנועתה (במהירות קבועה) הקפיץ משתחרר (באמצעות מתקן מיוחד), והכדור נורה מהארובה.
- (הזנח את חיכוך הקפיץ והכדור עם הארובה ואת התנגדות האוויר לתנועת הכדור).
- א. חשב לאיזה גובה h , מעל הקצה העליון של הקפיץ הרפוי, הכדור עולה. (12 נקודות)
- ב. היכן ייפול הכדור: לפני הארובה (מימינה), בתוך הארובה או מאחורי הארובה (משמאל)? נמק את תשובתך. (10 נקודות)
- ג. כיצד ייראה מסלול התנועה של הכדור (למשל: קו ישר, פרבולה, חצי מעגל), מנקודת הראות של צופה שנמצא על הקרונית ונע יחד איתה? (6 נקודות)
- ד. האם מהירות הקרונית לפני שהכדור נורה שווה למהירותה לאחר שהכדור נורה או שונה ממנה? נמק. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)

תנע ואנרגיה 2002

פיזיקה, קיץ תשס"ב, מס' 917531 + נספח

- 7 -

5. עגלה שמסתה $m = 1.2 \text{ kg}$ נעה ימינה על משטח אופקי חסר חיכוך במהירות שגודלה $v = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (ראה תרשים). העגלה מתנגשת התנגשות אלסטית (לחלוטין) בקפיץ אופקי ארוך הניתן לכיווץ. קבוע הקפיץ הוא $k = 30 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.



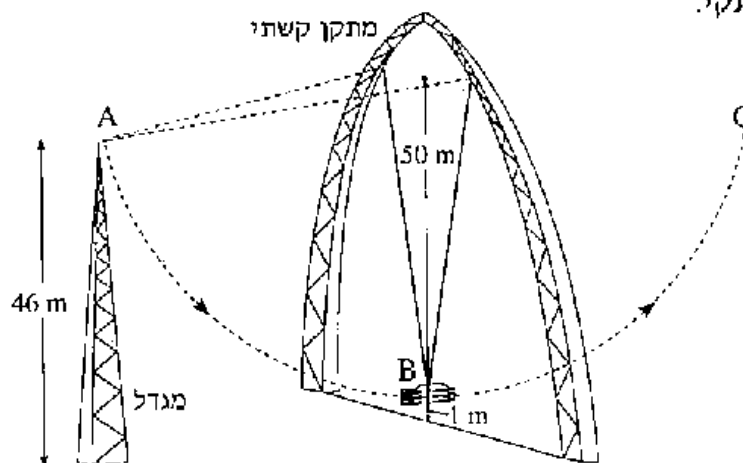
- א. חשב את פרק הזמן שבו הייתה העגלה במגע עם הקפיץ. (9 נקודות)
- ב. חשב את שיעור הכיווץ המרבי של הקפיץ כתוצאה מהתנגשות העגלה. (10 $\frac{1}{3}$ נקודות)
- ג. האם העבודה שהקפיץ ביצע על העגלה, מתחילת ההתנגשות עד סיומה, שווה לאפס או שונה מאפס? נמק. (7 נקודות)
- ד. האם המְתָקָף שהקפיץ הפעיל על העגלה, מתחילת ההתנגשות עד סיומה, שווה לאפס או שונה מאפס? נמק. (7 נקודות)

תנע ואנרגיה 2001

- 5 -

פיזיקה, קיץ תשס"א, מסי' 917531 + נספח

4. התרשים שלפניך מתאר נדנדת ענק בלונה פארק. הנדנדה מורכבת מחוטי ברזל הקשורים למתקן קשתי ענקי.



שלושה נערים, שמסתם הכוללת 200 kg , נקשרים לנדנדה בנקודה B הנמצאת בגובה 1 m מעל הקרקע. הם מובלים לנקודה A הנמצאת בראש מגדל בגובה 46 m מעל הקרקע, משוחררים, ומתנדנדים לאורך קשת מעגלית ABC שרדיוסה 50 m . הנח כי במהלך התנועה החוטים אינם מתארכים, ומסתם ניתנת להזנחה. הזנח גם את החיכוך עם האוויר.

א. חשב את גודל המהירות של הנערים כאשר הם חולפים בנקודה B , לאחר

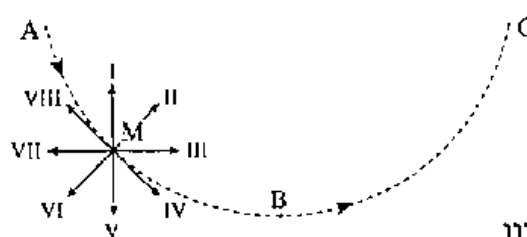
ששוחררו מנקודה A . (8 נקודות)

ב. חשב את התאוצה הצנטריפטלית של הנערים ברגע שבו הם חולפים בנקודה B במהלך תנועתם. (8 נקודות)

ג. חשב את גודל שקול הכוחות שהחוטים מפעילים על שלושת הנערים, כאשר הם

חולפים בנקודה B . (10 נקודות)

ד. התרשים שלפניך מתאר את מסלול



התנועה ABC של הנערים המתנדנדים.

על המסלול מסומנת נקודה M ושמונה

כיוונים I-VIII.

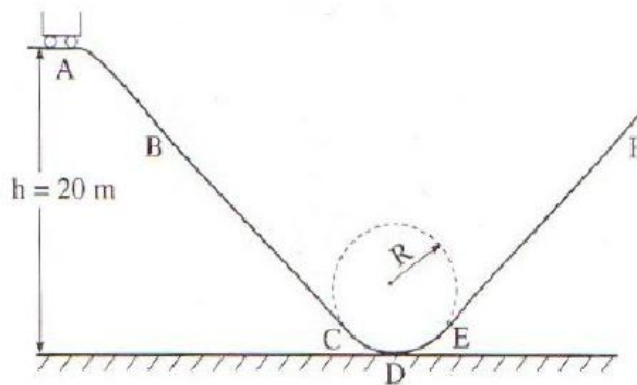
איזה מבין כיוונים אלה יכול לתאר את כיוון

התאוצה שיש לנערים בנקודה M ? נמק. (7 $\frac{1}{3}$ נקודות)

/המשך בעמוד 6/

תנע ואנרגיה 2000

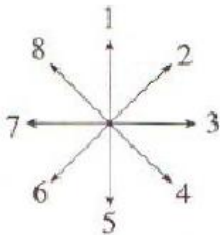
4. המסילה ABCDEF שבתרשים מתארת חלק מ"רכבת הרים" בלונה פארק. גובה הנקודה A מעל הקרקע הוא $h = 20 \text{ m}$. קטעי המסילה BC ו-EF הם ישרים, וקטע המסילה CDE הוא קשת של מעגל שרדיוסו $R = 5 \text{ m}$. תלמיד נכנס לקרונית בנקודה A. הוא הציב מאזני קפיץ על הכיסא שבקרונית, והתיישב על המאזניים כך שכפות רגליו אינן נוגעות ברצפת הקרונית. המאזניים הראו על משקל mg . לאחר מכן יצא התלמיד לדרכו מ-A במהירות התחלתית השווה לאפס. לקרונית אין מנוע, והיא נעה על המסילה ללא חיכוך ובלי להינתק ממנה.



א. העתק למחברתך את הטבלה שלפניך.

כיוון מהירות הקרונית	כיוון תאוצת הקרונית	כיוון הכוח השקול הפועל על הקרונית
נקודה בין B ל-C		
נקודה D		
נקודה בין E ל-F		

ציין בטבלה את הכיוונים של מהירות הקרונית, של תאוצת הקרונית ושל הכוח השקול הפועל על הקרונית בנקודה הנמצאת בין B ל-C בנקודה D ובנקודה הנמצאת בין E ל-F. רשום את הכיוונים על-פי שמונת החצים הממוספרים 1-8 (אם לדוגמה כיוון מסוים הוא שמאלה, רשום 7 בטבלה). (14 נקודות)

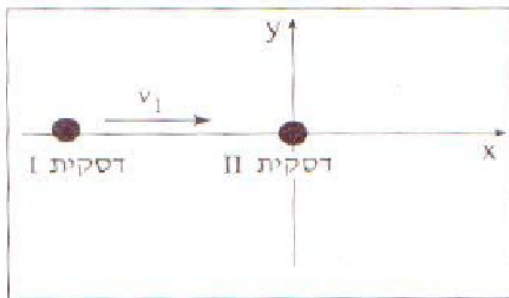


ב. בטא באמצעות משקל התלמיד, mg , את הוריית המאזניים ברגע שבו הקרונית חולפת בנקודה D. (15 נקודות)

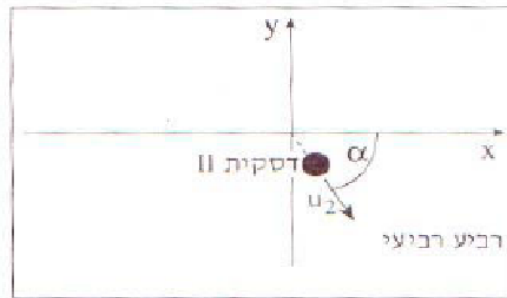
ג. ברגע שהקרונית חולפת בנקודה ס, האם הדם שבגוף התלמיד כוטה להצטבר בפלג גופו העליון (בראשו), בפלג גופו התחתון (ברגליו) או שהוא נמצא במצבו הרגיל (כמו לפני התנועה)? נמק. (4.33 נקודות)

5. בתרשים א מתואר במבט מלמעלה משטח של שולחן חלק ועליו שתי דסקיות:

דסקית I שמסתה $m_1 = 1 \text{ Kg}$ נעה בכיוון החיובי של הציר x במהירות שגודלה $v_1 = 10 \text{ m/s}$ ודסקית II שמסתה $m_2 = 1 \text{ Kg}$ נחה בראשית של מערכת צירים הנמצאת במישור השולחן.



תרשים א



תרשים ב

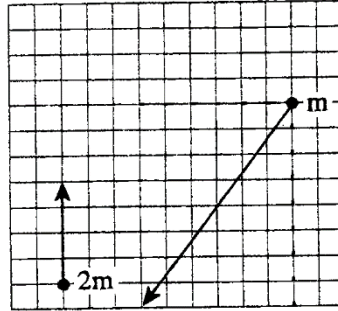
- לאחר התנגשות הדסקיות זו בזו, נעה דסקית II בזווית $\alpha = 60^\circ$ עם הציר x, במהירות שגודלה $u_2 = 4 \text{ m/s}$, כמתואר בתרשים ב. (תנועת דסקית I לאחר ההתנגשות אינה מתוארת בתרשים ב.)
- א. מהו התנע הכולל של מערכת שתי הדסקיות לאחר ההתנגשות (ציין גודל וכיוון)? (7 נקודות)
- ב. הסבר במילים מדוע לא ייתכן ששתי הדסקיות ינועו אחרי ההתנגשות ברביע הרביעי של מערכת הצירים (ראה תרשים ב). (8.33 נקודות)
- ג. חשב את המהירות (גודל וכיוון) של דסקית I לאחר ההתנגשות. (18 נקודות)

תנע ואנרגיה 1998

- 4 -

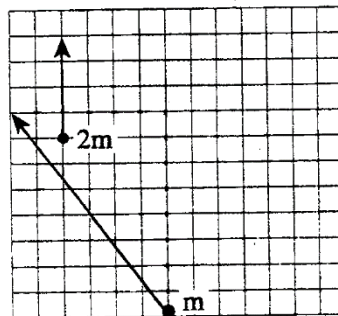
פיזיקה, קיץ תשנ"ח, מס' 917531 + נספח

2. קרון שמסתו $4m$ נמצא על משטח אופקי. על רצפת הקרון נעים שני כדורים שהמסות שלהם הן m ו- $2m$. החיכוך בין הקרון למשטח ובין הכדורים לרצפה זניח. מהירויות הכדורים ברגע t_0 מתוארות בתרשים א. כל משבצת מתאימה ל- $1 \frac{m}{s}$.



תרשים א

- א. הקרון קשור למשטח ואינו יכול לנוע. תרשים ב מתאר את מהירויות הכדורים לאחר שהכדור שמסתו m התנגש בדופן הקרון.
- (1) האם התנע הכולל של שני הכדורים בתרשים ב שווה לתנע הכולל שלהם בתרשים א ? נמק. (8 נקודות)
- (2) האם האנרגיה הקינטית הכוללת של שני הכדורים בתרשים ב שווה לאנרגיה הכוללת שלהם בתרשים א ? נמק. (8 נקודות)



תרשים ב

(שים לב: המשך הסעיפים בעמוד הבא.)

ב. הפעם הקרון אינו קשור והוא חופשי לנוע לכל הכיוונים. (ברגע t_0 מהירות

הכדורים הן כמתואר בתרשים א' ומהירות הקרון היא אפס.)

הכדורים התנגשו זה בזה ובדפנות הקרון בהתנגשויות אלסטיות (לחלוטין).

(1) בתרשים ג' מהירות הקרון

(שמסתו $4m$) היא $3 \frac{m}{s}$ שמאלה,

ומהירות הכדורים ביחס לכדור

הארץ הן כמתואר בתרשים זה.

הסבר מדוע תרשים ג' אינו יכול

לתאר את מצב המערכת (הכדורים

והקרון) לאחר שהתרחשו בה רק

התנגשויות אלסטיות. (9 נקודות)

(2) בתרשים ד' הקרון נמצא במנוחה

ומהירות הכדורים הן כמתואר

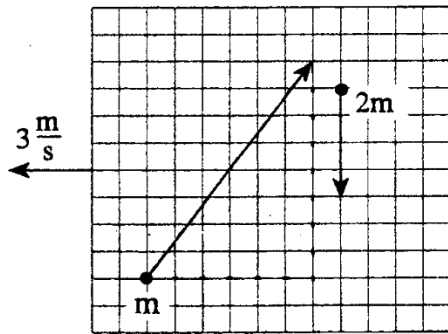
בתרשים זה.

הסבר מדוע תרשים ד' אינו יכול

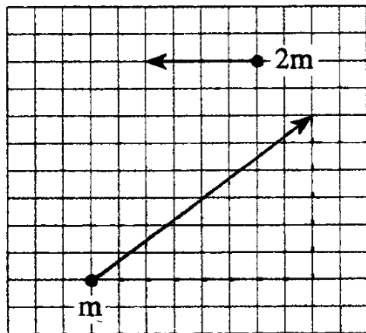
לתאר את מצב המערכת לאחר

שהתרחשו בה רק התנגשויות

אלסטיות. ($8\frac{1}{3}$ נקודות)



תרשים ג'



תרשים ד'

תנע ואנרגיה 1998

פיזיקה, קיץ תשנ"ח, מס' 917531 + נספח

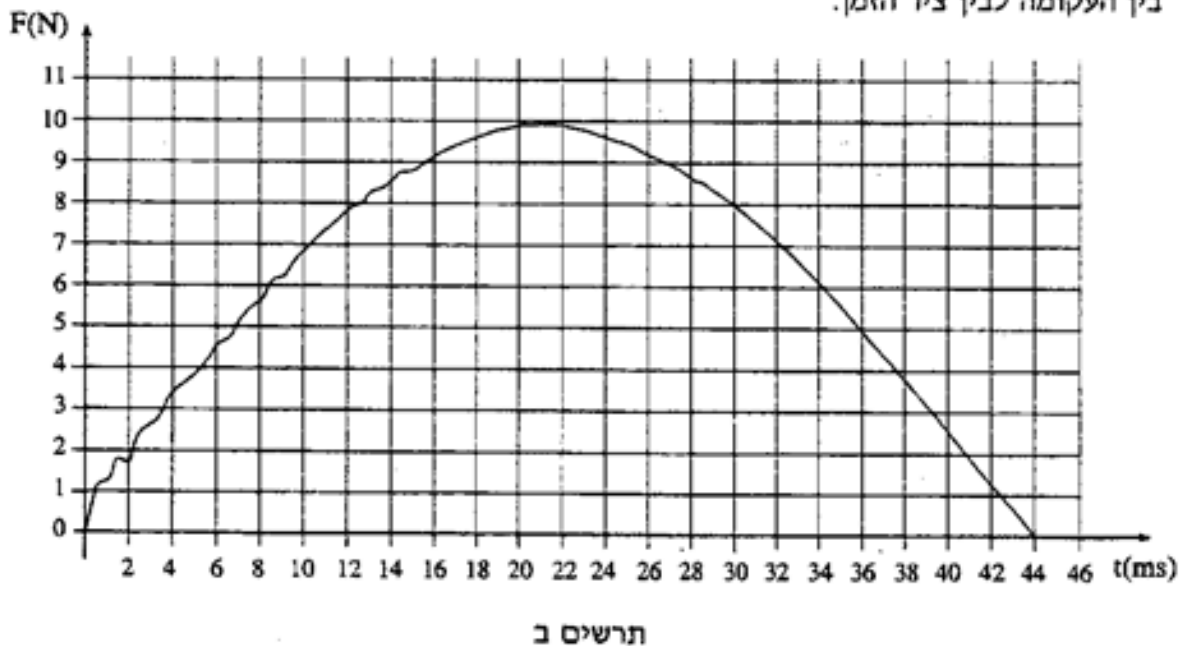
5. א. נער חיבר קפיץ A לקיר, ומשך אותו בכוח של 20 N . הקפיץ התארך ב- 0.4 m . סרטט גרף המתאר את הכוח, F , שהקפיץ מפעיל על הנער כפונקציה של התארכותו, Δl , כאשר הכוח משתנה מ- $F = 0$ ל- $F = 20\text{ N}$. הנח כי קבוע הקפיץ אינו משתנה ומסתו ניתנת להזנחה. (10 נקודות)
- ב. על סמך הגרף שסרטטת, מצא את העבודה שעשה הנער במהלך מתיחת הקפיץ. (10 נקודות)
- ג. שני נערים אוחזים בשני קצותיו של הקפיץ A, וכל אחד מהם מושך אותו בכוח של 20 N . האם התארכות הקפיץ במצב זה תהיה שונה מזו שבסעיף א? הסבר. (7 נקודות)
- ד. הנער חיבר קפיץ B לקיר, ומשך אותו בכוח של 20 N . הקפיץ התארך ב- 0.5 m . לאחר שהנער הרפה מהקפיץ B הוא חיבר לקצה החופשי שלו את הקפיץ A, ומשך את הקצה החופשי של קפיץ A בכוח של 20 N . הנח כי גם קבוע הקפיץ B אינו משתנה ומסתו ניתנת להזנחה. מה יהיה סך כל ההתארכות של הקפיצים המחוברים? הסבר. ($6\frac{1}{3}$ נקודות)

תנע ואנרגיה 1997

פיזיקה, קיץ תשנ"ז, מס' 917531 + נספח



3. כדי לבחון את החוק הקובע כי "המתקף הכולל הפועל על גוף שווה לשינוי בתנע של הגוף", ביצע תלמיד ניסוי. הוא דחף קרונית שמסתה 0.46 kg (הדחיפה ארכה זמן קצר), וזו נעה על שולחן (ראה תרשים א). החיכוך בין השולחן לקרונית קטן. הקרונית התנגשה בחיישן כוח שהיה מוצמד לקצה השולחן. לאחר ההתנגשות נעה הקרונית בכיוון המנוגד לכיוון תנועתה לפני ההתנגשות. במהלך ההתנגשות של הקרונית בחיישן מדד החיישן, במרווחי זמן קצרים מאוד, את הכוח שהקרונית הפעילה עליו. ערכי הכוח (בניוטון) כפונקציה של הזמן (באלפיות שנייה – ms) הוזנו למחשב, ובעזרת תוכנה מתאימה סורטט גרף המתאר את גודל הכוח כפונקציה של הזמן במהלך ההתנגשות (ראה תרשים ב). התלמיד ספר, במידת הדיוק שהגרף מאפשר, 138 משבצות בין העקומה לבין ציר הזמן.



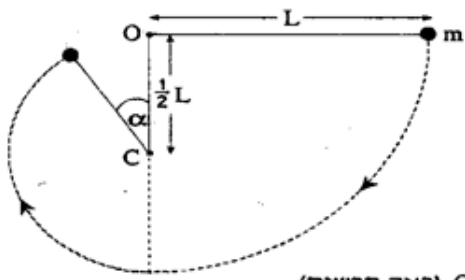
זמן קצר לפני ההתנגשות מדד התלמיד ומצא שהקרונית עברה מרחק של 3.0 cm במשך 0.090 s , וזמן קצר לאחר תום ההתנגשות, בעת תנועתה בכיוון המנוגד לכיוון התנועה לפני ההתנגשות, מצא התלמיד שהיא עברה מרחק של 3.0 cm במשך 0.102 s .

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

- א. מצא, על סמך תרשים ב, את גודל המתקף שהחיישן הפעיל על הקרונית במהלך ההתנגשות.
(10 נקודות)
- ב. בלי להסתמך על תרשים ב, חשב את השינוי בתנע של הקרונית בעקבות ההתנגשות.
(10 נקודות)
- ג. ציין שני גורמים אפשריים לאי-דיוק בערכים שהתקבלו בניסוי זה (המתקף הכולל והשינוי בתנע של הקרונית). (7 נקודות)
- ד. האם בפרק הזמן המתואר בתרשים ב התאפסה מהירות הקרונית? הסבר. ($6\frac{1}{3}$ נקודות)

תנע ואנרגיה 1996

פיסיקה, קיץ תשנ"ו, מס' 917531 + נספח



3. כדור קטן שמסתו m קשור לקצה חוט

שאורכו L . קצהו השני של החוט קבוע

בנקודה O .

הכדור משוחרר ממצב שבו החוט אופקי וישר.

כאשר החוט מגיע למצב אנכי, הוא נתקל במסמר

בנקודה C , שנמצאת במרחק $\frac{1}{2}L$ מתחת לנקודה O (ראה תרשים).

המסמר ניצב למישור התנועה של החוט.

א. מהו הגודל של מהירות הכדור כאשר החוט יוצר זווית α עם OC (ראה תרשים)?

בטא את תשובתך באמצעות L ו- α . (14 נקודות)

ב. הראה כי ברגע שהמתיחות בחוט מתאפסת, מתקיים: $\cos \alpha = \frac{2}{3}$. (14 נקודות)

ג. מה תהיה צורת המסלול של הכדור כל עוד המתיחות בחוט היא אפס (קו ישר, מעגל,

פרבולה, אחר)? נמק. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)

תנע ואנרגיה 1996

פיסיקה, קיץ תשנ"ו, מס' 917531 + נספח

4.

קפיץ, שקבוע הכוח שלו k ומסתו זניחה, מחובר בקצהו העליון לתקרה. לקצה התחתון של הקפיץ מחובר לוח עץ אופקי שמסתו M . במצב שיווי-משקל של המערכת, הקפיץ ארוך ב- d מאורכו במצב רפוי.

א. בטא את d באמצעות k ו- M . ($7\frac{1}{3}$ נקודות)

ממצב שיווי-המשקל מושכים את לוח העץ בשיעור A כלפי מטה ומרפים ממנו. הלוח מתנדנד. ברגע שלוח העץ חולף על פני נקודת שיווי-המשקל בדרכו מטה, פוגע בו קליע שמסתו m ומהירותו v אנכית כלפי מעלה. הקליע חודר דרך לוח העץ ויוצא ממנו במהירות u . כתוצאה מפגיעת הקליע, לוח העץ נעצר בנקודת שיווי-המשקל (עצירה קבועה, לא רגעית). הנח כי משך ההתנגשות בין הקליע לבין לוח העץ הוא קצר מאוד, וכי מסת לוח העץ לא השתנתה כתוצאה מההתנגשות.

ב. בטא באמצעות נתוני השאלה k, M, m , ו- A את הפחת בגודל המהירות של הקליע,

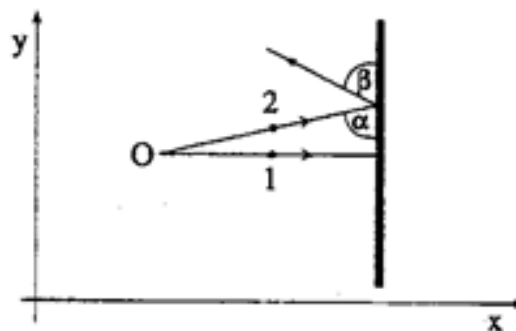
כלומר את $u - v$. (18 נקודות)

ג. כאשר לוח העץ נמצא במרחק מסוים מנקודת שיווי-המשקל, פוגע בו קליע הנע אנכית כלפי מעלה, חודר דרכו ויוצא ממנו. הסבר מדוע במקרה זה לוח העץ אינו יכול להיעצר (עצירה קבועה, לא רגעית). (8 נקודות)

תנע ואנרגיה 1995

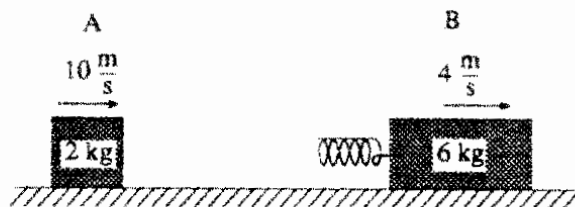
פיסיקה, קיץ תשנ"ה, מס' 917531 + נספח

4. בתרשים מתואר קיר במבט מלמעלה. הקיר מקביל לציר y . מהנקודה O , הנמצאת על הרצפה, משגרים שני חלקיקים הנעים על הרצפה ללא חיכוך. חלקיק 1 פוגע בקיר בניצב לו, וחלקיק 2 פוגע בקיר בזווית α (ראה תרשים). מסתו של כל חלקיק היא m וגודל מהירותו v . התנגשותו של כל אחד משני החלקיקים בקיר היא אלסטית, בלא חיכוך עם הקיר. (כיוון הכוח שהקיר מפעיל על החלקיקים מאונך לקיר). מסת הקיר גדולה מאוד, והוא אינו זז כתוצאה מההתנגשויות.



- א. בטא את המהירות (גודל וכיוון) של חלקיק 1 לאחר התנגשותו בקיר. נמק. (8 נקודות)
- ב. בטא באמצעות נתוני השאלה את השינוי בתנע של חלקיק 1 כתוצאה מהתנגשותו בקיר. (8 נקודות)
- לאחר הפגיעה נע חלקיק 2 במסלול שיוצר זווית β עם הקיר.
- ג. בטא את גודל המהירות של חלקיק 2 לאחר התנגשותו בקיר. נמק. (2 נקודות)
- ד. הוכח כי הזווית α שווה לזווית β . (9 נקודות)
- ה. בטא באמצעות נתוני השאלה את המתקף שהפעיל הקיר על חלקיק 2. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)

3. גופים A ו-B נעים ימינה לאורך קו ישר על משטח אופקי חסר חיכוך, כמתואר בתרשים. מסתו של הגוף A היא 2 kg וגודל מהירותו $10 \frac{m}{s}$. מסתו של גוף B היא 6 kg, וגודל מהירותו $4 \frac{m}{s}$. אל גוף B צמוד מאחוריו קפיץ שקבוע הכוח שלו $800 \frac{N}{m}$, ומסתו ניתנת להזנחה.



- א. חשב את מהירותו של כל אחד משני הגופים לאחר ההתנגשות (כאשר אין יותר מגע בין גוף A לקפיץ). ($11\frac{1}{3}$ נקודות)
- ב. בפרק הזמן שבין הרגע שבו גוף A נוגע לראשונה בקפיץ עד לרגע כיווצו המרבי של הקפיץ:
- (1) האם האנרגיה הקינטית של מערכת שני הגופים A ו-B נשמרת? הסבר. (7 נקודות)
 - (2) האם התנע של מערכת שני הגופים נשמר? הסבר. (5 נקודות)
- ג. כאשר התכווצות הקפיץ מרבית, מהירויות הגופים שוות.
- (1) מצא מהירות זו. (4 נקודות)
 - (2) מצא את השיעור המרבי של התכווצות הקפיץ. (6 נקודות)

תנע ואנרגיה 1993

- 4 -

פיסיקה, קיץ תשנ"ג, מס' 917531 + נספח

3. גוש עץ שמסתו $M = 9.98 \text{ kg}$ תלוי בקצהו של חוט שאורכו 2 m ומסתו זניחה. קליע שמסתו $m = 0.02 \text{ kg}$ פוגע אופקית בגוש העץ במהירות שגודלה $v = 500 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, ונתקע בגוש. הנח כי משך חדירת הקליע קצר מאוד וניתן להזנחה, וכי ממדי גוש העץ זניחים ביחס לאורך החוט.

- א. האם האנרגיה המכנית נשמרת בתהליך ההתנגשות? הסבר. (6 נקודות)
- ב. חשב את הגובה המרבי, שאליו מתרומם גוש העץ (עם הקליע בתוכו). (17 נקודות)
- ג. מהי העבודה, שנעשתה על-ידי המתוחות בחוט, במשך עליית גוש העץ עם הקליע עד לגובה המרבי? נמק. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)
- ד. כמה זמן לוקח לגוש העץ עם הקליע להגיע לגובהו המרבי? נמק. (5 נקודות)

תנע ואנרגיה 1993

פיסיקה, קיץ תשנ"ג, מס' 917531 + נספח

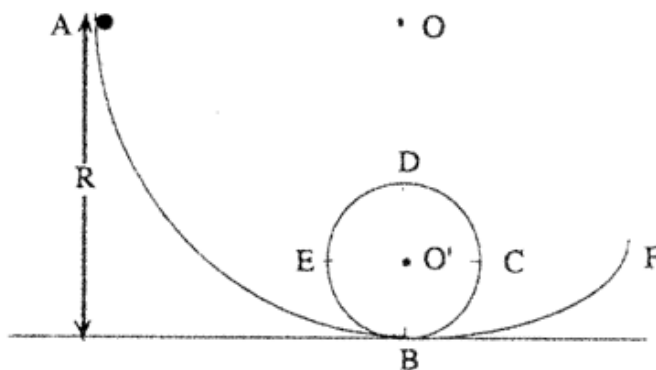
4. בתרשים שלפניך מתוארת מסילה חסרת חיכוך ABCDEF. קטע המסילה AB הוא רבע מעגל

שרדיוסו R ומרכזו O. קטע המסילה BCDE הוא מעגל שרדיוסו r ומרכזו O'.

O' ו O נמצאות על אותו קו אנכי. גוף קטן משוחרר ממנוחה בנקודה A, ונע לאורך

המסילה. EC הוא קוטר אופקי של המעגל שמרכזו O'.

בטא את תשובותיך לשאלות באמצעות נתוני השאלה.



א. מהו וקטור המהירות (גודל וכיוון)

בנקודה C? (9 נקודות)

ב. (1) מהי התאוצה הרדיאלית

בנקודה C? (8 נקודות)

(2) מהי התאוצה המשיקית

בנקודה C? (8 נקודות)

ג. חשב מה צריך להיות היחס המינימלי $\frac{R}{r}$, כדי שהגוף לא יתנתק מהמסילה

המעגלית שמרכזו O'. (4 נקודות)

ד. הסבר מדוע הכוח השקול, הפועל על הגוף בתנועתו לאורך קטע המסילה, שאחרי

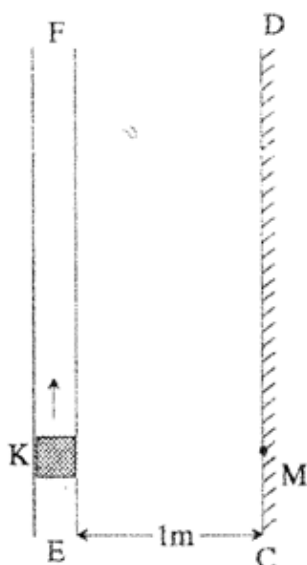
הנקודה A ועד לנקודה B, אינו משיק למסילה. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

תנע ואנרגיה 1991

פיסיקה, קיץ תשנ"א, מס' 917531 + נספח

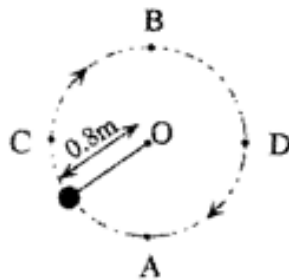
- 4 -

3. על מסילה חלקה EF, הנמצאת על רצפה אופקית, נעה קרונית K במהירות $v_1 = 0.2 \frac{m}{s}$. במקביל למסילה במרחק 1 m ממנה ניצב קיר חלק CD (ראה תרשים, מבט מלמעלה). כאשר הקרונית חולפת מול הנקודה M, נזרק מתוכה כדור בכיוון הניצב למסילה EF, במהירות $v_2 = 0.2 \frac{m}{s}$ (ביחס לקרונית). הכדור נזרק בגובה הרצפה כלפי הקיר CD, נע על-פני הרצפה החלקה, ומתנגש התנגשות אלסטית (לחלוטין) בקיר CD. הקרונית ממשיכה לנוע על המסילה EF.
- הזנח את המרחק בין הנקודה ממנה נזרק הכדור לבין הרצפה, ואת רוחב הקרונית.



- א. העתק את התרשים למחברתך, וסרטט בו באופן סכמטי את הצורה של מסלול תנועת הכדור עד לפגיעתו בקיר CD (ישר, פרבולה, היפרבולה, מסלול אחר). הסבר. (7 נקודות)
- ב. באיזה מרחק מהנקודה M יפגע הכדור בקיר CD? הסבר. (7 נקודות)
- ג. האם מהירות הקרונית, לאחר שהכדור נזרק ממנה, קטנה, גדלה או שאינה משתנה? הסבר. (7 נקודות)
- ד. באיזו מהירות ובאיזה כיוון יחזור הכדור מהקיר CD? הוכח בעזרת חוקי שימור. (6 נקודות)
- ה. האם הכדור והקרונית יפגשו? אם כן - היכן? אם לא - מדוע לא? (6½ נקודות)

פיסיקה, קיץ תש"ן, מסי' 917531 + נספח



3. גוף שמסתו $m = 0.3 \text{ kg}$ קשור לחוט שאורכו

$\ell = 0.8 \text{ m}$, ונע במעגל אנכי. החוט קשור בקצהו

האחר לנקודה קבועה O. מישור התנועה מאונך

לפני הקרקע, ומגמת התנועה מסומנת על-ידי

הקצים בתרשים. הנקודה A היא הנקודה

הנמוכה ביותר במעגל, הנקודה הגבוהה ביותר

במעגל, והנקודות C ו-D נמצאות בקצות

הקוטר האופקי של המעגל (ראה תרשים).

מהירות הגוף בנקודה A היא 9 m/s .

א. סרטט את הכוחות הפועלים על הגוף בנקודה C, ומצא את מתיחות החוט בנקודה

זו. (12 נקודות)

ב. סרטט את הכוחות הפועלים על הגוף בנקודה B, ומצא את תאוצת הגוף

(גודל וכיוון) בנקודה זו. (12 נקודות)

ג. ברגע שהגוף הגיע לנקודה D נקרע החוט.

סרטט את מסלול הגוף מרגע שהחוט נקרע ועד פגיעתו בקרקע.

הסבר את שיקוליך. (9 נקודות)