



פיסיקה

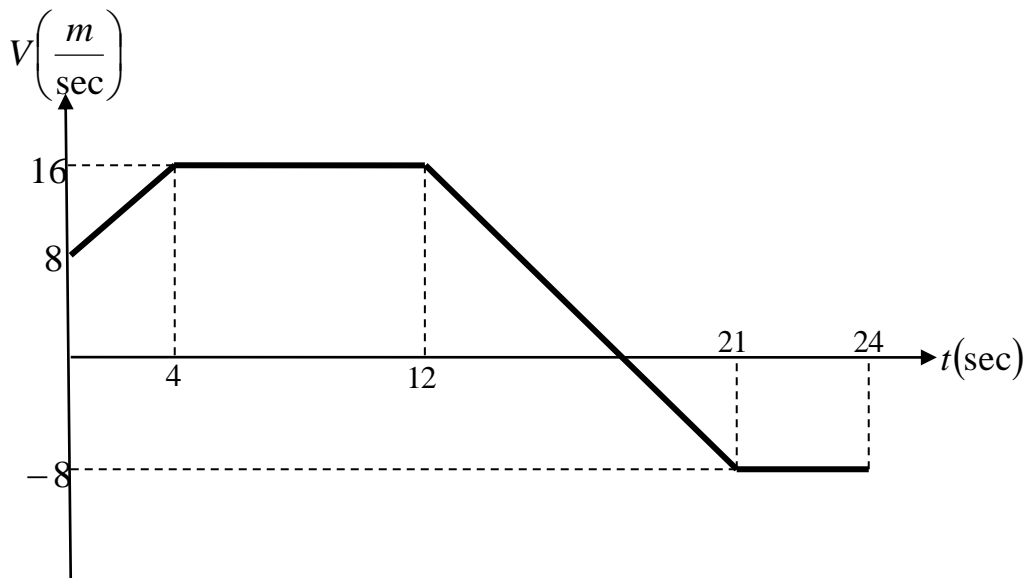
חוברת תרגילים

המרכז ללימודים קדם אקדמיים
טל: 03-9066616 פקס: 03-9364896
Mechina@ariel.ac.il

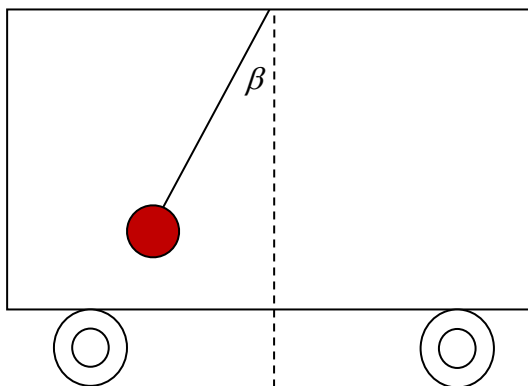
מכניקה

תרגיל 1

הגרף שבתרשים מתאר את תנועתה של קרונית הנעה בקו ישר. בתחילת התנועה הקרונית נעה ימינה.



- (א) סרטט גרף של התאוצה כפונקציה של הזמן.
 (ב) מתי תגיע הקרונית למרחק המכסימלי ימינה לנקודת ההתחלה?
 (ג) מהו המרחק המכסימלי שאליו הגיעה הקרונית ימינה לנקודת ההתחלה?
 (ד) מהי מהירותה הממוצעת ב-24 השניות של התנועה?
 (ה) בתוך הקרונית תלויה משקולת שמסתה 200 גרם. במשך חלק מהתנועה המשקולת סוטה שמאלה מהאנך. (ראה תרשים)
 (1) באיזה פרק זמן סוטה המשקולת כמתואר בתרשים?
 (2) מהי זווית הסטייה? (זווית β)

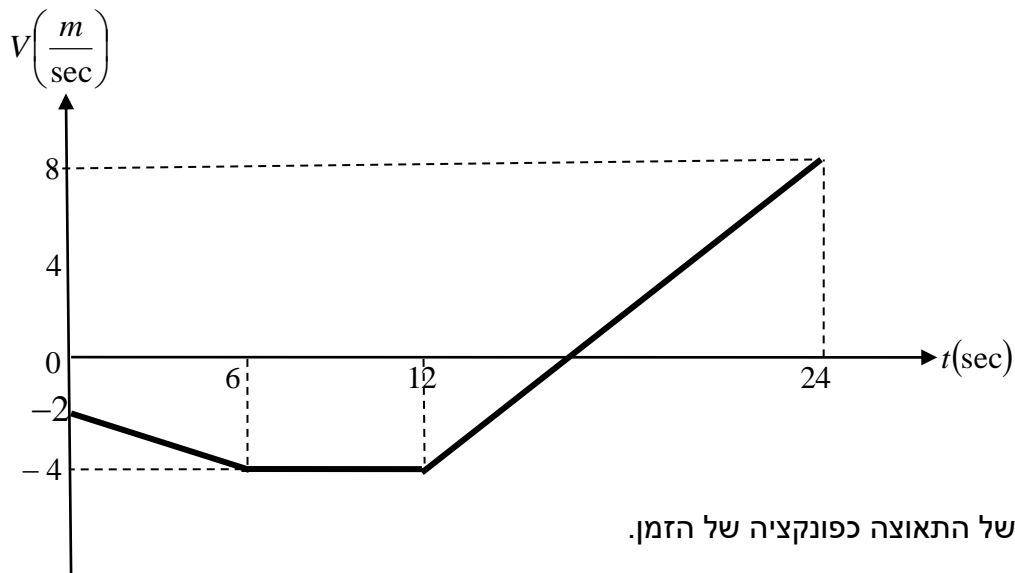


תשובות:

- (ב) $224(m)$; $18(sec)$ (ג)
 (ד) $7.83(m/sec)$; (ה) (1) $0 < t < 4(sec)$
 (ה) (2) $\beta = 11.3^\circ$

תרגיל 2

הגרף שבתרשים מתאר את תנועתה של קרונית הנעה בקו 'שר'. בתחילת התנועה הקרונית נעה שמאלה.



(א) סרטט גרף של התאוצה כפונקציה של הזמן.

(ב) מתי תגיע הקרונית למרחק המכסימלי שמאלה לנקודת ההתחלה?

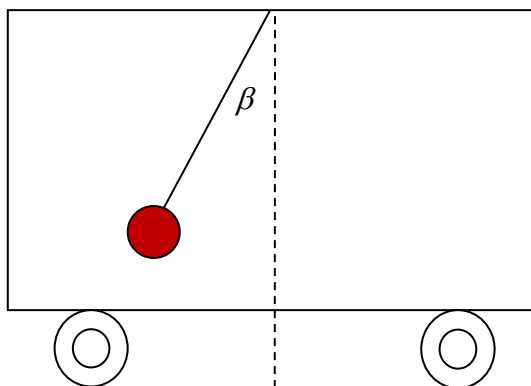
(ג) מהו המרחק המכסימלי שאליו הגיעה הקרונית שמאלה לנקודת ההתחלה?

(ד) מהי מהירותה ממוצעת ב-24 השניות של התנועה?

(ה) בתוך הקרונית תלויה משקולת שמסתה 200 גרם. במשך חלק מהתנועה משקולת סוטה שמאלה מהאנך. (ראה תרשים).

(3) באיזה פרק זמן סוטה המשקולת כמתואר בתרשים?

(4) מהי זווית הסטייה? (זווית β)



תשובות:

(ב) 16(sec) ; (ג) 42(m)

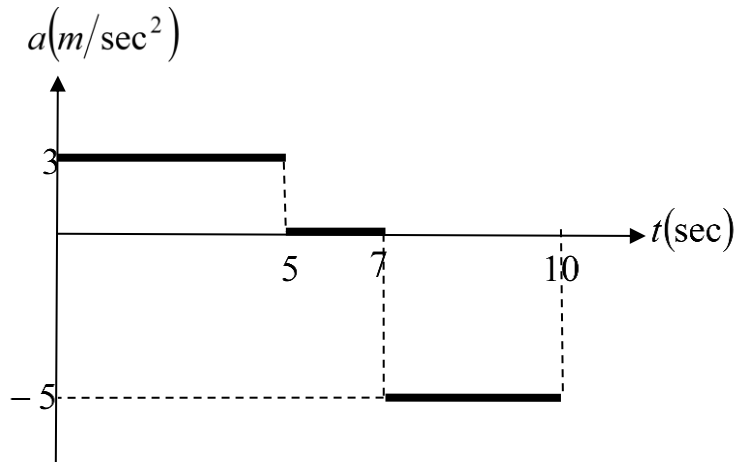
(ד) $\bar{v} = 0.917(m/sec)$

(ה) (1) $12(sec) < t < 24(sec)$

(ה) (2) $\beta = 5.71^\circ$

תרגיל 3

הגרף מתאר את התאוצה שקולה בציר y כפונקציה של הזמן של טיסן ממונע קטן (הנע בציר y בלבד) החל מרגע $t = 0$, בו הוא היה בגובה המוגדר כ- $y = 0$. הכיוון כלפי מעלה נבחר כחיובי. מהירותו ההתחלתית של גוף היא $V_0 = -5(m/sec)$. התנגדות האוויר זניחה.



- (א) סרטט גרף המתאר את מהירות הטיסן כפונקציה של הזמן במשך $10(sec)$ של תנועתו.
 (ב) לאחר כמה זמן של התנועה הגיע הטיסן לגובהו המרבי? נמק מבלי לחשב.
 (ג) חשב את הגובה המרבי אליו מגיע הטיסן.
 (ד) מהו גובהו של הטיסן לאחר $10(sec)$?
 (ה) כמה פעמים שינה כלי הטיס את כיוון תנועתו במהלך $10(sec)$ של טיסתו? נמק.

תשובות: (ב) $9(sec)$ (ג) $42.5(m)$ (ד) $40(m)$ (ה) פעמיים

תרגיל 4

כדור שמסתו $0.5(kg)$ נפל ממנוחה באוויר מגובה $10(m)$ יחסית לקרקע מושלגת אופקית. הכדור חדר לקרקע המושלגת ונעצר בעומק 0.8 מטר. תנועת הכדור באוויר הייתה תנועה אנכית בתאוצה קבועה וגם תנועת הכדור בשלג הייתה תנועה אנכית בתאוצה קבועה.

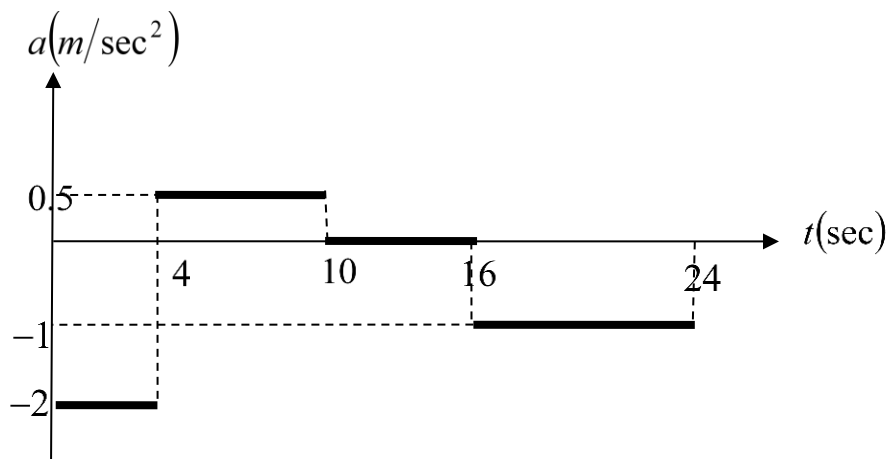
גודלו הקבוע של כוח התנגדות האוויר שווה $0.6N$

- א. חשב את תאוצת הכדור באוויר.
 ב. חשב את תאוצת הכדור בשלג.
 ג. חשב את כוח התנגדות השלג בזמן תנועת הכדור בשלג.
 ד. סרטט גרף תאוצה כפונקציה של זמן כאשר הכדור נע באוויר ובשלג.
 ה. סרטט גרף מהירות כפונקציה של זמן כאשר הכדור נע באוויר ובשלג.

תשובות: (א) $8.8(m/sec^2)$; (ב) $-110(m/sec^2)$; (ג) $60N$

תרגיל 5

נתון גרף התאוצה כפונקציה של הזמן, עבור גוף הנע בקו ישר.
החל מרגע $t = 0$, היה מקום הגוף $1m$ והמהירות שלו הייתה $6(m/sec)$.



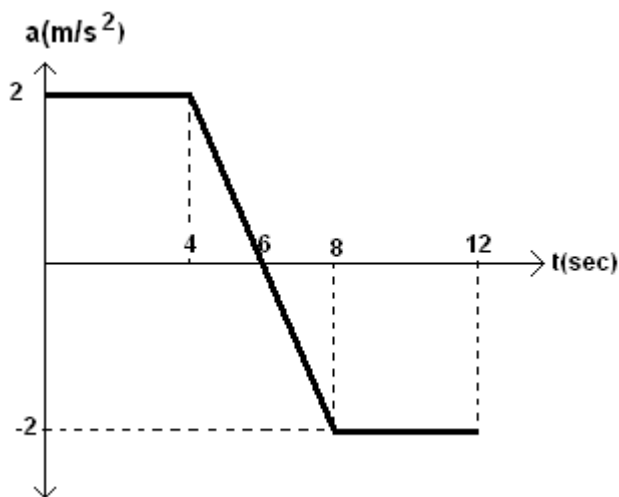
- (א) סרטט גרף המתאר את מהירות הגוף כפונקציה של הזמן במשך $24(sec)$ של תנועתו
 (ב) מהם הזמנים בהם יהיה הגוף במנוחה?
 (ג) מה המהירות הממוצעת במשך $16sec$ הראשונות של התנועה?
 (ד) סרטט את גרף מיקום הגוף כפונקציה של הזמן, עבור $16sec$ הראשונות של התנועה
תשובות: (א) $\bar{V} = 0.6875(m/sec)$ (ב) $3(sec), 8(sec), 17(sec)$ (ג)

תרגיל 6

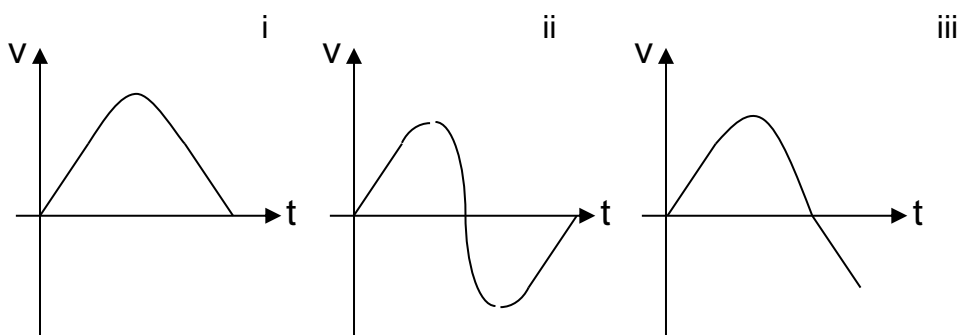
- רכב אופניים מתחיל לנוע ממנוחה מנקודה **A** בתאוצה קבועה שגודלה $0.2(m/sec^2)$, הנמשכת $20sec$. לאחר מכן הוא מאט בתאוצה קבועה בגודל של $0.2(m/sec^2)$ ומגיע למהירות $7.2(km/hr)$ וממשיך לנוע במהירות זו עד להגעתו לנקודה **B**. המרחק בין הנקודה **A** לנקודה **B** הוא $270(m)$.
- א. חשב את המהירות של רוכב האופניים לאחר $20(sec)$ הראשונות.
 ב. חשב את זמן הנסיעה הכולל של רוכב האופניים.
 ג. שרטט גרף מדויק של $V(t)$ מרגע תחילת התנועה בנקודה **A** עד רגע שהוא הגיע לנקודה **B**.
 ד. שרטט גרף איכותי של $X(t)$ מרגע תחילת התנועה בנקודה **A** עד הרגע שהוא הגיע לנקודה **B**.
 הסבר את צורת הגרף (קו-ישר? פרבולה עם נקודת מקסימום? פרבולה עם נקודת מינימום?) בכל אחד משלושת חלקי התנועה.
תשובות: (א) $4(m/sec)$; (ב) $130(sec)$

תרגיל 7

הגרף שלפניכם מתאר את תאוצתו של גוף כתלות בזמן. כיוון ימין מוגדר חיובי.
נתון כי ברגע $t=0$ הגוף מונח בראשית הצירים.

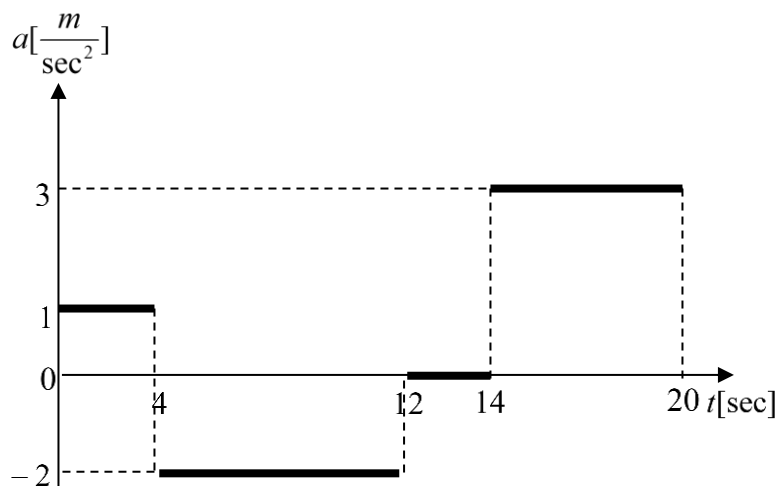


- א. תארו מילולית את שלבי תנועתו של הגוף.
- ב. איזה ערך פיזיקלי מיוצג ע"י השטח שבין הגרף וציר הזמן?
- ג. מהי מהירותו של הגוף ברגע $t = 6\text{sec}$? נמקו.
- ד. באיזה כיוון נע הגוף ברגע $t = 8\text{sec}$? נמקו.
- ה. איזה גרף מהגרפים הבאים מתאר בצורה הטובה ביותר את מהירותו של הגוף כתלות בזמן? נמקו.



האם הגוף מגיע לעצירה בפרק הזמן המתואר בגרף? אם כן - חשבו מתי, ואם לא - חשבו את מהירותו המינימלית.

- א. האם הגוף חוזר לראשית הצירים בפרק הזמן המתואר בגרף? נמקו.
(תשובות: ב) ΔV (ג) 10m/sec (ד) ימינה (ה) גרף i (ו) לא

תרגיל 8

ברגע $t=0$ גוף מתחיל לנוע ימינה לאורך קו ישר. הגרף שלפניך מתאר את תאוצת הגוף כפונקציה של הזמן:

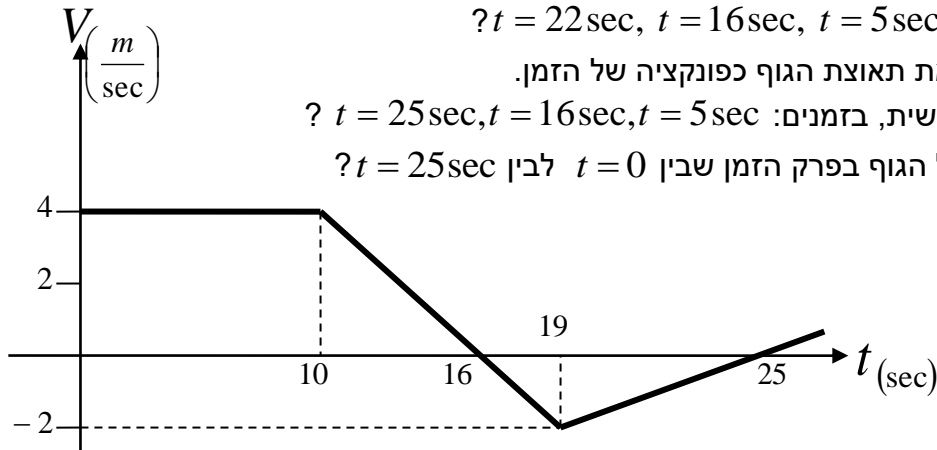
- א. מה מייצג השטח שבין גרף התאוצה לציר הזמן?
 ב. סרטט גרף המתאר את מהירות הגוף מרגע $t=0$ עד לרגע $t=20sec$. האם הגוף משנה את כיוון תנועתו? אם לא- נמק. אם כן- ציין מתי ונמק.
 ג. האם במהלך תנועתו הגוף חזר לנקודת המוצא (הנקודה ממנה יצא ב $t=0$)?. אם כן- באיזה רגע? אם לא- נמק.
 ד. העתק את הטבלה והשלם בה את החסר. חלק את הזמן $4sec < t < 20sec$ כך שבכל פעם שכיוונו של אחד או יותר מן הווקטורים בטבלה משתנה, יתחיל פרק זמן חדש. אם ווקטור מסוים שווה לאפס –רשום זאת בטבלה.

פרק הזמן	כיוון המהירות	כיוון התאוצה	כיוון הכוח השקול
$0 < t < 4$	ימינה		

תשובות: א) ΔV (ב) $18sec$; $6sec$ ג) לאחר $9.464sec$

תרגיל 9

גוף נע לאורך ציר X כך שברגע $t = 0$ הוא נמצא ב- $x = 0$.
תנועת הגוף מתוארת ע"י גרף המהירות כפונקציה של הזמן.



- (א) מהי תאוצת הגוף בזמנים: $t = 22 \text{ sec}$, $t = 16 \text{ sec}$, $t = 5 \text{ sec}$?
 (ב) שרטט את הגרף המתאר את תאוצת הגוף כפונקציה של הזמן.
 (ג) מהו העתק הגוף ביחס לראשית, בזמנים: $t = 25 \text{ sec}$, $t = 16 \text{ sec}$, $t = 5 \text{ sec}$?
 (ד) מהי מהירותו הממוצעת של הגוף בפרק הזמן שבין $t = 0$ לבין $t = 25 \text{ sec}$?

תשובות: א) $a_{22} = 0.33(m/sec^2)$ $a_{16} = -0.67(m/sec^2)$ $a_5 = 0$
ג) $\Delta X_{(0 \rightarrow 25)} = 43(m)$ $\Delta X_{(0 \rightarrow 16)} = 52(m)$ **ד)** $\bar{V}_{(0 \rightarrow 25)} = 1.72(m/sec)$

תרגיל 10

נהג רכבת-נוסעים הנעה על מסילה- ישרה במהירות שגודלה $15(m/sec)$ מבחין במרחק $400m$ לפניו ברכבת- משא הנמצאת על אותה מסילה ונוסעת **לקראתו** במהירות שגודלה $10(m/sec)$, כאשר נהג רכבת- הנוסעים מבחין ברכבת- המשא הוא מפעיל את הבלמים, ברגע המוגדר $t = 0$, ומקנה לרכבתו תאוצה קבועה (תאוצת בלימה) שגודלה $0.5(m/sec^2)$, באותו הרגע ($t = 0$) מבחין גם נהג רכבת- המשא ברכבת- הנוסעים ומפעיל את הבלמים ומקנה לרכבתו תאוצה קבועה (תאוצת בלימה) שגודלה $0.3(m/sec^2)$.

התייחס לכל רכבת כגוף-נקודתי.

הגדר ציר-מקום שראשיתו, ברגע $t = 0$, במיקומה ההתחלתי של רכבת הנוסעים (כאשר נהג רכבת- הנוסעים מבחין ברכבת-המשא) ומצא:

- א. את מהירותה ומיקומה של רכבת הנוסעים ברגע $t = 2 \text{ sec}$
 ב. את משוואת המיקום כפונקציה של הזמן של רכבת- הנוסעים.
 ג. את משוואת המיקום כפונקציה של הזמן של רכבת- המשא.
 ד. האם הרכבות יתנגשו? אם כן, מתי? אם לא, באיזה מרחק אחת מהשנייה יעצרו?

תשובות: א) $V = 14(m/sec)$ $x = 29(m)$ **ב)** $x_1 = 15t - 0.25t^2$
ג) $x_2 = 400 - 10t + 0.15t^2$ **ד)** לא. $x_2 - x_1 = 8.33(m)$

תרגיל 11

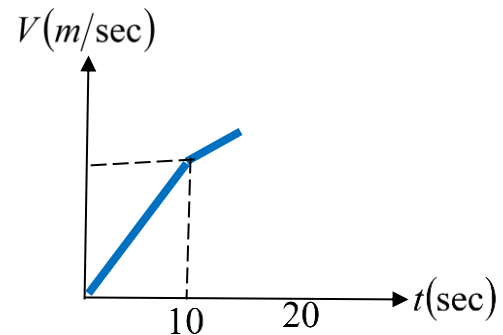
תלמידה רצה במטרה "לתפוס" את האוטובוס לבית-הספר שנעצר בתחנה. התלמידה רצה ימינה במהירות קבועה שגודלה 6 m/sec ואינה יכולה לרוץ מהר יותר. כשהיא עדיין במרחק של 60 m לפני האוטובוס, ברגע המוגדר $t = 0$, הוא מתחיל לזוז ימינה ממנוחה, ונע בתאוצה קבועה שגודלה $0.18(\text{m/sec}^2)$ וכיוונה ימינה. התייחס לאוטובוס ואל התלמידה כגופים נקודתיים.

- א. כתוב את פונקציות המקום-זמן של האוטובוס ושל הילדה, ביחס לציר-מקום שראשיתו במיקומה ההתחלתי של הילדה, ברגע $t = 0$.
- ב. כמה זמן ולאורך איזה מרחק על התלמידה לרוץ כדי להשיג את האוטובוס?
- ג. בהגיעה אל האוטובוס, מהי מהירותו של האוטובוס?
- ד. על אותה מערכת צירים, שרטט 2 גרפים מדויקים, $V(t)$, המתארים את מהירויות התלמידה והאוטובוס כפונקציה של הזמן מרגע $t = 0$ ועד לרגע שהתלמידה מגיעה אל האוטובוס

תשובות: א) $X_1(t) = 6t$ ב) $X_2(t) = 60 + 0.09t^2$ ג) $73.5(\text{m})$ ד) $V_2 = 2.2(\text{m/sec})$

תרגיל 12

טיל דו – שלבי מתרומם אנכית כלפי מעלה מהקרקע ממנוחה. בשלב הראשון מאיץ הטיל בתאוצה קבועה שגודלה $8(\text{m/sec}^2)$ במשך 10 sec . בשלב השני מאיץ הטיל בתאוצה קבועה שגודלה $4(\text{m/sec}^2)$ והוא מתרומם 450 m נוספים (מעל הנקודה בה הסתיים השלב הראשון). לאחר מכן אזל דלק. הגרף שלפניך מתאר את מהירותו של הטיל כפונקציה של הזמן עד לרגע כלשהו בשלב השני. הזנח את ההשפעה של התנגדות האוויר על תנועת הטיל מרגע שהדלק אזל.



- א. כמה זמן נמשך השלב השני?
- ב. לאיזה גובה מקסימאלי מעל הקרקע מגיע הטיל?
- ג. כמה זמן נמשכת תנועת הטיל באוויר (מרגע שהטיל עזב את הקרקע ועד לרגע סף-הפגיעה בקרקע)?
- ד. השלם את הגרף של מהירות הטיל כפונקציה של הזמן למשך כל תנועתו באוויר (מרגע שהתרומם מהקרקע ועד לרגע סף-הפגיעה בקרקע). רשום על הצירים את הערכים המספריים המדויקים של V ושל t .
- תשובות:** א) $t_2 = 5(\text{sec})$ ב) $h_{\max} = 1350(\text{m})$ ג) $t = 41.43(\text{sec})$

תרגיל 13

נהג מכונית הנוסעת במהירות של $20(m/sec)$ על כביש ישר ואופקי מבחין לפתע בסכנת התנגשות. זמן התגובה של הנהג הוא $1.5sec$ (זהו הזמן שחולף מרגע שהנהג מבחין בסכנה עד לרגע שהוא מפעיל את הבלמים).

הנהג מצליח לעצור את מכוניתו תוך $5.5sec$ מרגע שהבחין בסכנה.

מסת המכונית היא $m = 1500kg$. הזנח את התנגדות האוויר.

הנח שהמכונית נבלמת בתאוצה קבועה.

א. חשב את תאוצת הבלימה.

ב. חשב את כוח הבלימה.

ג. שרטט את גרף מהירות המכונית כפונקציה של הזמן, במשך $5.5sec$ מרגע שהנהג הבחין בסכנה עד לעצירה.

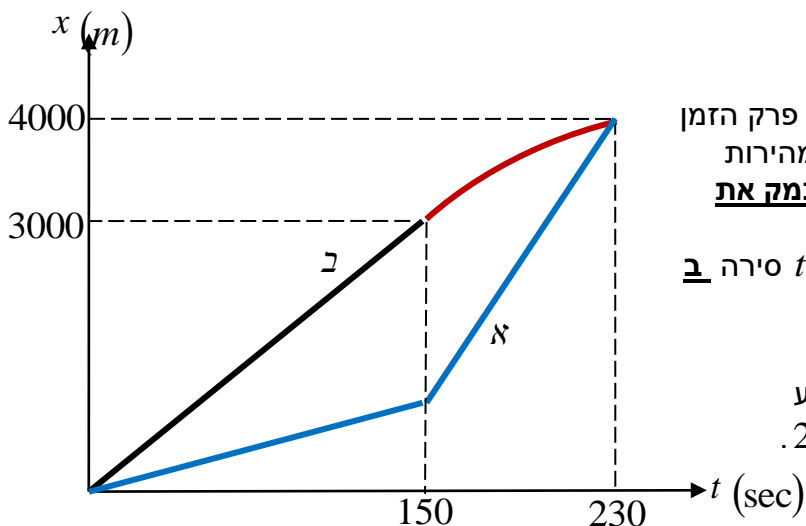
ד. חשב את המרחק הכולל שעברה המכונית במשך $5.5sec$ מרגע שהנהג הבחין בסכנה עד לעצירה.

ה. שרטט את גרף תאוצת המכונית כפונקציה של הזמן, במשך $5.5sec$ מרגע שהנהג הבחין בסכנה עד לעצירה.

תשובות: א) $a = 5(m/sec^2)$ ב) $f_K = 7500(N)$ ד) $\Delta X = 70(m)$

תרגיל 14

הגרף שלפניך מתאר את מקומן של שתי סירות, א ו- ב, כפונקציה של הזמן. הסירות נעות במסלולים ישרים מקבילים. היעזר בגרף וענה על הסעיפים שלפניך:



א. הסירות שטות במשך $230sec$. קבע אם במשך פרק הזמן הזה המהירות הממוצעת של סירה א גדולה מן המהירות הממוצעת של סירה ב, קטנה ממנה או שווה לה. **נמק את קביעתך.**

החל מהרגע $t = 150sec$ ועד הרגע $t = 230sec$ סירה ב נעה בתאוצה קבועה.

ב. האם התאוצה חיובית או שלילית? **נמק.**

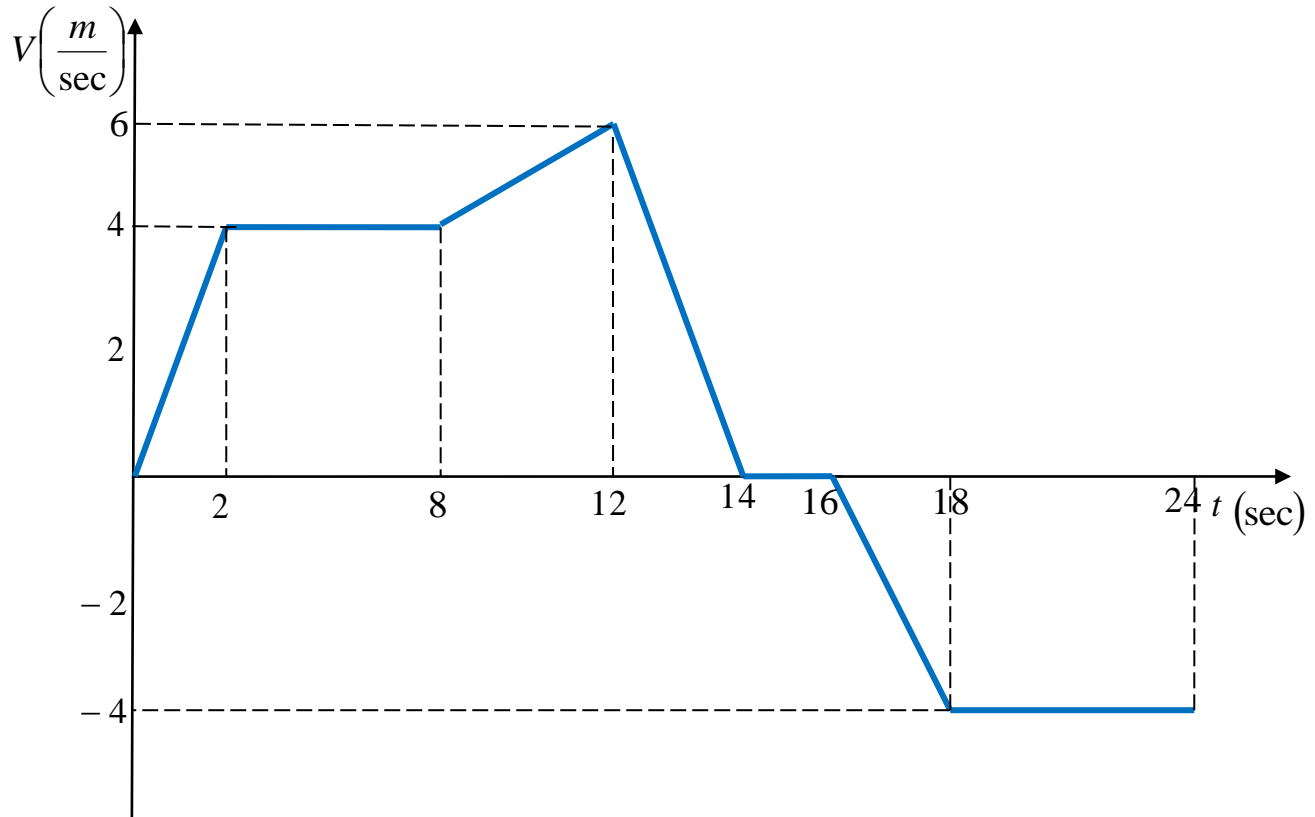
ג. חשב את גודל התאוצה של סירה ב החל מהרגע $t = 150sec$, וגודל המהירות שלה לאחר $230sec$.

ד. שרטט גרף מדויק של מהירות סירה ב כפונקציה של הזמן מרגע $t = 0$ עד רגע $t = 230sec$

תשובות: א) $V = 5(m/sec)$ ג) $a = -0.1875(m/sec^2)$

תרגיל 15

התרשים שלפניך מתאר את גרף המהירות כפונקציה של הזמן של אדם הרץ לאורך כביש ישר. ציר X מכוון לאורך הכביש וברגע $t = 0$ נמצא האדם בראשית.



- א. מה מרחק האדם מהראשית ברגעים בהם הוא נמצא במנוחה?
 ב. מהי תאוצת האדם בכל אחד מהרגעים הבאים:
 $t = 1\text{sec}$; $t = 5\text{sec}$; $t = 8.5\text{sec}$; $t = 10\text{sec}$; $t = 17\text{sec}$
 ג. מה מרחק האדם מהראשית בכל אחד מהרגעים הבאים: $t = 15\text{sec}$; $t = 24\text{sec}$?
 ד. מהי מהירותו הממוצעת של האדם בפרקי זמן הבאים: $0 < t < 24(\text{sec})$; $8 < t < 12(\text{sec})$;

תשובות: א) $X = 54(m)$

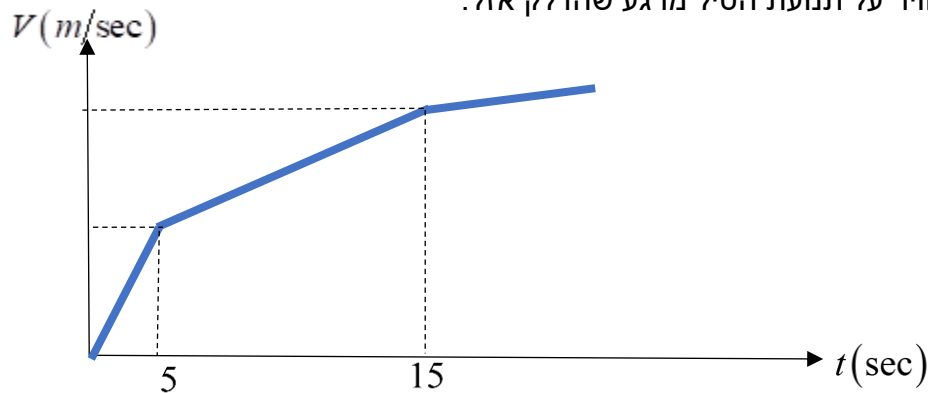
ב) $a(1) = 2(m/sec^2)$; $a(5) = 0$; $a(8.5) = a(10) = 0.5(m/sec^2)$; $a(17) = -2(m/sec^2)$
 ג) $X(24) = 26(m)$; $X(15) = 54(m)$ (ד) $\bar{V}(8-12) = 5(m/sec)$; $\bar{V}(0-24) = 1.083(m/sec)$

תרגיל 16

טיל תלת – שלבי מתרומם אנכית כלפי מעלה מהקרקע ממנוחה.
 בשלב הראשון מאיץ הטיל בתאוצה קבועה שגודלה $8(m/sec^2)$ במשך $5(sec)$.
 בשלב השני מאיץ הטיל בתאוצה קבועה שגודלה $4(m/sec^2)$ והוא נמשך $10(sec)$.
 בשלב השלישי מאיץ הטיל בתאוצה קבועה שגודלה $2(m/sec^2)$ והוא מתרומם $500(m)$ נוספים (מעל הנקודה בה הסתיים השלב השני).

לאחר מכן אזל דלק.

הגרף שלפניך מתאר את מהירותו של הטיל כפונקציה של הזמן עד לרגע כלשהו בשלב השלישי. הזנח את ההשפעה של התנגדות האוויר על תנועת הטיל מרגע שהדלק אזל.



(א) כמה זמן נמשך השלב השלישי ?

(ב) לאיזה גובה מקסימאלי מעל הקרקע מגיע הטיל ?

(ג) כמה זמן נמשכת תנועת הטיל באוויר (מרגע שהטיל עזב את הקרקע ועד לרגע סף-הפגיעה בקרקע)?

(ד) השלם את הגרף של מהירות הטיל כפונקציה של הזמן למשך כל תנועתו באוויר (מרגע שהתרומם מהקרקע ועד לרגע סף-הפגיעה בקרקע). רשום על הצירים את הערכים המספריים המדויקים של V ושל t .

תשובות: (א) $t_3 = 5.83(sec)$ (ב) $h_{max} = 1620(m)$ (ג) $t = 48(sec)$ (ד) $V = -180(m/sec)$

תרגיל 17

נהג רכבת-נוסעים הנעה על מסילה- ישרה במהירות שגודלה $25(m/sec)$ מבחין במרחק $200m$ לפניו ברכבת- משא הנמצאת על אותה מסילה ונעה **באותו הכיוון** במהירות שגודלה $15(m/sec)$. כאשר נהג רכבת- הנוסעים מבחין ברכבת- המשא הוא מפעיל את הבלמים, ברגע המוגדר $t = 0$, ומקנה לרכבתו תאוצה קבועה (תאוצת בלימה) שגודלה $0.1(m/sec^2)$.

רכבת- המשא ממשיכה לנוע ללא שינוי. התייחס לכל רכבת כגוף-נקודתי.

הגדר ציר-מקום שראשיתו, ברגע $t = 0$, במיקומה ההתחלתי של רכבת הנוסעים (כאשר נהג רכבת- הנוסעים מבחין ברכבת-המשא) ומצא:

- א. את מהירותה ומיקומה של רכבת הנוסעים ברגע $t = 8sec$
- ב. את משוואת המיקום כפונקציה של הזמן של רכבת- הנוסעים.
- ג. את משוואת המיקום כפונקציה של הזמן של רכבת- המשא.
- ד. האם הרכבות יתנגשו? אם כן, מתי?
- תשובות: א)** $V = 24.2(m/sec)$ $x = 196.8(m)$ **ב)** $x_1 = 25t - 0.05t^2$ **ג)** $x_2 = 200 + 15t$
- ד)** $t = 22.540sec$

תרגיל 18

אופנוע עומד ברמזור אדום. בהתחלף הרמזור לירוק מאיץ האופנוע בתאוצה קבועה של $2(m/sec^2)$ לאורך מרחק של $225(m)$, ואחר כך ממשיך לנוע במהירות קבועה.

א. מהי מהירות של האופנוע בתום ההאצה?

ב. כמה זמן נמשכת ההאצה?

מכונית הנעה במהירות קבועה $12(m/sec)$ עוברת את האופנוע הממתין ברמזור בדיוק ברגע בו מתחלף הרמזור לירוק.

ג. באיזה מרחק מהרמזור ולאחר כמה זמן משיג האופנוע את המכונית?

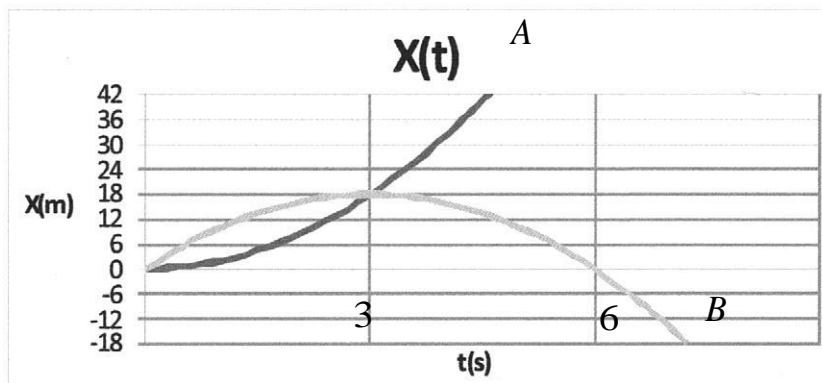
ד. בנה באותה מערכת צירים גרפים מדויקים של $X(t)$ בשביל האופנוע ובשביל המכונית מרגע התחלפות הרמזור לירוק עד רגע שהאופנוע השיג את המכונית. כאשר $t = 0$ גם $X = 0$.

תשובות:

א) $V = 30(m/sec)$ **ב)** $t = 15(sec)$ **ג)** $x = 144(m)$ $t = 12sec$

תרגיל 19

שני גופים נעים בתנועה שוות תאוצה בקו ישר. לפניכם גרף המייצג את מיקומו של כל אחד מן הגופים כפונקציה של הזמן. שני הגרפים עוברים בראשית הצירים.



נתון:

$$|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = 4 \text{ (m/sec}^2\text{)}$$

- א. תאר את תנועתו של כל גוף: כיוון התנועה, האטה/ הגברת מהירות, סימן תאוצה.
 ב. לאחר כמה זמן ובאיזה מרחק מראשית הצירים נפגשים הגופים?
 ג. חשב את מהירותו ההתחלתית של כל גוף?
 ד. באיזה מרחק מראשית הצירים נמצא גוף A כאשר גוף B שב לנקודה מוצאו?
 ה. שרטט על אותה מערכת צירים גרפים המתארים את מהירותו של כל אחד מן הגופים כפונקציה של הזמן, מרגע תחילת תיאור התנועה ועד הרגע בו שב גוף B לנקודת מוצאו. ציין עבור כל גוף את ערכי נקודות החיתוך שלו עם הצירים.

תשובות: (ב) $x = 18 \text{ (m)}$; $t = 3 \text{ (sec)}$; (ג) $V_{0A} = 0$; $V_{0B} = 12 \text{ (m/sec)}$ (ד) $x_A = 72 \text{ (m)}$

תרגיל 20

להטוטן מציג באולם שגובה תקרתו 4 (m) מעל רמת ידיו. הוא זורק כדור אנכית מעלה המתרומם בדיוק עד התקרה.

(א) באיזו מהירות תחילית נזרק הכדור?.

(ב) כעבור כמה שניות מגיע הכדור אל התקרה?

להלהטוטן זורק כדור שני למעלה באותה מהירות תחילית ברגע שהכדור הראשון מגיע לתקרה.

(ג) כעבור כמה שניות לזריקת הכדור השני חולפים שני הכדורים זה ליד זה?

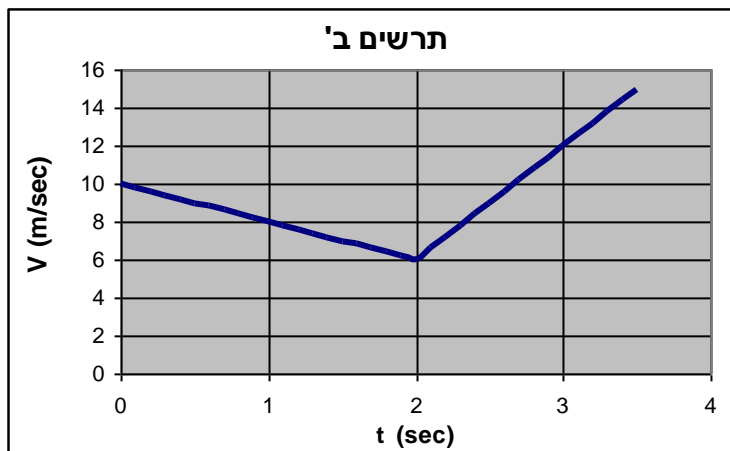
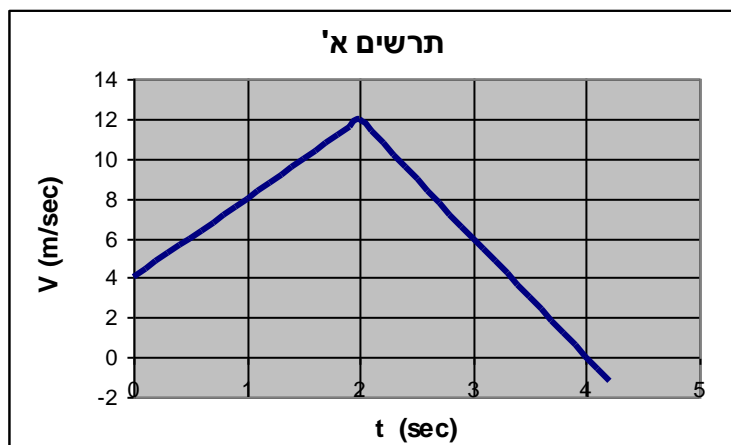
(ד) מה גובהם באותו רגע מעל לידי הלהטוטן?

(ה) באותה מערכת צירים סרטט גרף, כולל ערכים מספריים לאורך הצירים, המתאר את מהירותו של כול כדור מרגע זריקתו של כדור הראשון עד רגע המפגש של הכדורים, כפונקציה של הזמן (המהירות כלפי מעלה היא חיובית).

תשובות: (א) $V_{0y} = 8.94 \text{ (m/sec)}$ (ב) $t = 0.894 \text{ (sec)}$ (ג) $t_2 = 0.447 \text{ (sec)}$ (ד) $y = 3 \text{ (m)}$

תרגיל 21

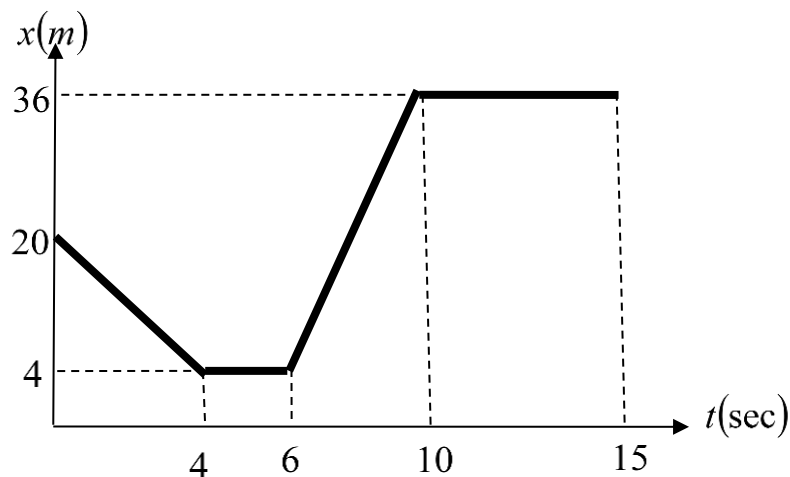
מכונית 1 ומכונית 2 הנעות בקו ישר, חולפות ברגע $t = 0$ זז ליד זז, כאשר מכונית 1 מגדילה את מהירותה ואילו מכונית 2 מקטינה את מהירותה. הגרפים שלפניך מתארים את מהירויות המכוניות כפונקציה של הזמן. הכיוון ימינה מוגדר כחיובי.



- א. קבע איזה גרף שייך לאיזו מכונית. נמק את תשובתך
- ב. מצא את הזמן t_1 בו חולפות המכוניות בפעם השנייה זו ליד זו? פרט את תשובתך
- ג. האם המכוניות חולפות זו ליד זו בפעם השלישית? אם כן – באיזה זמן? אם לא – הסבר מדוע.
- ד. מהי תאוצתה ומהי מהירותה של כל אחת מהמכוניות ברגע $t = 4 \text{ sec}$?
- ה. נתון כי המכוניות ממשיכות בתנועתן ללא שינוי. קבע עבור הזמן $t = 5 \text{ sec}$, את כיוון התנועה (ימינה או שמאלה) של כל אחת מהמכוניות ואת אופי תנועתה (הגדלת מהירות או הקטנתה). נמק והסבר את תשובתך.
- ו. חשב את מהירותן הממוצעות של כל אחת מהמכוניות בפרק הזמן $0 < t < 2 \text{ sec}$.
- תשובות:** (ב) $t = 2 \text{ (sec)}$ (ג) $t = 3 \text{ sec}$ (ד) $V = 0$; $a = 6 \text{ m/sec}^2$; $V = 18 \text{ m/sec}$; $a = 6 \text{ m/sec}^2$ (ו) $\bar{V} = 8 \text{ m/sec}$

תרגיל 22

להלן גרף המתאר את מקומו X , כפונקציה של הזמן t של גוף הנע בקו ישר.



(א) תאר במילים את תנועת הגוף (התייחס למיקום, כיוון התנועה, מהירות).

(ב) מהי מהירותו של הגוף בכל קטע (גודל וכיוון)?

(ג) מהו העתקו של הגוף ב-15(sec) הראשונות?

(ד) מהי הדרך שעבר הגוף ב-15(sec) הראשונות?

(ה) מהי המהירות הממוצעת ב-15(sec) הראשונות?

(ו) סרטט את גרף המהירות כפונקציה של הזמן ב-15(sec) הראשונות.

תשובות:

(ב) $V_4 = 0$; $V_3 = 8(m/sec)$; $V_2 = 0$; $V_1 = -4(m/sec)$

(ג) $\Delta x = 16(m)$

(ד) $l = 48(m)$

(ה) $V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{16}{15} = 1.06(m/sec)$

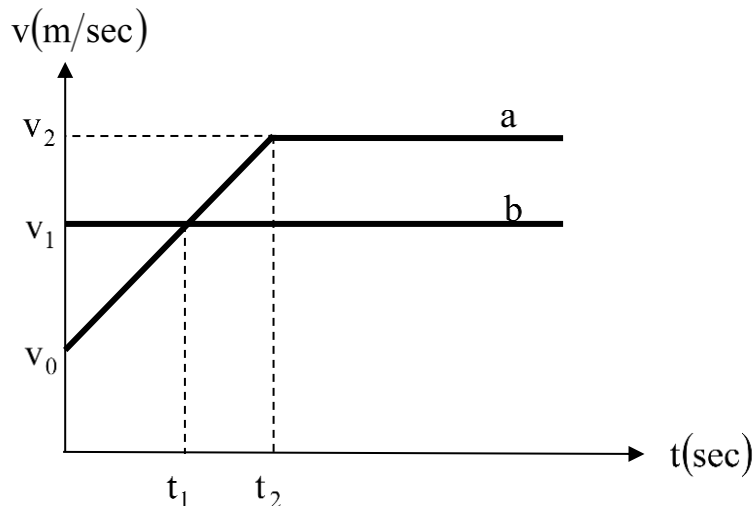
תרגיל 23

אופנוע משטרתי נוסע על כביש מהיר ישר, בנסיעה שגרתית במהירות קבועה של $90(km/hr)$.

מכונית חולפת על פני האופנוע גם במהירות קבועה וגודלה $180(km/hr)$ ובאותו כיוון נסיעה.

באותו רגע שהמכונית חלפה על פניו, השוטר פותח במרדף אחרי המכונית מפרת החוק, בתאוצה קבועה של $5(m/sec^2)$. האופנוע יכול להגיע למהירות מרבית של $216(km/hr)$.

א. כמה זמן נדרש לאופנוע כדי להגיע למהירות זהה למהירות המכונית ומה מרחקו של האופנוע מן המכונית ברגע זה?



ב. בתרשים משורטטים במערכת צירים משותפת גרפים, a ו- b , של מהירות המכונית ושל מהירות האופנוע כפונקציה של הזמן. ציין לאיזה כלי רכב שייך כל גרף ומהן הערכים של הזמנים t_1 ו- t_2 ושל המהירויות, v_1 ו- v_2 .

ג. לאחר כמה זמן מרגע תחילת המרדף משיג האופנוע את המכונית?

ד. באותה מערכת צירים סרטט את גרפים מדויקים המתארים את מקומו x כפונקציה של הזמן t של האופנוע ושל המכונית מרגע תחילת המרדף ועד רגע שהאופנוע משיג את המכונית.

תשובות:

א) $\Delta x = 62.5(m)$ $t = 5(sec)$

ב) $V_2 = 60(m/sec)$ $V_1 = 50(m/sec)$ $V_0 = 25(m/sec)$ $t_2 = 7(sec)$ $t_1 = 5(sec)$

ג) $t = 12.25(sec)$

תרגיל 24

רוכב אופניים מתחיל לנוע ממנוחה בתנועה שוות תאוצה על כביש אופקי.

אחרי שעבר מרחק של $500m$, הוא הגיע למהירות של $72(km/hr)$, לאחר מכן הכביש ממשיך בעלייה במדרון (מישור משופע).

בזמן העלייה במדרון הרוכב מפסיק להפעיל את הדוושות ועולה על המדרון בתאוצה קבועה במשך $120sec$ עד שהוא נעצר בפסגת המדרון.

שם הוא מתחיל לרדת בצד האחר של המדרון (מישור משופע צמוד).

אחרי שהרוכב עבר מרחק של $1000m$ בתאוצה קבועה בצד האחר של המדרון, מהירותו היא שוב $72(km/hr)$.

החיכוך בין האופניים לכביש הוא זניח, והתנגדות האוויר זניחה.

נגדיר ציר מקום שראשיתו בתחילת התנועה וסופו בנקודה בה יש לרוכב האופניים מהירות $72(km/hr)$ בצד האחר של המדרון.

ציר המקום מתאר את מסלול הרוכב גם בתנועה האופקית וגם בתנועה בשני צדי המדרון (בעליה ובירידה). הכיוון החיובי מוגדר ככיוון התנועה בכל קטע.

א. חשבו את תאוצת הרוכב על הכביש האופקי.

ב. חשבו את תאוצת הרוכב במעלה המדרון.

ג. סרטטו גרף של תאוצה בפונקציה של הזמן מהרגע שבו הרוכב התחיל לנוע ועד שירד במדרון האחר

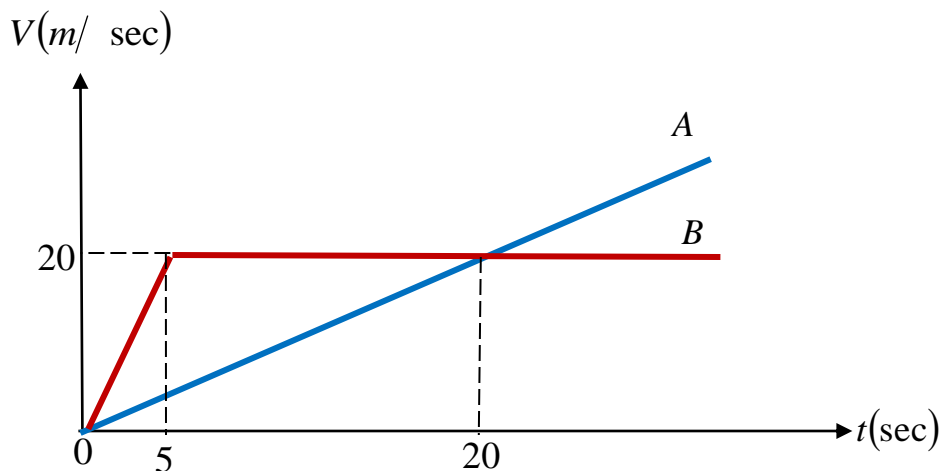
(במדרון הצמוד) והגיע למהירות של $72(km/hr)$

ד. סרטטו גרף של מהירות כפונקציה של הזמן לאורך אותה דרך כמו בסעיף ג'.

תשובות: א) $a_1 = 0.4(m/sec^2)$ ב) $a_2 = -0.17(m/sec^2)$

תרגיל 25

שתי מכוניות A ו-B עומדות ברמזור אדום. בהתחלף הרמזור לירוק הן מתחילות לנוע באותו רגע ולאותו כיוון. נתון גרף "מהירות – זמן" לכל אחת משתי המכוניות.



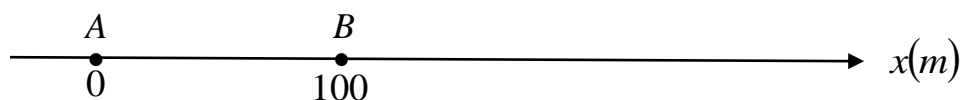
- א. מהו המרחק בין המכוניות כשהן מגיעות לאותה מהירות, ואיזו מכונית מקדימה אז את השנייה?
 ב. כעבור כמה זמן מתחילת התנועה נפגשות שוב המכוניות?
 ג. באיזה מרחק מהרמזור נפגשות שוב המכוניות?
 ד. בנה באותה מערכת צירים גרפים מדויקים של $X(t)$ בשביל שתי המכוניות מרגע התחלפות הרמזור לירוק עד לרגע הפגישה.
 ה. מהי המהירות הממוצעת של כל אחד משתי המכוניות מתחילת התנועה ועד הפגישה?

תשובות: א) $x_B - x_A = 150(m)$ ב) $t = 37.3(sec)$ ג) $X = 696(m)$ ה) $\bar{V} = 18.66(m/sec)$

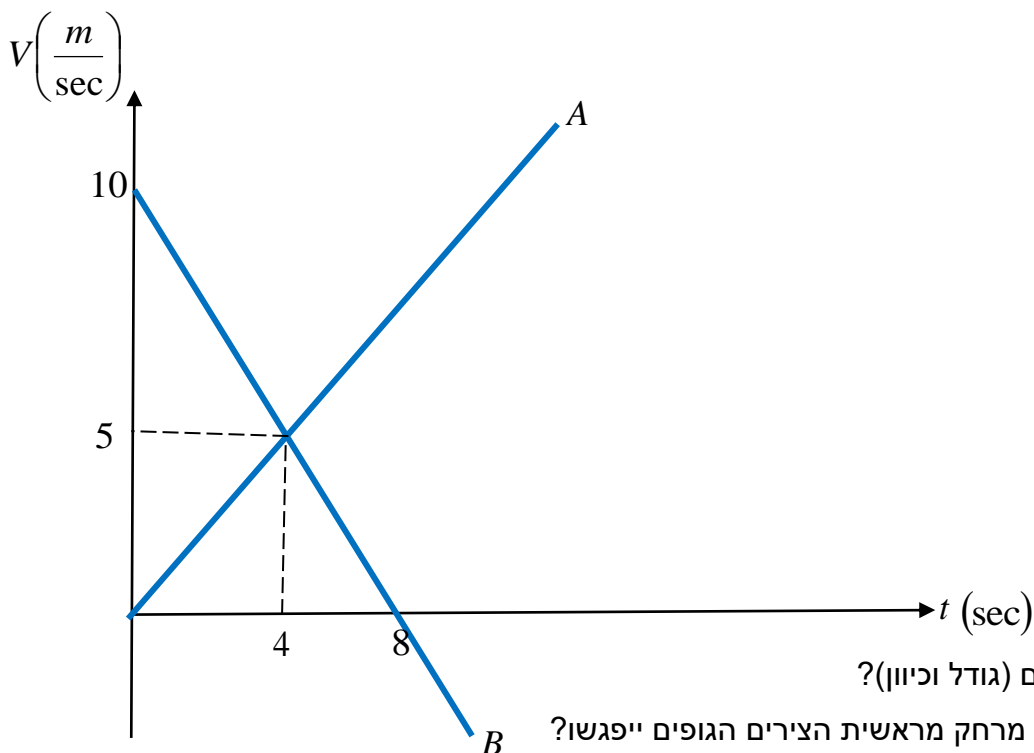
תרגיל 26

שני גופים A ו-B נעים לאורך קו ישר. תרשים א' מתאר את ציר X ואת מיקום הגופים ברגע $t = 0$. גוף B מתחיל את תנועתו במרחק 100 מטר מגוף A כפי שזה מיוצג בתרשים א'.

תרשים א'



תרשים ב' מתאר את גרף המהירויות של הגופים כפונקציה של הזמן.
הכיוון ימינה מוגדר כחיובי



- א. מהן תאוצות של הגופים (גודל וכיוון)?
 ב. לאחר כמה זמן ובאיזה מרחק מראשית הצירים הגופים ייפגשו?
 ג. חשב את מהירויות של שני הגופים בנקודת המפגש.
 ד. באותה מערכת צירים שרטט גרפים $X(t)$ של שני הגופים מרגע התחלתי עד לנקודת המפגש

תשובות: א) $a_A = 1.25(m/sec^2)$ ימינה, $a_B = -1.25(m/sec^2)$ שמאלה ;
 ב) $X = 119(m)$ $t = 13.8(sec)$
 ג) $V_A = 17.25(m/sec)$ כיוון ימינה, $V_B = 7.25(m/sec)$ כיוון שמאלה

תרגיל 27

מכונית א' עוצרת בצומת בשל רמזור אדום. ברגע $t = 0$ הרמזור מתחלף לירוק והמכונית מתחילה לנסוע בתאוצה קבועה של $4(m/sec^2)$. כעבור $2(sec)$ חולפת מכונית ב' באותו מיקום בו עמדה קודם מכונית א'. מכונית זו נוסעת בנתיב הצמוד לנתיב של מכונית א' במהירות קבועה של $90(km/hr)$ ובאותו כיוון של תנועת מכונית א'. בחר את הכיוון החיובי של ציר x בכיוון תנועת המכוניות, קבע את ראשית הציר ($x = 0$) במיקום מכונית א' ברגע $t = 0$ וענה על השאלות הבאות:

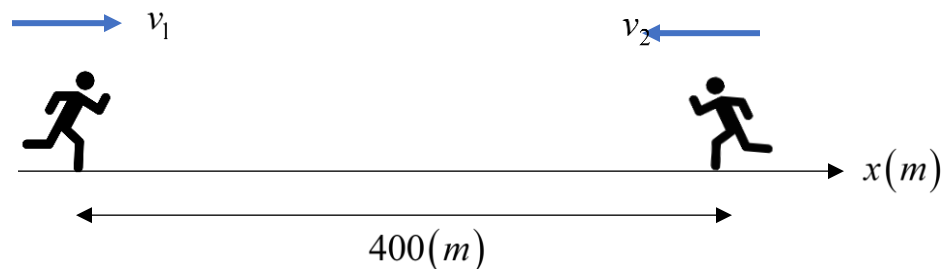
- (א) בטא את המיקום של מכונית א' כפונקציה של הזמן.
 (ב) בטא את המיקום של מכונית ב' כפונקציה של הזמן.
 (ג) חשב את זמני המפגש ואת המיקום של נקודות המפגש של שתי המכוניות.
 (ד) שרטט באותה מערכת צירים שני גרפים המתארים את המיקום כפונקציה של הזמן, עבור כל אחת משתי המכוניות מ- $t = 0$ עד לזמן שבו שתי המכוניות נפגשות בפעם השנייה.

תשובות:

א. $x_1 = 2t^2$ ב. $x_2 = 25(t - 2)$ ג. $t_1 = 2.5(\text{sec})$, $t_2 = 10(\text{sec})$; $x_1 = 12.5(m)$; $x_2 = 200(m)$

תרגיל 28

שני אצנים רצים על מסלול ישר האחד לקראת השני. האצן 1 (בצד השמאלי באיור) רץ במהירות קבועה של $v_1 = 6(m/\text{sec})$ בכיוון ימין, ואצן 2 רץ במהירות קבועה של $v_2 = 10(m/\text{sec})$ בכיוון שמאל (ראה תרשים). ברגע מסוים ($t = 0$) המרחק בין שני האצנים היה $400(m)$.



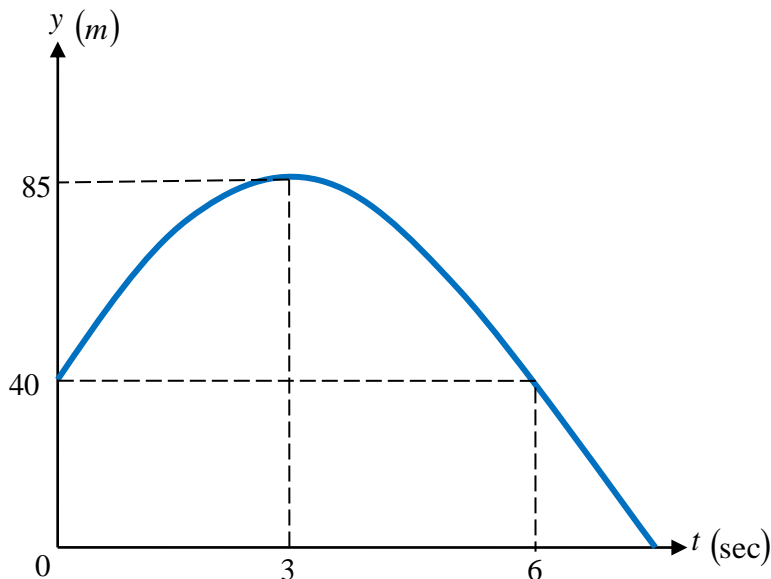
בוחרים את הכיוון החיובי של ציר x בכיוון ימין, ואת ראשית הצירים ($x = 0$) במיקום האצן שבצד שמאל בזמן $t = 0$.

- א. בטא את המיקום של כל אחד משני האצנים, כפונקציה של הזמן.
 ב. חשב את זמן המפגש בין שני האצנים ואת מיקום נקודת המפגש.
 ג. חשב את זמן הגעת כל אחד משני האצנים לנקודת המוצא של האצן האחר.
 ד. באותה מערכת צירים שרטט שני גרפים מדויקים, כולל ערכים מספריים על הצירים בקנה מידה מדויק, שמתארים את המיקומים של שני האצנים כפונקציה של הזמן מ- $t = 0$ עד לרגע המפגש ביניהם.

תשובות: א) $x_1(t) = 6t$; $x_2(t) = 400 - 10t$ ב) $t = 25(\text{sec})$; $x_1 = 150(m)$ ג) $t_1 = 66.67(\text{sec})$; $t_2 = 40(\text{sec})$

תרגיל 29

גוף נזרק מגובה מסוים מעל פני הקרקע בציר מאונך לקרקע.
נתון גרף גובהו של הגוף מעל פני הקרקע כפונקציה של הזמן:



- א. מאיזה גובה נזרק הגוף?
- ב. באיזו מהירות נזרק הגוף (גודל וכיוון)?
- ג. עד לאיזה גובה מרבי הגיע הגוף?
- ד. כעבור כמה זמן מרגע הזריקה פגע הגוף בקרקע?
- ה. סרטט את גרף מהירותו של הגוף כפונקציה של הזמן מרגע הזריקה ועד לרגע הפגיעה בקרקע.

תשובות: א) $h_0 = 40(m)$ ב) $V_0 = 30(m/sec)$ ג) $h_{max} = 85(m)$ ד) $t = 7.123(sec)$

תרגיל 30

כדור פורח ועליו אדם עולים במהירות קבועה של $V = 15(m/sec)$.

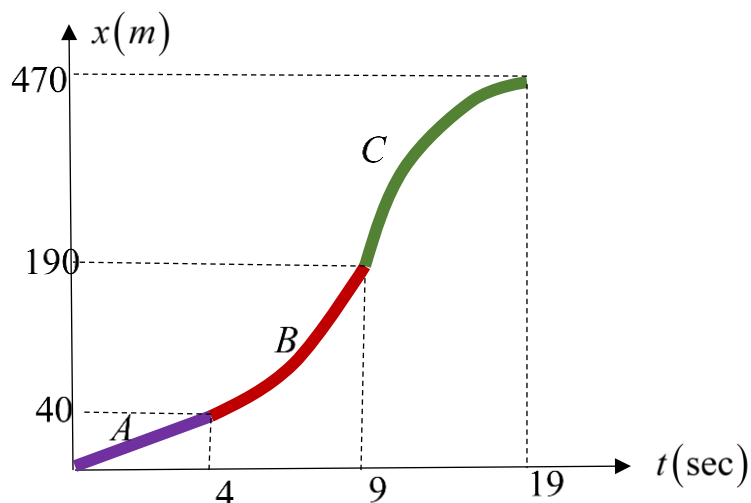
כאשר הכדור בגובה $H = 20m$ מעל לקרקע נופלות משקפיו של האדם מראשו ונופלות תחת השפעת הכבידה בלבד.

- א. כמה זמן חולף מרגע תחילת נפילת המשקפיים ועד פגיעתם בקרקע?
- ב. מהי מהירות הפגיעה בקרקע של המשקפיים?
- ג. צייר גרף של מיקום המשקפיים כפונקציה של הזמן.
- ד. צייר גרף של מהירות המשקפיים כפונקציה של הזמן.

תשובות: א) $t = 4(sec)$ ב) $V_y = -25(m/sec)$

תרגיל 31

הגרף המתואר בתרשים שלפניך מתאר את המיקום של מכונית הנעה בקו-ישר כפונקציה של הזמן. נתון כי תאוצת המכונית קבועה בפרקי הזמן בהם המהירות משתנה.



א. תאר במילים את תנועת המכונית.

ב. חשב את מהירות המכונית בפרק או בפרקי הזמן שבהם המהירות קבועה.

ג. חשב את תאוצת המכונית בפרק או בפרקי הזמן שבהם המהירות אינה קבועה.

ד. שרטט גרף המתאר את מהירות המכונית כפונקציה של הזמן מ- $t = 0$ עד $t = 19$ (sec).

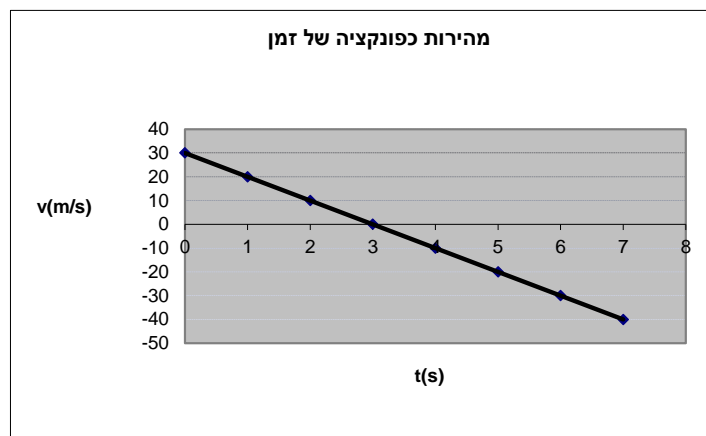
ה. חשב את המהירות הממוצעת של המכונית בפרק הזמן מ- $t = 0$ עד $t = 19$ (sec).

תשובות: (ב) $v_A = 10$ (m/sec) (ג) $a_C = -4.4$ (m/sec²); $a_B = 8$ (m/sec²) (ה) $\bar{v} = 24.73$ (m/sec)

תרגיל 32

ברגע המוגדר $t = 0$ נזרקה אבן אנכית מעלה מראש מגדל שגובהו H יחסית לקרקע. התנגדות האוויר זניחה.

הגרף שלהלן מתאר את תנועת האבן מרגע הזריקה, ב- $t = 0$, ועד לרגע סף- הפגיעה בקרקע ב- $t = 7(\text{sec})$. על-פי הגרף ברגע סף- הפגיעה בקרקע מהירות האבן הינה $V = -40(\text{m/sec})$.



נתון: גודל תאוצת הכבידה קרוב לפני כדור-הארץ הינו $g = 10(\text{m/sec}^2)$.

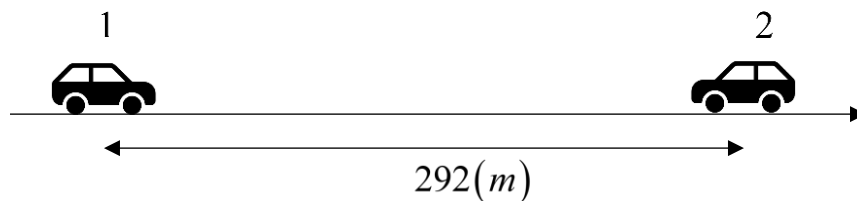
- א. האם הכיוון מעלה מוגדר חיובי או שלילי? נמק/י.
- ב. איזה ערך פיזיקלי מיוצג ע"י השטח שבין הגרף וציר הזמן ברווח- הזמן $0 \leq t \leq 3(\text{sec})$?
- ג. שרטט גרף תאוצה כפונקציה של זמן המתאר את תנועת האבן ברווח-הזמן $0 \leq t \leq 7(\text{sec})$.
- ד. מתי הגיעה האבן לשיא הגובה? ומהי תאוצתה בנקודה זו?
- ה. חשבי/ את H .
- ו. ברגע שהאבן הגיעה לשיא הגובה, נזרק מראש המגדל כדור, אנכית מעלה, במהירות V_0 . נתון שהאבן והכדור פגעו בקרקע בו-זמנית. חשבי/ את V_0 .
- ז. שרטט/י גרף איכותי של מיקום כפונקציה של זמן, $y = y(t)$, המתאר את תנועת האבן מרגע הזריקה ועד לרגע סף- הפגיעה בקרקע. הכיוון מעלה מוגדר חיובי ובנקודת הזריקה הנח: $y = 0, t = 0$.

תשובות: ד) $a = -g$; $t = 3(\text{sec})$ ה) $H = 35(\text{m})$ ו) $V_0 = 11.25(\text{m/sec})$

תרגיל 33

שתי מכוניות, מכונית 1 ומכונית 2 נמצאות במנוחה בשתי נקודות שונות על כביש ישר ומרוחקות $292(m)$ זו מזו (ראה תרשים).

המכונית 1 שנמצאת בצד שמאל מתחילה לנוע בתאוצה של $2(m/sec^2)$ בכיוון המכונית 2 שנמצאת בצד ימין. כעבור שתי שניות, המכונית 2 מתחילה לנוע בכיוון המכונית 1 בתאוצה של $6(m/sec^2)$.



בוחרים את הכיוון החיובי של ציר x בכיוון ימין, ואת ראשית הצירים ($x = 0$) במיקום המכונית 1 ברגע $t = 0$.

א. בטא את המיקום של כל אחד משתי המכוניות, כפונקציה של הזמן החל מ- $t = 0$.
 ב. חשב את זמן מתחילת תנועה של המכונית 1 עד המפגש בין שתי המכוניות ואת מיקום נקודת המפגש מראשית הצירים.

ג. חשב את מהירות כל אחת משתי המכוניות ברגע המפגש.
 ד. באותה מערכת צירים שרטט שני גרפים מדויקים, כולל ערכים מספריים על הצירים בקנה מידה מדויק, שמתארים את המיקומים של שתי המכוניות כפונקציה של הזמן מ- $t = 0$ עד לרגע המפגש ביניהם.

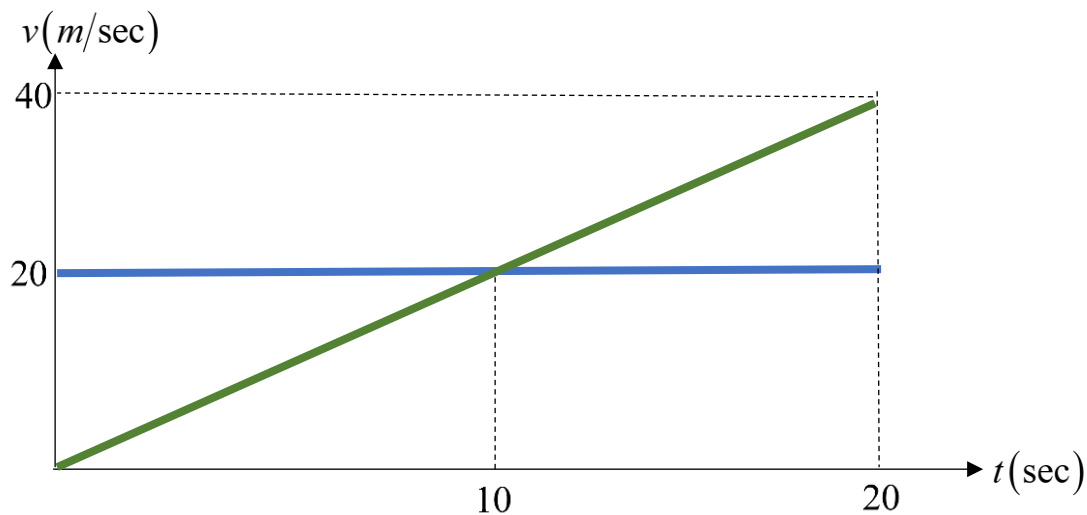
תשובות: א) $x_1 = t^2$; $x_2 = 292 - 3(t - 2)^2$ ב) $t = 10(sec)$; $x = 100(m)$

ג) $v_1 = 20(m/sec)$; $v_2 = -48(m/sec)$

תרגיל 34

אוטובוס נוסע במהירות קבועה בנתיב השמאלי של כביש-ישר דו-נתיבי.
בהמשך הכביש חונה מכונית בשול הכביש מצד ימין.

כאשר האוטובוס היה במרחק $75(m)$ מאחורי המכונית (כלומר: נהג האוטובוס רואה את המכונית במרחק $75(m)$ ממנו בהמשך הכביש), המכונית מתחילה לנוע בתאוצה קבועה ומשתלבת בנתיב הימני של הכביש. נגדיר את הרגע שבו המכונית התחילה את תנועתה כ- $t = 0$.
הגרף המתואר בתרשים שלפניך מתאר את המהירויות של האוטובוס ושל המכונית כפונקציה של הזמן.



א. חשב את תאוצת המכונית.

ב. חשב, באיזה זמן, או זמנים, האוטובוס והמכונית חולפים זה על פני זה.

והסבר את המשמעות של התשובה, או התשובות שקיבלת.

ג. באותה מערכת צירים שרטט שני גרפים מדויקים, כולל ערכים מספריים על הצירים

בקנה מידה מדויק, שמתארים את המיקומים של שני כלי הרכב כפונקציה של הזמן

מ- $t = 0$ עד $t = 20(sec)$.

ד. חשב את המרחק בין שני כלי הרכב ברגע $t = 10(sec)$.

תשובות: א) $a = 2(m/sec^2)$ ב) $t_1 = 5(sec)$; $t_2 = 15(sec)$ ג) $d = 25(m)$

תרגיל 35

ברגע המוגדר $t = 0$ נזרק כדור ראשון מפני הקרקע אנכית כלפי מעלה במהירות התחלתית V_{01} . כעבור $t = 2 \text{ sec}$, מרגע זריקת הכדור הראשון, נזרק כדור שני מפני הקרקע אנכית כלפי מעלה במהירות התחלתית V_{02} . הגרפים שלפניך מתארים את מהירויות הכדורים מתחילת מדידת התנועה באוויר.



הגדר את הכיוון החיובי של ציר ה-Y (הציר המאונך לקרקע) כלפי מעלה. הזנח את התנגדות האוויר.

(א) רשום ביטוי ל- $V_1(t)$ המתאר את מהירות הכדור הראשון כפונקציה של הזמן בזמן התנועה באוויר.

(ב) רשום ביטוי ל- $V_2(t)$ המתאר את מהירות הכדור השני כפונקציה של הזמן, בזמן התנועה באוויר, החל מהרגע $t = 2(\text{sec})$.

(ג) חשב כעבור כמה זמן מרגע $t = 0$ יחלוף הכדור השני על פני הכדור הראשון.

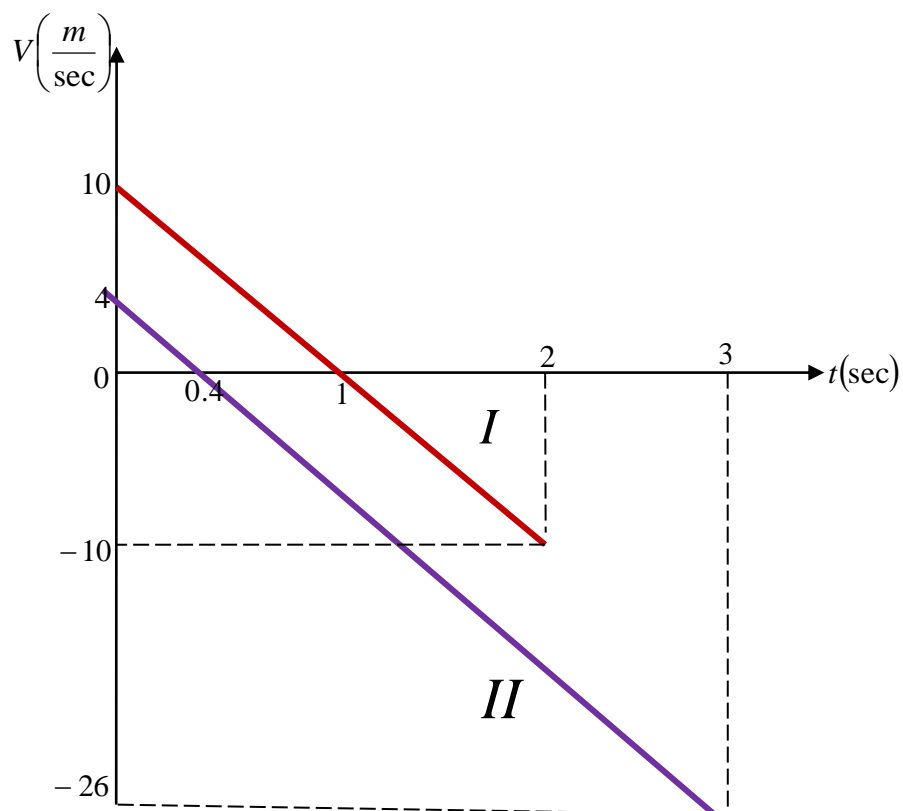
(ד) באיזו מהירות אנכית כלפי מעלה היה צריך לזרוק את הכדור השני, בכדי שיגיע לקרקע יחד עם הכדור הראשון?

(ה) על אותה מערכת צירים, סרטט גרפים של $y_1(t)$ ושל $y_2(t)$ המתארים את מיקומם של הכדורים כפונקציה של הזמן מתחילת מדידת תנועת הכדורים באוויר ועד פגיעתם בקרקע.

תשובות: (א) $V_1 = 50 - 10t$ (ב) $V_2 = 80 - 10t$ (ג) $t = 4.67(\text{sec})$ (ד) $V_{02} = 40(m/\text{sec})$

תרגיל 36.

שני כדורים נזרקו בו זמנית אנכית כלפי מעלה: האחד, א', מגגו של בניין והשני, ב', מרגליו.
הגרפים I ו-II שלפניך מתארים את מהירויות הכדורים מרגע הזריקה עד לרגע פגיעתם בקרקע.



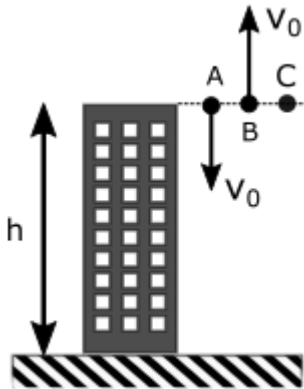
הגדר את הכיוון החיובי של ציר ה-Y (הציר המאונך לקרקע) כלפי מעלה.
הזנח את התנגדות האוויר.

- א) קבע איזה מן הגרפים שייך לכדור א' ואיזה לכדור ב'. נמק.
 ב) השתמש בגרפים כדי למצוא את גובה הבניין.
 ג) האם כדור ב' מגיע עד לגג? הסבר.
 ד) האם הכדורים נפגשים? אם כן - באיזו מרחק מן הקרקע ולאחר כמה זמן מרגע הזריקה, אם לא - נמק מדוע.

תשובות: ב) $H = 33(m)$ ג) לא ד) לא

תרגיל 37

מראש מגדל שגובהו h מזרקים בעת ובעונה אחת שלושה כדורים: **A**, **B** ו-**C**.
 כדור **A** מזרק כלפי מטה במהירות V_0 , כדור **B** מזרק כלפי מעלה במהירות V_0 השווה בגודלה למהירותו של
 כדור **A**. הכדור השלישי **C**, נעזב ממנוחה. (ראו תרשים).
 הניחו שהכדורים אינם מתנגשים אחד בשני ושהתנגדות האוויר זניחה.



(א). ציינו מי מהכדורים נע בתאוצה נפילה חופשית.
 נמקו תשובתכם

בחרו ציר מקום שכוונו החיובי כלפי מעלה.
 (ב). רשמו ביטויים למקום ולמהירות הכדורים כתלות בזמן
 ביחס לקרקע.

(ג). מהו הקשר בין המהירויות עמם מגיעים הכדורים
 אל הקרקע.

בחרו אחת מהתשובות הבאות ונמקו תשובתכם:

- i. $V_A < V_B < V_C$
- ii. $V_A = V_B = V_C$
- iii. $V_A = V_B > V_C$
- iv. $V_A > V_B > V_C$

(ד). נתון שכדור **B** מגיע לקרקע 5sec אחרי כדור **A**, וכדור **C** מגיע לקרקע 2sec אחרי **A**.
 חשבו את:

i. מהירותם ההתחלתית של הכדורים **A** ו-**B**.

ii. משך תנועתם של הכדורים **A** ו-**B**.

iii. גובה המגדל h

תשובות:

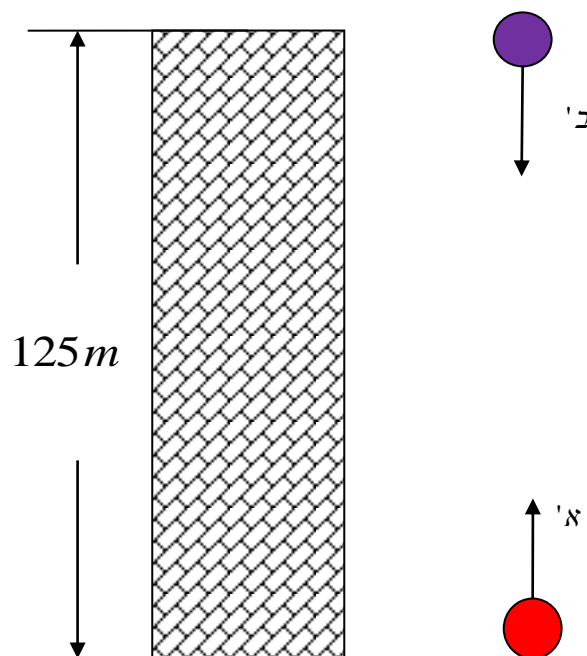
(א) כל הכדורים

$$(ב) \quad y_C = h - \frac{1}{2}gt^2, \quad y_B = h + V_0 \cdot t - \frac{1}{2}gt^2, \quad y_A = h - V_0 \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$$

(ג) $V_A = V_B > V_C$ (ד) $V_0 = 25(m/sec)$, $t_B = 9(sec)$; $t_A = 4(sec)$, $h = 180(m)$

תרגיל 38

ברגע $t = 0$ נזרק כדור א' מפני הקרקע, אנכית כלפי מעלה, במהירות התחלתית שגודלה $V_1 = 20(m/sec)$.
באותו הרגע (ברגע $t = 0$) נזרק אנכית כלפי מטה מגג בנין שגובהו $H = 125(m)$ כדור ב' במהירות
 שגודלה $V_2 = 15(m/sec)$.



הזנח את ההשפעה של התנגדות האוויר על תנועת הכדורים.

הגדר ציר מקום שכיוונו החיובי כלפי מעלה.

א. חשב כעבור כמה זמן מרגע זריקתם "נפגשים" שני הכדורים
 (כלומר, חולפים זה לצד זה באותו גובה)?

ב. חשב כעבור כמה זמן מרגע זריקתו יהיה כדור א' על-סף הפגיעה בקרקע

ג. חשב כעבור כמה זמן מרגע זריקתו יהיה כדור ב' על-סף הפגיעה בקרקע

ד. על אותה מערכת צירים סרטט גרף, כולל ערכים מספריים מדויקים על הצירים,

המתאר את מהירויות הכדורים מרגע זריקתם עד לרגע סף-פגיעתם בקרקע,

כפונקציה של הזמן

תשובות: א) $t = 3.57(sec)$ ב) $t_1 = 4(sec)$ ג) $t_2 = 3.72(sec)$

תרגיל 39

מנקודה הנמצאת בגובה 80 מטר מעל פני הקרקע, נזרק כדור כלפי מעלה במהירות שגודלה 30 מטר לשנייה.

א. חשב כעבור כמה זמן מרגע זריקתו יגיע הכדור לגובה המרבי.

ב. חשב את הגובה המרבי מעל פני הקרקע שאליו יגיע הכדור.

ג. חשב כעבור כמה זמן מרגע זריקתו יפגע הכדור בקרקע.

ד. סרטט גרף, כולל ערכים מספריים לאורך הצירים, המתאר את מהירות הכדור מרגע זריקתו עד רגע פגיעתו, כפונקציה של הזמן (המהירות כלפי מעלה היא חיובית).

ה. סמן בגרף את שלוש הנקודות **A**, **B**, **C** המייצגות את המצבים הבאים:

a. בנקודה **A** הכדור הגיע לגובה המרבי בנקודה **B** הכדור חזר לנקודה שממנה נזרק (80 מטר מעל פני הקרקע)

b. בנקודה **C** הכדור הגיע לקרקע.

תשובות: א) $t = 3(\text{sec})$ ב) $t = 8(\text{sec})$ ג) $h_{\max} = 125(m)$

תרגיל 40

טיל משוגר, ממשגר ניח על קרקע אופקית, אנכית כלפי- מעלה בתאוצה קבועה.

כאשר הטיל מגיע לגובה $h = 2160m$, כבה מנועו עקב תקלה. הטיל ממשיך בתנועתו אנכית כלפי- מעלה במשך 36sec נוספות עד לעצירתו הרגעית, שם הוא משנה את כיוון תנועתו ומתחיל לנוע אנכית כלפי- מטה. ברגע עצירתו הרגעית מבחין צוות השיגור בתקלה. הצוות חייב לברוח למחסה הנמצא במרחק $d = 50m$ מהמשגר, כדי לא להיפגע מהטיל. הזנח את התנגדות האוויר.

א. חשב את תאוצת הטיל מיד לאחר שיגורו.

ב. חשב את הגובה המקסימלי אליו הגיע הטיל.

ג. חשב את משך זמן תנועת הטיל מרגע שיגורו ועד לרגע פגיעתו בקרקע.

ד. מהי מהירות הטיל ברגע סף- פגיעתו בקרקע?

ה. מהי המהירות הקבועה המינימלית הדרושה לצוות כדי להגיע למחסה בזמן?

תשובות: א) $a = 30(m/sec^2)$ ב) $y_{\max} = 8640(m)$ ג) $t = 89.57(sec)$

ד) $v = 41.57(m/sec)$ ה) $v = 1.203(m/sec)$

תרגיל 41

מראש מגדל שגובהו $H = 150(m)$ משוחררת אבן ממנוחה. באותו רגע נזרקת מעלה מהקרקע אבן נוספת בצורה אנכית ובמהירות שגודלה $V_{02} = 30(m/sec)$.

- כתוב את משוואות המיקום כפונקציה של הזמן עבור שתי האבנים. כיוון למעלה נבחר כחיובי.
- חשב את הזמן שחלף מתחילת התנועה ועד לרגע המפגש.
- באיזה גובה יפגשו האבנים?
- מה תהיה מהירות (גודל וכיוון) האבנים ברגע המפגש?
- צייר על אותה מערכת צירים את מהירויות כפונקציה של הזמן האבנים וציין את הגדלים הנתונים ושחשובו בסעיפים קודמים.
- צייר על אותה מערכת צירים את מיקום האבנים כפונקציה של הזמן וציין את הגדלים הנתונים ושחשובו בסעיפים קודמים.

תשובות: א) $y_1 = 150 - 5t^2$; $y_2 = 30t - 5t^2$ ב) $t = 5(sec)$ ג) $y = 25(m)$

ד) $V_1 = 50(m/sec)$ כלפי מטה, $V_2 = 20(m/sec)$ כלפי מטה

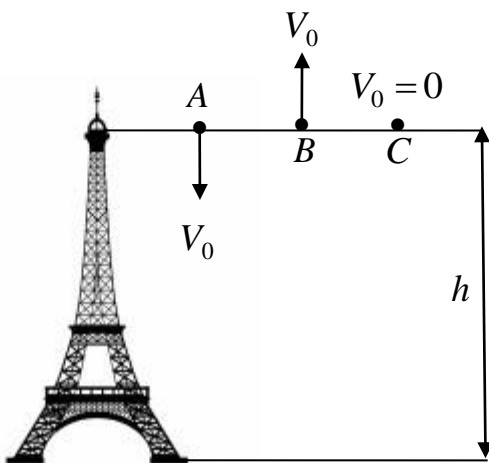
תרגיל 42

מראש מגדל אייפל שבפריז נזרקים בעת ובעונה אחת שלושה כדורים: A, B, ו-C. כדור A נזרק כלפי מטה במהירות V_0 , כדור B נזרק כלפי מעלה באותה מהירות V_0 וכדור C נופל חופשית. (ראה תרשים)

כדור B פוגע בקרקע 7.8 שניות אחרי כדור A, וכדור C פוגע בקרקע 3 שניות אחרי הכדור A.

- חשב את זמן נפילת הכדור C.
- חשב את הגובה של המגדל.

- חשב את גודל המהירות התחלתית של כדורים A ו-B.
- האם הכדורים A ו-B יפגעו בקרקע באותה מהירות? נמק את תשובתך.
- באותה מערכת צירים שרטט גרפים מדויקים של מהירות כולות בזמן של כדורים A ו-B מרגע הזריקה עד סף הפגיעה בקרקע.

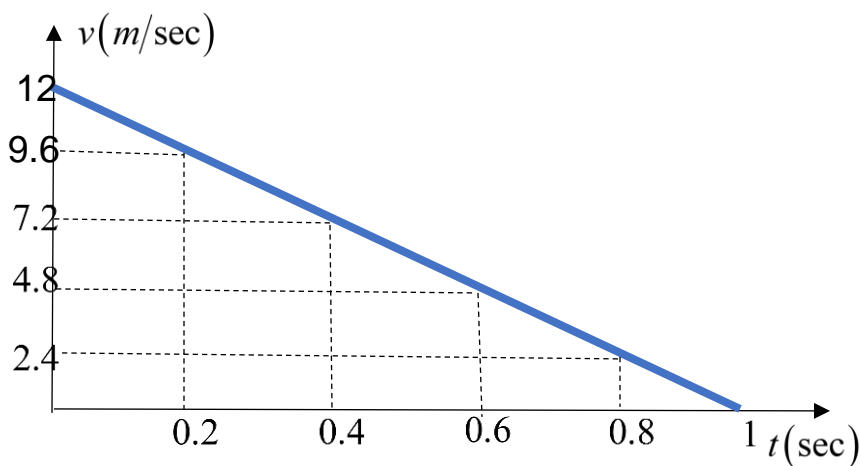


תשובות: א) $t = 8(sec)$ ב) $h = 320(m)$ ג) $v_0 = 39(m/sec)$

תרגיל 43

אדם זורק גוף מפני הקרקע בכיוון אנכי כלפי מעלה, במהירות התחלתית של $12(m/sec)$. הוא מודד, באמצעות חיישן, את מהירות הגוף כפונקציה של הזמן החל מרגע הזריקה, $t = 0$, עד לרגע הגעתו לגובה המקסימלי.

תוצאות המדידות מתוארות בגרף שלפניך. נתון שמסת הגוף $0.2(kg)$.



- היעזר בגרף וקבע אם בבעיה זו הכיוון החיובי נקבע כלפי מעלה או כלפי מטה? נמק קביעתך.
- הראה, על סמך תוצאות הניסוי, שכוח החיכוך עם האוויר אינו זניח.
- חשב את גודל כוח החיכוך שפעל על הגוף במהלך תנועתו עד לשיא הגובה, בהנחה שכוח זה קבוע.
- חשב את הגובה המקסימלי אליו מגע הגוף (ביחס לפני הקרקע).
- חשב את הזמן שלוקח לגוף לחזור לקרקע מרגע זריקתו.
- חשב את מהירות הגוף ברגע סף הפגיעה בקרקע.

תשובות: ג) $f_k = 0.4(N)$ ד) $h_{max} = 6(m)$ ה) $t = 2.22(sec)$ ו) $v = -9.76(m/sec)$

תרגיל 44

מגג בנין שגובהו $h = 10(m)$ מעל הקרקע נזרק בכיוון אופקי כדור שמסתו $m = 0.2(kg)$

במהירות $v_0 = 5(m/sec)$

א. באיזו מהירות (גודל וכיוון) יפגע הכדור בקרקע?

ב. באיזה מרחק מבסיס בנין יפגע הכדור בקרקע?

בנוסף לכוח הכובד פועל על הכדור כעת גם כוח אופקי קבוע שגודלו $F = 0.6(N)$, בכיוון

המהירות ההתחלתית.

ג. באיזה מרחק מבסיס בנין פוגע הכדור בקרקע, בהנחה שהוא נזרק באותה מהירות כמקודם?

ד. במקרה המתואר בסעיף הקודם משחררים את הכדור ממנוחה.

מה תהיה צורת המסלול (ישר, פרבולה, חלק של מעגל, אחר)? נמק.

תשובות: א) $\alpha = -70.53^\circ$; $v = 15(m/sec)$; ב) $x = 7.07(m)$ ג) $x = 10.07(m)$

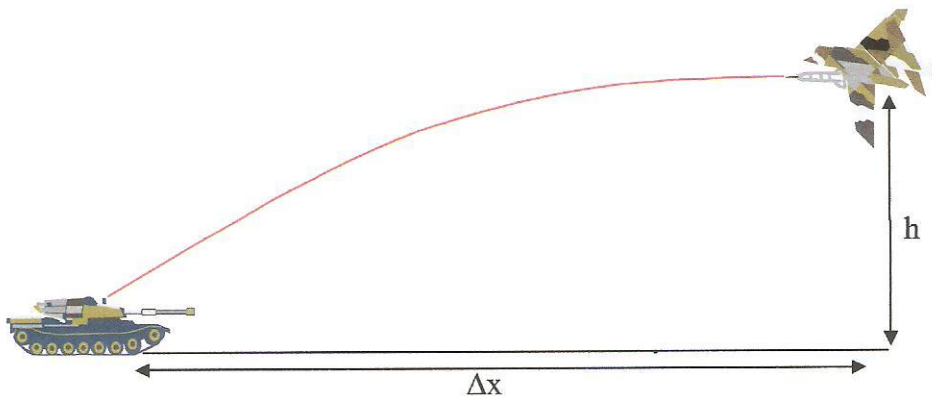
תרגיל 45

מטוס טס בכיוון אופקי במהירות השווה ל- $432(km/hr)$, לפתע הטייס מבחין בטנק של האויב הנמצא

במרחק אופקי $5(km)$, ונע במהירות השווה ל- $18(km/hr)$ בכיוון מנוגד לכיוון הטיסה של המטוס.

10 שניות לאחר שהוא מבחין בטנק הוא משחרר פצצה הפוגעת בטנק.

הזנח התנגדות אוויר.



א. חשב את הזמן מהרגע שבו שוחררה הפצצה ועד לרגע פגיעתה בטנק.

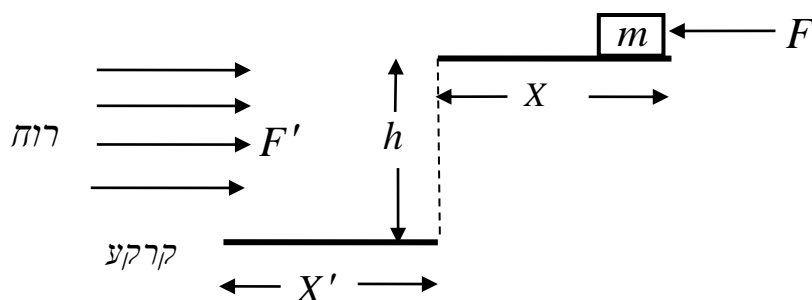
ב. חשב את גובה המטוס מעל פני הקרקע.

ג. מה מהירות הפצצה (גודל וכיוון) ברגע הפגיעה בטנק?

תשובות: א) $t = 30(sec)$ ב) $h = 4500(m)$ ג) $v = 323.1(m/sec)$; $\alpha = -68.2^\circ$

תרגיל 46

גוף שמסתו $m = 2(kg)$ נח על משטח אופקי מוגבה.
 על הגוף פועל כוח אופקי קבוע $F = 3(N)$ למשך $t = 2(sec)$. בתום פרק זה הגוף מגיע לקצה המשטח.
 מקדם החיכוך בין הגוף למישור הוא $\mu_k = 0.1$.
 גובה המשטח מעל פני הקרקע הוא $h = 20m$.
 בעת נפילתו נושבת רוח אופקית המפעילה עליו כוח אופקי קבוע $F' = 0.5(N)$ ימינה.



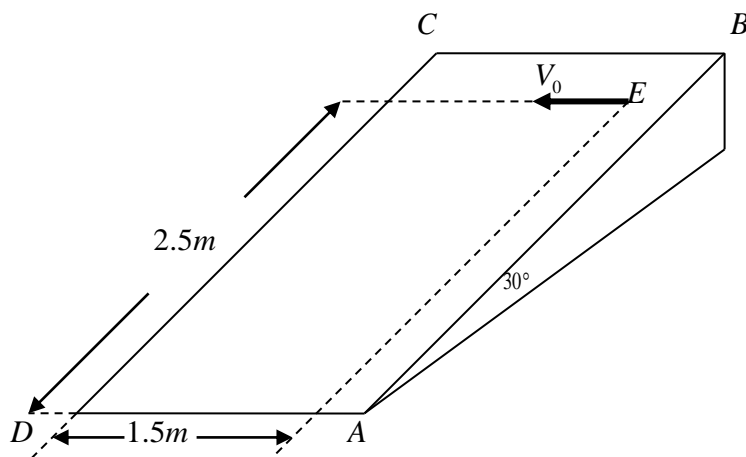
הגדר ציר ה- X החיובי כלפי שמאלה, וציר ה- Y החיובי כלפי מעלה.

- חשב את מהירות הגוף בקצה המשטח האופקי.
- חשב את המרחק X שעבר הגוף עד לקצה המשטח האופקי.
- חשב את זמן t' נפילתו של הגוף מגובה h עד שהוא פוגע בקרקע.
- חשב את המרחק האופקי X' שעבר הכדור מרגע שהוא עוזב את המשטח ועד שהוא פוגע בקרקע.
- סרטט גרף של מהירות אופקית של הגוף כפונקציה של זמן $v_x(t)$ מרגע תחילת התנועה על השולחן ועד רגע סף הפגיעה על קרקע.
- סרטט גרף של מהירות אנכית של הגוף כפונקציה של זמן $v_y(t)$ מרגע תחילת התנועה על השולחן ועד רגע סף הפגיעה על קרקע.

תשובות: א) $v = 1(m/sec)$ ב) $X = 1(m)$ ג) $t' = 2sec$ ד) $X' = 1.5(m)$

תרגיל 47

מישור משופע **חלק ABCD** יוצר זווית $\alpha = 30^\circ$ עם המישור האופקי. הנקודה E נמצאת במרחק 2.5 m מהצלע DA ובמרחק 1.5 m מהצלע CD של הלוח. מן הנקודה E נזרק כדור קטן על הלוח במהירות V_0 בכיוון מקביל ל-BC (ראה תרשים).

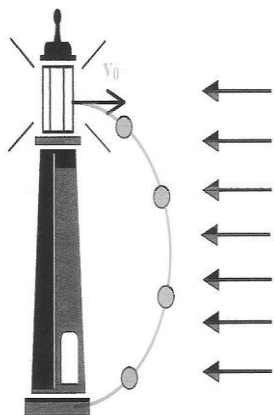


- ציין את הכוחות הפועלים על הכדור בעת תנועתו על הלוח.
 - מה צורת מסלול הכדור על הלוח? **הסבר**.
 - מה צריך להיות גודל המהירות V_0 כדי שהכדור יגיע לנקודה D?
 - מה יהיה גודל המהירות של הכדור בנקודה D. (בהמשך לסעיף ג').
- תשובות:** א) $v_0 = 1.5\text{ (m/sec)}$ ד) $v_D = 5.22\text{ (m/sec)}$

תרגיל 48

מראש מגדלור שגובהו 45 (m) מעל לקרקע נזרק כדור בכיוון אופקי במהירות שגודלה, 12 (m/sec) בהשפעת רוח אופקית הנושבת מהים, המפעילה על הכדור כוח שקול אופקי בגודל קבוע כל זמן התנועה באוויר, ושכיוונה מנוגד לכיוון הזריקה, פוגע הכדור בקרקע בדיוק מתחת לנקודת הזריקה (נקודות הזריקה וסף-הפגיעה בקרקע נמצאות על אותו ישר מאונך לקרקע) ראה תרשים.

הזנח את ההשפעה של התנגדות האוויר על תנועת הכדור בציר האנכי לקרקע.



- חשב כעבור כמה זמן מרגע זריקתו יהיה הכדור על-סף הפגיעה בקרקע.
 - מהי תאוצתו (גודל וכיוון) של הכדור בציר האופקי?
 - מהי מהירותו (גודל וכיוון) של הכדור לאחר 2 sec מרגע זריקתו?
- תשובות:** א) $t = 3\text{ (sec)}$ ב) $a = -8\text{ (m/sec}^2\text{)}$ ג) $v = 20.4\text{ (m/sec)}$ $\alpha = 258.7^\circ$

תרגיל 49

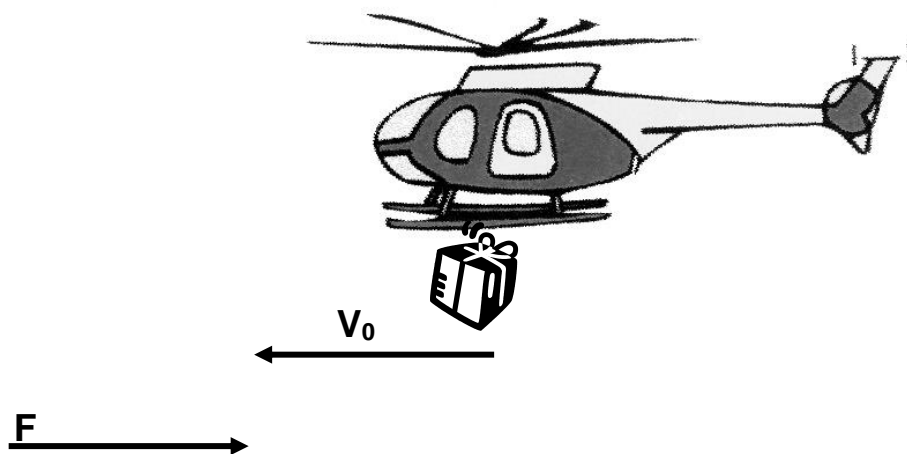
במסגרת מבצע סיוע למשלחת מטפסי- הרים הנמצאת בסמוך למורדות הר גבוה נשלח מסוק להטיל מהאוויר חבילה המכילה ציוד חיוני. מסת החבילה היא **10 ק"ג**.

בעת הטלת החבילה המסוק טס אופקית במהירות שגודלה $v_0 = 180 (km/hr)$ ובגובה **80** מטר מעל

הקרקע. ראה ציור.

2 שניות אחרי תחילת נפילתה של החבילה החלה לנשוב רוח שהפעילה על החבילה כוח אופקי קבוע **F** בכיוון המנוגד ל- V_0 . התייחס לחבילה כאל גוף נקודתי.

הנח כי פרט לכוח **F** האוויר אינו מפעיל שום כוח נוסף.



א. האם עוצמת הרוח (המתבטאת כאן בכוח **F** קבוע שהחל לפעול **2** שניות לאחר תחילת התנועה) משפיעה על ערכם של:

(1) הזמן שלקח לחבילה להגיע לקרקע ? **נמק.**

(2) מהירות הפגיעה של החבילה בקרקע ? **נמק.**

ב. נתון שהחבילה פגעה בקרקע בזווית 45° מתחת לאופק (ושמאלה).

(1) **חשב** את גודל הכוח **F**.

(2) **שרטט** שני גרפים של מהירות-זמן של שני רכיבי מהירות החבילה v_x ו- v_y מרגע

השחרור ועד הפגיעה בקרקע.

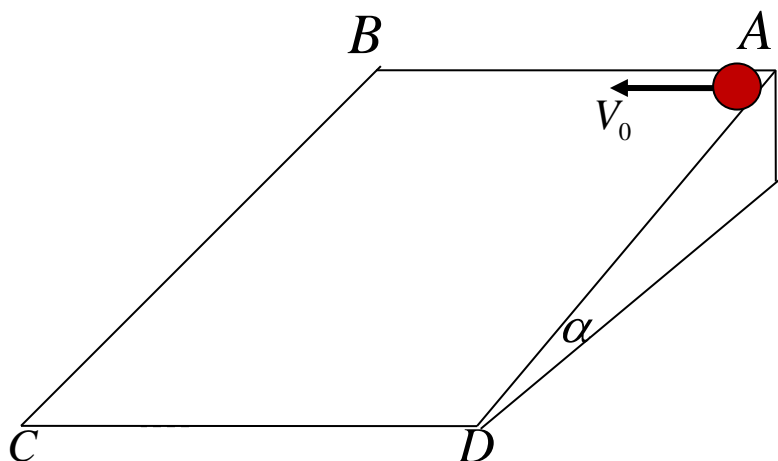
ג. בכמה מטרים הייתה מוסטת נקודת הפגיעה של החבילה בקרקע אילו לא נשבה רוח במהלך תנועתה?

חשב.

תשובות: (ב) $F_x = -50(N)$ (ג) $X = 10(m)$

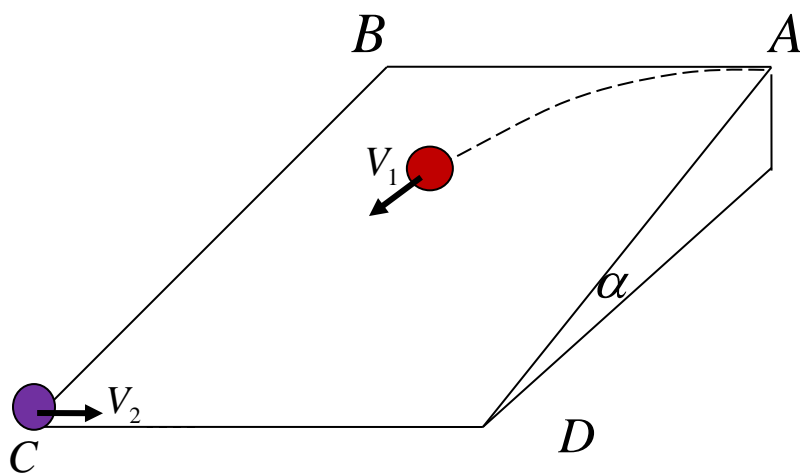
תרגיל 50

מישור משופע **חלק** $ABCD$ יוצר זווית $\alpha = 30^\circ$ עם המישור האופקי.
 מנקודה **A** נזרק כדור אופקית על פני המישור המשופע ובמהירות $V_0 = 3(m/sec)$.
 המרחק $CD = 5(m)$, המרחק $AD = 4(m)$. הכדור צמוד במשך כול תנועתו למישור.
 (ראה תרשים 1).



תרשים 1.

- (א) שרטט את הכוחות הפועלים על הכדור בעת תנועתו על המדרון וציין צורת המסלול שלו (קו ישר, פרבולה, קו אחר)
- (ב) כעבור כמה זמן יגיע הכדור לתחתית המישור?
- (ג) באיזה מרחק **אופקי** מנקודה C יהיה הכדור כשיגיע לתחתית המישור?
- (ד) כאשר לכדור הייתה מהירות **שקולה** של $V_1 = 5(m/sec)$, זורקים **אופקית** כדור נוסף מנקודה C לעבר נקודה D . (ראה תרשים 2)
- מה צריכה להיות מהירות הכדור הנוסף, כדי שיתנגש עם הכדור הראשון?



תרשים 2.

תשובות:

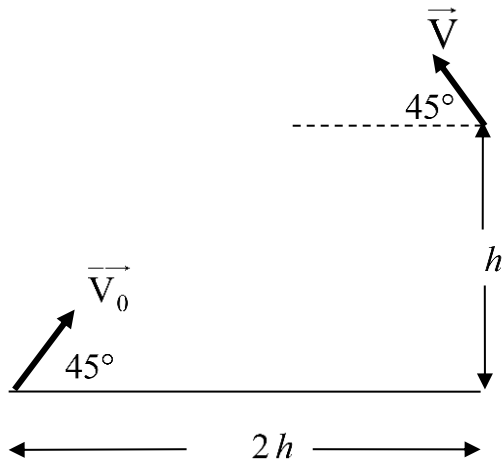
(ב) $t = 1.2649(sec)$ (ג) $1.2(m)$ (ד) $V = 2.581(m/sec)$

תרגיל 51

בתחנת מכ"ם הנמצאת בגובה פני-הים מוצב תותח שזווית הירי שלו קבועה $\alpha = 45^\circ$.
ברגע מסוים מגלה מכ"ם טיל בליסטי שנורה ע"י האויב.

הטיל נמצא בגובה $h = 3000(m)$ מעל פני הים ובמרחק אופקי $2h$ מתחנת המכ"ם מזרחה.

ברגע זה הטיל נראה נע בכיוון היוצר זווית של 45° מעל האופק ולכיוון המכ"ם, ומחשב התחנה מודיע שהטיל יפגע בדיוק בתחנת המכ"ם. הזנח את התנגדות האוויר.



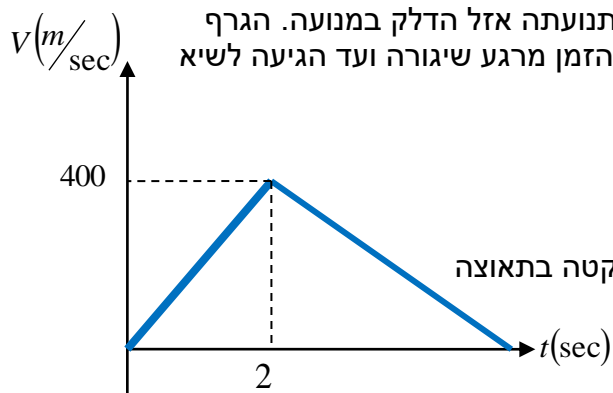
- מה גודלה של מהירות הטיל V ברגע הגילוי?
- ברגע גילוי הטיל ע"י המכ"ם, נורה מתחנת המכ"ם פגז. מה חייבת להיות מהירותו ההתחלתית V_0 של הפגז הנורה מתחנת המכ"ם כדי שיפגע בטיל?
- כעבור כמה זמן מהרגע בו נורה הפגז, הוא פוגע בטיל?
- באיזה גובה מעל פני-הים יפגע הפגז בטיל?

תשובות:

(א) $V = 200(m/sec)$ (ב) $V_0 = 600(m/sec)$ (ג) $t = 10.61(sec)$ (ד) $h = 3938.5(m)$

תרגיל 52

רקטה נשלחה אנכית כלפי מעלה ממנוחה. בשלב מסוים של תנועתה אזל הדלק במנועה. הגרף הבא מתאר את מהירותה האנכית של הרקטה כפונקציה של הזמן מרגע שיגורה ועד הגיעה לשיא הגובה. (הנח כי התנגדות האוויר ניתנת להזנחה).



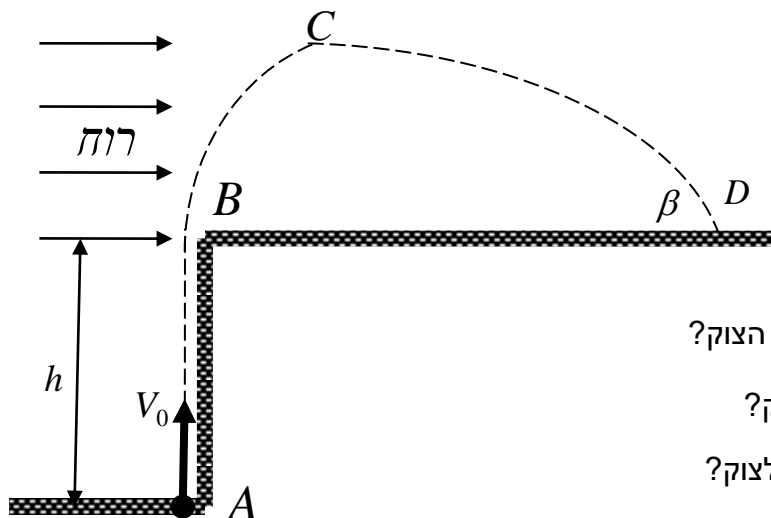
- באיזה גובה אזל הדלק במנוע של הרקטה?
- לאיזה גובה מכסימלי הגיעה הרקטה?
- בשיא הגובה הופעל מנוע - עזר, שגרם לנפילתה של הרקטה בתאוצה קבועה שגודלה $a = 0.03(m/sec^2)$. כמה שניות חלפו מרגע שיגורה ועד שהיא חזרה ארצה?
- בתוך הרקטה נמצא גוף שמסתו $2(kg)$, התלוי בקפיץ אנכי. מהו גודל הכוח שהגוף מפעיל על הקפיץ בכל אחד משלבי התנועה של הרקטה?

תשובות:

(א) $h = 400(m)$ (ב) $h_{max} = 8400(m)$ (ג) $t = 790.33(sec)$ (ד) $420(N); 0; 19.94(N)$

תרגיל 53

אבן נזרקה אנכית מעלה במהירות $v_0 = 30(m/sec)$ מתחתית צוק שגובהו $h = 25m$, ברגע $t = 0$. מהרגע שהאבן עוברת את קצה הצוק B , היא מושפעת מרוח אופקית הנושבת ימינה המקנה לה תאוצה קבועה שגודלה $a = 2.5(m/sec^2)$.



- מהי מהירות האבן V_B בהגיעה אל קצה הצוק?
- תוך כמה זמן מגיעה האבן אל קצה הצוק?
- מהו גובה שיא המסלול של האבן ביחס לצוק?
- מהו מרחק נקודת הפגיעה D מקצה הצוק?
- באיזה זווית פוגעת האבן בנקודה D ?

תשובות:

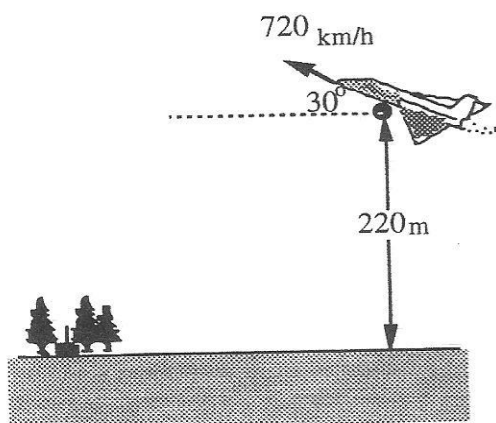
א) $V_{yB} = 20(m/sec)$ ב) $t = 1(sec)$ ג) $h' = 20(m)$ ד) $x_{BD} = 20(m)$ ה) $\beta = -63.4^\circ$

תרגיל 54

מטוס-קרב משחרר פצצה בגובה $220m$ מעל פני קרקע אופקית. ברגע השחרור המטוס נע במהירות של $720(km/hr)$ ובכיוון היוצר זווית של 30° מעל לאופק. הזנח התנגדות אוויר מרגע שחרור הפצצה ועד לסף-פגיעתה בקרקע. ראה תרשים.

- מהו הרכיב האנכי של מהירות הפצצה על-סף פגיעתה בקרקע?
- מהו כיוון תנועת הפצצה על-סף פגיעתה בקרקע (יש לחשב זווית)?
- באיזה מרחק אופקי מנקודת השחרור פוגעת הפצצה בקרקע?

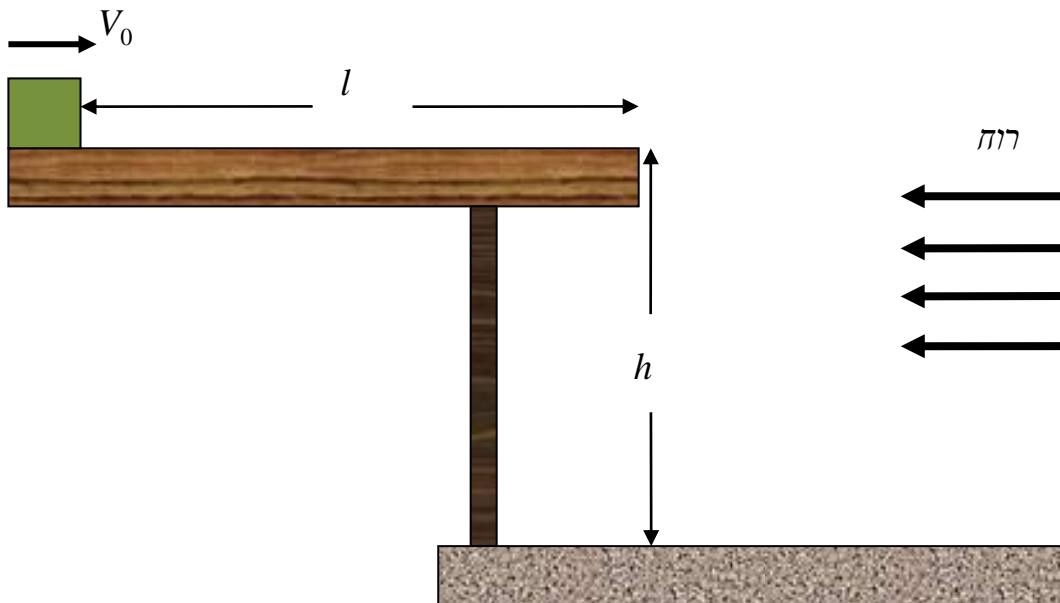
תשובות: א) $V_y = -120(m/sec)$ ב) $\beta = 214.7^\circ$



ג) $x = 3810(m)$

תרגיל 55

גוף שמסתו $m = 0.2(kg)$ נזרק במהירות התחלתית $v_0 = 8(m/sec)$ מנקודה הנמצאת המרחק $l = 2(m)$ מקצה שולחן אופקי, הנמצא בגובה $h = 2(m)$ מעל הרצפה כמתואר בתרשים. בין הגוף והשולחן קיים חיכוך $\mu_k = 0.2$. מאוורר גדול יוצר רוח המפעילה על הגוף כוח אופקי קבוע $F = 1(N)$ בכיוון מנוגד לכיוון תנועתו. כוח זה פועל על הגוף גם לאחר שהוא עוזב את השולחן.



- מהי תאוצת הגוף תוך כדי תנועתו על השולחן?
- באיזה מהירות עוזב הגוף את השולחן?
- כמה זמן אורכת נפילת הגוף מהשולחן אל הרצפה?
- באיזה מרחק אופקי מקצה השולחן פוגע הגוף ברצפה?
- מהי מהירות הגוף (גודל וכיוון) ברגע הפגיעה ברצפה?
- חשב מקדם חיכוך אחר בין הגוף והשולחן כך שהגוף יפגע ברצפה בדיוק בנקודה הנמצאת מתחת לקצה השולחן.

תשובות:

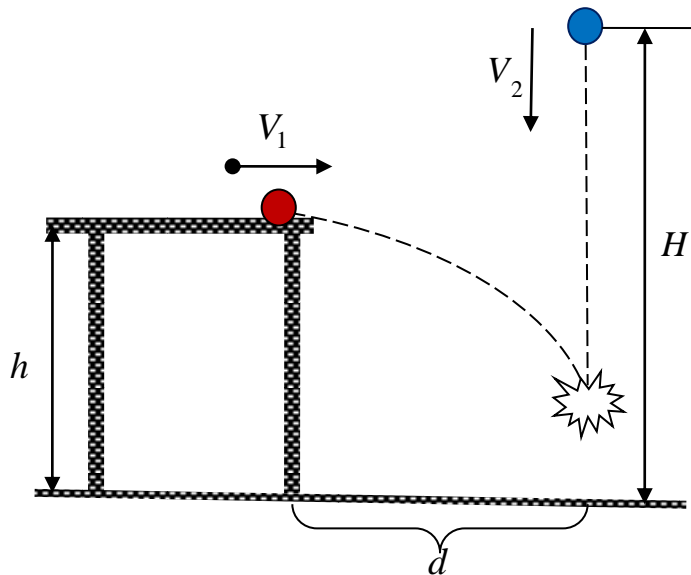
א) $a_{1x} = -7(m/sec^2)$ ב) $v = 6(m/sec)$ ג) $t = 0.63(sec)$ ד) $x = 2.8(m)$
 ה) $\alpha = -65.8^\circ, v = 6.9(m/sec)$ ו) $\mu_k = 1.04$

תרגיל 56

כדור- קטן מחליק ללא חיכוך על גבי שולחן-אופקי שגובהו $h = 2m$ במהירות $v_1 = 12(m/sec)$.

ראה ציור.

ברגע בו מגיע הכדור לקצה השולחן נזרק אנכית כלפי- מטה כדור שני במהירות v_2 לא-ידועה ומנקודה שמרחקה האופקי מקצה השולחן הוא $d = 6m$ וגובהה מעל הקרקע האופקית הוא $H = 10m$. הזנח את התנגדות האוויר.



התייחס אל הכדורים כגופים נקודתיים.

אם ידוע כי שני הכדורים מתנגשים באוויר, חשב את:

א. הזמן שחולף מרגע עזיבת הכדור הראשון את השולחן האופקי ועד לרגע התנגשות הכדורים.

ב. המהירות בה נזרק הכדור השני.

ג. גובה נקודת ההתנגשות מעל הקרקע.

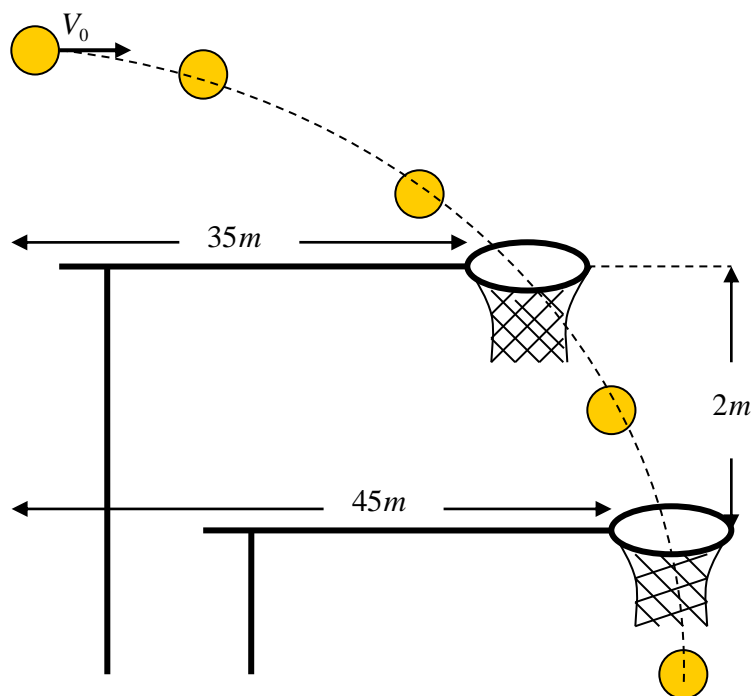
ד. מהירות הכדור הראשון ברגע סף- פגיעתו בכדור השני (גודל וכיוון).

תשובות:

א) $t = 0.5(sec)$ ב) $v_{02} = -16(m/sec)$ ג) $y = 0.75(m)$ ד) $v_1 = 13(m/sec)$ $\alpha = -22.62^\circ$

תרגיל 57.

כדור-סל ניזרק אופקית במהירות התחלתית v_0 לשם מדידת מהירות הכדור הועמדו שני סלים, שהפרש הגבהים ביניהם הוא $2(m)$. המרחק האופקי של הסל העליון ממקום הזריקה הוא $35(m)$, והמרחק האופקי של הסל התחתון ממקום הזריקה הוא $45(m)$. (ראה תרשים) הכדור חודר דרך שני הסלים.



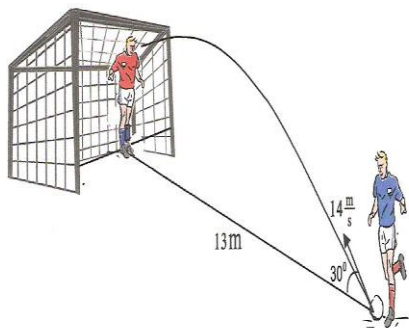
- א. חשב את המהירות ההתחלתית v_0 של הכדור.
- ב. מאיזה גובה מעל לסל העליון ניזרק הכדור?
- ג. כמה זמן חלף מרגע זריקת הכדור עד לרגע חדירתו לסל התחתון?
- ד. מהי מהירות הכדור (גודל וכיוון) ברגע חדירתו דרך הסל התחתון?

תשובות:

א) $v_0 = 44.72(m/sec)$ ב) $y = 3.06(m)$ ג) $t = 1(sec)$ ד) $v = 45.825(m/sec)$, $\alpha = -12.6^\circ$

תרגיל 58.

שחקן כדורגל בועט בכדור הניצב על הקרקע. הכדור נורה לעבר השער במהירות $14(m/sec)$ ובזווית של 30° . הוא פוגע בראשו של השוער, שמרחקו האופקי ממנו הוא $13m$.



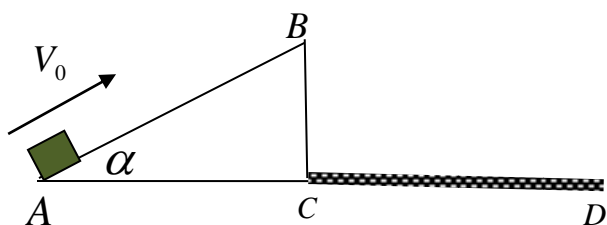
- חשב את גובה השוער.
- מהי מהירות פגיעת הכדור בשוער (גודל וכיוון)?
- מהו הגובה המרבי אליו עולה הכדור?
- גובה השער הוא $2.44m$, בועטים בכדור מאותו מקום ומקנים לו את אותה זווית התחלתית. חשב את המהירות המרבית שניתן להקנות לכדור כדי שהוא יחדור לשער.

תשובות:

(א) $Y = 1.77m$ (ב) $v = 12.67(m/sec)$, $\beta = -17^\circ$ (ג) $H = 2.45m$ (ד) $v_0 = 15(m/sec)$

תרגיל 59

מישור משופע חלק AB שאורכו $L = 3m$ נטוי בזווית $\alpha = 37^\circ$ לאופק. גוף מוטל על המישור בנקודה A במהירות התחלתית $v_0 = 10(m/sec)$, כמוראה בתרשים. הגוף פוגע ברצפה בנקודה D .



- באיזה מהירות עוזב הגוף את המישור המשופע?
- כמה זמן נמשכת תנועת הגוף מ- A ל- B ?
- כמה זמן נמשכת תנועת הגוף מ- B ל- D ?
- מהו המרחק בין הנקודה A לנקודה D ?

תשובות:

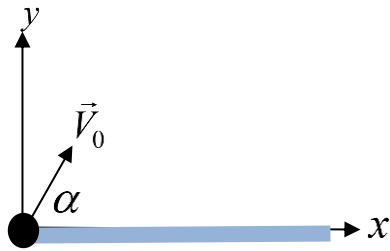
(א) $|\vec{V}_B| = 8(m/sec)$ (ב) $\alpha = 37^\circ$ (ג) $t = 0.3(sec)$ (ד) $t = 1.25(sec)$ (א) $AD = 10.4(m)$

תרגיל 60

גוף נזרק ממשטח אופקי במהירות התחלתית $v_0 = 15(m/sec)$ בזווית $\alpha = 53^\circ$ מעל האופק כמוראה בתרשים. ברגע $t = 0$ יוצא הגוף מראשית הצירים.

הגוף נע בהשפעת כוח אופקי המעניק לו תאוצה קבועה שגודלה $10m/sec^2$ בכיוון השלילי של ציר

ה- X ובהשפעת כוח הכובד. הנח $g = 10m/sec^2$.



- כמה זמן נמשכת תנועת הגוף עד פגיעתו במשטח האופקי? באיזה מרחק מהראשית פוגע הגוף במשטח האופקי?
- באיזו מהירות (גודל וכיוון) פוגע הגוף במשטח האופקי?
- מה ההעתק האופקי המרבי, ימינה מהראשית, אליו מגיע הגוף במהלך תנועתו? שרטט איכותית את מסלול תנועת הגוף.
- באיזו זווית מעל האופק יש לזרוק את הגוף מהראשית כך שיחזור אליה, בהנחה שהוא נע רק בהשפעת כוח הכובד והכוח האופקי דלעיל?

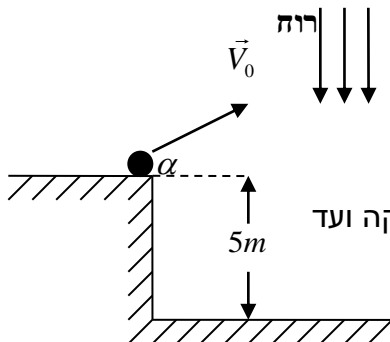
תשובות:

א) $t = 2.4(sec)$, $x = -7.13(m)$ ב) $\theta = 38.6$, $v = 19.2(m/sec)$ ג) $x = 4.05(m)$ ד) $\beta = 45^\circ$

תרגיל 61

גוף שמסתו $m = 4(kg)$ נזרק במהירות $v_0 = 5(m/sec)$ מגובה $h = 5m$ מעל פני הקרקע, בזווית $\alpha = 15^\circ$ מעל האופק בזמן התנועה נושבת רוח אנכית, מלמעלה כלפי מטה, והיא מפעילה כוח של $F = 2N$ על הגוף.

הגדר ציר ה- X החיובי כלפי ימינה, וציר ה- Y החיובי כלפי מעלה.

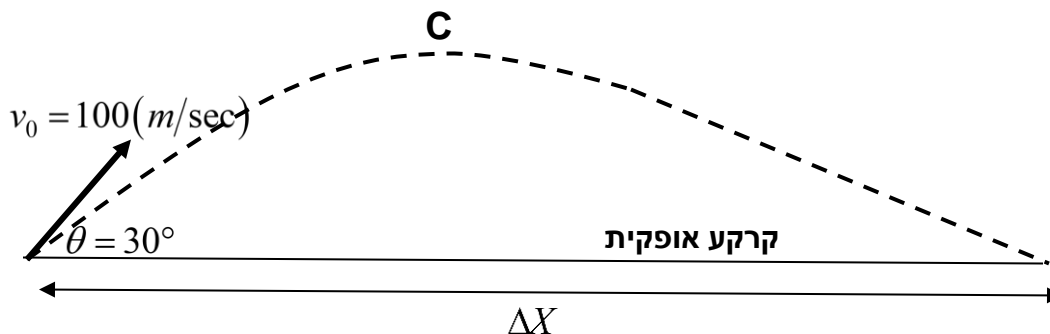


- מה המרחק האופקי שעובר הגוף עד לפגיעתו בקרקע?
- באיזו מהירות (גודל וכיוון) פוגע הגוף בקרקע?
- שרטט גרף של מהירות אופקית הגוף כפונקציה של זמן $v_x(t)$ מרגע הזריקה ועד רגע סף הפגיעה על קרקע.
- שרטט גרף של מהירות אנכית הגוף כפונקציה של זמן $v_y(t)$ מרגע הזריקה ועד רגע סף הפגיעה על קרקע.

תשובות: א) $x = 5.35(m)$ ב) $v = 11.34(m/sec)$ $\beta = -64.79^\circ$

תרגיל 62

גוף נורה במהירות שגודלה $v_0 = 100(m/sec)$ ובזווית $\theta = 30^\circ$ מעל קרקע אופקית. ראה ציור.



הזנח את התנגדות האוויר מרגע הירי ועד לנקודת שיא-הגובה C . נתון: $g = 10(m/sec^2)$. בהגיע הגוף אל

נקודת שיא-הגובה C , נפתח מצנח (שלא מתואר בציור) שגורם לגוף תאוצה אנכית קבועה בגודל $\frac{g}{2}$ כלפי

מטה (המצנח לא משפיע על תנועתו של הגוף בציר האופקי).

הגוף ממשיך את תנועתו בתאוצה אנכית קבועה $g/2$ עד לנקודה שבה גודל מהירותו האנכית שווה

סף-הפגיעה בקרקע. הנח שהמהירות האופקית של הגוף הייתה קבועה במשך כל זמן התנועה באוויר וענה

על הסעיפים הבאים:

- מהי מהירותו השקולה ומהי תאוצתו השקולה של הגוף (גדלים וכיוונים) בנקודת שיא-הגובה C ?
 - לאיזה גובה מקסימאלי (מעל הקרקע) הגיע הגוף ?
 - כמה זמן נמשכה תנועת הגוף באוויר מרגע הירי ועד לרגע סף-הפגיעה בקרקע ?
 - מהו המרחק האופקי ΔX בין נקודת הירי לנקודת סף-הפגיעה בקרקע ?
 - שרטט גרף איכותי של מקום כפונקציה של זמן, $y = y(t)$, המתאר את תנועת הגוף בציר האנכי מרגע הירי ועד לרגע סף-הפגיעה בקרקע. הסבר את צורת הגרף בכל אחד משלבי התנועה.
נתון: ברגע $t = 0$ מקום הגוף בציר האנכי הוא $y = 0$.
- הכיוון אנכית מעלה מוגדר חיובי.

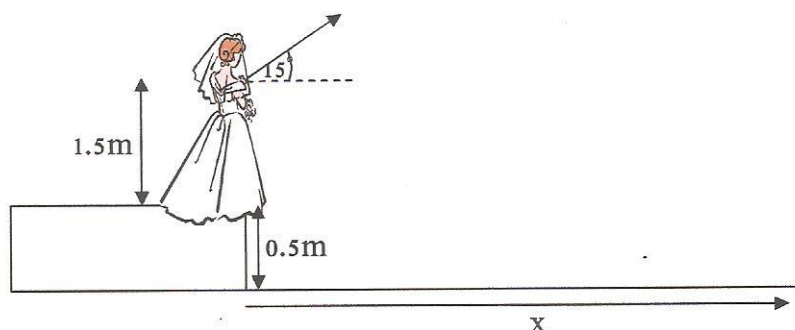
תשובות:

(א) $V = 86.6(m/sec)$ ימינה $g = 10(m/sec^2)$ כלפי מטה (ב) $\Delta y = 125(m)$ (ג) $t = 13.25(sec)$

(ד) $\Delta X = 1147.5(m)$

תרגיל 63

כלה ביום חתונתה עומדת על הבמה של רחבת הריקודים ומשליכה את זר הפרחים שלה לעבר חברותיה. לאחר ניתוח סרט הווידאו של החתונה נמצא כי הכלה זורקת את הזר מקצה הבמה בזווית של 15° מעל האופק, במהירות שגודלה $8(m/sec)$. גובה הזר ברגע הזריקה הוא $1.5(m)$ מעל הבמה. גובה הבמה ביחס לרחבת הריקודים הוא $0.5(m)$.



- א. חשב את המהירות האופקית ואת המהירות האנכית של הזר ברגע $t = 0$.
 ב. אחת מהחברות עומדת במרחק $4m$ מהבמה ותופסת את הזר הנזרק. מהו גובה הידיים שלה מעל לרחבת הריקודים?
 ג. באיזו מהירות נתפס הזר (גודל וכיוון)?

תשובות: א) $V_{0x} = 7.727(m/sec)$, $V_{0y} = 2.07(m/sec)$ (ב) $h = 1.73(m)$
 ג) $V = 8.33(m/sec)$; $\beta = -21.9^\circ$

תרגיל 64

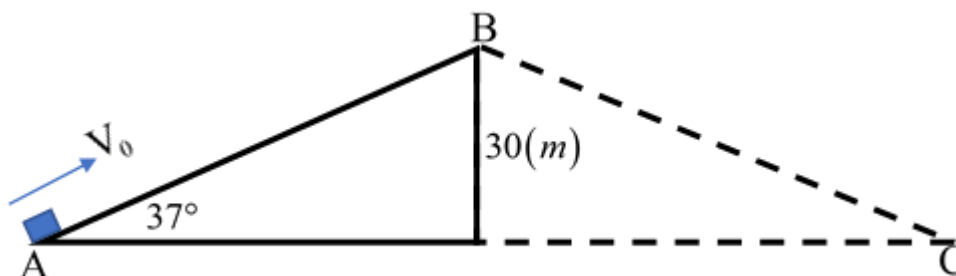
מטוס טס במהירות שגודלה **360 קמ"ש** כאשר כיוון טיסתו היה בזווית 20° מעל לאופק. ברגע מסוים, כאשר המטוס נמצא בגובה **250m** מעל פני קרקע-אופקית, שוחררה ממנו פצצה.

- א. מצא את משך זמן שהיית הפצצה באוויר.
 ב. מצא את מהירות סף-פגיעת הפצצה בקרקע (גודל וכיוון).
 ג. מצא את נקודת פגיעת הפצצה בקרקע ביחס לנקודת שחרור הפצצה.
 ד. אם מהירות הפצצה מיד לאחר שחרורה הייתה זהה בגודלה אך כיוונה היה אנכי-מעלה, האם הפצצה הייתה מגיעה אל נקודת סף-פגיעה בקרקע במהירות באותו גודל? במהירות בגודל רב יותר? במהירות בגודל קטן יותר? הסבר.

תשובות: א) $t = 11.27(sec)$, (ב) $V = 122.4(m/sec)$ $\beta = -39.87^\circ$ (ג) $x = 1059(m)$

תרגיל 65

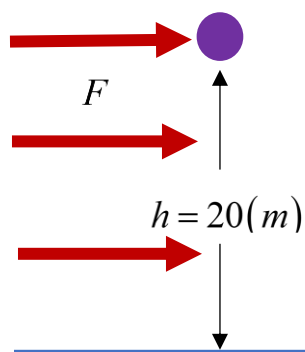
גוף מתחיל לנוע מהנקודה **A** שבתחתית מישור משופע חלק, במהירות התחלתית V_0 .
 בנקודה **B** עוזב הגוף את המישור המשופע עד שלבסוף הוא פוגע בנקודה **C** הנמצאת באותו מישור אופקי בו
 נמצאת הנקודה **A**. חלק **AB** נטוי בזווית $\alpha = 37^\circ$ לאופק. הנקודות **A**, **B** ו-**C** נמצאות על קדקודיו של
 משולש שווה שוקיים כך שגובה הנקודה **B** מעל המישור **AC** הוא $30(m)$



- א. באיזה מהירות עוזב הגוף את המישור המשופע?
 ב. מהי גודלה של המהירות ההתחלתית V_0 המועננת לגוף בנקודה **A**?
 ג. כמה זמן נמשכת תנועת הגוף מ-**B** ל-**C**?
 ד. כמה זמן נמשכת תנועת הגוף מ-**A** ל-**B**?
תשובות: א $V_B = 14.4(m/sec)$; $\alpha = 37^\circ$ **ב** $V_0 = 28.4(m/sec)$ **ג** $t_{BC} = 3.46(sec)$ **ד** $t_{AB} = 2.33(sec)$

תרגיל 66

משחררים כדור שמסתו $m = 0.05(kg)$ ממנוחה, בזמן $t = 0$, מנקודה הנמצאת בגובה $20(m)$
 מעל פני הקרקע. כתוצאה מזרימת אוויר פועל על הכדור כוח אופקי קבוע שגודלו $F = 0.2(N)$.



- א. האם תנועת הכדור מוגדרת כנפילה חופשית? הסבר את תשובתך.
 ב. חשב את הזמן הגעת הכדור לקרקע.
 ג. חשב באיזה מרחק אופקי מנקודת השחרור הכדור פוגע בקרקע.
 ד. חשב את מהירות הכדור (גודל וכיוון) בסף פגיעתו בקרקע.
תשובות: א לא. **ב** $t = 2(sec)$
ג $x = 8(m)$; $y = -20(m)$
ד $v = 21.54(m/sec)$; $\alpha = -68.19^\circ$

תרגיל 67

בקרב ההיסטורי בין דוד לגוליית זורק דוד אבן על גוליית. האבן נזרקה במהירות התחלתית (לא ידועה) בגודל V_0 ובזווית α מעל לאופק, ברגע המוגדר $t = 0$, כאשר המרחק האופקי בין דוד לגוליית היה $100(m)$. דוד היה ידוע כנמוך, וגובהו היה $1.5(m)$, הנח שהאבן נזרקה מגובה זה. גובה מצחו של גוליית היה $2.5(m)$ מעל לקרקע. הנח שדוד וגוליית נמצאים על קרקע-אופקית. ברגע זריקת האבן (כאשר גוליית נמצא במרחק של $100(m)$ ממקומו של דוד), גוליית נע (בקו-ישר) לכיוונו של דוד במהירות קבועה שגודלה $10(m/sec)$ וידוע שהאבן פגעה במצחו של גוליית (כלומר בגובהו של $2.5(m)$ מעל לקרקע) כאשר גוליית הגיע למרחק של $70(m)$ מן המקום שבו עומד דוד. התייחס לאבן כגוף נקודתי. הזנח את התנגדות האוויר.
נגדיר את הכיוונים ימין ולמעלה חיוביים.

- (א) מהי המהירות ההתחלתית של האבן (גודל וכיוון)?
- (ב) תוך כמה זמן, מרגע הזריקה, מגיעה האבן לשיא הגובה?
- (ג) לאיזה גובה מקסימאלי, מעל לקרקע, מגיעה האבן בזמן המעוף?
- (ד) איך הייתה משתנה תשובתך לסעיף א' (אם בכלל) במידה וגוליית היה מתחיל לנוע ממנוחה (בקו-ישר), ברגע הזריקה, לכיוונו של דוד, ממרחק של $100(m)$ ממיקומו של דוד, בתאוצה קבועה שגודלה $1(m/sec^2)$, כאשר מיקום הפגיעה בגוליית היה נשאר זהה?

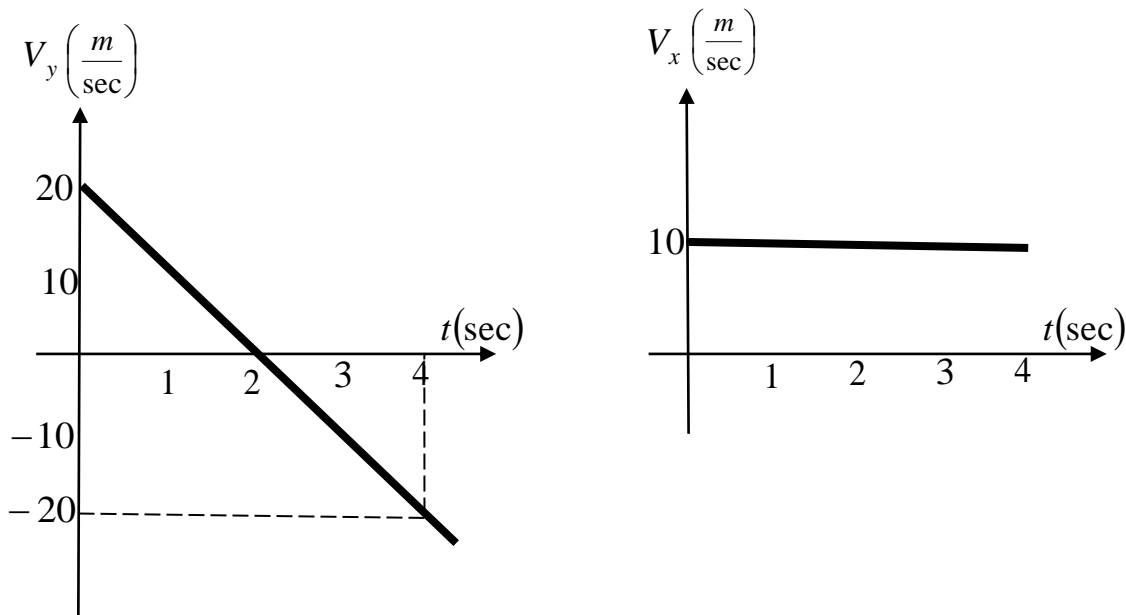
תשובות:

$$h_{\max} = 13.25(m) \quad \text{א} \quad t = 1.533(sec) \quad \text{ב} \quad V_0 = 27.91(m/sec); \quad \alpha = 33.3^\circ$$

$$V_0' = 39.897(m/sec); \quad \beta = 76.9^\circ \quad \text{ד}$$

תרגיל 68

גוף שמסתו 1kg נע במישור. רכיבי המהירות של הגוף נתונים כפונקציות של הזמן ע"י הגרפים:



- א. מהו הכוח השקול הפועל על הגוף בזמן תנועתו (גודל וכיוון)?
- ב. צייר גרפים של התאוצה כפונקציה של הזמן עבור כל ציר לחוד. (a_x, a_y) .
- ג. אם בזמן $t = 0$ הגוף היה בראשית הצירים, מה שיעורי הנקודה (x, y) שבה הוא נמצא ברגע $t = 4\text{sec}$?
- ד. נסמן ב- x_{\max} וב- y_{\max} את ערכי המקסימום של הקואורדינטות שהגוף מגיע אליהן במהלך תנועתו (בין $t = 0$ ובין $t = 4\text{sec}$). חשב את x_{\max} ואת y_{\max} .
- ה. צייר את צורת המסלול הגוף $y(x)$.

תשובות: א) $\sum F = 10(N)$, ג) $(40m, 0)$ ד) $X_{\max} = 40(m); y_{\max} = 20(m)$

תרגיל 69

מישור משופע $ABCD$ חלק יוצר זווית $\alpha = 30^\circ$ עם המישור האופקי.

מנקודה C נזרק כדור בזווית של $\beta = 60^\circ$ על פני המישור המשופע במהירות $V_0 = 5(m/sec)$. המרחק

$CD = 5(m)$. הכדור צמוד במשך כול תנועתו למישור. (ראה תרשים 1).

א. שרטט את הכוחות הפועלים על הכדור בעת תנועתו על המדרון וציין את צורת המסלול שלו (קו ישר, פרבולה, קו אחר)

ב. כעבור כמה זמן יגיע הכדור לתחתית המישור?

ג. באיזה מרחק אופקי מנקודה D יהיה הכדור כשיגיע חזרה לתחתית המישור?

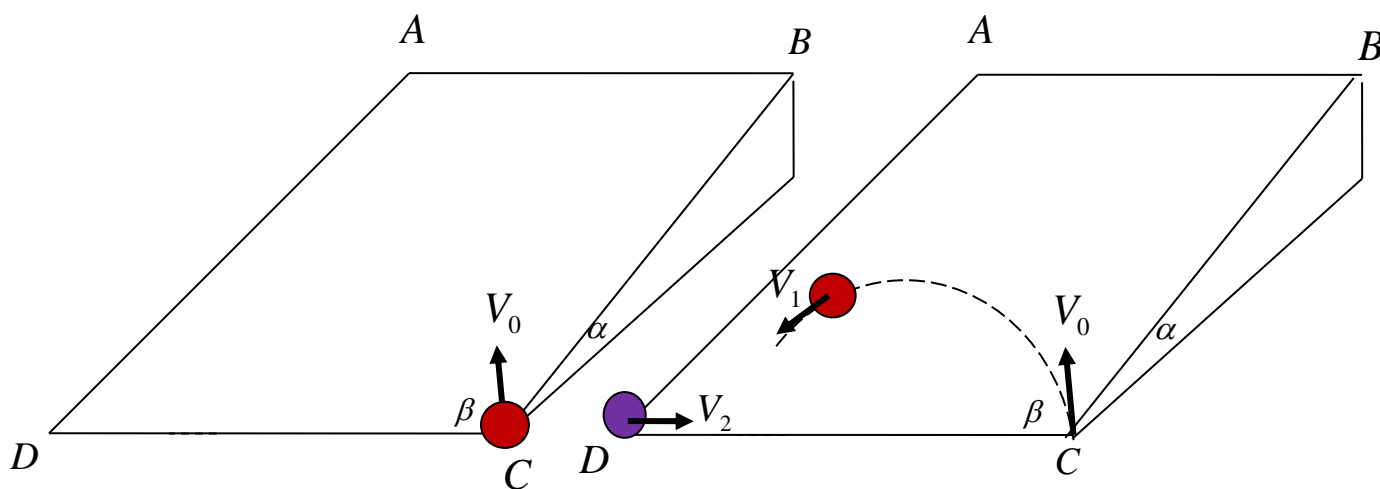
כאשר לכדור הייתה מהירות שקולה של $V_1 = 4(m/sec)$ מכוונת כלפי מטה, זורקים אופקית כדור נוסף

מנקודה D לעבר נקודה C . (ראה תרשים 2)

ד. מה צריכה להיות מהירות הכדור הנוסף, כדי שיתנגש עם הכדור הראשון?

תרשים 1.

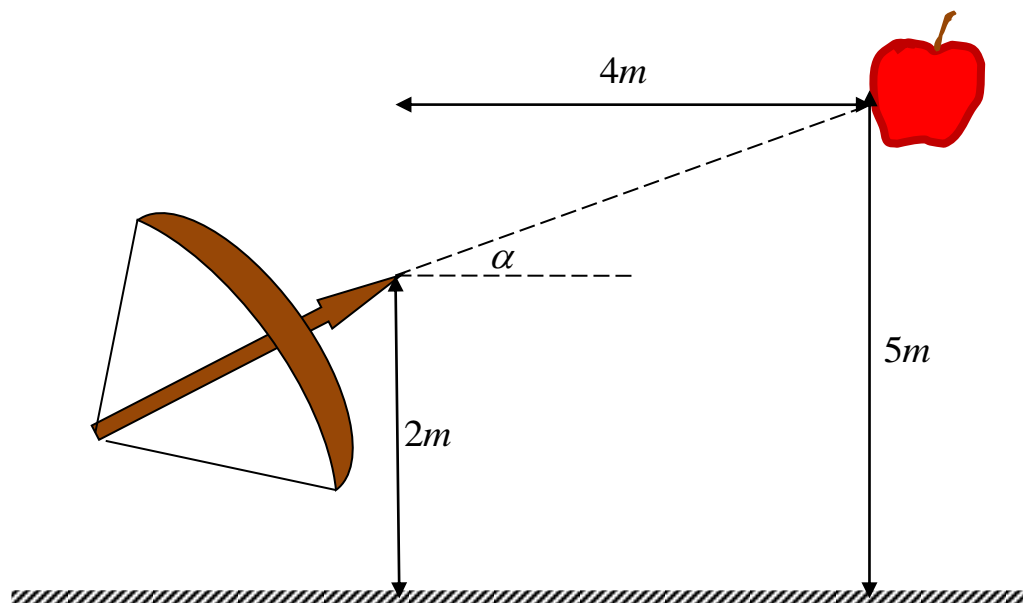
תרשים 2.



תשובות: (ב) $t = 1.732(sec)$, (ג) $\Delta X = 0.67(m)$, (ד) $V_2 = 2.768(m/sec)$

תרגיל 70

חץ נתון בקשת דרוכה מכוון בזווית ישירות, לעבר תפוח המוחזר במנוחה. החץ נמצא בגובה $2m$ מעל הקרקע והתפוח נמצא בגובה $5m$ מעל הקרקע. מרחקו האופקי של החץ מהתפוח הוא $4m$. (ראה תרשים)



ברגע $t = 0$ החץ נורה מן הקשת, ובזמנית שוחרר התפוח (ממנוחה).

החץ פוגע בתפוח ברגע שהתפוח מגיע לקרקע.

הזנח את השפעה האוויר על תנועת החץ ועל תנועת התפוח, והתייחס לחץ ולתפוח כאל גופים נקודתיים.

א. הראה כי החץ פוגע בתפוח לאחר שנייה מהרגע בו הוא נורה.

ב. חשב את המהירות (גודל וכיוון) שבה החץ נורה.

ג. חשב את המהירות (גודל וכיוון) שבה החץ פוגע בתפוח.

ד. מחזירים את המערכת למצבה ההתחלתי, ועתה התפוח מקבל מהירות אופקית שגודלה $2(m/sec)$ ימינה, ובזמנית הקשת יורה את החץ בשיפוע מעל האופק.

באיזה מהירות (גודל וכיוון) על הקשת לירות את החץ, בכדי שיפגע בתפוח בדיוק בהגיעו לקרקע?

תשובות: א) $t = 1(sec)$, ב) $V_0 = 5(m/sec)$; $\alpha = 36.87^\circ$; ג) $V = 8.06(m/sec)$; $\beta = -60.26^\circ$

ד) $V_0' = 6.7(m/sec)$; $\gamma = 26.56^\circ$

תרגיל 71

מטוס הפצצה "צולל" בקו-ישר לעבר הקרקע במהירות קבועה שגודלה $V = 200(m/sec)$, בזווית 30° מתחת לאופק. כאשר המטוס נמצא בגובה $1500m$ מעל הקרקע הוא משחרר פצצה במטרה לפגוע ברכב הנע על קרקע-אופקית במהירות קבועה בגודל $V' = 30(m/sec)$ ובכיוון זהה לכיוון האופקי של תנועת המטוס. הזנח את התנגדות האוויר לתנועת הפצצה והתייחס אל המטוס, הפצצה והרכב כאל גופים נקודתיים.

א. כמה זמן עובר מרגע שחרור הפצצה ועד שהיא מגיעה לקרקע?

ב. מהי מהירות הפצצה (גודל וכיוון) ברגע סף-הפגיעה בקרקע?

ג. מה צריך להיות המרחק-האופקי בין הרכב למטוס ברגע שחרור הפצצה כדי שהפצצה תפגע ברכב?

ד. מה צריך להיות המרחק-האופקי בין הרכב למטוס ברגע שחרור הפצצה כדי שהפצצה תפגע ברכב, אם ברגע שחרור הפצצה הרכב מתחיל להאיץ ממהירות התחלתית של

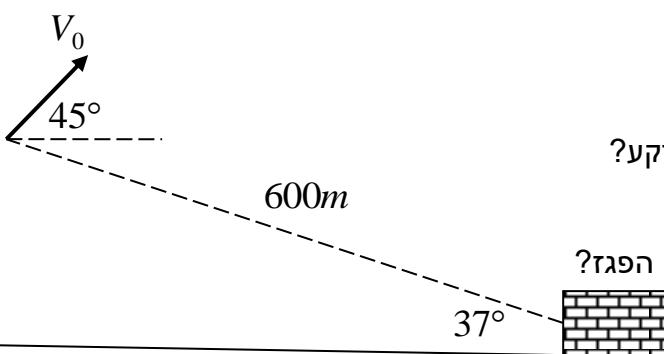
$$30(m/sec) \text{ בתאוצה קבועה שגודלה } 6(m/sec^2) ?$$

תשובות: א) $t = 10(sec)$, ב) $V = 264.575(m/sec)$, $\alpha = -49.106^\circ$;

ג) $X_0 = 1430.205(m)$ ד) $X_0 = 1132.05(m)$

תרגיל 72

פגז נורה מהקרקע אל כיתת חיילים מחופרת. הכיתה עורכת תצפית על מעוף הפגז ומוצאת ברגע מסוים את הנתונים הבאים: קו התצפית אורכו $600m$ והוא נטוי בזווית של 37° מעל האופק. הפגז נע במהירות של $V_0 = 45(m/sec)$ המכוונת בזווית של 45° מעל האופק. הכיתה ומסלול הפגז נמצאים באותו מישור אנכי.



א. באיזה מרחק מהחיילים יפגע הפגז בקרקע?

ב. כמה זמן לאחר רגע התצפית יפגע הפגז בקרקע?

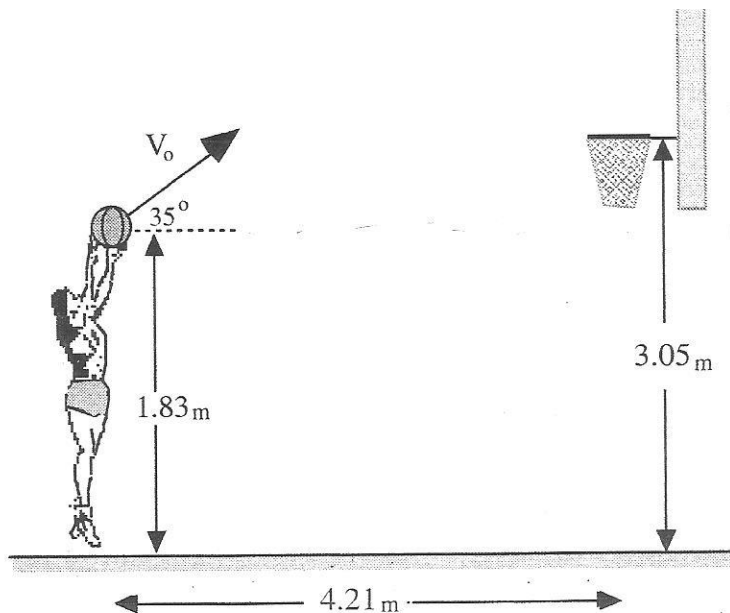
ג. מה תהיה זווית הפגיעה של הפגז בקרקע?

ד. מאיזה מרחק אופקי מהכיתה המחופרת נורה הפגז?

תשובות: א) $\Delta X = 89(m)$, ב) $t = 12.26(sec)$, ג) $\beta = -70.68^\circ$ ד) $X = 667(m)$

תרגיל 73

שחקנית כדורסל קולעת לסל מנקודה הנמצאת במרחק אופקי 4.21m מהסל, בגובה 1.83m מהקרקע. הכדור נזרק בזווית 35° מעל האופק, והוא חודר אל תוך הסל הנמצא בגובה 3.05m מעל הקרקע.



א. באיזו מהירות נזרק הכדור?

ב. באיזו זווית נוספת ניתן לזרוק את הכדור מאותו מקום ובאותה מהירות,

כך שיחדור אל תוך הסל?

ג. לאיזה גובה מרבי (ביחס לקרקע) מגיע הכדור בכל אחת משתי הזריקות?

ד. כמה זמן חולף מרגע הזריקה ועד החדירה לסל, בכל אחת משתי הזריקות הנ"ל?

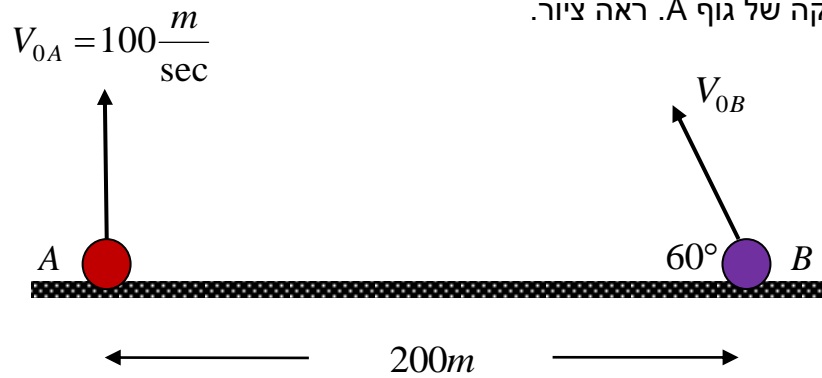
תשובות:

א) $V_0 = 8.74\text{ (m/sec)}$, ב) $\beta = 71.2^\circ$ ג) $H_{\max} = 3.09\text{ (m)}$, $H_{\max} = 5.25\text{ (m)}$

ד) $t = 0.59\text{ sec}$, $t = 1.49\text{ sec}$

תרגיל 74

גוף A נזרק מקרקע אופקית, אנכית- מעלה, במהירות התחלתית בגודל $V_{0A} = 100(m/sec)$.
לאחר 2sec נזרק מהקרקע גוף B בזווית של 60° מעל האופק, מנקודה הנמצאת על הקרקע במרחק אופקי של $200m$ מנקודת הזריקה של גוף A. ראה ציור.

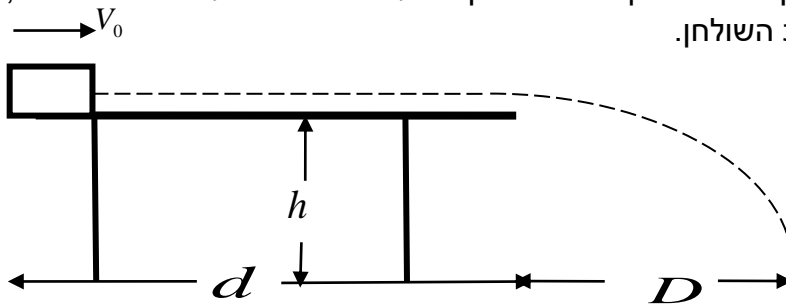


- באיזה גובה נמצא גוף A ביחס לקרקע ברגע זריקתו של גוף B?
 - מה מהירותו של גוף A ברגע הנ"ל?
 - באיזו מהירות יש לזרוק את גוף B על-מנת ש A ו- B יתנגשו באוויר?
 - כעבור כמה זמן מרגע הזריקה של A יתנגשו הגופים?
 - מה יהיה גובה נקודת הפגישה הנ"ל מעל הקרקע?
- תשובות:** א) $y_A = 180(m)$, ב) $V_A = 80(m/sec)$ ג) $V_{0B} = 192.4(m/sec)$ ד) $t = 4(sec)$
ה) $y_A = 320(m)$

תרגיל 75

גוף מקבל מהירות התחלתית של $V_0 = 5(m/sec)$ בקצה שולחן שאורכו $d = 2(m)$ וגובהו $h = 1(m)$.
השולחן מפעיל חיכוך על הגוף שגורם לו לתאוסה שגודלה $a = 1(m/sec^2)$.

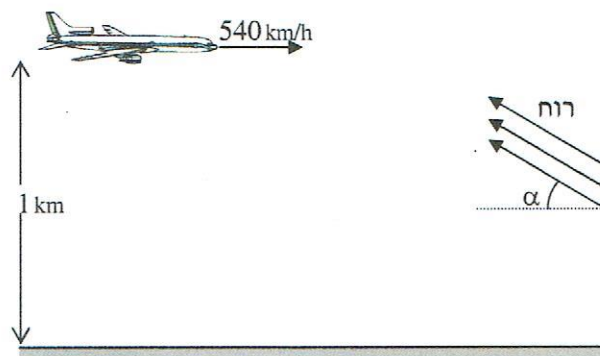
כאשר הוא מגיע לשפת השולחן הוא מתנתק ממנו וממשיך לנוע באוויר בהשפעת הכבידה בלבד, עד שהוא פוגע בקרקע במרחק **D** משפת השולחן.



- מהי המהירות הגוף בשפת השולחן, רגע לפני התנועה באוויר?
- מהו המרחק **D**?
- כמה זמן ארכה כל התנועה? **תשובות:** א) $V = 4.58(m/sec)$ ב) $D = 2.06(m)$ ג) $t = 0.87(sec)$

שאלה 76

מטוס טס אופקית מזרחה במהירות קבועה שגודלה $540(km/hr)$ בגובה $1(km)$ מעל קרקע-אופקית. ברגע מסוים נזרקת מהמטוס חבילה שמהירותה יחסית למטוס $72(km/hr)$ וכיוונה אנכית כלפי-מטה. באזור הטיסה נושבת רוח בזווית $\alpha = 37^\circ$ מעל האופק המערבי. ראה ציור. הרוח מקנה לחבילה (בנוסף לתאוצת הכובד) תאוצה קבועה שגודלה $a = 10(m/sec^2)$ בכיוון בו נושבת הרוח.



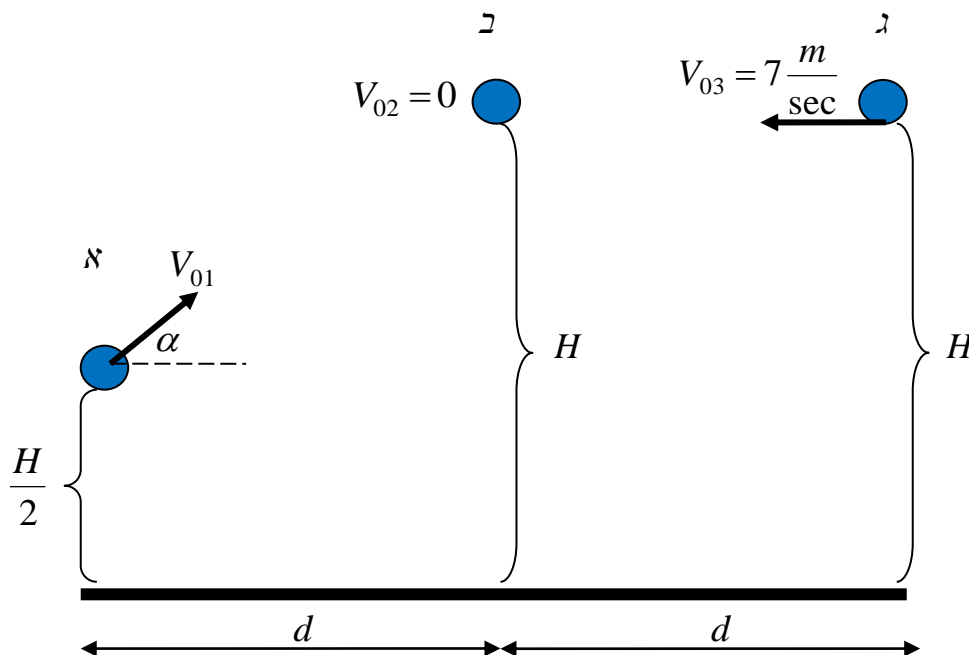
- מצא את מהירות החבילה יחסית לקרקע ברגע הזריקה (גודל וכיוון).
- כמה זמן נמשכת תנועת החבילה מרגע זריקתה ועד לרגע סף-פגיעתה בקרקע?
- מהי מהירות הפגיעה של החבילה בקרקע (גודל וכיוון)?
- באיזה מרחק אופקי מנקודת הזריקה פוגעת החבילה בקרקע?

תשובות: א) $V = 151.33(m/sec)$, $\beta = -7.59^\circ$ ב) $t = 17.9(sec)$

ג) $V = 91.5(m/sec)$, $\gamma = -82.78^\circ$ ד) $x = 1405.6(m)$

תרגיל 77

שלושה גופים מונחים במרחק אופקי שווה זה מזה. גוף ב וגוף ג נמצאים באותו גובה $H = 5(m)$ ואילו גוף א נמצא בגובה שהוא מחצית מגובהם (ראו ציור). גוף א מקבל מהירות התחלתית V_{01} בזווית α מעל האופק. **שנייה אחת לאחר מכן** משוחרר גוף ב ממנוחה ובו זמנית (עם שחרורו של גוף ב) מקבל גם גוף ג מהירות אופקית של $V_{03} = 7(m/sec)$ שמאלה כמוראה בציור. ידוע כי שלושת הגופים נפגשים ברגע פגיעתם בקרקע.



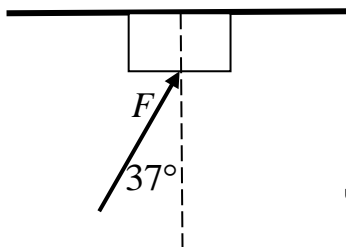
- מהו המרחק האופקי ההתחלתי d בין הגופים?
- מצאו את גודל הזווית α .
- מה גודל המהירות התחלתית של גוף א v_{01} ?
- מה גודל וכיוון מהירותו של גוף א ברגע פגישת שלושת הגופים?
- מה גודל מהירותו של גוף ג ברגע פגישת שלושת הגופים?

תשובות: א) $d = 7(m)$ ב) $\alpha = 68.2^\circ$ ג) $v_{01} = 9.43(m/sec)$

ד) $\beta = -72.7^\circ$ ה) $|V| = 11.77(m/sec)$ ו) $|V| = 12.2(m/sec)$

תרגיל 78

גוף בעל מסה $m = 5(kg)$ נדחף ימינה לאורך תקרה אופקית בכוח קבוע בגודל $F = 100(N)$, הפועל בזווית 37° לאנך (ראה ציור) וכתוצאה מכך נע הגוף בתאוצה בגודל $8(m/sec^2)$, בכיוון ימין.

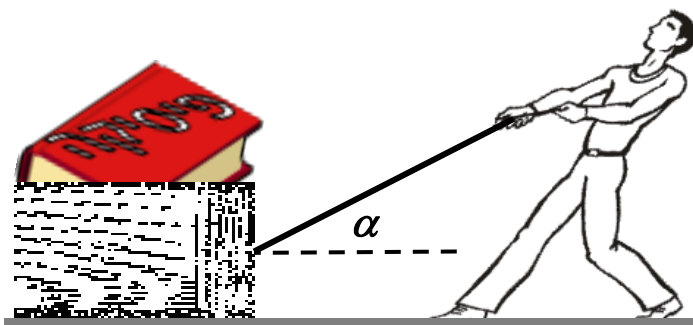


- מהו מקדם החיכוך הקינטי בין הגוף והתקרה?
- באיזה כוח לוחץ הגוף על התקרה בציר המאונך לתקרה?
- איזה כוח F בגודל מינימלי, הפועל בזווית 37° לאנך, יש להפעיל על הגוף כדי שהגוף לא יתנתק מהתקרה?
- חשב את תאוצת הגוף כאשר פועל עליו הכוח שמצאת בסעיף ג'.

תשובות: א) $\mu_k = 0.675$ ב) $N = 29.863(N)$ ג) $F = 62.606(N)$ ד) $a = 7.535(m/sec^2)$

תרגיל 79

סטודנט מכינה בפיזיקה שבציור רוצה למושך באמצעות חוט קופסת ספרי לימוד. מסת הקופסה ביחד עם ספרי לימוד שווה $m = 20(kg)$ והקופסה מונחת על רצפה אופקית. מקדם החיכוך הסטטי בין קופסה לרצפה $\mu_s = 0.6$, מקדם החיכוך הקינטי $\mu_k = 0.4$, $\alpha = 20^\circ$. החוט אידיאלי, התנגדות האוויר זניחה, הסטודנט לא מחליק על הרצפה.

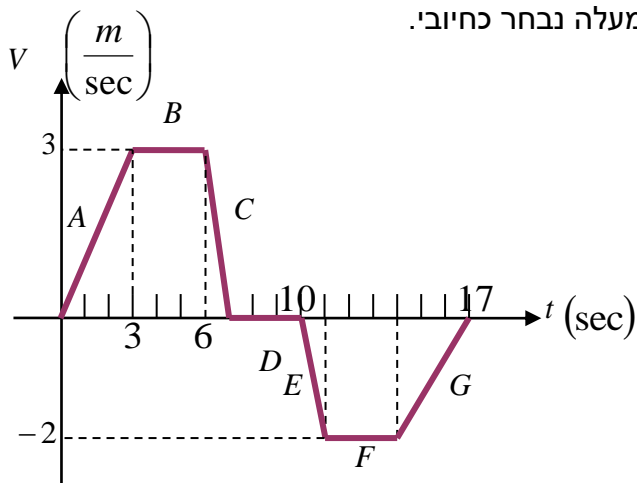


- הסטודנט הפעיל על החוט כוח של $100(N)$. חשב את תאוצת הקופסה.
- חשב את הכוח המינימלי שהסטודנט צריך להפעיל כדי להזיז את הקופסה ממקומה.
- הסטודנט הפעיל על החוט כוח של $110(N)$ במשך זמן $t = 5(sec)$ ואחר כך הפסיק להפעיל אותו. איזה מרחק ממצב התחלתי תעבור קופסה עד לעצירה?
- שרטט גרפים של תאוצה, מהירות והעתק של הקופסה כפונקציית זמן מתחילת תנועתה עד לעצירה.

תשובות: א) $a = 0$ ב) $T = 104.8(N)$ ג) $x = 35.52(m)$

תרגיל 80

הגרף שלפניך מתאר תנועת מעלית במבנה הנמצא בבנייה. מסומנים בו שבעה קטעים מ A עד G. המעלית מתחילה את תנועתה מן הקרקע, והכיוון כלפי מעלה נבחר כחיובי.



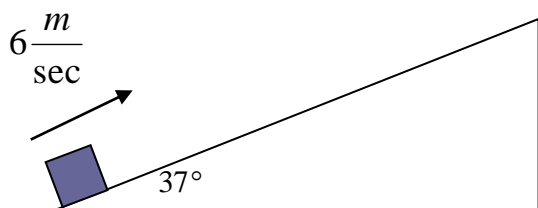
- קבע בכל אחד מן הקטעים אם המעלית עולה או יורדת, ואם **גודל** מהירותה קבוע, גדל או קטן.
- מהו הגובה המרבי אליו מגיעה המעלית?
- באיזה גובה מעל הקרקע נמצאת המעלית בגמר תנועתה?
- שק מלט מונח על מאזני קפיץ שעל רצפת המעלית. המאזניים מכוילים בניוטונים. בקטע A של תנועתה מופיע המספר $550N$ על צג המאזניים. מצא איזה מספר יופיע על הצג בכל אחד מהקטעים האחרים של התנועה.

תשובות: (ב) $h_{\max} = 15(m)$ (ג) $5(m)$ מעל הקרקע (ד) $N_B = N_D = N_F = 500(N)$
 $N_G = 533.3(N)$, $N_E = 400(N)$, $N_C = 350(N)$

תרגיל 81

גוף שמסתו $5(kg)$ מחליק במהירות קבועה במורד מישור משופע הנטוי בזווית 37° .

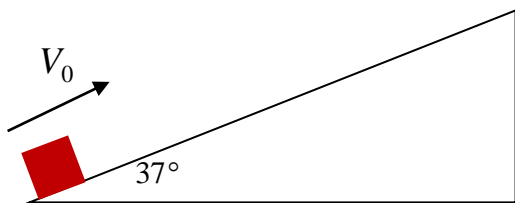
- מהו מקדם החיכוך הקינטי בין הגוף והמישור? מטילים את הגוף מתחתית המישור המשופע במהירות התחלתית $6(m/sec)$ כלפי מעלה.



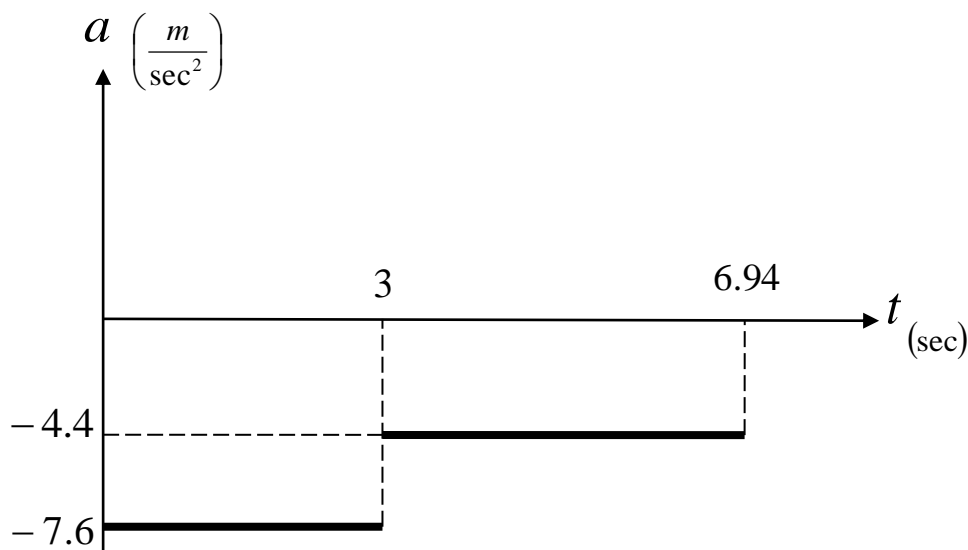
- איזה מרחק יעלה הגוף עד עצירתו?
- מהי אנרגיה החום שתוצר תוך כדי עליית הגוף?
- בהנחה ש- μ_s שווה ל- μ_k (שמצת בסעיף א), האם ירד הגוף חזרה לאחר שייעצר? **נמק.**
- תשובות:** (א) $\mu_k = 0.75$ (ב) $\Delta x = 1.495(m)$
- (ג) $Q = 44.86(J)$ (ד) לא ירד

תרגיל 82

גוף נזרק במהירות התחלתית V_0 במעלה מדרון לא חלק שזווית שיפועו $\alpha = 37^\circ$.



הגרף שלפניך מתאר את תאוצת הגוף מתחילת תנועתו במעלה המדרון עד לרגע חזרתו לתחתית המדרון.



א. קבע בעזרת הגרף את המהירות התחלתית V_0 וחשב כמה מטרים עלה הגוף.

ב. קבע בעזרת הגרף את המהירות של הגוף בהגיעו לנקודת הזריקה.

ג. צייר במחברתך את תרשימי הכוחות הפועלים על הגוף בעלייתו ובירידתו.

כתוב את משוואות התנועה וחשב את מקדם החיכוך μ_k .

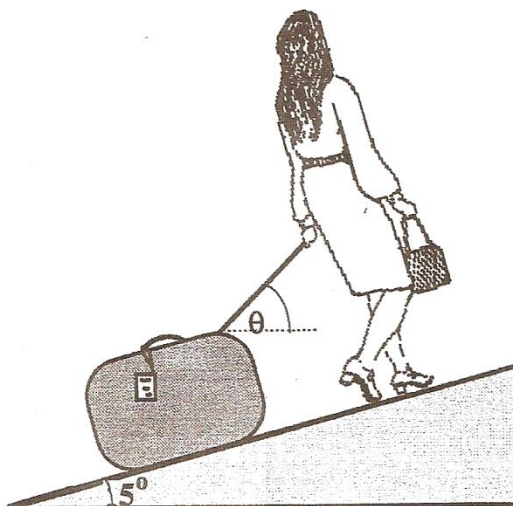
ד. על פי הגרף, זמן הירידה גדול מזמן העלייה. האם גם עבודה כוח החיכוך במהלך הירידה גדולה מזו שבמהלך עלייתו? נמק.

תשובות:

$$\mu_k = 0.2 \quad \text{א} \quad v' = -17.336(m/sec) \quad \text{ב} \quad x = 34.2(m) \quad v_0 = 22.8(m/sec) \quad \text{א}$$

תרגיל 83

אישה מושכת את מזוודתה שמסתה $m = 20(kg)$ במהירות קבועה במעלה מישור משופע שזווית 5° , בעזרת רצועה היוצרת זווית $\theta = 82^\circ$ מעל האופק. מקדם החיכוך בין המזוודה ובין המישור הוא $\mu = 0.1$.

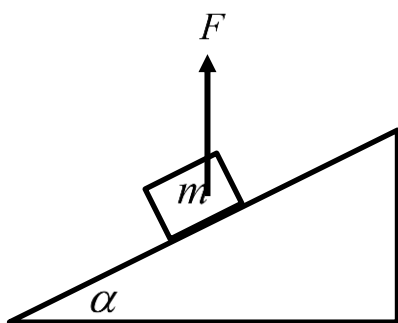


- א. מה הכוח בו מושכת האישה את הרצועה?
 ב. מה הכוח הנורמלי שהמישור המשופע מפעיל על המזוודה?
 ג. בזמן שהמזוודה נעה במעלה המישור המשופע משנה האישה את זווית המשיכה כך שהרצועה יוצרת זווית של $\theta = 60^\circ$ מעל האופק. האישה מושכת בכוח שמצאת בסעיף א'. מה תהיה תאוצת המזוודה כעת?

תשובות: א) $F = 115.9(N)$ ב) $N = 86.3(N)$ ג) $a = 1.93(m/sec^2)$

תרגיל 84

גוף בעל מסה $m = 5(kg)$ מונח על מישור משופע, שאינו חלק: $\mu_s = \mu_k = 0.2$ ובעל זווית $\alpha = 30^\circ$. על הגוף פועל כוח חיצוני קבוע F כלפי מעלה (בנוסף לכוח הכובד הפועל עליו). ראה תרשים. הזנח את התנגדות האוויר.

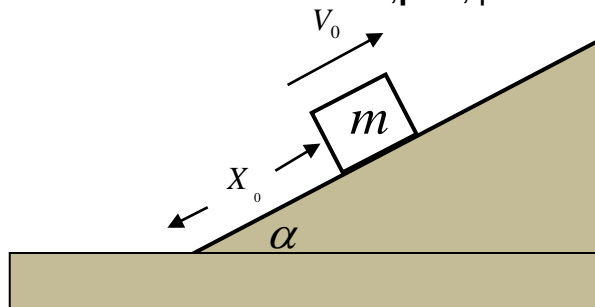


- א. בחר מערכת צירים וסמן עליה את כל הכוחות הפועלים על המסה, לא כולל כוח חיכוך.
 ב. מה צריך להיות גודלו המינימלי של הכוח F כדי שהגוף יתנתק מהמישור המשופע?
 ג. אם נתון שהגוף נע במהירות קבועה בכיוון מעלה המישור המשופע, מהו גודלו של הכוח F ?
 ד. נתון: $F = 20(N)$, המהירות התחלתית של המסה היא אפס. חשב את התאוצה של המסה (גודל וכיוון).

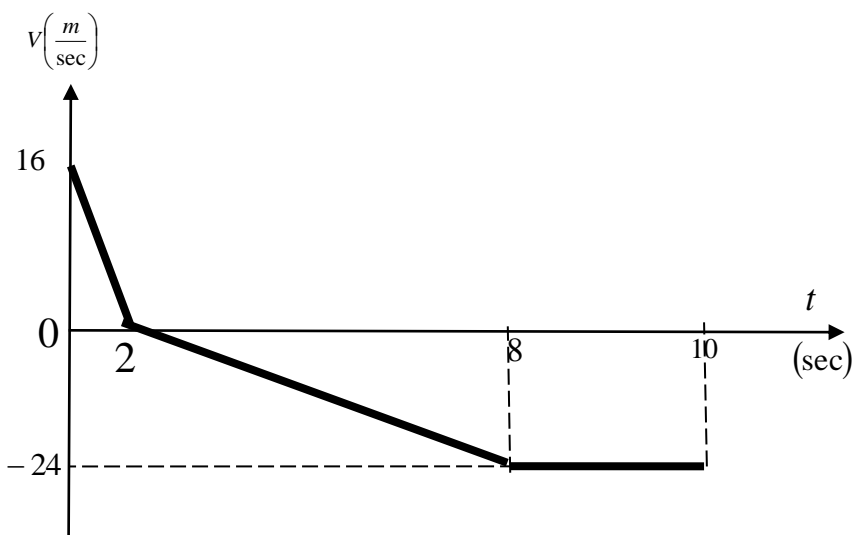
תשובות: ב) $F = 50(N)$ ג) $F = 50(N)$ ד) $a = 1.96m/sec^2$ במורד המישור.

תרגיל 85

גוף נזרק במהירות התחלתית V_0 במעלה מדרון לא חלק מנקודה הנמצאת במרחק מסוים X_0 מעל תחתית המדרון. המדרון מתחבר אל משטח אופקי, חלק, כמתואר בתרשים.



הגרף שלפניך מתאר את מהירות הגוף מתחילת תנועתו במעלה המדרון במשך 10sec. הכיוון של ציר ה- X במעלה מדרון נבחר כחיובי.

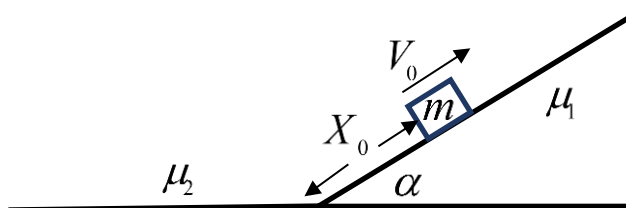


- קבע בעזרת הגרף את תאוצת הגוף (גודל וכיוון) בכל פרק זמן של תנועתו.
- צייר במחברתך את תרשימי הכוחות הפועלים על הגוף בעלייתו ובירידתו על המדרון ועל המשטח אופקי.
- כתוב את משוואות תנועת הגוף בעלייתו ובירידתו על המדרון.
- מהי זווית הנטייה של המישור המשופע?
- מהו מקדם החיכוך μ_k בין הגוף והמישור המשופע?
- מאיזה מרחק התחלתי X_0 מתחתית המישור המשופע נזרק הגוף?

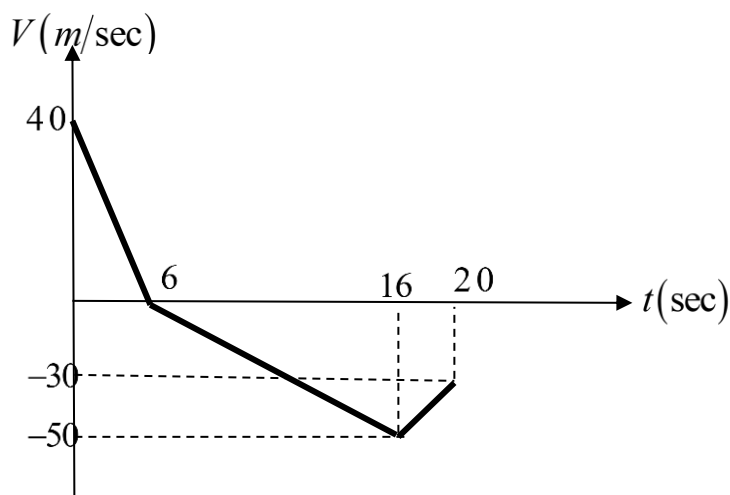
תשובות: א) $a = -8(m/sec^2)$, $a' = -4(m/sec^2)$ (ד) $\alpha = 36.87^\circ$ (ה) $\mu_k = 0.25$
 ו) $X_0 = 56(m)$

תרגיל 86

גוף נזרק במהירות התחלתית בגודל V_0 במעלה מדרון (מישור משופע) **לא חלק** מנקודה הנמצאת במרחק מסוים X_0 מתחתית המדרון. המדרון מתחבר אל משטח אופקי, **לא חלק**, כמתואר בתרשים.



מקדם החיכוך הקינטי בין התיבה לבין המדרון **שונה** מזה שבין התיבה לבין המשטח האופקי.



הגרף שלפניך מתאר את מהירות הגוף מרגע תחילת מדידת תנועתו במעלה המדרון במשך 20sec, הכיוון של ציר ה- X במעלה המדרון נבחר כחיובי.

א. באיזה גודל מהירות התחלתית V_0 נזרק הגוף?

ב. מהו המרחק שעבר הגוף במעלה המדרון מרגע שנזרק ועד שנעצר?

ג. מאיזה מרחק התחלתי X_0 מתחתית המדרון נזרק הגוף?

ד. מהי זווית השיפוע של המדרון?

ה. מהם מקדמי החיכוך הקינטיים μ_1 ו- μ_2 ?

תשובות: א) $V_0 = 40(m/sec)$ ב) $x_1 = 120(m)$ ג) $x_0 = 130(m)$ ד) $\alpha = 35.6^\circ$

ה) $\mu_1 = 0.1; \mu_2 = 0.5$

תרגיל 87

גוף שמסתו 4 (kg) קשור לקצה חוט שקצהו השני קשור לתקרת מעלית.
נבחר את הכיוון החיובי כלפי מעלה.

א. ציין מהם הכוחות הפועלים על הגוף?
וקבע מהו כוח התגובה לכל אחד מהכוחות שציינת?

ב. חשב את המתיחות בחוט במקרים הבאים:

1. כאשר המעלית נעה כלפי-מטה במהירות קבועה.

2. כאשר המעלית נעה כלפי-מעלה ומאיצה בתאוצה קבועה שגודלה $2 \text{ (m/sec}^2\text{)}$

3. כאשר המעלית נעה כלפי-מטה ומאיצה בתאוצה קבועה שגודלה $4 \text{ (m/sec}^2\text{)}$

ג. בכל אחד מהמצבים המתוארים להלן, קבע מתי המתיחות בחוט (בערכה המוחלט)
גדולה יותר?

1. כאשר המעלית נעה כלפי-מעלה במהירות קבועה או כאשר המעלית נעה כלפי-מטה
במהירות קבועה?

2. כאשר המעלית נעה כלפי מעלה במהירות קבועה או כאשר המעלית נעה כלפי-מטה
ומאטה בתאוצה שגודלה $2 \text{ (m/sec}^2\text{)}$?

3. כאשר המעלית נעה כלפי-מעלה ומאטה בתאוצה שגודלה $2 \text{ (m/sec}^2\text{)}$ או כאשר
המעלית נעה כלפי-מטה ומאיצה בתאוצה שגודלה $2 \text{ (m/sec}^2\text{)}$?

ד. נתון שהמתיחות המקסימלית שהחבל יכול לשאת מבלי שיקרע היא בגודל 90 (N) ,
חשב את התאוצה הגדולה ביותר המותרת עבור המעלית על מנת שהחוט לא יקרע.

ה. קבע, מהו כיוון תנועת המעלית בסעיף ד'?

ו. קבע, באיזה מקרה או באילו מקרים המתיחות בחבל מתאפסת?

תשובות: ב) (1) $T = 40 \text{ (N)}$ (2) $T = 48 \text{ (N)}$ (3) $T = 24 \text{ (N)}$

ג) (1) $T_1 = T_2 = 40 \text{ (N)}$ (2) $T_2 > T_1$ (3) $T_1 = T_2 = 32 \text{ (N)}$

ד) $a_{\max} = 12.5 \text{ (m/sec}^2\text{)}$

ו) $a = -g$

תרגיל 88

טיל שוגר מפני הקרקע בכיוון אנכי כלפי מעלה. הגרף שלפניך מתאר את מהירות הטיל כפונקציה של הזמן החל מרגע שיגורו ב- $t = 0$. ברגע מסוים נגמר הדלק בטייל.

א. היעזר בגרף וקבע כעבור כמה זמן משיגור הטיל נגמר הדלק.

חשב באיזה גובה היה הטיל ברגע זה.

ב. קבע באיזה שנייה מגיע הטיל לגובה המקסימלי וחשב את הגובה

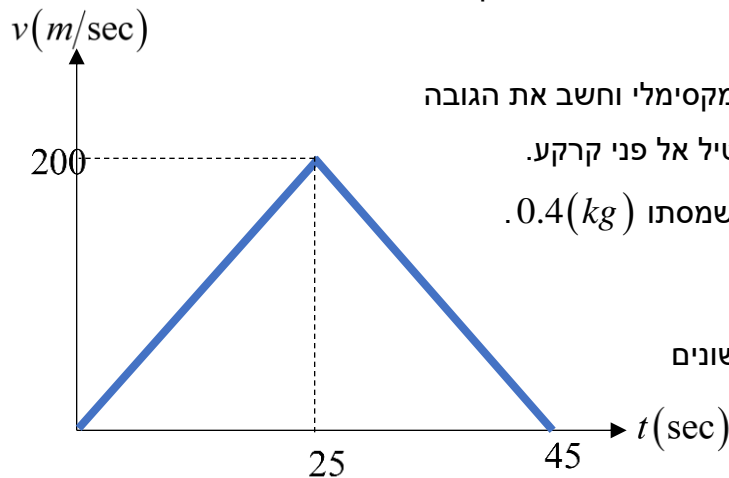
ג. חשב כעבור כמה זמן מהשיגור חוזר הטיל אל פני קרקע.

ד. בראש הטיל תלוי קפיץ אליו חיברו גוף שמסתו $0.4(kg)$.

נתון שקבוע הקפיץ הוא $40(N/m)$.

חשב את התארכות הקפיץ בשלבי התנועה שונים

(כולל שלב החזרה לפני כדור הארץ)



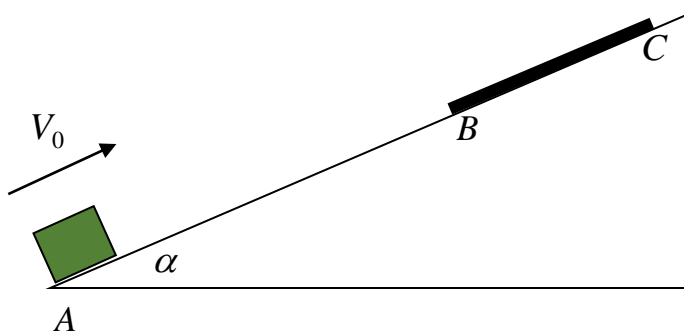
תשובות: א) $2500(m)$ ב) $4500(m)$ ג) $75(sec)$ ד) $\Delta l_1 = 0.18(m)$; $\Delta l_2 = 0$

תרגיל 89

הקטע **AB** של המישור המשופע חלק, ואילו הקטע **BC** מחוספס ומקדם החיכוך הקינטי בו הוא $\mu_k = 0.5$ זווית השיפוע של המישור המשופע היא $\alpha = 30^\circ$.

מקנים לגוף מהירות התחלתית $v_0 = 40(m/sec)$, בתחתית המישור המשופע (בנקודה **A**)

ובנקודה **C** הגוף נעצר. מסת הגוף היא $m = 10(kg)$. ראה ציור.



א. סרטט את כל הכוחות הפועלים על הגוף בכל אחד משני הקטעים, בזמן עליית הגוף, וציין את שם הגורם שמפעיל כל כוח.

ב. ידוע כי הגוף עובר את הקטע החלק במשך 4 שניות.

1. סרטט את גרף המהירות כפונקציה של הזמן מרגע זריקת הגוף בנקודה **A** ועד לרגע עצירתו בנקודה **C**.

סמן את כיוון מעלה המישור המשופע (הכיוון מ- **A** אל **C**) כחיובי.

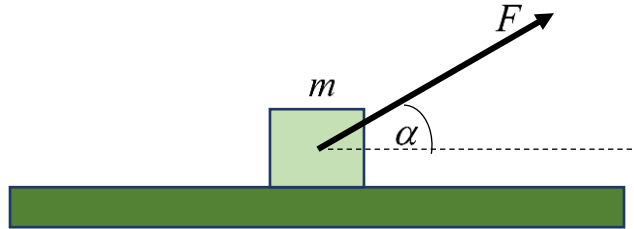
2. חשב את אורך הקטע **AC**.

ג. חשב את מקדם החיכוך הסטטי המינימלי μ_s בקטע המחוספס **BC** שיגרום לגוף להישאר בנקודה **C** ולא להחליק למטה.

תשובות: ב) $\Delta x_{AC} = 141.4(m)$ ג) $\mu_s = tg30^\circ = 0.577$

תרגיל 90

מניחים גוף שמסתו m על משטח אופקי לא חלק. מפעילים על הגוף כוח F שיוצר זווית α עם המישור האופקי כפי שמתואר בתרשים. נתון שבמצב זה הגוף נמצא במנוחה. מקדמי חיכוך סטטי וקינטי בין הגוף ומשטח הם μ_s ו- μ_k בהתאמה.



א. ציין את הכוחות הפועלים על הגוף. היעזר בתרשים כוחות.

ב. בטא, באמצעות נתוני השאלה, את הכוח הנורמלי ואת כוח החיכוך הסטטי שהמשטח מפעיל על הגוף

ג. בטא, באמצעות נתוני השאלה, את הערך המקסימלי עבור הכוח F (F_{\max}) כך שהגוף יימצא עדיין

במנוחה.

ד. מפעילים כוח גדול יותר מהכוח שחישבת בסעיף הקודם. כתוצאה מכך הגוף נע בתאוצה. לאחר מכן מפעילים כוח קבוע הגורם לגוף לנוע במהירות קבועה. חשב את הגודל של כוח זה. בטא תשובתך באמצעות נתוני הבעיה או חלקם.

$$F_{\max} = \frac{\mu_s mg}{\cos \alpha + \mu_s \sin \alpha} \quad (\text{א} \quad N = mg - F \sin \alpha; f_s = F \cos \alpha) \quad (\text{ב תשובות: ב})$$

$$F_{\max} = \frac{\mu_s mg}{\cos \alpha + \mu_s \sin \alpha} \quad (\text{ד})$$

תרגיל 91

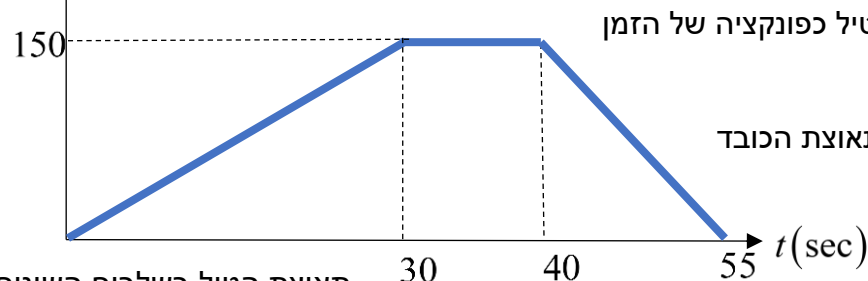
לצורך חקירת שכבות האטמוספירה משגרים טיל מפני הקרקע בכיוון אנכי כלפי מעלה.

הטיל מכיל שני חיישנים. החיישן הראשון, שמסתו $m_1 = 2(kg)$, מונח על מאזניים בתחתית הטיל. החיישן

השני שמסתו $m_2 = 0.4(kg)$ תלוי בקצה קפיץ שקצהו השני מחובר לחלקו הקדמי של הטיל.

קבוע הקפיץ $20(N/m)$.

$v(m/sec)$



הגרף שלפניך מתאר את מהירות הטיל כפונקציה של הזמן

החל מרגע שיגורו ב- $t = 0$.

ענה על השאלות הבאות בהנחה שתאוצת הכובד

קבועה וגודלה $10(m/sec^2)$.

תאוצת הטיל בשלבים השונים

א. היעזר בגרף וחשב את

של תנועתו.

ב. כעבור כמה שניות משגורו הטיל, המנוע שלו הפסיק לעבוד?

ג. תאר במלים תנועת הטיל מ- $t = 0$ עד $t = 55(sec)$.

ד. כעבור כמה זמן מהשיגור הטיל מגיע לגובה המקסימלי וחשב את גובה המקסימלי.

ה. חשב את התארכות הקפיץ ואת קריאת המאזניים (ביחידות (N)) בשלבי התנועה שונים מ- $t = 0$

עד $t = 55(sec)$.

תשובות: א) $a_1 = 5(m/sec^2)$ כיוון מעלה, $a_2 = 0$, $|a_3| = |g|$, כיוון מטה

ב) לאחר $40(sec)$ **ד)** לאחר $55(sec)$, $h_{max} = 4875(m)$

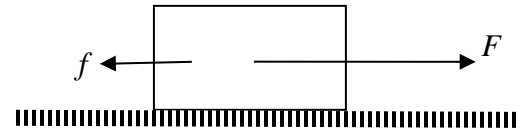
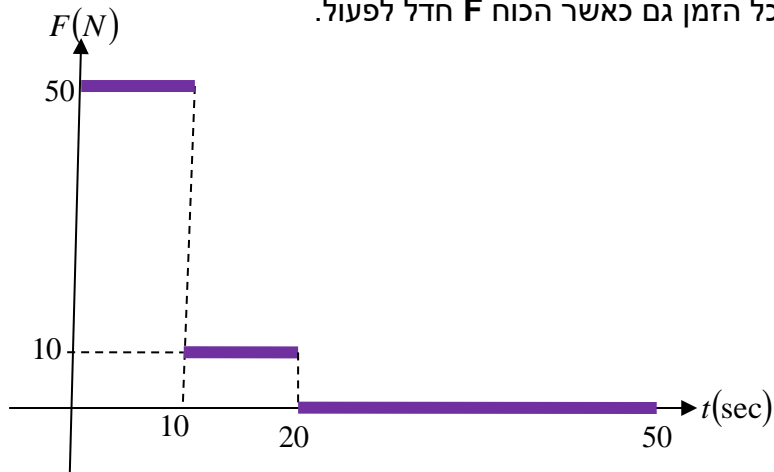
(1): $N = 30(N)$; $\Delta x = 0.3(m)$

(2): $N = 20(N)$; $\Delta x = 0.2(m)$ **ה)**

(3): $N = 0$; $\Delta x = 0$

תרגיל 92

כוח F גורר גוף שמסתו $m = 2(kg)$ מונח אופקית ימינה. בתחילת פעולת הכוח הגוף היה במנוחה. כוח מתנגד קבוע f בן $20N$ פועל שמאלה כל הזמן גם כאשר הכוח F חדל לפעול.



הגרף מתאר את השתנות הכוח F כפונקציה של הזמן. הכיוון ימינה נבחר כחיובי.

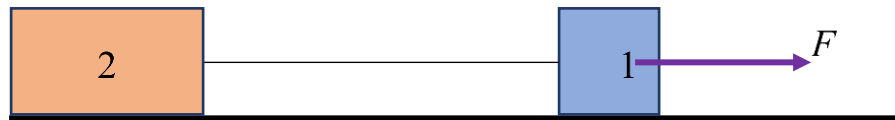
- א. ערכו תרשים כוחות, הפועלים על הגוף, עבור כל אחד משלושת השלבים של תנועתו, וחשבו את התאוצה בכל שלב.
- ב. סרטטו גרף של המהירות כפונקציה של הזמן עבור 50 שניות ראשונות של תנועתו.
- ג. האם במהלך תנועתו הגוף שינה את כיוון תנועתו?
אם כן - מתי זה קרה, וכמה מטרים ימינה התקדם עד אז הגוף?
אם לא - חשב כמה מטרים עבר הגוף.
- ד. מה הייתה מהירותו הממוצעת של הגוף ב- 50 השניות הראשונות של תנועתו?
- ה. כעבור כמה זמן מרגע $t = 50(sec)$ היה הגוף חוזר למקום מוצאו, בהנחה שהכוח F עדיין שווה לאפס?

תשובות: א) $a_3 = -10(m/sec^2)$; $a_2 = -5(m/sec^2)$; $a_1 = 15(m/sec^2)$

ב) $t = 2.36(sec)$ ג) $\Delta x = 2500(m)$; $t = 30(sec)$ ד) $\bar{v} = 10(m/sec)$ ה) $t = 2.36(sec)$

תרגיל 93

קושרים שתי תיבות 1 ו-2 זו לזו באמצעות חוט שמסתו זניחה, ומניחים אותן על משטח אופקי לא חלק כפי שמתואר בתרשים שלפניך.
 על התיבה 1 מפעילים כוח אופקי F שכיוונו ימינה (ראה תרשים).
 כוח זה מתחיל מאפס וגדל בהדרגה.
 נתון שמקדם החיכוך הסטטי בין כל אחת מהתיבות למשטח הוא $\mu_s = 0.6$ ומקדם החיכוך הקינטי הוא $\mu_k = 0.4$. נתון גם כי מסת התיבה 1 היא $m_1 = 1(kg)$ ומסת התיבה 2 היא $m_2 = 2(kg)$.



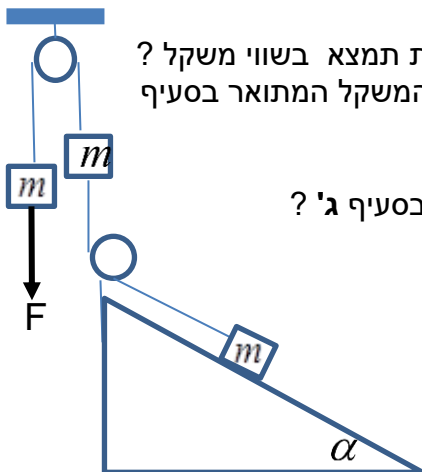
- א. מהו הערך המקסימלי האפשרי עבור הכוח F (F_{max}), כך שהמערכת תישאר במנוחה?
 ב. מפעילים כוח כפול מהכוח שחישבת בסעיף הקודם. חשב את תאוצת המערכת ואת המתיחות בחוט במקרה זה.
 ג. התייחס למצב המתואר בסעיף ב' וקבע על פי שיקולים פיזיקליים (ללא חישוב) על איזה מבין שתי התיבות פועל כוח שקול גדול יותר.
 ד. ברגע מסוים מופסק הכוח שהופעל בסעיף ב'. חשב:
 (1) תאוצת המערכת.
 (2) המתיחות בחוט.

תשובות: א) $F_{max} = 18(N)$ ב) $T = 24(N)$ ג) על m_2 ד) $T = 0$; $a = -4(m/sec^2)$

תרגיל 94

מערכת מורכבת משלושה גופים שמסת כל אחד מהם m , כמוראה בתרשים. אחד הגופים מונח על מישור משופע חלק הנטוי בזווית α לאופק.

נתונים: g, m, α .



- א. מהו הכוח F שיש להפעיל אנכית מטה על הגוף השמאלי כדי שהמערכת תמצא בשוויו משקל?
 ב. מהי המתיחות בכבל הנושא את **הגלגלת** השמאלית כשהמערכת בשוויו המשקל המתואר בסעיף א'
 ג. מהי תאוצת המערכת כשמפסיקים את פעולת הכוח F ?
 ד. מהי המתיחות בכבל הנושא את הגלגלת השמאלית כשמערכת מאיצה כבסעיף ג'?

תשובות: א) $F = mg \sin \alpha$ ב) $T_3 = 2mg(1 + \sin \alpha)$

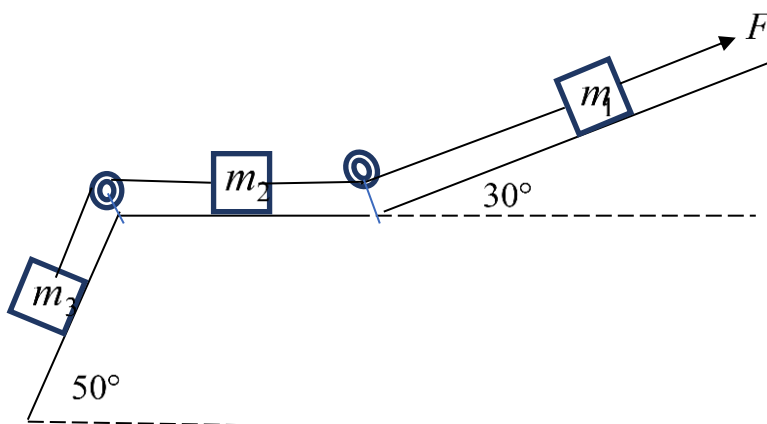
ג) $a = \frac{1}{3}g \sin \alpha$ ד) $T_3 = 2mg\left(1 + \frac{\sin \alpha}{3}\right)$

תרגיל 95

שלושה גופים **מונחים** על 3 משטחים כמתואר בציור. הקווים המקווקוים בציור מסמנים צירים אופקיים. מסות הגופים נתונות והן: $m_1 = 2(kg)$, $m_2 = 4(kg)$, $m_3 = 6(kg)$.

שני המשטחים עליהם נמצאים הגופים m_1 ו- m_2 **חלקים**, אך **קיים חיכוך** בין הגוף m_3 לבין המשטח המשופע עליו הוא נמצא. מקדם החיכוך הסטטי הוא $\mu_s = 0.4$ והקינטי הוא $\mu_k = 0.2$.

הכוח החיצוני, שגודלו $F = 45N$, מושך את גוף m_1 כלפי מעלה המישור המשופע ובמקביל למשטח עליו הוא מונח. בזמן שהכוח F מופעל, המערכת נמצאת בשווי משקל ללא תנועה.



א. מהו כוח החיכוך (גודל וכיוון) הפועל על גוף m_3 ?

כעת מחליפים את הכוח F בכוח אחר שגודלו $F' = 80N$ הפועל באותו כיוון.

ב. האם כעת המערכת תזוז?

אם כן - מהי תאוצת המערכת (גודל וכיוון)?

אם לא - מהו כוח החיכוך (גודל וכיוון) הפועל על m_3 ?

ג. מהי המתיחות בכל אחד מהחוטים במצב המתואר בסעיף ב'?

ד. במהלך המצב המתואר בסעיף ב', נקרע החוט המחבר את הגופים m_1 ו- m_2 .

מהי תאוצת כל אחד מהגופים מיד לאחר שהחוט נקרע?

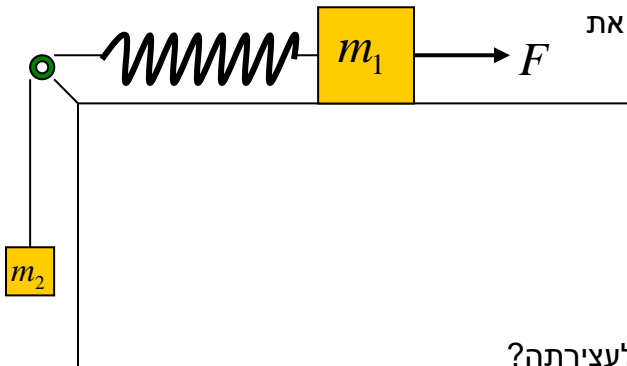
תשובות:

א) $f_s = 10.96(N)$ (ב) $a = 1.36(m/sec^2)$

ג) $T_1 = 67.28(N); T_2 = 61.84(N)$ (ד) $a_{2,3} = -5.36(m/sec^2)$; $a_1 = 35(m/sec^2)$.

תרגיל 96

על שולחן אופקי מונח גוף שמסתו $m_1 = 6kg$ הקשור לגוף שני שמסתו $m_2 = 4kg$ באמצעות קפיץ, שקבוע הכוח שלו $K = 268(N/m)$ וחוט, שמסתו זניחה, הכרוך סביב גלגלת חסרת מסה וחיכוך.



ברגע $t = 0$, כוח קבוע בגודל $F = 80N$ מתחיל למשוך את הגוף m_1 ימינה. (ראה תרשים). נתון:

$$\mu_s = 0.5, \mu_k = 0.1$$

א. חשב את תאוצת כל אחד מהבולים.

ב. חשב את התארכות הקפיץ כשהמערכת בתנועה.

ברגע $t = 2sec$ הכוח F מפסיק לפעול:

ג. איזה מרחק, מרגע $t = 2sec$, תעבור המסה m_1 עד לעצירתה?

ד. האם לאחר עצירת המערכת היא תתחיל לנוע שוב לכיוון ההפוך (כלומר: m_1 שמאלה ו- m_2 למטה)

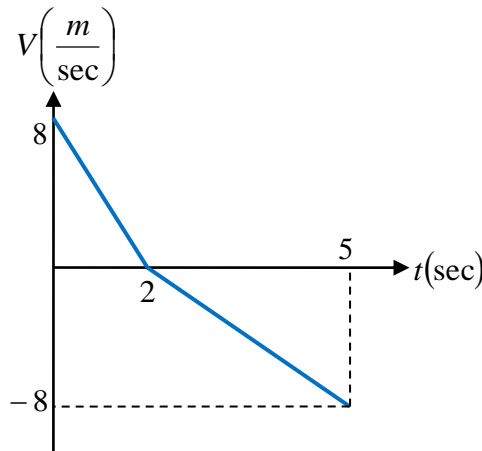
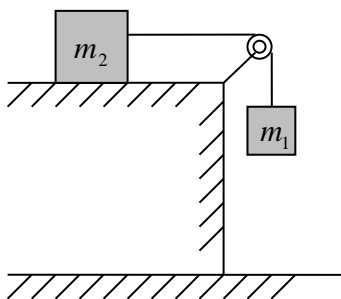
? אם לא – נמק. אם כן - חשב את מידת התארכותו של הקפיץ כאשר המערכת תנוע שוב.

תשובות: א) $a = 3.4(m/sec^2)$ ב) $\Delta x = 0.2(m)$ ג) $x = 5(m)$ ד) $\Delta x = 0.098(m)$

תרגיל 97

שתי מסות מחוברות זו לזו בעזרת חוט, המונח על גלגלת. ראה ציור. גודלה של המסה התלויה m_1 אינו ידוע.

המסה השנייה $m_2 = 2kg$ מונחת על משטח אופקי לא חלק. מקדם החיכוך הקינטי בין המסה לבין המשטח אינו ידוע. מעניקים למערכת מהירות התחלתית, כך שהמסה התלויה עולה והמסה השנייה נעה שמאלה. הגרף הנתון מתאר את מהירות המערכת כפונקציה של הזמן.



א. מהי תאוצת המערכת עד לעצירתה ומהי התאוצה בתנועתה חזרה?

ב. כתוב את משוואת הכוחות (חוק שני של ניוטון) עבור התנועה הלוך ועבור התנועה חזור.

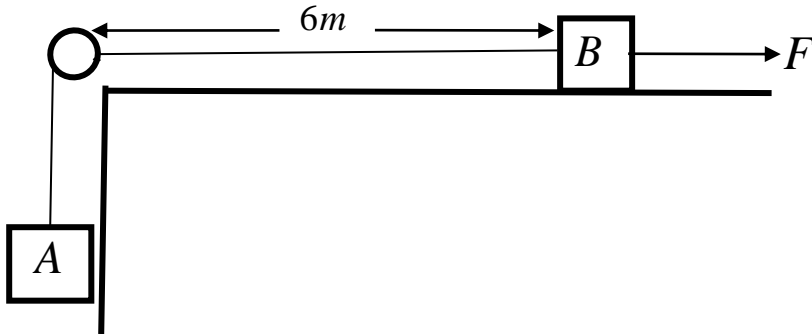
ג. מצא את m_1 ואת מקדם החיכוך הקינטי.

ד. חשב את האנרגיה המכנית שאיבדה המערכת מתחילת התנועה ועד לעצירתה (לפני שהחלה לחזור).

תשובות: א) $a_1 = -4(m/sec^2)$; $a_2 = -2.67(m/sec^2)$ ג) $m_1 = 1(kg)$; $\mu_k = 0.1$ ד) $16J$

תרגיל 98

גוף B שמסתו $5(kg)$ מוחזק במנוחה על משטח אופקי לא חלק במרחק $6(m)$ מגלגלת הממוקמת בקצה המשטח. גוף B קשור בחוט חסר מסה, הכרוך סביב גלגלת חלקה, אל גוף שני A תלוי באוויר שמסתו $7(kg)$ (ראה תרשים).



מקדם החיכוך הקינטי בין הגוף B למשטח הוא $\mu_k = 0.6$.

ברגע מסוים, המוגדר $t = 0$, מתחיל לפעול על גוף B כוח אופקי $F = 124(N)$ בכיוון ימין למשך $4(sec)$

בלבד. **הזנה כוחות חיכוך סטטיים. הנח שכל זמן התנועה אין מגע בין גוף A לגלגלת.**

א. סרטט גרף תאוצה כפונקציה של הזמן מרגע $t = 0$ ועד לרגע שגוף B חוזר אל הנקודה שבה הכוח $F = 124(N)$ החל לפעול.

ב. חשב את המרחק המקסימלי של הגוף B מהגלגלת.

ג. תוך כמה זמן מרגע הפעלת הכוח $F = 124(N)$ יפגע הגוף B בגלגלת?

תשובות: ב) $X_{max} = 25.86(m)$ ג) $t = 8.9(sec)$

תרגיל 99

שני גופים A ו-B שמסתיהם $m_A = 10(kg)$ ו- $m_B = 30(kg)$ מחוברים בחוט

שמסתו זניחה, כמורא בתרשים. הגוף A מונח על שולחן **לא חלק** שמקדם החיכוך

שלו (סטטי וקינטי) עם הגוף הוא: $\mu_S = \mu_K = 0.4$. כוח חיצוני F פועל על הגוף

A בכיוון היוצר זווית 30° ביחס לאופק, כמורא בתרשים. בזמן שהכוח F

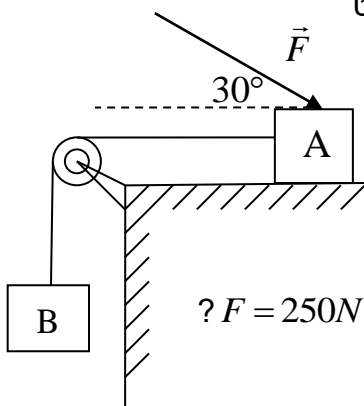
מופעל, המערכת נמצאת בשווי משקל.

א. מהו גודלו של כוח החיכוך הפועל על הגוף A כאשר גודלו של הכוח החיצוני הוא $F = 250N$?

ב. מהו גודלו המרבי האפשרי של הכוח F כך שהמערכת עדיין תישאר במנוחה?

ג. הכוח F חדל לפעול. באיזה תאוצה ינוע הגוף A?

תשובות: א) $f_s = 83.5(N)$ ב) $F_{max} = 510.5(N)$ ג) $a = 6.5(m/sec^2)$ כיוון מאלה.

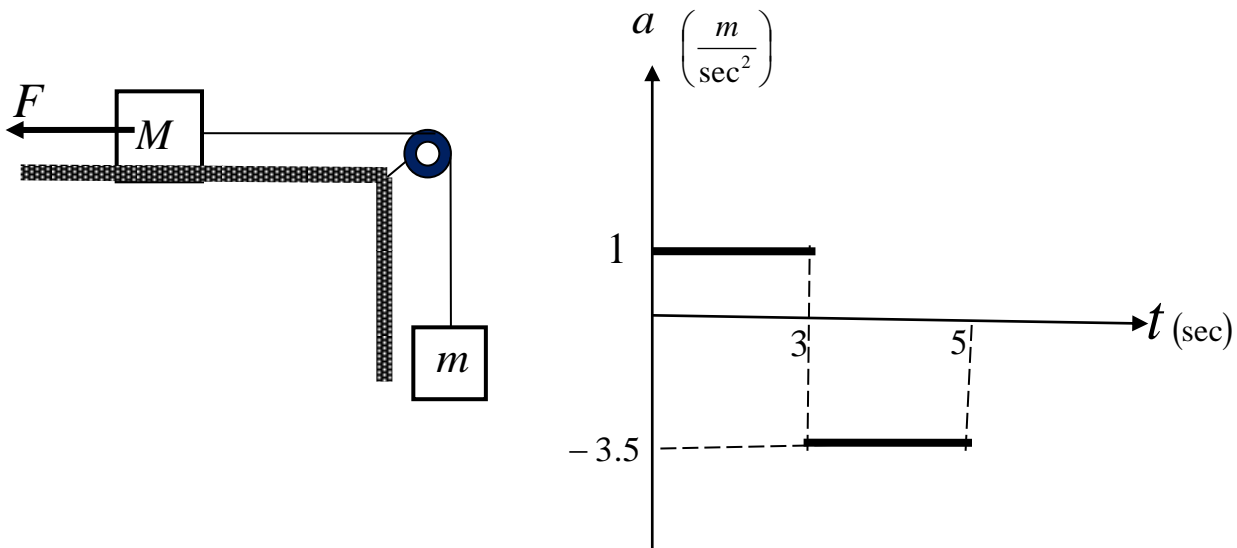


תרגיל 100

המערכת המתוארת בתרשים משוחררת ברגע $t = 0$ ממנוחה, והיא נעה ימינה. הזנח את מסת החוט ואת כל כוחות החיכוך.

כעבור 3sec נקרע החוט, והכוח F ממשיך לפעול.

נתונים: $F = 14(N)$; $M = 4(kg)$



הגרף שלפניך מתאר את תאוצת הגוף שמסתו M כפונקציה של הזמן עבור 5sec הראשונות של תנועתו. הכיוון ימין נבחר כחיובי.

א. עבור 3sec הראשונות של תנועת המערכת:

1. שרטט את הכוחות הפועלים על כל אחד מהגופים.
2. רשום את משוואות התנועה.
3. חשב בעזרת הגרף את m ואת המתיחות בחוט.

ב. האם הגוף שמסתו M שינה את כיוון תנועתו במהלך 5sec הראשונות? אם לא – נמק מדוע. אם כן- באיזה רגע ובאיזה מרחק מנקודת ההתחלה?

ג. שרטט גרף של המהירות כפונקציה של הזמן עבור הגוף שמסתו M עבור 5sec הראשונות של תנועתו.

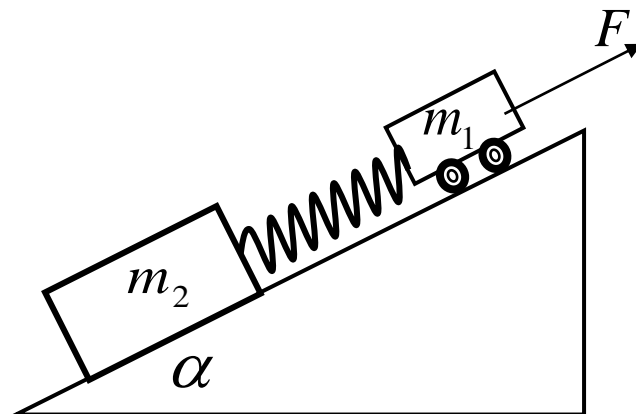
ד. אם המשטח לא היה חלק (שאר תנאי המערכת ללא שינוי), מהו ערכו של מקדם החיכוך הסטטי מינימלי μ_s בו המערכת תהיה על סף תנועה?.

תשובות: א) $T = 18(N)$; $m = 2(kg)$ **ב)** $t = 3.857(sec)$; $X = 5.78(m)$

ד) $\mu_s = 0.15$

תרגיל 101

שני גופים שמסותיהם $m_1 = 1(kg)$ ו- $m_2 = 2(kg)$ מחוברים באמצעות קפיץ שהקבוע שלו $k = 200(N/m)$ ונמצאים על מישור משופע שזווית שיפועו $\alpha = 30^\circ$. הגוף שמסתו m_1 עשוי לנוע על גבי המישור ללא חיכוך.



מקדם החיכוך בין הגוף שמסתו m_2 לבין המישור המשופע הוא $\mu_k = 0.1$. יש להתעלם מתנודות הקפיץ.

א. מושכים את הגוף שמסתו m_1 בכוח F המכוון במקביל למישור המשופע והמערכת נעה **במהירות קבועה** במעלה המישור. מהו גודל הכוח F ?

ב. מהי התארכות הקפיץ במצב המתואר בסעיף א'?

ג. משחררים את המערכת ממנוחה והיא מחליקה מטה **בתאוצה קבועה** כאשר הכוח F לא פועל. מהי תאוצת המערכת?

ד. בכמה התכווץ הקפיץ במצב המתואר בסעיף ג'?

(תשובות: א) $F = 16.73N$ ב) $X = 0.06m$ ג) $a = 4.42(m/sec^2)$ ד) $x' = 2.9 \cdot 10^{-3}m$ (כיווץ)

תרגיל 102

שני הגופים משוחררים ממנוחה ברגע $t = 0$ כאשר הם נמצאים באותו גובה $10m$ מעל הרצפה האופקית.

בין הגוף שמסתו $3m$ ובין המשור המשופע קיים חיכוך שמקדמו $\mu_s = \mu_k = 0.33$.

בטא תשובתך בעזרת הנתונים המופיעים בתרשים ובעזרת הפרמטרים m ו- g .

א. מהי תאוצת המערכת (גודל וכיוון)?

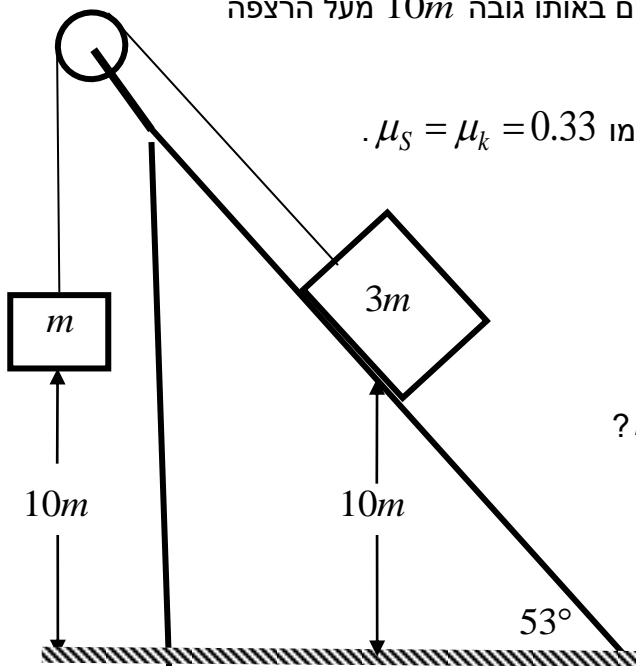
ברגע $t = 2\text{sec}$ נקרע החוט.

ב. עד איזה גובה מכסימלי מעל הרצפה מגיע הגוף שמסתו m ?

ג. מהו ההפרש בין זמני הגעת הגופים אל הרצפה?

תשובות: א) $a = 2(m/sec^2)$ ב) $y_{\max} = 14.8(m)$

ג) $\Delta t = 0.98(sec)$



תרגיל 103

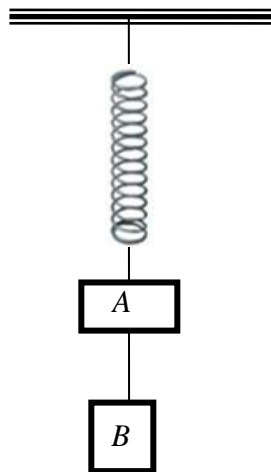
נתונה המערכת הבאה (ראו תרשים):

שתי המסות A ו- B במנוחה. גודל המסה A הינו $30(kg)$

גודל המסה B הינו $10(kg)$ קבוע הקפיץ הוא $K = 400(N/m)$

המסות של הקפיץ והחוט (המחבר את שתי המסות) זניחות.

התנגדות האוויר זניחה.



א. ציינו את כל הכוחות הפועלים על כל מסה.

לכל כוח ציינו: מהו הכוח? מה כיוונו? מי מפעיל על מי?

ב. חשבו את גודל כוח המתיחות בחוט המחבר בין המסות.

ג. חשבו את התארכות הקפיץ (ממצב רפוי).

ד. ברגע מסוים החוט המחבר את שתי המסות נקרע.

חשבו את תאוצתה של כל מסה (גודל וכיוון) מיד לאחר שהחוט נקרע.

ה. חשבו את הכוח (גודל וכיוון) שמסה A מפעילה על הקפיץ מיד לאחר שהחוט נקרע.

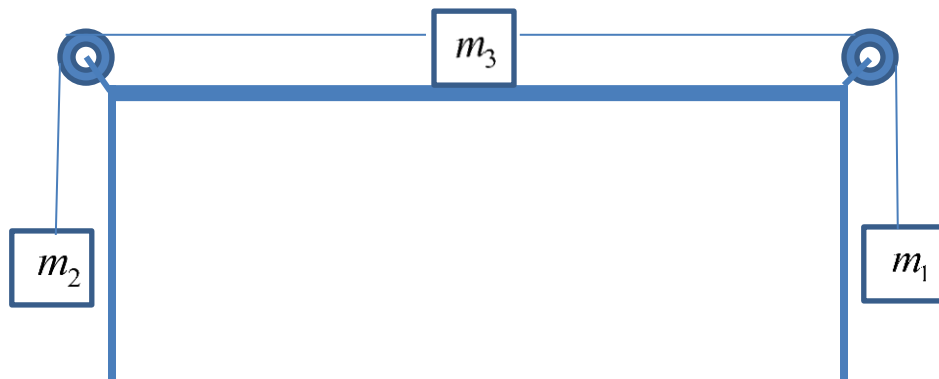
תשובות: ב) $T = 100(N)$ ג) $\Delta x = 1(m)$ ד) $a_B = 10(m/sec^2)$; $a_A = -3.33(m/sec^2)$

ה) $400(N)$ למטה

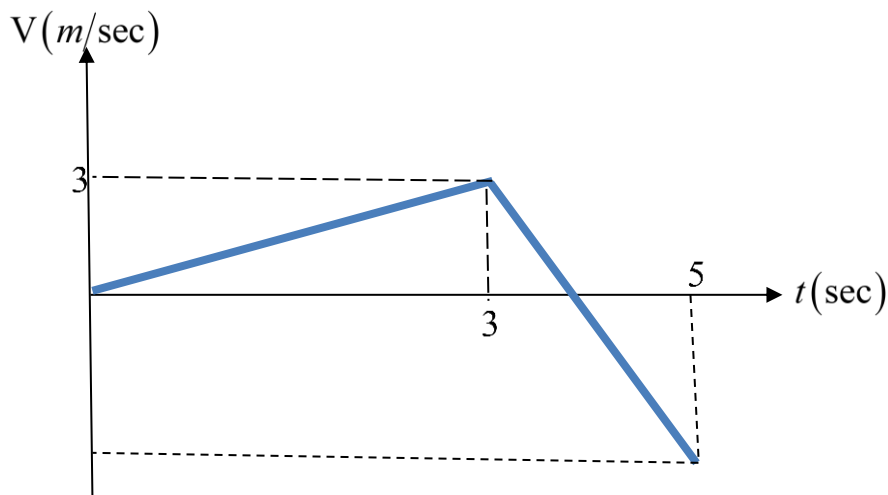
תרגיל 104

המערכת שבציור משוחררת ברגע $t = 0$ ממנוחה. הזנח את מסות החוטים, גלגלות ואת כל הכוחות החיכוך.
נתונים:

$$m_1 = 5(kg), \quad m_2 = 4(kg)$$



הגרף שלפניך מתאר את מהירות הגוף שמסתו m_3 כפונקציה של הזמן עבור 5sec הראשונות של תנועתו. כיוון ימין נבחר כחיובי.



עבור 3sec הראשונות של תנועת המערכת:

א. שרטט את הכוחות הפועלים על כל אחד מהגופים.

ב. רשום את משוואות התנועה?

ג. חשב בעזרת הגרף את m_3 ואת מתיחויות בחוטים.

ברגע $t = 3\text{sec}$ נקרע החוט המקשר בין הגוף שמסתו m_3 לבין הגוף שמסתו m_1 .

ד. האם הגוף שמסתו m_3 שינה את כיוון תנועתו במהלך 5sec הראשונות?

אם לא – נמק מדוע, אם כן – באיזה רגע, ובאיזה מרחק מנקודה ההתחלה?

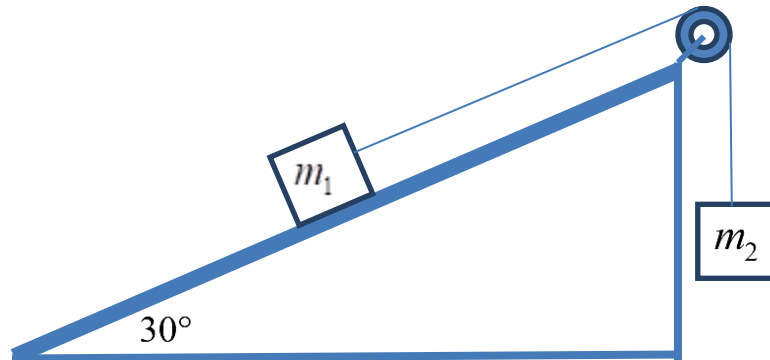
תשובות: ג) $m_3 = 1(kg)$; $T_2 = 44(N)$; $T_1 = 45(N)$ ד) $t = 3.375(\text{sec})$; $x = 5.0625(m)$

תרגיל 105

גוף שמסתו $m_1 = 1(kg)$ נמצא על מישור משופע הנטוי בזווית 30° .

מקדמים החיכוך בין הגוף לבין המישור הם $\mu_s = \mu_k = 0.1$.

הגוף מחובר כמוראה בתרשים אל משקולת תלויה שמסתה $m_2 = 0.75(kg)$.



א. מה גודלה וכיוונה של תאוצת המשקולת m_2 .

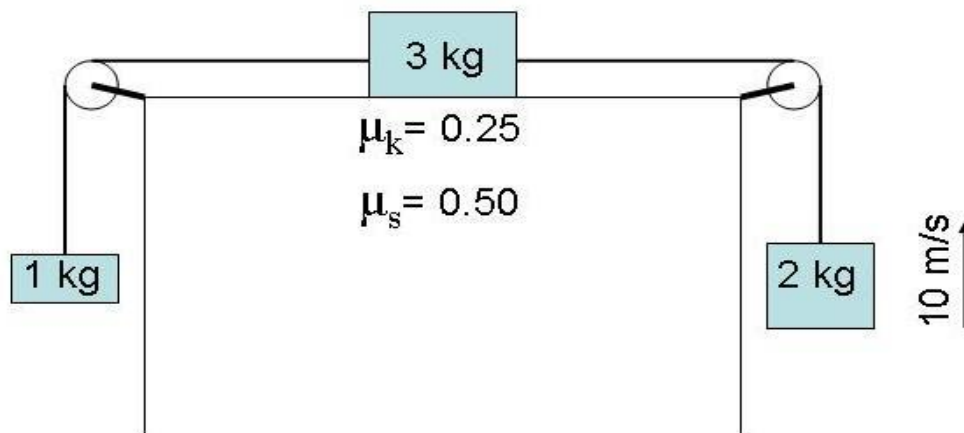
ב. מהי המתיחות בחוט?

ג. מהו הערך המינימלי ומהו הערך המקסימלי של המסה m_2 שעבורם המערכת לא תאיץ כשתשוחרר ממנוחה?

תשובות: א) $a = 0.93(m/sec^2)$ כלפי מטה ב) $T = 6.8(N)$ ג) $0.41(kg) \leq m_2 \leq 0.59(kg)$

תרגיל 106

מערכת משקולות המתוארת באיור מקבלת מהירות התחלתית נגד כיוון השעון, המיקום ברגע תחילת התנועה מוגדר כראשית הציר. כל הנתונים מובאים באיור.

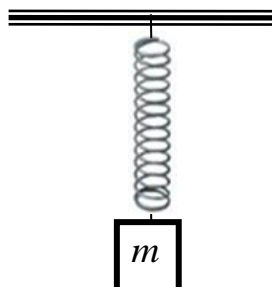


איור.

- א. מהי תאוצתה ההתחלתית של המערכת.
- ב. חשב את הכוח השקול (גודל וכיוון) שהמסה שעל גבי המשטח האופקי מפעילה על המשטח בזמן שהמערכת נעה בתאוצה שחושבה בסעיף א'.
- ג. שרטט שלושה גרפים: תאוצה כפונקציה של הזמן $a(t)$, מהירות כפונקציה של הזמן $V(t)$, מיקום כפונקציה של הזמן $X(t)$ ב-10 השניות הראשונות של התנועה.
- ד. מהו יכול להיות הערך המרבי של מקדם החיכוך הסטטי, כדי שהמערכת תחל לנוע לאחר עצירתה?

תשובות: א) $a = -2.917 (m/sec^2)$ **ב)** $\alpha = 75.964^\circ$ $\Sigma F = 30.923(N)$
ד) $\mu_{s,max} = 0.33$

תרגיל 107

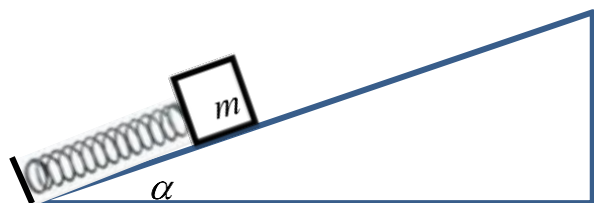


נתונה המערכת הבאה (ראו תרשים):
 כאשר המערכת נמצאת במצב שיווי משקל התארכות הקפיץ ביחס למצבו הרפוי הוא l .
 הנתונים: m, g, l
 המסה של הקפיץ והתנגדות האוויר זניחות.

תרשים 1

א. מצא את קבוע הקפיץ.

את אותו קפיץ מחברים לקיר הנמצא בקצהו התחתון של מישור משופע חלק שזוויתו α . מצמידים (אבל לא מחברים) את המסה לקפיץ.



תרשים 2

במצב זה הקפיץ מכווץ בשיעור $\frac{l}{2}$ ביחס למצבו הרפוי והמסה נשארת במנוחה. ראה תרשים 2.

ב. מצא את זווית השיפוע α

כעת מכווצים את המערכת מסה-קפיץ בשיעור כולל l ביחס למצבו הרפוי ומשחררים ממנוחה.

ג. מצא את המהירות של המסה כאשר הקפיץ נמצא במצב רפוי.

ד. מצא את המהירות המרבית של המסה.

$$V = \frac{\sqrt{gl}}{2} \quad (\text{ד } V=0 \text{ ג } \alpha=30^\circ \text{ ב } k = \frac{mg}{l} \text{ א) תשובות:})$$

תרגיל 108

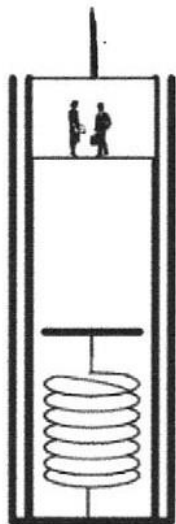
כבל מעלית נקרע כאשר המעלית בגובה $5m$ מעל לקפיץ בטחון שקבוע הקפיץ שלו הוא $K = 120000(N/m)$, מסת המעלית עם שני האנשים $m = 2000(kg)$ מסת הקפיץ זניחה.

מכשיר בטחון גורם לכוח חיכוך קבוע של $f_k = 4000(N)$, במהלך כל הנפילה והעליה.

א. מהי מהירות המעלית ברגע פגיעתה בקפיץ?

ב. מהו הכיוון המקסימאלי של הקפיץ?

ג. מהו הגובה מעל הנקודה בה הקפיץ רפוי אליו תעלה חזרה המעלית לאחר שחרור הקפיץ?



$$h^* = 2.925(m) \quad (\text{ג } \Delta x_{\max} = 1.3(m) \text{ ב } v_B = 8.94(m/sec) \text{ א) תשובות:})$$

תרגיל 109

משור משופע נטוי בזווית $\alpha = 30^\circ$ ובגובה H מעל בסיסו נמצא קצהו התחתון של קפיץ. גוף שמסתו m מוטל מתחתית המישור המשופע במהירות התחלית

$$V_0 = \sqrt{5gH}$$

הגוף פוגע בקפיץ ומכווץ אותו בשיעור מקסימאלי $\Delta X = 0.2H$. מקדם החיכוך הסטטי והקינטי בין הגוף ובין המישור המשופע הוא $\mu = 0.3$.

$$\text{נתונים: } m = 2(\text{kg}) ; H = 2(\text{m}) ; g = 10(\text{m/sec}^2)$$

א. מה קבוע הקפיץ?

ב. באיזה מהירות חולף הגוף שנית בתחתית המישור המשופע?

ג. אילו היה המישור המשופע חלק, מה היה הכיוון המקסימאלי של הקפיץ?

$$\text{תשובות: א) } K = 414(\text{N/m}) \text{ ב) } v = 7.36(\text{m/sec}) \text{ ג) } x_{\max} = 0.5(\text{m})$$

תרגיל 110

גוף שמסתו $m = 10(\text{kg})$ מונח על מדרון שזווית שיפועו $\alpha = 30^\circ$, מקדם החיכוך בינו לבין המדרון

הוא $\mu_k = 0.1$. כוח אופקי של 150N דוחף את הגוף למרחק של 5m במעלה המדרון.

חשב את:

א. העבודה של הכוח הדוחף.

ב. העבודה של כוח הכובד.

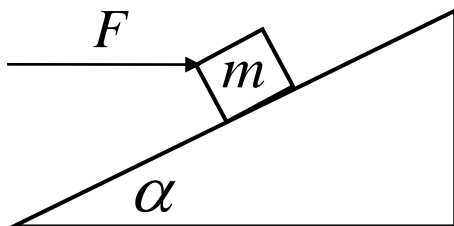
ג. העבודה של הכוח הנורמלי.

ד. העבודה של כוח החיכוך.

ה. השינוי באנרגיה הקינטית של הגוף.

ו. השינוי באנרגיה הפוטנציאלית הכובדית של הגוף.

ז. השינוי באנרגיה המכנית של הגוף.



$$\text{תשובות: א) } W_F = 649.5(\text{J}) \text{ ב) } W_{mg} = -250\text{J} \text{ ג) } W_N = 0 \text{ ד) } W_f = -80.8\text{J}$$

$$\text{ה) } \Delta E_k = 318.7(\text{J}) \text{ ו) } \Delta E_p = 250\text{J} \text{ ז) } \Delta E = 568.7\text{J}$$

תרגיל 111

בתרשים שלפניך מתואר גוף שמסתו $m = 5(kg)$, היורד ממנוחה על מישור משופע מחוספס

(לא-חלק) שזווית שיפועו $\alpha = 30^\circ$.

לאחר ירידה של $5(m)$ במורד המדרון, הגוף פוגע בקפיץ בעל קבוע $K = 500(N/m)$

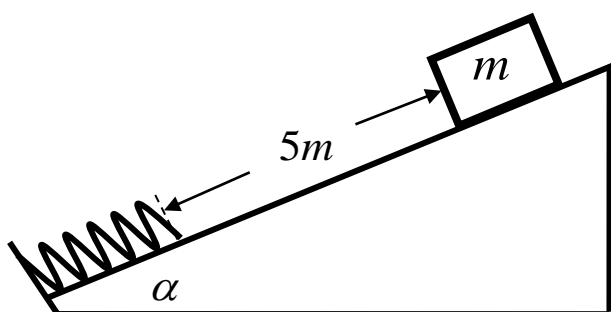
מקדם החיכוך הקינטי בין הגוף למישור המשופע הוא $\mu_k = 0.3$.

על-פי שיקולי אנרגיה בלבד, חשב:

א. את מהירות הגוף ברגע שהוא פוגע בקפיץ.

ב. את ההתכווצות המרבית (המקסימלית) של הקפיץ.

ג. את כמות האנרגיה המכנית שאבדה במערכת מרגע תחילת התנועה ועד לרגע שהוא צמוד לקפיץ בהתכווצות מרבית (מקסימלית).



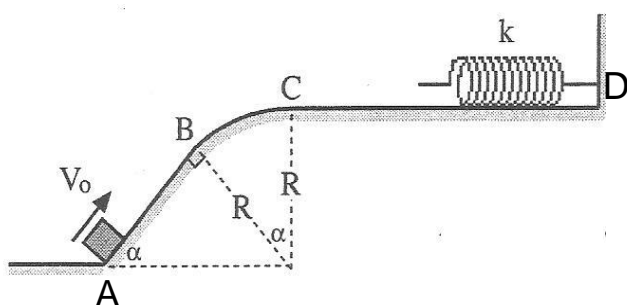
תשובות: א) $v = 4.9(m/sec)$ ב) $x_{max} = 0.51(m)$ ג) $\Delta E = -71.6(J)$

תרגיל 112

נתונה מסילה חלקה ABCD המורכבת ממישור משופע AB, הנטוי בזווית α לאופק, מקשת מעגלית BC שהרדיוס שלה R , וממישור אופקי CD הנמצא בגובה R מעל הנקודה A הנמצאת בתחתית המישור המשופע. בנקודה D מחובר קצהו הימני של קפיץ חסר מסה שהקבוע שלו k .

גוף שמסתו M מוטל במהירות בגודל V_0 בכיוון מעלה המישור המשופע בנקודה A. ראה ציור. נתונים:

g, α, V_0, k, M, R



א. מהו הכיוון המקסימלי של הקפיץ?

ב. באיזה כוח מעיק הגוף על הקשת המעגלית מיד אחרי עוברו בנקודה B? (הרדיוס לנקודה B נטוי בזווית α ביחס לרדיוס האנכי).

ג. מהי המהירות המקסימלית המותרת לגוף בנקודה A, כך שהוא לא יתנתק מהמסילה בהגיעו אל הקשת המעגלית?

תשובות: א) $\Delta X_{max} = \sqrt{\frac{M}{k}(V_0^2 - 2gR)}$ ב) $N = 3Mg \cos \alpha - \frac{MV_0^2}{R}$ ג) $V_{max} = \sqrt{3Rg \cos \alpha}$

תרגיל 113

כדור שמסתו $m = 0.5(kg)$ נזרק כלפי מעלה. מישור הייחוס נבחר בנקודת הזריקה.

הגרף שלפניך מתאר את האנרגיה הקינטית של הכדור כפונקציה של הזמן.

א. כעבור כמה זמן מרגע הזריקה מגיע הכדור לשיא הגובה ומה גודל המהירות בה נזרק הכדור?

ב. חשב את הגובה אליו הגיע הכדור.

ג. שרטט גרף של האנרגיה הפוטנציאלית של הכדור כפונקציה של הזמן מרגע הזריקה עד

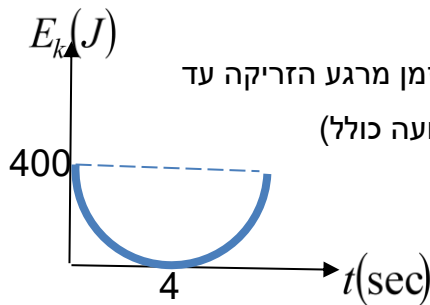
לרגע חזרתו לנקודת הזריקה (ציין ערך מרבי של האנרגיה וזמן תנועה כולל)

ד. חשב את עבודת כוח הכובד:

(1 מרגע הזריקה עד הגיעו לשיא הגובה

(2 מרגע הזריקה עד שהכדור בגובה של $60(m)$ מעל לקרקע

כשהוא נימצא בדרכו חזרה.



תשובות: א) $t = 4(sec)$; $v = 40(m/sec)$ ב) $h_{max} = 80(m)$ ד) (1) $-400(J)$ (2) $-300(J)$

תרגיל 114

גוף שמסתו $M = 1(kg)$ משוחרר ממנוחה מהנקודה A הנמצאת בקצה מסילה אנכית שצורתה רבע מעגל.

רדיוס המסילה $R = 2(m)$ והיא חסרת חיכוך.

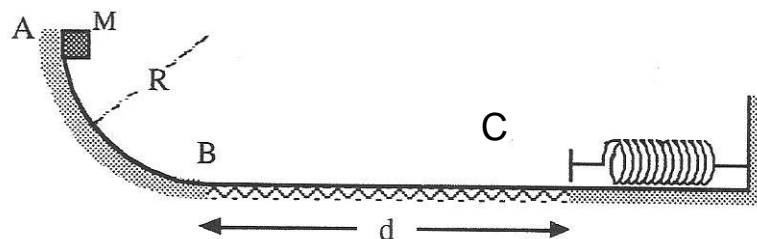
אל תחתית המסילה המעגלית, בנקודה B , מחובר משטח אופקי.

בין הגוף לבין המשטח האופקי קיים חיכוך שמקדמו הקינטי $\mu_k = 0.2$, לאורך קטע שאורכו $d = 1(m)$.

בקצה הקטע המחוספס נמצא קפיץ שקצהו השני מחובר אל קיר אנכי, כמוראה בתרשים.

הקטע עליו מונח הקפיץ חלק.

הגוף פוגע בקפיץ וגורם להתכווצות מכסימלית בשיעור $0.1(m)$



א. מהי מהירות הגוף ברגע הפגיעה בקפיץ?

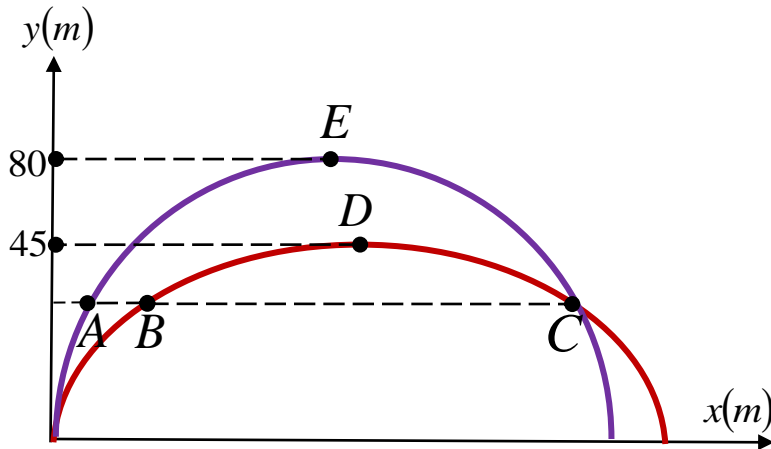
ב. מהו קבוע הכוח של קפיץ?

ג. עד לאיזה גובה מעל המשטח האופקי יגיע הגוף, לאחר שישתחרר מהקפיץ?

תשובות: א) $v_C = 6(m/sec)$ ב) $K = 3600(N/m)$ ג) $R' = 1.6(m)$

תרגיל 115

התרשים שלפניך מתאר את מקומם של שני גופים זהים שנזרקו באותה המהירות V_0 . הראשון ניזרק בזווית α והשני בזווית β . מישור הייחוס לחישוב האנרגיה הפוטנציאלית נבחר ב- $y=0$. מישור התנועה מתואר ע"י ציר ה- x וציר ה- y .



נקודות A, B, C נמצאות באותה רמה y , ונקודות E ו-D מציינות את פסגת המסלול של כל אחד מהגופים. ענה על הסעיפים הבאים בהתבסס על חוק שימור האנרגיה:

א. האם בנקודות A, B, C לשני הגופים:

- (1) אותה אנרגיית גובה?
- (2) אותה אנרגיית קינטית?
- (3) אותה אנרגייה כללית?

ב. האם בנקודות E ו-D לגופים יש:

- (1) רק אנרגיית גובה?
- (2) רק אנרגייה קינטית?
- (3) אנרגייה קינטית ואנרגיית גובה?

ג. חשב את הרכיב האנכי של המהירות ההתחלתית של כל אחד מהגופים.

ד. חשב כעבור כמה זמן מרגע הזריקה חוזר כל אחד מהגופים לקרקע.

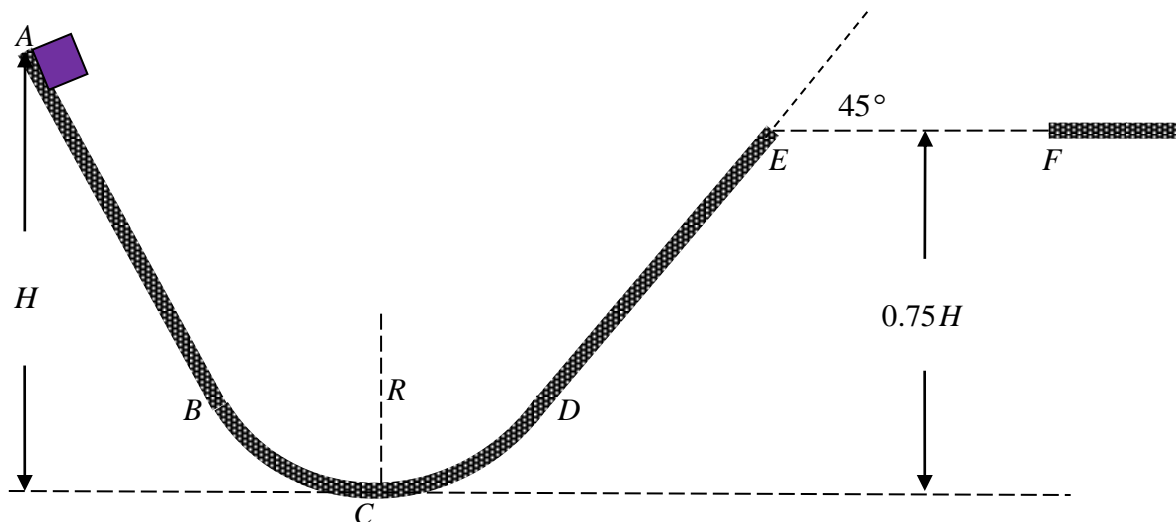
ה. האם ברגע פגיעתם בקרקע לגופים:

- (1) אותה אנרגייה קינטית?
- (2) אותה המהירות?

תשובות: ג) $V_{01y} = 30(m/sec)$; $V_{02y} = 40(m/sec)$ (ד) $t_1 = 6(sec)$; $t_2 = 8(sec)$

תרגיל 116

גוף שמסתו m מתחיל לנוע ממנוחה מנקודה A (ראה תרשים) ללא חיכוך על גבי מסילה אנכית. קטע המסילה BCD מהווה קשת מעגלית שהרדיוס שלה $R=0.5H$, כאשר H הוא גובה נקודת השחרור של הגוף ביחס לנקודה C (תחתית המסלול). בקטע EF חסרה חוליה של המסילה. בסביבת הנקודה E המסילה ישרה ויוצרת זווית 45° מעל האופק. הנקודות E ו-F נמצאות באותו גובה $0.75H$ מעל הנקודה C. נתונים: m, g, H .

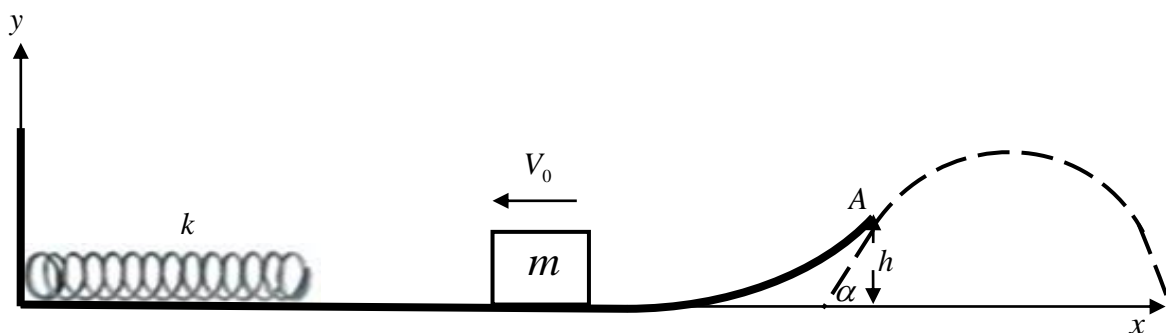


- א. מה הכוח בו מעיק הגוף על המסילה בנקודה C ?
 ב. מהו האורך המקסימאלי של הקטע האופקי EF כך שהגוף יגיע אל הנקודה F ?
 שים לב: בזמן התנועה באוויר בין הנקודות E, F הכוח היחיד הפועל על הגוף הוא כוח הכובד בלבד.
 ג. אם אורך הקטע EF גדול פי 2 מהאורך שחישבת בסעיף ב', מה צריך להיות הגודל המינימלי של המהירות ההתחלתית של הגוף בנקודה A כדי שהגוף יגיע אל הנקודה F ?
 ד. אם מהירות הגוף בנקודה A היא המהירות ההתחלתית שחישבת בסעיף ג', מהי תאוצת הגוף (גודל וכיוון) ברגע עוברו בנקודה C ?

תשובות: א) $5mg$ מטה ב) $EF = 0.5H$ ג) $V_A = \sqrt{0.5gH}$ ד) $5g$ כלפי מטה

תרגיל 117

מסה $m = 0.3(kg)$ נעה שמאלה במהירות $v_0 = 10(m/sec)$ על מישור אופקי חלק, ומכווצת קפיץ חסר מסה בעל קבוע $K = 20(N/m)$ (ראה תרשים). לאחר שהמסה נעצרת, היא מתחילה לנוע ימינה, מתנתקת מהקפיץ, ועולה במעלה עקומה שגובהה המרבי מעל הקרקע הוא $h = 0.4(m)$. בנקודת הניתוק מהעקומה A זווית השיפוע של העקומה ביחס לאופק היא $\alpha = 36.87^\circ$.

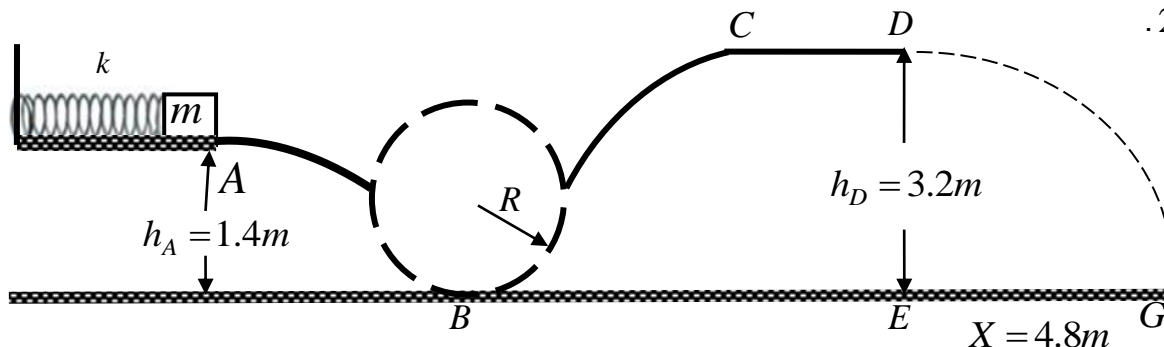


- א. מהו הכיוון המקסימלי של הקפיץ?
 ב. מהו הגובה המקסימלי, ביחס למישור אופקי, אליו מגיעה המסה במהלך תנועתה באוויר?
 ג. מהו המרחק האופקי אותו עוברת המסה מרגע הניתוק מהעקומה ועד לפגיעה במישור האופקי?
 ד. באיזו מהירות (גודל וכיוון) פוגעת המסה במישור אופקי?
תשובות: א) $\Delta x_{\max} = 1.225(m)$ ב) $h_{\max} = 2.06(m)$ ג) $x = 9.34(m)$

$$v_B = 10(m/sec) ; \beta = -39.84^\circ \text{ ד)}$$

תרגיל 118

מסילה חלקה **ABCD** מורכבת ממישור אופקי הנמצא בגובה $h_A = 1.4(m)$ מעל קרקע, עליו מונח הקפיץ שקבוע שלו $K = 10000(N/m)$ מקשת חצי מעגלית שהרדיוס שלה $R = 1m$ ומישור אופקי **CD** הנמצא בגובה $h_D = 3.2(m)$ מעל קרקע. מכווצים קפיץ מרחק Δl , מצמידים אליו את המסה m ומשחררים. המסה נעה לאורך המסלול **ABCD** ובנקודה **D** עוזבת את המשטח האופקי **CD** ופוגעת בנקודה **G**. המרחק האופקי **EG** הוא $X = 4.8m$. הכוח שהמשטח מפעיל על המסה בנקודה **B** שווה $220N$.

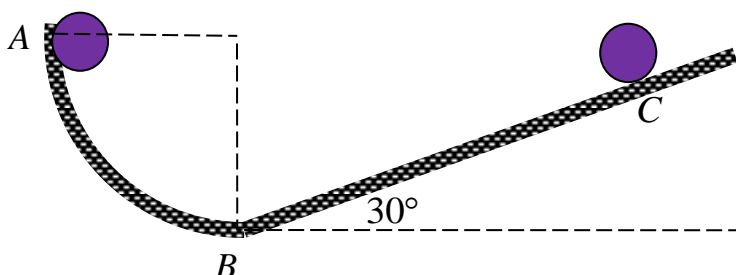


- א. מהי מהירות המסה בנקודה D?
 ב. חשב את מסה של הגוף.
 ג. מהו הכיוון המקסימלי של הקפיץ?
 ד. מהי עבודת הכוח הנורמלי מנקודה B לנקודה C?
 ה. מהי עבודת כוח הכובד מנקודה B לנקודה C?

תשובות: א) $v_D = 6(m/sec)$ ב) $m = 2(kg)$ ג) $x_{max} = 0.12(m)$ ד) $W_N = 0$ ה) $W_{B \rightarrow C} = -64(J)$

תרגיל 119

המסילה ABC מורכבת מרבע מעגל עם חיכוך שהרדיוס שלו $R = 0.8m$ ומקטע ישר BC חלק הנטוי בזווית 30° מעל האופק. (ראה תרשים). גוף שמסתו $m = 0.4(kg)$ משוחרר ממנוחה מהנקודה A. בנקודה B מהירות הגוף $v_B = 2(m/sec)$ ובנקודה C גוף נעצר.



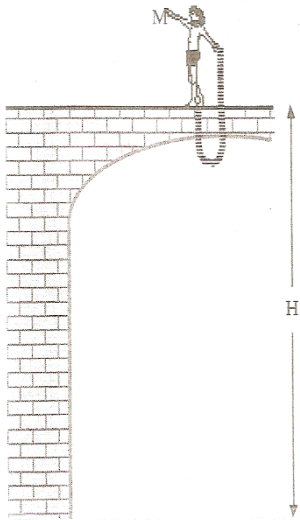
- א. חשב כמה אנרגיה הפכה לחום במהלך התנועה מ-A ל-B.
 ב. מה גודלו של כוח החיכוך שפעל במסילה המעגלית, בהנחה שגודלו קבוע לאורך כל הקשת?

$$(l = \frac{\pi}{2} \cdot R \text{ אורך הקשת שווה})$$

- ג. חשב את גובה של הנקודה C?
 ד. כמה עבודה ביצע כוח החיכוך במהלך התנועה מ-A ל-C?
 ה. מהי מהירות הגוף בהיותו במסילה הישרה BC בגובה של $0.1(m)$ מעל האופק?

תשובות: א) $Q = 2.4(J)$ ב) $f_k = 1.909(N)$ ג) $h_C = 0.2(m)$ ד) $W_{fAB} = -2.4(J)$

$$V_D = \sqrt{2}(m/sec) \text{ ה)}$$

תרגיל 120

לוליין שמסתו $M = 60(kg)$ עומד על גשר שגובהו $H = 50m$ מעל פני המים וקשור לקפיץ שאורכו הרפוי הינו $L_0 = 30(m)$ (קצהו השני של הקפיץ מחובר לגשר). הלוליין נופל חופשית ממנוחה (במצב זה קפיץ רפוי) ומגיע בדיוק אל פני המים לפני שהקפיץ מחזירו.

- מהו קבוע הקפיץ k ?
- כמה אנרגיה אלסטית אגורה בקפיץ כאשר הלוליין מגיע אל פני המים?
- מה מהירותו המרבית של הלוליין בעת נפילתו?
- באיזה גובה מעל פני המים יש ללוליין מהירות מרבית זו?
- מה תאוצת הלוליין ברגע הגיעו אל פני- המים?

תשובות:

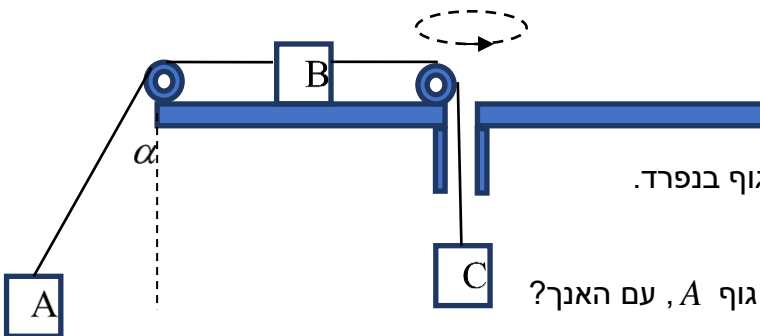
(א) $K = 150(N/m)$ (ב) $E_{el} = 30000(J)$ (ג) $v_{max} = 25.3(m/sec)$ (ד) $h_c = 0.2(m)$ (ה) $h = 16(m)$

(ה) $a_y = 4g$

תרגיל 121

גוף B שמסתו $m_B = 4kg$ מונח על דיסק החלק הסובב במהירות זוויתית של $\omega = 5(rad/sec)$ הגוף קשור בעזרת חוטים לשני גופים אחרים A ו- C (ראה תרשים). החוט הקשור ל- C עובר דרך חור קטן במרכז הדיסק. גוף C נמצא במנוחה. המסה של גוף C $m_C = 6kg$ ומסה של גוף A

$m_A = 1kg$ רדיוס הסיבוב של גוף B $R_B = 0.2m$

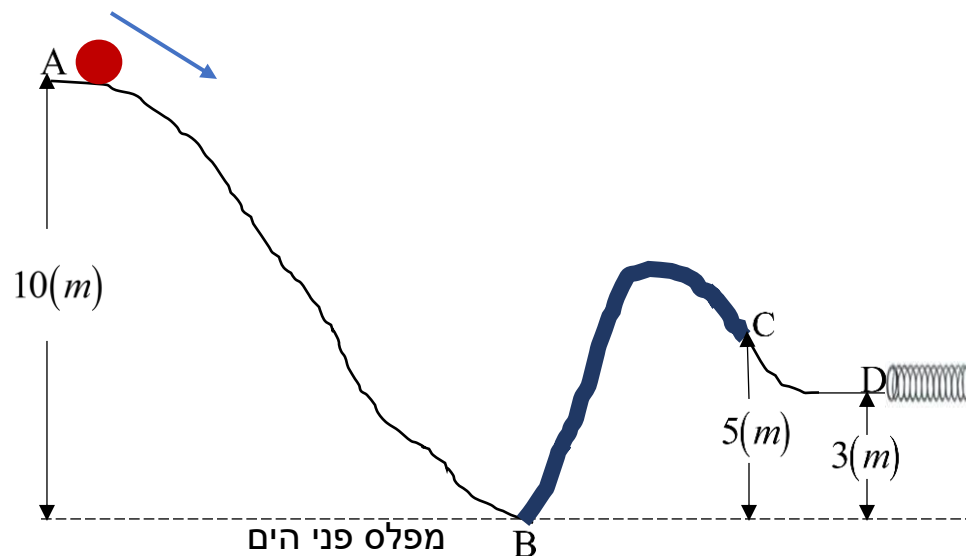


- צייר את כל הכוחות הפועלים על כל גוף בנפרד.
- מהי המתיחות בכל חוט?
- איזה זווית α יוצר החוט, אליו קשור גוף A , עם האנך?
- מהו רדיוס הסיבוב של הגוף A ?

(תשובות: ב) $T_1 = 40(N)$ (ג) $\alpha = 75.52^\circ$ (ד) $R_A = 1.549(m)$

תרגיל 122

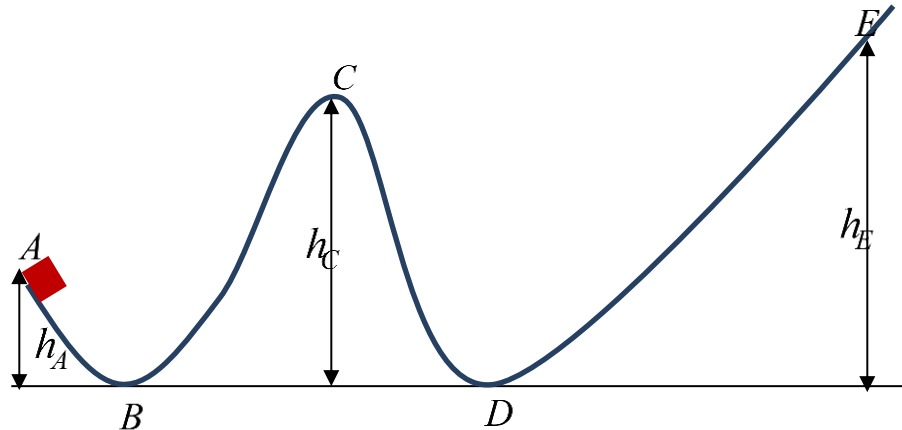
גוף שמסתו $m = 20(kg)$ מקבל מהירות בנקודה A שגודלה $V_A = 10(m/sec)$ ונע במורדו של משטח עד לנקודה B. שם הוא ממשיך לנוע במעלה מישור עד לפסגתו וממשיך לנוע במורד עד שהוא מגיע לקפיץ אופקי בעל קבוע $K = 1000(N/m)$ ומכווץ אותו. בכל זמן התנועה הגוף צמוד למשטח. הקטעים **חלקים** **AB, CD** והקטע **BC לא-חלק**. הגבהים של הנקודות A, C, D נתונים בתרשים. הנקודה B נמצאת בגובה פני-הים. גודל מהירות הגוף בנקודה C הוא $V_C = 10(m/sec)$. ראה תרשים.



- (א) מהו גודל מהירות הגוף בנקודה B ?
 (ב) מהי עבודת כוח החיכוך במעבר הגוף מ-B אל C ?
 (ג) למה הופכת העבודה שחישבת בסעיף הקודם?
 (ד) מהי עבודת כוח הכובד במעבר הגוף מ-A אל C ?
 (ה) מהו הכיווץ המקסימלי של הקפיץ?
 (ו) מהי עבודת הכוח האלסטי במעבר הקפיץ ממצב רפוי לכיווץ מקסימלי?
- תשובות: (א) $V_B = 17.32(m/sec)$ (ב) $W_f = -1000(J)$ (ד) $W_{mg} = 1000(J)$ (ה) $\Delta x_{max} = 1.67(m)$ (ו) $W_{sp} = -1400(J)$

תרגיל 123

בתרשים המוצג לפניך נתון: $h_A = 0.6(m)$ ו- $h_C = 1.4(m)$. מניחים גוף קטן, שמסתו $m = 0.2(kg)$, בנקודה A הנמצאת על המסלול ומקנים לו מהירות v_A בכיוון המסלול כלפי מטה.



נתון שהמסלול חלק ושהגוף לא מתנתק ממנו במהלך תנועתו. ניתן להזניח את התנגדות האוויר.

א. חשב את הערך המינימלי של v_A על מנת שהגוף יגיע לנקודה C .

ב. מקנים לגוף מהירות גדולה פי 1.25 מהערך של v_A שהתקבל בסעיף הקודם. חשב את:

(1) מהירות התיבה בכל אחת מהנקודות C , B ו- D .

(2) נתון כי הגוף נעצר רגעית בנקודה E . חשב גובה נקודה זו מעל פני הקרקע.

ג. חוזרים אל אותו תהליך כמו בסעיף הקודם, אלא שכעת המערכת נמצאת על פני הירח.

האם הגוף נעצר באותו גובה h_E כמו על פני כדור הארץ, גבוה יותר או נמוך יותר? נמק תשובתך.

ד. מקנים לגוף, בהיותו בנקודה A (הנמצאת בגובה $h_A = 0.6(m)$), את אותה המהירות כמו בסעיף ב' (המערכת נמצאת על פני כדור הארץ), אלא שהפעם נתון שהמשטח אינו חלק. הגוף נעצר עכשיו בנקודה E ,

הנמצאת בגובה $h_E = 1.2(m)$ מעל פני הקרקע. חשב את עבודת כוח החיכוך לאורך מסלול תנועת הגוף מהנקודה A עד לנקודה E .

תשובות: א) $v_{Amin} = 4(m/sec)$

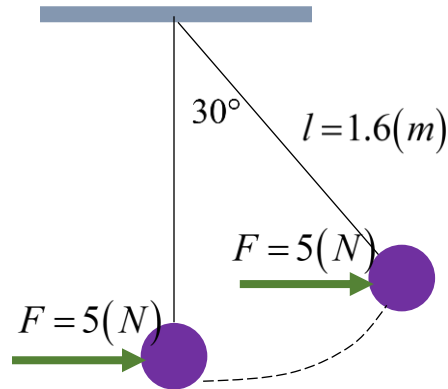
ב) (1) $v_E = 0$; $v_B = v_D = 6.08(m/sec)$; $v_C = 3(m/sec)$ **ב)** (2) $h_E = 1.85(m)$

ג) $h_E^* > h_E$ **ד)** $W_{fk} = -1.3(J)$

תרגיל 124

בתרשים שלפניך מתואר כדור הקשור לקצה חוט שקצהו השני קשור לתקרה.

מפעילים על הכדור כוח אופקי קבוע F שגודלו $5(N)$ (ראה תרשים). כאשר הזווית בין החוט לאנך מגיעה ל- 30° , הכוח חדל לפעול.



נתון שמסת הכדור היא $m = 0.5(kg)$ ואורך החוט הוא $l = 1.6(m)$. מסת החוט ניתנת להזנחה.

א. חשב את עבודת הכוח F לאורך מסלול הכדור. שים לב! הכוח נשאר כל הזמן אופקי.

ב. חשב את מהירות הכדור כאשר הזווית בין החוט והאנך היא 30° .

ג. חשב את הזווית המקסימלית הנוצרת בין החוט והאנך לאחר הפסקת הפעולה של הכוח F .

ד. חשב את גודל הכוח F הדרוש על מנת שהכדור ייעצר בדיוק כשהזווית בין החוט לאנך 30° .

תשובות: א) $W_F = 4(J)$ ב) $v = 3.42(m/sec)$ ג) $\gamma_{max} = 60^\circ$ ד) $F = 1.34(N)$

תרגיל 125

גוף שמסתו $m = 2(kg)$ משוחרר ממנוחה מנקודה A של מסילה $ABCDE$ (ראה איור).

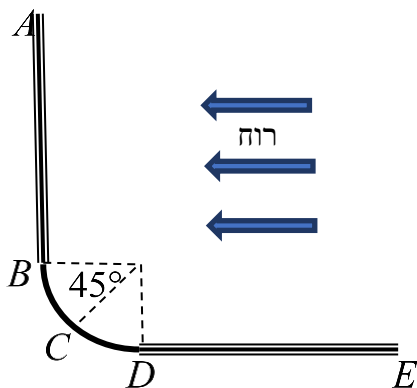
קטעים AB ו- DE מחוספסים. קטע BCD הוא מעגלי וחלק.

כאשר הגוף נע לאורך הקטע AB לוחצת עליו רוח בכוח אופקי

קבוע $F = 10(N)$. מקדמי החיכוך בין הגוף לקטעים AB ו- DE

הנם $\mu_k = 0.3$. אורך הקטע AB הוא $10(m)$.

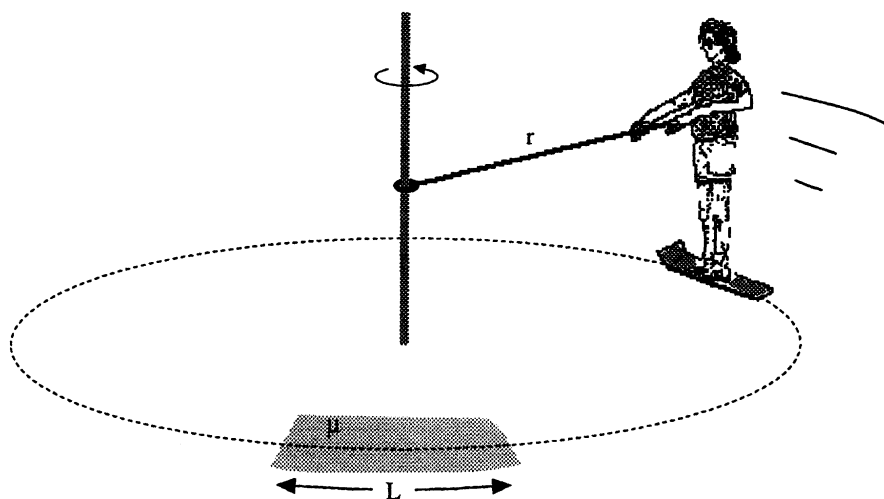
רדיוס הקטע BCD הוא $R = 2(m)$.



- א. מהי כמות האנרגיה שהפכה לחום במהלך תנועת הגוף לאורך הקטע AB ?
 ב. מהי מהירות הגוף בנקודה B ?
 ג. מהו הכוח בו לוחץ הגוף את מסילה בנקודה C ?
 ד. מהי התאוצה הרדיאלית בנקודה C ?
 ה. איזה מרחק יעבור הגוף לאורך הקטע DE עד לעצירתו?
 תשובות: א) $Q = 30(J)$ ב) $v = 13.04(m/sec)$ ג) $N_C = 212.416(N)$ ד) $a_{RC} = 99.142(m/sec)$ ה) $x_{ED} = 35(m)$

תרגיל 126

אדם שמסתו $m = 52(kg)$ מחליק על קרח לאורך מסלול מעגלי שהרדיוס שלו $r = 2(m)$. במהירות



$V = 3(m/sec)$. האדם מבצע תנועה זו ע"י משיכה בחבל אופקי המחובר בקצהו השני (באמצעות טבעת

החלקה חסרת חיכוך). אל מוט אנכי המוצב במרכז המעגל (ראה תרשים). ניתן להתייחס למשטח עליו מחליק האדם כמשטח חלק פרט לקטע חולי מחוספס שאורכו $l = 0.48(m)$ ובו מקדם חיכוך החלקה הוא $\mu_k = 0.1$. ערוך את חישובך תחילה בפרמטרים ואח"כ הצב מספרים.

- א. מה המתיחות בחבל לפני הכניסה לקטע המחוספס?
 ב. מה מהירות האדם בתום תנועתו בקטע המחוספס בפעם הראשונה?
 ג. כמה זמן נמשכת התנועה בקטע המחוספס?
 ד. מהי המתיחות לאחר היציאה מהקטע המחוספס?
 ה. שרטט גרף המתאר את המתיחות בחבל כפונקציה של הזמן. התייחס בגרף אל זמנים מלפני ועד אחרי התנועה בקטע המחוספס.

תשובות: א) $T = 234(N)$ ב) $V = 2.83(m/sec)$ ג) $t = 0.17(sec)$ ד) $T = 208.2(N)$

תרגיל 127

בתרשים שלפניך מתוארת מסילה ABCBD .

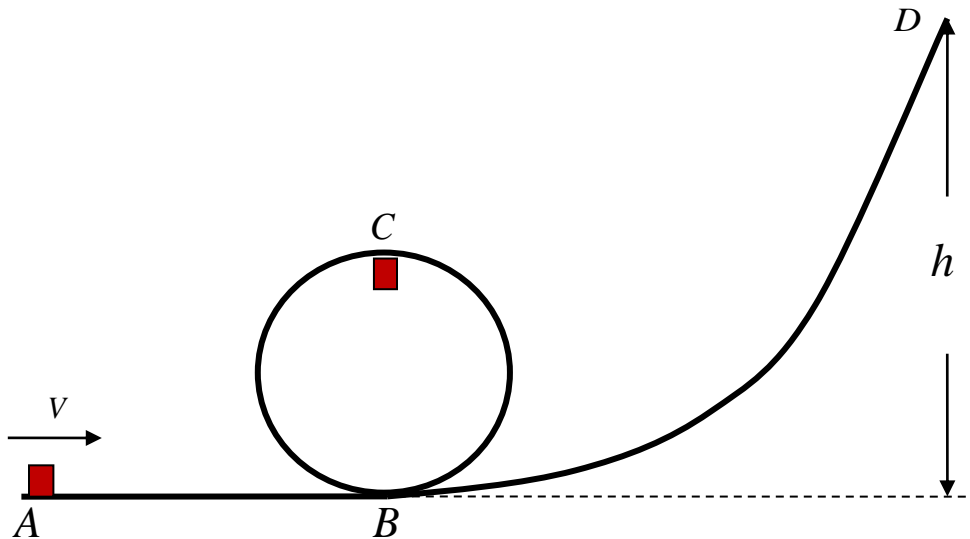
הקטע AB אופקי באורך $2(m)$, מחוספס ובו מקדם חיכוך קינטי $\mu_k = 0.4$

הקטע BCBD חלק, ומורכב ממעגל אנכי חלק בקוטר $BC = 0.5(m)$ ומקשת חלקה BD .

הנקודה B היא הנקודה התחתונה של המעגל האנכי והנקודה C היא הנקודה העליונה של המעגל האנכי.

מקנים לגוף שמסתו $20(kg)$ מהירות התחלתית של $10(m/sec)$ ימינה בנקודה A והוא נע לאורך הקטע

האופקי המחוספס AB, עולה ויורד לאורך המעגל האנכי החלק (מבצע תנועה במעגל אנכי שלם) וממשיך לנוע על הקשת החלקה עד לעצירתו הרגעית בנקודה D.



א. חשב את הגובה המירבי h שאליו יגיע הגוף ברגע עצירתו בנקודה D .

ב. מהי התאוצה השקולה של הגוף בנקודה C ? תאר בתרשים את וקטור התאוצה הזו .

ג. באיזה כוח לוחץ הגוף על המסילה בנקודה C ? סרטט תרשים כוחות הפועלים על הגוף בנקודה C .

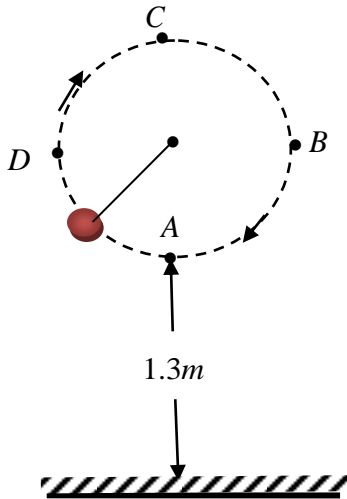
ד. במהלך ירידת הגוף מנקודה C אל נקודה B, לאורך המעגל האנכי, הכוח השקול הפועל עליו אינו בכיוון המשיק למעגל. מדוע? נמק.

תשובות: א) $h = 4.2(m)$ ב) $a_R = 296(m/sec^2)$ ג) $N_C = 5720(N)$

תרגיל 128

כדור שמסתו $m = 0.2(kg)$ קשור לחוט שאורכו $L = 0.7m$ ונע במסלול מעגלי אנכי לקרקע. החוט קשור בקצהו השני לנקודה קבועה O (נקודת מרכז המעגל). **התנועה במעגל היא בכיוון מחוגי השעון.** ראה תרשים.

הנקודה **A** היא הנקודה הנמוכה ביותר של המסלול המעגלי ומרחקה מהקרקע הוא $1.3m$, הנקודה **C** היא הנקודה הגבוהה ביותר של המסלול המעגלי ונקודות המסלול המעגלי **B** ו-**D** נמצאות בקצות הקוטר האופקי של המעגל. נתון: גודל מהירות הכדור בנקודה **A** הוא $8(m/sec)$ הזנח התנגדות אוויר. מסת החוט זניחה.



א. **סרטט** את כל הכוחות הפועלים על הכדור בנקודה **D** ו**חשב** את מתיחות החוט בנקודה זו.

ב. **חשב** תאוצת הכדור (גודל וכיוון) בנקודה **C**.

ג. ברגע שהכדור הגיע לנקודה **B** החוט נקרע.

תאר את מסלול תנועת הכדור מהרגע בו נקרע החוט ועד לרגע סף פגיעתו בקרקע. **חשב** את מהירות הכדור ברגע שהחוט נקרע.

ד. **חשב** את המרחק האנכי שעבר הכדור מהרגע בו נקרע החוט ועד לרגע סף פגיעתו בקרקע.

תשובות: א) $T_D = 14.28(N)$ **ב)** $a_C = 51.42(m/sec^2)$

ג) $v_B = 7.07(m/sec)$ **ד)** $h_B = 2(m)$

תרגיל 129

גוף קטן שמסתו $m = 1(kg)$ קשור לקצה חוט שאורכו $1m$. קצהו השני של החוט קשור לנקודה קבועה

A, הנמצאת מעל לקצה הקוטר האנכי של כדור חלק שהרדיוס שלו $R = 2m$. הגוף נע על פני הכדור

במסלול מעגלי אופקי שהרדיוס שלו $r = 80cm$ במהירות של $v = 3(m/sec)$

(ראה תרשים)

א. ציין את כל הכוחות הפועלים על הגוף בעת תנועתו

(מהו הכוח, מה כיוונו, מי מפעיל אותו).

ב. חשב את המתיחות בחוט T ואת הכוח בו מעיק הגוף על הכדור N .

ג. מהי המהירות המינימאלית בה יש לסובב את הגוף בכדי שיינתק מהכדור?

ד. מה תהיה המתיחות בחוט ברגע הניתוק?

ה. אם ידוע שהחוזק המרבי של החוט הוא $T = 20N$:

1. מה הזווית בה נפרש החוט במקרה שהחוט מגיע למתיחות המקסימלית?

2. באיזה מהירות ייקרע החוט?

תשובות: א) $N = 1.28(N)$; $T = 14.7(N)$ **ב)** $v_{min} = 3.266(m/sec)$ **ד)** $T = 16.67(N)$

ה) $\gamma = 60^\circ$; $v = 3.87(m/sec)$

תרגיל 130

גוף שמסתו m עשוי להחליק על גבי מסילה חלקה המסתיימת בקטע מעגלי זקוף שהרדיוס שלו R . משחררים את הגוף ממנוחה מהנקודה A הנמצאת בגובה $4R$ מעל תחתית המסילה B .

נתונים: g, R, m

א. באיזה כוח מעיק הגוף על המסילה בנקודה D ?

ב. באיזה כוח מעיק הגוף על המסילה בנקודה B ?

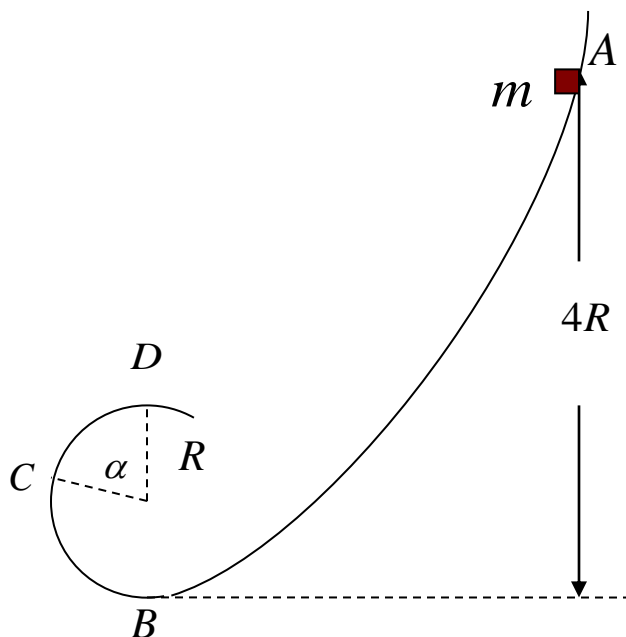
משחררים את הגוף מגובה מסוים h כך שהוא עוזב את המסילה בנקודה C שהרדיוס המכוון אליה יוצר זווית $\alpha = 60^\circ$ עם האנך.

ג. מהי מהירות הגוף בנקודה C ?

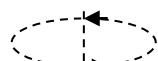
ד. מהו הגובה h ממנו שוחרר הגוף?

תשובות: א) $N = 3mg$ ב) $N = 9mg$

א) $V = \sqrt{Rg \cos 60^\circ}$ ד) $h = 1.75R$

**תרגיל 131**

שולחן עגול וחלק מסתובב סביב ציר העובר במרכזו במהירות זוויתית קבועה ω . שני גופים נעים יחד עם השולחן. גוף A שמסתו m קשור לציר השולחן באמצעות קפיץ (k - קבוע הקפיץ, l - אורכו במצב רפוי) ולגוף B שמסתו $2m$ הוא קשור בחוט. (ראה תרשים).



בזמן הסיבוב מרחקו של גוף A מהמרכז הוא R , ושל גוף B - $2R$.

באמצעות m, ω, k, l , בטא את:

א. רדיוס הסיבוב R של הגופים.

ב. מתיחות החוט המחבר בין הגופים.

ג. קבע ונמק במילים או בעזרת חישוב על מי משני הגופים פועל כוח שקול גדול יותר?

ד. חשב את מסת כל אחד מהגופים אם נתון:

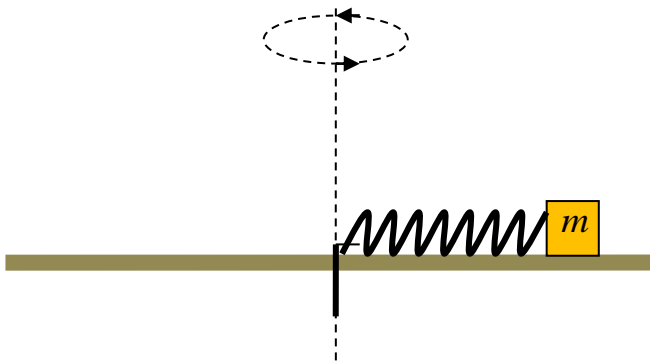
$$R = 1(m), l = 0.5(m), K = 72(N/m), \omega = 3(Rad/sec)$$

תשובות: א) $R = \frac{kl}{k - 5m\omega^2}$ ב) $T = \frac{4m\omega^2 kl}{k - 5m\omega^2}$ ג) $2m$ ד) $m = 0.8(kg); 2m = 1.6(kg)$

תרגיל 132.

מסה מונחת על גבי משטח אופקי חלק. המסה מחוברת לקפיץ שהקבוע שלו K ואורכו במצב רפוי הוא l_0 . מתחילים לסובב את המערכת במהירות זוויתית ω (הנח שהמסה לא נעה יחסית למשטח האופקי בזמן הסיבוב).

נתונים: m, g, K, ω, l_0



א. שרטט את כל הכוחות הפועלים על המסה בזמן הסיבוב.

ב. בטא את התארכות הקפיץ Δx באמצעות נתוני השאלה.
ג. בטא את רדיוס הסיבוב של המסה באמצעות נתוני השאלה.

מחליפים את הקפיץ בקפיץ אחר שהקבוע שלו הוא אותו קבוע K , אבל אורכו במצב רפוי הוא $l_0^* = \frac{1}{2}l_0$

ומסובבים באותה מהירות זוויתית ω .

ד. בטא את התארכות החדשה של הקפיץ Δx באמצעות נתוני השאלה.

ה. משנים את מהירות סיבוב המשטח כך שרדיוס הסיבוב יישאר אותו רדיוס R שמצאת בסעיף ג'. מה צריכה להיות המהירות הזוויתית ω החדשה? **בסעיף זה התייחס ל- R כנתון.**

תשובות:

$$\omega' = \sqrt{\frac{k(2R - l_0)}{2mR}} \quad \text{ה) } \Delta x' = \frac{m\omega^2 l_0}{2(k - m\omega^2)} \quad \text{ד) } R = \frac{l_0 k}{k - m\omega^2} \quad \text{ג) } \Delta x = \frac{m\omega^2 l_0}{k - m\omega^2} \quad \text{ב)}$$

תרגיל 133

על שולחן מרובע אופקי שגובהו מהקרקע $1.5(m)$ סובב גוף סביב ציר הנמצא במרכז השולחן בתנועה מעגלית קצובה. אורך החוט אינו משתנה במהלך הסיבוב. רדיוס הסיבוב הוא $R = 1.5(m)$ ואורך צלעות השולחן הם 4 מטר.

מהירות הסיבוב היא $V = 4(m/sec)$

ומסת הגוף היא $m = 3(kg)$.

א. חשב המתיחות בחוט?

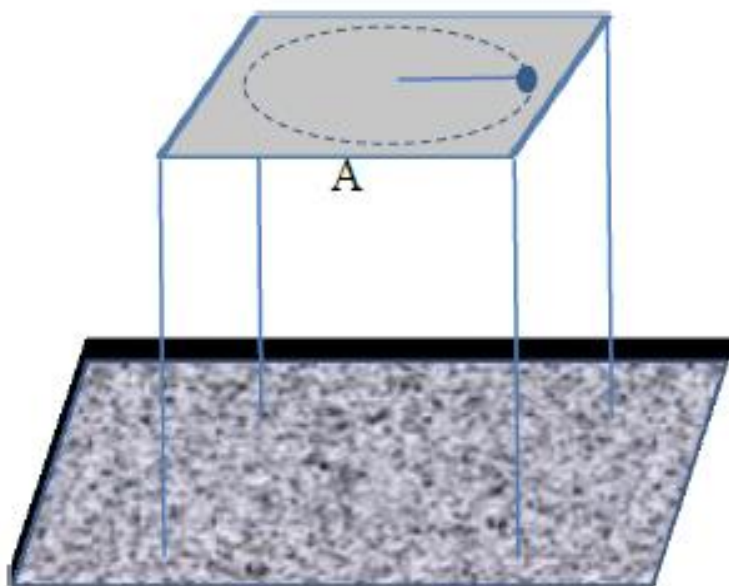
ב. אם המתיחות המקסימאלית של החוט היא $T_{max} = 100(N)$, מה המהירות המקסימאלית שבה ניתן לסובב את הגוף לפני שהחוט ייקרע?

ג. יום אחד סובבו את החוט במהירות של $10(m/sec)$ והוא ניתק כשהיה בדיוק מול

נקודה A הנמצאת בדיוק באמצע צלע

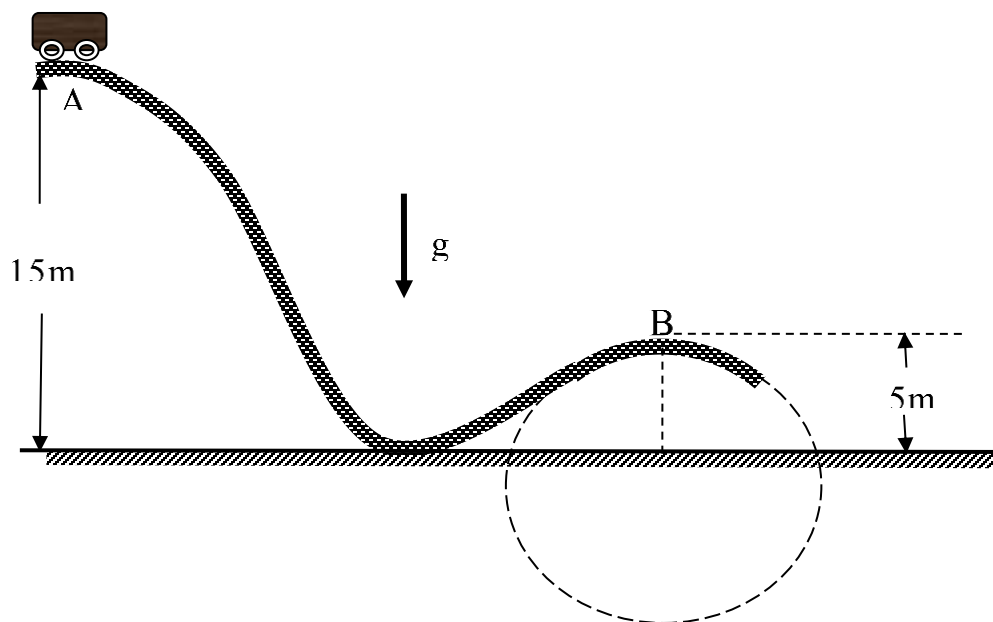
השולחן. באיזה מרחק אופקי מנקודה A פגע הגוף בקרקע?

תשובות: א) $T = 32(N)$ ב) $V_m = \sqrt{50}(m/sec)$ ג) $x = 7.477(m)$



תרגיל 134

בתרשים מתואר מסלול החלקה של קרונית בגן שעשועים.



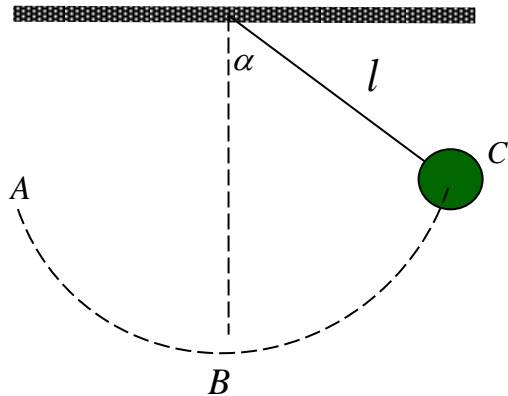
הקרונית מחליקה ממנוחה מנקודה **A**. ניתן להזניח את החיכוך הפועל על הקרונית במשך זמן תנועתה. נתוני המסלול מופיעים בתרשים. מסת הקרונית m .

- באיזו מהירות עוברת הקרונית בנקודה **B** ?
- בהנחה שבסביבה הקרובה של הנקודה **B** מהווה המסלול קטע של מעגל, מה המחוג (הרדיוס) המינימלי שעבורו לא תתנתק הקרונית מן המסלול ?
- אחד מנוסעי הקרונית יושב על מאזני קפיץ. מה מורים המאזניים ברגע שהקרונית חולפת על פני הנקודה **B** בהנחה שמחוג המסלול בנקודה זו הוא המחוג המזערי שמצאת בסעיף ב'.
- מה מורים המאזניים בנקודה **B** אם מחוג המסלול בנקודה זו כפול מהמחוג המזערי שמצאת בסעיף ב'. בטא תשובתך באחוזים מהמשקל הרגיל (במישור אופקי).

תשובות: א) $V_B = 14.14(m/sec)$ ב) $R_{min} = 20(m)$ ג) $N_B = 0$ ד) 50%

תרגיל 135

מטוטלת מורכבת ממשקולת שמסתה $m = 1(kg)$ הקשורה לתקרה בחוט שאורכו $l = 1m$.
המטוטלת מתנוודדת בין נקודות A ו- C .
התאוצה המשיקית המקסימלית במהלך התנוודות שווה בגודלה ל- $a_T = 8(m/sec^2)$.
כוחות החיכוך ומסת החוט זניחים.



- חשב את הזווית המקסימלית α שהמטוטלת יוצרת עם האנך.
- הסבר מדוע התאוצה הרדיאלית a_R מקבלת את ערכה המרבי בנקודה B , הנקודה הנמוכה ביותר במסלול של תנועת המשקולת? חשב את גודלה
- מהי העבודה שמבצע כוח הכובד, במהלך תנועת המשקולת מנקודה A לנקודה B ? נמק.
- חשב את המתיחות בחוט כאשר התאוצה המשיקית במהלך התנוודות שווה בגודלה ל- $a_T = 6(m/sec^2)$

תשובות: א) $\alpha = 53.13^\circ$ ב) $a_R \approx 8(m/sec^2)$ ג) $W_{mg} = 4J$ ד) $T = 12(N)$

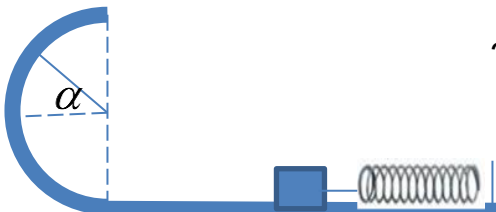
תרגיל 136

קפיץ שקבוע הכוח שלו $300(N/m)$ מחובר אל קיר אנכי ומונח על משטח אופקי חלק.
גוף שמסתו $0.25(kg)$ נוגע בקצה השמאלי של הקפיץ (אך אינו מחובר אליו) בזמן שהקפיץ מכווץ
בשיעור לא ידוע. לאחר שחרורו מחליק הגוף ללא חיכוך ונע לאורך הצד הפנימי של מסילה זקופה
שרדיוס שלה $1m$. הגוף ניתק מהמסילה בנקודה שבה יוצר הרדיוס זווית של $\alpha = 37^\circ$ מעל האופק.

א. מהו הכיוון ההתחלתי של הקפיץ?

ב. לאיזה גובה מכסימלי מעל החלק האופקי של המסילה מגיע הגוף?

ג. מה המרחק האופקי שיעבור הגוף מרגע עזיבתו של המסילה עד לרגע פגיעתו במשטח האופקי

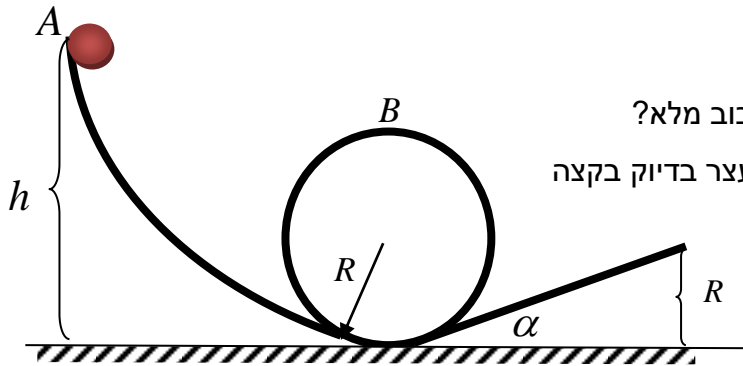


תשובות: א) $x = 0.178(m)$ ב) $y_{max} = 1.792(m)$ ג) $x = 1.2(m)$

תרגיל 137

גוף משוחרר ממנוחה מופל מגובה h וסובב במעגל אנכי שהרדיוס שלו R על מסלול חלק. בצאתו מהמסלול המעגלי הוא ממשיך לנוע על מסילה ישרה עם זווית α . מקדם החיכוך בין הגוף ובין המסילה הישרה הוא μ .

המסילה הישרה מסתיימת בגובה R מהקרקע. (ראה תרשים)
בטאו בעזרת R ו- α בלבד:



א. מה צריך להיות הגובה h כדי שהגוף ישלים סיבוב מלא?
ב. מה צריך להיות מקדם החיכוך μ כדי שהגוף ייעצר בדיוק בקצה המסילה הישרה?

אם מקדם החיכוך היה $\frac{2}{3}$ מזה שמצאת

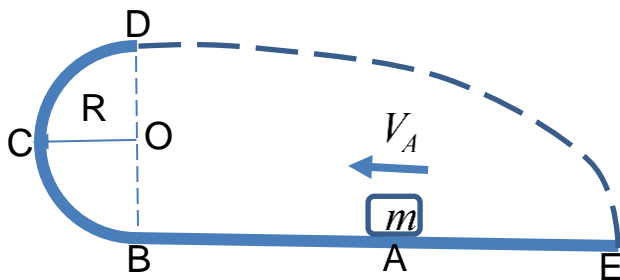
בסעיף ב, כמו כן נתונים: $\alpha = 20^\circ$ ו- $R = 1(m)$.

ג. מהו המרחק האופקי בין קצה המסילה הישרה לנקודת הפגיעה של הגוף בקרקע?

תשובות: א) $h = 2.5R$ ב) $\mu = 1.5 \tan \alpha$ ג) $x = 1.7(m)$

תרגיל 138

מסילה חלקה מורכבת מקטע אופקי AB וחצי מעגלי אנכי BCD שרדיוסו R . גוף קטן שמסתו m נע מנקודה A לעבר הקטע המעגלי, עולה עד לנקודה D ונופל חזרה על המסילה בנקודה E (ראה תרשים). בנקודה C (הנמצאת בגובה מרכז המעגל O) הגוף מעיק על המסילה בכוח,



השווה ל- $3mg$. נתונים: g, m, R .

א. שרטט תרשים כוחות הפועלים על הגוף בנקודה C

ב. מהי מהירותו של הגוף בנקודה C ?

ג. מהי המהירות של הגוף בנקודה A ?

ד. מהו הכוח בו מעיק הגוף על המסילה בנקודה D ?

נמצא בדיוק מעל O

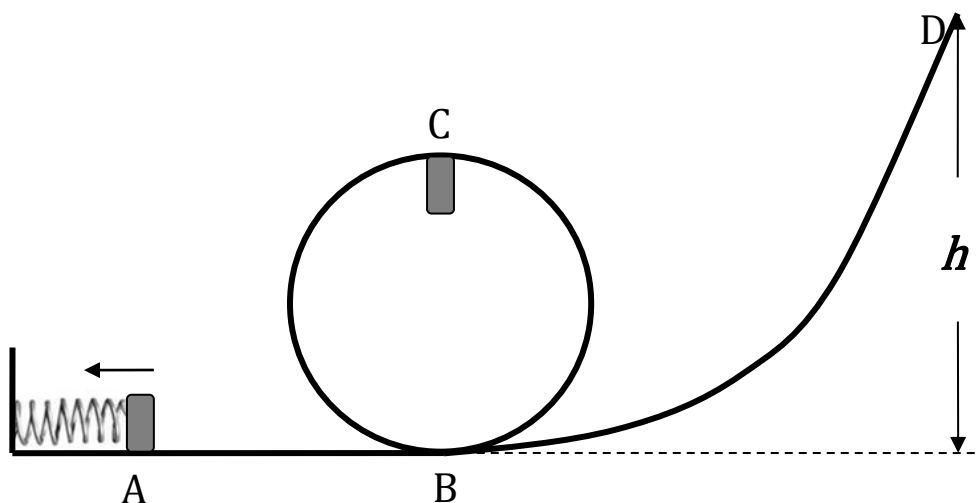
ה. חשב את המרחק BE .

ו. מהו גודל מהירות הפגיעה של הגוף בנקודה E ?

תשובות: א) $V_C = \sqrt{3gR}$ ב) $V_A = \sqrt{5gR}$ ג) $N_D = 0$ ד) $BE = 2R$ ו) $V = \sqrt{5gR}$

תרגיל 139

בתרשים שלפניך מתוארת מסילה ABCBD וגוף בעל מסה $m = 5(kg)$, הצמוד לקפיץ. קבוע הקפיץ $K = 500(N/m)$. מסת הקפיץ זניחה. במצב התחלתי הגוף נמצא במנוחה והקפיץ רפוי. בקטע האופקי AB של מסילה יש חיכוך ומקדם החיכוך הקינטי בין גוף למסילה $\mu_k = 0.4$. בקטעים אחרים של מסילה (מהקיר אנכי בצד שמאל עד לנקודה A במעגל אנכי ומנקודה B עד סוף המסילה בנקודה D) אין חיכוך. אורך הקטע $AB = 2(m)$. הקטע BCBD מורכב ממעגל אנכי בעל קוטר $BC = 1(m)$, ומקשת BD. מזיזים את הגוף מנקודה A שמאלה למצב שהקפיץ מכווץ ב- $1(m)$, ואחר כך משחררים אותו.



א. איזה מהירות יקבל הגוף בחזרה לנקודה A בגלל פעולת הקפיץ?

ב. חשב את הגובה המרבי h שאליו יגיע הגוף ברגע עצירתו בנקודה D.

ג. מהי התאוצה השקולה של הגוף בנקודה C?

תאר בתרשים את וקטור התאוצה הזו.

ד. באיזה כוח לוחץ הגוף על המסילה בנקודה C?

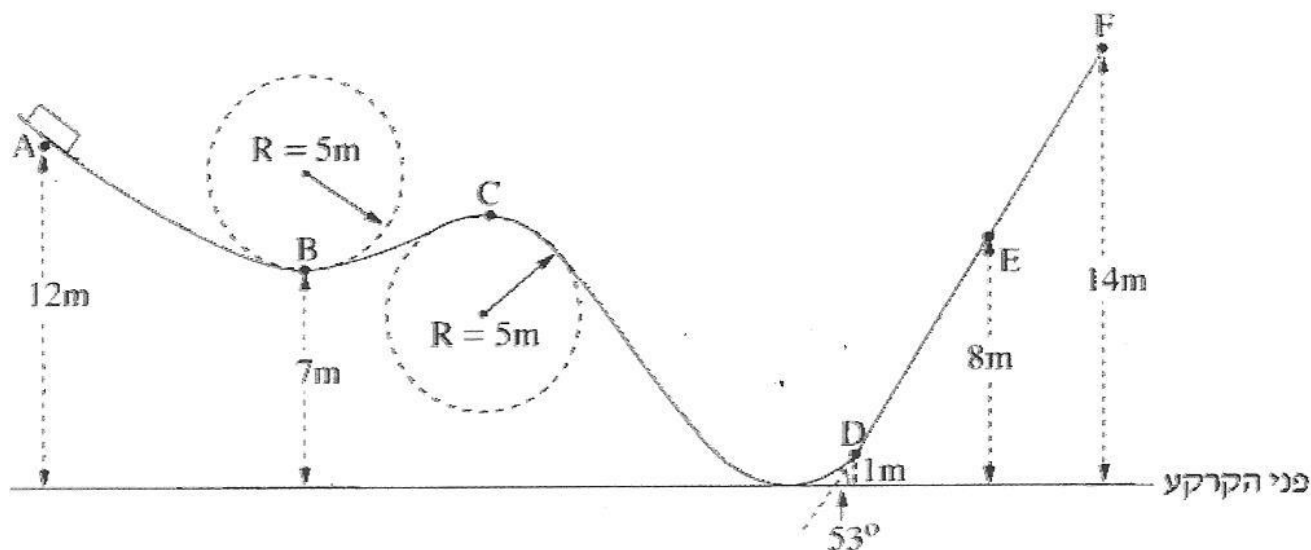
סרטט תרשים כוחות הפועלים על הגוף בנקודה C.

תשובות:

א) $V_A = 10(m/sec)$ ב) $h = 4.2(m)$ ג) $a_R = 128(m/sec^2)$ ד) $N = 590(N)$

תרגיל 140

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



- (א) המזחלת שוחררה ממנוחה והיא נעה לאורך המסילה בלי להתנתק ממנה. חשב את גודל מהירותה בנקודה **B**.
- (ב) האם תשובתך לסעיף (א) הייתה משתנה אילו נער אחר, שמסתו שונה מזו של דני, היה מתיישב במזחלת? **נמק.**

במזחלת מותקנים מאזני קפיץ, שהמשטח העליון שלהם מקביל למסלול בזמן התנועה. דני יושב על המאזניים, רגליו באוויר והן אינן נשענות על המזחלת.

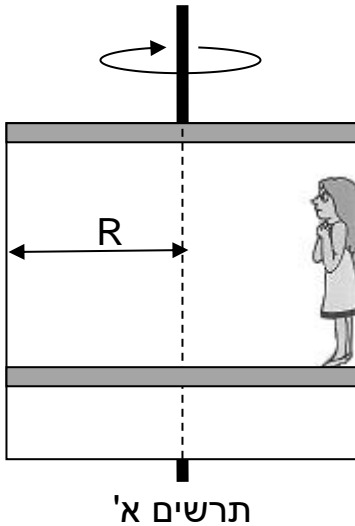
- (ג) מה צריך להיות הגובה של נקודה **C** מעל פני הקרקע, כדי שדני יהיה חסר משקל כאשר הוא חולף בנקודה זו? **פרט את חישוביך.**
- (ד) חשב מה מורים המאזניים (ביחידות ניוטון) כאשר המזחלת חולפת בנקודה **E**. ביום חם פחתה כמות השלג לאורך הקטע **DF**, ובקטע זה היה חיכוך בין המסלול למזחלת. בעקבות החיכוך המזחלת נעצרה (רגעית) בנקודה **E**. חשב את הגודל של כוח החיכוך שפעל על המזחלת בקטע **DE**.

תשובות:

$$(א) V = 10(m/sec) \quad (ג) h_C = 9.5(m) \quad (ד) N_E = 391.18(N) \quad (ה) f = 456.36(N)$$

תרגיל 141

תרשים א' מתאר חתך של מתקן בלונה פארק הבנוי מחדר גלילי, שהרדיוס שלו $R = 2(m)$ המסתובב סביב ציר אנכי מרכזי בתדירות הניתנת לשינוי באופן הדרגתי.



תרשים א'

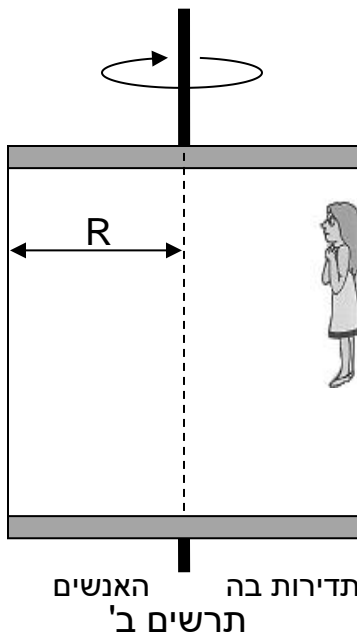
אנשים הנכנסים למתקן זה מתבקשים להיצמד עם גבם לקיר החדר ולעמוד. כאשר המתקן מתחיל להסתובב ומגיע לתדירות קבועה של $f = 0.4 Hz$ האנשים נותרים במנוחה ביחס לקיר. נערה שמסתה $m = 60(kg)$, נכנסת למתקן. א. חשבו את הכוח השקול הפועל על הנערה בעת פעולת המתקן.

כאשר החדר מתייצב לתדירות הנ"ל רצפת החדר מתחילה לרדת באיטיות והאנשים נותרים צמודים לקיר במנוחה ביחס אליו, כאשר הם בגובה כלשהו מהרצפה, כמתואר בתרשים ב'.

ב. שרטטו תרשים כוחות הפועלים על הנערה במצב המתואר. רשמו את שמות הכוחות והגורמים המפעילים אותם.

ג. מהו מקדם החיכוך המזערי בין הנערה לקיר הנדרש למנוע החלקה מטה? מגדילים את תדירות הסיבוב של החדר לערך של $f = 0.8(Hz)$

ד. מהו גודלו של כוח החיכוך הפועל על הנערה.

האנשים
תרשים ב'

בחלק האחרון של החוויה במתקן זה מקטינים בהדרגה את תדירות הסיבוב עד לתדירות בה האנשים מחליקים לאורך קיר החדר מטה.

ה. בהנחה שמקדם החיכוך הסטטי והקינטי בין האנשים לקיר החדר שווה, מהי תאוצת הנערה במקביל לקיר, אם נתון כי החדר נע בתדירות של $f = 0.35(Hz)$?

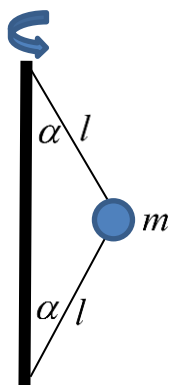
תשובות: א) $N = 758(N)$ ג) $\mu_s = 0.79$ ד) $f_s = 600(N)$ ה) $a = 2.36(m/sec^2)$

תרגיל 142

כדור שמסתו $m = 4\text{kg}$ קשור בשני חוטים חסרי-מסה אל שני קצותיו של מוט. בכל סעיפי השאלה הזנח את התנגדות האוויר. בציור 1 המוט משמש ציר סיבוב אנכי והמערכת מסתובבת במהירות זוויתית קבועה

$$\omega = 8 \frac{\text{rad}}{\text{sec}} . \text{ במצב זה כל חוט יוצר זווית } \alpha = 37^\circ \text{ עם ציר הסיבוב ואורך כל חוט הוא } l = 0.8\text{m}$$

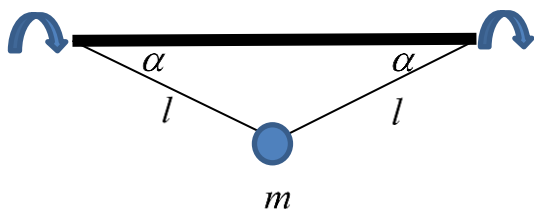
והכדור נע במעגל אופקי שמרכזו הוא מרכז המוט.



ציור 1 :

א. מהי המתיחות בכל אחד מהחוטים במצב זה ?

ב. נסתכל על מערכת דומה כאשר הפעם המוט משמש ציר סיבוב אופקי. ראה ציור 2 .



ציור 2 :

נתון: $m = 4\text{kg}$, $l = 0.8\text{m}$, $\alpha = 37^\circ$ והכדור נע במעגל אנכי שמרכזו הוא מרכז המוט. אם בנקודה הנמוכה של המסלול, המתוארת בציור 2, יש לכדור מהירות זוויתית $\omega = 8(\text{rad}/\text{sec})$,

מהי המתיחות בכל אחד מהחוטים?

ג. מה צריכה להיות המהירות הזוויתית המינימלית של הכדור בנקודה העליונה של המעגל האנכי כדי שהוא יבצע סיבוב אנכי מלא?

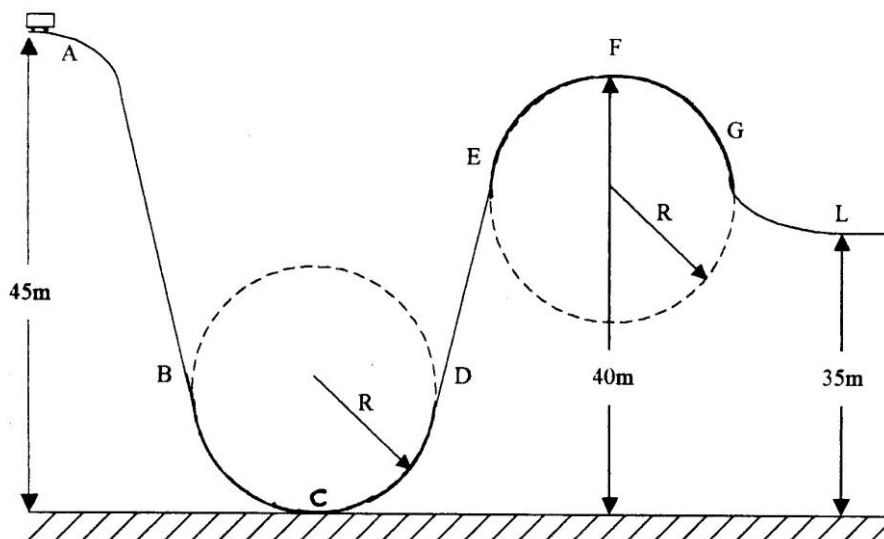
ד. כאשר הכדור מגיע אל הנקודה העליונה של המעגל האנכי במהירות שחישבת בסעיף ג' שני החוטים הקשורים אליו נקרעים. בדיוק ברגע זה הכדור נמצא בגובה $h = 125\text{cm}$ מעל משטח-אופקי. תוך כמה זמן מרגע זה יפגע הכדור במשטח האופקי?

תשובות: א) $T_1 \cong 127.44\text{N}$; $T_2 \cong 77.36\text{N}$ ב) $T \cong 135.63\text{N}$

ג) $\omega \cong 4.56(\text{rad}/\text{sec})$ ד) $t = 0.5(\text{sec})$

תרגיל 143

הגבהים של הנקודות A, F ו- L נתונים בתרשים. קטעי המסילה BCD ו- EFG הם קשתות מעגליות בעלות רדיוס R . בנקודה A נמצאת קרונית ובתוכה כיסא שעליו מותקנים מאזני-קפיץ. תלמיד, שמסתו m , החליט לבדוק את המסלול. הוא נכנס לקרונית בנקודה A והתיישב על המאזניים כך שרגליו אינן נוגעות ברצפת הקרונית. במצב זה הראו המאזניים את משקלו של התלמיד: mg . הקרונית עם התלמיד בתוכה יוצאת לדרכה מנקודה A במהירות התחלתית אפס. לקרונית אין מנוע והיא נעה כל הזמן על המסילה, מבלי להינתק ממנה. המסילה חלקה פרט לקטע GL , שבו קיים חיכוך בין הקרונית למסילה. ראה תרשים. כאשר הקרונית חולפת דרך הנקודה F מורים המאזניים על אפס והתלמיד מרגיש חוסר משקל.

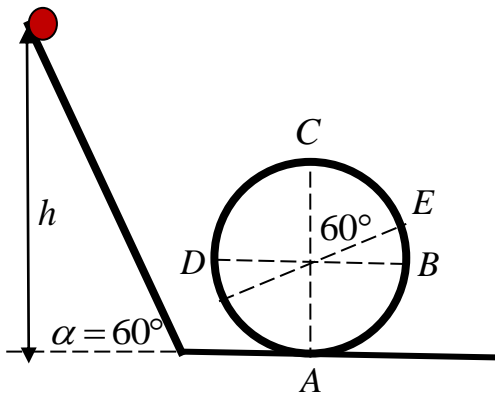


- א. מהי מהירות הקרונית כאשר היא מגיעה לנקודה F ?
- ב. מצא את רדיוס הקשתות המעגליות.
- ג. באיזו נקודה של המסילה מורים המאזניים את הערך הגדול ביותר? בטא ערך זה באמצעות mg (כלומר: mg כפול מספר שעליך למצוא)
- ד. נתון שמסת הקרונית (עם התלמיד) היא 100 ק"ג ושהיא חולפת דרך הנקודה L במהירות שגודלה $V_L = 8(m/sec)$, מהי עבודת כוח החיכוך לאורך הקטע FL ?
- ה. מהי עבודת כוח הכובד לאורך הקטע CF ?

תשובות: א) $v_F = 10(m/sec)$ ב) $R = 10(m)$ ג) $N_C = 10mg$ ד) $W = -6800(J)$ ה) $W = -40000(J)$

תרגיל 144

גוף קטן שמסתו $m = 0.1(kg)$ משוחרר ממעלה מישור משופע הנטוי בזווית $\alpha = 60^\circ$ וגובהו h . מקדם החיכוך בין הגוף לבין המישור המשופע הוא $\mu_k = 0.2$. הגוף נכנס למסילה מעגלית שהרדיוס שלה $R = 0.4(m)$. הנקודות **A**, **B**, **C**, **D** נמצאות בקצות הקטרים (אופקי ואנכי). המסילה המעגלית חסרת חיכוך.



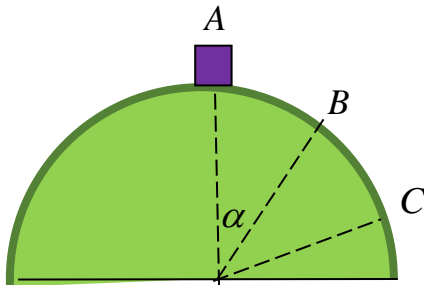
אם ידוע שתאוצתו השקולה בנקודה **B** הייתה $4.123g$ מצא:

- מה הייתה מהירותו בנקודה **B**?
- מהו הכוח השקול הפועל עליו בנקודה **B** (גודל וכיוון)?
- האם הגוף ישלים סיבוב שלם? נמק את תשובתך.
- מאיזה גובה h שוחרר הגוף?
- מצא את גודל התאוצה השקולה בנקודה **E**, שהרדיוס המכוון אליה יוצר זווית של 60° עם האנך.

תשובות: (א) $V_B = 4(m/sec)$ (ב) $\beta = 194^\circ$ (ג) $\sum F = 4.123(N)$; (ד) $h = 1.357(m)$
(ה) $a = 31.22(m/sec^2)$

תרגיל 145

גוף שמסתו m מונח על פני כיפה חצי – כדורית חלקה שהרדיוס שלה R . משחררים את הגוף ממנוחה מנקודה **A**, הנמצאת בקודקודה של הכיפה. (ראה תרשים) נתונים: α, g, R



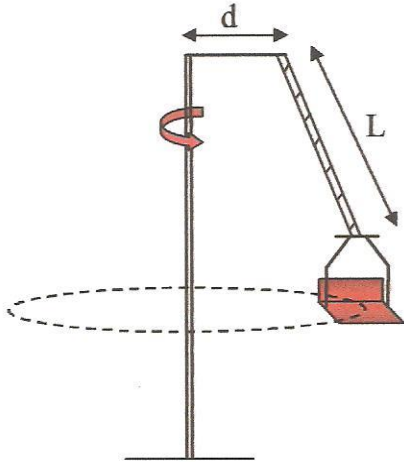
- בטא את מהירותו בנקודה כלשהי **B** בערת נתוני השאלה.
- מהו גודל הכוח בו מעיק הגוף על הכיפה בנקודה **B**?
- הגוף מתנתק מהכיפה בנקודה **C**. באיזה זווית התרחש הניתוק?
- אם הכיפה לא הייתה חלקה, האם הגוף היה ניתק בנקודה נמוכה יותר מ-**C**? נמק את תשובתך.
- במקרה אחר שוחרר הגוף ממנוחה מנקודה **B**. באיזה מהירות (גודל וכיוון) יתנתק הגוף מהכיפה?

תשובות: (א) $V_B = \sqrt{2gR(1 - \cos\alpha)}$ (ב) $3mg \cos\alpha - 2mg$ (ג) $\beta = 48.18^\circ$

$$\sqrt{\frac{2}{3}} gR \cos\alpha \quad (\text{ה})$$

תרגיל 146

קרסולה בנויה מעמוד זקוף הניתן לסיבוב סביב צירו, מקצהו העליון יוצאות זרועות אופקיות באורך $d = 1m$. בקצה כל זרוע קשור חבל שאורכו $L = 1.8m$, בקצה החבל כיסא שמסתו $m = 4kg$. (ראה תרשים).

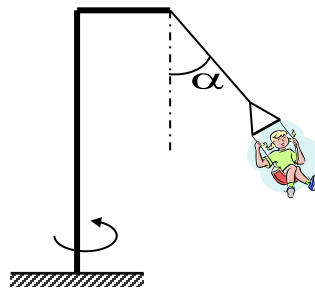


א. מהי התדירות בה יש לסובב את הקרסולה סביב צירה כדי שהכיסאות יתרחקו מציר הסיבוב מרחק של $2.5m$?
 ב. באחד הכיסאות יושב ילד שמסתו $M = 45kg$. מהי המתיחות בחבל?

ג. הקרסולה מסתובבת בתדירות שחישבת בסעיף א', הילד היושב בכיסא מחזיק כדור, בגובה $1.25m$ מהקרקע הוא עוזב את הכדור. מהו המרחק האופקי מציר סיבוב עד לנקודת הפגיעה?
תשובות: א) $f = 0.4(Hz)$ ב) $T = 886.4(N)$ ג) $\Delta X = 4(m)$

תרגיל 147

ילד מסתובב במתקן המתואר בציור במהירות שגודלה קבוע.



התנועה היא תנועה מעגלית אופקית, כך שהזווית α בין החוט והאנך נשארת קבועה כל הזמן. אורך המוט האופקי (העליון) של המתקן הוא $d = 1(m)$ ואורך החבל המחזיק את הילד הוא $l = 1.6(m)$. מסת הילד היא $m = 30(kg)$.

התייחס לילד ולמושב עליו הוא יושב כאל גוף נקודתי (שמסתו m) הקשור לחבל. הזנח את מסת החבל וכן את התנגדות האוויר ואת החיכוך במתקן. המתיחות המקסימלית המותרת בחבל מבלי שייקרע היא $T_{max} = 400(N)$.

א. שרטט את כל הכוחות הפועלים על הילד והמושב (התייחס אל הילד והמושב כגוף נקודתי אחד).
 ב. מהי המהירות הזוויתית המקסימלית האפשרית ω_{max} , כך שהחבל לא ייקרע?
 ג. כעת המתקן אינו מסתובב, והילד מתנדנד בו כמו בנדנדה רגילה, כך שהזווית α משתנה כל הזמן.

הזווית המקסימלית (בשיא הגובה) היא $\alpha_{max} = 29^\circ$.

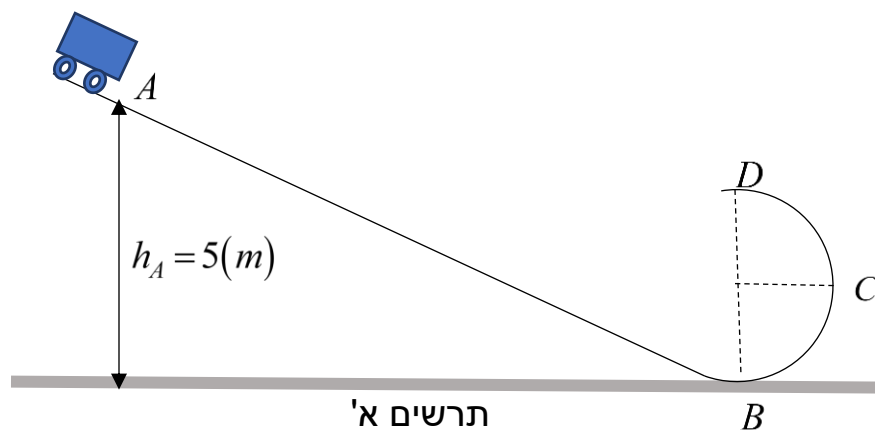
- מה תהיה המתיחות המקסימלית בחבל?
- מה תהיה התאוצה המשקית המקסימלית של הילד?

תשובות:

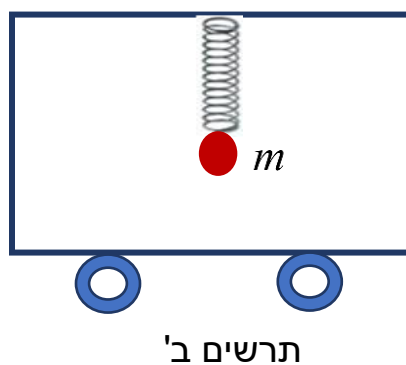
$$a_{Tmax} = 4.85(m/sec^2) \quad (2) \quad T_{max} = 375(N) \quad (1) \quad \omega_{max} = 2.07(Rad/sec) \quad (ב)$$

תרגיל 148

בתרשים א' מתואר מסלול חלק המורכב ממסילה ישרה ומשופעת במסילה מעגלית שהרדיוס שלה $R = 1(m)$ ומישורה ניצב לפני הקרקע. משחררים עגלה קטנה ממנוחה מהנקודה A הנמצאת על המסילה בגובה $h = 5(m)$ מעל פני הקרקע.



לתקרת העגלה מחובר קפיץ. צד אחד של הקפיץ קשור לתקרת העגלה וצדו השני קשור לחרוז (ראה תרשים ב').



נתון שמסת החרוז היא $m = 0.05(kg)$, שקבוע הקפיץ $k = 100(N/m)$ ושמסת העגלה (כולל כל הגופים בתוכה) היא $M = 2(kg)$. נתון גם שממדי העגלה זניחים ביחס לרדיוס המסלול מעגלי.

א. חשב את מהירות העגלה בנקודה הנמוכה ביותר במסלול (בנקודה B).

ב. חשב את הכוח שהעגלה מפעילה על המסלול בנקודה B .

ג. קבע האם בנקודה B הקפיץ מכווץ או מתוח ביחס למצבו הרפוי? נמק את תשובתך.

ד. חשב את שיעור התארכות או התכווצות הקפיץ במצב המתואר בסעיף ג'.

ה. חשב את מהירות העגלה בנקודה D .

ו. קבע האם בנקודה D הקפיץ מכווץ או מתוח ביחס למצבו הרפוי? נמק את תשובתך.

ז. חשב את שיעור התארכות או התכווצות הקפיץ במצב המתואר בסעיף ו'.

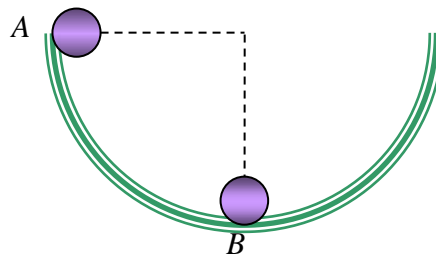
תשובות: א) $v_B = 10(m/sec)$ ב) $N = 220(N)$ ג) מתוח ד) $\Delta l = 0.055(m)$ ה)

$$\Delta l = 0.025(m) \quad \text{ז) } \sum F_D = 3(N) \quad \text{ו) } v_D = \sqrt{60}(m/sec)$$

תרגיל 149

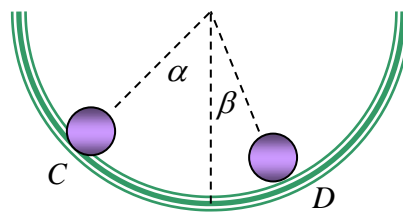
גוף קטן בעל מסה m נע על משטח חצי כדורי שהרדיוס שלו הוא R . הכדור שוחרר ממנוחה מנקודה A שבקצה העליון של המשטח, ונעצר בנקודה B (ראה תרשים א')

נתונים: R, m, g .



תרשים א'

- א. כמה אנרגיה מכנית אבדה? הסבר.
- ב. מה גודלו של כוח החיכוך שפועל, בהנחה שגודלו קבוע במהלך תנועת הגוף?
- ג. כמה אנרגיה קינטית יש להקנות לכדור בנקודה B בכדי שיעלה על המשטח וייעצר בדיוק בהגיעו ל- A ?
- ד. אילו הגוף היה משוחרר ממנוחה מנקודה C בו רדיוס המשטח יוצר זווית α עם האנך, הכדור היה נעצר בנקודה D , בו יוצר הרדיוס זווית β עם האנך. (ראה תרשים ב').



תרשים ב'

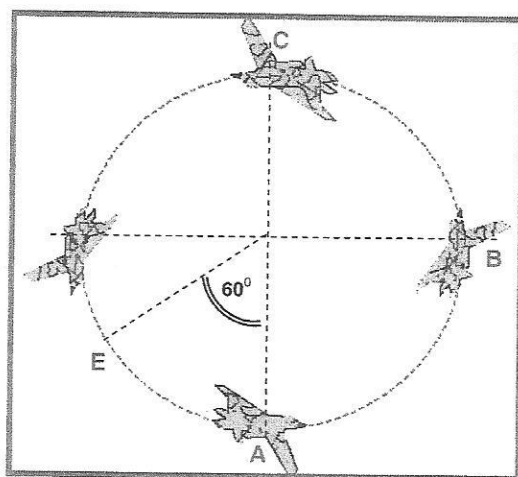
1. חשב את שינוי האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית בין C לבין D .
2. כמה עבודה בוצעה ע"י כוח החיכוך במהלך תנועת הגוף מ- C אל- D ?
3. סמן את כל הכוחות הפועלים על הגוף בנקודה D , אחרי שהבול נעצר בה, ובטא את גודלו של כוח החיכוך.

תשובות: א) $|\Delta E| = mgR$ ב) $f = \frac{2mg}{\pi}$ ג) $\Delta E_k = 2mgR$

ד) $\Delta E_D = mgR(\cos \alpha - \cos \beta)$ $W_f = mgR(\cos \alpha - \cos \beta)$ $f_s = mg \sin \beta$

תרגיל 150

טייס שמסתו $m = 80(kg)$ מבצע לולאה אנכית (לופ) כשהוא טס כל הזמן במהירות קבועה.



- א. מהי תאוצתו הרדיאלית של המטוס, אם ידוע שגודל הכוח הנורמלי הפועל על הטייס בנקודה התחתונה של הלולאה גדול פי 1.5 מגודל הכוח הנורמלי בנקודה העליונה של הלולאה?
- ב. מהי מהירות המטוס, אם ידוע שרדיוס הלולאה הוא $1500m$?
- ג. מה גודלו של הכוח הנורמלי הפועל על הטייס בנקודות E, C, B, A ?
- ד. רוצים שבנקודה העליונה של הלולאה הטייס לא ילחץ על הכיסא.
- (1) מה צריכה להיות לשם כך מהירותו הקבועה?
- (2) מה יהיה גודלו של הכוח הנורמלי בנקודה התחתונה במהירות זו?

תשובות:

$$a_R = 50(m/sec^2) \text{ (א)}$$

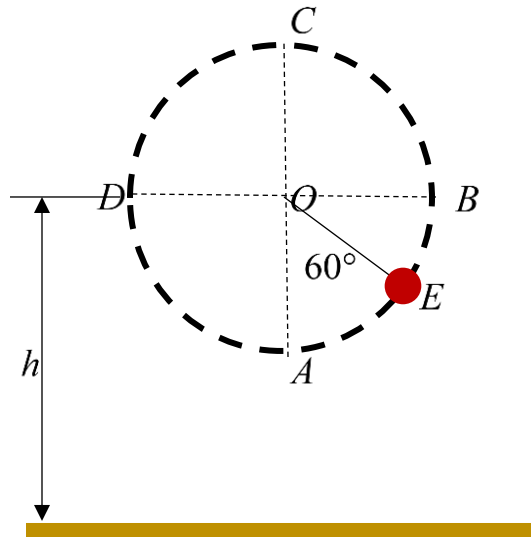
$$V = 273.86(m/sec) \text{ (ב)}$$

$$N_A = 4800(N); N_B = 4000(N); N_C = 3200(N); N_E = 4400(N) \text{ (ג)}$$

$$N = 1600(N); v = 122.47(m/sec) \text{ (ד)}$$

תרגיל 151

במהלך ניסוי, קושרים כדור שמסתו $m = 0.2(kg)$ אל ציר סיבוב אופקי O באמצעות חוט שמסתו זניחה ואורכו $l = 60(cm)$. כאשר הכדור במנוחה בנקודה A מקנים לו מהירות אופקית שגודלה $v = 9(m/sec)$, וכתוצאה מכך הכדור מתחיל לבצע תנועה מעגלית במישור הניצב לפני הקרקע וציר הסיבוב O במרכזה. גובה ציר הסיבוב O , הוא $h = 120(cm)$, מעל קרקע אופקית. במהלך תנועתו המעגלית הכדור עובר בנקודות B , C ו- D (ראה תרשים).



א. חשב את הכוח השקול (גודל וכיוון) הפועל על הכדור בנקודה A מיד לאחר שקיבל את המהירות האופקית וחשב באמצעות כוח זה את המתיחות בחוט בנקודה זו.

ב. חשב את הכוח השקול (גודל וכיוון) הפועל על הכדור בנקודות B ו- C .

ג. חשב את הכוח השקול (גודל וכיוון) הפועל על הכדור בנקודה E שבה החוט יוצר זווית של 60° עם האנך (ראה תרשים).

ד. כאשר הכדור עובר דרך הנקודה A בפעם השנייה החוט נקרע. חשב:

(1) את הזמן שחולף מרגע קריעת החוט ועד שהכדור פוגע בקרקע.

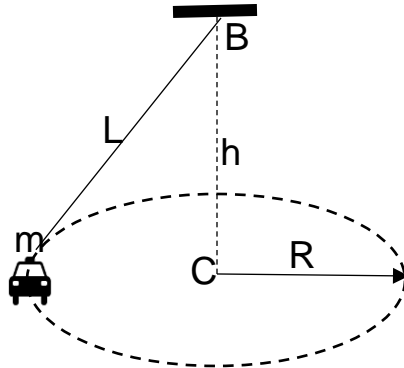
(2) את המרחק האופקי שהכדור עובר מהנקודה A עד לנקודת הפגיעה בקרקע.

תשובות: א) $T_A = 29(N)$ ב) $\sum F_B = 23.03(N)$ בכיוון תאוצה ג) $\sum F_E = 25.06(N)$ בכיוון

תאוצה ד) (1) $t = 0.49(sec)$ ד) (2) $x = 4.41(m)$

תרגיל 152

מכונית צעצוע שמסתה $m = 0.6\text{kg}$ מונחת על משטח אופקי לא חלק וקשורה לקצה חוט שאורכו $L = 2\text{m}$. הקצה השני של החוט קשור לתקרה בנקודה B הנמצאת בגובה $h = 1.6\text{m}$ מעל המשטח. מפעילים את מנוע המכונית, והיא מתחילה לנוע על המשטח האופקי במהירות קבועה במסלול מעגלי שמרכזו בנקודה C הנמצאת מתחת לנקודה B (ראה תרשים). ניתן לשלוט במהירות המכונית על ידי שלט.



א. קבע מהם הכוחות הפועלים על המכונית במהלך תנועתה. שרטט על גבי התרשים חיצים המייצגים את כיווני הכוחות.

ב. נתון שכאשר מהירות המכונית היא 2m/sec המתיחות בחוט 2N . חשב את:

(1) הכוח הנורמלי שהמשטח מפעיל על המכונית.

(2) כוח החיכוך הסטטי הפועל על המכונית בכיוון מרכז הסיבוב.

ג. מגדילים את מהירות המכונית בהדרגה. לגבי כל אחד מהכוחות הבאים ציין אם הוא גדל, קטן או לא משטנה:

(1) המתיחות בחוט.

(2) הכוח הנורמלי.

ד. חשב את גודל המהירות המקסימלית בה יכולה המכונית לנוע על מנת שלא תתנתק מהמשטח.

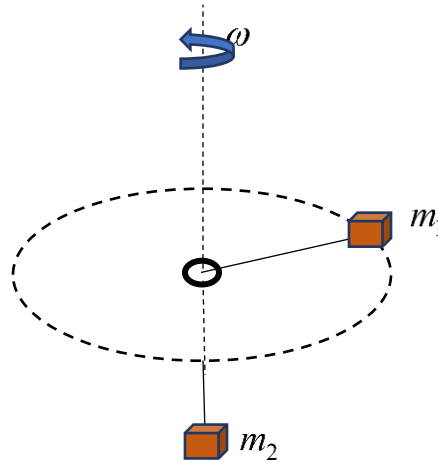
ה. חשב את המתיחות בחוט במקרה של הסעיף הקודם.

תשובות: (ב) (1) $N = 4.4(N)$ (ב) (2) $f_s = 0.8(N)$ (ג) (1) T גדל (ג) (2) N קטן

(ד) $v_{\max} = 3(m/sec)$ (ה) $T = 7.5(N)$

תרגיל 153

קושרים גוף שמסתו $m_1 = 0.2\text{kg}$ לקצה חוט שמסתו זניחה ומניחים אותו על דיסק עגול ואופקי שאותו ניתן לסובב סביב ציר סיבוב אנכי שעובר במרכזו. משחילים את החוט דרך פתח קטן הנמצא במרכז הדיסק וקושרים בקצהו השני משקולת שמסתה $m_2 = 0.1(\text{kg})$ התלויה באוויר (ראה תרשים).



משחררים את המערכת ומסובבים את הדיסק במהירות זוויתית קבועה, $\omega = 2.5(\text{rad/sec})$, ומגלים שהגוף נמצא במנוחה יחסית לדיסק ומתייצב בתנועתו במסלול מעגלי שהרדיוס הקבוע שלו הוא $R = 0.4(\text{m})$. נתון שבין הדיסק והגוף המונח עליו קיים חיכוך, ומקדם החיכוך הסטטי הוא $\mu_s = 0.4$.

בין החוט והפתח במרכז הדיסק לא קיים חיכוך.

א. קבע את כיוון כוח החיכוך הסטטי שפועל על הגוף וחשב את גודלו.

ב. האם פועל כוח חיכוך על הגוף בציר המשיק למסלול המעגלי שלו? נמק את תשובתך.

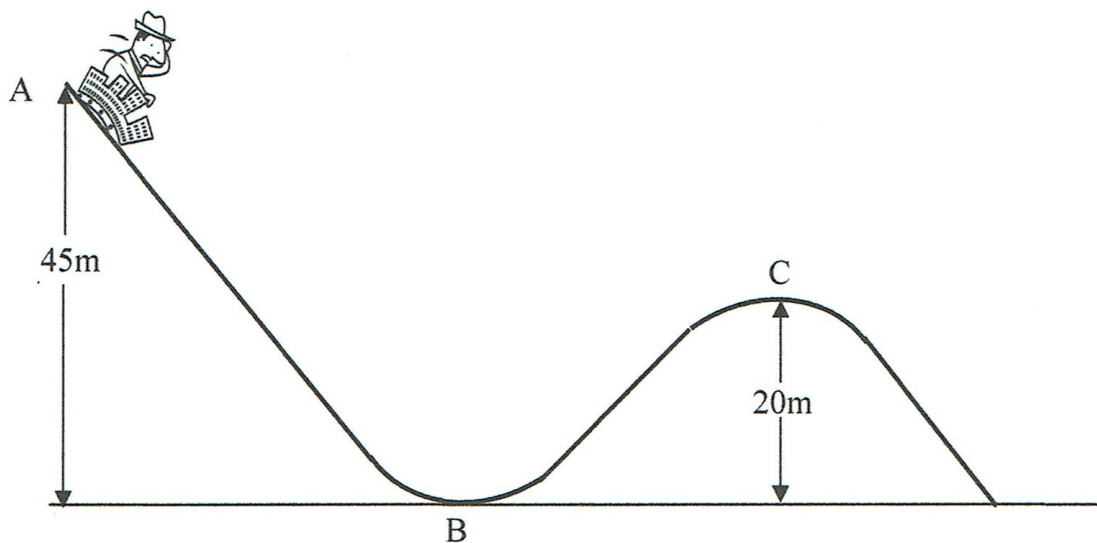
ג. מה צריך להיות גודל המהירות הזוויתית של הדיסק על מנת שכוח החיכוך הסטטי הפועל על הגוף יתאפס והרדיוס הוא $R = 0.4(\text{m})$? חשב.

ד. חשב את גודל המהירות הזוויתית המקסימלית ω_{\max} , על מנת שהגוף יישאר במסלול המעגלי שהרדיוס שלו $R = 0.4(\text{m})$.

ה. חשב את גודל המהירות הזוויתית המינימלית, ω_{\min} , על מנת שהגוף יישאר במסלול המעגלי שהרדיוס שלו $R = 0.4(\text{m})$.

תשובות: (א) $f_s = -0.5(\text{N})$ ממרכז המעגל והחוצה (ב) לא (ג) $\omega = 3.53(\text{rad/sec})$

(ד) $\omega_{\max} = 4.74(\text{rad/sec})$ (ה) $\omega_{\min} = 1.58(\text{rad/sec})$



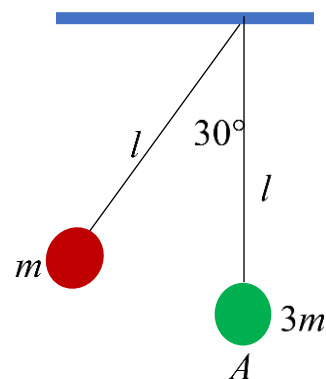
פיסיקאי עלה על עגלה עד מגלשה בגובה $45m$ ובידו קפיץ ועליו תלויה מסה בת $0.1kg$.
 בנקודה **B** הנמצאת בתחתית המסלול, ובנקודה **C**, הנמצאת בגובה $20m$ הוא נע במסלולים מעגליים
 אנכיים בעלי רדיוסים שווים R , ובשתי נקודות אלו הוא מדד את אורך הקפיץ.
 מחמת ההתרגשות הוא לא הספיק לרשום את התוצאות תוך כדי נסיעה, אולם הוא זכר שבאחת הנקודות
 (**C** או **B**) היה הקפיץ רפוי בעוד שבנקודה השנייה הוא היה מתוח ב- $10cm$ ממצבו הרפוי.
 התנגדות האוויר זניחה.

- באיזו מבין הנקודות **B** או **C** היה הקפיץ רפוי? נמק את תשובתך.
- באיזה מהירות נעה העגלה בכל אחת מהנקודות הללו?
- מהו רדיוס כל אחת מהמסילות המעגליות?
- מהו קבוע הכוח של הקפיץ?

תשובות: א) בנקודה **C** (ב) $v_C = 22.36(m/sec)$; $v_B = 30(m/sec)$
 ג) $R = 50(m)$ (ד) $K = 28(N/m)$

תרגיל 155

כדור שמסתו $m_1 = 0.1\text{kg}$ קשור לקצהו של חוט שאורכו $l = 0.5\text{m}$. משחררים את הכדור ממנוחה ממצב שבו החוט יוצר זווית בת 30° עם האנך. הכדור מתנגש פלסטית בכדור שני שמסתו $m_2 = 0.3\text{kg}$ התלוי בנקודה A, כמראה בתרשים.



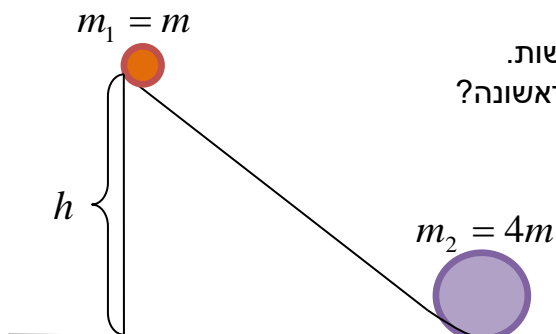
- מצא את מהירות (גודל וכיוון) הכדור רגע לפני ההתנגשות.
- מצא את מהירות שני הגופים הצמודים מיד לאחר ההתנגשות.
- מצא את הזווית המרבית לאנך, אליה יגיע החוט הקשור לכדורים לאחר ההתנגשות.
- מהו המתקף שהופעל על הגוף $3m$ בהתנגשות?

תשובות:

(א) $V = 1.16\text{m/sec}$ (ב) $u = 0.29\text{m/sec}$ (ג) $\beta = 7.44^\circ$ (ד) $J = 0.087\text{N}\cdot\text{sec}$

תרגיל 156

גוף שמסתו $m_1 = m$ מחליק מגובה $h = 1.25\text{m}$ על מדרון חלק. בתחתית המדרון נמצא גוף אחר שמסתו $m_2 = 4m$, והוא נמצא במנוחה. ידוע שההתנגשות בין הגופים בציר אופקי בצמוד לתחתית המדרון היא אלסטית לחלוטין.



- המסלול בתחתית המדרון הוא ישר וארוך מאוד.
- מצא את מהירות הגוף שמסתו m_1 רגע לפני ההתנגשות.
 - מצא את מהירות של כל אחד מהגופים רגע אחרי ההתנגשות.
 - לאיזה גובה יעלה הגוף שמסתו m_1 לאחר ההתנגשות הראשונה?
 - הסבר מדוע תהיה התנגשות נוספת בין הגופים, ומצא את המהירות של כל גוף לאחר ההתנגשות השנייה.

האם תתרחש התנגשות נוספת לאחר ההתנגשות השנייה? נמק את תשובתך.

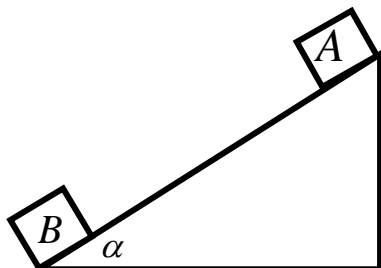
תשובות: (א) $V_1 = 5\text{m/sec}$ (ב)

$h' = 0.45\text{m}$ (ג) $U_1 = -3\text{m/sec}$; $U_2 = 2\text{m/sec}$

(ד) $U_1' = 1.4\text{m/sec}$; $U_2' = 2.4\text{m/sec}$

157 תרגיל

גוף **A** משוחרר ממנוחה מפסגת מישור משופע מחוספס שאורכו $L = 4m$ וזווית נטייתו $\alpha = 37^\circ$.
 0.5sec אחרי השיחרור של גוף **A** נזרק מתחתית המישור גוף **B**.
 המסות של הגופים שוות. הגוף **B** נזרק במעלה המישור המשופע, והגופים מתנגשים אלסטית לחלוטין בדיוק
 באמצע המישור המשופע. (ההתנגשות בין הגופים נמשכת זמן קצר מאוד)
 מקדם החיכוך בין כל גוף והמישור המשופע הוא $\mu_k = 0.25$.



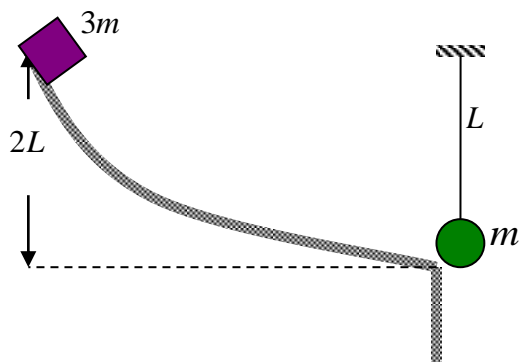
- א. כמה זמן חולף מתחילת התנועה של גוף **A** עד להתנגשות?
 ב. מה מהירותו התחילית של גוף **B**?
 ג. מה מהירויות הגופים רגע לפני ההתנגשות?
 ד. עד איזה מרחק (מתחתית המישור) יעלה הגוף **A** לאחר ההתנגשות?

תשובות: א) $t = 1(\text{sec})$ ב) $V_0 = 6(m/\text{sec})$ ג) $V_B = 2(m/\text{sec})$; $V_A = -4(m/\text{sec})$

ד) $X_{\text{כלל}} = 2.25m$

158 תרגיל

גוף שמסתו $3m$ משוחרר ממנוחה מנקודה הנמצאת בגובה $2L$ מעל הקצה התחתון האופקי של מסילה
 אנכית חלקה. בהגיעו אל תחתית המסילה נדבק הגוף לכדור שמסתו m התלוי בקצה חוט שאורכו L .
 נתונים: g, L, m .



- א) מהי מהירות הגופים מיד לאחר ההתנגשות?
 ב) מהי מתיחות החוט מיד לאחר ההתנגשות?
 ג) מהו המתקף שהפעיל הגוף על הכדור בהתנגשות?
 ד) מהו אבדן האנרגיה המכאנית בהתנגשות?

תשובות:

א) $u = 1.5 \cdot \sqrt{g \cdot L}$ ב) $T = 13mg$ ג) $J = 1.5 \cdot m \cdot \sqrt{g \cdot L}$ ד) $\Delta E_K = -1.5mgL$

תרגיל 159

פגז נורה אנכית כלפי מעלה מן הקרקע במהירות התחלתית $v_0 = 40 \text{ m/s}$. בשיא הגובה של מסלולו התפוצץ הפגז לשני חלקים. כתוצאה מן הפיצוץ **שליש** מן המסה המקורית עלה אנכית עוד 45 m

א. חשב את הגובה שבו אירע הפיצוץ.

ב. מה היו המהירויות של שני החלקים מיד אחרי הפיצוץ?

ג. כמה אנרגיה השתחררה בפיצוץ, אם מסת הפגז (לפני הפיצוץ) הייתה $m = 6 \text{ Kg}$?

ד. באיזה הפרש זמן פגעו שני החלקים באדמה בזה אחרי זה?

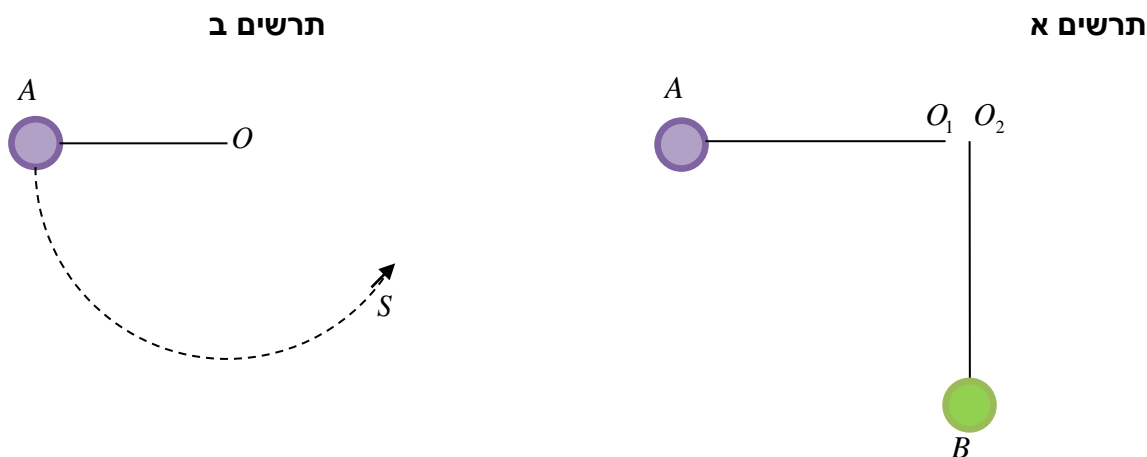
תשובות:

א) $h_{\max} = 80 \text{ (m)}$ (ב) $u_2 = 30 \text{ (m/sec)}$ כלפי מעלה $u_1 = -15 \text{ (m/sec)}$ כלפי מטה

ג) $\Delta E_k = 1350 \text{ (J)}$ (ד) 5.23 (sec)

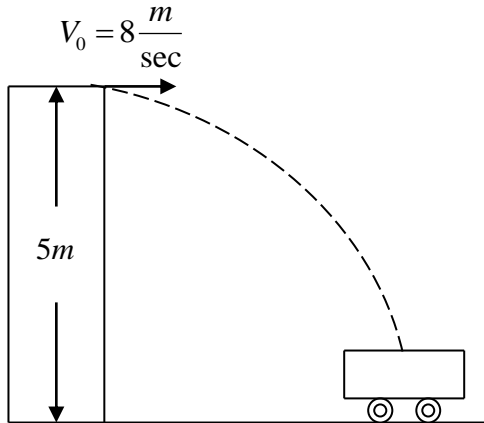
תרגיל 160

כדור **A** שמסתו $m_1 = 0.1 \text{ kg}$ מוחזק במנוחה בקצהו של חוט אופקי שאורכו $l = 0.8 \text{ m}$ הקשור לנקודה קבועה O_1 . הכדור שני **B** שמסתו $m_2 = 0.3 \text{ kg}$ תלוי במנוחה על חוט אנכי, בעל אותו אורך l , הקשור לנקודה קבועה O_2 . משחררים את הכדור **A** ממנוחה ותוך כדי תנועתו הוא מתנגש התנגשות מצח אלסטית (לחלוטין) בכדור **B** (ראה תרשים א).



- א. מצא את מהירות (גודל וכיוון) הכדור **A** כהרף עין לפני ההתנגשות.
 ב. מצא את המתיחות בחוט הקשור לכדור **A** כהרף עין לפני ההתנגשות.
 ג. מצא את הזווית המרבית לאנך, אליה יגיע החוט הקשור לכדור **B** לאחר ההתנגשות.
 ד. מסירים את הכדור **B**, ומשחררים שוב את הכדור **A** ממנוחה במצב אופקי. בהגיע הכדור לנקודה **S** נתק הכדור מהחוט (ראה תרשים ב'). האם הגובה המרבי אליו יגיע הכדור לאחר הניתוק יהיה גדול, קטן או שווה לגובה ממנו שוחרר ממנוחה? נמק.

תשובות: א) $V_1 = 4 \text{ (m/sec)}$ (ב) $T = 3 \text{ (N)}$ ג) $\alpha = 41.4^\circ$

תרגיל 161

מגג בניין שגובהו $5(m)$ מעל המשטח האופקי וראה תרשים, נזרק גוש פלסטלינה שמסתו $0.5(kg)$ בכיוון אופקי, במהירות $V_0 = 8(m/sec)$. גוש פלסטלינה פגע בקרונית ונדבק אליה. הקרונית הייתה במנוחה לפני ההתנגשות ומסתה $1.5(kg)$. הנח כי גובה הקרונית קטן מאוד ביחס לגובה הבניין והזנח את התנגדות האוויר.

חשב:

- את המרחק שבין מרגלות הבניין לבין נקודת הפגיעה בקרונית.
- את המהירות (גודל וכיוון) שבה פגע גוש הפלסטלינה בקרונית.
- את המהירות המשותפת (של גוש הפלסטלינה והקרונית) מיד לאחר ההתנגשות.
- את המרחק שעברה הקרונית עד שנעצרה. נתון, כי מקדם החיכוך בין הקרונית והמשטח האופקי הוא

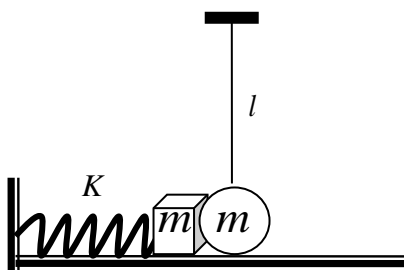
0.2

תשובות: א) $X = 8(m)$ ב) $V = 12.8(m/sec)$; $\alpha = -51.34^\circ$ ג) $U = 2(m/sec)$ ד) $X' = 1(m)$

תרגיל 162

בול שמסתו $m = 0.5kg$ מחובר לקצהו של קפיץ רפוי שקבוע הכוח שלו הוא $K = 50(N/m)$. הבול חופשי להחליק על גבי משטח אופקי חלק. כדור שמסתו m היא, תלוי באמצעות חוט שאורכו $l = 0.32m$ לציר סיבוב. ממכווצים את הקפיץ בשיעור $x = 0.4m$ כשהמסה צמודה לקצהו ומשחררים.

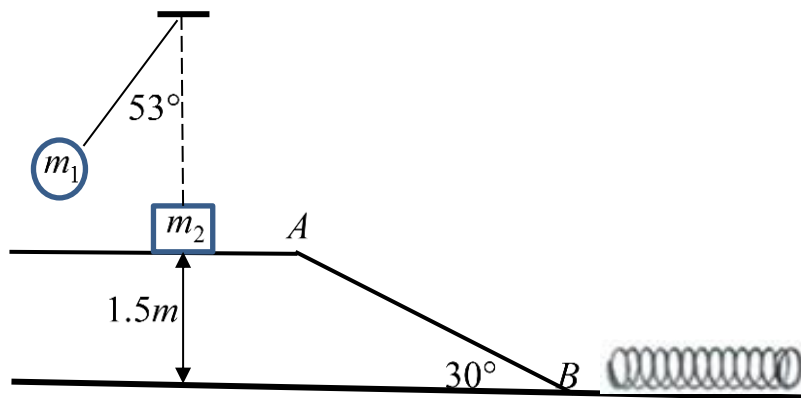
- מה תהיה מהירות כל אחד מהגופים מיד לאחר ההתנגשות אם היא **אלסטית לחלוטין**?
- מהו המתקף שהפעיל הבול על הכדור?
- באיזה זווית ביחס לאנך מתיחות החוט תהיה שווה לאפס?
- מהי המתיחות בחוט מיד לאחר ההתנגשות?



תשובות: א) $u_1 = 0; u_2 = 4(m/sec)$ ב) $J = 2(N \cdot sec)$ ג) $\alpha = 180^\circ$ ד) $T = 30N$

תרגיל 163

גוף בעל מסה $m_1 = 2\text{kg}$, קשור לתקרה אופקית בחוט שאורכו $L = 0.4\text{m}$. החוט מוסט בזווית 53° מהאנך לתקרה ומשחרר ממנוחה (כמתואר בשרטוט). בתחתית המסלול המעגלי של תנועתו (כאשר החוט אנכי), מתנגש הגוף m_1 בגוף שני בעל מסה $m_2 = 4\text{kg}$ הנמצא במנוחה על משטח אופקי חלק בגובה 1.5m מעל קרקע אופקית. מיד לאחר ההתנגשות, גוף m_1 מקבל מהירות 0.3m/sec שמאלה וגוף m_2 נע על משטח אופקי חלק ובנקודה **A** הוא עובר למישור משופע לא חלק בעל מקדם חיכוך קינטי $\mu_K = 0.05$ וזווית שיפוע 30° , המישור המשופע מתחבר בנקודה **B** למסילה אופקית חלקה. הנח שגוף m_2 צמוד למשטח כל זמן התנועה. בקצה המסילה נמצא קפיץ בעל קבוע $K = 100\text{N/m}$. ראה ציור.



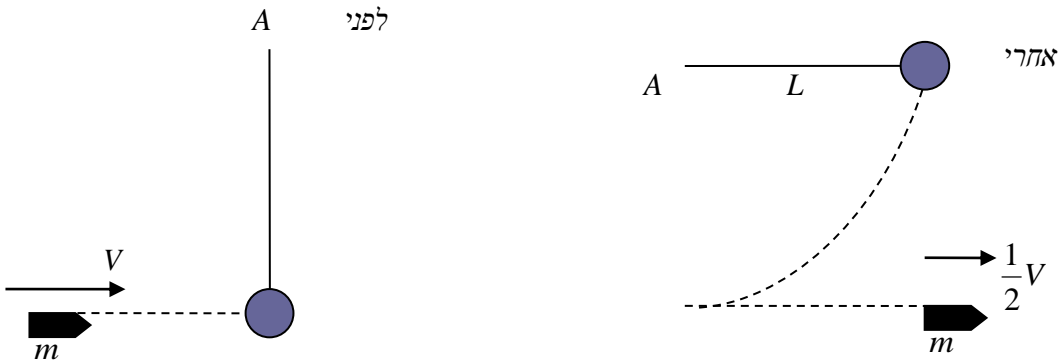
- מהי המהירות של מסה m_1 רגע לפני ההתנגשות?
- מהי המתיחות בחוט רגע לפני ההתנגשות?
- מהי המהירות של מסה m_2 מיד לאחר ההתנגשות (גודל וכיוון)?
- מהו הגודל המהירות של מסה m_2 בנקודה **B**?
- מהי ההתכווצות מקסימלית של הקפיץ?
- מהי המהירות של מסה m_2 כאשר הקפיץ מכווץ בחצי מהערך המקסימלי?

תשובות: א) $V_1 = 1.78\text{m/sec}$ ב) $T = 35.8\text{N}$ ג) $u_2 = 1.04\text{m/sec}$ ד) $V_B = 5.34\text{m/sec}$ ה) $x = 1.068\text{m}$ ו) $V_C = 4.62\text{m/sec}$

תרגיל 164

קליע שמסתו m נע אופקית במהירות V וחודר לתוך מטוטלת שמסתה M הנמצאת במנוחה. הקליע יוצא במהירות $0.5V$ מצידה השני של המטוטלת. המטוטלת תלויה בחוט חסר מסה שאורכו L המחובר אל ציר סיבוב אופקי חלק A .

נתונים: m, M, g, L

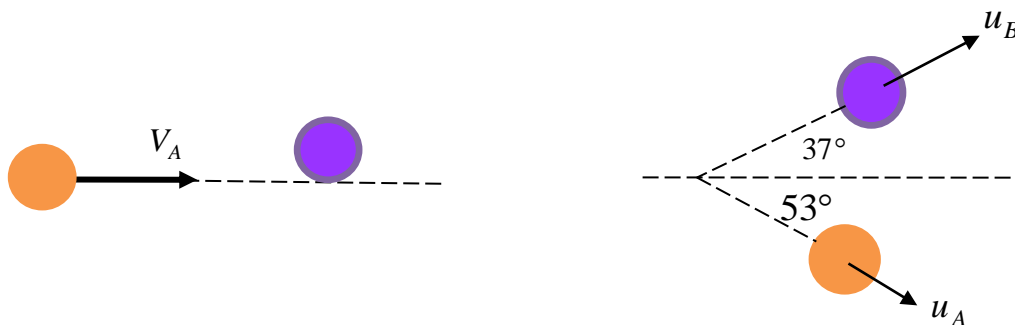


- א. מה מהירות הקליע אם ידוע שהמטוטלת עלתה לזווית מרבית בת 90° ?
- ב. מהי המתיחות בחוט מייד לאחר יציאת הקליע?
- ג. מה המהירות המינימלית הדרושה לקליע על מנת שהמטוטלת תבצע סיבוב שלם מבלי שהחוט יתרופף? הנח שהקליע יוצא מהמטוטלת במחצית המהירות בה פגע.

תשובות: א) $V = \frac{2 \cdot M}{m} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot L}$ ב) $T = 3Mg$ ג) $V = \frac{2M}{m} \sqrt{5gL}$

תרגיל 165

דיסקת הוקי **A** מחליקה על משטח קרח חלק במהירות $V = 5(m/sec)$ ופוגעת בדיסקת **B** הנמצאת במנוחה. מסות הדיסקות שוות $m_A = m_B = m$. הדיסקת **B** מוסטת לזווית $\alpha = 37^\circ$ מכיוון תנועתה המקורי, הדיסקת **A** בזווית $\beta = 53^\circ$ כבתרשים.



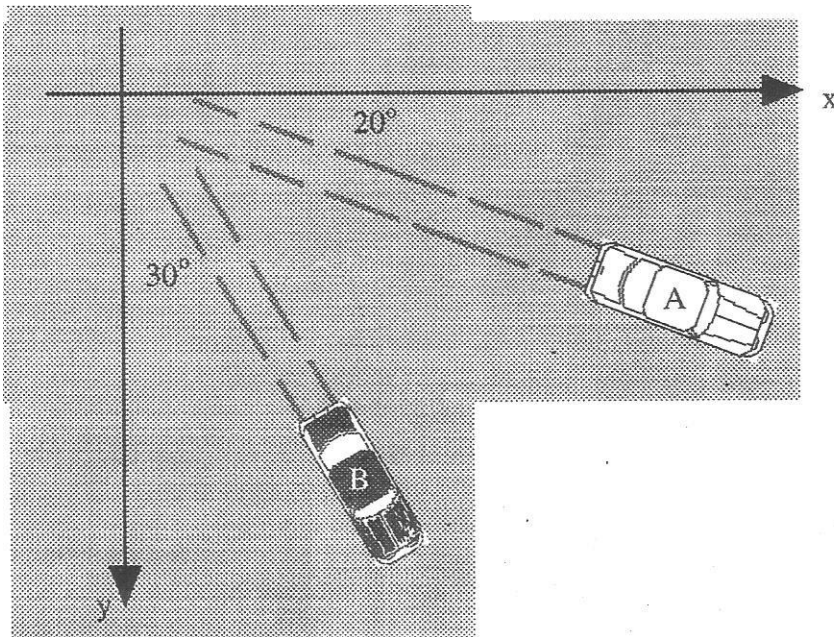
- א. חשב את גודל המהירויות של הדיסקות מיד לאחר ההתנגשות.
- ב. מהו המתקף (גודל וכיוון) שהפעילה דיסקת **B** על הדיסקת **A**.
- ג. האם ההתנגשות הייתה אלסטית לחלוטין? נמק בעזרת חישוב.
- תשובות: א) $u_A = 3(m/sec)$; $u_B = 4(m/sec)$ ב) $4m$

תרגיל 166

שתי מכוניות שמסותיהם 500kg כל אחת, פוגעות אחת בשנייה בצומת דרכים ובעקבות ההתנגשות מחליקה כל מכונית (כשגלגליה "נעולים" עקב בלימה שגויה) מקדם חיכוך ההחלקה שבין צמיגי המכוניות וכביש הוא $\mu_k = 0.4$

המכונית **A** עוברת 24.1m , ממקום ההתנגשות ועד לעצירתה הסופית, בכיוון היוצר זווית בת 20° ביחס לציר X , כמתואר בתרשים.

המכונית **B** עוברת 15.4m , ממקום ההתנגשות ועד לעצירתה הסופית, בכיוון היוצר זווית בת 30° ביחס לציר Y , כמתואר בתרשים.



- א. מה מהירות כל מכונית מיד לאחר ההתנגשות? (סמן מהירויות אלה- u_A, u_B)
- ב. לפי גרסת נהג **B** הייתה מהירות מכוניתו לפני ההתנגשות $V_B = 45(\text{km/hr})$ בכיוון החיובי של ציר X . מה מהירות מכונית **A** (גודל וכיוון) לפני ההתנגשות?
- ג. עבור הנתונים של סעיף ב' – מה אובדן האנרגיה המכנית בהתנגשות?

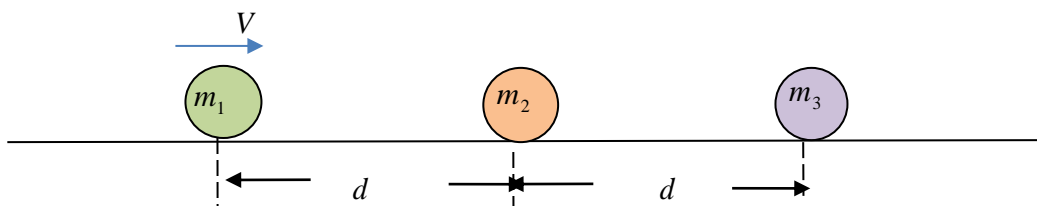
תשובות: א) $u_A = 13.885(\text{m/sec})$; $u_B = 11.1(\text{m/sec})$

ב) $V_A = 15.6(\text{m/sec})$; $\gamma = 67^\circ$

ג) $\Delta E_k' = 20901.7(\text{J})$

תרגיל 167

שלושה כדורים שמסותיהם $m_1 = m$, $m_2 = m$, $m_3 = 3m$ נמצאים במנוחה על קו ישר על גבי משטח אופקי חלק במרחק $d = 9m$ זה מזה, כמראה בתרשים. מקנים לכדור השמאלי מהירות $V = 6(m/sec)$ ימינה.



א. מצא את המהירויות הסופיות של הכדורים (גדלים וכיוונים) לאחר סיום כל ההתנגשויות ביניהם בהנחה שכל ההתנגשויות אלסטיות לחלוטין.

הערה: שים לב שזוג כדורים עשוי להתנגש יותר מפעם אחת.

ב. כמה זמן חולף בין ההתנגשות הראשונה להתנגשות האחרונה?

ג. מהי המהירות הסופית של הכדורים אם נתון שכל ההתנגשויות פלסטיות?

תשובות:

א) **כדור ראשון:** $3(m/sec)$ שמאלה **כדור שני:** 0 **כדור שלישי:** גודל המהירות $3(m/sec)$ ימינה.

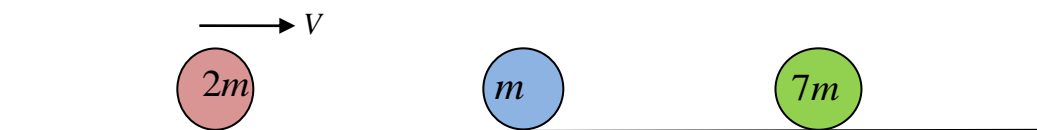
ב) $t = 4.5(sec)$ א) $u' = 1.2(m/sec)$

תרגיל 168

שלושה כדורים שמסותיהם $2m$, m , $7m$ בהתאמה, מונחים לאורך קו ישר על שולחן אופקי חלק, כמראה בתרשים.

הכדור שמסתו $2m$ נע במהירות V ומתנגש אלסטית לחלוטין בכדור שמסתו m .

שלוש שניות לאחר ההתנגשות הנ"ל מתנגש הכדור שמסתו m בכדור שמסתו $7m$ התנגשות פלסטית. נתונים: V , m .



א. מהי מהירות כל כדור (גודל וכיוון) מיד לאחר ההתנגשות הראשונה?

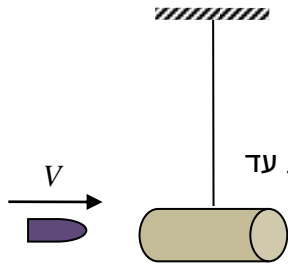
ב. מהי המהירות המשותפת של הכדור שמסתו m והכדור שמסתו $7m$ לאחר ההתנגשות הפלסטית ביניהם?

ג. כמה זמן חולף מרגע ההתנגשות הראשונה להתנגשות השלישית (של הכדור שמסתו $2m$ בשני הכדורים הדבוקים)?

תשובות: א) $u_2 = 1.33V$; $u_1 = 0.33V$ ימינה. ב) ימינה $u = 0.167V$ א) $t = 21(sec)$

תרגיל 169

בול עץ שמסתו $M = 7.97(kg)$ תלוי בקצהו של חוט שאורכו $L = 1.2(m)$ ומסתו זניחה. קליע שמסתו $0.03(kg)$ פוגע אופקית בבול העץ במהירות שגודלה $V = 400(m/sec)$, ונתקע בתוכו.



- האם האנרגיה המכנית נשמרת בתהליך ההתנגשות? נמק.
- חשב את הגובה המרבי, אליו מתרומם בול העץ (עם הקליע בתוכו).
- מהי העבודה, שנעשתה על-ידי המתיחות בחוט, במשך עליית בול העץ עם הקליע עד לגובה המרבי?
- כשבול העץ נמצא בשיא הגובה, החוט יוצר זווית כלשהי עם האנך. מצא זווית זו.
- האם בול העץ (עם הקליע בתוכו), נמצא בשיווי משקל כשהוא נעצר בשיא הגובה? אם כן, נמק! אם לא, מצא את תאוצתו.

תשובות: (ב) ימינה $h_{\max} = 0.1125(m)$ (ג) $W_T = 0$ (ד) $\alpha = 25^\circ$ (ה) $a = 4.23(m/sec^2)$

תרגיל 170

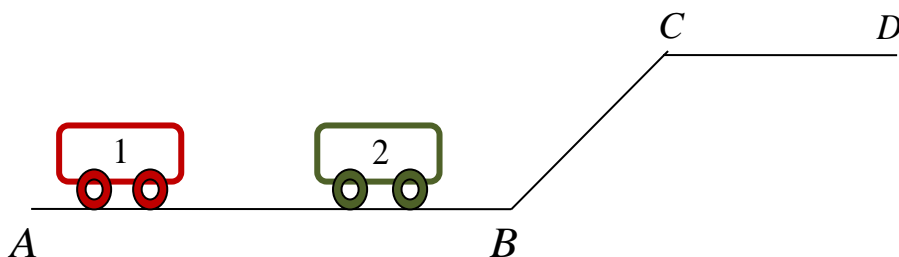
גוף, בעל מסה $m = 1(kg)$, נזרק בזווית כלשהי כלפי מעלה. בגובה $h = 6(m)$ מעל הקרקע התפוצץ הגוף לשני חלקים. ברגע לפני ההתפוצצות היה גודל ווקטור המהירות של הגוף $V = 10(m/sec)$ וכיוונו אופקי. חלק אחד של הגוף, בעל מסה $m_1 = 0.4(kg)$, נע אנכית מטה ופגע בקרקע בדיוק מתחת נקודת התפוצצות במהירות $V_1 = 40(m/sec)$. בהנחה שהתנגדות האוויר זניחה חשב את:

- גודל מהירותו של החלק שמסתו $m_1 = 0.4(kg)$ מיד אחרי התפוצצות.
- מהירותו של החלק השני (גודל וכיוון) מיד אחרי התפוצצות.
- מהירותו של החלק השני (גודל וכיוון) בסף פגיעה בקרקע.
- המרחק האופקי X בין נקודת התפוצצות לבין נקודת הפגיעה בקרקע של החלק השני.

תשובות: (א) $u_1 = 38.47(m/sec)$ (ב) $\alpha = 56.98^\circ$ (ג) $V_2 = 32.49(m/sec)$; $\alpha = 300.87^\circ$ (ד) $X = 89.18(m)$

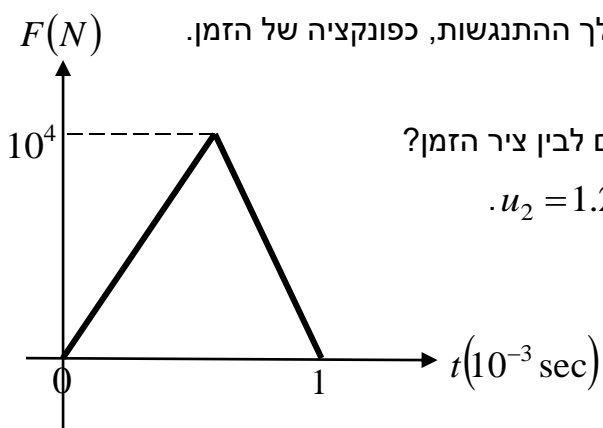
תרגיל 171

בטרשים מוצגת מסילה חלקה ABCD. קרונית 1 שמסתה $m_1 = 2kg$ נעה ימינה על קטע המסילה האופקי AB במהירות שגודלה V_1 .



קרונית 1 מתנגשת התנגשות אלסטית לחלוטין בקרונית 2 הנמצאת במנוחה על קטע AB של המסילה.

הגרף מתאר את הכוח F שהפעילה קרונית 1 על קרונית 2 במהלך ההתנגשות, כפונקציה של הזמן.



א. איזה גודל פיזיקלי מייצג השטח הכלוא בין העקומה שבתרשים לבין ציר הזמן?

ב. לאחר ההתנגשות קרונית 2 נעה ימינה במהירות $u_2 = 1.25(m/sec)$.

חשב את המסה m_2 של קרונית 2.

ג. כתוב שתי משוואות לחישוב המהירות של קרונית 1 לפני

ההתנגשות, והצב במשוואות את הערכים המתאימים. אין

צורך לפתור את המשוואות.

ד. העתק את תרשים ב למחברתך. הוסף לתרשים עקומה המתארת את הכוח שקרונית 2 מפעילה על

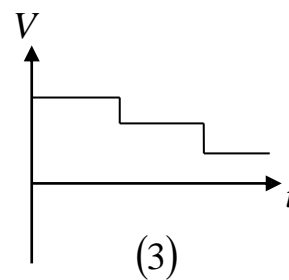
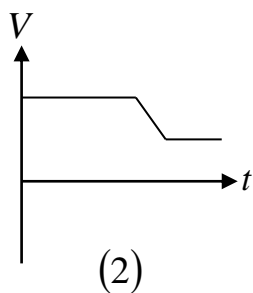
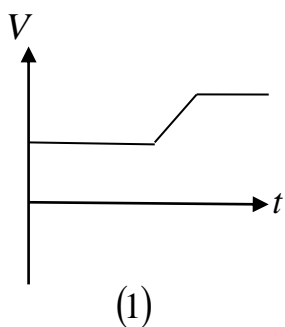
קרונית 1 מהלך ההתנגשות.

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.

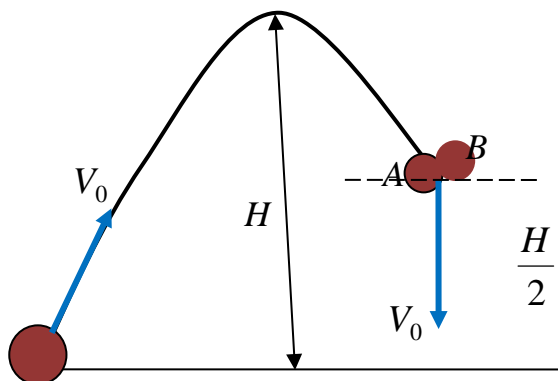


תשובות: ב) $m_2 = 4kg$ ה) גרף 2

תרגיל 172

פגז שמסתו 20kg נורה בזווית $\alpha = 53^\circ$ ביחס לאופק במהירות התחלתית $V_0 = 250\text{m/sec}$. בעת ירידתו, בהיותו במחצית גובהו המכסימלי מעל הקרקע, מתפוצץ הפגז לשני רסיסים שווים (נסמנם A ו-B).

בעקבות ההתפוצצות הקצרה נע אחד הרסיס A אנכית מטה במהירות 250m/sec .



א. באיזה גובה מעל הקרקע מתפוצץ הפגז?

ב. כמה זמן שווה הפגז באוויר עד להתפוצצות?

ג. מה מהירות הפגז (גודל וכיוון) רגע לפני ההתפוצצות?

ד. מה מהירות הרסיס B (גודל וכיוון) מיד לאחר ההתפוצצות?

ה. מה האנרגיה המשתחררת בהתפוצצות?

תשובות:

א) $t = 34.08\text{sec}$ (ב) $y = 997\text{m}$

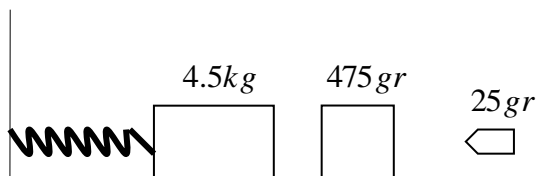
ג) $\beta = -43.17^\circ$ $V = 206.29\text{m/sec}$

ד) $\gamma = -6.12^\circ$; $U_B = 302.62\text{m/sec}$

ה) $\Delta E = 344839\text{J}$

תרגיל 173

קליע שמסתו $m_1 = 25\text{gr}$ נע אופקית שמאלה ופוגע בגוף ראשון בעל מסה $m_2 = 475\text{gr}$ המונח על מישור אופקי חלק. הגוף והקליע נעים יחד ונצמדים לגוף שני בעל מסה $m_3 = 4.5\text{kg}$, הקשור לקפיץ בעל קבוע $K = 125\text{N/m}$ שמסתו זניחה. הקפיץ מתכווץ כתוצאה מן הפגיעה ב- 20cm . הנח ששלושת הגופים והקפיץ נמצאים על ישר אופקי משותף.



א. חשב את מהירותם המשותפת של שלושת הגופים מיד אחרי הפגיעה בקפיץ.

ב. חשב את מהירותם המשותפת של הקליע והגוף הראשון מיד אחרי ההתנגשות.

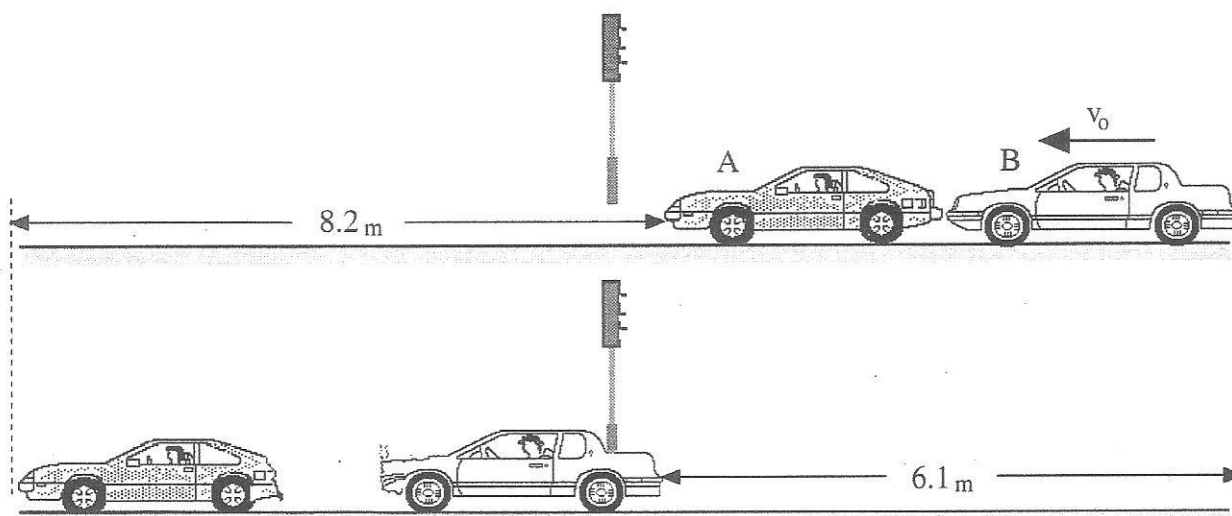
ג. חשב את מהירותו של הקליע רגע לפני שפגע בגוף הראשון.

תשובות:

א) $u_3 = 1\text{m/sec}$ (ב) $u_2 = 10\text{m/sec}$ (ג) $V = 200\text{m/sec}$

תרגיל 174

מכונית A עומדת לפני רמזור על כביש אופקי שעליו שכבת קרח דקה.
מכונית B הנהה מאחוריה מנסה לבלום ללא הצלחה ופוגעת במכונית A.
בעקבות ההתנגשות מחליקות המכוניות על גבי משטח הקרח בזמן שגלגליהן "נעולים".
לשתי המכוניות אותו מקדם חיכוך החלקה על הקרח $\mu_k = 0.13$.
מכונית A נעצרת במרחק $8.2m$ מהמקום בו עמדה בעת ההתנגשות.
מכונית B נעצרת במרחק $6.1m$ מנקודת ההתנגשות.
מסת המכונית A היא $1000kg$ ומסת המכונית B היא $1400kg$.



הנח שפרק זמן המגע בין המכוניות במהלך ההתנגשות הוא קצר מאד.

- מהן מהירויות המכוניות מיד לאחר ההתנגשות ביניהן?
- תוך שימוש בחוק שימור תנע- קווי, מצא את המהירות בה פגעה מכונית B במכונית A.
- כמה אנרגיה מכנית אבדה בהתנגשות בין המכוניות?
- מהו המתקף הכולל (גודל וכיוון) שהופעל על מכונית A במהלך ההתנגשות?

תשובות:

$$V_B = 7.28(m/sec) \quad \text{ב) } u_A = 4.62(m/sec); u_B = 3.98(m/sec) \quad \text{א)}$$

$$J_A = 4620(N \cdot sec) \quad \text{ד) } \Delta E_k = -15338(J) \quad \text{ג)}$$

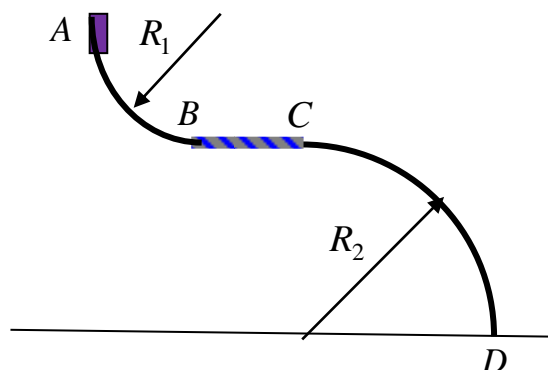
תרגיל 175

גוף שמסתו $m = 1\text{kg}$ מחליק ממנוחה על מסילה המורכבת משלושה קטעים:

I - קטע AB שהינו חסר חיכוך, הוא חלק מרבע מעגל בעל רדיוס $R_1 = 1\text{(m)}$.

II - קטע BC "מחוספס", אופקי, בעל מקדם חיכוך קינטי $\mu_k = 0.3$, ואורך $|BC| = 1\text{(m)}$.

III - קטע CD שהינו חסר חיכוך, הוא חלק מרבע מעגל בעל רדיוס $R_2 = 2\text{(m)}$.



א. מהי מהירות הגוף בנקודה B?

ב. הכוח שבו לוחץ הגוף על המסילה משתנה בנקודה B,

במעבר מהקטע AB לקטע BC. פי כמה ישתנה הכוח?

ג. מהי מהירות הגוף בנקודה C? פתרו משקולי עבודה ואנרגיה.

ד. באיזה גובה מעל הקרקע הגוף יתנתק מהמסילה CD?

תשובות: א) $V_B = 4.47\text{(m/sec)}$ ב) קטן פי 3 ג) $V_C = 3.74\text{(m/sec)}$ ד) $h = 1.8\text{(m)}$

תרגיל 176

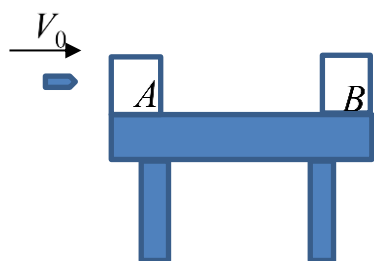
על קצה שמאל של שולחן אופקי חלק עומד במנוחה בול עץ A שמסתו $M_A = 0.49\text{(kg)}$.

קליע שמסתו $m = 0.01\text{kg}$ נורה אופקית במהירות V_0 אל בול העץ ונתקע בו. מיד

לאחר ההתנגשות, הבול A עם הקליע בתוכו, מתחיל לנוע במהירות 5(m/sec) ,

ובקצה הימני של השולחן פוגע בבול עץ השני B שמסתו $M_B = 1.5\text{kg}$, העומד

במנוחה.



א. באיזו מהירות V_0 פוגע הקליע בבול העץ A?

ב. איזו כמות של אנרגיה הפכה לחום בזמן חדירת הקליע אל בול העץ A?

ג. באיזו מהירות מתחיל לנוע כל בול עץ לאחר ההתנגשות ביניהם, אם היא אלסטית לחלוטין?

ד. באיזה מרחק אופקי מהשולחן יפגע ברצפה בול העץ B לאחר ההתנגשות עם בול העץ A, אם ידוע כי גובה

השולחן מעל הרצפה הוא 80cm ?

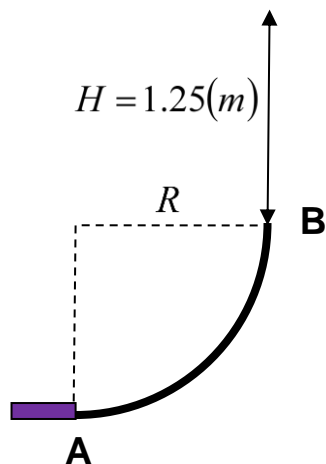
תשובות:

א) $V_0 = 250\text{(m/sec)}$ ב) $\Delta E = 306.25\text{(J)}$ ג) $u_B = 2.5\text{(m/sec)}$; $u_A = -2.5\text{(m/sec)}$

ד) $X_B = 1\text{(m)}$

תרגיל 177

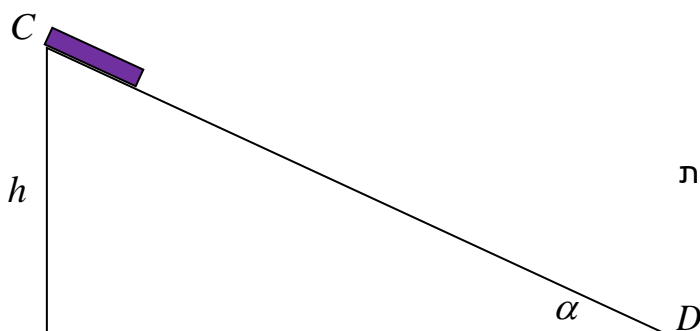
קופסא, שמסתה $m = 2(kg)$, נמצאת במנוחה למרגלות מסלול של רבע מעגל אנכי שהרדיוס שלו $R = 3.2(m)$. (ראה תרשים). בין הקופסא למסלול יש חיכוך.



בנקודה **A** מקנים לקופסא מהירות התחלתית של $V_A = 10(m/sec)$. הקופסא מתקדמת לאורך המסלול המעגלי, מגיעה לנקודה **B** ומתרוממת במסלול של זריקה אנכית עד גובה של $H = 1.25(m)$, חוזרת, נופלת בחזרה למסלול המעגלי ומגיעה במהירות מסוימת לנקודה **A**. התנגדות האוויר זניחה.

- א. מה מהירות הקופסא בנקודה **B** ?
 ב. מהו גודל עבודת כוח החיכוך על הקופסא בדרכה כלפי מעלה בין נקודה **A** לנקודה **B** ?

כדי לבדוק את מקדם החיכוך בין החומר ממנו עשוי המסלול המעגלי לבין הקופסא, בונים מדרון מהחומר ממנו עשוי המסלול המעגלי. גובה המדרון זהה לרדיוס המעגל: $h = 3.2(m)$.



זווית שיפוע המדרון שווה $\alpha = 30.96^\circ$.

משחררים את הקופסא בשיא המדרון בנקודה **C**, והקופסא מגיעה לתחתית המדרון, לנקודה **D** במהירות $V_D = 7.098(m/sec)$. (ראה תרשים)

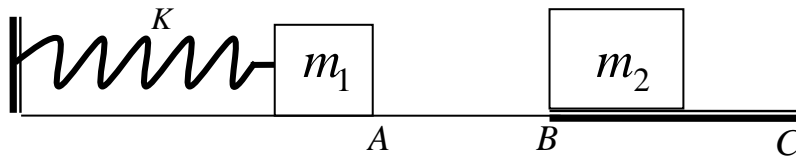
- ג. מהו גודל עבודת החיכוך על הקופסא במסלול **CD** ?
 ד. מהו מקדם החיכוך בין המדרון לקופסא ?

תשובות:

$$\text{א) } V_B = 5(m/sec) \quad \text{ב) } W_{f_{AB}} = -11(J) \quad \text{ג) } W_{f_{CD}} = -13.62(J) \quad \text{ד) } \mu_k = 0.128$$

תרגיל 178

גוף שמסתו $m_1 = 1\text{kg}$ נלחץ כנגד קפיץ אופקי בעל קבוע הכוח שלו הוא $k = 1200(N/m)$ ומכווץ אותו בשיעור של $\Delta x_0 = 0.1(m)$. המשטח האופקי מתחת לקפיץ הוא חלק. הגוף מתנתק מהקפיץ, מחליק על פני המשטח האופקי החלק AB , ופוגע בהתנגשות חזיתית בגוף שני, שמסתו $m_2 = 3\text{kg}$, הנמצא במנוחה. לאחר ההתנגשות מחליק הגוף השני m_2 על פני קטע אופקי מחוספס, BC , עד לעצירתו בנקודה C . מקדם החיכוך הקינטי בין הגוף למשטח הוא $\mu_k = 0.2$. גודל המתקף שהופעל על הגוף השני במהלך ההתנגשות הינו $J = 4(N \cdot \text{sec})$. תנועות הגופים הן לאורך קו ישר בלבד.



- א. מהן מהירויות הגופים מיד לאחר ההתנגשות?
 ב. בהנחה שזמן ההתנגשות הוא קצר מאוד, האם ההתנגשות היא אלסטית לחלוטין? (נמק בעזרת חישוב)
 ג. איזה מרחק BC יעבור הגוף השני עד לעצירתו?
 ד. מה יהיה השיעור המרבי של התכווצות הקפיץ לאחר פגיעתו של הגוף הראשון?
 ה. מה תהיה תאוצת הגוף הראשון ברגע בו הוא מכווץ את הקפיץ בשיעור המרבי?

תשובות:

א) $u_1 = -0.54(m/sec)$; $u_2 = 1.33(m/sec)$ (ב) לא (ג) $BC = 0.44(m)$
 ד) $\Delta x_{\max} = 0.0156(m)$ (ה) $a = 18.72(m/sec^2)$

תרגיל 179

כדור שמסתו $m = 9\text{kg}$ נלחץ כנגד קפיץ אופקי בעל קבוע $k = 100\text{ (N/m)}$.

עם עזיבת הכדור את הקפיץ הוא נע על גבי משטח אופקי לעבר לולאה מעגלית אנכית פתוחה שרדיוסה $r = 1.5\text{ (m)}$. הכדור עוזב את הלולאה בנקודתה הנמוכה, ממשיך לנוע על משטח אופקי ומטפס על

מישור משופע שאורכו גם $r = 1.5\text{ (m)}$ ושזווית שיפועו $\alpha = 40^\circ$. **שים לב!! כל המשטחים בשאלה זו**

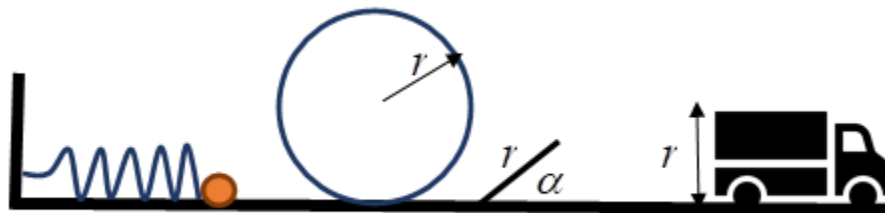
חלקים (אין חיכור).

הכדור עוזב את המישור המשופע, נע באוויר ונוחת על גבי משאית-קלה בעלת ארגז סגור שגובהו מעל

הכביש $r = 1.5\text{ (m)}$. מסתה של המשאית $M = 100\text{ (kg)}$.

הזנח את התנגדות האוויר (והנח שהמשאית נחה על משטח אופקי-חלק לפני

שהכדור נדבק אליה). ראה ציור.



א. מהו הכיוון המינימאלי של הקפיץ, Δx_{\min} , עבורו ישלים הכדור סיבוב מלא בלולאה האנכית?

כעת מכווצים את הקפיץ ב Δx_{\min} שחושב בסעיף א'.

ב. כמה זמן נמשכה תנועת הכדור באוויר מרגע שהתנתק מהמישור המשופע ועד לרגע הפגיעה במשאית?

ג. מהו מרחק האופקי בין המשאית לבין קצה המישור המשופע (הזנח את אורך המשאית).

ד. הכדור נדבק למשאית. מהי תהיה מהירותם המשותפת של הכדור והמשאית?

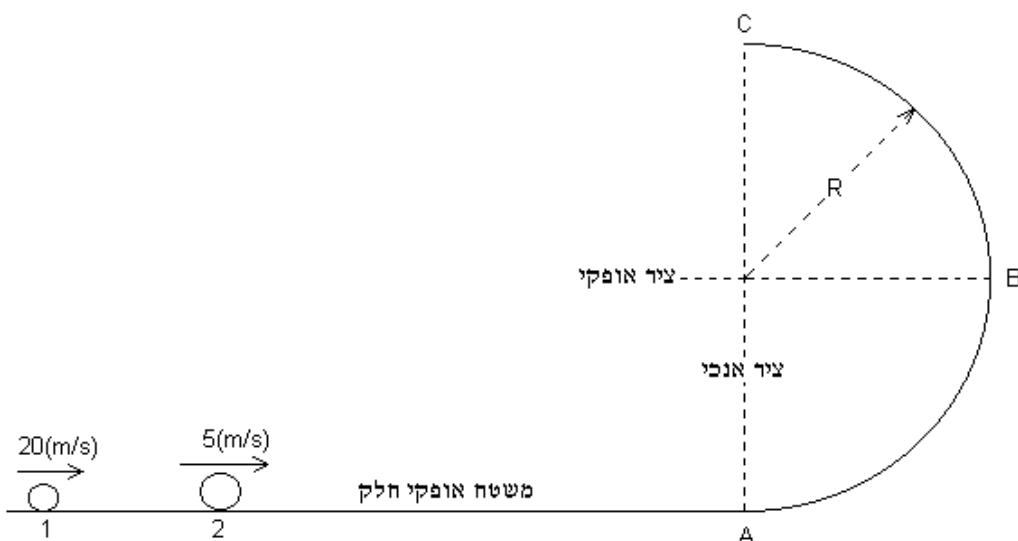
תשובות:

$$\text{א) } x_{\min} = 2.6\text{ (m)} \quad \text{ב) } t = 0.83\text{ (sec)} \quad \text{ג) } x = 4.74\text{ (m)} \quad \text{ד) } u = 0.47\text{ (m/sec)}$$

תרגיל 180

שני כדורים נעים, במהירות קבועה, ימינה על משטח אופקי חלק. ראה תרשים.
 מסת כדור מס' 1 היא $m_1 = 10\text{kg}$. מסת כדור מס' 2 היא $m_2 = 20\text{kg}$.
 מהירות כדור מס' 1, לפני ההתנגשות, היא $V_1 = 20\text{ (m/sec)}$, ימינה.
 מהירות כדור מס' 2, לפני ההתנגשות, היא $V_2 = 5\text{ (m/sec)}$, ימינה.
 הכדורים מתנגשים בהתנגשות מצחית אלסטית לחלוטין.

זמן ההתנגשות בין הכדורים הוא 0.05 שניות.



כדור מס' 2 מגיע, לאחר ההתנגשות, אל נקודה A המחוברת אל מסלול חצי-מעגלי אנכי חלק שהרדיוס שלו R . התנגדות האוויר זניחה.

- האם הכוח השקול שפועל על כל כדור, רגע לפני ההתנגשות, שווה לאפס? נמק.
- חשב את מהירויות הכדורים (גודל וכיוון) מיד לאחר ההתנגשות.
- האם, במהלך ההתנגשות, גודל הכוח F_1 שכדור מס' 1 הפעיל על כדור מס' 2 שווה לגודל הכוח F_2 שכדור מס' 2 הפעיל על כדור מס' 1?
 אם כן- חשב את גודל הכוח F_1 שכדור מס' 1 הפעיל על כדור מס' 2
 אם לא- חשב את גודלי הכוחות F_1 ו- F_2 .
- חשב את רדיוס המעגל (האנכי) המקסימאלי R שיבטיח סיבוב אנכי מלא של כדור מס' 2 לאורך המסלול $A \rightarrow B \rightarrow C$.

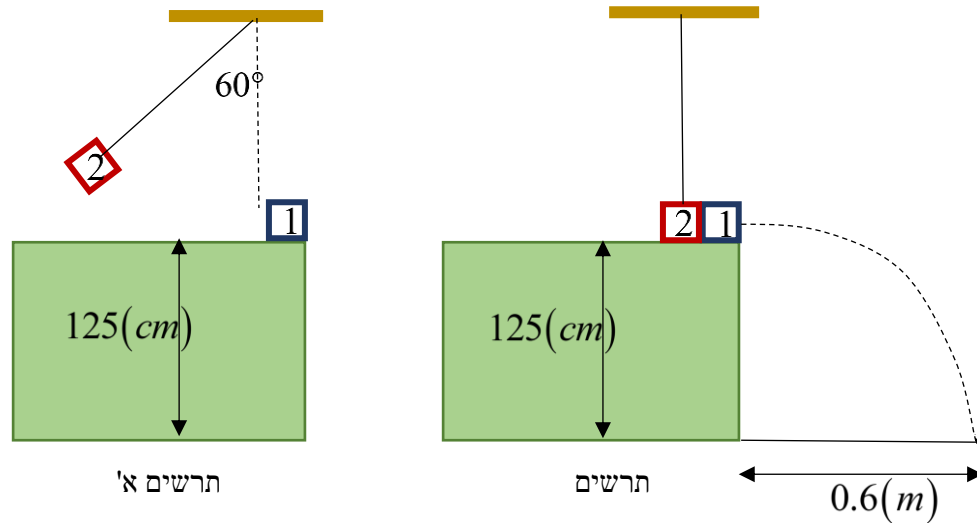
ה. האם תשובתך לסעיף הקודם תשתנה אם מסת כל כדור הייתה קטנה פי 3? נמק.
 אין צורך בחישוב.

תשובות:

(א) כן (ב) $u_1 = 0; u_2 = 15\text{ (m/sec)}$ (ג) $F_1 = 4000\text{ (N)}$ (ד) $R = 4.5\text{ (m)}$ (ה) לא

תרגיל 181

גוף 1 שמסתו $m_1 = 2(kg)$ מונח בקצה שולחן אופקי וחלק, בגובה $125(cm)$ מהרצפה. בצמוד אליו מונח גוף 2 שמסתו $m_2 = 0.8(kg)$ וקשור לקצה חוט שמסתו זניחה ואורכו $l = 1.6(m)$. הקצה השני של החוט קשור לתקרה כך שהחוט מתוח (הגוף 2 מורם מעט מעל השולחן). מסיטים את גוף 2 הצידה, עד שנוצרת בין החוט לאנך זווית של 60° , ומשחררים אותו ממנוחה (ראה תרשים א'). גוף 2 מתנגש בגוף 1 בתחתית המסלול שלו, וכתוצאה מההתנגשות, גוף 1 מקבל מהירות אופקית ופוגע ברצפה במרחק $0.6(m)$ מקצה השולחן (ראה תרשים ב').



- א. חשב את המהירות שבה גוף 2 מתנגש בגוף 1. סמן מהירות זו ב- v_2 .
- ב. חשב את מהירותו של גוף 1 מיד לאחר ההתנגשות. סמן מהירות זו ב- u_1 .
- ג. חשב את מהירותו של גוף 2 מיד לאחר ההתנגשות. סמן מהירות זו ב- u_2 .
- ד. חשב את גודל הזווית המקסימלית הנוצרת בין החוט לאנך לאחר ההתנגשות.
- ה. בהנחה שההתנגשות בין שני הגופים הייתה אלסטית לחלוטין חשב את המרחק האופקי של נקודת הפגיעה של גוף 1 בקרקע מרגלי השולחן.

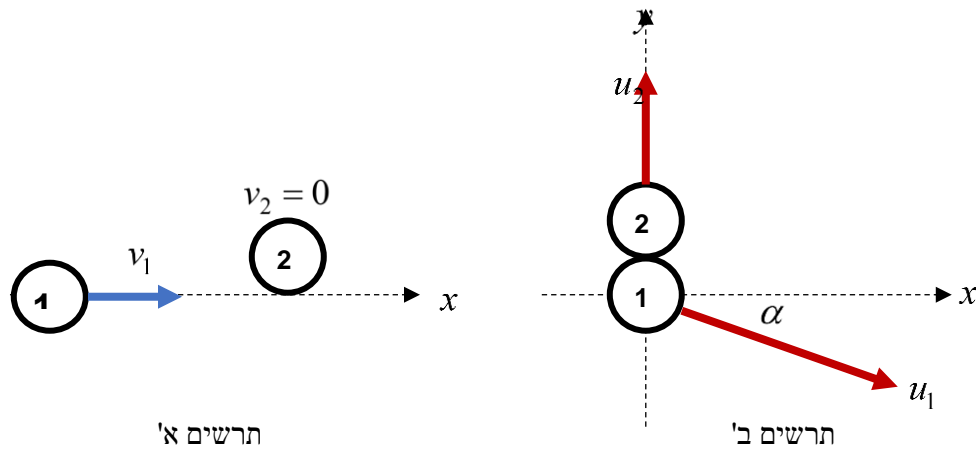
תשובות:

א) $v_2 = 4(m/sec)$ ב) $u_1 = 1.2(m/sec)$ ג) $u_2 = 1(m/sec)$ ד) $\alpha_{max} = 14.43^\circ$ ה) $x = 1\frac{1}{7}(m)$

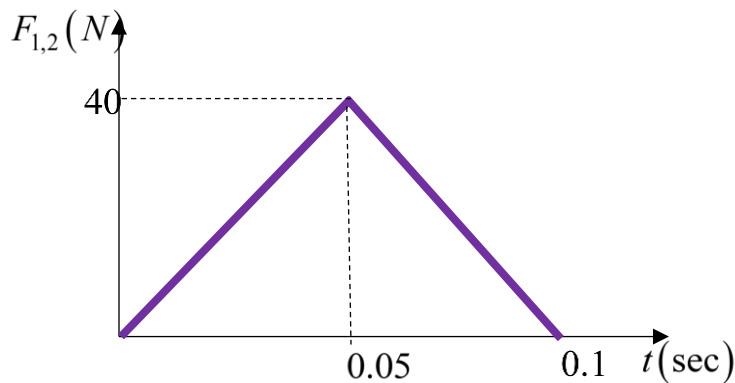
תרגיל 182

כדור 1 שמסתו $m_1 = 0.4(kg)$, נע על משטח אופקי חלק במהירות קבועה שגודלה $v_1 = 6(m/sec)$ (ראה תרשים א').

כדור 1 מתנגש בכדור אחר, כדור 2, שמסתו $m_2 = 0.2(kg)$, הנמצא במנוחה ($v_2 = 0$) על המשטח. כתוצאה מההתנגשות כדור 2 מתחיל לנוע בכיוון הניצב לכיוון תנועתו של כדור 1 לפני ההתנגשות, וכדור 1 נע בכיוון היוצר זווית α ביחס לכיוון תנועתו לפני ההתנגשות (ראה תרשים ב').



תרשים ג' מתאר את הכוח שכדור 1 הפעיל על כדור 2 כפונקציה של הזמן במהלך ההתנגשות.



תרשים ג'

- א.. קבע, מהו כיוונו של הכוח שכדור 1 הפעיל, במהלך ההתנגשות, על כדור 2? נמק את תשובתך.
 ב. חשב את גודלו וכיוונו של המתקף שכדור 1 הפעיל על כדור 2
 ג. חשב את גודלו וכיוונו של המתקף שכדור 2 הפעיל על כדור 1
 ד. חשב את הגודל והכיוון של המהירות של כדור 2 מיד לאחר ההתנגשות.
 ה. חשב את הגודל והכיוון של המהירות של כדור 1 מיד לאחר ההתנגשות.

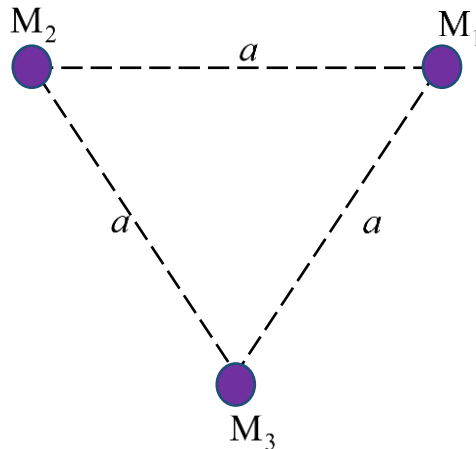
תשובות: א) אנכי כלפי מעלה ב) $J_{12} = 2(N \cdot sec)$ אנכי כלפי מעלה ג) $J_{21} = 2(N \cdot sec)$ אנכי כלפי

מטה ד) $\alpha = 90^\circ, u_2 = 10(m/sec)$ ה) $\alpha = -39.8^\circ, u_1 = 7.81(m/sec)$

תרגיל 183

שלוש מסות זהות $M_1 = M_2 = M_3 = 10^3 \text{ (kg)}$ מוחזקות במצב סטטי

(בשיווי-משקל) בשלושה קודקודים של משולש שווה-צלעות שאורך צלעו $a = 50 \text{ (m)}$. התייחס אל כל מסה כנקודתית. ראה ציור.



- א. מהו גודל כוח הכבידה השקול הפועל על כל אחת מהמסות?
 ב. מצא את האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית של שלושת המסות.
 ג. משחררים את המסה M_3 ממנוחה. מהו ווקטור תאוצתה מיד לאחר השחרור?
 ד. היכן יש להציב במצב סטטי (בשיווי-משקל) מסה רביעית $M_4 = 1000 \text{ (kg)}$ כדי שברגע שחרור המסה M_3 ממנוחה היא תישאר במנוחה?
 חשב את המרחק בין המסות M_3 ו- M_4 ותאר בתרשים את מיקום המסה M_4 .

תשובות: א) $\sum F = 4.621 \cdot 10^{-8} \text{ (N)}$ ב) $\sum W = -4 \cdot 10^{-6} \text{ (J)}$

ג) $a = 4.621 \cdot 10^{-11} \text{ (m/sec}^2)$ ד) $R_{3,4} = 37.99 \text{ (m)}$

תרגיל 184

לוויין שמסתו $m = 500 \text{ (kg)}$ מקיף את כדור הארץ במסלול מעגלי בזמן מחזור של $T = 7200 \text{ (sec)}$.

- א) מהו הרדיוס של מסלול הלוויין?
 ב) מהי מהירות הלוויין?
 ג) מהי תאוצת הנפילה החופשית בגובה בו נמצא הלוויין, ומהי תאוצתו הרדיאלית?
 ד) בתוך הלוויין נמצא משטח מישורי חלק. אסטרונווט מניח על המשטח גוף שמסתו $m = 1 \text{ (kg)}$

a. מהו הכוח שמפעיל עליו המשטח?

b. מטים את המשטח בזווית α ביחס לרדיוס המחבר את הלוויין למרכז כדור הארץ. האם הכוח שמפעיל עליו המשטח יגדל, יקטן או לא ישתנה? נמק.

תשובות: א) $8 \cdot 10^6 \text{ (m)}$ ב) 7042 (m/sec) ג) $6.198 \text{ (m/sec}^2)$ ד) $N = 0$ בשני המקרים.

תרגיל 185

מסתו של כוכב הלכת צדק (Jupiter) גדולה פי 314 (בקירוב) ממסת כדור הארץ.

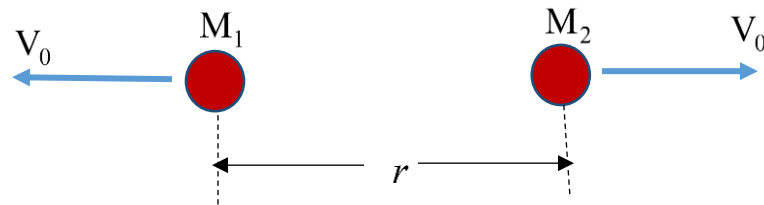
הרדיוס של צדק גדול פי 11.3 מרדיוס כדור הארץ. נתון כי רדיוס של צדק הוא $R_J = 7.18 \cdot 10^7 (m)$.

תאוצת הנפילה החופשית על פני כדור הארץ היא בקירוב $g_0 = 10 (m/sec^2)$

ענה על הסעיפים הבאים בהסתמך על הנתונים הנ"ל בלבד.

- (א) מהי תאוצת נפילה חופשית על פני הצדק?
 (ב) מטאור נופל ממנוחה מנקודה הנמצאת במרחק $3R_J$ מפניו של צדק. באיזה מהירות פוגע המטאור בפני הכוכב? הזנח את השפעת אטמוספירת הכוכב על תנועת המטאור.
 (ג) מהי תאוצת נפילה חופשית בנקודה ממנה החל המטאור את נפילתו?
 (ד) תאר את סוג תנועת המטאור לעבר פני צדק (תנועה שוות מהירות, תנועה שוות תאוצה, תנועה בה התאוצה הולכת וקטנה,.....) ונמק את תשובתך.

תשובות: (א) $24.6 (m/sec^2)$ (ב) $5.15 \cdot 10^4 (m/sec)$ (ג) $1.54 (m/sec^2)$

תרגיל 186

שני כדורים שמסתם זהה $M1 = M2 = M$ מוחזקים במנוחה (בשיווי-משקל) במרחק r זה-מזה.

ברגע מסוים מעניקים לכל כדור מהירות בגודל השווה ל- V_0 ובכיוונים הפוכים. ראה ציור.

התייחס אל הכדורים כגופים נקודתיים ומרגע שחרור הכדורים (במהירות בגודל V_0) הנח שהכוחות היחידים שפועלים במערכת הם כוחות הכבידה ששני הכדורים מפעילים זה על זה. נתונים פרמטרים: M, G, r, V_0 .

- א. בכל רגע, בזמן התנועה, האם לשני הכדורים גודל תאוצה שווה? נמק
 נתון שברגע מסוים הכדור שמסתו $M1$ נעצר.
 ב. האם באותו רגע ייעצר גם הכדור שמסתו $M2$? נמק.
 ג. מה יהיה המרחק המרבי בין הכדורים?
 ד. מהו גודל המתקף הכולל שפעל על כל כדור מרגע שקיבל מהירות V_0 ועד לרגע שהוא נעצר?

תשובות: (ג) $|\vec{J}| = |\Delta \vec{P}| = MV_0$ (ד) $R = \left(\frac{1}{r} - \frac{V_0^2}{GM} \right)^{-1}$

תרגיל 187

אדם שמסתו $m = 70(kg)$ עומד על משטח המשיק לפני כדור הארץ בנקודה הנמצאת על קו המשווה שלו.

נתונים: G, R_E, M_E, m .

א) מה צריך להיות זמן המחזור של סיבוב כדור הארץ סביב צירו כדי שהכוח בו יעיק האדם על המשטח יהיה אפס?

ב) באיזה כוח יעיק האדם על המשטח אם המשטח יהיה מונח על אחד הקטבים?

ג) לוויין שמסתו m חג סביב כדור הארץ במסלול מעגלי, כך שבכל רגע הוא נמצא מעל אותה נקודה שעל פני כדור הארץ.

1. באיזה גובה מעל כדור הארץ חג הלוויין?

2. מהי המהירות המשקית של הלוויין?

תשובות: א) $5085.3(sec)$ ב) $700(N)$ ג) $35.89 \cdot 10^6(m)$ ד) $3075.58(m/sec)$

תרגיל 188

טיל שוגר מפני כדור הארץ ממנוחה בכיוון אנכי. הטיל עלה בתאוצה קבועה של $20(m/sec^2)$. כעבור 5 דקות אזל הדלק במכלי הטיל.

א) באיזה גובה מעל פני כדור הארץ אזל הדלק?

ב) מה תאוצת הנפילה החופשית בגובה שבו אזל הדלק?

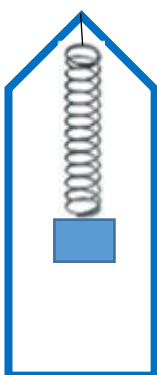
ג) לאיזה גובה מקסימאלי מעל פני כדור הארץ עלה הטיל?

ד) לקצהו של מד-כוח התלוי בתוך הטיל מחובר גוף מסתו $m = 2(kg)$. (ראה תרשים).

מה תהיה הוראת מד-הכוח:

1. רגע לפני שאזל הדלק?

2. רגע אחרי שאזל הדלק?



תשובות: א) $9 \cdot 10^5(m)$ ב) $7.51(m/sec^2)$

ג) $4.47 \cdot 10^6(m)$ ד) $55(N)$ 0

תרגיל 189

הירח נע סביב כדור הארץ, וכל הזמן מפנה אליו אותו "צד".

הירח משלים סיבוב מעגלי שלם סביב כדור הארץ במשך 27.3 יממות ארציות.

משני נתונים אלה נובע כי הירח מסתובב גם סביב צירו, וזמן המחזור שלו 27.3 יממות ארציות.

מהנדס עוסק בתכנון תקשורת בון מושבות שיוקמו בעתיד על פני הירח.

בדעתו להשתמש בלוויין תקשורת שינוע במסלול מעגלי סביב הירח, כך שזמן המחזור שלו יהיה 27.3 יממות ארציות, והוא ייצא כל העת מעל נקודה קבועה על פני הירח (בדומה ללווייני תקשורת שנעים מעל כדור הארץ).

(א) חשב את רדיוס המסלול המעגלי של לוויין כזה, בהנחה כי רק הירח משפיע עליו.
 (ב) המהנדס חישב ומצא שבגלל השפעת כדור הארץ אי-אפשר למקם לוויין במסלול שאת רדיוס שלו מצאת בסעיף א. הרדיוס המקסימאלי של מסלול לוויין סביב הירח שבו אפשר להזניח את ההשפעה של כדור הארץ הוא כ- $3000(km)$. חשב את זמן המחזור של לוויין שנע סביב הירח במסלול מעגלי שרדיוס שלו $3000(km)$.

(ג) חשב את תאוצת הנפילה החופשית על פני הירח.
 תשובות: (א) $88400(km)$ (ב) $4.096(hr)$ (ג) $1.62(m/sec^2)$

תרגיל 190

(א). אחד מירחיו של כוכב הלכת צדק נע במסלול מעגלי סביב כוכב הלכת צדק.

רדיוס מסלול הירח $4.22 \cdot 10^5(km)$ וזמן המחזור שלו $1.529 \cdot 10^5(sec)$.

בעזרת החוק השלישי של קפלר מצא את זמן המחזור של ירח שני של צדק שרדיוס מסלולו $6.71 \cdot 10^5(km)$.

(ב). מצא את המסה M של כוכב הלכת צדק באמצעות זמן המחזור T ורדיוס המסלול r של אחד מירחיו.

(ג). חשב את תאוצת הנפילה החופשית על פני כוכב הלכת צדק.

(ד). רוצים להכניס לוויין למסלול מעגלי סביב כוכב הלכת צדק, שמהירותו תהיה $35590.7(m/sec)$.

חשב מה יהיה רדיוס המסלול ומה יהיה זמן המחזור של תנועת לוויין זה.

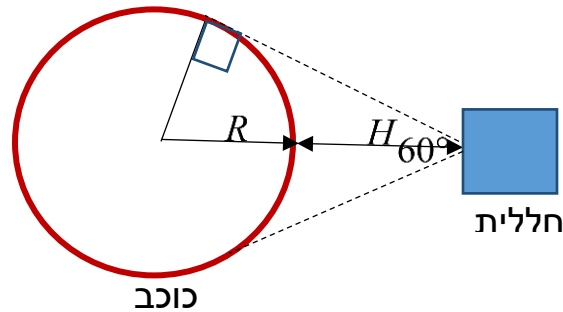
(ה). במהלך תנועת הלוויין במסלול המעגלי סביב הכוכב, הגופים בתוך הלוויין מרחפים. הסבר מדוע.

תשובות:

(א) $3.065 \cdot 10^5(sec)$ (ב) $1.9 \cdot 10^{27}(kg)$ (ג) $24.9(m/sec^2)$ (ד) $2.81 \cdot 10^3(sec)$; $1 \cdot 10^8(m)$

תרגיל 191

חללית מתקרבת לכוכב לכת. אסטרונוט הנמצא בתוך החללית עוצר אותו במרחק מסוים מהכוכב (באמצעות מנועי החללית), ומוצא (באמצעות מכשיר) כי החללית נמצאת בגובה $H = 10^7 (m)$ מעל פני הכוכב, וכי הכוכב נראה לו בזווית ראייה בת 60° (ראה תרשים).



(א) חשב את הרדיוס (R) של הכוכב.

באמצעות מנועי החללית, האסטרונוט מכניס את החללית לתנועה מעגלית סביב הכוכב (בגובה H מעל פני הכוכב). לאחר מכן הוא מכבה את מנועי החללית, ומוצא כי זמן מחזור התנועה שלה סביב כוכב הלכת הוא 140 דקות. הנח כי צפיפות הכוכב אחידה.

(ב) חשב את מסת הכוכב.

(ג) חשב את תאוצת הנפילה החופשית על פני הכוכב.

(ד) במהלך תנועת החללית במסלול המעגלי סביב הכוכב, האסטרונוט מחזיק בידו כדור, וברגע מסוים מרפה ממנו. איזו מהאפשרויות הבאות מתארת את תנועת הכדור ביחס לחללית: הכדור ינוע כלפי דופן החללית הקרובה לכוכב, ירחף בחללית, ינוע כלפי דופן החללית הרחוקה מן הכוכב, יבצע תנועה אחרת? נמק.

(תשובות: א) $R = 10^7 (m)$ (ב) $M = 6.71 \cdot 10^{25} (kg)$ (ג) $g = 44.76 (m/sec^2)$

תרגיל 192

לכוכב לכת דמיוני אין אטמוספירה, הרדיוס שלו $R = 10^7 (m)$, ותאוצת הנפילה החופשית על פניו היא $10 (m/sec^2)$.

גוף משוחרר ממנוחה מנקודה A, הנמצאת בגובה R מעל פני הכוכב.

(א) חשב את תאוצת הנפילה החופשית בנקודה A.

(ב) סרטט גרף מקורב, המתאר את תאוצת הגוף כפונקציה של מרחקו ממרכז הכוכב, בתנועתו מ-A עד פני הכוכב. רשום את התבנית המתמטית שעליה הסתמכת.

(ג) חשב את המהירות שבה פוגע הגוף בפני הכוכב

(תשובות: א) $2.5 (m/sec^2)$, (ג) $10^4 (m/sec)$