

פיזיקה

חוברת שאלות בגרות

מכניקה

2017

פנימי - לא לפרסום

תוכן עניינים

4	קינמטיקה
20	דינמיקה
36	תנועה מעגלית
46	מתקף ותנע
60	עבודה ואנרגיה
68	כבידה
79	תנועה הרמונית
86	תשובות סופיות

קינמטיקה

- 1980 חורף שאלה 2
1981 שאלה 1
1984 שאלה 2 (ש. השלמה)
1984 שאלה 1
1987 שאלה 1
1988 שאלה 1
1989 שאלה 1
1990 שאלה 1
1992 שאלה 1
1993 שאלה 1
1994 שאלה 1
1995 שאלה 1
1996 שאלה 1
1998 שאלה 1
1999 שאלה 1
2000 שאלה 1
2001 שאלה 2, 1
2002 שאלה 1
2003 שאלה 1
2004 שאלה 1
2005 שאלה 3, 1
2006 שאלה 1
2007 שאלה 1
2008 שאלה 1
2009 שאלה 1
2010 שאלה 3, 1
2011 שאלה 1
2012 שאלה 1
2013 שאלה 2, 1
2014 שאלה 1
2015 שאלה 1
2016 שאלה 1
2017 שאלה 1

דינמיקה

- 1981 שאלה 7 (ש. השלמה)
1982 שאלה 2
1982 שאלה 1 (ש. השלמה)
1983 שאלה 2 (ש. השלמה)
1984 שאלה 1 (ש. השלמה)
1985 שאלה 1 (ש. השלמה)
1986 שאלה 1
1987 שאלה 2
1991 שאלה 1, 2
1993 שאלה 2
1995 שאלה 2, 3
1996 שאלה 2
1997 שאלה 1
1998 שאלה 3
1999 שאלה 2, 3
2001 שאלה 3
2002 שאלה 2
2003 שאלה 2
2004 שאלה 2
2005 שאלה 3, 4
2006 שאלה 2
2007 שאלה 2
2008 שאלה 2, 3
2009 שאלה 2
2010 שאלה 1
2011 שאלה 2
2012 שאלה 2
2014 שאלה 2
2015 שאלה 2
2016 שאלה 2
2017 שאלה 2

תנועה מעגלית

- 1983 שאלה 2
1985 שאלה 3
1989 שאלה 3
1990 שאלה 3
1991 שאלה 4
1992 שאלה 4
1993 שאלה 4
1994 שאלה 2
1996 שאלה 3
1997 שאלה 2
1999 שאלה 4
2000 שאלה 2, 4
2001 שאלה 4
2003 שאלה 3
2004 שאלה 3
2005 שאלה 2
2006 שאלה 4
2007 שאלה 4
2009 שאלה 3
2010 שאלה 2
2012 שאלה 5
2015 שאלה 4
2016 שאלה 3

מתקף ותנע

- 1980 שאלה 2
1980 שאלה 2 (רחובות)
1983 שאלה 1
1986 שאלה 3
1988 שאלה 2
1989 שאלה 2
1990 שאלה 2
1991 שאלה 3
1992 שאלה 2
1993 שאלה 3
1994 שאלה 3
1995 שאלה 4
1996 שאלה 4
1997 שאלה 3
1998 שאלה 2
2000 שאלה 5
2002 שאלה 3, 4
2004 שאלה 4
2006 שאלה 3
2008 שאלה 4
2010 שאלה 3
2011 שאלה 3
2012 שאלה 4
2013 שאלה 4
2016 שאלה 4
2017 שאלה 3

עבודה ואנרגיה

- 1985 שאלה 1
1986 שאלה 4
1987 שאלה 3
1988 שאלה 7 (ש. השלמה)
1997 שאלה 4
1998 שאלה 5
2000 שאלה 3
2005 שאלה 5
2008 שאלה 5
2009 שאלה 4
2010 שאלה 4
2011 שאלה 4
2012 שאלה 3
2013 שאלה 3
2014 שאלה 4

כבידה

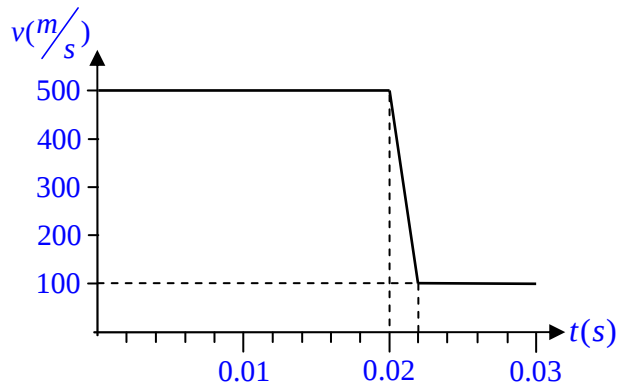
- 1980 חורף שאלה 3
1981 שאלה 2
1982 שאלה 3
1984 שאלה 3
1986 שאלה 30 (ש. השלמה)
1987 שאלה 5
1987 שאלה 27 (ש. השלמה)
1988 שאלה 5
1989 שאלה 5
1990 שאלה 5
1990 שאלה 1 (ש. השלמה)
1991 שאלה 5
1992 שאלה 5
1994 שאלה 5
1995 שאלה 5
1996 שאלה 5
1997 שאלה 5
1999 שאלה 5
2001 שאלה 5
2003 שאלה 5
2004 שאלה 5
2006 שאלה 5
2009 שאלה 5
2010 שאלה 5
2011 שאלה 5
2013 שאלה 5
2014 שאלה 5
2015 שאלה 5
2016 שאלה 5
2017 שאלה 8

תנועה הרמונית

- 1980 שאלה 3
1981 שאלה 3
1983 שאלה 3
1985 שאלה 2
1986 שאלה 2
1987 שאלה 4
1988 שאלה 4
1989 שאלה 4
1990 שאלה 4
1991 שאלה 1 (ש. השלמה)
1992 שאלה 3
1993 שאלה 5
1994 שאלה 4
1998 שאלה 4
2002 שאלה 5
2003 שאלה 4
2007 שאלה 5
2017 שאלה 7

קינמטיקה

1980 חורף שאלה 2

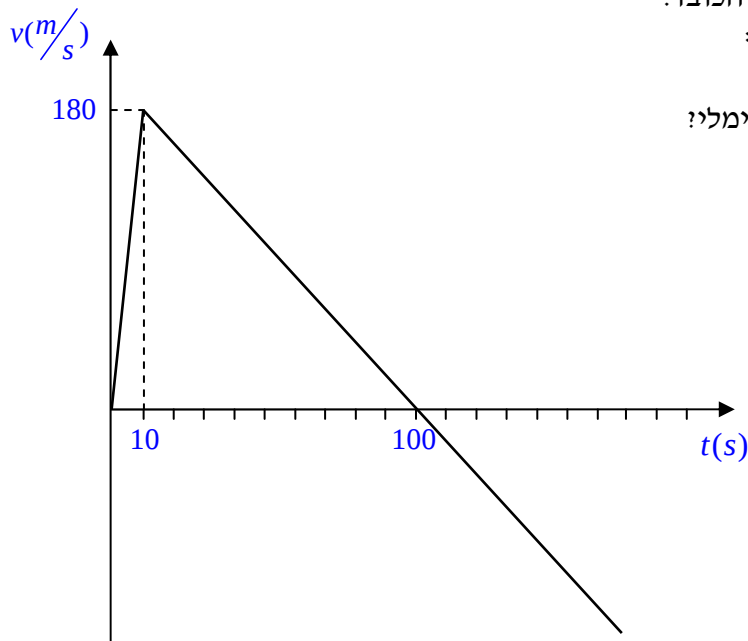


- לפניך תיאור גרפי של מהירות גוף כפונקציה של הזמן.
- א. חבר בעיה מציאותית שתתאים גם באופן מספרי, לתיאור גרפי זה.
- ב. חשב את הכוח השקול הפועל על הגוף בשלבים השונים של תנועתו בהנחה שמסתו 20 גרם.

1981 שאלה 1

טייל עלה מפניו של כוכב-לכת בכיוון אנכי. ברגע מסוים אזל הדלק ומנועי הטייל הפסיקו לפעול. הטייל המשיך בתנועתו, עד שחזר אל פני הכוכב בהשפעת כוח-הכובד.

חשב על השאלות הבאות בעזרת הגרף המצורף:

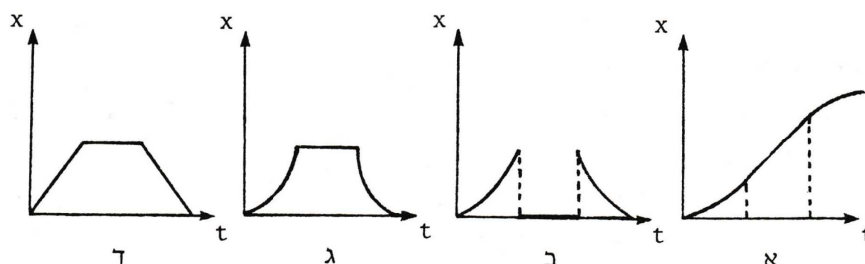
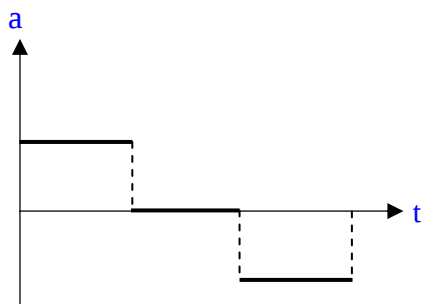


- א. כעבור כמה שניות אזל הדלק?
- ב. כעבור כמה שניות הגיע הטייל לגובה המקסימלי?
- ג. מה היתה תאוצת הטייל בעת שמנועיו פעלו?
- ד. באיזה גובה אזל הדלק?
- ה. לאיזה גובה מקסימלי הגיע הטייל?
- ו. כמה זמן בסך-הכל נמשכה תנועת הטייל?
- ז. באיזו מהירות פגע הטייל בפני הכוכב?

1984 שאלה 2 (שאלון השלמה)

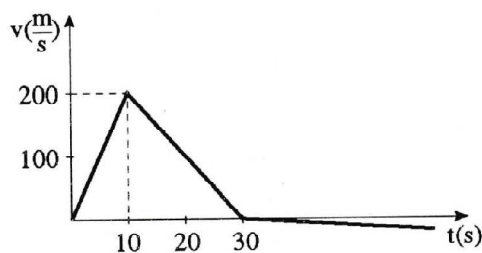
לפניך גרף המתאר את תאוצתו (a) של גוף כפונקציה של הזמן (t).

איזה מבין הגרפים הבאים א' – ד' מתאר בצורה הטובה ביותר את העתק הגוף (x) כפונקציה של הזמן (t)?



1984 שאלה 1

רקטה לחקר מזג האוויר שולחה אנכית כלפי מעלה. הגרף מתאר את מהירותה של הרקטה כפונקציה של זמן. (הנח כי התנגדות האוויר ניתנת להזנחה).



- לאחר כמה שניות אזל הדלק במנועה של הרקטה? נמק!
- כמה שניות לאחר שיגור הרקטה היא הגיעה לגובה המקסימלי?
- לאיזה גובה עלתה הרקטה? נמק!
- בשיא הגובה הופעל מנוע-עזר, שגרם לנפילתה של הרקטה בתאוצה קבועה של 0.05 מ'ש^2 . כמה שניות לאחר שילוח הרקטה היא חזרה ארצה?
- בתוך הרקטה נמצא מכשיר שמסתו 0.5 ק"ג , התלוי בדינמומטר. מה יורה הדינמומטר בכל אחד משלבי התנועה של הרקטה?

1987 שאלה 1

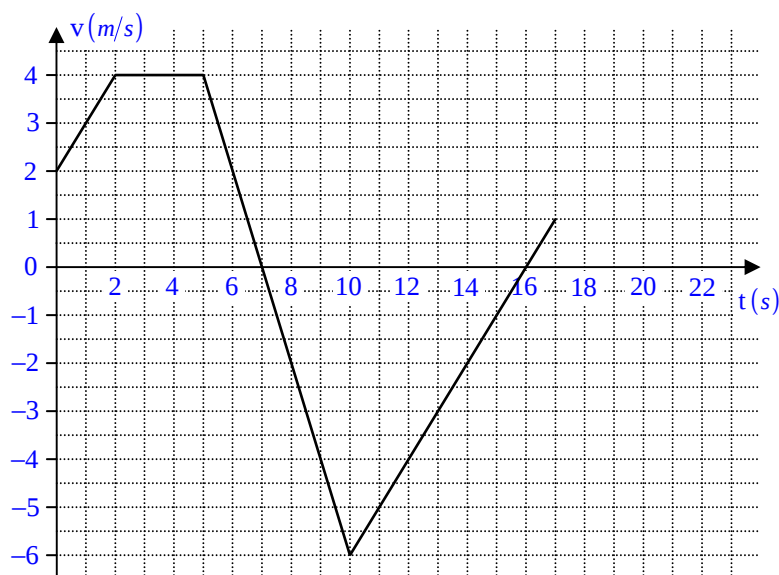
כדור, שמסתו 400 gr והמונח בגובה 7.2 m מעל לקרקע, נדחף על-ידי כוח אופקי בן 1000 N , הפועל עליו במשך 0.01 s . במרחק אופקי של 30.5 m מנקודת הזריקה, עומד על הקרקע אדם, אשר מתחיל לרוץ לקראת הכדור, ברגע שבו הכוח הפסיק לפעול.

- מהי מהירות היציאה של הכדור?
- איזו תאוצה קבועה צריך לפתח הרץ, כדי שיספיק לתפוס את הכדור בגובה 1.2 m מעל לקרקע?
- באיזה מרחק אופקי מנקודת הזריקה היה הכדור פוגע בקרקע אילו לא היה הרץ מספיק זריז, על מנת לתפוס אותו?

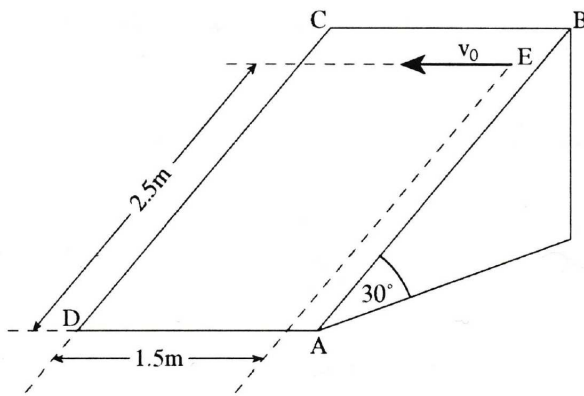
1988 שאלה 1

הגרף שבתרשים מתאר את המהירות v של גוף הנע בקו ישר, כפונקציה של הזמן t . נתון כי ברגע $t = 0$ הגוף נמצא בנקודה A והוא נע ימינה.

- סרטט גרף של התאוצה a כפונקציה של הזמן t , עבור 17 השניות הראשונות לתנועת הגוף.
- באיזה זמן יימצא הגוף במרחק המקסימלי ימינה ל-A? נמק.
- מהו המרחק המקסימלי ימינה ל-A, שאליו מגיע הגוף?
- באיזה זמן יימצא הגוף במרחקו המקסימלי שמאלה ל-A? מהו מרחק זה?



1989 שאלה 1

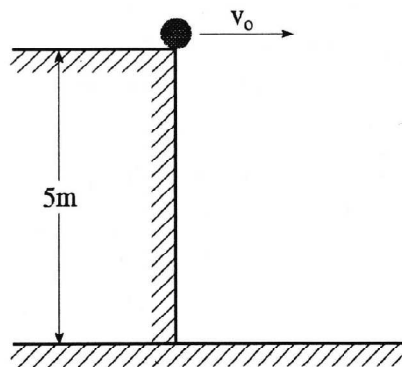


לוח מלבני חלק ABCD יוצר זווית בת 30° עם המישור האופקי. נקודה E נמצאת במרחק 2.5m מהצלע DA ובמרחק 1.5m מהצלע CD של הלוח. מן הנקודה E נזרק כדור קטן על הלוח במהירות v_0 בכיוון מקביל ל BC (ראה תרשים).

- 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 אז גודל המהירות של הכדור בנקודה D?

1990 שאלה 1

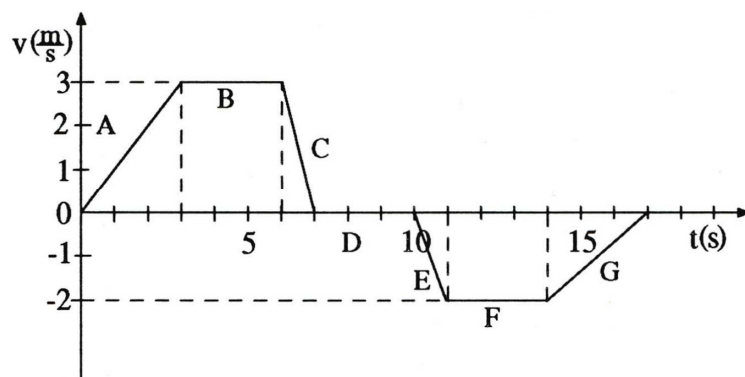
מגג בניין, שגובהו $h = 5 \text{ m}$ מעל לקרקע, נזרק בכיוון אופקי כדור שמסתו $m = 0.1 \text{ kg}$, במהירות $v_0 = 5 \text{ m/s}$ (ראה תרשים). התנגדות האוויר זניחה.



- באיזה מרחק מבסיס הבניין יפגע הכדור בקרקע?
- מהי המהירות (גודל בלבד) שבה יפגע הכדור בקרקע?
- באיזה מרחק מבסיס הבניין יפגע הכדור בקרקע, אם נוסף לכוח הכובד פועל על הכדור כוח קבוע $F = 0.2 \text{ N}$ בכיוון מהירותו ההתחלתית?
- במקרה נוסף הכדור שוחרר ממצב מנוחה מגג הבניין כאשר פועל עליו אותו כוח אופקי קבוע. מהי צורת מסלול הכדור (ישר, פרבולה, היפרבולה, מסלול אחר)? נמק.

1992 שאלה 1

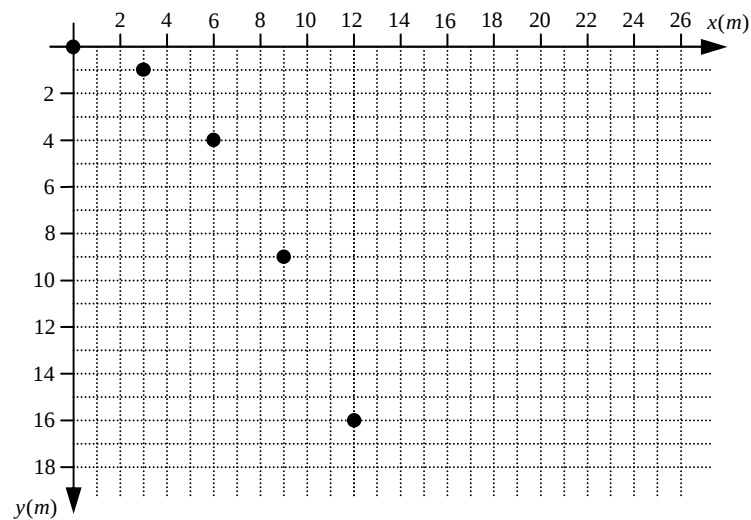
הגרף שלפניך מתאר תנועת מעלית במבנה הנמצא בבנייה. מסומנים בו שבעת קטעים מ-A עד G. המעלית מתחילה את תנועתה מן הקרקע, והכיוון כלפי מעלה נבחר כחיובי.



- קבע בכל אחד מן הקטעים אם המעלית עולה או יורדת, ואם גודל מהירותה קבוע, גדל או קטן.
- מהו הגובה המכסימלי אליו מגיעה המעלית?
- באיזה גובה מעל הקרקע נמצאת המעלית בגמר תנועתה?
- שק מלט מונח על מאזני קפיץ (מאזני אמבטיה) שעל רצפת המעלית. המאזניים מכוילים בקילוגרמים. בקטע A של התנועה מופיע המספר 55 על צג המאזניים. מצא איזה **מספר** יופיע על הצג בכל אחד מהקטעים האחרים של התנועה.

1993 שאלה 1

בניסוי שנערך על-פני כוכב לכת דמיוני, נזרק גוף א' אופקית בכיוון ציר ה- x . התרשים שלפניך מתאר את מקומו של גוף א' במישור התנועה בזמנים: $t=0, 1s, 2s, 3s, 4s$ מישור התנועה מתואר על-ידי ציר ה- x וציר ה- y



- מצא את גודל המהירות האופקית, שבה נזרק גוף א'.
- מצא את תאוצת הנפילה החופשית על-פני כוכב הלכת.
- מאותה נקודה ממנה נזרק גוף א', ובאותו רגע, החל גוף ב' ליפול חופשית, וגוף ג' נזרק אופקית בכיוון ציר ה- x במהירות התחלתית כפולה מזו של גוף א'.
- העתק את התרשים למחברתך, והוסף את מקומותיהם של הגופים ב' ו ג' בזמנים $t=0, 1s, 2s, 3s, 4s$ כך שיופיעו בתרשים מקומותיהם של שלושת הגופים.
- גוף נזרק אופקית. נסמן ב- $\vec{v}_1$ את וקטור המהירות של הגוף ברגע t_1 וב- $\vec{v}_2$ את וקטור המהירות של הגוף ברגע t_2 ($t_2 > t_1$). הסבר מדוע כיוון הווקטור $\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ הוא כלפי מטה.

1994 שאלה 1

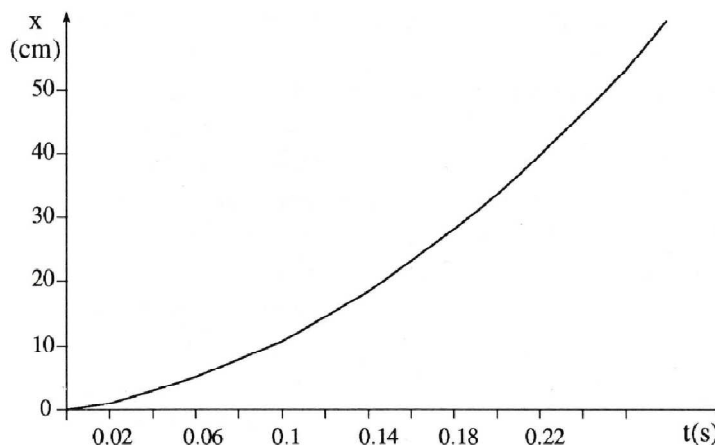
- אבן נזרקה כלפי מעלה במהירות התחלתית של 40 m/s . הנח כי האבן נזרקה מגובה הקרקע.
 - כעבור כמה זמן מרגע הזריקה מתאפסת מהירות האבן (מנקודת ראותו של אדם העומד על הקרקע)?
 - ציר מקום y , מוגדר כך שכיוונו החיובי כלפי מעלה, וראשיתו בנקודה (על הקרקע) שממנה נזרקה האבן. $t = 0$ מוגדר כרגע זריקת האבן.
 - סרטט גרפים המתארים:
- את מקום האבן כפונקציה של הזמן, מרגע $t = 0$ עד לרגע פגיעתה בקרקע.
 - את מהירות האבן כפונקציה של הזמן, מרגע $t = 0$ עד לרגע פגיעתה בקרקע.
 - את תאוצת האבן כפונקציה של הזמן, מרגע $t = 0$ עד לרגע פגיעתה בקרקע.
- אדם עולה בכדור פורח במהירות קבועה של 10 m/s .
 - כעבור כמה זמן מרגע הזריקה מתאפסת מהירות האבן, מנקודת ראותו של האדם בכדור הפורח?
 - סרטט גרף של מהירות האבן, כפי שהיא נצפית מנקודת ראותו של האדם בכדור הפורח, כפונקציה של הזמן, מרגע $t = 0$ עד לרגע פגיעת האבן בקרקע.

1995 שאלה 1

כדי לחקור את תנועתו של גוף הנע על קו ישר, רשם תלמיד את מקומו של הגוף במרווחי זמן של 0.02 שניות. הוא הגדיר את הרגע שבו נערכה המדידה הראשונה כ- $t = 0$ (ברגע זה מהירות הגוף אינה בהכרח אפס) ואת ציר המקום x בכיוון תנועת הגוף, כך שראשיתו בנקודת הימצאו של הגוף ברגע $t = 0$. תוצאות המדידות רשומות בטבלה שלפניך. על-פי תוצאות המדידות סרטט התלמיד את הגרף שלפניך, המתאר את מקומו של הגוף כפונקציה של הזמן.

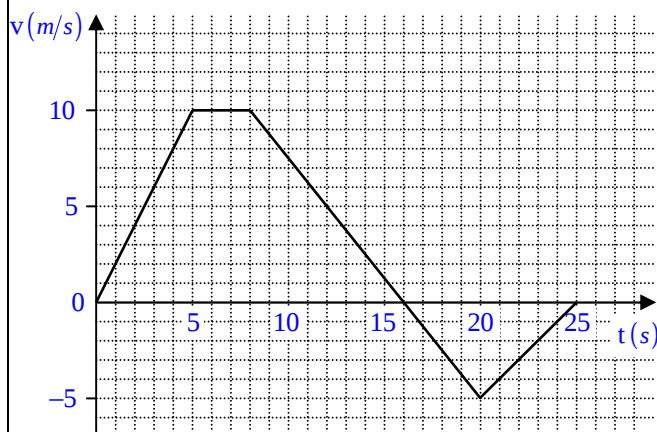
- קבע על-פי הגרף האם מהירות הגוף גדלה עם הזמן, קטנה או אינה משתנה. נמק.
- חשב את מהירות הגוף ביחידה של m/s ברגע $t = 0.02s$. הסבר ופרט את חישוביך.
- הכן טבלה שבה שתי עמודות: עמודה עבור הזמן $t(s)$ ועמודה עבור גודל המהירות $v(m/s)$. רשום בטבלה את המהירות שחישבת עבור $t = 0.02s$. חשב את גודלי מהירות הגוף ביחידה של m/s ברגעים: $t = 0.8s$, $t = 0.14s$, $t = 0.20s$ ורשום אותם במקומות המתאימים בטבלה שהכנת. אינך נדרש לפרט את חישוביך בסעיף זה.
- סרטט גרף המתאר את מהירות הגוף כפונקציה של הזמן.
- האם תאוצת הגוף קבועה? אם לא - הסבר מדוע. אם כן - חשב את גודלה.
- אילו התלמיד היה מגדיר את ציר המקום x בכיוון מנוגד לתנועת הגוף, האם סימן התאוצה (+ או -) היה שונה? הסבר.

מקום $x(cm)$	זמן $t(s)$
0	0
1.20	0.02
2.88	0.04
5.04	0.06
7.68	0.08
10.8	0.10
14.4	0.12
18.48	0.14
23.04	0.16
28.08	0.18
33.60	0.20
39.60	0.22



1996 שאלה 1

- ברגע $t = 0$ גוף מתחיל לנוע ימינה, לאורך קו ישר. הגרף שלפניך מתאר את מהירות הגוף כפונקציה של הזמן. האם הגוף משנה את כיוון תנועתו? אם לא - נמק. אם כן - ציין מתי, ונמק.
- סרטט גרף המתאר את תאוצת הגוף כפונקציה של הזמן מרגע $t = 0$ עד רגע $t = 25s$.
- האם במהלך תנועתו הגוף חוזר לנקודת המוצא (נקודה שממנה יצא ברגע $t = 0$)? אם כן - באיזה רגע; אם לא - נמק.
- העתק את הטבלה למחברתך והשלם את השורה הראשונה.
- השלם את הטבלה עבור פרקי זמן אחרים (הוסף שורות לטבלה בהתאם לצורך). חלק את הזמן $5s < t < 25s$ כך שבכל פעם שכיוונו של אחד או יותר מן הווקטורים שבטבלה משתנה, יתחיל פרק זמן חדש. אם וקטור מסוים שווה לאפס - רשום זאת בטבלה.
- מהי תאוצת הגוף ברגע $t = 16s$? נמק.



פרק הזמן	כיוון המהירות	כיוון התאוצה	כיוון הכוח השקול הפועל על הגוף
$0 < t < 5s$			

1998 שאלה 1

גוף החל לנוע ממנוחה, ונע בקו ישר בכל מהלך תנועתו. תלמיד רשם את מקומו של הגוף במרווחי זמן של 0.02 שניות. את הרגע שבו החל הגוף לנוע הוא הגדיר כ $t = 0$.

ציר המקום נבחר כך שראשיתו בנקודה שבה נמצא הגוף ברגע $t = 0$ וכיוונו החיובי בכיוון תנועת הגוף. תוצאות של חלק מן המדידות רשומות בטבלה שלפניך.

א. חשב על-פי הטבלה, בקירוב הטוב ביותר, את מהירות הגוף ברגע $t = 0.08s$. הסבר ופרט את חישוביך. (אל תניח שהתאוצה קבועה)

התלמיד חישב את מהירות הגוף ברגעים שונים, וסרטט גרף המתאר את מהירות הגוף כפונקציה של הזמן (ראה תרשים).

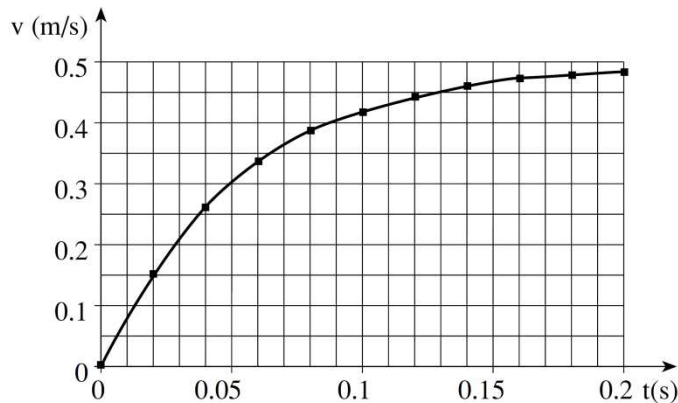
ב. הערך, על-פי הגרף, את המרחק שעבר הגוף מרגע $t = 0$ עד רגע $t = 0.02s$.

ג. חשב, במידת הדיוק שהגרף מאפשר, את התאוצה הממוצעת של הגוף מרגע $t = 0$ עד רגע $t = 0.02s$.

ד. קבע, על-פי הגרף, אם תאוצת הגוף גדלה כפונקציה של הזמן, קטנה או אינה משתנה. נמק.

ה. האם גודלו של הכוח השקול שפועל על הגוף הולך וגדל, הולך וקטן או אינו משתנה? נמק.

ו. מהו כיוון הכוח השקול שפועל על הגוף - בכיוון תנועת הגוף, מנוגד לכיוון תנועת הגוף או מאונך לכיוון תנועת הגוף? נמק.



מקום x (m)	זמן t (s)
0.0061	0.04
0.0123	0.06
0.0196	0.08
0.0278	0.10
0.0365	0.12

1999 שאלה 1

תלמיד שחרר קרונית מהקצה העליון של משטח משופע חסר חיכוך. מרגע מסוים, המוגדר כ $t = 0$, הוא מדד את מקומה של הקרונית במרווחי זמן של 0.02 s. ברגע $t = 0$ מהירות הקרונית אינה שווה בהכרח לאפס. ציר המקום, x, נבחר כך שראשיתו בנקודה שבה נמצאת הקרונית ברגע $t = 0$, וכיוונו החיובי הוא בכיוון תנועת הקרונית. תוצאות המדידות רשומות בטבלה שלפניך.

זמן t (s)	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12
מקום x (m)	0	0.009	0.020	0.033	0.048	0.065	0.084

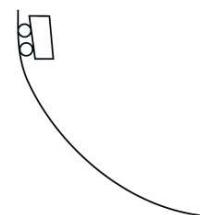
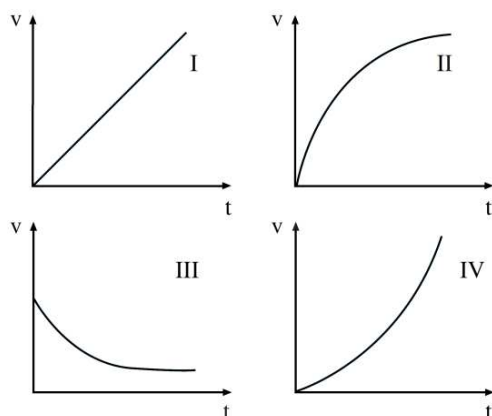
א. חשב, על-פי הטבלה בלבד, את מהירות הקרונית ברגע $t = 0.06s$. פרט את חישוביך (אל תסתמך בחישוביך על תאוצה קבועה לקרונית).

ב. חשב את מהירות הקרונית ברגעים $0.02s$, $0.04s$, $0.08s$, $0.10s$. אינך נדרש בסעיף זה לפרט את החישובים.

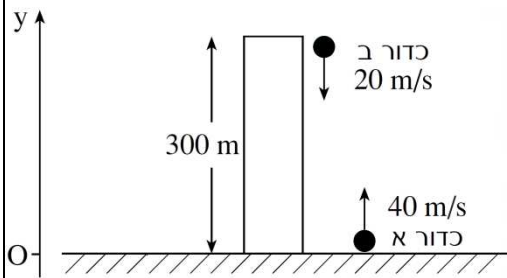
ג. הצג בטבלה את תוצאות החישובים של חמש המהירויות שחישבת בסעיפים א ו- ב, וסרטט גרף של מהירות הקרונית כפונקציה של הזמן.

ד. האם תאוצת הקרונית קבועה? אם כן - חשב אותה. אם לא - הסבר כיצד קבעת זאת.

ה. הפעם הקרונית יורדת במסלול עקום לאחר ששחררה ממנוחה, כמתואר בתרשים שלפניך. הנח שאין חיכוך בין הקרונית למסלול. אחד מבין הגרפים I - IV מתאר את גודל מהירות הקרונית כפונקציה של הזמן מהו הגרף הנכון? הסבר.



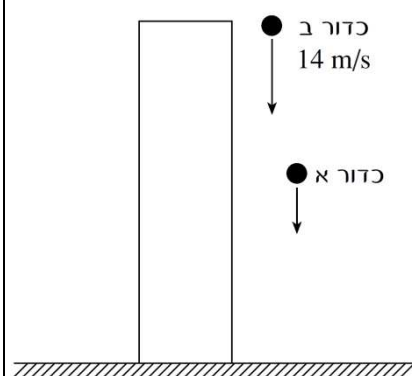
2000 שאלה 1



הגובה של בניין הוא 300m. כדור א' נזרק מרגלי הבניין כלפי מעלה במהירות שגודלה 40m/s. ברגע הזריקה של כדור א', נזרק כדור ב' מגובה גג הבניין כלפי מטה במהירות שגודלה 20m/s (ראה תרשים). הזנח את ההשפעה של התנגדות האוויר על תנועות הכדורים. הנח שהכדורים אינם מתנגשים, אלא חולפים זה ליד זה. נגדיר ציר y שראשיתו 0 בגובה הקרקע וכיוונו החיובי כלפי מעלה (ראה תרשים). פתור את הסעיפים שלפניך רק ביחס לציר זה.

- מהו הגובה המרבי מעל הקרקע שאליו יגיע כדור א'?
- כעבור כמה זמן מרגע הזריקה של כדור א' הוא יפגע בקרקע?
- כעבור כמה זמן מרגע זריקת שני הכדורים הם "יפגשו" (כלומר יימצאו באותו גובה)?
- סרטט גרף המתאר את המרחק בין שני הכדורים, כפונקציה של הזמן מרגע זריקתם עד לרגע "פגישתם". הסבר.

2001 שאלה 1



תלמיד עומד על גג בניין ומחזיק בידיו שני כדורים, כדור א' וכדור ב'. ברגע $t = 0$ התלמיד משחרר את כדור א' ממנוחה מגובה גג הבניין, והכדור נופל למטה. ברגע $t = 1s$ התלמיד זרק את כדור ב' מגובה הגג במהירות של 14m/s כלפי מטה (ראה תרשים). הזנח את ההשפעה של התנגדות האוויר על תנועות הכדורים.

א. (1) בטא את המקום של כדור א', ביחס לציר אנכי y שתבחר, כפונקציה של הזמן.

(2) בטא את המקום של כדור ב', ביחס לציר ה-y שבחרת, כפונקציה של הזמן.

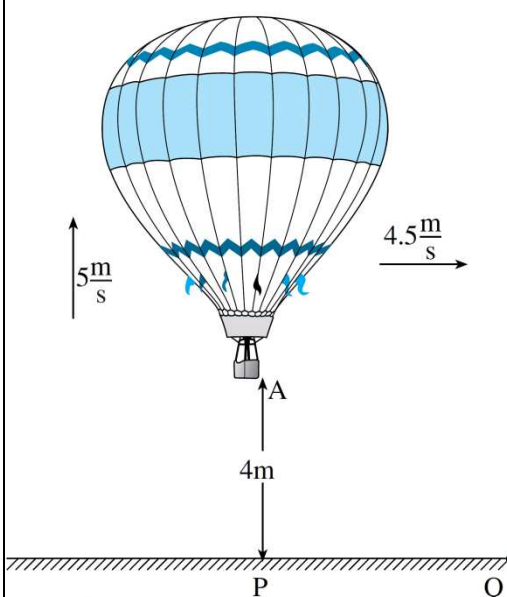
(3) כעבור כמה זמן, מרגע שחרור כדור א', "נפגשים" שני הכדורים (כלומר, חולפים זה לצד זה)?

ב. שים לב: בסעיף זה חשוב שתשתמש בגודל $g = 10m/s^2$ עבור תאוצת הנפילה החופשית (ולא בגודל $g = 9.8m/s^2$).

(1) מהי המהירות של כדור א' ברגע $t = 1s$.

(2) אילו זרק התלמיד את כדור ב' במהירות של 10m/s כלפי מטה (ולא 14m/s) האם היו הכדורים "נפגשים" (לפני הגיעם לקרקע)? הסבר במילים את תשובתך על-פי שיקולים פיזיקליים.

2001 שאלה 2



כדור פורח עולה במהירות שגודלה 5m/s ונסחף בכיוון אופקי במהירות שגודלה 4.5m/s (ראה תרשים). אבן משוחררת מתחתית הסל של הכדור הפורח בנקודה A, הנמצאת בגובה 4m מעל הנקודה P שעל הקרקע. האבן פוגעת בקרקע בנקודה Q. הזנח את התנגדות האוויר לתנועת האבן.

א. סרטט במחברתך תרשים מקורב של מסלול תנועת האבן. בתרשימך סמן את הנקודה A ואת הנקודות P ו-Q שעל הקרקע.

ב. חשב את גודל הרכיב האנכי של המהירות שבה מגיעה האבן לנקודה Q.

ג. חשב את זווית הפגיעה של האבן בקרקע יחסית לכיוון האופקי.

ד. היכן נמצא הכדור הפורח יחסית לנקודה Q, ברגע שבו פגעה האבן בקרקע (באיזה מרחק אופקי ובאיזה גובה)? הנח שתנועת הכדור הפורח לא הושפעה משחרור האבן.

2002 שאלה 1

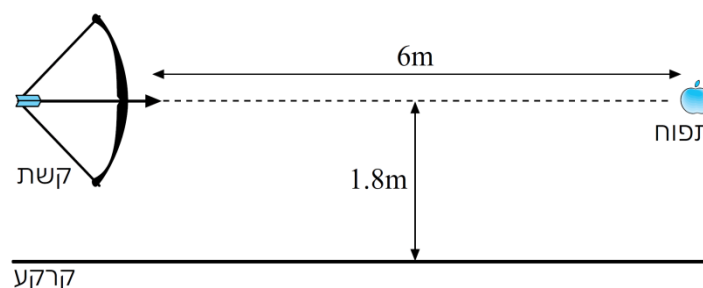
- שוטר יושב על אופנוע, הנמצא במנוחה בשולי כביש ישר, ומביט במכונית המתרחקת ממנו במהירות קבועה שגודלה 108 ק"מ לשעה. כשמרחק המכונית מן השוטר הוא 87.5 מטר, השוטר יוצא על אופנועו בעקבות המכונית, בתאוצה קבועה שגודלה 4 מטר לשנייה². רגע זה מוגדר כ- $t = 0$.
- א. מה משמעות המשפט "גוף נע בתאוצה קבועה שגודלה 4 מטר לשנייה²"?
- ב. הגדר ציר מקום, x (ציין את כיוונו החיובי ואת מקום ראשיתו), ורשום ביטוי מתמטי, המתאר את מקום המכונית ביחס לציר שבחרת, כפונקציה של הזמן (החל מרגע $t = 0$). שים לב ליחידות שבהן מבוטאים הנתונים.
- ג. רשום ביטוי מתמטי, המתאר את מקום האופנוע ביחס לציר שהגדרת בסעיף ב, כפונקציה של הזמן (החל מרגע $t = 0$).
- ד. חשב לאחר כמה זמן ישיג השוטר את המכונית.
- ה. סרטט גרף המתאר את מהירות המכונית כפונקציה של הזמן, מרגע $t = 0$ עד לרגע שבו השוטר משיג את המכונית.
- הוסף למערכת צירים זו גרף המתאר את מהירות האופנוע כפונקציה של הזמן (מרגע $t = 0$ עד לרגע שבו השוטר משיג את המכונית).

2003 שאלה 1

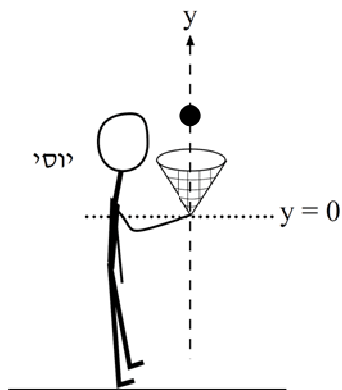
- א. ברגע $t = 0$ נזרקה אבן מפני הקרקע, אנכית כלפי מעלה, במהירות התחלתית v_1 . הגדר ציר מקום, y , שכיוונו החיובי כלפי מעלה. רשום ביטוי ל- $y_1(t)$, המתאר את מקום האבן כפונקציה של הזמן (התעלם מהתנגדות האוויר).
- ב. לאחר זמן T נזרקה אבן שנייה מפני הקרקע, אנכית כלפי מעלה, במהירות התחלתית v_2 כתוב ביטוי ל- $y_2(t)$, המתאר את מקום האבן השנייה כפונקציה של הזמן החל מרגע $t = T$.
- ג. נתון: $v_1 = 10 \text{ m/s}$; $v_2 = 12 \text{ m/s}$; $T = 0.5 \text{ s}$. חשב כעבור כמה זמן מרגע $t = 0$ תחלוף האבן השנייה על פני האבן הראשונה.
- ד. חשב כעבור כמה זמן לאחד פגיעת האבן הראשונה בקרקע תפגע בקרקע האבן השנייה.
- ה. על אותה מערכת צירים, סרטט גרף של $y_1(t)$ וגרף של $y_2(t)$, מתחילת התנועה של האבן עד פגיעתה בקרקע. סמן את הגרפים ב- $y_1(t)$ ו- $y_2(t)$ בהתאמה. (בסרטוטך הסתמך על חישוביך בסעיפים הקודמים, אין צורך בחישובים נוספים).

2004 שאלה 1

חץ הנתון בקשת דרוכה מכוון אופקית ימינה, לעבר תפוח המוחזק במנוחה. החץ והתפוח נמצאים בגובה 1.8m מעל הקרקע. מרחק החץ מהתפוח הוא 6 מטר. (ראה תרשים)

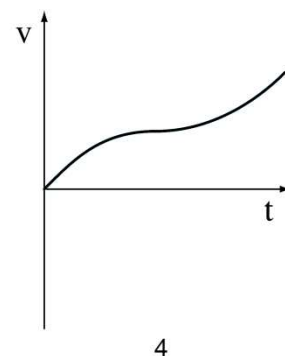
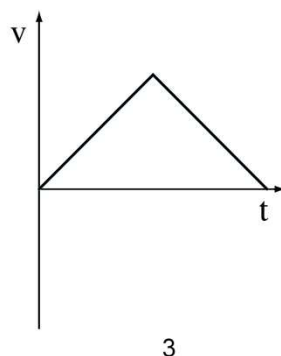
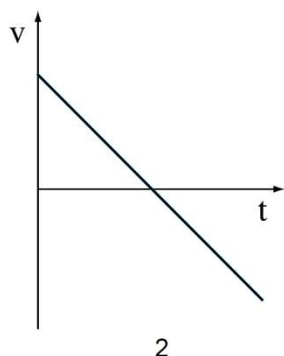
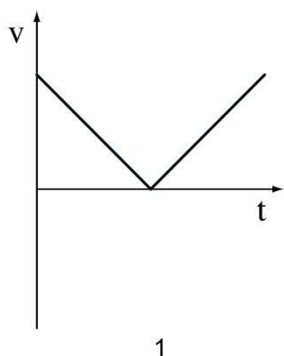


- ברגע $t = 0$ החץ נורה מן הקשת במהירות (אופקית) שגודלה 20 m/s , ובו זמנית שוחרר התפוח (ממנוחה). הזנח את השפעת האוויר על תנועת החץ ועל תנועת התפוח, התייחס לחץ ולתפוח כאל גופים נקודתיים.
- א. הראה כי החץ עובר את המרחק האופקי מן הקשת עד לתפוח לפני שהתפוח פוגע בקרקע.
- ב. הסבר מדוע החץ פוגע בתפוח (תוכל להסביר במילים או בעזרת נוסחאות).
- ג. חשב את מהירות (גודל וכיוון) שבה החץ פוגע בתפוח.
- הקשת יורה את החץ בשיפוע מעל האופק, כך שהרכיב האופקי של מהירות החץ הוא 20 m/s והאנכי הוא 20 m/s (כלפי מעלה). זורקים את התפוח בכיוון אנכי כלפי מעלה ברגע יריית החץ.
- ד. מה צריכה להיות מהירות הזריקה של התפוח, כדי שהחץ יפגע בתפוח? נמק.

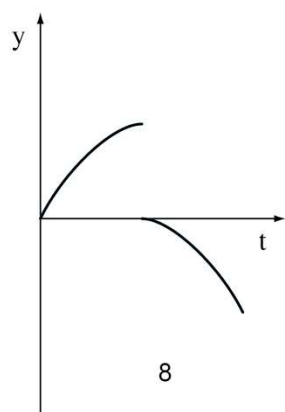
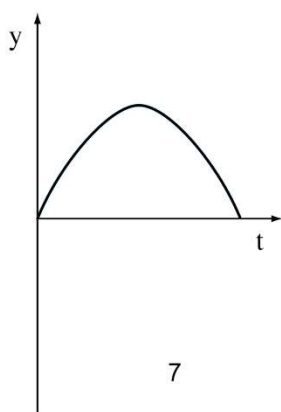
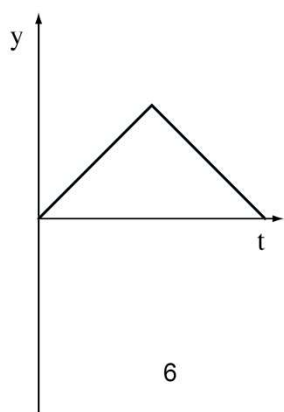
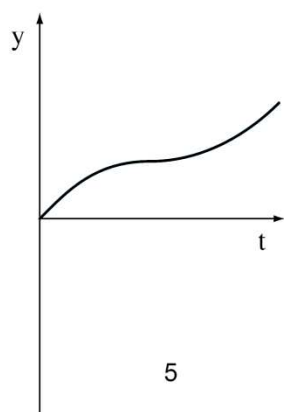


יוסי משחק בצעצוע המורכב מסלסילה שבה כדור קטן ובתחתיתה התקן קפיצי (ראה תרשים). לחיצה על ההתקן הקפיצי מקפיצה את הכדור כלפי מעלה; הוא מגיע לגובה של 2.45m מתחתית הסלסילה, ונופל בחזרה לתוך הסלסילה. כיתת תלמידים התבקשה לנתח את תנועת הכדור. לשם כך הוגדר ציר מקום y , שכיוונו החיובי כלפי מעלה וראשיתו בתחתית הסלסילה. $t = 0$ הוא הרגע שבו הכדור מתחיל את תנועתו. הזנח את התנגדות האוויר, את אורך הקפיץ ואת מסת הסלסילה.

א. התלמידים התבקשו לסרטט באופן איכותי גרף של מהירות הכדור כפונקציה של הזמן מרגע $t = 0$ עד שובו לתחתית הסלסילה. התקבלו 4 סוגים שונים של גרפים. איזה מבין הגרפים 1-4 מתאר נכון את התנועה? הסבר.



ב. התלמידים התבקשו לסרטט באופן איכותי גרף של מקום הכדור כפונקציה של הזמן מרגע $t = 0$ עד שובו לתחתית הסלסילה. גם במקרה זה התקבלו 4 סוגים שונים של גרפים. איזה מבין הגרפים 5-8 מתאר נכון את התנועה? הסבר.



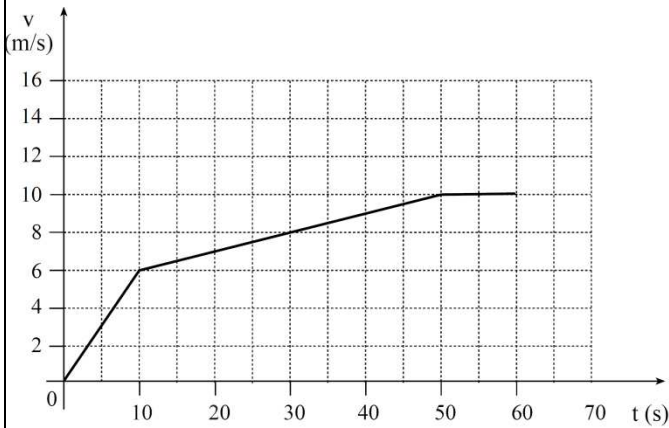
ג. חשב את זמן התנועה של הכדור מרגע $t = 0$ עד שובו לתחתית הסלסילה.

יוסי ממשיך לשחק בצעצוע שלו כשהוא נוסע על גלגליות בכיוון אופקי ימינה במהירות קבועה של 3m/s .

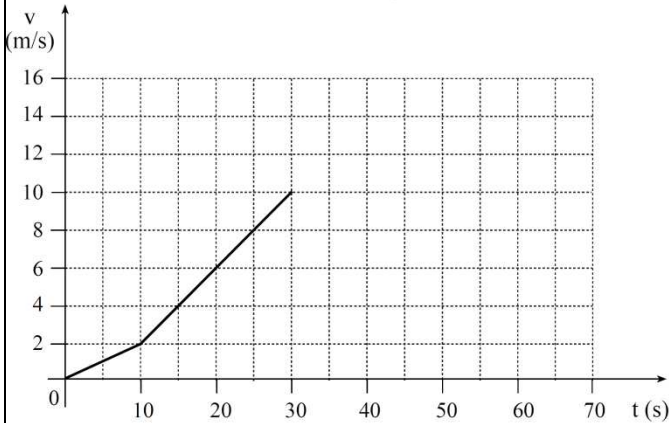
ד. האם גם במקרה זה הכדור המוקפץ כלפי מעלה ייפול בחזרה לתוך הסלסילה? הסבר.

ה. ברגע שהכדור הגיע לשיא הגובה, יוסי עצר ועמד במקומו. חשב את המרחק האופקי של הכדור מתחתית הסלסילה כאשר הוא הגיע ל- $y = 0$.

2006 שאלה 1



גרף א (מכונית א')



גרף ב (מכונית ב')

שני תלמידים התחרו במרוץ מכוניות לאורך מסלול ישר בלונה-פארק. שתי המכוניות, א' ו ב' החלו את תנועתן ממנוחה, מאותו מקום, באותו זמן ובאותו כיוון.

מכונית א' חצתה את קו הסיום לאחר 60 שניות. גרף א מתאר את המהירות של מכונית א' כפונקציה של הזמן במהלך תנועתה מההתחלה עד קו הסיום, וגרף ב מתאר את המהירות של מכונית ב' כפונקציה של הזמן במהלך 30 השניות הראשונות לתנועתה.

א. סרטט גרף של תאוצת מכונית א' כפונקציה של הזמן, מתחילת תנועתה עד שהגיעה לקו הסיום.

ב. חשב את המרחק שעברה מכונית א' מתחילת תנועתה עד שהגיעה לקו הסיום.

ג. חשב את המרחק שעברה כל אחת מהמכוניות ב-30 השניות הראשונות לתנועתה.

מכונית ב' המשיכה לנוע אחרי $t = 30s$ לכיוון קו הסיום, וחצתה את קו הסיום 2 שניות לפני מכונית א'.

ד. האם לאחר שיצאו המכוניות לדרך היה רגע במהלך המרוץ שבו שתי המכוניות נמצאו באותו מרחק מנקודת המוצא? נמק.

ה. חשב את תאוצת מכונית ב' בקטע האחרון של תנועתה (מ- $t = 30s$ עד שהגיעה לקו הסיום). הנח שתאוצת המכונית בקטע זה קבועה.

2007 שאלה 1

יעל ואורי חקרו את התנועה לאורך מגלשת מים בלונה פארק. למסלול המגלשה צורה עקומה לכל אורכו (אך צורתו אינה בהכרח קשת של מעגל). יעל גלשה ואורי צילם אותה במהלך גלישתה באמצעות מצלמת וידאו. לאחר מכן הם ניתחו את סרטון הווידאו: המקום של יעל על המגלשה באחת התמונות הוגדר כ"ראשית התנועה" (בנקודה זו כבר הייתה יעל בתנועה), והרגע שבו צולמה תמונה זו הוגדר כ- $t = 0$. לאחר מכן, על סמך הסרטון, הם רשמו את הדרך שעברה יעל לאורך המגלשה מ"ראשית התנועה" במונחי זמן של 0.4s. הממצאים רשומים בטבלה שלפניך.

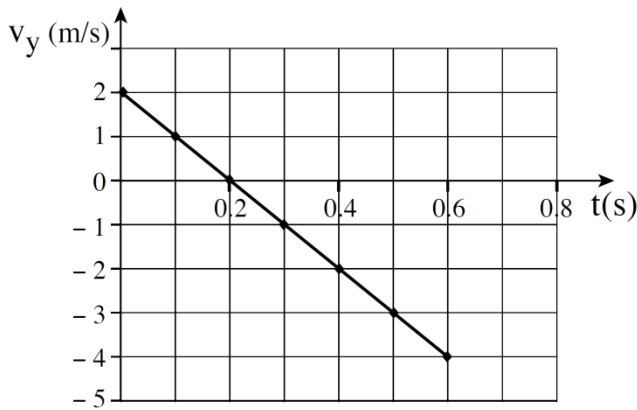
א. חשב את גודל המהירות של יעל ברגע $t = 1.6s$. פרט את חישוביך.
ב. הכן במחברתך טבלה ובה שתי עמודות - עמודה עבור ערכי הזמן t (בין הרגע $t = 0.4s$ ל- $t = 3.2s$ כמפורט בטבלה), ועמודה עבור הערכים של גודל המהירות של יעל ברגעים אלה. חשב את הגודל של המהירות בכל אחד מהרגעים המפורטים בטבלה שבמחברתך, והוסף את ערכי המהירויות לטבלה. אינך נדרש לפרט את חישוביך בסעיף זה.

ג. סרטט גרף של גודל המהירות של יעל כפונקציה של הזמן.
ד. האם במהלך תנועתה, הייתה ליעל תאוצה משיקית? נמק את תשובתך.
ה. האם במהלך תנועתה, הייתה ליעל תאוצה רדיאלית? נמק את תשובתך.

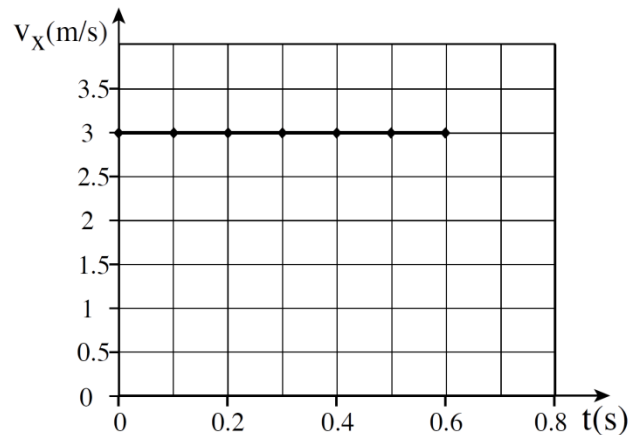
הזמן t (s)	הדרך s , שעברה יעל, מראשית התנועה (m)
0	0
0.4	0.90
0.8	1.76
1.2	3.62
1.6	5.04
2.0	7.22
2.4	8.88
2.8	11.26
3.2	13.08
3.6	15.54

2007 שאלה 3

כדור שמסתו 0.25 kg נזרק מנקודה מסוימת מעל הקרקע בכיוון משופע. בתרשים א מוצגות תוצאות המדידות של הרכיב האופקי של מהירות הכדור, V_x , כפונקציה של הזמן. בתרשים ב מוצגות תוצאות המדידות של הרכיב האנכי של מהירות הכדור, V_y , כפונקציה של הזמן.



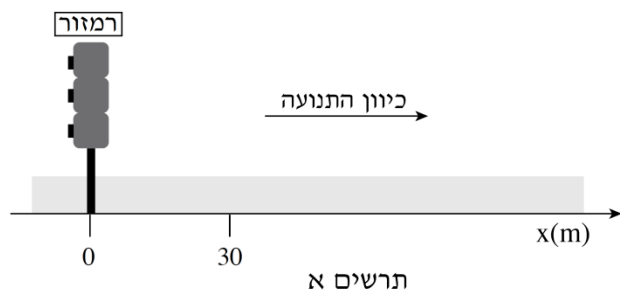
תרשים ב



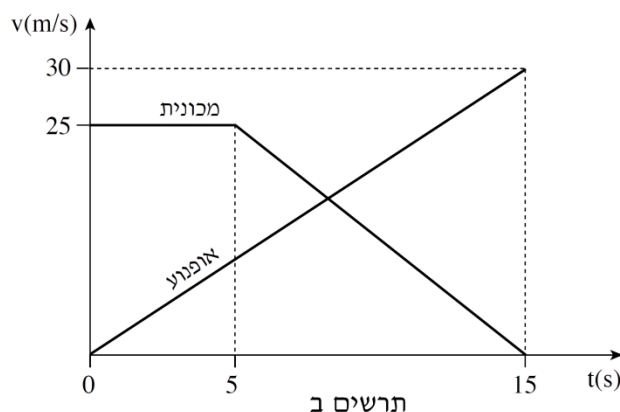
תרשים א

- האם כיוון המהירות ההתחלתית של הכדור הוא מעל האופק או מתחת לאופק? נמק את תשובתך.
- מצא את המהירות ההתחלתית (גודל וכיוון) של הכדור.
- הכדור פגע בקרקע ברגע $t = 0.6 \text{ s}$. חשב מאיזה גובה מעל הקרקע נזרק הכדור.
- חשב את האנרגיה הקינטית של הכדור בשיא מסלולו.
- זורקים את הכדור פעם נוספת מאותה נקודה ובאותה מהירות (גודל וכיוון), אולם הפעם במהלך תנועת הכדור פועל עליו כוח אופקי קבוע, בגודל 2 N , ובכיוון מנוגד לכיוון הרכיב האופקי של המהירות ההתחלתית.
- סרטט גרף של הרכיב האופקי של מהירות הכדור, V_x , במהלך תנועתו, כפונקציה של הזמן, מרגע הזריקה עד רגע פגיעתו בקרקע.

2008 שאלה 1



תרשים א



תרשים ב

בתרשים א מוצגים רמזור המוצב בצומת כבישים, וציר מקום x שראשיתו ברמזור, והמשכו לאורך כביש ישר וכיוונו החיובי מצביע ימינה. על כביש זה, בנקודה ששעורה 30 מטר , $x = 30$, שוטר על אופנוע אורב לעברייני תנועה הנוסעים בכיוון התנועה. נהג מכונית שאינו מבחין שהאור ברמזור אדום חוצה את הצומת ברגע $t = 0$. השוטר מבחין במכונית ומתחיל לנסוע בכיוון התנועה ברגע $t = 0$.

בתרשים ב מוצגות המהירויות של המכונית ושל האופנוע כפונקציה של הזמן.

א. הראה כי תאוצת האופנוע היא 2 m/s^2 , והסבר את המשמעות הפיזיקלית של המשפט "תאוצת האופנוע היא 2 m/s^2 ".

ב. חשב את תאוצת המכונית בפרק הזמן $t = 5 \text{ s}$ עד $t = 15 \text{ s}$ (ביחס לציר ה- x המוגדר בתרשים א), והסבר את המשמעות הפיזיקלית של התאוצה שקיבלת.

ג. איזה משני כלי הרכב מקדים את האחר ברגע $t = 15 \text{ s}$? נמק.

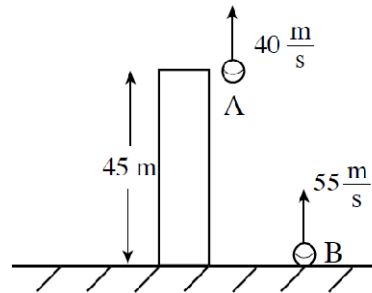
ד. כמה פעמים חלפו שני כלי הרכב זה על פני זה בפרק הזמן $t = 0$ עד $t = 15 \text{ s}$? הסבר.

ה. האם בפרק הזמן $t = 0$ עד $t = 15 \text{ s}$ המהירות הממוצעת של האופנוע גדולה מהמהירות הממוצעת של המכונית, קטנה ממנה או שווה לה? נמק.

ו. מתי מהירות האופנוע שווה לזו של המכונית?

2009 שאלה 1

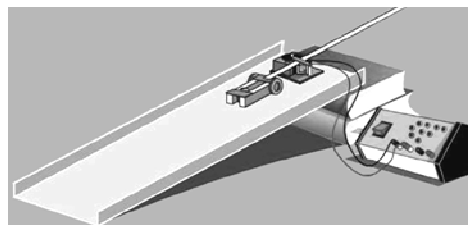
שני כדורים A ו-B נזרקו באותו רגע כלפי מעלה: כדור A נזרק מגג בניין שגובהו 45 מטר במהירות שגודלה 40 m/s , וכדור B - מרגלי הבניין במהירות שגודלה 55 m/s (ראה תרשים). כאשר כדור A נע כלפי מטה, הוא חולף סמוך לגג הבניין (ואינו פוגע בו). ברגע מסוים שני הכדורים חולפים זה ליד זה, בלי שהם מתנגשים. הזנה את התנגדות האוויר.



- באיזה גובה מעל הקרקע שני הכדורים חולפים זה ליד זה?
- האם במהלך התנועה של שני הכדורים באוויר יש רגע שבו וקטורי המהירות שלהם. שווים? אם כן - מצא רגע זה. אם לא - נמק.
- האם במהלך התנועה של שני הכדורים באוויר יש רגע שבו הגודל של המהירויות שלהם שווים? אם כן - מצא רגע זה. אם לא - נמק.
- ציר מקום, y^* , "צמוד" לכדור B. ראשיתו של הציר בכדור B וכיוונו החיובי כלפי מעלה.
- מצא את תאוצת כדור A ביחס לציר y^* .
- מצא את המהירות של כדור A, ברגע זריקת הכדורים, ביחס לציר y^* .
- סרטט גרף של המקום של כדור A ביחס לציר y^* כפונקציה של הזמן, מרגע זריקת שני הכדורים עד הרגע שבו הם חולפים זה ליד זה.

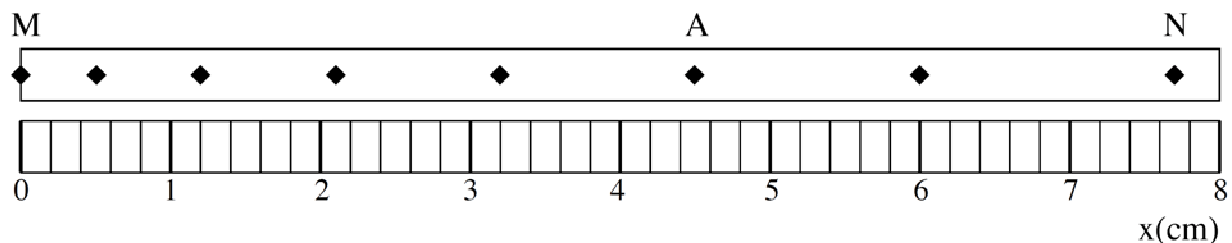
2011 שאלה 1

רן מבצע במעבדה ניסוי לחקירת תנועת עגלה על מישור משופע. לצורך זה הוא משתמש במכשיר המכונה "רשם זמן", המסמן על סרט נייר נקודה בכל 0.02 s . בניסוי שרן מבצע סרט הנייר מחובר לעגלה המשוחררת ממנוחה (ראה תרשים א').



תרשים א'

בתרשים ב מוצג חלק מהסרט שהתקבל בניסוי.



תרשים ב'

- על סמך תרשים ב, קבע אם תנועת העגלה היא תנועה קצובה או תנועה מואצת. נמק.
- חשב את המהירות הממוצעת של העגלה בקטע MN.
- חשב את המהירות הרגעית של העגלה בנקודה A. פרט את חישוביך.
- חשב את תאוצת העגלה, בהנחה שהיא קבועה.
- חשב את המרחק בין הנקודה N לבין הנקודה P הבאה אחריה. (הנקודה P אינה מופיעה בתרשים).

2012 שאלה 1

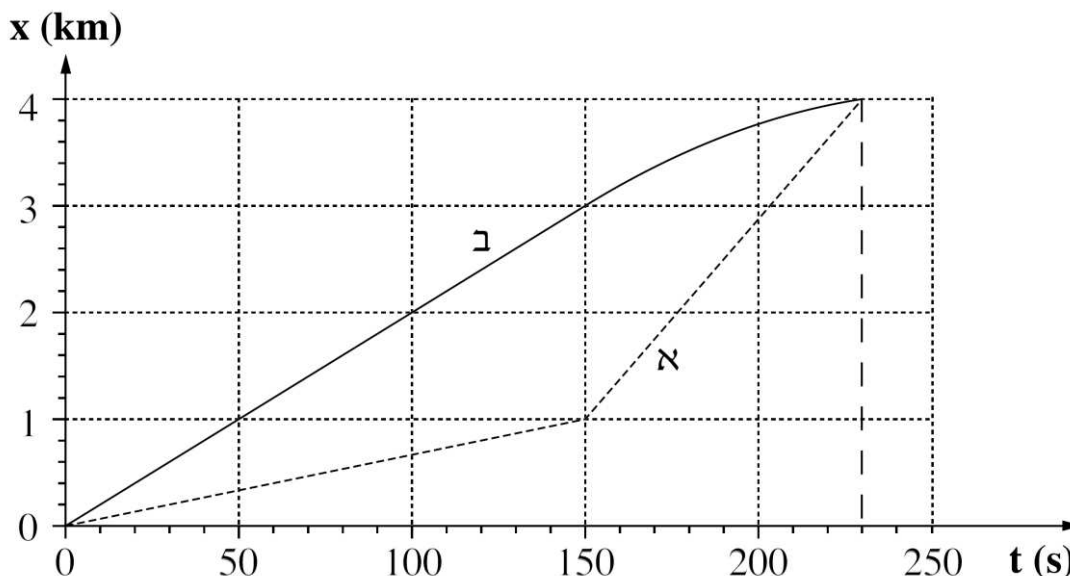
האסטרונאוטיות אליס וקורל נחתו על כוכב לכת, וערכו שם ניסוי בנפילה חופשית. הן שחררו גוף מגובה מסוים מעל פני הכוכב ורשמו את מקומו האנכי ביחס לציר ה- y , שכיוונו החיובי כלפי מטה, כפונקציה של הזמן t . מהירות הגוף ברגע $t = 0$ אינה בהכרח אפס. תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה שלפניך.

0.48	0.4	0.32	0.24	0.16	0.08	0	$t(s)$
2.840	2.000	1.400	0.810	0.430	0.150	0.016	$y(m)$
							$v(m/s)$

- העתק את הטבלה למחברתך. חשב בקירוב את מהירות הגוף בזמן $t = 0.24 s$. פרט את חישוביך. וכתוב את התוצאה במקום המתאים בטבלה שבמחברתך.
- חשב את מהירות הגוף בזמנים: $t(s) = 0.08, 0.16, 0.32, 0.4$ וכתוב את התוצאות במקומות המתאימים בטבלה שבמחברתך. אין צורך לפרט את חישוביך.
- סרטט דיאגרמת פיזור (נקודות במערכת צירים) של מהירות הגוף כפונקציה של הזמן. הוסף לדיאגרמת הפיזור קו מגמה.
- חשב את השיפוע של קו המגמה. מה מייצג גודל זה? הסבר.
- נתון כי רדיוס הכוכב שווה לרדיוס של כדור הארץ. היעזר בתוצאות הניסוי וחשב את היחס בין מסת כוכב הלכת ובין מסת כדור הארץ.

2013 שאלה 1

הגרף שלפניך מתאר את מקומן של שתי סירות, א ו-ב, כפונקציה של הזמן. הסירות נעות במסלולים ישרים מקבילים.



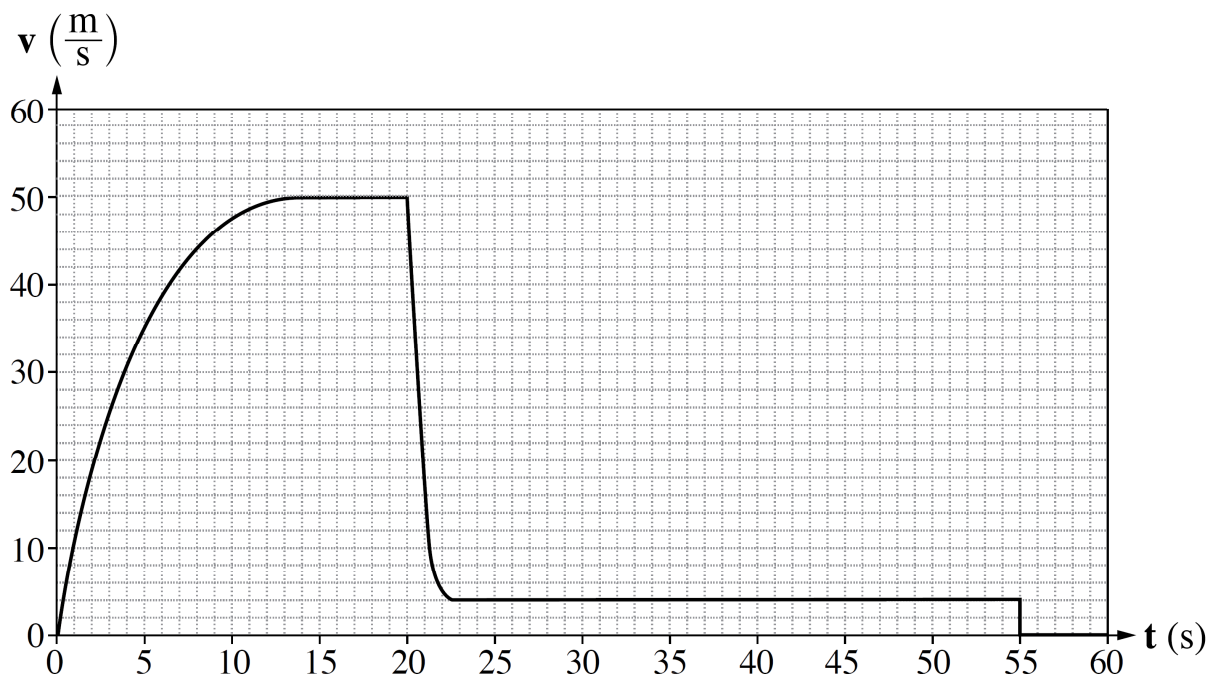
- הגדר את המושג "מהירות ממוצעת". היעזר בגרף וענה על הסעיפים שלפניך.
- הסירות שטות במשך $230s$. קבע אם במשך פרק הזמן הזה המהירות הממוצעת של סירה א גדולה מן המהירות הממוצעת של סירה ב, קטנה ממנה או שווה לה. נמק את קביעתך.
- החל מהרגע $t = 150s$ ועד הרגע $t = 230s$ סירה ב נעה בתאוצה קבועה. האם התאוצה חיובית או שלילית? נמק.
- חשב את גודל התאוצה של סירה ב החל מהרגע $t = 150s$.
- סרטט במחברתך גרף מדויק של מהירות סירה ב כפונקציה של הזמן, בפרק הזמן המתואר בגרף הנתון. ציין על הגרף שסרטטת את המהירות הסופית שסירה ב הגיעה אליה.

2013 שאלה 2

- גוף נופל ממנוחה מראש מגדל גבוה. גודלו של כוח החיכוך עם האוויר נתון על ידי הביטוי $f = kv^2$. k הוא קבוע התלוי במאפייני הגוף, v הוא מהירות הגוף.
- א. מה הן היחידות של k ?
- ב. הגדר מהי "נפילה חופשית", וקבע אם תנועת הגוף הנתון היא נפילה חופשית. נמק את קביעתך.
- ג. סרטט במחברתך תרשים של כל הכוחות הפועלים על הגוף במהלך נפילתו, והסבר בעזרתו מדוע ייתכן שהחל מרגע מסוים הגוף נע במהירות קבועה.
- נתון: $k = 0.25$ (ביחידות שחישבת בסעיף א.)
 $m = 10 \text{ kg}$
- החל מרגע מסוים הגוף נע במהירות קבועה.
- ד. חשב את גודל המהירות הקבועה של הגוף מרגע זה.
- ה. סרטט במחברתך גרף של מהירות הגוף כפונקציה של הזמן, מרגע שחרורו של הגוף ועד רגע פגיעתו בקרקע. בגרף זה אל תציין ערכים על ציר הזמן.

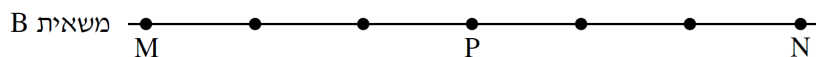
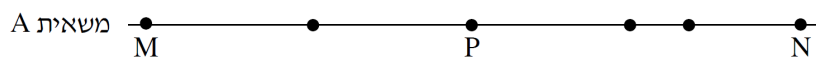
2014 שאלה 1

- צנחן קפץ ממטוס בגרע $t = 0$. בתוך כדי נפילתו הוא פתח את המצנח. הצנחן והמצנח ייחשבו גוף אחד שייקרא: "הצנחן". הגרף שלפניך מתאר את גודל הרכיב האנכי של מהירות הצנחן כפונקציה של הזמן.



- א. תאר במילים את תנועת הצנחן בפרק הזמן $0 \leq t < 20\text{s}$. בתשובתך התייחס לגודל הרכיב האנכי של מהירות הנפילה של הצנחן, ולגודל של תאוצתו.
- ב. ציין את הסיבה לשינוי הפתאומי בגודל הרכיב האנכי של המהירות בפרק הזמן $20\text{s} \leq t < 20\text{s}$.
- ג. הסבר איך היית מחשב בעזרת הגרף את המרחק האנכי שעבר הצנחן מרגע $t = 0$ עד הרגע שהמצנח נפתח (אין צורך לחשב מרחק זה).
- ד. הראה מתוך הגרף שהגודל של תאוצת הנפילה החופשית בגובה שהצנחן קפץ ממנו הוא $g = 10 \text{ m/s}^2$ בקירוב. על הצנחן פועלים בתוך כדי נפילתו שני כוחות: כוח הכובד והתנגדות האוויר.
- ה. עבור כל אחד משני הכוחות קבע אם הוא גדל, קטן או נשאר קבוע בפרק הזמן $0 \leq t < 20\text{s}$. הסבר את קביעתך.
- ו. מסת הצנחן היא $m = 80\text{kg}$. בפרק הזמן $0 \leq t < 55\text{s}$, קבע את הגודל המרבי (המקסימלי) של הכוח השקול שפעל על הצנחן, ואת גודלו המזערי (המינימלי) של כוח זה. הסבר את קביעתך.

שתי משאיות A ו-B נכנסות באותו הזמן לשני מסלולים מקבילים זה לזה בקטע כביש ישר. בכל אחת מן המסלולים מותקן מכשיר המחשב בהפרשי זמן שווים את מיקומה (GPS). הנקודות בתרשים שלפניך מייצגות את מיקומי המשאיות A ו-B, לאורך הקטע MN שאורכו 180 ק"מ. הנקודה P היא האמצע של קטע הנסיעה.



היעזר בתרשים וענה על הסעיפים א-ה שלפניך.

א. נתון כי זמן הנסיעה של משאית B מנקודה M לנקודה N היה 3 שעות. חשב את מהירות הנסיעה הממוצעת של

משאית זו בקטע MN. בטא את תשובתך ביחידות של $\frac{\text{קילומטר}}{\text{שעה}}$ וגם $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$.

ב. קבע אם מהירות הנסיעה הממוצעת של משאית A בקטע MN גדולה ממהירות הנסיעה הממוצעת של משאית B בקטע זה, קטנה ממנה או שווה לה. נמק בלי לחשב.

ג. חשב את מהירות הנסיעה הממוצעת של משאית A במחצית הראשונה של קטע הנסיעה (הקטע MP).

ד. חשב את מהירות הנסיעה הממוצעת של משאית A במחצית השנייה של קטע הנסיעה (הקטע PN).

ה. קבע אם יש רגע שבו המהירות הרגעית של שתי המשאיות שווה. נמק

2016 שאלה 1

שמעון והחתול שלו משחקים: שמעון הודף עכבר צעצוע על הרצפה. הצעצוע נע לאורך קו ישר מהנקודה A לכיוון הנקודה B (ראה תרשים). באותו רגע החתול מתחיל לרוץ מאותה הנקודה ולאיתו כיוון. יש להזניח את התנגדות האוויר.



החתול האיץ ממנוחה בתאוצה קבועה של 1 m/s^2 . לאחר 2 שניות הוא המשיך במהירות קבועה במשך 5 שניות נוספות, ובמהלך שנייה אחת נוספת הוא האט בקצב קבוע עד עצירתו בנקודה B.

א. סרטט במחברתך גרף של מהירות החתול כפונקציה של הזמן.

ב. חשב את המרחק של הנקודה B מהנקודה A.

לאחר ששמעון הקנה לצעצוע מהירות התחלתית בנקודה A, הצעצוע הגיע לנקודה B שנייה וחצי לפני שהגיע לשם החתול. מקדם החיכוך μ בין הצעצוע לרצפה קבוע.

ג. חשב את המהירות ההתחלתית של הצעצוע.

ד. סרטט במחברתך את תרשים הכוחות הפועלים על הצעצוע, וחשב את μ .

בפעם אחרת חזר שמעון על המשחק והקנה לצעצוע את אותה המהירות התחלתית, הפעם מקדם החיכוך μ' בין הצעצוע לרצפה גדול פי 2. ($\mu' = 2\mu$).

ה. קבע באיזה מן הגדלים 1-4 שלפניך לא חל שינוי בתנועת הצעצוע. נמק את קביעתך.

1. התאוצה

2. הזמן עד העצירה

3. המרחק עד העצירה

4. המהירות הממוצעת

במשחק כדורגל נעמד שחקן כדי לבעוט בעיטת עונשין. כדי להטעות את השוער, השחקן התבונן על אחת מפינות השער, אולם בעט בכדור למרכז השער. שיטת בעיטה זו מכונה שיטת פנקה, על שמו של שחקן צ'כי. בעקבות בעיטה זו הכדור נע במסלול פרבולי במישור המאונך למגרש, וכך ההיטל של המסלול על המגרש ניצב לקו השער ראה תרשים (1).

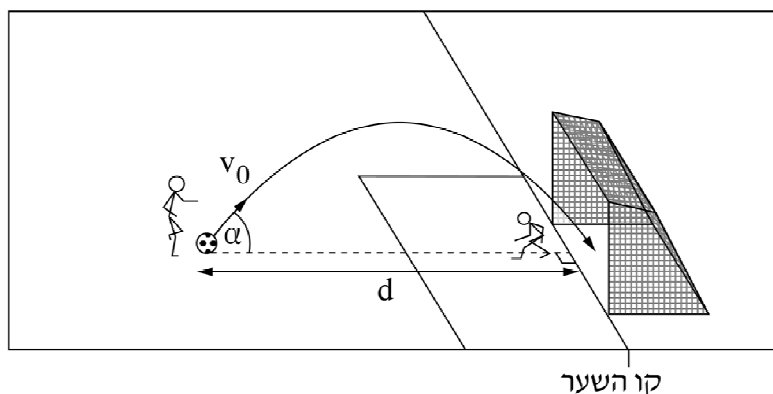
נסמן: d — מרחק הכדור מקו השער לפני שהוא נבעט

v_0 — גודל המהירות ההתחלתית של הכדור

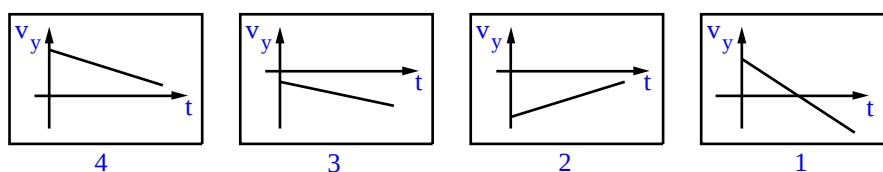
α — הזווית בין כיוון המהירות ההתחלתית לבין מישור המגרש.

התנגדות האוויר זניחה.

תרשים 1

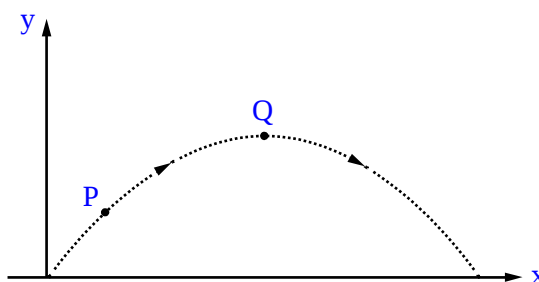


א. קבע איזה מבין ארבעת הגרפים 1-4 שלפניך מייצג נכון את הרכיב האנכי של מהירות הכדור במהלך תנועתו באוויר, כפונקציה של הזמן. נמק את קביעתך.



ב. בתרשים 2 מוצג מסלולו של כדור שנכנס לשער. במסלול מסומנות נקודות P, Q. נתון כי הנקודה Q גבוהה מן הנקודה P.

תרשים 2



(1) האם גודל הרכיב האופקי של מהירות הכדור בנקודה P קטן מגודל הרכיב האופקי של מהירותו בנקודה Q, גדול ממנו או שווה לו? הסבר את תשובתך.

(2) האם גודל התאוצה של הכדור בנקודה P קטן מגודל התאוצה שלו בנקודה Q, גדול ממנו או שווה לו? הסבר את תשובתך.

שחקן בעט בכדור בשיטת פנקה ממרחק $d=11\text{m}$ מקו השער. הוא העניק לכדור מהירות שגודלה $v_0 = 11.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

בזווית $\alpha = 55^\circ$ מעל האופק. נתון: גובה השער הוא $h = 2.44\text{m}$.

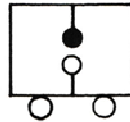
ג. הוכח שהכדור שנבעט נכנס בוודאות לתוך השער. הנח שלא הייתה הפרעה לתנועת הכדור (לדוגמה, מן השוער). התייחס אל הכדור כאל גוף נקודתי.

ד. שחקן אחר בעט בכדור מאותו מרחק ובאותה זווית, אבל העניק לכדור מהירות התחלתית גדולה מ- v_0 . האם בבעיטה זו הכדור נכנס בוודאות לתוך השער? הסבר את תשובתך. אין צורך לחשב.

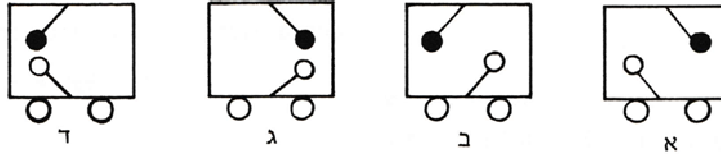
דינמיקה

1981 שאלה 7 (שאלון השלמה)

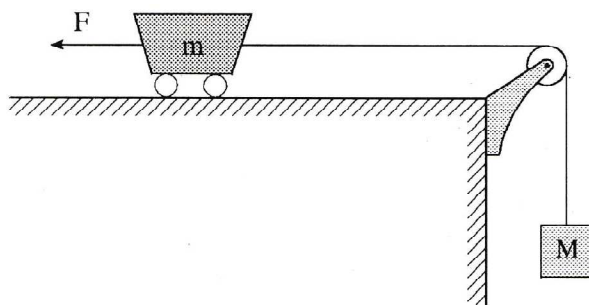
מתקרתו של קרון סגור תלויה מטוטלת, ולרצפתו קשור בחוט בלון קל מלא מימן. מצב שיווי המשקל של המערכת מתואר בציור שלפניך.



מקנים לקרון תאוצה קבועה a ימינה. מהו מצב שיווי-המשקל החדש של המטוטלת ושל הבלון?



1982 שאלה 2



על שולחן חלק ניצבת קרונית שמסתה $m = 6\text{ kg}$. הקרונית קשורה באמצעות חוט, הכרוך על גלגלת חסרת-חיכוך, אל משקולת שמסתה $M = 4\text{ kg}$ (ראה תרשים). כוח אופקי של $F = 60\text{ N}$ מושך את הקרונית שמאלה במשך 3 שניות. לאחר זמן זה, מפסיק הכוח לפעול.

א. תאר במלים את תנועת הקרונית ב 3 השניות הראשונות ולאחריהן.

ב. מה מהירות הקרונית ברגע שהכוח F הפסיק לפעול?

ג. מה המרחק שעברה הקרונית מהרגע שהכוח F התחיל לפעול ועד שפסק?

ד. כעבור כמה זמן, מהרגע שהכוח מפסיק לפעול, תחזור הקרונית למקום שבו נמצאה ברגע שבו הכוח הפסיק לפעול?

1982 שאלה 1 (שאלון השלמה)



במזחלת שלג המתוארת בציור, נעשו שני ניסויים.

בניסוי הראשון יושב במזחלת רק אדם אחד. המזחלת מחליקה במורד מנקודה M , וממשיכה לנוע במסלול האופקי. היא נעצרת בנקודה A .

בניסוי השני יושבים במזחלת 5 נוסעים. המזחלת מחליקה גם הפעם מנקודה M . היכן תיעצר המזחלת?

א. לפני הנקודה A

ב. בנקודה A

ג. אחרי הנקודה A

ד. אין אפשרות להשיב מבלי לדעת את מקדם החיכוך בין המזחלת והמסלול.

1983 שאלה 2 (שאלון השלמה)

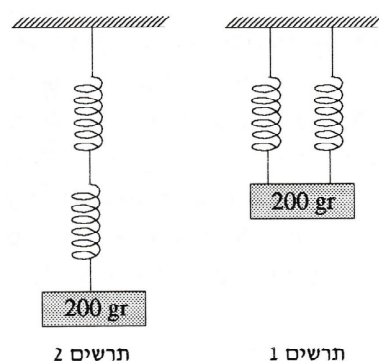
גוף שמסתו 200 גרם תלוי על שני קפיצים זהים כמתואר בתרשים 1. כתוצאה מכך מתארך כל אחד מהקפיצים ב- 1 ס"מ. מה תהיה התארכות של כל אחד מהקפיצים אם התלייה תתבצע בצורה המתוארת בתרשים 2 ?

א. 0.5 ס"מ

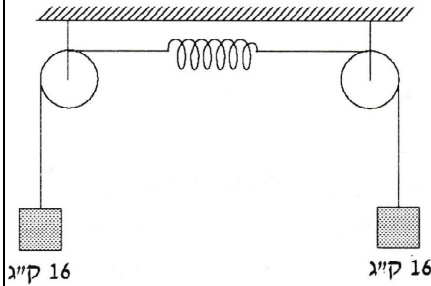
ב. 1 ס"מ

ג. 2 ס"מ

ד. 4 ס"מ



1984 שאלה 1 (שאלון השלמה)



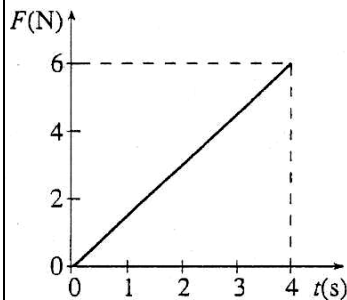
קפיץ מסוים, התלוי על וו בקיר, מתארך ב- 2 ס"מ כשבקצהו מסה של 8 ק"ג. את הקפיץ הזה קשרו בשני קצותיו בחוטים גמישים, שמסותיהם זניחות, העוברים על גלגלים ללא חיכוך ובקצות החוטים תלו מסות של 16 ק"ג (ראה תרשים). כתוצאה מכך התארך הקפיץ ב: א. 2 ס"מ. ב. 4 ס"מ. ג. 8 ס"מ. ד. 16 ס"מ.

1985 שאלה 1 (שאלון השלמה)

גוף מחליק ממצב של מנוחה, ללא חיכוך, במורד מדרון שאורכו L. באיזה מרחק מראש המדרון תהיה מהירות הגוף שווה למחצית מהירותו בתחתית המדרון?

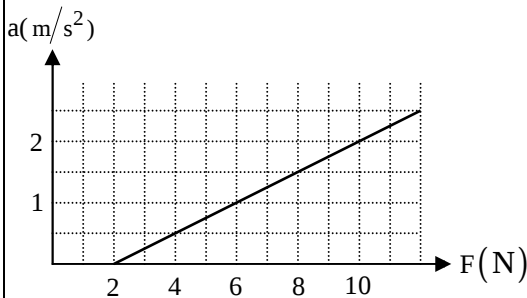
- א. $L/4$. ב. $L/2$. ג. $L/\sqrt{2}$. ד. $3L/4$.

1986 שאלה 1



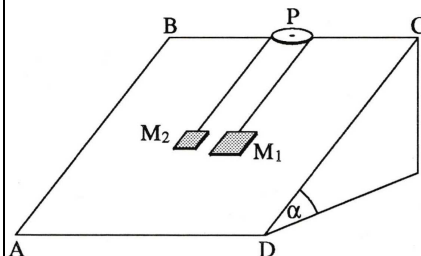
גוף בעל מסה $m = 2 \text{ kg}$ נע במהירות קבועה $v_0 = 3 \text{ m/s}$ על פני משטח אופקי חלק. ברגע מסוים מתחיל לפעול על הגוף כוח F שגודלו משתנה עם הזמן t. גודל הכוח, כפונקציה של הזמן, מתואר בתרשים. א. מהו אופי תנועתו של הגוף (האם תנועתו קצובה, שוות-תאוצה או שתאוצתו משתנה)? ב. חשב את תאוצת הגוף (גודל וכיוון) ואת מהירותו (גודל וכיוון), לאחר 4 שניות מרגע הפעלת הכוח F, בכל אחד מהמקרים הבאים: 1. אם הכוח F פועל בכיוון המהירות v_0 . 2. אם הכוח F פועל בכיוון נגדי לכיוון המהירות v_0 . 3. אם הכוח F פועל בכיוון קבוע המאונך לכיוון המהירות v_0 .

1987 שאלה 2



בסדרת ניסויים נגרר גוף בעל מסה m על פני משטח אופקי על ידי כוח אופקי F, המשתנה מניסוי לניסוי. בסדרת הניסויים התקבלו התוצאות המתוארות בגרף. א. מהי מסת הגוף הנגרר? ב. מהו מקדם החיכוך בין הגוף לבין השולחן? ג. על גבי הגוף הקודם מדביקים גוף נוסף שמסתו אף היא m. חוזרים ועורכים את ניסויי הגרירה על פני המשטח הני"ל. העתק למחברתך את הגרף שבתרשים והוסף בו גרף, המתאר את תלות התאוצה a של הגוף החדש, בכוח האופקי F, המופעל עליו. הסבר את תשובתך.

1991 שאלה 1

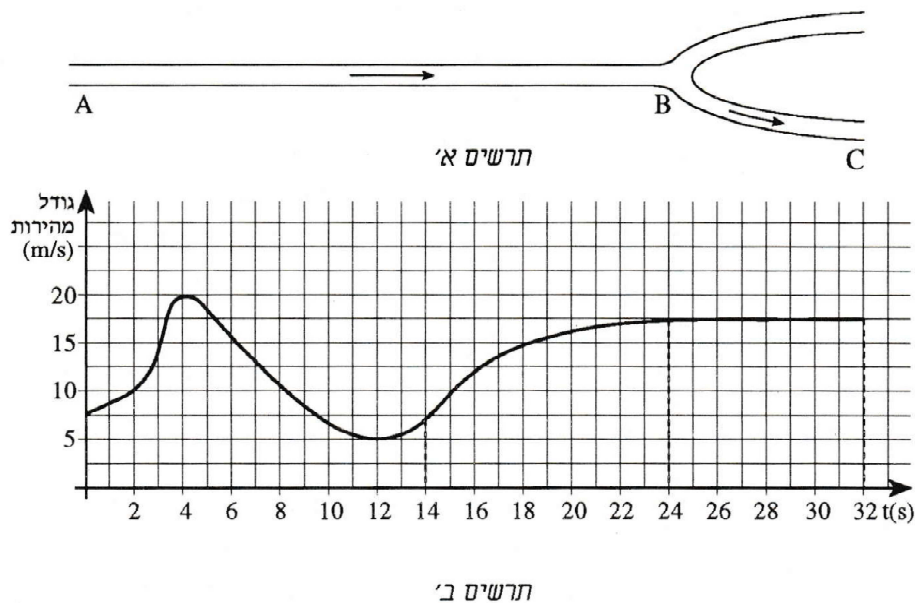


גוף שמסתו $M_1 = 3 \text{ kg}$ קשור באמצעות חוט הכרוך סביב גלגלת P לגוף שמסתו $M_2 = 2 \text{ kg}$. שני הגופים משוחררים ממצב מנוחה על-פני לוח מלבני חלק ABCD הנטוי בזווית $\alpha = 30^\circ$ למישור האופקי (ראה תרשים). ברגע שחרורם היו הגופים במרחקים שווים מ-AD. הגלגלת והחוטים מקבילים לצלע AB של הלוח המלבני, ומסת הגלגלת ניתנת להזנחה.

- א. חשב את תאוצת הגוף שמסתו M_2 .
 ב. חשב את המתיחות בחוט המקשר בין הגופים.
 ג. שנייה אחת לאחר שחרור הגופים נקרע החוט.
 (1) תאר את תנועת הגוף M_1 ואת תנועת הגוף M_2 לאחר קריעת החוט. התייחס בתשובתך לכיווני התנועה ולסוג התנועה.
 (2) האם המהירות של הגוף M_2 בהגיעו לתחתית הלוח AD, תהיה גדולה מהמהירות של הגוף M_1 בהגיעו לתחתית הלוח, שווה לה או קטנה ממנה? נמק.

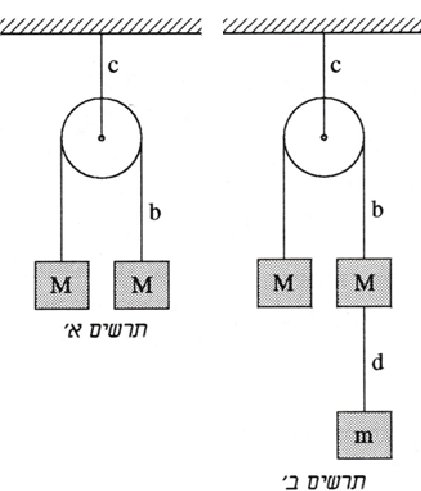
1991 שאלה 2

מכונית הנוסעת על כביש עוברת ברגע $t = 0$ בנקודה A. מנקודה A עד לנקודה B נעה המכונית על מסלול ישר. ברגע $t = 24s$ מגיעה המכונית להתפצלות בכביש (נקודה B), וממשיכה לנוע לאורך מסלול עקום עד לנקודה C, אליה היא מגיעה ברגע $t = 32s$ (ראה תרשים א). הגרף בתרשים ב מתאר את גודל המהירות של המכונית כפונקציה של הזמן.



- מתי במשך 24 השניות הראשונות לתנועתה, מתאפסת תאוצת המכונית? הסבר.
- האם הכוח השקול הפועל על המכונית מ $t = 14s$ עד $t = 24s$ קטן, קבוע או גדל כפונקציה של הזמן? נמק.
- מתי, בערך במשך 24 השניות הראשונות לתנועתה, תאוצת המכונית היא מרבית? הסבר.
- האם תאוצת המכונית מ $t = 24s$ עד $t = 32s$ (על פני המסלול העקום) היא אפס? הסבר.
- האם הדרך, שעברה המכונית מ $t = 2s$ עד $t = 6s$ קטנה מהדרך שעברה המכונית מ $t = 8s$ עד $t = 14s$, גדולה ממנה או שווה לה? הסבר.

1993 שאלה 2



שני גופים, שמסתו של כל אחד היא M, קשורים זה לזה באמצעות חוט b הכרוך סביב גלגלת. הגלגלת קשורה באמצעות חוט c אל התקרה (ראה תרשים א). מסות החוטים b ו c ניתנות להזנחה, וכן כוחות חיכוך כלשהם ניתנים להזנחה.

א. בטא באמצעות נתוני השאלה את:

(1) מתיחות החוט b.

(2) מתיחות החוט c.

ב. תולים על הגוף הימני גוף נוסף, שמסתו m, באמצעות חוט d, שמסתו אף היא זניחה (ראה תרשים ב).

(1) הראה כי התאוצה a של הגוף, שמסתו m, קטנה מתאוצת הנפילה החופשית g.

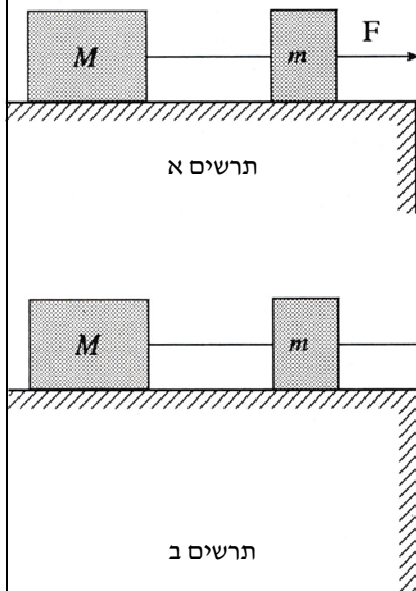
(2) אדם הנמצא במעלית, היורדת במהירות קבועה, צופה דרך חלון

שבמעלית בגוף שמסתו m. האם תאוצת הגוף, כפי שהיא נצפית על-ידי האדם, תהיה קטנה מהתאוצה a,

שווה לה או גדולה ממנה (a היא התאוצה ביחס לארץ)? הסבר.

ג. ברגע מסוים נקרע החוט d. מה סוג התנועה של הגוף הימני (שמסתו M), לאחר שהחוט נקרע (שוות-מהירות, שוות-תאוצה, אחרת)? הסבר.

1995 שאלה 2



על משטח אופקי מונחים שני גופים שמסותיהם m ו- M , $M > m$. הגופים קשורים זה לזה באמצעות חוט שמסתו זניחה. מפעילים על הגוף שמסתו m כוח אופקי ימינה (ראה תרשים א), והמערכת נעה בתאוצה.

בסעיפים (ב) ו- (ג) בלבד הנח שהחיכוך בין הגופים לבין המשטח זניח.

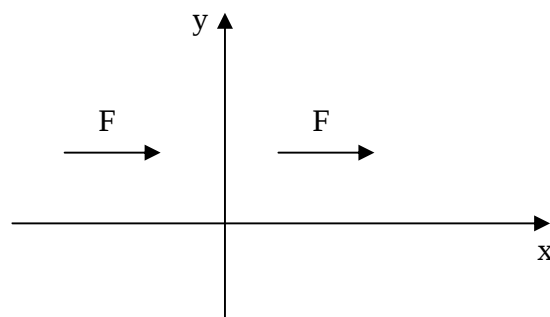
א. קבע והסבר באופן איכותי (במילים) על מי משני הגופים פועל כוח שקול גדול יותר.

ב. בטא באמצעות נתוני השאלה את תאוצת הגופים ואת מתיחות החוט המקשר ביניהם.

ג. קושרים לגוף שמסתו m , באמצעות חוט שמסתו זניחה, גוף שמשקלו שווה לכוח F שבתרשים א'. התאוצה במצב זה (תרשים ב) שונה בגודלה מן התאוצה במצב הקודם (תרשים א). האם גודל התאוצה במצב זה קטן מגודל התאוצה במצב הקודם או גדול ממנו? נמק.

1995 שאלה 3

בתרשים מתואר מישור בעל התכונה הבאה: בכל הנקודות במישור, שבהן ימצא גוף, יפעל על הגוף כוח יחיד $\vec{F}$ שכיוונו בכיוון החיובי של ציר ה- x וגודלו קבוע. (שים לב שמדובר בכוח יחיד, וכוחות אחרים כגון כוח הכובד אינם פועלים על הגוף).



מציבים גוף בראשית הצירים, ומעניקים לו ברגע $t = 0$ מהירות התחלתית בכיוון השלילי של ציר ה- x .

א. מהי צורת מסלול תנועתו של הגוף (קו ישר, פרבולה, היפרבולה וכו')?

ב. מהו כיוון (וקטור) התאוצה במהלך התנועה? נמק. התייחס בתשובתך לקטעי תנועה שונים, אם לדעתך יש צורך בכך.

ג. האם גודל המהירות גדל, קטן או אינו משתנה כפונקציה של הזמן? נמק. התייחס בתשובתך לקטעי תנועה שונים, אם לדעתך יש צורך בכך.

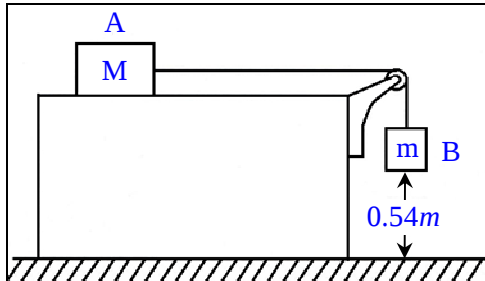
מציבים גוף שני בראשית הצירים, ומעניקים לו ברגע $t = 0$ מהירות התחלתית בכיוון החיובי של ציר ה- y .

ד. ענה על סעיף א לגבי הגוף השני.

ה. ענה על סעיף ג לגבי הגוף השני.

ו. גודלה של המהירות ההתחלתית (שכאמור מכוונת בכיוון ציר ה- y) הוא 24 m/s , גודל הכוח $\vec{F}$ הוא 1.6 N ומסת הגוף היא 0.2 kg . חשב את מקום הגוף ברגע $t = 4 \text{ s}$.

1996 שאלה 2



גוף A שמסתו $M = 1.4\text{kg}$ מונח על שולחן אופקי. הגוף קשור באמצעות חבל הכרוך על גלגלת למשקולת B שמסתה $m = 0.6\text{kg}$. המערכת משוחררת ממנוחה כאשר גובה המשקולת B מעל הרצפה הוא 0.54m (ראה תרשים). ניתן להזניח את החיכוך בין החבל לבין הגלגלת. הנח בכל שלבי השאלה שהמרחק בין הגוף A לבין הגלגלת גדול מאוד, ושהגוף אינו פוגע בגלגלת.

א. בסעיף זה הנח כי מסת החבל וכן החיכוך בין הגוף A לבין השולחן ניתנים להזנחה.

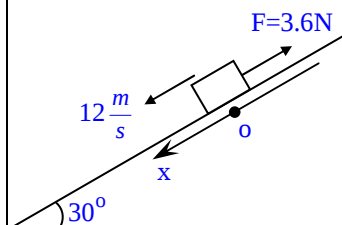
(1) חשב כעבור כמה זמן מגיע הגוף B לרצפה?

(2) סרטט גרף של מהירות הגוף A בפונקציה של הזמן, מרגע השחרור שיוגדר כ- $t = 0$, עד הרגע $t = 2\text{s}$.

ב. סעיף זה הנח כי מסת החבל ניתנת להזנחה, אולם יש חיכוך בין הגוף A לבין המשטח (למרות זאת, המערכת יוצאת לתנועה ברגע $t = 0$). סרטט גרף מקורב של מהירות הגוף A כפונקציה של הזמן, מרגע $t = 0$ עד הרגע שבו הגוף A נעצר (אינך נדרש לרשום ערכים מספריים על הצירים). הסבר את שיקולך.

ג. בסעיף זה הנח כי החיכוך בין הגוף A לבין השולחן ניתן להזנחה, אולם מסת החבל אינה ניתנת להזנחה. מהו סוג התנועה של הגוף A לפני שהגוף B מגיע לקרקע (שוות מהירות, שוות תאוצה, בתאוצה הולכת וגדלה או בתאוצה הולכת וקטנה)? נמק.

1997 שאלה 1



גוף שמסתו 0.4kg מחליק על משטח משופע חסר חיכוך שזווית שיפועו 30° . ברגע $t = 0$, שבו מהירות הגוף היתה 12m/s בכיוון המורד, החל לפעול על הגוף כוח F שגודלו 3.6N וכיוונו במעלה המשטח המשופע.

בתרשים שלפניך מתוארת המערכת ברגע $t = 0$. הכוח F חדל לפעול ברגע $t = 5\text{s}$. פתור את הסעיפים א-ד ביחס לציר מקום x , שכיוונו החיובי בכיוון המורד וראשיתו $x = 0$ בנקודה שבה הגוף היה ברגע $t = 0$.

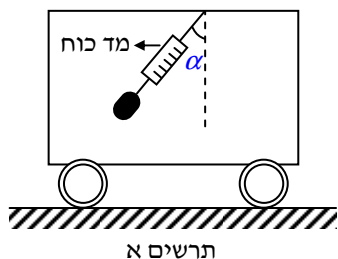
א. מצא את מהירות הגוף ברגע $t = 5\text{s}$ (גודל וכיוון).

ב. סרטט גרף המתאר את מהירות הגוף כפונקציה של הזמן, מרגע $t = 0$ עד רגע $t = 5\text{s}$ (רשום ערכים מספריים על הצירים).

ג. מצא את מקום הגוף ברגע $t = 5\text{s}$.

ד. תאר, במילים או באמצעות סרטוט, את מסלול תנועתו של הגוף לאחר שהכוח F חדל לפעול. הסבר.

1998 שאלה 3



מכונית נוסעת על כביש ישר ואופקי בתאוצה קבועה. משקולת שמסתה m תלויה על דינמומטר (מד-כוח) שקשור באמצעות חוט לתקרת המכונית, כמתואר בתרשים א. מסות הדינמומטר והחוט זניחות ביחס למסה של משקולת. המשקולת נמצאת במנוחה ביחס למכונית, והזווית בין החוט לבין האנך היא α .

א. האם הכוח השקול הפועל על המשקולת שווה לאפס? אם כן - נמק. אם לא - ציין מהו כיוון הכוח השקול.

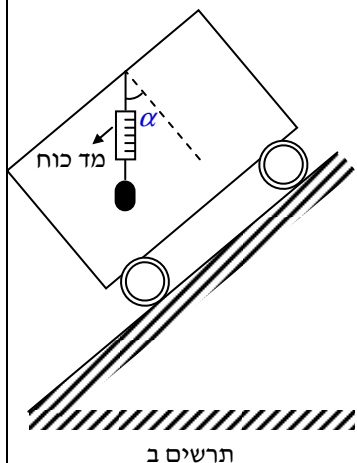
ב. האם הכוח שהדינמומטר מראה קטן מ- mg , גדול מ- mg או שווה ל- mg ? נמק.

ג. האם כיוון התנועה של המכונית יכול להיות:

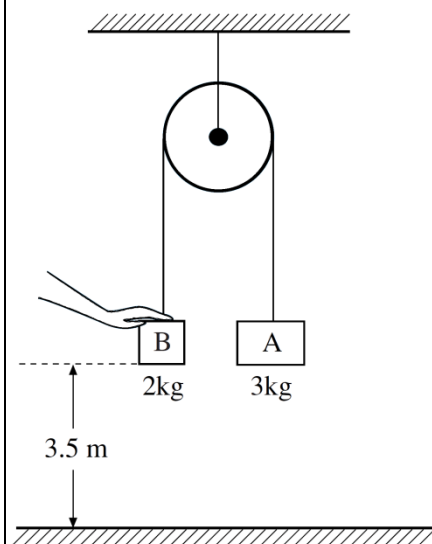
(1) ימינה? נמק.

(2) שמאלה? נמק.

ד. בשלב מסוים של תנועתה, המכונית נוסעת על כביש ישר במעלה גבעה במהירות קבועה. גם במצב זה הזווית בין החוט לבין האנך לתקרת המכונית היא α (תרשים ב). האם הכוח שהדינמומטר מראה קטן מ- mg , גדול מ- mg או שווה ל- mg ? נמק.



1999 שאלה 2



שני גופים A ו B, שמסתם $m_1 = 3 \text{ kg}$ ו- $m_2 = 2 \text{ kg}$ בהתאמה, קשורים זה לזה באמצעות חוט הכרוך סביב גלגלת. ניתן להזניח את מסת החוט ואת כל כוחות החיכוך.

א. החל מרגע $t = 0$ עד רגע $t = 2 \text{ s}$ אדם מחזיק בגוף B כך ששני הגופים נמצאים במנוחה בגובה 3.5 מטר מעל הרצפה (ראה תרשים). חשב את מתיחות החוט במצב שבו הגופים מוחזקים במנוחה.

ב. מרגע $t = 2 \text{ s}$ עד רגע $t = 4 \text{ s}$ האדם מפעיל על גוף B כוח שגודלו 15 N וכיוונו כלפי מטה.

(1) חשב את גודל תאוצת הגופים מרגע $t = 2 \text{ s}$ עד רגע $t = 4 \text{ s}$.

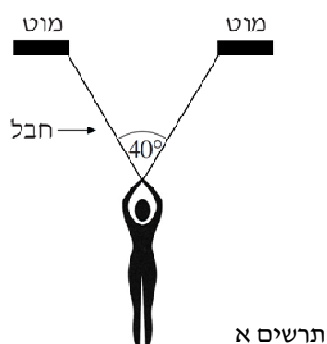
(2) חשב את מתיחות החוט מרגע $t = 2 \text{ s}$ עד רגע $t = 4 \text{ s}$.

ג. ברגע $t = 4 \text{ s}$ האדם מרפה מגוף B. חשב את גודל תאוצת הגופים לאחר הרגע $t = 4 \text{ s}$.

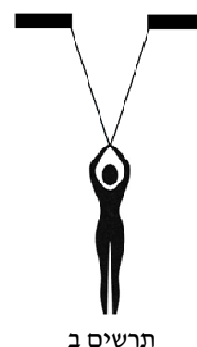
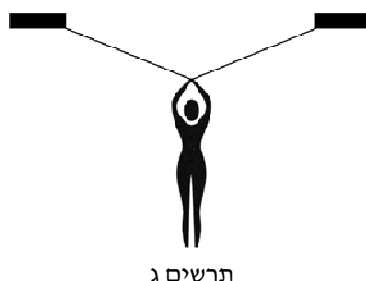
ד. חשב את המרחק המינימלי בין גוף B לרצפה.

1999 שאלה 3

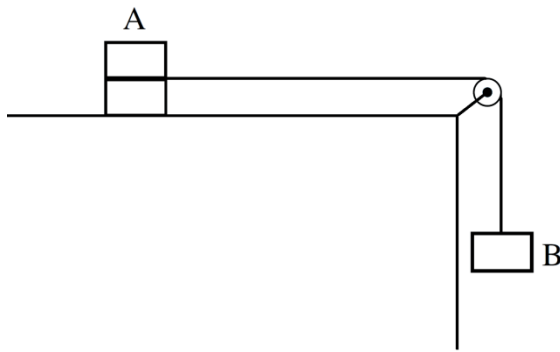
א. לוליינית בקרקס, שמסתה 50 kg, נתלתה על חבל הקשור בקצותיו לשני מוטות, כמתואר בתרשים א. המרחקים מנקודת האחיזה של הלוליינית בחבל עד למוטות שווים. הזווית שבין שני חלקי החבל שווה ל 40° . ניתן להזניח את מסת החבל. חשב את מתיחות החבל.



ב. את המוטות שבתרשים א ניתן לקרב זה אל זה (בכיוון אופקי), כמתואר בתרשים ב, או להרחיקם זה מזה, כמתואר בתרשים ג. הלוליינית נתלית על החבל פעם כשהמוטות קרובים ופעם כשהמוטות רחוקים. באחד המצבים החבל נקרע, והלוליינית נפלה לרשת ביטחון. באיזה מצב (תרשים ב או תרשים ג) החבל נקרע? הסבר. ג. במקרה אחר, נתלתה הלוליינית על חבל הקשור בקצהו העליון רק לאחד המוטות, כמתואר בתרשים ד. כאשר הורם המוט אנכית במהירות קבועה (ובאטיות), החבל לא נקרע. אולם כאשר הורם המוט בתאוצה כלפי מעלה, החבל נקרע. מדוע החבל נקרע כאשר המוט הורם בתאוצה?



2001 שאלה 3



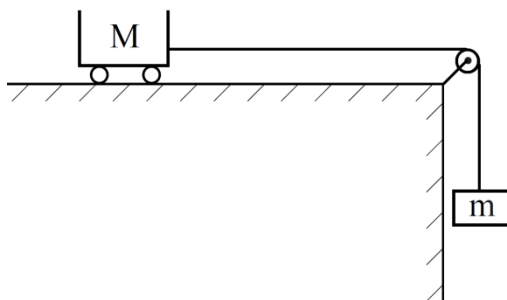
לרשותו של תלמיד שלוש תיבות זהות. הוא הדביק שתי תיבות זו לזו, ולגוף שהתקבל קרא בשם גוף A. התלמיד הניח את גוף A על שולחן, קשר אל הגוף קצה אחד של חוט ואת החוט כך סביב גלגלת (חסרת חיכוך וחסרת מסה). לקצה האחר של החוט קשר התלמיד את התיבה השלישית וקרא לה בשם גוף B (ראה תרשים).

החיכוך בין גוף A לבין השולחן אינו ניתן להזנחה. התלמיד שחרר את המערכת ממנוחה, ומדד במרווחי זמן שווים את המהירות של גוף A. ממצאי המדידות רשומים בטבלה שלפניך:

זמן - $t(s)$	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1
מהירות - $v(m/s)$	0	0.038	0.083	0.123	0.158	0.200

- סרטט גרף המתאר את המהירות של גוף A כפונקציה של זמן.
- חשב את גודל התאוצה של גוף A.
- חשב את החיכוך בין גוף A לבין השולחן.
- ברגע $t = 0.1s$ החוט נקרע. האם משך התנועה של גוף A, מרגע קריעת החוט עד לעצירת הגוף גדול מ- $0.1s$ קטן מ- $0.1s$ או שווה ל- $0.1s$? נמק. (במהלך תנועתו גוף A אינו מתנגש בגלגלת)

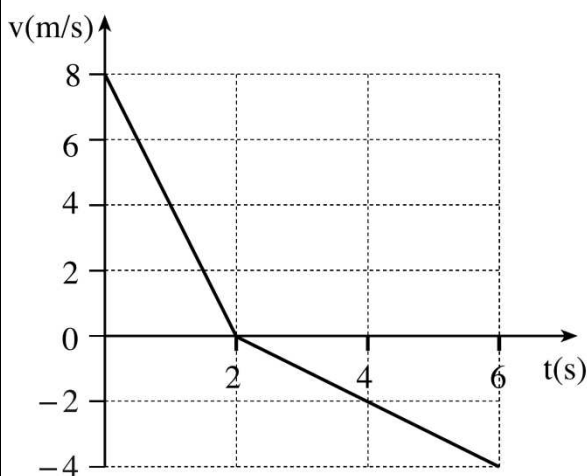
2002 שאלה 2



בתרשים שלפניך מתוארת קרונית שמסתה $M = 0.6 \text{ kg}$, הקשורה למשקולת שמסתה $m = 0.04 \text{ kg}$ באמצעות חוט הכרוך על גלגלת. תלמיד מחזיק את הקרונית הנמצאת במנוחה החל מרגע $t = 0$, וברגע $t = 1 \text{ s}$ הוא משחרר אותה. הזנח את החיכוך במערכת.

- הגדר את יחידת הכוח "ניוטון".
- סרטט גרף המתאר את גודל תאוצת הקרונית כפונקציה של הזמן, מרגע $t = 0$ עד רגע $t = 2 \text{ s}$. פרט את חישוביך.
- סרטט גרף המתאר את מתיחות החוט כפונקציה של הזמן, מרגע $t = 0$ עד רגע $t = 2 \text{ s}$. פרט את חישוביך.

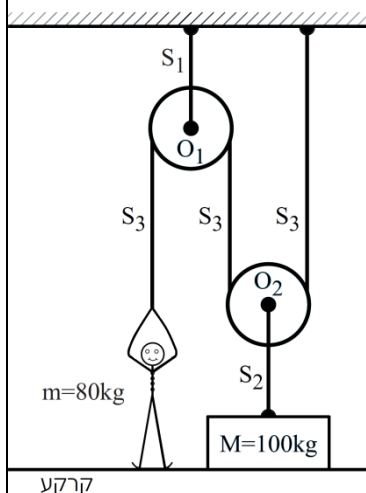
2003 שאלה 2



גוף נע על מדרון לא חלק שזווית השיפוע שלו היא α . מקדם החיכוך הקינטי בין הגוף למשטח הוא μ . הגרף שלפניך מתאר את מהירות הגוף מתחילת תנועתו במעלה המדרון עד לרגע חזרתו לתחתית המדרון.

- קבע בעזרת הגרף את תאוצת הגוף בעלייה ואת תאוצתו בירידה (לכל תאוצה ציין גודל וכיוון).
- צייר במחברתך את תרשימי הכוחות הפועלים על הגוף בעלייתו ובירידתו.
- כתוב ביטויים המתארים את תאוצת הגוף בעלייתו ובירידתו כפונקציה של מקדם החיכוך μ , זווית השיפוע α ו- g .
- על פי הגרף, זמן הירידה גדול מזמן העלייה בהסתמך על הביטויים שכתבת בסעיף ג, הסבר מדוע הירידה ארכה זמן רב יותר.

2004 שאלה 2



בתרשים שלפניך מוצגת מערכת מכנית, הכוללת: גלגלת ניידת שמרכזה O_1 ; גלגלת ניידת שמרכזה O_2 ; שלושה חוטים S_1 , S_2 , S_3 ; משקולת שמסתה $M=100\text{kg}$ והיא מונחת על הקרקע.

אדם שמסתו $m=80\text{kg}$ עומד על הקרקע ומחזיק בקצה החוט S_3 . הזנח את מסות הגלגלות והחוטים, ואת החיכוך בין כל גלגלת לציר שלה.

א. האדם מושך (כלפי מטה) את קצה החוט S_3 בכוח שגודלו 100 N . חשב את:

(1) הגודל של הכוח שהאדם מפעיל על הקרקע.

(2) מתיחות החוט S_1 .

(3) הגודל של הכוח שהמשקולת מפעילה על הקרקע.

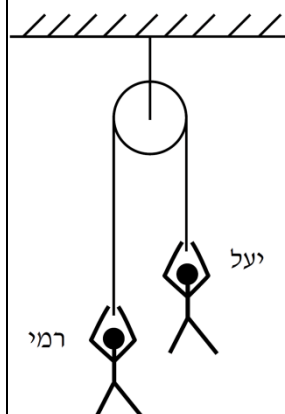
ב. חשב את הכוח הקטן ביותר שבו האדם צריך למשוך בקצה החוט S_3 , כדי שהמשקולת לא תפעיל כוח על הקרקע.

ג. האדם מושך את קצה החוט S_3 בכוח הקטן ביותר, המאפשר לאדם שלא להפעיל כוח על הקרקע.

(1) חשב את הגודל של הכוח, שהאדם מפעיל על החוט S_3 במצב זה.

(2) האם במצב זה המשקולת מואצת? אם לא - נמק; אם כן - חשב את תאוצתה.

2005 שאלה 3



בתרשים שלפניך גלגלת, המחוברת לתקרה, ומסביב לה כרוך חבל. רמי, שמסתו 70kg , עומד במנוחה על הרצפה ואוחז בחבל. יעל, שמסתה 60kg , נתלית בקצהו האחר של החבל, וגם היא נמצאת במנוחה. הזנח את מסת החבל, את מסת הגלגלת ואת כוחות החיכוך.

א. העתק למחברתך את התרשים, וסרטט בו את כל הכוחות הפועלים על רמי ואת כל הכוחות הפועלים על יעל. ליד כל כוח ציין את שמו.

ב. חשב את גודל הכוח שהרצפה מפעילה על רמי.

יעל מתחילה לטפס במעלה החבל בתאוצה קבועה של 0.25m/s^2 ביחס לרצפה. רמי נשאר במנוחה על הרצפה.

ג. האם הכוח שהרצפה מפעילה על רמי במקרה זה גדול מהכוח שחישבת בסעיף ב, קטן ממנו או שווה לו? נמק.

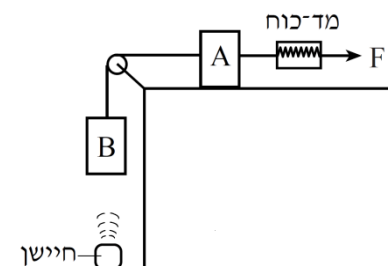
ד. חשב את המתיחות בחבל בזמן תנועתה של יעל במעלה החבל.

ה. חשב את התאוצה הקטנה ביותר שבה יעלי צריכה לטפס במעלה החבל, כדי שרמי יתרומם מהרצפה.

2005 שאלה 4

תלמיד עורך ניסוי במערכת של שני גופים, A ו-B. גוף A מונח על משטח חלק, והוא קשור לגוף B באמצעות חוט הכרוך סביב גלגלת. כדי שהמערכת תימצא במנוחה, התלמיד מפעיל כוח F ימינה (ראה תרשים). הזנח את מסת החוט, את מסת הגלגלת ואת כוחות החיכוך.

התלמיד מפעיל כוח F גדול יותר, ומודד אותו בעזרת מד-כוח. בעת הפעלת הכוח המערכת נעה ימינה, והתלמיד מודד את תאוצת המערכת, a, בעזרת חיישן. התלמיד חוזר ומפעיל כוחות בעוצמות שונות, מודד אותם, ומודד את התאוצות שנוצרו. תוצאות המדידות רשומות בטבלה שלפניך.



F(N)	3.0	3.5	4	4.5	5	5.5
a(m/s ²)	1.5	2.5	3.5	4	5	6

א. סרטט גרף שיתאר את תאוצת המערכת כפונקציה של הכוח המופעל.

ב. הסבר את משמעות נקודת החיתוך של הגרף עם ציר הכוח.

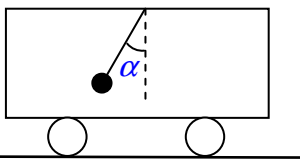
ג. מצא את מסת הגוף B, בעזרת הגרף שסרטטת, ונמק את תשובתך.

ד. היעזר בגרף שסרטטת, ומצא מה הייתה המתיחות בחוט המקשר בין שני הגופים, אילו הפעיל התלמיד כוח של 6 N .

ה. התלמיד מגדיל את מסת הגוף A, ומבצע שוב את הניסוי. הוסף לגרף שסרטטת בסעיף א גרף מקווקו, שיתאר באופן איכותי את המקרה החדש.

2006 שאלה 2

בתרשים שלפניך מוצגת מכונת הנוסעת לאורך כביש ישר ואופקי. אל תקרת המכונת קשורה משקולת באמצעות חוט, שמסתו זניחה ביחס למסת המשקולת. החוט יוצר עם הכיוון האנכי זווית קבועה של $\alpha = 30^\circ$ (ראה תרשים).



א. סרטט במחברתך את המשקולת, וסמן בסרטוט את הכוחות הפועלים עליה. (התייחס רק לכוחות הפועלים במערכת ייחוס אינרציאלית, ולא לכוחות הפועלים במערכת הייחוס המואצת הנעה עם המכונת).

ב. מהו כיוון הכוח השקול הפועל על המשקולת? נמק.

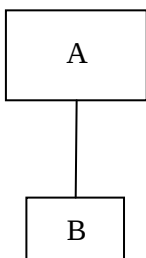
ג. חשב את תאוצת המכונת (גודל וכיוון).

ד. אילו תאוצת המכונת הייתה כפולה מהתאוצה שחישבת בסעיף ג, מה הייתה הזווית α ?

ה. האם ייתכן שהמכונת נוסעת שמאלה? נמק.

ו. האם הזווית α תלויה במסת המשקולת? נמק.

2007 שאלה 2



תלמיד עורך ניסוי: הוא קושר שני גופים, A ו-B זה לזה באמצעות חוט. המסה של גוף A היא $m_1 = 3 \text{ kg}$, והמסה של גוף B היא $m_2 = 2 \text{ kg}$. המסה של החוט ניתנת להזנחה ביחס למסות m_1 ו- m_2 . התנגדות האוויר ניתנת להזנחה.

התלמיד אוזז בגוף A כך שמערכת הגופים תלויה במנוחה כמתואר בתרשים (המשטח התחתון של גוף B אינו נוגע ברצפה). מרגע $t = 0$ עד רגע $t = 1/2 \text{ s}$ התלמיד מושך את גוף A אנכית כלפי מעלה בכוח קבוע שגודלו 70 N .

א. חשב את מתיחות החוט בפרק הזמן שבין $t = 0$ ל- $t = 1/2 \text{ s}$.

ברגע $t = 1/2 \text{ s}$ התלמיד מרפה מגוף A, ובדיוק ברגע זה גם נקרע החוט הקושר את שני הגופים זה לזה.

ב. לאיזה גובה מרבי עולה גוף A במהלך כל תנועתו, ביחס למקומו ברגע $t = 0$?

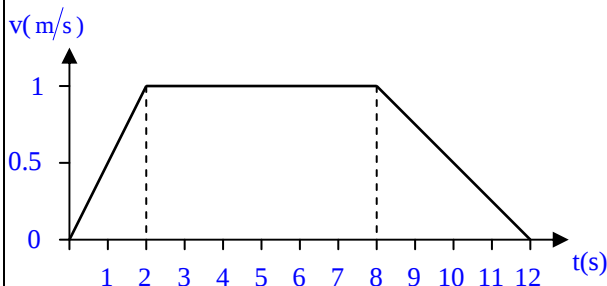
ג. מצא באיזה רגע גוף A חוזר לגובה שבו הוא היה ברגע $t = 0$.

ד. אילו היה הניסוי נערך בתוך מעלית העולה במהירות קבועה, האם משך הזמן שהיה נדרש לגוף A לחזור לגובה מעל רצפת המעלית שבו הוא היה ברגע $t = 0$ היה גדול ממשך הזמן שמצאת בסעיף ג, קטן ממנו או שווה לו?

נמק את תשובתך. (הנח כי המעלית גבוהה, ולכן גוף A אינו מתנגש בתקרת המעלית).

ה. נסח את עקרון היחסות של גלילאו גליליי.

2008 שאלה 2



לפניך גרף המתאר מהירות של מעלית כפונקציה של הזמן, במהלך תנועתה מקומת הקרקע לקומה העליונה. מהירות המעלית נקבעה ביחס לציר מקום שכיוונו החיובי מצביע כלפי מעלה.

א. חשב את הגובה של הקומה העליונה (הנח כי קומת הקרקע בגובה אפס).

ב. צופה א, הנמצא במעלית, תלה אבטיח שמסתו 5 ק"ג על דינמומטר שבידו, וקרא את הוראת הדינמומטר (כלומר הוא שקל את האבטיח) בכל אחד משלושת פרקי הזמן: $0 < t < 2 \text{ s}$, $2 \text{ s} < t < 8 \text{ s}$, $8 \text{ s} < t < 12 \text{ s}$. מצא את הוראת הדינמומטר (כלומר את תוצאות השקילה של האבטיח) בכל אחד משלושת פרקי הזמן.

ג. אילו היה נקרע כבל המעלית, המעלית הייתה נופלת נפילה חופשית. מה הייתה הוראת הדינמומטר במהלך הנפילה החופשית של המעלית? נמק.

ד. ענה על אחד מהתת-סעיפים (1) או (2).

(1) צופה ב, הניצב על הקרקע, שוקל אבטיח אחר, שגם מסתו 5 ק"ג , באמצעות דינמומטר. הוא מוצא שמשקל האבטיח שבידו שונה מהמשקל של האבטיח שמדד צופה א (הנמצא במעלית), בפרק הזמן $0 < t < 2 \text{ s}$, אף על פי שהמסות של שני האבטיחים שוות. בעזרת עקרון השקילות (עקרון האקוויולנציה), כיצד צופה ב יכול להסביר שתוצאת השקילה של צופה א שונה מתוצאת השקילה שלו?

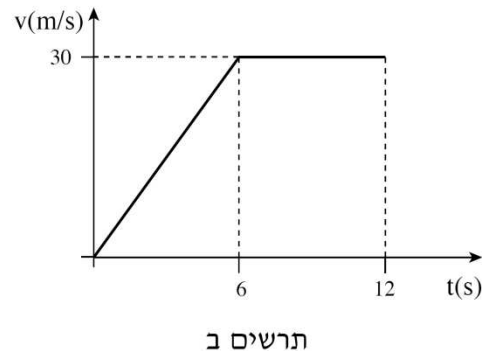
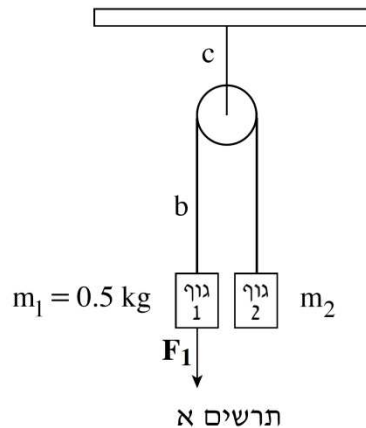
(2) נניח שלפני עליית המעלית המתוארת בגרף, היה צופה א (הנמצא במעלית) מניח את האבטיח על כף אחת של מאזניים שווי-כפות (ראה תרשים), ועל הכף השנייה הוא היה מניח משקולת של 5 ק"ג , כך שהמאזניים היו מאוזנים. האם במהלך עליית המעלית היה מופר שיווי-המשקל של מאזני הכפות? נמק.



2008 שאלה 3

שני גופים, 1 ו-2, קשורים זה לזה באמצעות חוט b הכרוך סביב גלגלת, הקשורה אל התקרה באמצעות חוט c. מסת גוף 1 היא $m_1 = 0.5 \text{ kg}$ (ראה תרשים א). מסות החוטים, מסת הגלגלת וכן כוחות חיכוך כלשהם ניתנים להזנחה.

במשך 6 שניות מפעילים על גוף 1 כוח קבוע שגודלו F_1 , וכיוונו כלפי מטה. בתרשים ב מוצג גרף המתאר את מהירות גוף 1 (ביחס לציר מקום שכיוונו החיובי כלפי מטה) החל מרגע $t=0\text{s}$, הרגע שבו הכוח F_1 החל לפעול, עד הרגע $t=12\text{s}$.



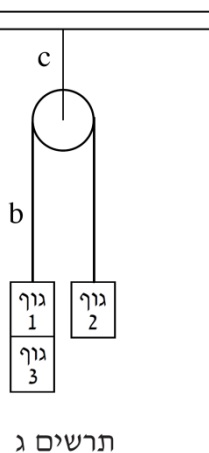
א. מצא את מסת גוף 2, m_2 . הסבר את תשובתך.

ב. חשב את גודל הכוח F_1 .

ג. חשב את המתיחות בחוט b ב-6 השניות הראשונות של התנועה.

ד. חשב את המתיחות בחוט c ב-6 השניות הראשונות של התנועה.

ה. מביאים את המערכת למצב מנוחה. לגוף 1 מדביקים גוף 3 שמשקלו שווה לכוח F_1 , ומשחררים את המערכת ממנוחה (ראה תרשים ג). המערכת מתחילה לנוע. כעבור 6 שניות מתחילת תנועתה, גוף 3 ניתק מגוף 1. האם הגרף מהירות-זמן של גוף 1 במצב זה זהה לגרף מהירות-זמן המסורטט בתרשים ב או שונה ממנו? נמק.



2009 שאלה 2

שני גופים A ו-B צמודים זה לזה, ומונחים על משטח אופקי לא חלק. ברגע מסוים מפעילים על גוף A כוח אופקי קבוע, F, כמתואר בתרשים א, והגופים מתחילים לנוע ימינה.

א. האם הכוח שגוף A מפעיל על גוף B, בעת תנועת הגופים, גדול מהכוח שגוף B מפעיל על גוף A, קטן ממנו או שווה לו? נמק את תשובתך.

ב. נתון: $F = 13 \text{ N}$; $m_A = 3 \text{ kg}$; $m_B = 2 \text{ kg}$ מקדם החיכוך הקינטי בין כל גוף למשטח $\mu_k = 0.1$. חשב את הכוח שגוף A מפעיל על גוף B.

ג. הכוח F פועל במשך כמה שניות בלבד. לאחר שכוח F מפסיק לפעול, מהו הכוח שגוף A מפעיל על גוף B? פרט את תשובתך.

ד. לפניך שלושה היגדים (1) – (3). קבע מהו ההיגד הנכון, ונמק את תשובתך.

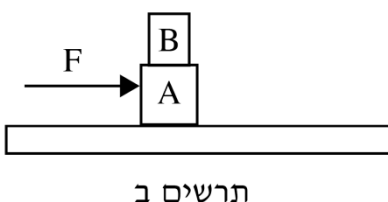
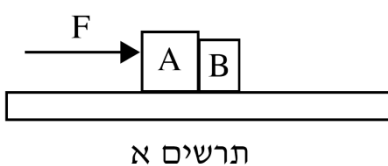
(1) ברגע שכוח F מפסיק לפעול, שני הגופים נעצרים מיד.

(2) אחרי שכוח F מפסיק לפעול, שני הגופים יעצרו כעבור אותו זמן (גדול מ-0).

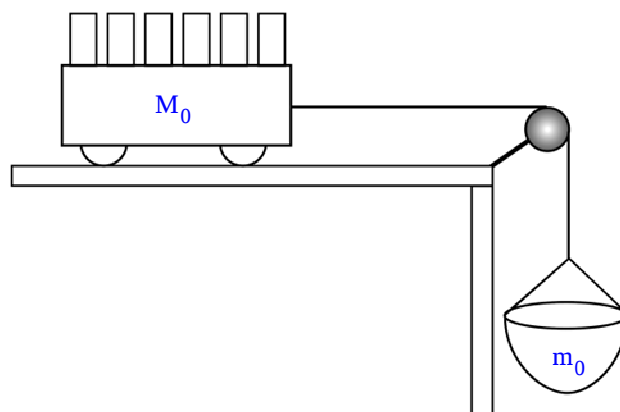
(3) אחרי שכוח F מפסיק לפעול, גוף A יעצור מוקדם יותר מגוף B.

ה. במקרה אחר, מדביקים את גוף B על גוף A (ראה תרשים ב). מפעילים על גוף A כוח השווה לכוח הנתון בסעיף

ב. האם תאוצת הגופים A ו-B במצב זה גדולה מתאוצת הגופים במצב המתואר בסעיף ב, שווה לה או קטנה ממנה? נמק את תשובתך.



תלמיד מבצע ניסוי בעזרת המערכת המתוארת בתרשים שלפניך. על מסילה אופקית מונחת עגלה שהמסה שלה M_0 . העגלה קשורה בחוט העובר על פני גלגלת אל סל תלוי שהמסה שלו $m_0 = 100 \text{ gr}$. כוחות החיכוך, מסת הגלגלת ומסת החוט זניחים. לרשות התלמיד 6 משקולות, שהמסה של כל אחת מהן היא $m_1 = 300 \text{ gr}$.



התלמיד מודד את תאוצת המערכת (עגלה + סל + משקולות) בעזרת חיישן כמה פעמים. במדידה הראשונה כל המשקולות בתוך העגלה. בכל מדידה נוספת התלמיד מעביר משקולת אחת מתוך העגלה אל הסל וחוזר על המדידה. תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניך.

מספר המדידה	התאוצה $a(\frac{m}{s^2})$	מספר המשקולות בסל	מספר המשקולות בעגלה
1	0.43	0	6
2	1.66	1	5
3	2.91	2	4
4	4.16	3	3
5	5.40	4	2
6	6.67	5	1

א. (1) סרטט במחברתך טבלה חדשה ובה 4 עמודות. רשום בטבלה את הנתונים עבור כל אחת מהמדידות, לפי הפירוט הבא:

בעמודה הראשונה - את מספר המדידה.

בעמודה השנייה - מסת הסל עם המשקולות שבו, m , (ב-kg).

בעמודה השלישית - כוח הכובד, F_g , הפועל על הסל עם המשקולות (ב-N).

בעמודה הרביעית - התאוצה a (ב- m/s^2).

(2) סרטט גרף של a כפונקציה של F_g .

ב. (1) בנה תרשים של כל הכוחות הפועלים על העגלה (עם המשקולות) ועל הסל (עם המשקולות), ורשום ליד כל

חץ את שם הכוח. סמן את מסת העגלה עם המשקולות ב- M ואת מסת הסל עם המשקולות ב- m .

(2) ציין מי מפעיל כל כוח.

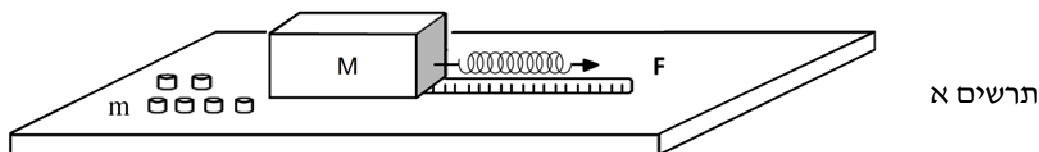
ג. (1) פתח ביטוי של a כפונקציה של F_g .

(2) האם מתקבלת פונקציה ליניארית (קווית)? הסבר.

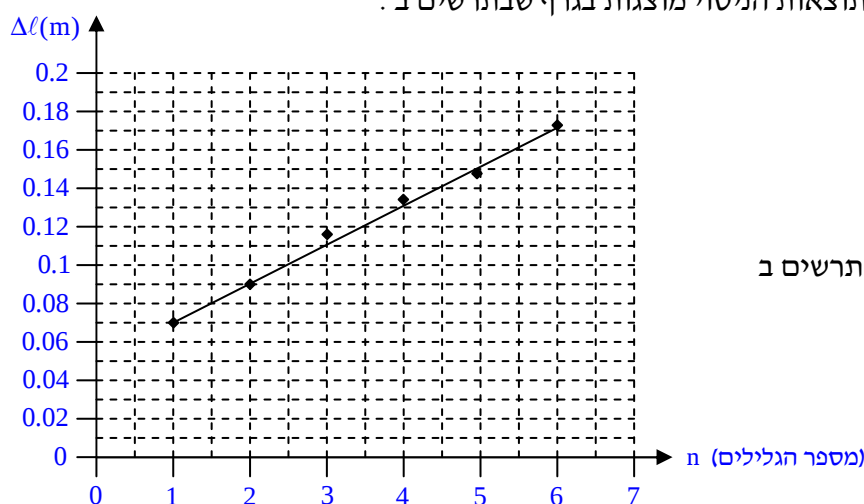
ד. מצא בעזרת הגרף את מסת העגלה M_0 .

2011 שאלה 2

תלמידים עורכים ניסוי למדידת מקדם החיכוך הסטטי μ בין שני משטחים. בניסוי התלמידים משתמשים בקופסה ריקה שהמסה שלה M , המונחת על שולחן אופקי, בקפיץ שקבוע הקפיץ שלו k , בסרט מדידה ובגלילים שהמסה של כל אחד מהם היא m . תלמיד מחבר את הקפיץ לאחת מפאות הקופסה ומושך אותו, כמתואר בתרשים א. הקופסה נשארת במנוחה.



א. סרטט תרשים של כל הכוחות הפועלים על הקופסה הריקה במצב המתואר, ורשום ליד כל חץ את שם הכוח. התלמיד מכניס גליל אחד לתוך הקופסה, ומותח את הקפיץ. ברגע שהקופסה נמצאת על סף תנועה, הוא מודד את התארכות הקפיץ $\Delta \ell$. התלמיד מוסיף גלילים לתוך הקופסה, ובכל פעם מודד את התארכות הקפיץ ברגע הקופסה על סף תנועה. תוצאות הניסוי מוצגות בגרף שבתרשים ב.



ב. חשב את שיפוע הגרף, וציין את משמעותו הפיזיקלית.
ג. הוכח כי הקשר בין $\Delta \ell$ (התארכות הקפיץ) לבין n (מספר הגלילים) נתון על ידי הביטוי:

$$\Delta \ell = \frac{\mu mg}{k} \cdot n + \frac{\mu Mg}{k}$$

ד. נתון: קבוע הקפיץ $k = 12 \text{ N/m}$, המסה של כל אחד מהגלילים היא 80 gr , מצא את מקדם החיכוך הסטטי בין הקופסה לבין המשטח.
ה. היעזר בגרף ומצא את המסה של הקופסה הריקה.
ו. חשב את הגודל של כוח החיכוך הפועל על הקופסה הריקה, כאשר $\Delta \ell = 0.02 \text{ (m)}$.

2012 שאלה 2

גוף שמסתו m מחליק במהירות קבועה במורד מישור משופע שזווית נטייתו θ .

א. סרטט תרשים של הכוחות הפועלים על הגוף, וציין מהו כל כוח.
מהו הכוח השקול הפועל על הגוף? הסבר.

בסעיפים שלפניך בטא את תשובותיך באמצעות הפרמטרים m, v_0, θ, t, F ו- g , בהתאם לצורך.

הגוף נע במעלה המישור ממהירות התחלתית v_0 שכיוונה מקביל למישור, ובשלב מסוים הוא נעצר ונשאר במקום.

ב. הסבר מדוע הגוף אינו מחליק מטה לאחר שהוא נעצר.

ג. איזה מרחק לאורך המישור עבר הגוף בתנועתו במעלה המישור?

אחרי שהגוף נעצר מפעילים עליו במשך t שניות כוח קבוע F המקביל למישור, והגוף מתחיל לנוע במורד המישור.

ד. (1) בטא את גודל המהירות שאלה יגיע הגוף כעבור פרק הזמן t . הנח שהגוף אינו מגיע לתחתית המישור בפרק הזמן t .

(2) האם הגוף יגיע לתחתית המישור במהירות שביטאת בתת-סעיף ד(1)? נמק.

2014 שאלה 2

תפקיד המנוע הוא לסובב את גלגלי המכונית.

- א. מכונית מתחילה בנסיעה. מהו הכוח החיצוני שפועל על המכונית בכיוון התנועה, וגורם להגדלת מהירותה? ציין מה מפעיל את הכוח הזה.
- ב. כאשר יש קרח על הכביש, המכונית אינה יכולה להגיע לתאוצה שהייתה מגיעה אליה אילו לא היה קרח על הכביש. הסבר מדוע.
- ג. מכונית נוסעת במהירות שגודלה 90 km/h ונבלמת. בזמן בלימתה גלגליה נעצרים, והמכונית מחליקה עד לעצירה מוחלטת.

(1) חשב את המרחק שתעבור המכונית מתחילת הבלימה ועד לעצירתה בשני מצבים:

- יש קרח על הכביש, ומקדם החיכוך הקינטי הוא $\mu_k = 0.1$.

- אין קרח על הכביש, ומקדם החיכוך הקינטי הוא $\mu_k = 0.8$.

(2) על סמך תשובותיך על תת סעיף (1) הסבר מדוע סוגרים לתנועה כבישים שהצתבר עליהם קרח.

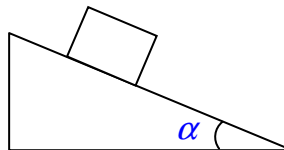
- ד. מכונית שמסתה $1,000 \text{ kg}$ נעה קדימה. ברגע מסוים הכוח הפועל על מכונית בכיוון תנועתה הוא $1,200 \text{ N}$, והשקול של כל כוחות החיכוך הפועלים על המכונית בכיוון המנוגד לכיוון תנועתה הוא 400 N . חשב את תאוצת המכונית ברגע זה.

מלבד הכוח שכתבת בתשובתך על סעיף א, על מכונית נוסעת פועלים גם התנגדות אוויר התנגדות האוויר גדלה ככל שמהירות המכונית גדלה.

ה. הכוח הפועל על מכונית בכיוון תנועתה מקנה לה תאוצה, וכך לכאורה מכונית יכולה להגיע לכל מהירות אם רק תאיץ די זמן. הסבר מדוע, בכל זאת, לכל מכונית יש מהירות מרבית (מקסימלית), והיא אינה יכולה לעבור מהירות זו בנסיעתה לאורך כביש אופקי.

2015 שאלה 2

בניסוי בשיעור פיזיקה מדדו תלמידים את התאוצה של גוף הנע במורד מדרון שזווית שיפועו α (ראה ציור).



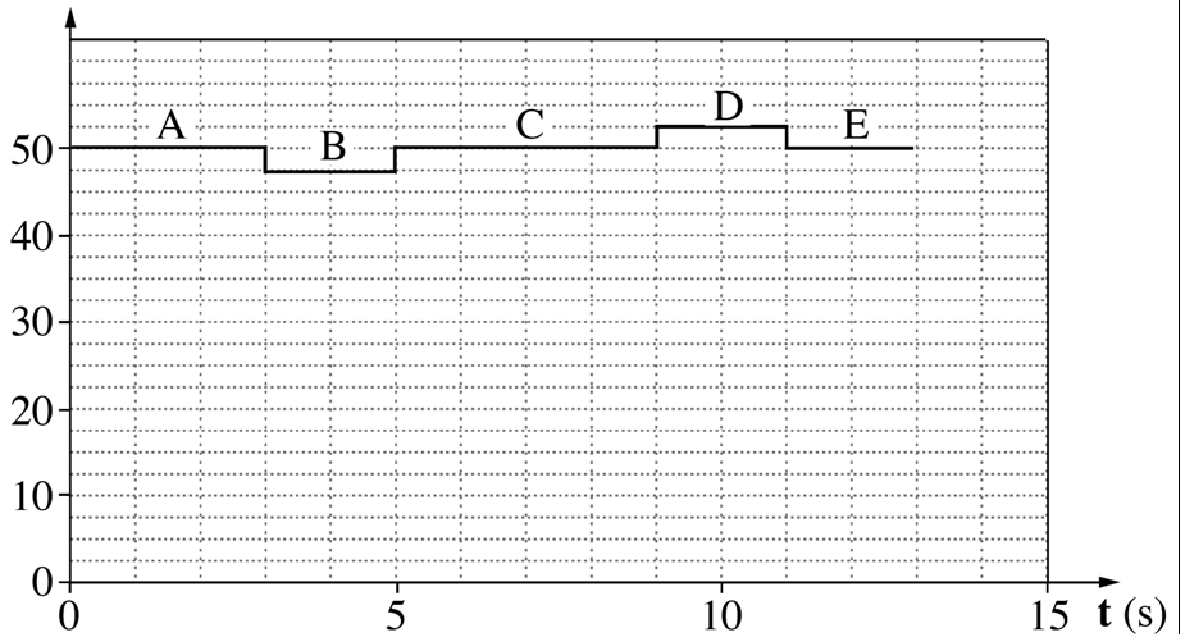
התלמידים חזרו על המדידה כמה פעמים, ובכל פעם שינו את מקדם החיכוך בין הגוף למדרון. הנח שמקדם החיכוך הסטטי שווה למקדם החיכוך הקינטי, והתנגדות האוויר זניחה. תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניך.

μ	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
$a(\text{m/s}^2)$	2.5	2.0	1.6	1.1	0.6

- א. העתק למחברתך את האיור, והוסף לו תרשים של הכוחות הפועלים על הגוף בעת תנועתו במורד המדרון. רשום ליד כל כוח את שמו.
- ב. השתמש בתרשים הכוחות ששרטטת בתשובתך על סעיף א, ובטא את תאוצת הגוף (a) כפונקציה של מקדם החיכוך (μ). פרט את השלבים בפיתוח הביטוי. בביטוי הסופי השתמש בפרמטרים g ו- α בלבד.
- ג. על פי הנתונים שבטבלה, סרטט במחברתך גרף המתאר את תאוצת הגוף (a) כפונקציה של מקדם החיכוך (μ).
- ד. הסבר את המשמעות הפיזיקלית של נקודות החיתוך של הגרף עם שני הצירים.
- ה. חשב את זווית השיפוע (α) של המדרון.

תמי, תלמידה במגמת פיזיקה, החליטה לחקור את השינויים החלים במהירות של מעלית בעת תנועתה. לצורך כך הוצבו במעלית מאזני רצפה ביתיים. תמי נכנסה למעלית באחת מקומות הבניין, נעמדה על המאזניים ולחצה על לחצן קומה אחרת. המעלית התחילה לנוע ונעצרה רק כשהגיעה לקומה האחרת. הגרף שלפניך מתאר את הוריית המאזניים בפרק הזמן שתמי עמדה עליהם.

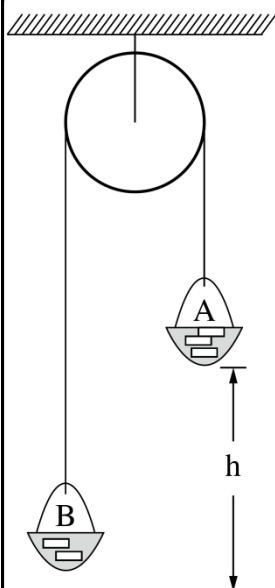
הוריית המאזניים (Kg)



- א. לפניך רשומים שלושה כוחות (1) - (3) הפועלים על תמי במהלך תנועת המעלית. קבע איזה מן הכוחות מיוצג על ידי הוריית המאזניים.
 - (1) כוח הכובד המופעל על תמי על ידי כדור הארץ
 - (2) הכוח הנורמלי המופעל על תמי על ידי המאזניים
 - (3) הכוח השקול שפועל על תמי
- ב. קבע את מצב המעלית בכל אחד מן הקטעים A, B, C, D, E של הגרף: מנוחה, תנועה קצובה או תנועה במהירות משתנה.
- ג. חשב את הגודל של תאוצת המעלית בכל אחד מן הקטעים.
- ד. קבע אם במהלך נסיעה זו המעלית עלתה, ירדה או שאי אפשר לקבוע זאת. הסבר.
- ה. סרטט במחברתך גרף המתאר את הגודל של מהירות המעלית כפונקציה של הזמן, עבור פרק הזמן $0 \leq t \leq 13s$. אינך נדרש לרשום את ערכי המהירות על ציר הגרף.

לפניך שני קטעים (קטע א וקטע ב) של דוח מעבדה שהגיש צוות תלמידים. עליך לקרוא כל אחד מן הקטעים ולענות על סעיפי השאלה שאחרי כל קטע.

- קטע א -



נושא הניסוי: יישום החוק השני של ניוטון
בתרשים מוצגת מערכת ("מכונת אטווד") המורכבת מגלגלת מקובעת לתקרה, ועליה כרוך חוט. בשני קצות החוט קשורים סלים A ו-B, ובתוכם מונחות משקולות. מסת הסל A עם המשקולות שבתוכו היא m_A , ומסת הסל B עם המשקולות שבתוכו היא m_B . הסל A (הכבד יותר) נמצא בגובה h מעל הרצפה (ראה תרשים). הסלים יכולים לנוע מעלה ומטה. במערכת זו מסת החוט והגלגלת וכל כוחות החיכוך זניחים.

במהלך הניסוי משחררים את המערכת ממנוחה. באמצעות שעון עצר מודדים את זמן התנועה t של המערכת מרגע שחרורה ועד פגיעת הסל A ברצפה. על פי מדידת הגובה והזמן מחשבים את התאוצה a של הסל A.

ניסוי 1

מטרת הניסוי: לאמת את ההשערה שהסל A יורד בתאוצה קבועה.

מהלך הניסוי: שחררנו את הסל A כמה פעמים, בכל פעם מגובה אחר, בלי לשנות את מסות הסלים. אחר כך חישבנו את התאוצה a. התוצאות והחישובים לשלוש מדידות מוצגים בטבלה.

$h(m)$	$t(s)$	$a(\frac{m}{s^2})$
0.5	1.01	0.98
1	1.40	1.02
1.5	1.72	1.01

א. הסבר בקצרה מדוע על פי חוקי ניוטון נכון להניח שהסל A יורד בתאוצה קבועה. בתשובתך על סעיף זה אין להתבסס על תוצאות המדידות.

ב. הראה כיצד חישבו התלמידים את התאוצה בניסוי זה.

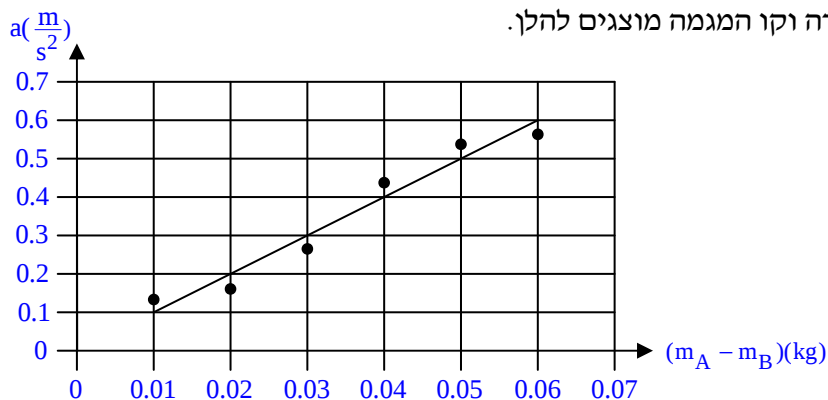
ג. קבע אם הממצאים המוצגים בטבלה אכן מבססים את ההשערה שהסל A יורד בתאוצה קבועה. נמק את קביעתך.

- קטע ב -

ניסוי 2

מטרת הניסוי: בדיקת התלות של התאוצה בהפרש המסות של הסלים, בעוד המסה הכוללת של המערכת נשארת קבועה.

מהלך הניסוי: חזרנו על מדידת זמן התנועה כמה פעמים, ובכל פעם העברנו משקולות מהסל B לסל A. תוצאות המדידה וקו המגמה מוצגים להלן.

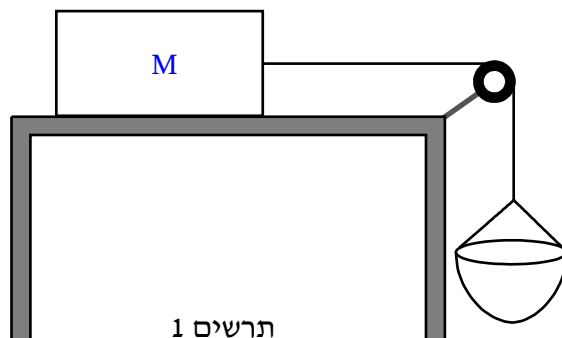


ד. סרטט במחברתך את תרשים הכוחות הפועלים על כל אחד מן הסלים. כתוב ליד כל כוח את שמו.

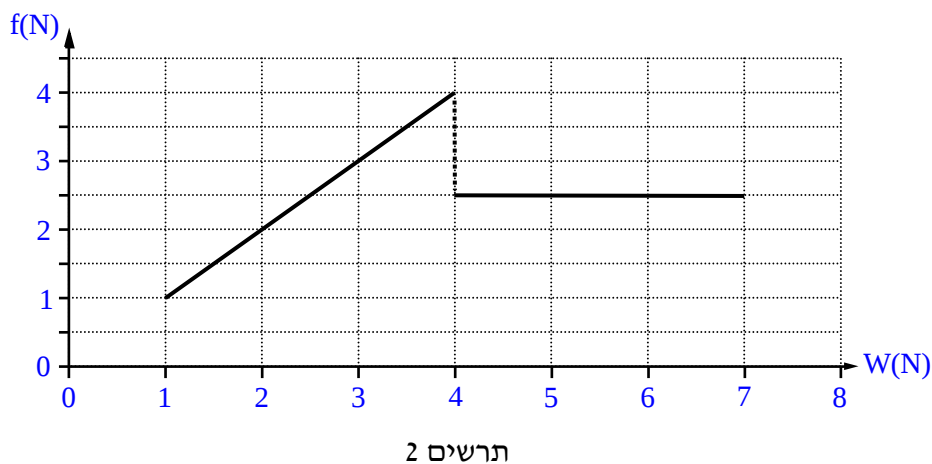
ה. התבסס על חוקי ניוטון, ופתח משוואה המקשרת בין התאוצה ובין הפרש המסות של הסלים.

ו. על פי הגרף שבקטע ב והמשוואה שפיתחת בסעיף ה, חשב את המסה הכוללת $(m_A + m_B)$ של הסלים במערכת. פרט את חישוביך.

תלמידים חקרו את כוח החיכוך באמצעות מערכת המורכבת מתיבה M המונחת על משטח אופקי, גלגלת וסלסלה שאפשר להכניס לתוכה חול. התיבה קשורה אל הסלסלה בחבל העובר על פני הגלגלת (ראה תרשים 1).

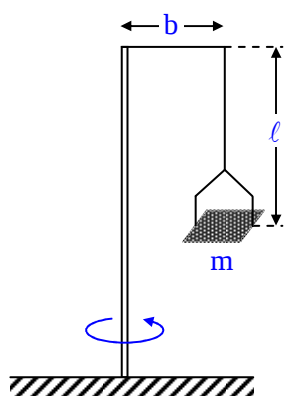


החיכוך עם האוויר, מסת החבל ומסת הגלגלת זניחים. בתחילת הניסוי המערכת נמצאה במנוחה. התלמידים הוסיפו בהדרגה וברציפות חול לתוך הסלסלה, וברגע מסוים המערכת התחילה לנוע. בתרשים 2 מוצג גרף של גודל כוח החיכוך, f , שהפעיל המשטח האופקי על התיבה M כפונקציה של משקל הסלסלה והחול שבתוכה, W .



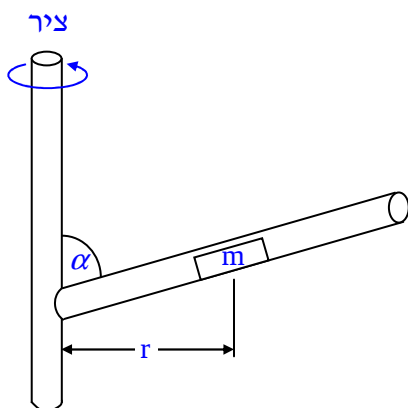
- בלי להסתמך על תרשים 2, הסבר מדוע העקומה של הגרף חייבת לעבור בראשית הצירים. נתון: $M = 0.8\text{kg}$
- חשב את מקדמי החיכוך (הסטטי והקינטי) בין התיבה M לבין המשטח.
- חשב את הגודל של תאוצת המערכת כאשר $W = 6\text{N}$.
- כאשר המערכת עברה ממצב מנוחה למצב תנועה, האם המתיחות בחבל גדלה, קטנה או לא השתנתה? הסבר את תשובתך, אין צורך לחשב.

1983 שאלה 2



- להלן תיאור מבנה של סחרחרה (קרוסלה):
 מקצהו העליון של עמוד זקוף, הניתן לסיבוב סביב צירו, יוצאות זרועות אופקיות
 באורך $b = 1.4\text{m}$. בקצה כל זרוע קשור חבל שאורכו $\ell = 2.0\text{m}$, ובקצהו כיסא שמסתו
 $m = 5\text{kg}$ (ראה תרשים).
 א. חשב את התדירות המרבית בה אפשר לסובב את הסחרחרה, מבלי שהכיסאות
 המסתובבים יתרחקו מרחק העולה על 3.0m מציר הסיבוב (העמוד).
 ב. מה תהיה המתיחות בחבל הנ"ל, אם בכיסא יושב נער שמסתו $M = 55\text{kg}$
 והסחרחרה סובבת בתדירות שחישבת בסעיף (א)?
 ג. הנער היושב בכיסא מחזיק בידו כדור קטן, והסחרחרה מסתובבת בתדירות
 שחישבת בסעיף (א). ברגע מסוים, עוזב הנער את הכדור, וזה פוגע בקרקע כעבור
 0.5s . מהו המרחק של נקודת הפגיעה מציר הסיבוב (העמוד הזקוף)?

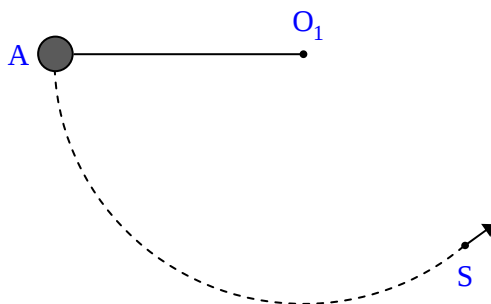
1985 שאלה 3



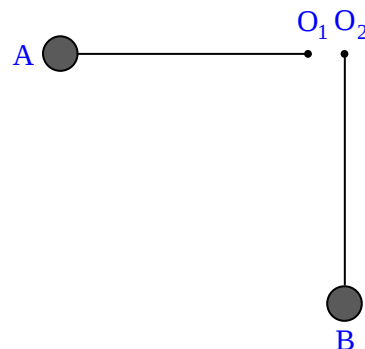
- צינור מולחם בקצהו לציר בזווית נטייה α , השווה ל 75° (ראה תרשים). גוף
 שמסתו m מונח בתוך הצינור במרחק r מהציר ($r = 10\text{cm}$). מקדם החיכוך μ
 בין הגוף לצינור הוא 0.5 .
 א. העתק למחברתך את התרשים הנתון, וסמן בו את כל הכוחות הפועלים
 על הגוף במצב מנוחה. האם במצב זה יזוז הגוף ממקומו? נמק!
 ב. מתחילים לסובב את הציר במהירות זווית הולכת וגדלה. באיזה כיוון
 (מעלה או מטה) ינוע הגוף, כאשר הוא יינתק ממקומו? נמק!
 ג. מהי המהירות הזוויתית המינימלית הדרושה על מנת שהגוף יינתק
 ממקומו?

1989 שאלה 3

- כדור A שמסתו $M_1 = 0.1\text{ kg}$ מוחזק במנוחה בקצהו של חוט אופקי שאורכו $\ell = 80\text{cm}$, הקשור לנקודה קבועה
 O_1 . כדור B שמסתו $M_2 = 0.3\text{kg}$ תלוי במנוחה על חוט אנכי, בעל אותו אורך, הקשור לנקודה קבועה O_2 .
 משחררים את הכדור A ממנוחה, ותוך כדי תנועתו הוא מתנגש התנגשות מצח אלסטית (לחלוטין) בכדור B (ראה
 תרשים א).
 הנח כי מסת החבלים זניחה, וכי ברגע ההתנגשות שני החבלים נמצאים במצב אנכי.
 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 ניתק
 הכדור מהחוט (ראה תרשים ב). האם הגובה המרבי אליו יגיע הכדור לאחר הניתוק יהיה גדול, קטן או שווה
 לגובה ממנו שוחרר ממנוחה? נמק.

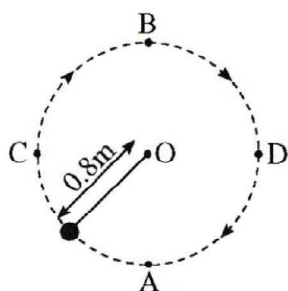


תרשים ב



תרשים א

1990 שאלה 3

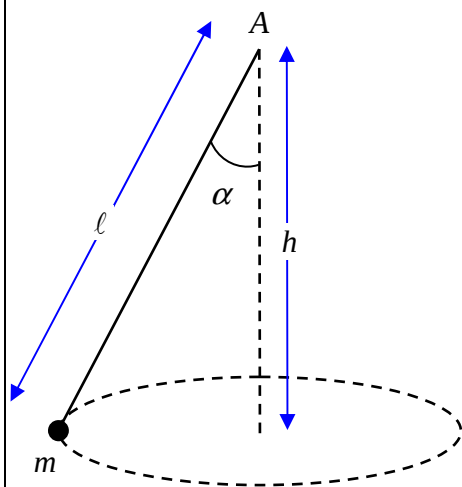


גוף שמסתו $m = 0.3\text{kg}$ קשור לחוט שאורכו $\ell = 0.8\text{m}$, ונע במעגל אנכי. החוט קשור בקצתו האחר לנקודה קבועה O. מישור התנועה מאונך לפני הקרקע, ומגמת התנועה מסומנת על-ידי החצים בתרשים. הנקודה A היא הנקודה הנמוכה ביותר במעגל, הנקודה B הגבוהה ביותר במעגל, והנקודות C ו-D נמצאות בקצות הקוטר האופקי של המעגל (ראה תרשים). מהירות הגוף בנקודה A היא 9 m/s .
א. סרטט את הכוחות הפועלים על הגוף בנקודה C, ומצא את מתיחות החוט בנקודה זו.

ב. סרטט את הכוחות הפועלים על הגוף בנקודה B, ומצא את תאוצת הגוף (גודל וכיוון) בנקודה זו.

ג. ברגע שהגוף הגיע לנקודה D נקרע החוט, שרטט את מסלול הגוף מרגע שהחוט נקרע ועד פגיעתו בקרקע. הסבר את שיקולך.

1991 שאלה 4



גוף קטן שמסתו m קשור לקצה חוט שאורכו ℓ . קצהו השני של החוט קשור לנקודה קבועה A. הגוף נע במסלול מעגלי אופקי (ראה תרשים) בתדירות f , כאשר הזווית בין החוט לבין הכיוון האנכי היא α .

א. ציין את כל הכוחות הפועלים על הגוף בעת תנועתו (מהו הכוח, מה כיוונו, מי מפעיל אותו).

ב. על-פי המשוואות של הכוחות פתח ביטוי של $\cos \alpha$ כפונקציה של אורך החוט ℓ ושל התדירות f .

ג. מגדילים את אורך החוט פי 2, והגוף מסתובב באותה תדירות f . האם המרחק h בין נקודת התלייה לבין מרכז מעגל התנועה (ראה תרשים) גדל, קטן או שאינו משתנה? הסבר.

ד. האם ייתכן שהגוף ינוע במסלול מעגלי אופקי, כאשר החוט אופקי? נמק.

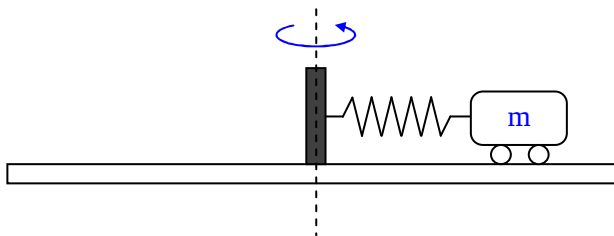
1992 שאלה 4

שולחן עגול מסתובב סביב ציר העובר במרכזו. עגלה נמצאת על מסילה הקבועה לאורך רדיוס השולחן, כך שהעגלה יכולה לנוע רק לאורך המסילה ללא חיכוך. העגלה קשורה לקפיץ, הקשור למרכז השולחן (ראה תרשים). לקפיץ קבוע k , ואורכו ℓ כאשר הוא אינו מתוח. מסובבים את השולחן בתדירות של f סיבובים לשנייה. העגלה שמסתה m מסתובבת עם השולחן במרחק r ממרכזו. התייחס לעגלה כאל גוף נקודתי.

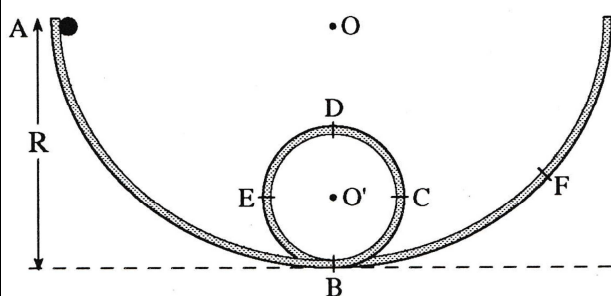
א. בטא את רדיוס הסיבוב r של העגלה באמצעות הנתונים שבשאלה.

ב. האם לביטוי שמצאת בסעיף (א) יש משמעות פיסיקלית בכל תדירות סיבוב? נמק.

ג. קוטר השולחן 2.5m . האורך ההתחלתי של הקפיץ 25cm , קבוע הקפיץ 60N/m ומסת העגלה 2.4kg . באיזו תדירות יש לסובב את השולחן, כדי שהעגלה תיפול ממנו?



1993 שאלה 4



בתרשים שלפניך מתוארת מסילה חסרת חיכוך ABCDEF. קטע המסילה AB הוא רבע מעגל שרדיוסו R ומרכזו O. קטע המסילה BCDE הוא מעגל שרדיוסו r ומרכזו O' (O' ו-O נמצאות על אותו קו אנכי). גוף קטן משוחרר ממנוחה בנקודה A, ונע לאורך המסילה EC. הוא קוטר אופקי של המעגל שמרכזו O'.

בטא את תשובותיך לשאלות באמצעות נתוני השאלה.

א. מהו וקטור המהירות (גודל וכיוון) בנקודה C?

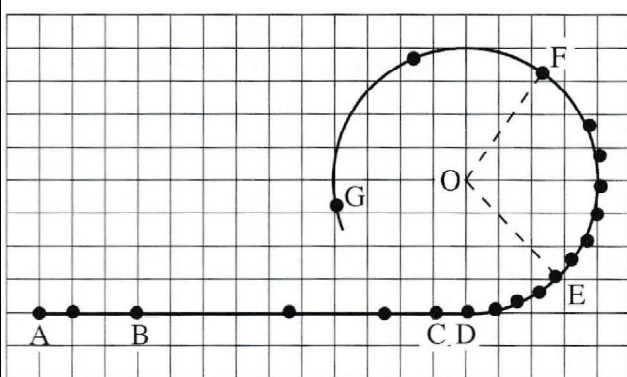
ב. (1) מהי התאוצה הרדיאלית בנקודה C?

(2) מהי התאוצה המשיקית בנקודה C?

ג. חשב מה צריך להיות היחס המינימלי R/r , כדי שהגוף לא יתנתק מהמסילה המעגלית שמרכזו O'.

ד. הסבר מדוע הכוח השקול, הפועל על הגוף בתנועתו לאורך קטע המסילה, שאחרי הנקודה A ועד לנקודה B, אינו משיק למסילה.

1994 שאלה 2



התרשים שלפניך מתאר את תנועתו של גוף הנע על מישור אופקי, מנקודה A עד לנקודה G, כפי שהתקבל על צג מחשב במעבדה ממוחשבת. קטע המסלול ABCD הוא ישר, וקטע המסלול DEFG הוא קשת של מעגל שמרכזו O. הנקודות מסמנות את מיקום הגוף במרווחי זמן קבועים.

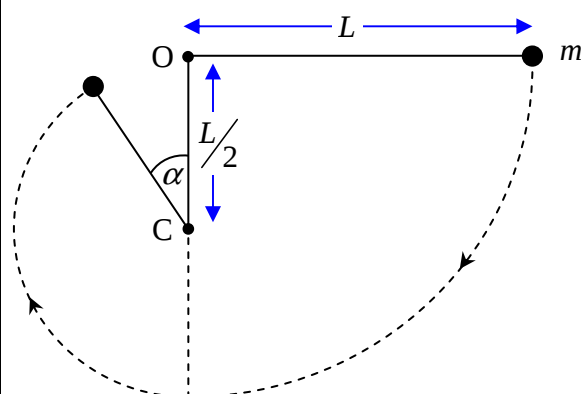
א. העתק למחברתך באופן מקורב את התרשים שלפניך, וציין בו את הרדיוסים OE ו-OF ואת הנקודות B, C, E ו-F. בכל אחת מהנקודות E, C, B ו-F סרטט את וקטורי המהירות, התאוצה והכוח השקול (אינך נדרש להתייחס לגודלי הווקטורים אלא לכיווניהם בלבד).

שים לב: אם לדעתך לא ניתן לקבוע במדויק את כיוונו של וקטור מסוים - סרטט את הווקטור בכיוון מקורב. הסבר כיצד קבעת את כיוונו של כל וקטור.

ב. (1) האם גודל המהירות בנקודה B שווה לגודל המהירות בנקודה C, גדול ממנו או קטן ממנו? נמק.

(2) האם גודל התאוצה בנקודה B שווה לגודל התאוצה בנקודה C, גדול ממנו או קטן ממנו? נמק.

1996 שאלה 3



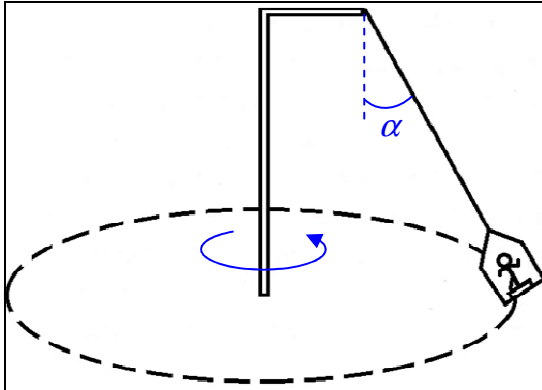
כדור קטן שמשטתו m קשור לקצה חוט שאורכו L. קצהו השני של החוט קבוע בנקודה O. הכדור משוחרר ממצב שבו החוט אופקי וישר. כאשר החוט מגיע למצב אנכי, הוא נתקל במסמר בנקודה C, שנמצאת במרחק $L/2$ מתחת לנקודה O (ראה תרשים). המסמר ניצב למישור התנועה של החוט.

א. מהו הגודל של מהירות הכדור כאשר החוט יוצר זווית α עם OC (ראה תרשים)? בטא את תשובתך באמצעות L ו- α .

ב. הראה כי ברגע שהמתיחות בחוט מתאפסת, מתקיים $\cos \alpha = 2/3$.

ג. מה תהיה צורת המסלול של הכדור כל עוד המתיחות בחוט היא אפס (קו ישר, מעגל, פרבולה, אחר)? נמק.

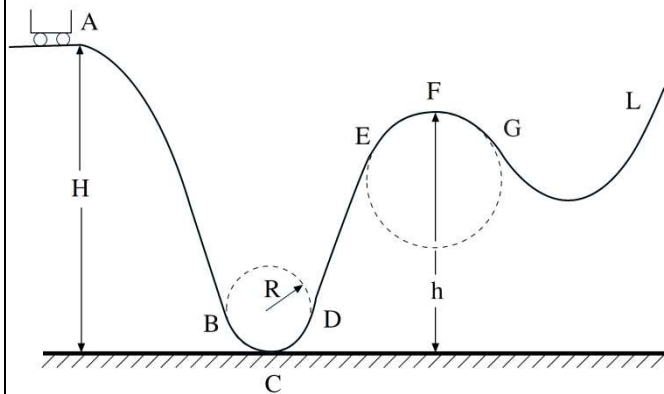
1997 שאלה 2



בתרשים שלפניך מתואר מתקן המורכב מעמוד אנכי, שיוצאת ממנו זרוע אופקית. לקצה הזרוע קשור חבל שמסתו ניתנת להזנחה. לקצה החבל קשור כיסא שעליו מונחים מאזני קפיץ, ועל המאזניים עומד נער. מסת הכיסא עם המאזניים והנער היא M . המתקן מסתובב סביב ציר העמוד, כך שהכיסא (עם המאזניים והנער) נעים במסלול מעגלי אופקי במהירות שגודלה קבוע, והחבל יוצר זווית α עם הכיוון האנכי.

- בטא באמצעות נתוני השאלה את המתיחות בחבל.
- בטא באמצעות נתוני השאלה את גודל התאוצה של הכיסא.
- סרטט את הנער ואת הכוחות הפועלים עליו. ציין לגבי כל כוח מי מפעיל אותו.
- מסת הנער היא m . האם המאזניים מראים ערך השווה ל mg , גדול ממנו או קטן ממנו? נמק.

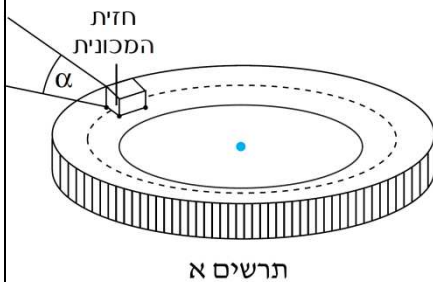
1999 שאלה 4



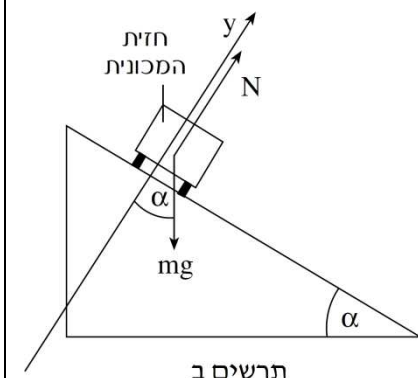
המסילה ACFL שבתרשים מתארת "רכבת הרים" בלונה פארק. תלמיד נכנס לקרונית בנקודה A. הוא הציב מאזניים על כיסא שבקרונית, והתיישב על המאזניים כך שכפות רגליו אינן נוגעות ברצפת הקרונית. לאחר מכן בנקודה A הוא שחרר מידו אבן בגובה H מעל הקרקע. האבן נפלה חופשית והגיעה לקרקע 3 שניות לאחר שחרורה. התלמיד יצא לדרוכו מ A במהירות התחלתית השווה לאפס. לקרונית אין מנוע, והיא נעה על המסילה ללא חיכוך, בלי להינתק ממנה. בנקודה A הראו המאזניים על משקל mg ; ובנקודה C (פני הקרקע) הם הראו $10mg$.

- חשב את הגובה H של הנקודה A מעל הקרקע.
- חשב את מהירות הקרונית בנקודה C.
- קטע המסילה BCD הוא קשת של מעגל שרדיוסו R. חשב את R.
- קטע המסילה EFG היא קשת של מעגל. הנקודה F נמצאת בגובה h מעל הקרקע נתון כי $H > h$. האם בנקודה F הוריית המאזניים גדולה מ- mg או שווה ל- mg ? נמק.

2000 שאלה 2



תרשים א



תרשים ב

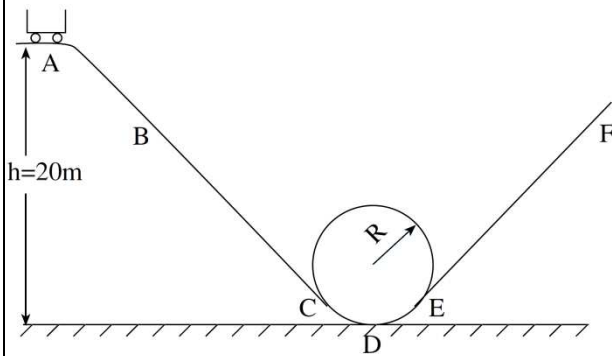
א. מכונית נוסעת על כביש (לא נטוי) במישור אופקי במסלול מעגלי שרדיוסו R. גודל המהירות של המכונית קבוע. מקדם החיכוך הסטטי בין צמיגי המכונית לכביש הוא μ_s . בטא באמצעות נתוני השאלה את המהירות המרבית שבה המכונית יכולה לנסוע על הכביש בלי החלקה. תרשים א מתאר כביש שצדו האחד מוגבה והוא נטוי בזווית α . מכונית נוסעת בכביש זה במסלול מעגלי אופקי שרדיוסו R. הנח כי החיכוך שהכביש מפעיל על המכונית ניתן להזנחה.

ב. תלמיד סרטט תרשים, המתאר את הכוחות הפועלים על המכונית במישור של חתך אנכי של הכביש: כוח הכובד mg והכוח הנורמלי N שהכביש מפעיל על המכונית (ראה תרשים ב). התלמיד רשם משוואה עבור רכיבי הכוחות בכיוון ציר ה y, המתואר בתרשים ב שלפניך:

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N - mg \cdot \cos \alpha = 0$$

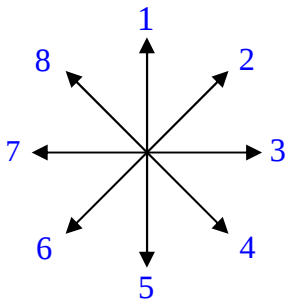
- הסבר מדוע משוואת התלמיד אינה נכונה. (אל תרשום בסעיף זה נוסחה נכונה, אלא הסבר מדוע נוסחת התלמיד אינה נכונה).
- בטא, באמצעות R ו- α , את מהירות המכונית הנוסעת בכביש הנטוי.

2000 שאלה 4



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

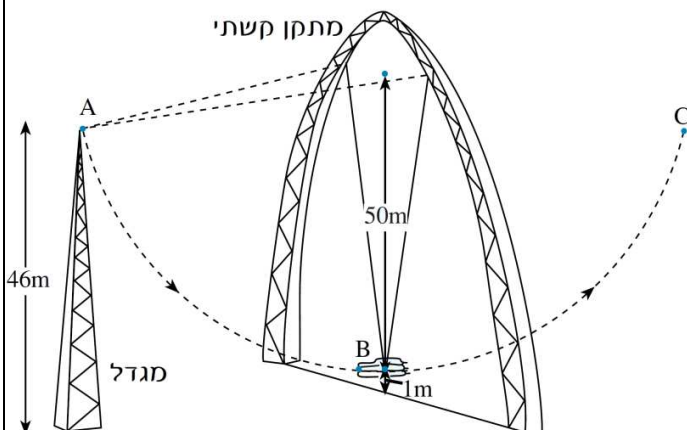
א. העתק למחברתך את הטבלה שלפניך. ציין בטבלה את הכיוונים של מהירות הקרונית, של תאוצת הקרונית ושל הכוח השקול הפועל על הקרונית בנקודה הנמצאת בין B ל-C, בנקודה D ובנקודה הנמצאת בין E ל-F. רשום את הכיוונים על-פי שמונת החצים הממוספרים 1-8 (אם לדוגמה כיוון מסוים הוא שמאלה, רשום 7 בטבלה).



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

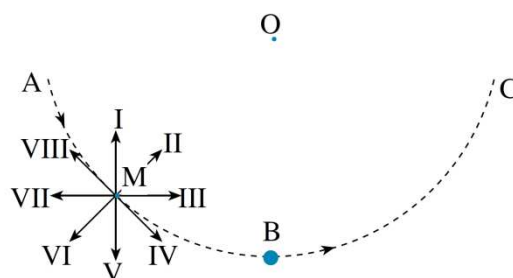
ב. בטא באמצעות משקל התלמיד, mg , את הוריית המאזניים ברגע שבו הקרונית חולפת בנקודה D.
ג. ברגע שהקרונית חולפת בנקודה D, האם הדם שבגוף התלמיד נוטה להצטבר בפלג גופו העליון (בראשו), בפלג גופו התחתון (ברגליו) או שהוא נמצא במצבו הרגיל (כמו לפני התנועה)? נמק.

2001 שאלה 4

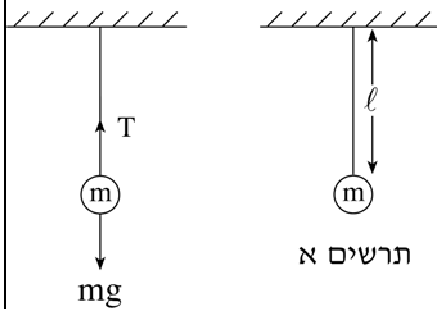


התרשים שלפניך מתאר נדנדת ענק בלונה פארק. הנדנדה מורכבת מחוטי ברזל הקשורים למתקן קשתי ענקי. שלושה נערים, שמסתם הכוללת 200 kg , נקשרים לנדנדה בנקודה B הנמצאת בגובה 1 m מעל הקרקע. הם מובלים לנקודה A, הנמצאת בראש מגדל בגובה 46 m מעל הקרקע, משוחררים, ומתנדנדים לאורך קשת מעגלית ABC שרדיוסה 50 m . הנח כי במהלך התנועה החוטים אינם מתארכים, ומסתם ניתנת להזנחה. הזנח גם את החיכוך עם האוויר.

א. חשב את גודל המהירות של הנערים כאשר הם חולפים בנקודה B, לאחר ששוחררו מנקודה A.
ב. חשב את התאוצה הצנטריפטלית של הנערים ברגע שבו הם חולפים בנקודה B במהלך תנועתם.
ג. חשב את גודל שקול הכוחות שהחוטים מפעילים על שלושת הנערים, כאשר הם חולפים בנקודה B.
ד. התרשים שלפניך מתאר את מסלול התנועה ABC של הנערים המתנדנדים. על המסלול מסומנת נקודה M ושמונה כיוונים I - VIII איזה מבין כיוונים אלה יכול לתאר את כיוון התאוצה שיש לנערים בנקודה M?



2003 שאלה 3



תרשים ב

משקולת שמסתה m תלויה במנוחה על חוט באורך ℓ , המחובר לתקרה (ראה תרשים א). הקוטר של המשקולת זניח ביחס לאורך החוט. תלמיד סימן את הכוחות הפועלים על המשקולת (ראה תרשים ב).

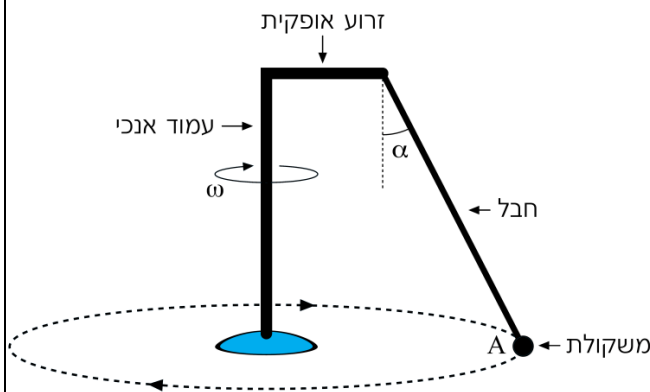
א. מי מפעיל על המשקולת את הכוח T , ומי מפעיל עליה את הכוח mg ?
ב. התלמיד טען כי הכוחות mg ו- T הם זוג כוחות של פעולה ותגובה, לפי החוק השלישי של ניוטון. האם טענתו נכונה? נמק.

התלמיד הזיז את המשקולת בזווית α_0 מן האנך, הרפה - והמשקולת החלה להתנדנד כמטוטלת (זווית α_0 אינה בהכרח זווית קטנה).

ג. בטא באמצעות m , g ו- α את המתיחות בחוט, ברגע שהמשקולת נמצאת בנקודות הקיצון של התנועה ($\alpha = \pm \alpha_0$).

ד. בטא באמצעות m , g ו- α את המתיחות בחוט, ברגע שהמשקולת נמצאת בנקודה הנמוכה ביותר במסלולה.

2004 שאלה 3



בתרשים שלפניך מתואר עמוד אנכי שיוצאת ממנו זרוע אופקית. לקצה הזרוע קשור חבל שמסתו ניתנת להזנחה, ולקצה החבל קשורה משקולת. התייחס אל המשקולת כאל גוף נקודתי.

העמוד מסתובב סביב צירו במהירות זוויתית קבועה ω , כך שהמשקולת נעה במסלול מעגלי אופקי במהירות שגודלה קבוע (מגמת התנועה מסומנת בתרשים), החבל יוצר זווית α עם הכיוון האנכי.

א. הסבר מדוע המשקולת מואצת אף על פי שגודל מהירותה קבוע, וציין מהו. כיוון התאוצה.

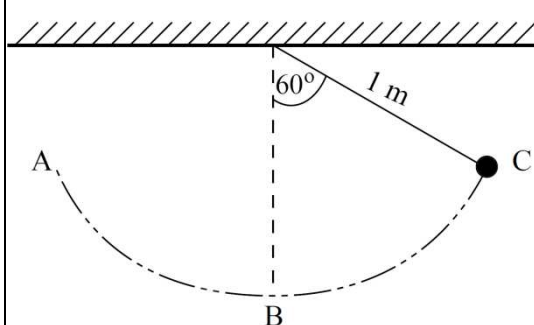
ב. האם הכוח השקול הפועל על המשקולת שווה לאפס? אם כן - הסבר מדוע; אם לא - ציין מהו כיוון פעולתו.

ג. ציין מהו הכיוון של מהירות המשקולת ברגע שהיא חולפת בנקודה A (ראה תרשים).

ד. בטא, באמצעות נתוני השאלה (ω ו- α), את רדיוס המסלול המעגלי של המשקולת.

ה. מה צריך להיות גודל הזווית α כדי שתאוצת המשקולת תהיה שווה בגודלה לתאוצת הנפילה החופשית, g .

2005 שאלה 2



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

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

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

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

ג. המשקולת נעה ימינה. מנקודה A לנקודה C. ציין, בעזרת החצים "ששונת הכיוונים" שלפניך, את כיוון התאוצה של המשקולת:

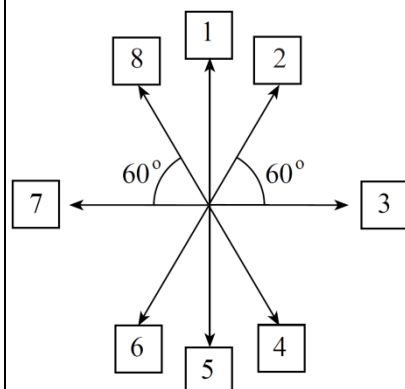
(1) בנקודה A. (2) בנקודה B.

ד. חשב את גודל התאוצה של המשקולת:

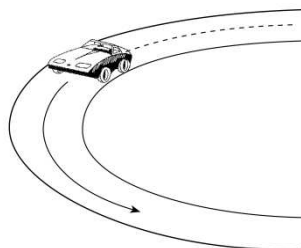
(1) בנקודה A. (2) בנקודה B.

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

ו. מהי העבודה שמבצע כוח המתיחות בחוט, במהלך תנועת המשקולת מנקודה A לנקודה B? נמק.

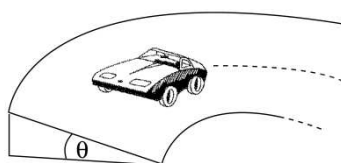


בתרשים א מוצגת מכונית הנעה על כביש אופקי במעקם (קטע מעגלי) שרדיוסו 80 m . נתון כי מקדם החיכוך הסטטי בין גלגלי המכונית ובין הכביש הוא 0.4 .
א. חשב את המהירות המקסימלית שבה המכונית יכולה לנוע במעקם זה בלי להחליק.



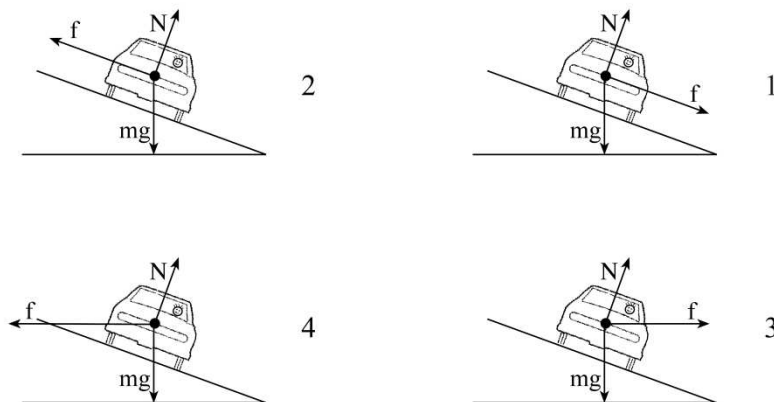
תרשים א

מהנדסי תנועה מתכננים ליצור בכביש הגבהה (הטיה) בזווית θ , כמתואר בתרשים ב, כדי לאפשר נסיעה בטוחה (ברדיוס קבוע) במהירות שחישבת בסעיף א, בלי להיעזר בחיכוך.
ב. חשב את זווית ההגבהה הנדרשת, θ .



תרשים ב

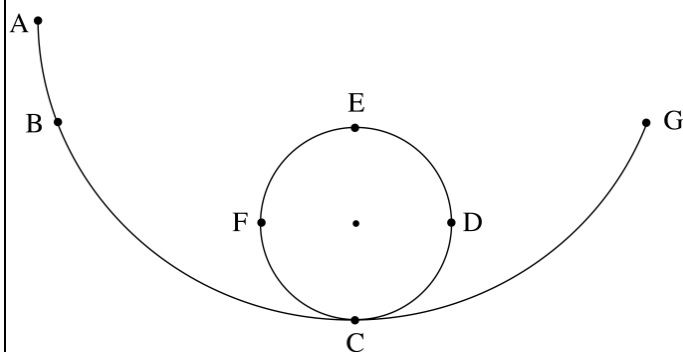
ג. אילו מכונית הייתה נוסעת במעקם המוגבה, בלי להחליק (ברדיוס קבוע) במהירות גדולה מזו שחישבת בסעיף א, איזה מבין ארבעת הסרטוטים 1-4 שבתרשים ג היה מתאר נכון את כיוון הכוחות הפועלים, על המכונית (כוח חיכוך - f , הכוח הנורמלי - N , המשקל - mg) ? נמק.



תרשים ג

ד. בגלל סיבות של בטיחות החליטו המהנדסים להקטין את זווית ההגבהה. הזווית החדשה היא 15° . בזמן חנוכת הכביש החדש נוצר פקק תנועה, והמכוניות נעצרו במעקם. האם המכוניות יחליקו לרוחב הכביש? הסבר. הנח שמקדם החיכוך הסטטי נשאר 0.4 .

2007 שאלה 4



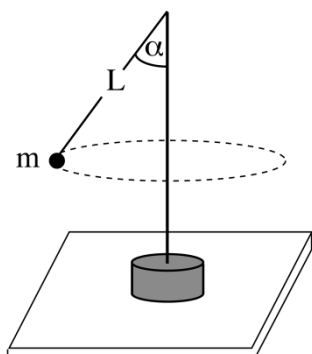
בתרשים שלפניך מוצגת מסילה חסרת חיכוך ABCDEFG. קטע המסילה CDEF הוא מעגל שרדיוסו $r = 0.4 \text{ m}$. הנקודות C ו-E הן קצות הקוטר האנכי, והנקודות D ו-F הן קצות הקוטר האופקי. הנקודה A נמצאת בגובה 1.2 m מעל הנקודה C.

גוף, שמסתו 0.2 kg וממדיו קטנים בהרבה מרדיוס המעגל CDEF, משוחרר ממנוחה מהנקודה A ונע לאורך המסילה.

- חשב את הכוח (גודל וכיוון) שהמסילה מפעילה על הגוף בנקודה E.
- הסבר מדוע האנרגיה המכנית הכוללת של הגוף נשמרת במהלך תנועתו. בתשובתך התייחס גם לפעולה של הכוח הנורמלי.
- הסבר מדוע מהירות הגוף הולכת וקטנה במהלך תנועתו מהנקודה C לנקודה E.
- חשב את הכוח שהגוף מפעיל על המסילה בנקודה F.
- במקרה אחר, שוחרר הגוף ממנוחה מהנקודה B, הנמצאת בגובה 0.9 m מעל הנקודה C. האם במקרה זה הגוף מגיע לנקודה E? אם כן - חשב את מהירות הגוף בנקודה E. אם לא - נמק את תשובתך.

2009 שאלה 3

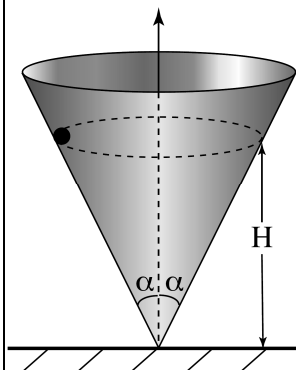
אסף ערך ניסוי עם מנוע חשמלי בעל ציר אנכי. הוא חיבר לראש הציר חוט שאורכו L , ולקצה החוט קשר כדור קטן בעל מסה m . רדיוס הכדור קטן מאוד ביחס לאורך החוט. כאשר המנוע פועל, הכדור נע בתנועה מעגלית אופקית (ראה תרשים). אסף שינה כמה פעמים את תדירות הסיבוב f של הציר, ומדד בעבור כל תדירות את זווית הפריסה α של החוט. תוצאות המדידות מוצגות בטבלה.



מדידה	1	2	3	4	5	6
$f(\text{Hz})$	0.42	0.45	0.5	0.6	0.7	1
$\alpha(^{\circ})$	18	32	45	63	70	80
$\frac{1}{f^2}(\text{s}^2)$						
$\cos \alpha$						

- סרטט את תרשים הכוחות הפועלים על הכדור, ופתח בעזרתו ביטוי המתאר את $\cos \alpha$ כפונקציה של $1/f^2$.
- העתק את הטבלה למחברתך, השלם אותה (עגל את תוצאות החישוב עד שתי ספרות אחרי הנקודה העשרונית), וסרטט גרף של $\cos \alpha$ כפונקציה של $1/f^2$.
- חשב בעזרת שיפוע הגרף את אורך החוט, L .
- קבע על פי הגרף מהי התדירות המינימלית של סיבוב הציר שבה ינוע הכדור בתנועה מעגלית.

2010 שאלה 2



- חרוז קטן נע בתנועה מעגלית קצובה במישור אופקי בתוך חרוט שזווית הפתיחה שלו 2α (ראה תרשים). כל כוחות החיכוך זניחים.
- א. (1) בנה תרשים של כל הכוחות הפועלים על החרוז ורשום ליד כל חץ את שם הכוח.
(2) ציין מי מפעיל כל כוח.
- ב. השתמש בחוקי ניוטון כדי לכתוב את שתי המשוואות הקובעות את תנועת החרוז: משוואה אחת לכיוון הרדיאלי ומשוואה אחת לכיוון האנכי.
- ג. נתונה המהירות הקווית של החרוז, v . בטא בעזרתה את גובה מישור התנועה של החרוז, H (ראה תרשים).
- ד. הראה כי אם החרוז יאבד (מסיבה כלשהי) אנרגיה קינטית, מישור התנועה שלו בתוך החרוט יהיה נמוך יותר (כלומר H יקטן).

ה. החרוז נע בתוך החרוט, כאשר נתון: $\alpha = 30^\circ$ ו- $H = 20\text{cm}$.
חשב את:

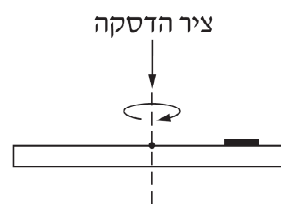
- (1) המהירות הקווית של החרוז.
(2) זמן המחזור של תנועת החרוז.

2012 שאלה 5

דסקה מסתובבת במישור אופקי בתדירות קבועה של 90 סיבובים לדקה. על הדסקה מונח מטבע קטן שמסתו 5gr , המסתובב עם הדסקה (ראה תרשימים א, ב). מקדם החיכוך הסטטי בין הדסקה למטבע הוא $\mu_s = 0.6$.



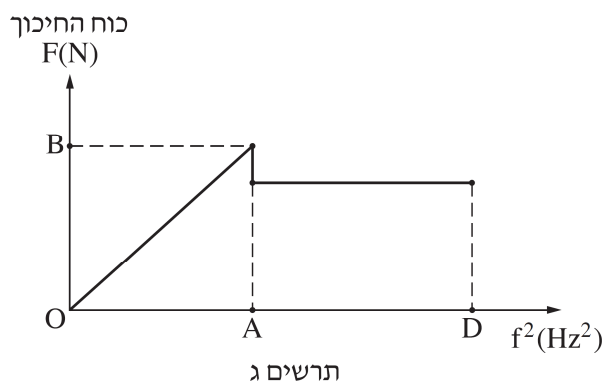
תרשים ב



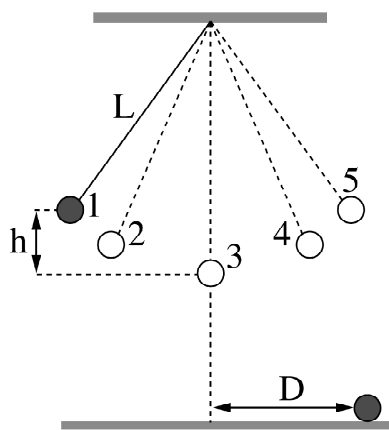
מבט צד

תרשים א

- א. העתק למחברתך את תרשים א, והוסף לו סרטוט של כל הכוחות הפועלים על המטבע כשהדסקה מסתובבת. ציין ליד כל כוח את שמו ורשום מי מפעיל כל כוח.
- ב. חשב את המרחק המרבי (מקסימלי) מציר הדסקה, שבו יכול המטבע להימצא במנוחה ביחס לדסקה בלי שהוא יחליק על פני הדסקה.
- מניחים את המטבע על גבי הדסקה במרחק שחישבת בסעיף ב. מתחילים לסובב את הדסקה ומגדילים באטיות את תדירות הסיבוב שלה, החל מאפס סיבובים לדקה. בתרשים ג מוצג הגודל של כוח החיכוך הפועל על מטבע כפונקציה של ריבוע תדירות הסיבוב של הדסקה. בתחום התדירויות AD המטבע מחליק.



- ג. מצא את שיעור הנקודות A ו-B. הסבר את תשובתך.
- ד. אילו מסת המטבע הייתה גדולה מזו הנתונה, האם הגרף המוצג בתרשים ג היה משתנה? נמק.



מטוטלת פשוטה מורכבת מכדור קטן שמסתו m הקשור לתקרת חדר בחוט שאורכו L . מסת החוט זניחה. בניסוי הסיטו תלמידים את הכדור מנקודת שיווי המשקל (נקודה 3 בתרשים) לנקודה 1 הנמצאת בגובה h מעל לנקודה 3 (ראה תרשים) ושחררו אותו. יש להזניח את התנגדות האוויר. במסלול תנועת הכדור מסומנות 5 נקודות (1 - 5).

א. קבע באיזו נקודה או באילו נקודות:

- (1) גודל התאוצה המשיקית של הכדור מרבי.
- (2) גודל המהירות המשיקית של הכדור מרבי.

ב. כאשר הכדור חלף בנקודה הנמוכה ביותר של מסלולו (נקודה 3), האם המתיחות בחוט הייתה גדולה מכוח הכובד הפועל על הכדור, קטנה ממנו או שווה לו? נמק.

ג. פתח ביטוי של גודל הכוח השקול שפועל על הכדור בעודו חולף בנקודה הנמוכה ביותר של מסלולו. בטא את תשובתך באמצעות הפרמטרים: m, L, g, h .

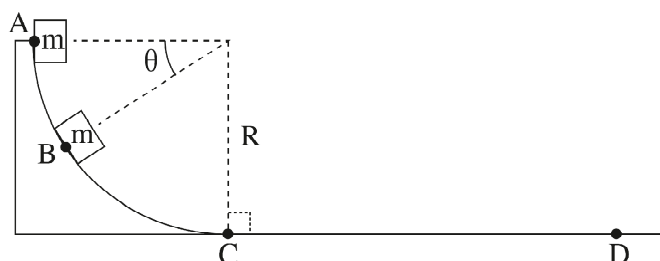
התלמידים ערכו שני ניסויים נוספים במטוטלת דומה לזו המתוארת בפתיח לשאלה. בניסוי 1 הסיטו את הכדור עד לנקודה 1 (גובה h מעל הנקודה 3), ושחררו אותו (אותו ניסוי שבפתיח). בניסוי 2 הסיטו את הכדור עד לנקודה 2, הנמצאת בגובה $h/2$ מעל הנקודה 3, ושחררו אותו. בשני הניסויים כשהכדור חלף בנקודה 3 הוא ניתק מן החוט והמשיך לנוע עד פגיעתו בקרקע. את הזמן שחלף מרגע ניתוק הכדור מן החוט ועד שהגיע לקרקע נסמן ב- t_1 בניסוי 1, וב- t_2 בניסוי 2.

ד. האם זמן t_1 גדול מזמן t_2 , קטן ממנו או שווה לו? נמק.

נסמן ב- D_1 וב- D_2 את המרחקים האופקיים שעבר הכדור בזמנים t_1 ו- t_2 בהתאמה.

ה. חשב את היחס בין המרחק D_1 למרחק D_2 .

2016 שאלה 3



גוף שמסתו m משוחרר ממנוחה בנקודה A, והוא נע לאורך מסלול ABCD (ראה תרשים). הקטע ABC חלק וצורתו רבע מעגל R . הקטע CD הוא מישור מחוספס. יש להזניח את התנגדות האוויר. ענה על סעיפים א-ג באמצעות הפרמטרים θ, g, m, R (כולם או חלקם).

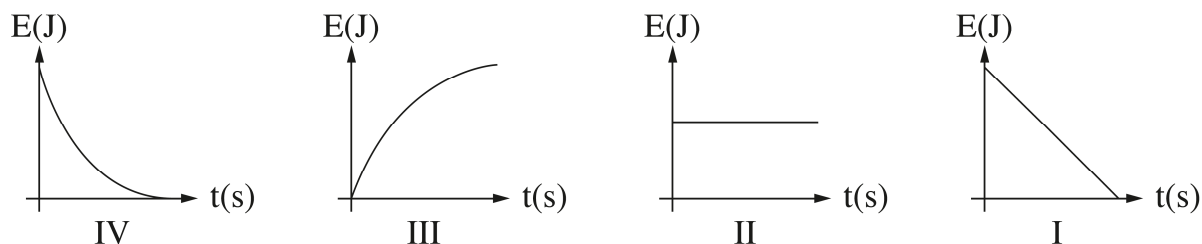
א. בטא את מהירותו של הגוף בנקודה B.

ב. בטא את התאוצה הרדיאלית של הגוף בנקודה B.

ג. בטא את התאוצה המשיקית של הגוף בנקודה B.

לאחר שהגוף עבר בנקודה C הוא נע בתאוצה קבועה עד שנעצר בנקודה D. נתון: מרחק העצירה $CD = 2R$.

ד. השתמש בשיקולי אנרגיה וחשב את מקדם החיכוך בין הגוף למישור המחוספס. לפניך ארבעה גרפים המתארים אנרגיה מכנית כפונקציה של הזמן.



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

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

נמק כל אחת משתי הקביעות.

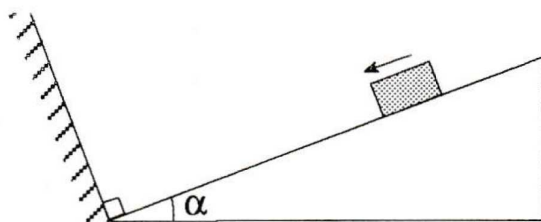
1980 שאלה 2

- טיפות גשם נופלות במאונך לקרקע בקצב אחיד של 0.4 ק"ג/שניה לתוך קרונית משחק פתוחה הנוסעת על מישור אופקי במהירות 2.0 מ"ש . הזנח את חיכוך הקרונית עם המסילה.
- חשב את הכוח הדרוש להמשיך את התנועה במהירות קבועה. נמק את דרך החישוב.
 - חשב את ההספק הדרוש לשמור על המהירות הקבועה.
 - מה קורה לאנרגיה שההספק הקבוע מעניק לקרונית?

1980 שאלה 2 (רחובות)

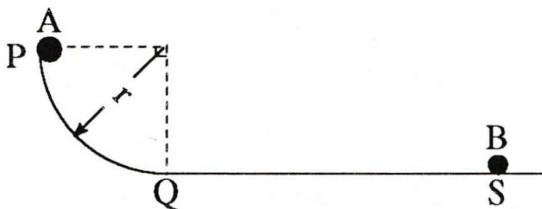
- שני גופים שווים, כל אחד בעל מסה $m = 1 \text{ kg}$, מחוברים זה לזה על-ידי קפיץ מכווץ חסר מסה, ומחליקים ללא חיכוך על פני משטח אופקי חלק. ברגע מסוים משתחרר הקפיץ המכווץ וכתוצאה מכך המסות נפרדות ומשתחררות מן הקפיץ. מסה אחת נעה בכיוון x במהירות $v_x = 3 \text{ m/s}$, והמסה השנייה נעה בכיוון y , מאונך ל- x , במהירות $v_y = 4 \text{ m/s}$.
- מה הייתה המהירות המשותפת $\vec{v}_0$ (גודל וכיוון) של שתי המסות המחוברות לפני שהקפיץ השתחרר?
 - כמה אנרגיה הייתה אצורה בקפיץ המכווץ?
 - חוזרים ומכווצים את הקפיץ, אולם הפעם מידת כיווצו גדולה פי שניים מאשר בפעם הקודמת. אל קצות הקפיץ המכווץ והנמצא במנוחה, מחברים שתי מסות שונות: $m_1 = 0.1 \text{ kg}$ ו- $m_2 = 0.2 \text{ kg}$. משחררים את הקפיץ והמסות משתחררות ממנו. מה תהיינה המהירויות של שתי המסות לאחר שלחורר הקפיץ?

1983 שאלה 1



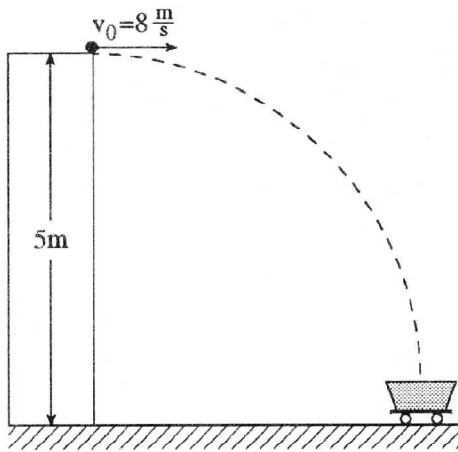
- גוף מחליק, ממצב של מנוחה, במורד מדרון שזווית שיפועו היא α . בהגיעו לתחתית המדרון, הוא מתנגש אלסטית בקיר הנטוי בזווית 50° למדרון (ראה תרשים) ועולה שוב.
- מהו היחס בין זמן הירידה לזמן העלייה (מרגע ההתנגשות ועד לרגע העצירה)?
 - כאשר המדרון חלק.
 - כאשר מקדם החיכוך בין הגוף למדרון הוא μ .
 - הראה כל התשובה בסעיף א(1) היא מקרה פרטי של התשובה בסעיף א(2).

1986 שאלה 3



- כדור A מחליק ללא חיכוך לאורך מסילה מעגלית PQ המסתיימת בקטע ישר QS. הכדור מתנגש בכדור B הנמצא במצב מנוחה בנקודה S, בקצה המסילה הישרה. המסילה PQ היא רבע מעגל שרדיוסו $r = 20 \text{ cm}$.
- מסת הכדור A $m_A = 60 \text{ gr}$
מסת הכדור B $m_B = 20 \text{ gr}$
- מהי המהירות (גודל וכיוון) של כל אחד מהכדורים לאחר ההתנגשות:
 - אם ההתנגשות בין הכדורים היא פלסטית.
 - אם ההתנגשות בין הכדורים היא אלסטית מצחית.
 - ההתנגשות בין הכדורים היא אלסטית, לא מצחית, והכדור A ממשיך בכיוון היוצר זווית α עם כיוון תנועתו לפי ההתנגשות. רשום את המשוואות המאפשרות לחשב את המהירות של כל אחד מהכדורים והסבר אותו. אין צורך לפתור את המשוואות.

1988 שאלה 2



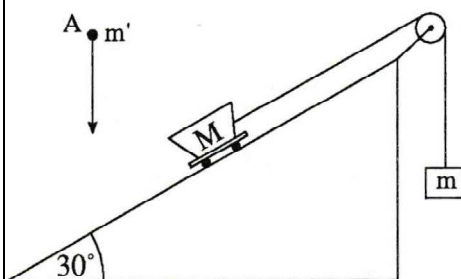
מגג בניין, שגובהו 5m מעל המשטח האופקי (ראה תרשים), נזרק גוש פלסטלינה שמסתו 0.5kg בכיוון אופקי, במהירות $v_0 = 8 \text{ m/s}$. גוש הפלסטלינה פגע בקרונית ונדבק אליה. הקרונית היתה במנוחה לפני ההתנגשות ומסתה 1.5kg. הנח, כי גובה הקרונית קטן מאוד ביחס לגובה הבניין, והזנח את התנגדות האוויר. חשב:

- את המרחק שבין רגלי 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.

1989 שאלה 2

- קרונית שמסתה $m = 80 \text{ kg}$ נעה ימינה על מסילה אופקית חלקה במהירות $V_1 = 3 \text{ m/s}$.
- מצא את מהירות הקרונית (גודל וכיוון), לאחר שאדם שמסתו $M = 60 \text{ kg}$, הרץ בכיוון הקרונית במהירות $v = 8 \text{ m/s}$, קופץ עליה ומתיישב בתוכה.
 - מה תהיה התשובה לסעיף א', אם אותו אדם ירוץ לקראת הקרונית?
 - אותה קרונית עוברת מתחת לזרם של חיטים הנשפכים לתוכה במאונך מלמעלה מתוך משפך. האם מהירות הקרונית תקטן, לא תשתנה או תגדל עקב כך? האם הגובה ממנו נשפכים החיטים משפיע על מהירות הקרונית? הסבר.
 - זרם החיטים מלמעלה פסק והקרונית נעה כשהיא מלאה חיטה. לפתע נפער חור בקרקעיתה, והחיטה החלה להישפך מתוכה תוך כדי תנועתה. האם מהירות הקרונית תקטן, לא תשתנה או תגדל עקב כך? הסבר.

1990 שאלה 2

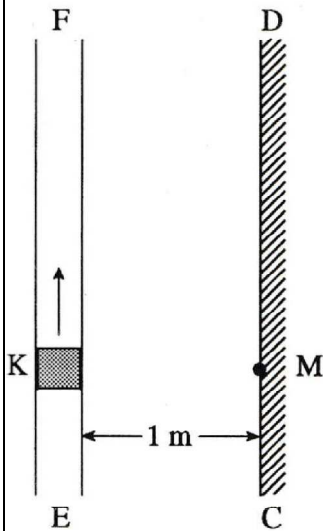


על מדרון חלק, שזווית השיפוע שלו 30° , נעה קרונית שמסתה $M = 2 \text{ kg}$. הקרונית מחוברת באמצעות חוט הכרוך על גלגלת (שמסתה זניחה) למשקולת שמסתה m (ראה תרשים). הקרונית יורדת במורד המדרון (והמשקולת עולה) במהירות קבועה $v = 1 \text{ m/s}$.

- חשב את המסה m של המשקולת.
- ברגע מסוים נקרע החוט המחבר את הקרונית למשקולת. תאר במלים את תנועת הקרונית ואת תנועת המשקולת מרגע שנקרע החוט.

- מנקודה A משחררים ממנוחה גוש פלסטלינה שמסתו $m' = 2 \text{ kg}$ (ראה תרשים) הגוש מתנגש עם הקרונית התנגשות פלסטית $1/2$ שנייה לאחר שהחוט נקרע, כאשר הקרונית עוברת מתחת לנקודה A. בהנחה שמשך ההתנגשות קצר מאוד, חשב את הגובה h של הנקודה A מעל נקודת ההתנגשות, אם מהירות הקרונית לא השתנתה כתוצאה מההתנגשות.

1991 שאלה 3



- על מסילה חלקה EF, הנמצאת על רצפה אופקית, נעה קרונית K במהירות $v_1 = 0.2 \text{ m/s}$. במקביל למסילה במרחק 1 m ממנה ניצב קיר חלק CD (ראה תרשים, מבט מלמעלה). כאשר הקרונית חולפת מול הנקודה M, נזרק מתוכה כדור בכיוון הניצב למסילה EF, במהירות $v_2 = 0.2 \text{ m/s}$ (ביחס לקרונית). הכדור נזרק בגובה הרצפה כלפי הקיר CD, נע על-פני הרצפה החלקה, ומתנגש התנגשות אלסטית (לחלוטין) בקיר CD. הקרונית ממשיכה לנוע על המסילה EF. הזנח את המרחק בין הנקודה ממנה נזרק הכדור לבין הרצפה, ואת רוחב הקרונית.
- העתק את התרשים למחברתך, וסרטט בו באופן סכמטי את הצורה של מסלול תנועת הכדור עד לפגיעתו בקיר CD (ישר, פרבולה, היפרבולה, מסלול אחר). הסבר.
 - באיזה מרחק מהנקודה M יפגע הכדור בקיר CD? הסבר.
 - האם מהירות הקרונית, לאחר שהכדור נזרק ממנה, קטנה, גדלה או שאינה משתנה? הסבר.
 - באיזו מהירות ובאיזה כיוון יחזור הכדור מהקיר CD? הוכח בעזרת חוקי שימור.
 - האם הכדור והקרונית יפגשו? אם כן - היכן? אם לא - מדוע לא?

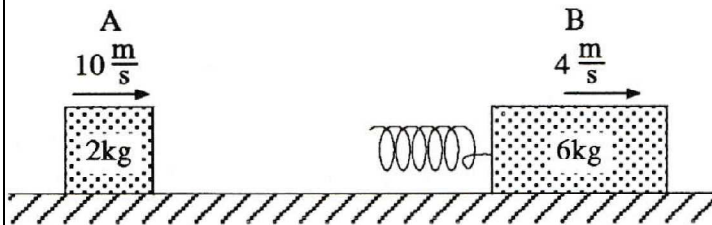
1992 שאלה 2

- רחפת היא כלי הנע על כרית אוויר, ומסוגל לנוע בכל כיוון במישור אופקי ללא חיכוך. על רחפת כזו נמצא נער. הרחפת נעה בקו ישר במהירות קבועה של 3 m/s . התנגדות האוויר זניחה.
- מהרחפת נזרק כדור בכיוון אנכי כלפי מעלה במהירות 1 m/s (יחסית לרחפת), ונחת על הרחפת. מהו המרחק על הרחפת בין הנקודה ממנה נזרק הכדור לבין הנקודה בה נחת?
 - הנער קופץ הצידה מן הרחפת במהירות אופקית. מהירות זו ביחס למהירות המקורית של הרחפת: גודלה 4 m/s , כיוונה ניצב לכיוון תנועתה של הרחפת. גובה פני הרחפת מעל הקרקע 1.25 m . חשב את המרחק האופקי מן הנקודה שבה עזב הנער את הרחפת ועד לנקודה שבה נחת על הקרקע.
 - מסת הרחפת היא 80 kg , ומסת הנער - 45 kg .
- (1) מה הזווית בין כיוון התנועה של הרחפת, לאחר שהנער קפץ ממנה, לבין כיוונה המקורי?
 - (2) מה גודל המהירות של הרחפת לאחר שהנער קפץ ממנה?

1993 שאלה 3

- גוש עץ שמסתו $M = 9.98 \text{ kg}$ תלוי בקצהו של חוט שאורכו 2 m ומסתו זניחה. קליע שמסתו $m = 0.02 \text{ kg}$, פוגע אופקית בגוש העץ במהירות שגודלה $v = 500 \text{ m/s}$, ונתקע בגוש. הנח כי משך חדירת הקליע קצר מאוד וניתן להזנחה, וכי ממדי גוש העץ זניחים ביחס לאורך החוט.
- האם האנרגיה המכנית נשמרת בתהליך ההתנגשות? הסבר.
 - חשב את הגובה המרבי, שאליו מתרומם גוש העץ (עם הקליע בתוכו).
 - מהי העבודה, שנעשתה על-ידי המת יחוות בחוט, במשך עליית גוש העץ עם הקליע עד לגובה המרבי? נמק.
 - כמה זמן לוקח לגוש העץ עם הקליע להגיע לגובהו המרבי? נמק.

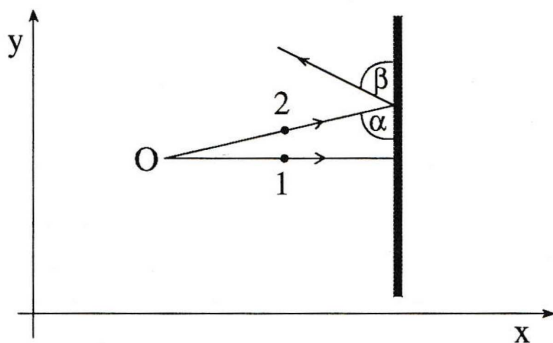
1994 שאלה 3



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

- חשב את מהירותו של כל אחד משני הגופים לאחר ההתנגשות (כאשר אין יותר מגע בין גוף A לקפיץ).
- בפרק הזמן שבין הרגע שבו גוף A נוגע לראשונה בקפיץ עד לרגע כיווצו המרבי של הקפיץ:
 - האם האנרגיה הקינטית של מערכת שני הגופים B ו-A נשמרת? **הסבר.**
 - האם התנע של מערכת שני הגופים נשמר? **הסבר.**
- כאשר התכווצות הקפיץ מרבית, מהירויות הגופים שוות.
 - מצא מהירות זו.
 - מצא את השיעור המרבי של התכווצות הקפיץ.

1995 שאלה 4



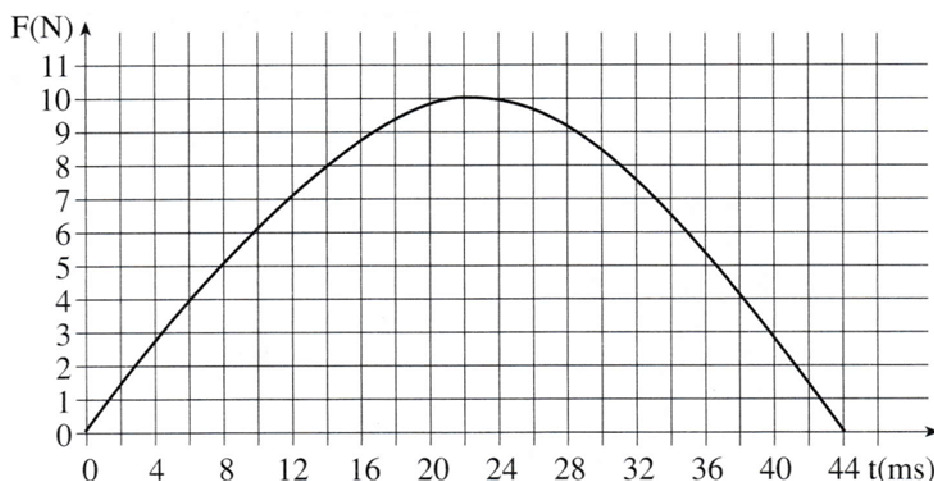
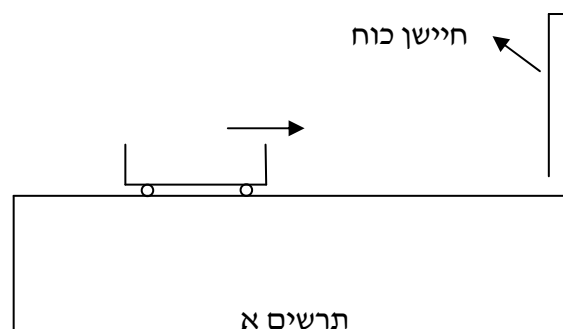
בתרשים מתואר קיר במבט מלמעלה. הקיר מקביל לציר y . מהנקודה O, הנמצאת על הרצפה, משגרים שני חלקיקים הנעים על הרצפה ללא חיכוך. חלקיק 1 פוגע בקיר בניצב לו, וחלקיק 2 פוגע בקיר בזווית α (ראה תרשים). מסתו של כל חלקיק היא m וגודל מהירותו v . התנגשותו של כל אחד משני החלקיקים בקיר היא אלסטית, בלא חיכוך עם הקיר.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

- בטא את המהירות (גודל וכיוון) של חלקיק 1 לאחר התנגשותו בקיר. נמק.
- בטא באמצעות נתוני השאלה את השינוי בתנע של חלקיק 1 כתוצאה מההתנגשותו בקיר. לאחר הפגיעה נע חלקיק 2 במסלול שיוצר זווית β עם הקיר.
- בטא את גודל המהירות של חלקיק 2 לאחר התנגשותו בקיר. נמק.
- הוכח כי הזווית α שווה לזווית β .
- בטא באמצעות נתוני השאלה את המתקף שהפעיל הקיר על חלקיק 2.

1996 שאלה 4

- קפיץ, שקבוע הכוח שלו k ומסתו זניחה, מחובר בקצהו העליון לתקרה. לקצה התחתון של הקפיץ מחובר לוח עץ אופקי שמסתו M . במצב שיווי-משקל של המערכת, הקפיץ ארוך ב- d מאורכו במצב רפוי.
- בטא את d באמצעות M ו- k .
- ממצב שיווי-המשקל מושכים את לוח העץ בשיעור A כלפי מטה ומרפים ממנו. הלוח מתנווד. ברגע שלוח העץ חולף על פני נקודת שיווי-המשקל בדרכו מטה, פוגע בו קליע שמסתו m ומהירותו v אנכית כלפי מעלה. הקליע חודר דרך לוח העץ ויוצא ממנו במהירות u .
- כתוצאה מפגיעת הקליע, לוח העץ נעצר. בנקודת שיווי-המשקל (עצירה קבועה, לא רגעית). הנח כי משך ההתנגשות בין הקליע לבין לוח העץ הוא קצר מאוד, וכי מסת לוח העץ לא השתנתה כתוצאה מההתנגשות.
- בטא באמצעות נתוני השאלה k , M , m ו- A את הפחת בגודל המהירות של הקליע, כלומר את $u - v$.
 - כאשר לוח העץ נמצא במרחק מסוים מנקודת שיווי-המשקל, פוגע בו קליע הנע אנכית כלפי מעלה, חודר דרכו, ויוצא ממנו. הסבר מדוע במקרה זה לוח העץ אינו יכול להיעצר (עצירה קבועה, לא רגעית).

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

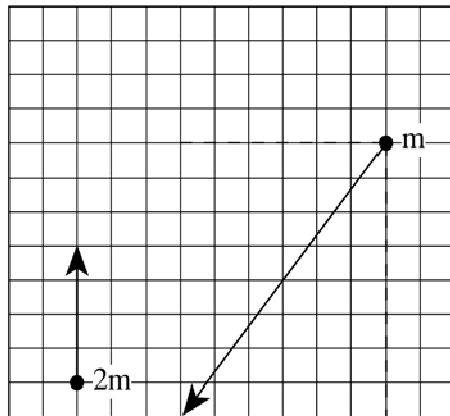


תרשים ב

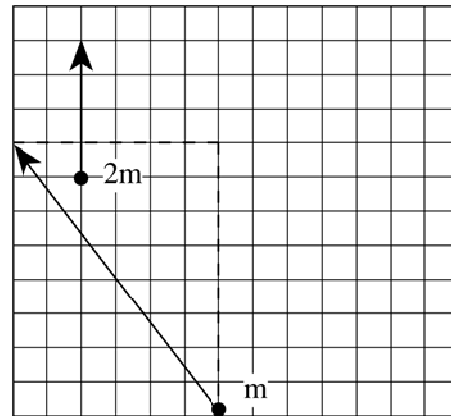
זמן קצר לפני ההתנגשות מדד התלמיד ומצא שהקרונית עברה מרחק של 3.0 cm במשך 0.090 s , וזמן קצר לאחר תום ההתנגשות, בעת תנועתה בכיוון המנוגד לכיוון התנועה לפני ההתנגשות, מצא התלמיד שהיא עברה מרחק של 3.0 cm במשך 0.102 s .

- מצא, על סמך תרשים ב, את גודל המתקף שהחיישן הפעיל על הקרונית במהלך ההתנגשות.
- בלי להסתמך על תרשים ב, חשב את השינוי בתנע של הקרונית בעקבות ההתנגשות.
- ציין שני גורמים אפשריים לאי-דיוק בערכים שהתקבלו בניסוי זה (המתקף הכולל והשינוי בתנע של הקרונית).
- האם בפרק הזמן המתואר בתרשים ב התאפסה מהירות הקרונית? הסבר.

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



תרשים א



תרשים ב

א. הקרון קשור למשטח ואינו יכול לנוע. תרשים ב מתאר את מהירויות הכדורים לאחר שהכדור שמסתו m התנגש בדופן הקרון.

(1) האם התנע הכולל של שני הכדורים בתרשים ב שווה לתנע הכולל שלהם בתרשים א ? **נמק.**

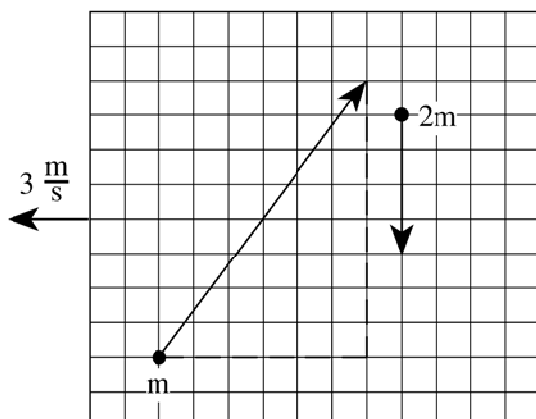
(2) האם האנרגיה הקינטית הכוללת של שני הכדורים בתרשים ב שווה לאנרגיה הכוללת שלהם בתרשים א ? **נמק.**

ב. הפעם הקרון אינו קשור והוא חופשי לנוע לכל הכיוונים. (ברגע t_0 מהירויות הכדורים הן כמתואר בתרשים א ומהירות הקרון היא אפס). הכדורים התנגשו זה בזה ובדפנות הקרון בהתנגשויות אלסטיות (לחלוטין).

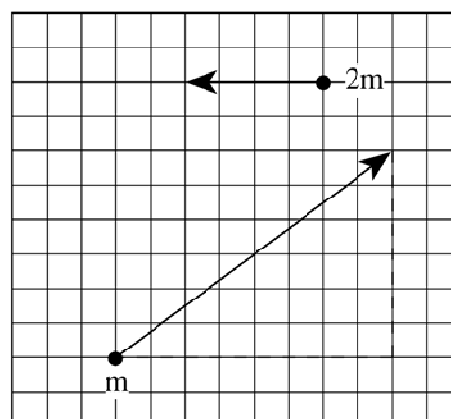
(1) בתרשים ג מהירות הקרון (שמסתו $4m$) היא $3m/s$ שמאלה, ומהירויות הכדורים ביחס לכדור הארץ הן כמתואר בתרשים זה. הסבר מדוע תרשים ג אינו יכול לתאר את מצב המערכת (הכדורים והקרון) לאחר שהתרחשו בה רק התנגשויות אלסטיות.

(2) בתרשים ד הקרון נמצא במנוחה ומהירויות הכדורים הן כמתואר בתרשים זה.

הסבר מדוע תרשים ד אינו יכול לתאר את מצב המערכת לאחר שהתרחשו בה רק התנגשויות אלסטיות.

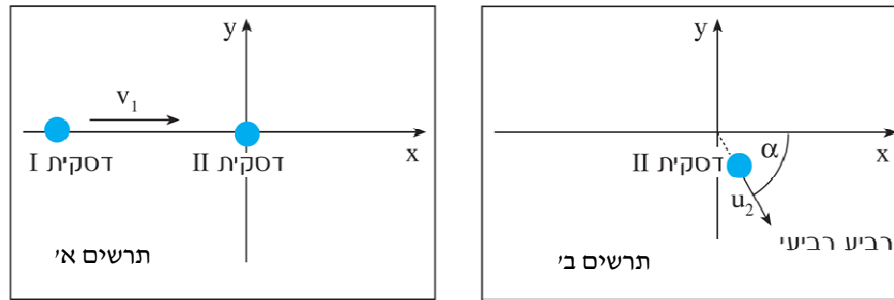


תרשים ג



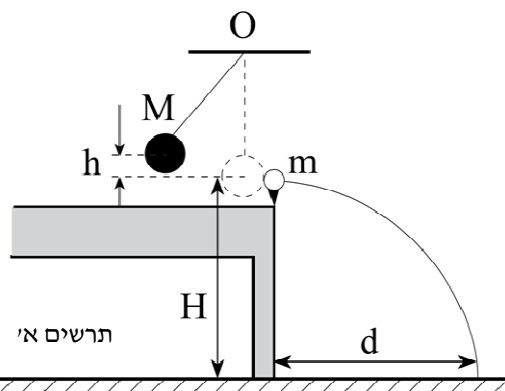
תרשים ד

בתרשים א' מתואר במבט מלמעלה משטח של שולחן חלק ועליו שתי דסקיות: דסקית I שמסתה $m_1 = 1\text{kg}$ נעה בכיוון החיובי של ציר x במהירות שגודלה $v_1 = 10\text{m/s}$, ודסקית II שמסתה $m_2 = 1\text{kg}$ נחה בראשית של מערכת צירים הנמצאת במישור השולחן.



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

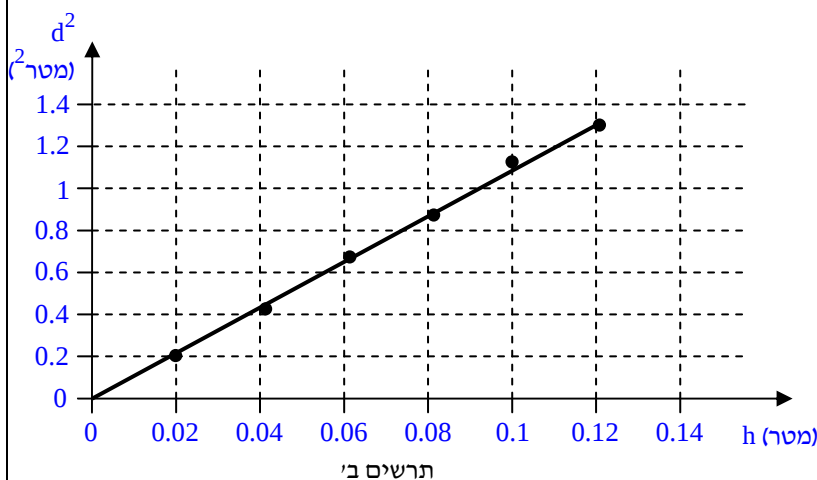
2002 שאלה 3



בתרשים א' שלפניך מתוארת מערכת של ניסוי שביצע תלמיד. התלמיד הניח כדור קטן שמסרנו m על הגבהה בקצה שולחן, וקשר כדרר גדול שמסתו M , באמצעות חוט שמסתו ניתנת להזנחה, אל נקודה קבועה O . כאשר היה החוט במצב אנכי, נגעו שני הכדורים זה בזה, והמרכזים שלהם היו באותה גובה H מעל הרצפה. התלמיד הסיט את הכדור הגדול למקום שבו מרכזו עלה לגובה h מעל מרכז הכדור הקטן (ראה תרשים), ושחרר אותו ממנוחה. לאחר שהכדור הגדול התנגש בכדור הקטן התנגשות מצת, נזרק הכדור הקטן אל הרצפה ופגע בנקודה שמרחקה האופקי מקצה השולחן היה d .

מהירות הכדור הגדול כהרף עין לפני התנגשותו בכדור הקטן הייתה בגודל v , ומהירותו כהרף עין לאחר התנגשותו בכדור הקטן הייתה בגודל $3/4v$ בכיוון ימין. התנגדות האוויר לתנועת הכדורים ניתנת להזנחה.

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



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

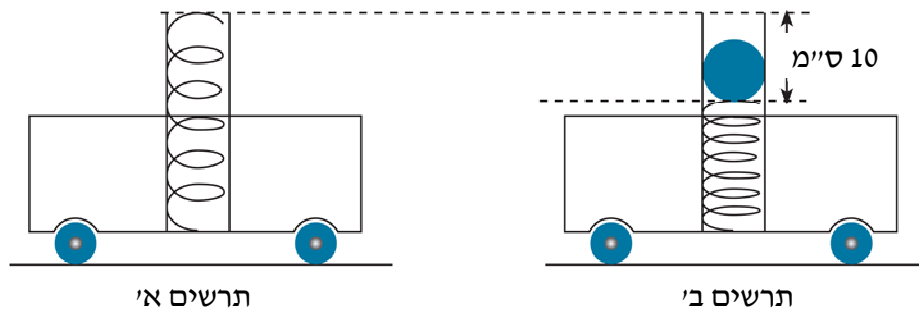
התלמיד ביצע את הניסוי כמה פעמים - בכל פעם הוא שינה את הגובה h , שממנו שוחרר הכדור הגדול, ומדד את ערכי h ו- d .

נתון: מסת הכדור הגדול $M = 140\text{ gr}$, מסת הכדור הקטן $m = 20\text{ gr}$, גובה הכדור הקטן מעל הרצפה $H = 90\text{ cm}$. על פי תוצאות המדידות, סרטט התלמיד גרף של d^2 כפונקציה של h , כמתואר בתרשים ב'.

- ג. הראה בעזרת הגרף כי תוצאות המדידות מתאימות לקשר הרשום בסעיף ב (התייחס לצורת הגרף ולשיפועו).

2002 שאלה 4

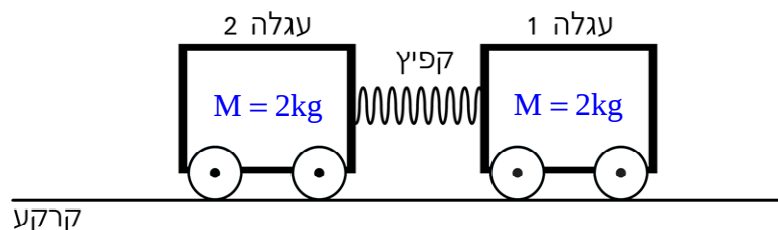
נתונה קרונית בעלת ארובה אנכית. אל קרקעית הארובה מחובר קפיץ שמסתו ניתנת להזנחה (ראה תרשים א). קבוע הקפיץ הוא 80 ניוטון למטר. מכניסים לתוך הארובה כדור שמסתו 40 גרם ודוחפים אותו כלפי מטה. התוצאה היא - הקפיץ מתכווץ ב-10 ס"מ (ראה תרשים ב).



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

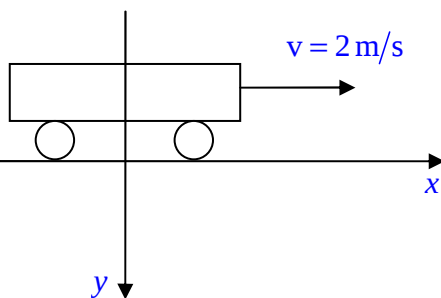
2004 שאלה 4

שתי עגלות, 1 ו-2, שהמסה של כל אחת מהן היא $M = 2 \text{ kg}$, מוחזקות במנוחה על מסילה אופקית חסרת חיכוך. בין העגלות נמצא קפיץ מכווץ בשיעור מסוים (ראה תרשים). הקפיץ נמצא במגע עם העגלות, אך אינו מחובר אליהן. זהו "המצב ההתחלתי". משחררים את שתי העגלות (ממנוחה), והן נעות לאורך המסילה.



- איזה (אילו) מבין ששת הגדלים $v_i - i$ הרשומים להלן נשמרים) במהלך תנועת העגלות, מן "המצב ההתחלתי" עד למצב שבו העגלות אינן במגע עם הקפיץ?
i. האנרגיה הפוטנציאלית האלסטית של הקפיץ.
ii. האנרגיה הקינטית של עגלה 1.
iii. האנרגיה הקינטית הכוללת של שתי העגלות.
iv. האנרגיה המכנית הכוללת של שתי העגלות והקפיץ.
v. התנע הכולל של שתי העגלות.
vi. התנע של עגלה 2.
- במידה נמצא כי גודל המהירות של עגלה 1, לאחר התנתקותה מן הקפיץ, הוא $v_1 = 0.2 \text{ m/s}$.
- מהו גודל המהירות של עגלה 2, לאחר התנתקותה מן הקפיץ? נמק.
- חשב את האנרגיה הקינטית הכוללת של העגלות, לאחר התנתקותן מן הקפיץ.
- מחזירים את המערכת ל"מצב ההתחלתי" (שיעור הכיווץ של הקפיץ שווה לשיעור הכיווץ של הקפיץ במצבו ההתחלתי), אך הפעם לעגלה 2 מוסיפים משקולת שמסתה $m = 1 \text{ kg}$. משחררים את שתי העגלות (ממנוחה).
- חשב את היחס בין גודל המהירות של עגלה 2 ובין גודל המהירות של עגלה 1, לאחר התנתקות העגלות מן הקפיץ.
- חשב את גודל המהירות של עגלה 2, לאחר התנתקות העגלות מן הקפיץ.

2006 שאלה 3



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

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

נגדיר ציר מקום, x , לאורך המסילה שכיוונו החיובי הוא בכיוון תנועת הקרונית, וציר מקום, y , שכיוונו החיובי הוא אנכית מטה.

ברגע $t = 0$ הקרונית חלפה בראשית מערכת הצירים (ראה תרשים).

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

א. מהירות הקרונית לא השתנתה בעקבות הניתקות הכדור ממנה. הסבר מדוע.

ב. מצא מה היו ברגע $t = 1 \text{ s}$:

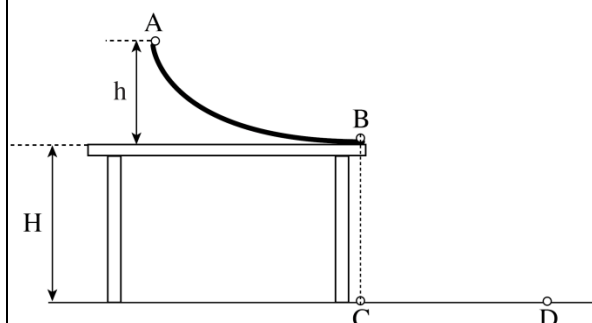
(1) שיעור ה- x של מקום הקרונית. (הזנח את ממדי הקרונית.)

(2) שיעור ה- x ושיעור ה- y של מקום הכדור.

(3) מהירות הכדור (גודל וכיוון).

ג. כדור אחר, זהה לקודם, נשמט ממנוחה (ברגע $t > 1 \text{ s}$) מנקודה שמעל המסילה. הכדור נפל חופשית, פגע בקרונית הנעה, ונדבק אליה. האם מהירות הקרונית השתנתה בעקבות זאת? אם לא — נמק. אם כן — חשב את מהירות הקרונית (עם הכדור).

2008 שאלה 4



בתרשים שלפניך מוצגת מסילה חלקה AB הניצבת על פני

שולחן הניצב על רצפה. גובה קצה המסילה A מעל פני

השולחן הוא $h = 45 \text{ cm}$, וגובה פני השולחן מעל הרצפה הוא

$H = 80 \text{ cm}$. קצה המסילה B הוא אופקי. הנקודה C היא

היטל הנקודה B על הרצפה. התנגדות האוויר ניתנת להזנחה.

משחררים כדור קטן ("כדור 1") ממנוחה מהנקודה A. הכדור

מחליק לאורך המסילה (ללא גלגול), ניתק ממנה בנקודה B,

ופוגע ברצפה בנקודה D.

א. בסעיף זה התייחס לקטע של תנועת כדור 1 מ-B ל-D. מהו סוג התנועה בכיוון האופקי בקטע תנועה זה (שוות-מהירות. שוות-תאוצה, תנועה אחרת). ומהו סוג התנועה בכיוון האנכי בקטע תנועה זה (שוות-מהירות, שוות-תאוצה, תנועה אחרת)? נמק את תשובותיך.

ב. חשב את המרחק CD.

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

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

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

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

א. נתונות המסות $m_1 = 25 \text{ gr}$, $m_2 = 50 \text{ gr}$ ומהירות הדסקית הפוגעת $v = 0.3 \text{ m/s}$. חשב את:

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

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

הסבר את חישוביך.

ב. פתח ביטוי עבור המהירות u_2 למקרה שהדסקית m_1 פוגעת בדסקית הנחה m_2 . בטא את תשובתך בעזרת m_1 , m_2 ו- v .

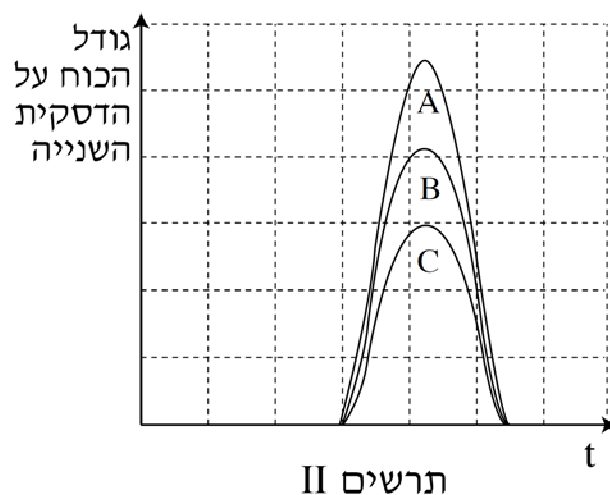
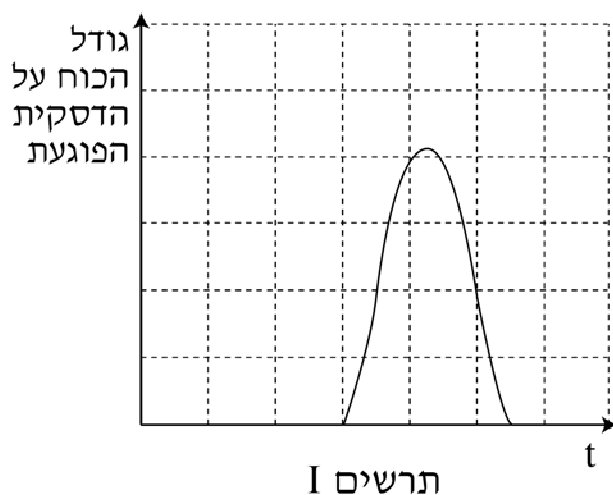
ג. הראה שכאשר $m_1 > m_2$ מהירות הדסקית m_2 אחרי ההתנגשות, u_2 , תהיה גדולה מן המהירות של הדסקית הפוגעת, v .

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

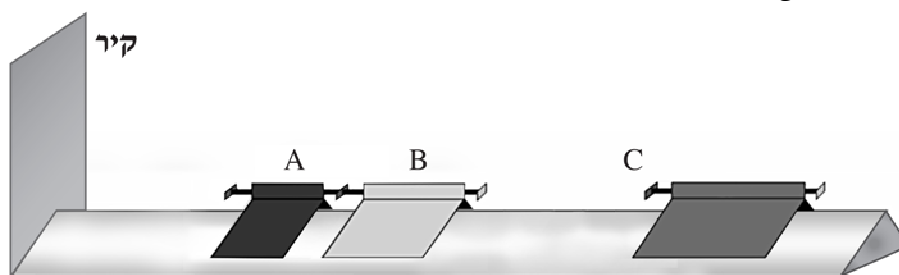
(1) קבע איזה מהגרפים A, B או C שבתרשים II מתאר נכון את גודלו של הכוח שפעל על הדסקית השנייה (m_2) כאשר $m_1 = m_2$.

(2) קבע איזה מהגרפים A, B או C שבתרשים II מתאר נכון את גודלו של הכוח שפעל על הדסקית השנייה (m_2) כאשר $m_1 > m_2$.

נמק את קביעותיך בשני המקרים.

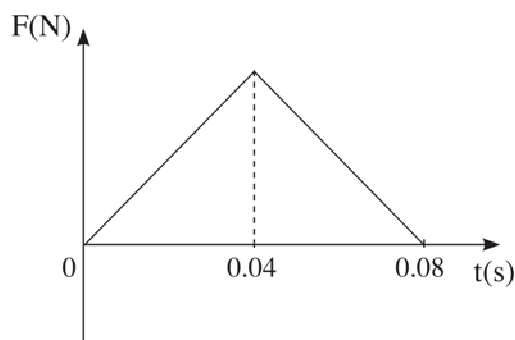


בתרשים א שלפניך מוצגת מסילה חלקה, ועליה שלושה גופים A, B ו- C היכולים לנוע על המסילה ללא חיכוך. בקצה המסילה יש קיר. הגופים A ו- B מחוברים זה לזה באמצעות קפיץ דרוך שמסתו זניחה. נתון: $m_B = 0.2 \text{ kg}$ $m_A = 0.1 \text{ kg}$



תרשים א

- א. משחררים את הקפיץ, והגופים A ו- B מתחילים לנוע.
- (1) מהו תנע המערכת של שני הגופים A ו- B מיד לאחר שחרור הקפיץ? הסבר.
 - (2) מיד לאחר שחרור הקפיץ, גוף A נע לכיוון הקיר במהירות שגודלה $v_A = 0.6 \text{ m/s}$. חשב את המהירות של גוף B (גודל וכיוון) מיד לאחר שחרור הקפיץ.
- ב. גוף A מתנגש אלסטית בקיר שבקצה המסילה.
- (1) מצא את המהירות של גוף A (גודל וכיוון) מיד לאחר ההתנגשות בקיר. הסבר.
 - (2) חשב את גודל המתקף שמפעיל הקיר על גוף A, וציין את כיוונו.
- ג. הגרף שלפניך מתאר את גודל הכוח שמפעיל הקיר על גוף A, כפונקציה של זמן.

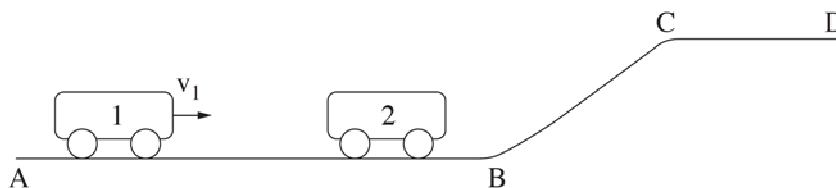


תרשים ב

- (1) מה מייצג השטח הכלוא בין הגרף לבין ציר הזמן?
 - (2) חשב בעזרת הגרף את הגודל המרבי של הכוח שהפעיל הקיר על גוף A במהלך ההתנגשות בקיר.
- ד. גוף B, שאת מהירותו חישבת בתת-סעיף א (2), מתנגש בגוף C שמסתו $m_C = 0.4 \text{ kg}$, הנע לקראתו. שני הגופים נצמדים זה אל זה.
- (1) נתון שהאנרגיה הקינטית של שני הגופים יחד אחרי ההתנגשות היא אפס. חשב את המהירות של גוף C לפני ההתנגשות.
 - (2) אם גודל המהירות של גוף C לפני ההתנגשות יהיה קטן מגודל המהירות שחישבת בתת-סעיף ד (1), לאיזה כיוון ינועו הגופים הצמודים B ו- C? קבע בלי חישוב.

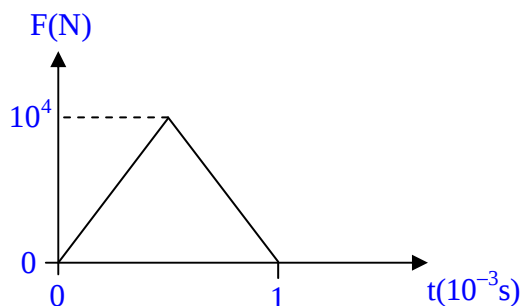
בתרשים א מוצגת מסילה חלקה ABCD.

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



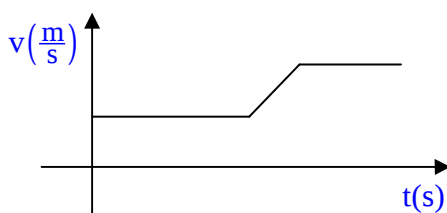
תרשים א

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

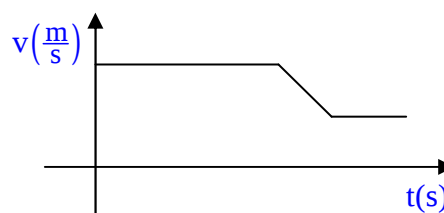


תרשים ב

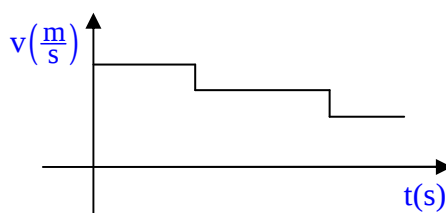
- איזה גודל פיזיקלי מייצג השטח הכלוא בין העקומה שבתרשים לבין ציר הזמן?
- לאחר ההתנגשות קרונית 2 נעה ימינה במהירות $u_2 = 1.25\text{ (m/s)}$. חשב את המסה m_2 של קרונית 2.
- כתוב שתי משוואות לחישוב המהירות של קרונית 1 לפני ההתנגשות, והצב במשוואות את הערכים המתאימים. אין צורך לפתור את המשוואות.
- העתק את תרשים ב למחברתך. הוסף לתרשים עקומה המתארת את הכוח שקרונית 2 מפעילה על קרונית 1 במהלך ההתנגשות.
- 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.



(2)



(1)



(3)

א. ניוטון כתב את החוק השני באמצעות הגודל "כמות התנועה", $\vec{p} = m\vec{v}$.

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = m\vec{a} \quad \text{הראה שכאשר מסת הגוף קבועה:}$$

במשחק טניס מהירותו של הכדור משתנה בהשפעת הכוח שהמחבט מפעיל עליו. הגרף שלפניך מתאר את גודל הכוח שהמחבט מפעיל על הכדור, כפונקציה של הזמן, במהלך חבטה אחת של שחקן טניס. היעזר בגרף וענה על סעיפים ב ו-ג.

ב. חשב בקירוב את גודל השינוי שחל בתנע הכדור בעקבות חבטת המחבט.

נתון: מסת הכדור היא $m = 0.06 \text{ kg}$.

השחקן חובט אופקית בכדור הנע כלפי מעלה במהירות של $v = 5 \text{ m/s}$.

ג. חשב את מהירות הכדור (גודל וכיוון) מיד לאחר החבטה.

ד. כדור טניס מגיע לרצפה במהירות אנכית $v_1 = 12 \text{ m/s}$, וחוזר כלפי מעלה במהירות אנכית $v_2 = 12 \text{ m/s}$. לכל אחד מההיגדים (1) – (3) קבע אם הוא נכון או לא נכון. נמק את קביעותיך.

(1) התנע של הכדור והתנע של כדור הארץ השתנו.

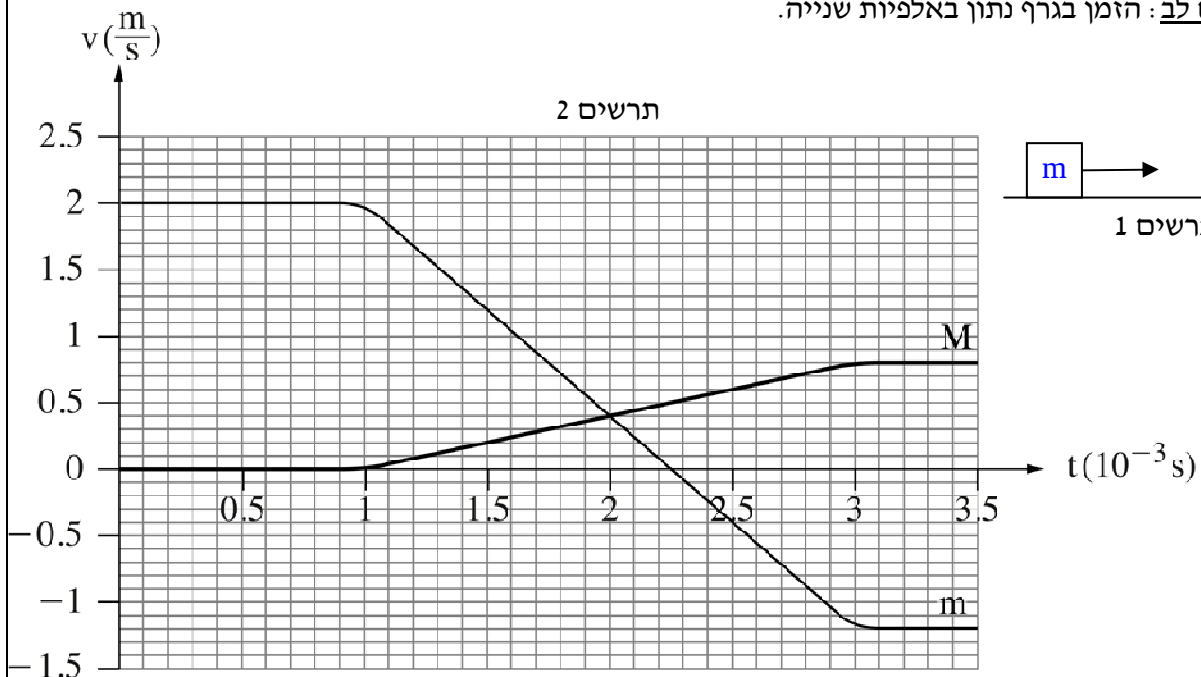
(2) התנע של הכדור השתנה, ואילו בתנע של כדור הארץ לא חל שום שינוי.

(3) התנע והאנרגיה הקינטית של הכדור השתנו.

2016 שאלה 4

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

שתי התיבות התנגשו והתנגשות אלסטית (לחלוטין). בגרף לפניך מוצגת המהירות של שתי התיבות כפונקציה של הזמן. שים לב: הזמן בגרף נתון באלפיות שנייה.



על פי הגרף ענה על הסעיפים האלה:

א. תאר במילים את תנועתה של תיבה m בפרק הזמן המתואר בגרף.

ב. חשב את מסת התיבה M .

ג. חשב את הכוח השקול הממוצע שפעל על התיבה M בזמן ההתנגשות.

ד. בגרף אפשר לראות שבזמן ההתנגשות, השיפועים של שתי העקומות שונים זה מזה בגודל ובסימן. התבסס על חוקי ניוטון והסבר שוני זה.

ה. הוכח שההתנגשות הייתה אלסטית (לחלוטין).

ו. החליפו את התיבה שמסתה M בתיבה אחרת שמסתה M' . ההתנגשות בין התיבות נשארה התנגשות אלסטית (לחלוטין). חשב מה צריך להיות הערך המרבי של מסת התיבה M' , כדי שתיבה m לא תשנה את כיוון תנועתה אחרי ההתנגשות.

שתי תיבות A ו-B שמסותיהן $m_A = 300\text{gr}$ ו- $m_B = 100\text{gr}$ נמצאות במנוחה על משטח אופקי חלק. בין התיבות מצוי קפיץ מכווץ. בראשי התיבות מחוברים מוטות, וחוט הקשור לשני המוטות מונע מן התיבות לנוע (ראה תרשים 1).

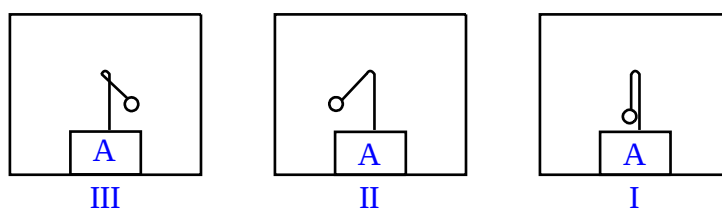
נתון: קבוע הקפיץ $k = 480 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, אורך הקפיץ כשהוא מכווץ בין התיבות הוא 10cm . מסת הקפיץ זניחה.



ברגע מסויים החוט נקרע. בעקבות זאת הקפיץ השתחרר, ובתוך כדי כך הוא הדף את התיבות לכיוונים מנוגדים. לאחר ההדיפה נעו התיבות A ו-B על פני המשטח האופקי במהירויות קבועות שהגדלים שלהן u_A ו- u_B , והקפיץ נפל אנכית ארצה. אורך הקפיץ המשוחרר (הרפוי) הוא 20cm . בסעיפים א-ב נדון במערכת שתי התיבות והקפיץ, בפרק הזמן שחלף מן הרגע שבו החוט נקרע עד לרגע שבו התיבות התנתקו מן הקפיץ.

- קבע אם בפרק הזמן הזה נשמר התנע של המערכת. נמק את קביעתך.
 - קבע אם בפרק הזמן הזה נשמרה האנרגיה המכנית הכוללת של המערכת. נמק את קביעתך.
 - חשב את גודלי המהירויות u_A ו- u_B .
- בשלב מסויים של תנועתה הגיעה התיבה A למדרון משופע. התיבה עלתה עד הנקודה C שגובהה מעל למשטח באופקי $h_C = 0.1\text{m}$ (ראה תרשים 1), וירדה בחזרה.

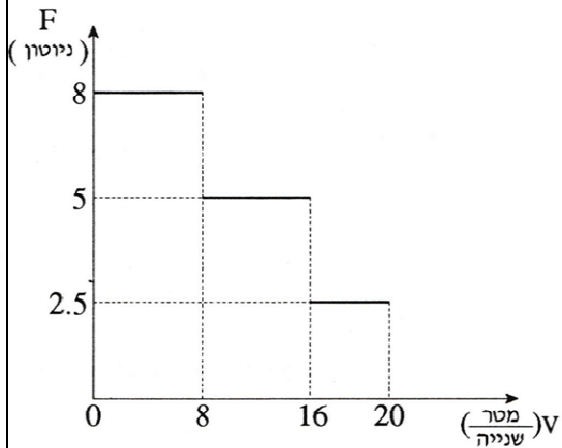
- הוכח שהמדרון אינו חלק.
- במהלך תנועה של התיבה A על פני המשטח האופקי לאחר נפילת הקפיץ, תלו מטוטלת קטנה על המוט המחובר לתיבה זו. תליית המטוטלת נעשתה באופן שלא השפיע על תנועת התיבה.
- בתרשים 2 שלפניך מוצגים איורים I-III. קבע איזה מבין האיורים מתאר נכון את מצב המטוטלת במהלך התנועה של התיבה A על פני המשטח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



תרשים 2

עבודה ואנרגיה

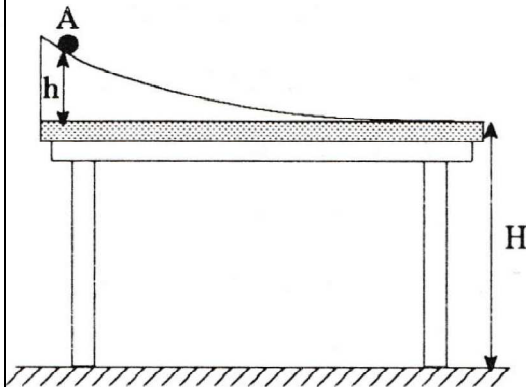
1985 שאלה 1



הגרף שבציור מתאר את הקשר בין מהירותו v של גוף לבין הכוח F המופעל עליו. (בתחילת פעולתו של הכוח נמצא הגוף במנוחה). מסת הגוף 5 ק"ג.

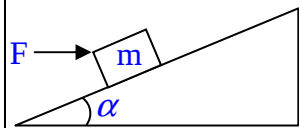
- שרטט גרף המתאר את מהירות הגוף כפונקציה של הזמן שבו פועל עליו הכוח.
- מהי עבודת הכוח ב-5 השניות הראשונות לפעולתו?
- מהי האנרגיה הקינטית של הגוף לאחר 10 השניות הראשונות לפעולת הכוח?
- מהי העבודה הכוללת של הכוח הפועל על הגוף - מתחילת תנועתו של הגוף עד הגיעו למהירות של 20 מטר לשנייה?

1986 שאלה 4



- מסילה חלקה מונחת על שולחן. חלקה התחתון של המסילה אופקי והקצה נוגע בקצה השולחן. כדור משוחרר מן הנקודה A שעל המסילה (ראה תרשים). גובה הנקודה A מעל השולחן $h = 20\text{ cm}$. גובה השולחן מעל הרצפה $H = 80\text{ cm}$.
- באיזה מרחק אופקי מקצה השולחן יפגע הכדור ברצפה?
- באיזו מהירות (גודל בלבד) יפגע הכדור ברצפה?
- מבצעים את המתואר בסעיף א על המאדים. באיזה גובה h , מעל השולחן צריך לשחרר את הכדור, כדי שיפגע ברצפה במרחק אופקי מקצה השולחן הזהה לזה שהתקבל בסעיף א(1)?

1987 שאלה 3

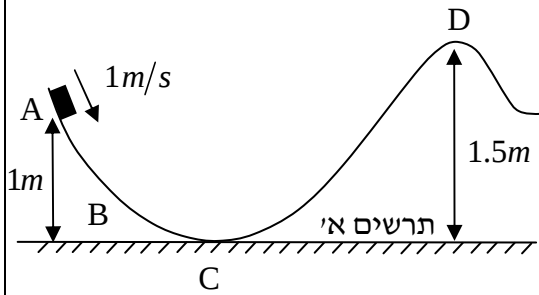


- גוף שמסתו m מונח על מדרון שזווית שיפועו α . מקדם החיכוך בינו ובין המדרון הוא μ . מפעילים כוח אופקי קבוע F על הגוף (ראה תרשים).
- מהו גודל הכוח המינימלי, $F_{\min}$, הדרוש כדי לדחוף את הגוף במעלה המדרון? האם תמיד קיים כוח F כזה? נמק.
 - כאשר מתקיים $F = 3F_{\min}$, מהו גודל התאוצה שבה נע הגוף במעלה המדרון?
 - בתנאי סעיף ב', הגוף עובר בזמן מסוים מרחק ℓ מטרים לאורך המדרון. איזה עבודה עבד הכוח F לאורך דרך זו?

1988 שאלה 7 (שאלון השלמה)

כדור נזרק אנכית כלפי מעלה וחוזר למקום מוצאו. כאשר מזניחים את התנגדות האוויר, זמן עלייתו של הכדור שווה לזמן נפילתו. האם, כאשר כן מתחשבים בהתנגדות האוויר, זמן העלייה קטן, גדול או שווה לזמן הנפילה? נמק (מותר לך להניח, שהתנגדות האוויר קבועה).

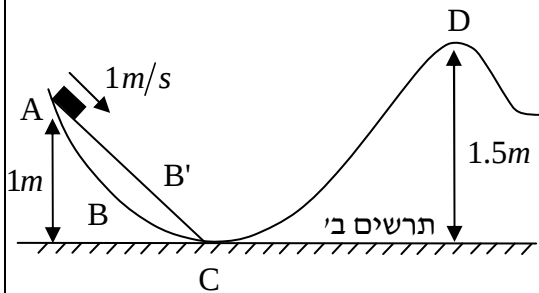
1997 שאלה 3



גוף קטן מחליק בלי חיכוך על גבי מסילה ABCD (הגוף אינו ניתק מן המסילה במהלך תנועתו). מהירות הגוף בנקודה A היא 1 m/s . הנקודה A נמצאת בגובה 1 m מעל משטח אופקי העובר דרך הנקודה C, והנקודה D נמצאת בגובה 1.5 m מעל המשטח (ראה תרשים א').

- חשב את גודל מהירות הגוף בנקודה C.
- האם הגוף יעבור את הנקודה D? נמק.
- אילו המסילה היתה מונחת על כוכב לכת אחר (ולא על כדור הארץ), האם היתה תשובתך לסעיף ב' משתנה? נמק.
- מצא את העבודה הנעשת על-ידי הכוח הנורמלי הפועל על הגוף במהלך תנועתו מ-A ל-C. נמק.
- במקרה אחר הגוף נע מ-A ל-C על פני קטע ישר משופע חסר חיכוך, $AB'C$ (ראה תרשים ב'), במקום על פני הקטע העקום ABC. האם עבודת כוח הכובד על פני הקטע $AB'C$ גדולה מעבודת כוח הכובד לאורך הקטע ABC, קטנה ממנה או שווה לה? נמק.

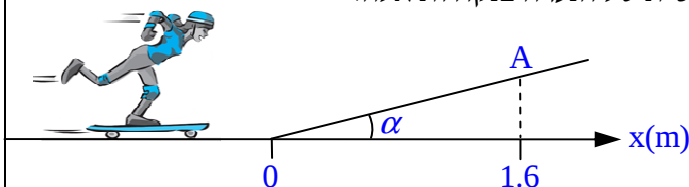
1998 שאלה 5



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

2000 שאלה 3

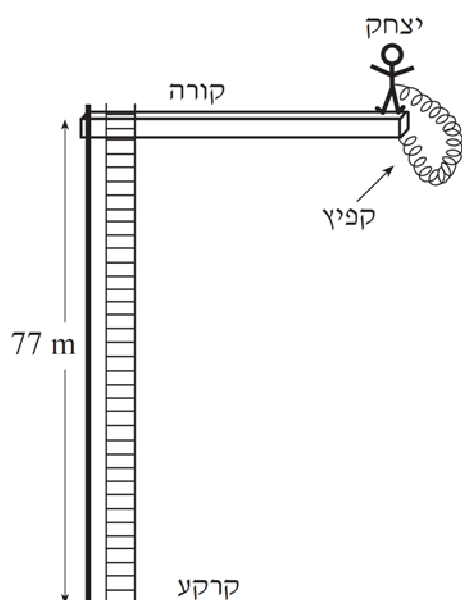
בתרשים שלפניך מתוארת נערה הנעה באמצעות גלגליות - תחילה על משטח אופקי, ולאחר מכן על משטח ישר ומשופע (בלי להשקיע מאמץ שרירים). בתרשים מתואר גם ציר x אופקי, שראשיתו בנקודת ההתחלה של המשטח המשופע. הזנח את החיכוך הפועל על הנערה ועל הגלגליות. בשלוש נקודות שונות לאורך המשטח המשופע נמדדה האנרגיה הקינטית, E_K , של הנערה. בטבלה שלפניך נרשם המקום האופקי x של הנקודות, ונרשמה האנרגיה הקינטית של הנערה בנקודות אלה.



140	200	260	אנרגיה קינטית $E_K(\text{J})$
1.2	0.8	0.4	מקום אופקי - $x(\text{m})$

- בלי להתבסס על נתוני הטבלה הוכח כי הקשר בין האנרגיה הקינטית, E_K , של הנערה על המשטח המשופע לבין המקום x הוא ליניארי (קווי).
- על-פי נתוני הטבלה סרטט במערכת צירים גרף של האנרגיה הקינטית, E_K , כפונקציה של המקום x .
- קבע בעזרת הגרף שסרטטת בסעיף ב, מהי האנרגיה הקינטית של הנערה בנקודת ההתחלה של המשטח המשופע.
- האם הנערה הגיעה לנקודה A שעל המשטח המשופע (שבה $x = 1.6\text{ m}$)? נמק.
- קבע בעזרת הגרף שסרטטת בסעיף ב, מהו הערך של x המתאים לנקודה על המשטח המשופע שבה נעצרה הנערה. הסבר כיצד קבעת זאת.

2005 שאלה 5



יצחק, קופץ באנגי מנוסה, עומד לבצע קפיצה מיוחדת מקורה שנמצאת בגובה 77 m מעל הקרקע. יצחק קשור במותניו לקפיץ. הקפיץ נמצא במצב רפוי ומחובר בצדו האחר לקורה, כמתואר בתרשים. מסתו של יצחק 60 kg.

א. קבוע הכוח של הקפיץ הוא $k = 100 \text{ N/m}$. הסבר את המשמעות של נתון זה.

יצחק נופל מקצה הקורה בנפילה חופשית אנכית כלפי מטה; מנקודה מסוימת במהלך תנועתו, הקפיץ מתחיל להימתח. ברגע שיצחק מגיע לגובה 2 m מהקרקע, הקפיץ מחזיר אותו כלפי מעלה. הזנח את הממדים של יצחק ושל הקורה, את מסת הקפיץ ואת החיכוך.

ב. חשב את האורך של הקפיץ במצבו הרפוי (לפני שהוא מתחיל להימתח).

ג. מהו הכוח השקול (גודל וכיוון) הפועל על יצחק, כשהוא נמצא בגובה 2 m מהקרקע?

ד. באיזה גובה מעל הקרקע יצחק נמצא, כאשר הכוח השקול הפועל עליו שווה ל-0?

ה. חשב את הזמן הנדרש ליצחק לעלות מהנקודה הנמוכה ביותר של תנועתו לנקודה הגבוהה ביותר שלה.

2008 שאלה 5

לרשות תלמיד שני קפיצים: קפיץ א שקבוע הכוח שלו $k_1 = 100 \text{ N/m}$, וקפיץ ב שקבוע הכוח שלו $k_2 = 50 \text{ N/m}$. הנח כי מסות הקפיצים ניתנות להזנחה.

א. הסבר את המשמעות של הנתון – קבוע הכוח של קפיץ א הוא $k_1 = 1.00 \text{ N/m}$.

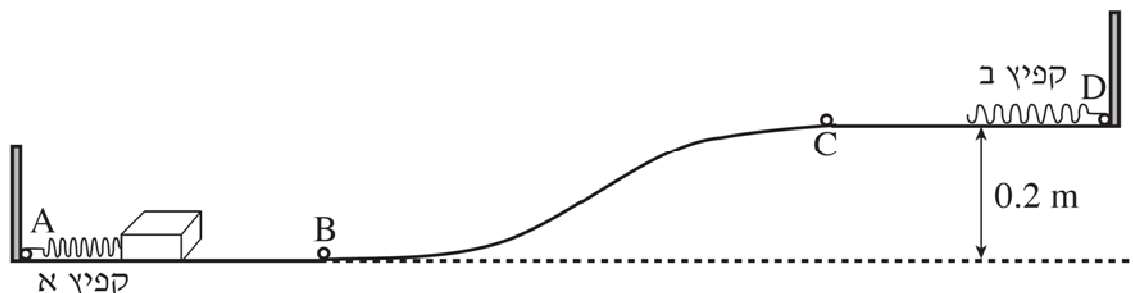
ב. שני תלמידים מושכים את הקצוות של קפיץ א - כל תלמיד מושך בקצה אחר בכוח שגודלו 50 N. מה תהיה התארכות הקפיץ (מעבר למצבו הרפוי)?

ג. התלמיד קשר לוו הקבוע לקיר את אחד הקצוות של קפיץ א ואת הקצה האחר קשר לאחד הקצוות של קפיץ ב. את הקצה החופשי של קפיץ ב הוא משך בכוח שגודלו 25 N.

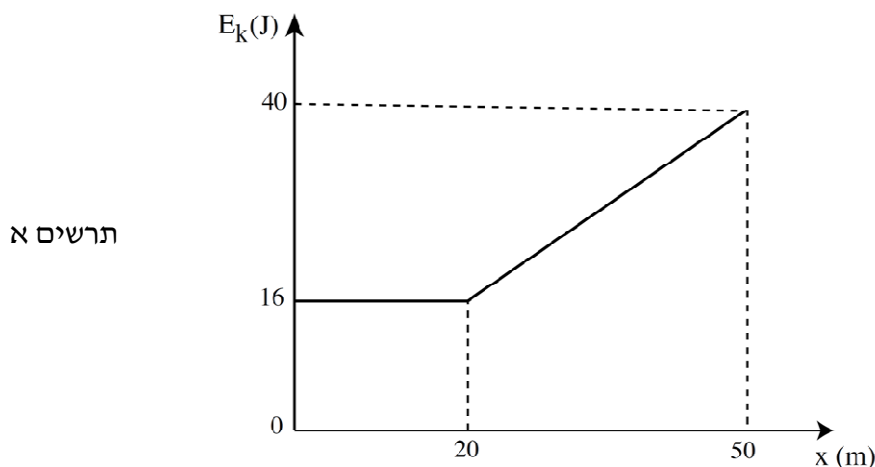
(1) מה הם הגדלים של הכוחות הפועלים בכל אחד משני הקצוות של קפיץ א, ומה הם הכוחות הפועלים בכל אחד משני הקצוות של קפיץ ב? נמק.

(2) מהי ההתארכות של כל אחד משני הקפיצים (מעבר למצבם הרפוי)?

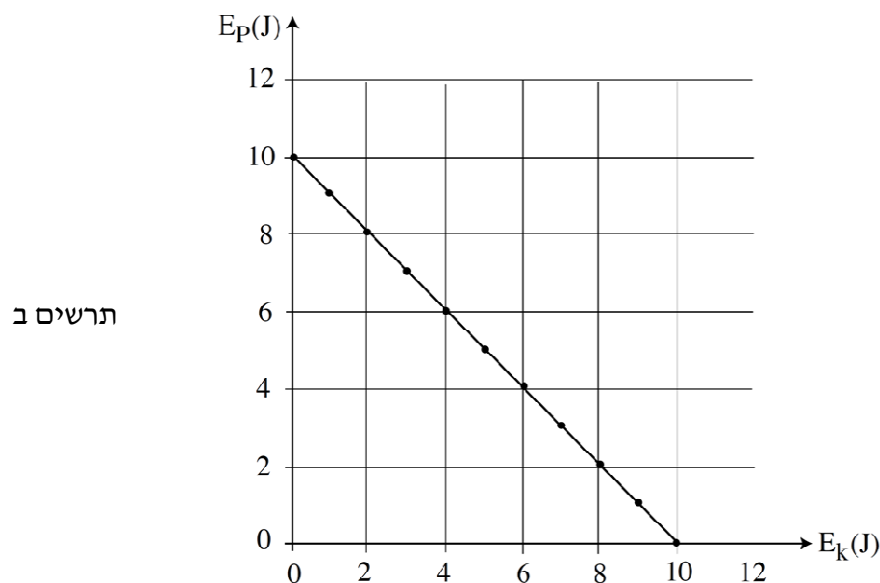
ד. בתרשים שלפניך מסלול חסר חיכוך ABCD. הקטעים AB ו-CD אופקיים. הגובה של הקטע CD מעל AB הוא 0.2 m. קפיץ א מונח על הקטע AB, ואחד מקצותיו קשור לנקודה A. קפיץ ב מונח על הקטע CD, ואחד מקצותיו קשור לנקודה D. שני הקפיצים ניתנים לכיווץ. תלמיד מכווץ את קפיץ א ב-0.2 m, מצמיד לקצהו החופשי תיבה שמסתה 0.4 kg (ראה תרשים), ומשחרר אותה ממנוחה. הנח כי התיבה החליקה לאורך המסלול בלי להתנתק ממנו. האם התיבה הגיעה לקפיץ ב? אם לא – נמק. אם כן – חשב את שיעור הכיווץ המרבי של קפיץ ב לאחר שהתיבה התנגשה בו.



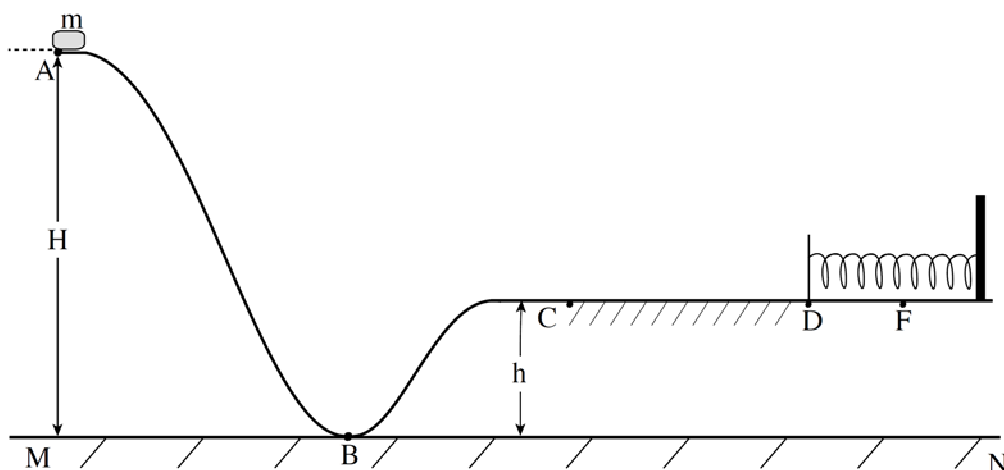
תיבה שמסתה 0.5 ק"ג נעה לאורך קו ישר על משטח אופקי מחוספס בכיוון החיובי של ציר ה- x . מקדם החיכוך הקינטי בין התיבה למשטח הוא $\mu_k = 0.1$. בזמן $t = 0$ הייתה התיבה בנקודה ששעורה $x = 0$. הגרף שבתרשים א מתאר את האנרגיה הקינטית, E_k , של התיבה כפונקציה של מיקומה, x , ב-50 המטרים הראשונים של תנועתה.



- האם במהלך 20 המטרים הראשונים של התנועה פועל על התיבה כוח אופקי בנוסף לכוח החיכוך? הסבר את תשובתך.
- במהלך תנועת התיבה מ- $x = 20$ m ל- $x = 50$ m, פועל על התיבה כוח אופקי קבוע F_1 , בנוסף לכוח החיכוך. חשב את גודל הכוח F_1 .
- הכוח F_1 הפסיק לפעול ברגע שהתיבה הגיעה ל- $x = 50$ m. חשב את העבודה של כוח החיכוך בקטע התנועה מ- $x = 0$ עד שהתיבה נעצרת.
- נניח שבקטע מ- $x = 20$ m ל- $x = 50$ m, היו מפעילים על התיבה, במקום את הכוח F_1 , כוח F_2 הנטוי בזווית α מעל האופק, כך שהרכיב האופקי שלו היה שווה ל- F_1 . האם במקרה זה האנרגיה הקינטית של התיבה ב- $x = 50$ m הייתה שווה ל- / גדולה מ- / קטנה מ-40 J? הסבר את תשובתך.
- הגוף קטן נע על פני משטח כלשהו. הגרף בתרשים ב מתאר את הקשר בין האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית של הגוף לבין האנרגיה הקינטית שלו.
 - לפניך שלושה היגדים (1)-(3), המתארים את תנועת הגוף. כתוב אם הגרף שבתרשים ב מתאים או לא מתאים לכל אחד מההיגדים, והסבר מדוע.
 - (1) הגוף נע על משטח אופקי חלק בהשפעת כוח קבוע.
 - (2) הגוף נע במורד מישור משופע מחוספס.
 - (3) הגוף נופל חופשית.



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



הגוף משוחרר ממנוחה מהנקודה A (מגובה H ביחס למישור הייחוס MN), ונע לאורך המסלול עד הנקודה F. בנקודה F הגוף עוצר עצירה רגעית לאחר שהוא מכווץ את הקפיץ. הטבלה שלפניך מציגה את סוגי האנרגיה השונים של הגוף בכל אחת מהנקודות A, B, C, D, F שהוא עובר בהן לאורך המסילה. העתק את הטבלה למחברתך וסמן בכל משבצת " + " אם האנרגיה המתאימה אינה מתאפסת, ו- " 0 " אם היא מתאפסת. ראה לדוגמה את העמודה של הנקודה A.

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

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

$m = 1,5\text{kg}$, $H = 3\text{m}$, $h = 1\text{m}$, $\mu_k = 0.3$.

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

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

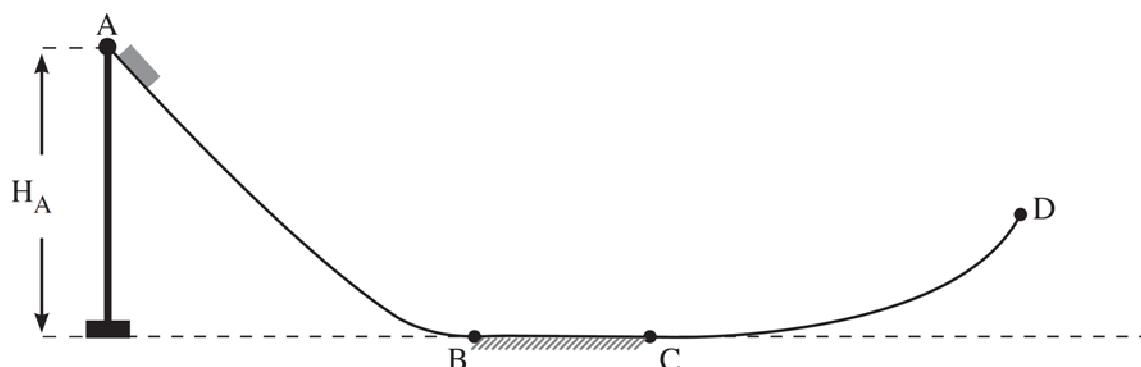
ג. חשב את קבוע הקפיץ. (5 נקודות)

ד. אחרי העצירה בנקודה F, הגוף מתחיל לנוע בכיוון ההפוך ומתנתק מהקפיץ. חשב עד איזה גובה יגיע הגוף לאחר שיתנתק מהקפיץ.

החליפו את הקפיץ בקפיץ אחר באותו אורך, אשר קבוע הקפיץ שלו גדול יותר, ושחררו שוב את הגוף ממנוחה מהנקודה A.

ה. האם הגובה שהגוף יגיע אליו לאחר שיתנתק מהקפיץ יהיה קטן מן הגובה שחישבת בסעיף ד, גדול ממנו או שווה לו? הסבר. (4 נקודות)

תלמידה מבצעת ניסוי ובו גוף שמסתו M נע לאורך מסילה ABCD. המסילה מורכבת משלושה קטעים: קטע משופע AB, קטע אופקי BC וקטע עקום CD. הקטעים AB ו-CD חלקים, בקטע BC יש חיכוך.



הגוף משוחרר ממנוחה מנקודה A, הנמצאת בגובה H_A מעל הקרקע (ראה תרשים). התלמידה משנה את הגובה H_A של הנקודה A מעל הקרקע, ומחשבת בכל פעם את גודל מהירות הגוף בנקודה D, v_D .

- א. (1) הסבר מדוע שינוי הגובה H_A משפיע על גודל המהירות v_D
 (2) משחררים את הגוף מגובה H_A השווה לגובה של נקודה D מעל הקרקע. קבע אם הגוף יגיע לנקודה D. נמק את קביעתך.

בטבלה שלפניך מוצגות תוצאות הניסוי של התלמידה.

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

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

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

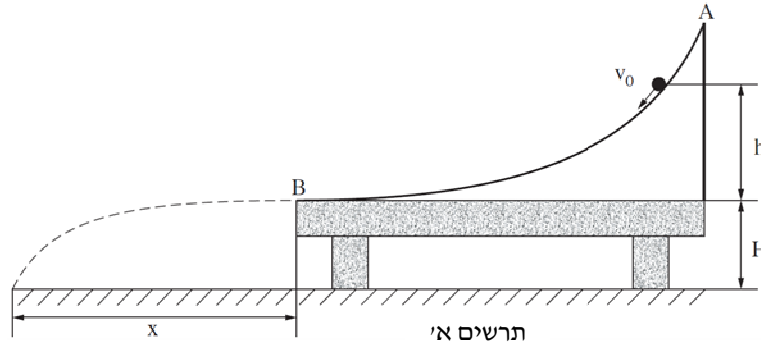
בתשובותיך לסעיפים ג-ד היעזר בגרף שסרטטת בסעיף ב (2).

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

ד. כאשר שחררו את הגוף מגובה $H_A = 1.1m$ הוא הגיע לנקודה D שגובהה מעל הקרקע הוא $0.3m$. חשב את עבודת כוח החיכוך שפעל על הגוף בתנועתו במסילה אם נתון שמסת הגוף היא $M = 0.2 \text{ kg}$.

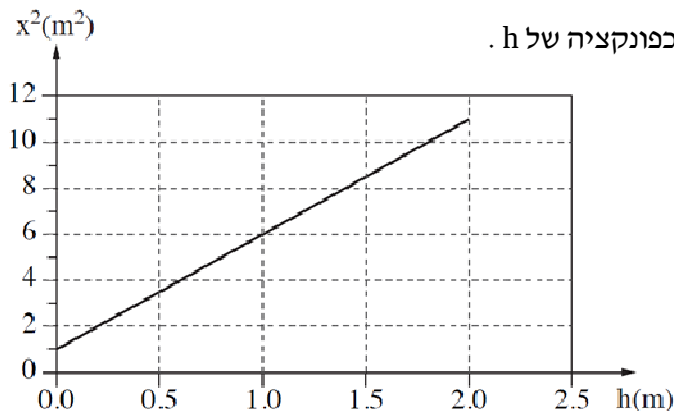
אורי הידק מסילה חלקה AB לשולחן שגובהו H. הקצה התחתון של המסילה אופקי ומגיע בדיוק לקצה השולחן, כמתואר בתרשים א. אורי ביצע ניסוי שבו הוא "ירה" כדור קטן על המסילה במהירות התחלתית שגודלה v_0 וכיוונה משיק למסילה.

הכדור נע לאורך המסילה עד שהגיע לקצה השולחן, B, והמשיך בתנועתו באוויר עד שפגע ברצפה. אורי מדד את המרחק האופקי x מקצה השולחן עד נקודת הפגיעה (ראה תרשים א). אורי ביצע את הניסוי כמה פעמים, ובכל פעם הוא שינה את הגובה h שממנו "נורה" הכדור, אך גודל המהירות ההתחלתית v_0 נשאר קבוע (וכיוון המהירות משיק למסילה).



תרשים א'

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



תרשים ב'

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

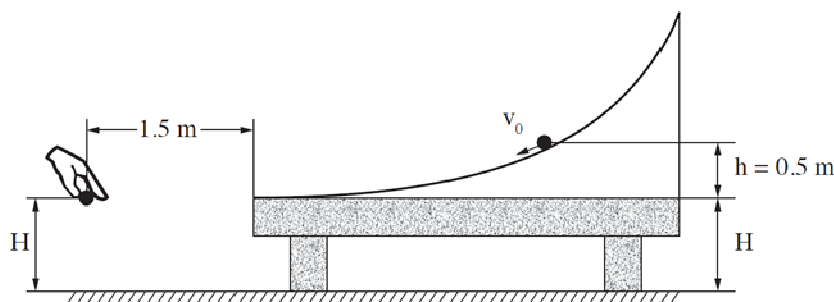
$$x^2 = \frac{2H}{g} v_0^2 + 4Hh$$

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

ג. חשב את גובה השולחן H.

ד. חשב את גודל המהירות ההתחלתית v_0

ה. באחת הפעמים ערך אורי את הניסוי כאשר הגובה היה $h = 0.5 \text{ m}$. ברגע שהכדור עזב את קצה המסילה אורי שחרר ממנוחה כדור נוסף, מגובה H מעל הקרקע ובמרחק אופקי של 1.5 m מקצה השולחן, כמתואר בתרשים ג. הוכח שהכדורים ייפגשו לפני פגיעתם בקרקע.



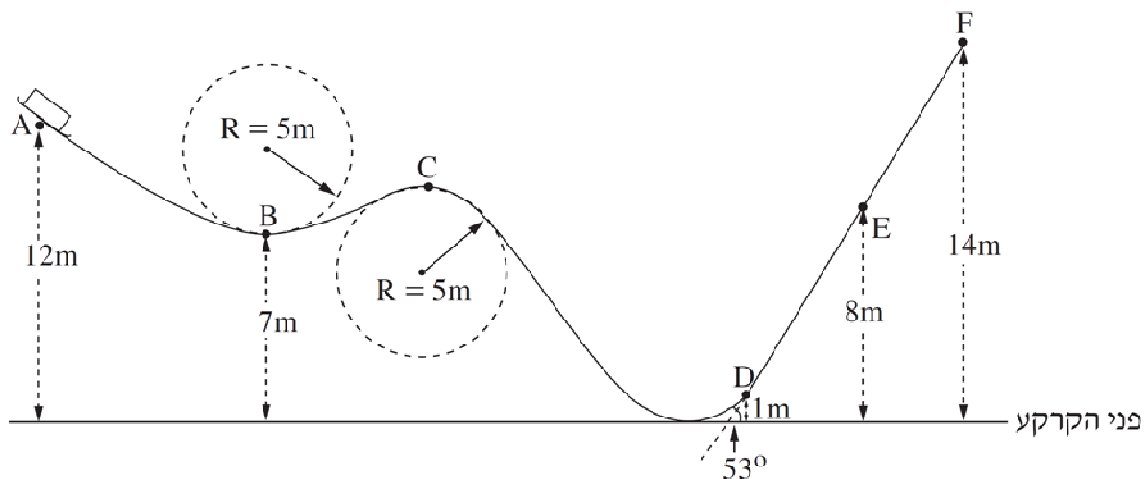
תרשים ג'

2013 שאלה 3

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

2014 שאלה 4

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

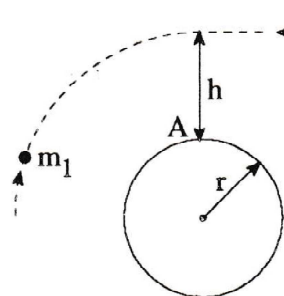


- א. המזחלת שוחררה ממנוחה והיא נעה לאורך המסילה בלי להתנתק ממנה. חשב את גודל מהירותה בנקודה B.
- ב. האם תשובתך לסעיף א הייתה משתנה אילו נער אחר, שמסתו שונה מזו של גיל, היה מתיישב במזחלת? נמק. במזחלת מותקנים מאזני קפיץ, שהמשטח העליון שלהם מקביל למסלול בזמן התנועה. גיל יושב על המאזניים, רגליו באוויר והן אינן נשענות על המזחלת.
- ג. מה צריך להיות הגובה של הנקודה C מעל פני הקרקע, כדי שגיל 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.
- ה. חשב את הגודל של כוח החיכוך שפעל על המזחלת בקטע DE.

1980 חורף שאלה 3

לוויין מקיף את כדור הארץ במעגל מרכזי מעל לקו המשווה ובמהירות זוויתית השווה למהירותו הזוויתית של כדור הארץ בסיבובו סביב צירו. באיזה מרחק ממרכז כדור הארץ סובב לוויין זה?

1981 שאלה 2



לוויין בעל מסה $m_1 = 500\text{kg}$ מקיף את כדור-הארץ במסלול מעגלי, בגובה $h = 3r$ מעל פני כדור-הארץ (הנח כי r - רדיוס כדור-הארץ שווה ל- $6,400\text{km}$). בהיות הלוויין מעל הנקודה A על פני כדור-הארץ, מתנגש בו מטאוריט בעל מסה $m_2 = 100\text{kg}$. כתוצאה מכך נעצרים הלוויין והמטאוריט להרף עין, ולאחר מכן מתחילים שניהם ליפול יחדיו בכיוון אנכי כלפי מטה.

- מה היתה מהירות הלוויין לפני שהתנגש בו המטאוריט?
- מה היתה מהירות המטאוריט ברגע ההתנגשות?
- מהי כמות החום (בג'אולים) שהתפתחה כתוצאה מההתנגשות?
- באיזו מהירות היו הלוויין והמטאוריט מגיעים אל פני כדור-הארץ ופוגעים בנקודה A, אילו בשעת נפילתם לא היו פועלים עליהם כוחות חיכוך (כמו התנגדות האוויר)?

1982 שאלה 3

לוויין בעל מסה $m = 10^3\text{ kg}$ מקיף את כדור-הארץ במשך זמן T_1 במסלול מעגלי שרדיוסו R_1 . כדי להעלות את הלוויין ממסלול זה למסלול מעגלי שרדיוסו R_2 ($R_2 > R_1$), דרושה אנרגיה של $\Delta E = 6 \times 10^9\text{ J}$. זמן המחזור במסלול החדש הוא T_2 .

- מהו הרדיוס R_1 של המסלול הראשון של הלוויין, אם ידוע כי היחס בין זמני המחזור של שני המסלולים

$$\frac{T_2}{T_1} = 8$$

- מהו זמן המחזור T_1 של הלוויין במסלולו הראשון?
- מהי האנרגיה שהיתה דרושה כדי להעלות את הלוויין מכך-השילוח שעל פני כדור-הארץ ולהכניסו למסלול ההקפה הראשון שלו?

1984 שאלה 3

רדיוסם וצפיפותם של שני כוכבים A ו-B הם: ρ_A, R_A ו- ρ_B, R_B בהתאמה. הנח כי הכוכבים הומוגניים, דהיינו, צפיפותם קבועה. (את התשובות לשאלות הבאות עליך לבטא באמצעות ארבעת הגדלים האלו בלבד).

- מהו היחס בין תאוצות הנפילה החופשית על פני שני הכוכבים?
- קרוב לפניו של כל אחד מהכוכבים סובב לוויין במסלול מעגלי. מהו היחס בין זמני המחזור של שני הלוויינים?
- מהו היחס בין האנרגיות הכוללות (קינטית + פוטנציאלית) של שני הלוויינים, בהנחה שמסותיהם שוות? (הנח כל באינסוף האנרגיה הפוטנציאלית שווה לאפס).
- מפניו של כל אחד מהכוכבים משלחים טיל אל מחוץ לתחום המשיכה של הכוכב. מהו היחס בין המהירויות ההתחלתיות המינימליות שיש להקנות לטילים? הנח כי לכוכבים אין אטמוספירה.

1986 שאלה 30 (שאלון השלמה)

נניח כי ניתן היה לחפור בור בעומק של 500 ק"מ, בכיוון מרכז כדור-הארץ. כיצד היה משתנה משקלו של גוף, הנח על קרקעית בור זה, ביחס למשקלו על פני כדור-הארץ? נמק את תשובתך. (הנח כל צפיפותו של כדור-הארץ היא אחידה).

1987 שאלה 5

משלחים טיל במהירות התחלתית v_0 מפניו של כוכב-לכת דמיוני, שרדיוסו R ומסתו M (לכוכב-הלכת הדמיוני אין אטמוספירה). כשהטיל מגיע למרחק $3R$ מפניו של כוכב-הלכת מהירותו $0.25v_0$.

- מהי מהירות השילוח v_0 של הטיל? (בטא את v_0 בעזרת קבוע הגרוויטציה G והנתונים R ו M).
- מה צריך להיות כיוון השילוח של הטיל, כדי שיגיע לגובה מרבי? נמק. מהו גובה זה מעל פני הכוכב? (בטא תשובתך באמצעות R).
- מהי המהירות המינימלית, $v_{\min}$, הדרושה לשיגור הטיל כדי לשחררו לחלוטין מכוכב-הלכת הדמיוני?

1987 שאלה 27 (שאלון השלמה)

תאר ניסוי למדידת מסה במעבדת חלל, הסובבת את בדור-הארץ.

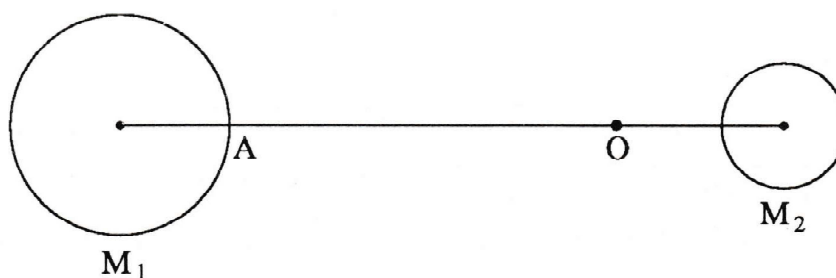
1988 שאלה 5

- מצא ביטוי עבור האנרגיה הדרושה להעלות חללית מכן שיגור, הנמצא על פני כדור הארץ, למסלול מעגלי סביב כדור הארץ. בטא תשובתך באמצעות:
 - m - מסת החללית.
 - R - רדיוס כדור הארץ.
 - r - רדיוס מסלול החללית הנעה מסביב לכדור הארץ.
 - g - תאוצת הנפילה החופשית על פני כדור הארץ.
 - הזנח, בסעיף א' בלבד, את סיבוב כדור הארץ סביב צירו.
- תחנת חלל, המשמשת בלווין תקשורת, מקיפה את כדור הארץ במישורו של קו המשווה, ונשארת תמיד מעל אותה נקודה על פני כדור הארץ. באיזה גובה מעל פני כדור הארץ תימצא תחנת החלל? (בטא תשובתך בק"מ).

1989 שאלה 5

השאלה שלפניך דנה במערכת כדור הארץ והירח, תוך התעלמות מתנועותיהם ומהשפעת גרמי שמיים אחרים. מסת כדור הארץ היא M_1 , מסת הירח היא M_2 , רדיוס כדור הארץ הוא R . המרחק בין מרכז כדור הארץ למרכז הירח הוא d , תאוצת הנפילה החופשית על כדור הארץ היא g .

$$\text{נתון: } d = 60R, \quad M_2 = \frac{M_1}{81}$$



- על הישר המקשר את מרכזי כדור הארץ והירח נמצאת נקודה O , אשר גוף שיוצב בה במנוחה יישאר במנוחה (ראה תרשים). מצא את מרחק הנקודה O ממרכז כדור הארץ. בטא תשובתך באמצעות R בלבד.
- מנקודה A על פני כדור הארץ משגרים לירח חללית שמסתה m . הנקודה A נמצאת על קו המחבר את מרכז הירח למרכז כדור הארץ (ראה תרשים).
- מהי האנרגיה המינימלית E שיש להעניק לחללית כדי להעלותה לנקודה O ? בטא את תשובתך באמצעות R , m , g . שים לב: עליך לקחת בחשבון את השפעת כדור הארץ והירח על החללית.
- איזה מרכיב באנרגיה של החללית ניתן להזניח, אם נסתפק בדיוק של 99.9% בחישוב E ? הסבר!

1990 שאלה 5

- גוף שמסתו m נופל ממנוחה מגובה h אל כוכב שמסתו M ורדיוסו R . לכוכב אין אטמוספירה.
- א. פתח נוסח לחישוב מהירות הפגיעה v של הגוף בפני הכוכב. בטא את תשובתך באמצעות R , h ו- g (תאוצת הנפילה החופשית על הכוכב).
- ב. הראה כי כאשר h קטן מאוד ביחס ל- R ($h \ll R$), ניתנת הנוסחה שפיתחת בסעיף א להיכתב בקירוב באופן הבא: $V = \sqrt{2gh}$.
- ג. מהו סוג התנועה של הגוף (שוות מהירות, שוות תאוצה, אחרת):
- (1) כאשר $h \gg R$? הסבר.
- (2) כאשר $h \ll R$? הסבר.

1990 שאלה 1 (שאלון השלמה)

כוכב שרדיוסו כרדיוס השמש קורס (מתכווץ), מבלי לאבד מסה, לכדור שרדיוסו 7 ק"מ. (במצב זה הוא נקרא כוכב נויטרונים). פי כמה גדולה תאוצת הנפילה החופשית על פניו של כוכב הנויטרונים מזו שהיתה על פני הכוכב המקורי?

1991 שאלה 5

- לוויין נע סביב כוכב במסלול מעגלי במהירות v . לוויין שני נע סביב אותו כוכב במסלול מעגלי במהירות $2v$.
- א. לאיזה מן הלוויינים רדיוס סיבוב גדול יותר? פי כמה?
- ב. לאיזה מן הלוויינים זמן מחזור גדול יותר? פי כמה?
- ג. מטאוריט פגע בלוויין הראשון בכיוון משיק לתנועתו, וגרם להכפלת מהירות הלוויין. האם יינתק הלוויין מן הכוכב? הסבר.

1992 שאלה 5

- א. לוויין ירד ממסלול מעגלי גבוה למסלול מעגלי נמוך סביב כדור-הארץ. האם כתוצאה מכך:
- (1) האנרגיה הקינטית של הלוויין קטנה, גדלה או לא השתנתה? נמק.
- (2) האנרגיה הכוללת של הלוויין קטנה, גדלה או לא השתנתה? נמק.
- ב. מודדים את משקלו של גוף הנמצא בתוך לוויין באמצעות מאזני קפיץ. כאשר הלוויין נמצא על הקרקע, מראים המאזניים $10N$. מה מראים המאזניים:
- (1) תוך כדי שילוח הלוויין, כאשר תאוצת הלוויין היא 40 m/s^2 ? הסבר.
- (2) כאשר הלוויין נע במסלול סביב כדור-הארץ, לאחר שכבו מנועי השילוח? הסבר.
- ג. לוויין מסתובב מעל קו המשווה באותו כיוון שבו מסתובב כדור-הארץ סביב צירו. זמן המחזור של הלוויין הוא 12 שעות. כל כמה זמן עובר הלוויין מעל נקודת תצפית מסוימת שעל הקרקע? הסבר.

1994 שאלה 5

- לכוכב לכת דמיוני אין אטמוספירה, רדיוסו $R = 10^7 \text{ m}$ ותאוצת הנפילה החופשית על פניו היא 10 m/s^2 . גוף משוחרר ממנוחה מנקודה A , הנמצאת בגובה R (כרדיוס הכוכב) מעל פני הכוכב.
- א. (1) חשב את תאוצת הנפילה החופשית בנקודה A .
- (2) סרטט גרף מקורב, המתאר את תאוצת הגוף כפונקציה של מרחקו ממרכז הכוכב, בתנועתו מ- A עד פני הכוכב. רשום את התבנית המתמטית שעליה הסתמכת.
- (3) הערך את משך נפילת הגוף מרגע שחרורו עד רגע פגיעתו בפני כוכב הלכת, באמצעות קביעת גבול עליון וגבול תחתון עבור משך הנפילה.
- ב. חשב את המהירות שבה פוגע הגוף בפני הכוכב.

1995 שאלה 5

השתמש בנתונים שבסוף השאלה לביצוע החישובים, וענה על הסעיפים הבאים.

- בטא את מסתו של כוכב לכת באמצעות רדיוסו ובאמצעות תאוצת הנפילה החופשית על פניו.
(2) על-פי הביטוי שמצאת בסעיף א (1), חשב את מסת כדור הארץ.
- (1) בטא את מסתו של כוכב לכת באמצעות זמן המחזור של לוויין הנע סביבו ורדיוס מסלולו של הלוויין.
(2) על-פי הביטוי שמצאת בסעיף ב (1), חשב את מסת כדור הארץ.
- בדף הנוסחות המצורף לשאלון מופיע הקשר הבא לגבי האנרגיה הקינטית של לוויין הנע במסלול מעגלי סביב

$$E_K = \frac{GMm}{2r}$$

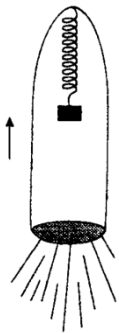
הוכח קשר זה. אינך רשאי להשתמש בביטוי לאנרגיה הכוללת (של לוויין) ובביטוי לאנרגיה הפוטנציאלית הכובדית המופיעים בדף הנוסחות.

נתונים:

רדיוס כדור הארץ הוא $R_E = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$; המרחק בין מרכז כדור הארץ לבין מרכז הירח גדול פי שישים בקירוב מרדיוס כדור הארץ; משך ההקפה של הירח סביב כדור הארץ הוא 27.3 יממות; תאוצת הנפילה החופשית על פני כדור הארץ היא 9.8 m/s^2 . קבוע הכבידה העולמי הוא $6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$.

1996 שאלה 5

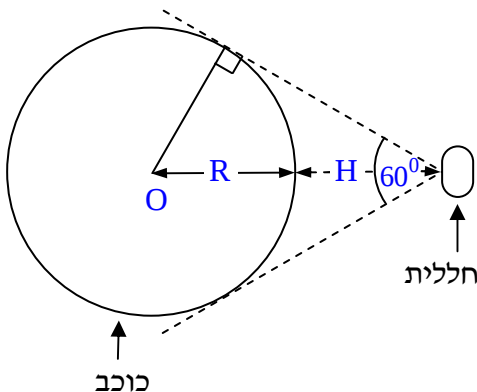
טיל שוגר מפני כדור הארץ ממנוחה בכיוון אנכי. הטיל עלה בתאוצה קבועה של 20 m/s^2 . כעבור 5 דקות אזל הדלק במכלי הטיל.



- באיזה גובה מעל פני כדור הארץ אזל הדלק?
- מה תאוצת הנפילה החופשית בגובה שבו אזל הדלק במכלי הטיל?
- לאיזה גובה מקסימלי מעל פני כדור הארץ עלה הטיל?
- לקצהו של מד-כוח (דינמומטר) התלוי בתוך הטיל מחובר גוף שמסתו 2 kg (ראה תרשים). מה תהיה הוראת מד-הכוח:
 - רגע לפני שאזל הדלק?
 - רגע אחרי שאזל הדלק?

1997 שאלה 5

חללית מתקרבת לכוכב לכת. אסטרונוט הנמצא בתוך החללית עוצר אותה במרחק מסוים מהכוכב (באמצעות מנועי החללית), ומוצא (באמצעות מכשיר רדד) כי החללית נמצאת בגובה $H = 107 \text{ m}$ מעל פני הכוכב, וכי הכוכב נראה לו בזווית ראייה בת 60° (ראה תרשים).



- 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.
- חשב את מסת הכוכב.
- חשב את תאוצת הנפילה החופשית על פני הכוכב.
- 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.

1999 שאלה 5

זמן מחזור (ימים)	רדיוס מסלול $\times 10^5 \text{ km}$	הירח
1.77	4.22	ירח מספר 1
3.55	6.71	ירח מספר 2
7.16	10.7	ירח מספר 3
16.69	18.83	ירח מספר 4

א. בטבלה שלפניך רשומים נתונים על ארבעה ירחים של כוכב הלכת צדק. הנח שהירחים נעים במסלולים מעגליים. הראה כי ארבעה ירחים אלה מקיימים את החוק השלישי של קפלר. (שים לב: לא נדרש לשנות יחידות).

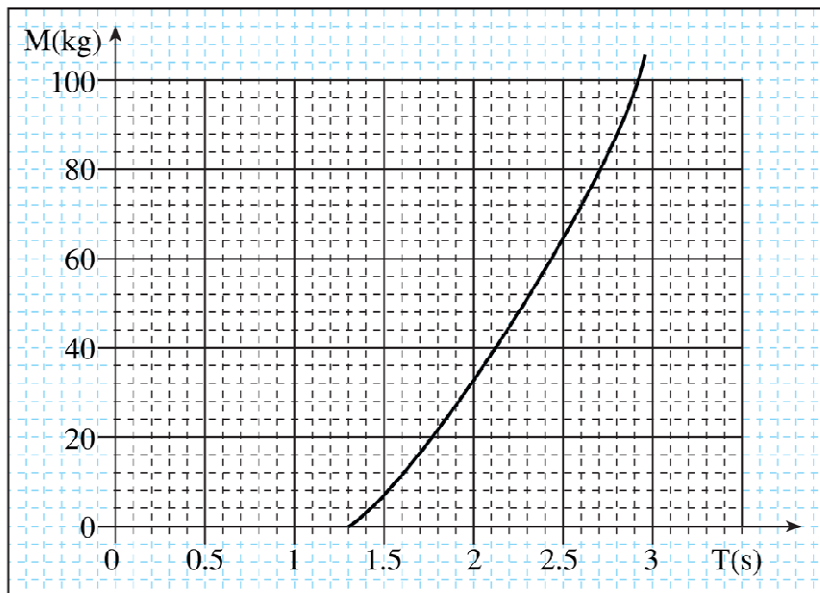
ב. רוצים להכניס לוויין למסלול מעגלי סביב כוכב הלכת צדק, שרדיוס מסלולו יהיה 10^5 km . חשב מה יהיה זמן המחזור של תנועת לוויין זה.

ג. בטא את המסה M של כוכב הלכת צדק באמצעות זמן מחזור T ורדיוס מסלול r של אחד מירחיו (אינך נדרש להציב מספרים).

ד. לוויין נע במסלול מעגלי שרדיוסו 10^5 km סביב כוכב לכת שונה מצדק. האם זמן המחזור שלו יהיה שווה לזמן המחזור שחישבת בסעיף ב? הסבר.

2001 שאלה 5

כאשר אסטרונאוטים שוהים בחלל תקופות ארוכות, יש חשיבות לעקוב אחר שינויים במסת גופם. האמצעי למדידת מסת האסטרונאוטים במעבורת החלל "סקלייב" הוא כיסא הקשור לקצה אחד של קפיץ. הקצה האחר של הקפיץ קשור לנקודה קבועה בחללית. אסטרונאוט, שאת מסתו רוצים למדוד, נקשר לכיסא. מסיטים את הכיסא ממצב של שיווי-משקל, והאסטרונאוט (עם הכיסא) מתנדנד בתנועה הרמונית. בתרשים מתואר גרף כיוול, שמאפשר לקבוע את מסת האסטרונאוט M , על-פי זמן המחזור T של תנודות האסטרונאוט הקשור לכיסא.



א. זמן מחזור התנודות של אסטרונאוט מסוים היה 2.6 s . מה הייתה מסת האסטרונאוט?

ב. מהו זמן מחזור התנודות של האסטרונאוט שבסעיף א כאשר:

(1) מקטינים את משרעת התנודות פי שניים?

(2) מחליפים את הקפיץ בקפיץ אחר, שקבוע הכוח שלו גדול פי ארבעה? (הזנח את מסת הקפיצים).

ג. אסטרונאוט שמסתו M קשור לכיסא שמסתו m ומתנדנד בתנועה הרמונית.

$$(1) \text{ הראה כי הקשר בין } M \text{ לזמן המחזור } T \text{ הוא: } M = \frac{kT^2}{4\pi^2} - m.$$

(2) מצא, בעזרת הגרף, את מסת הכיסא m , אם קבוע הקפיץ הוא $k = 600 \text{ N/m}$.

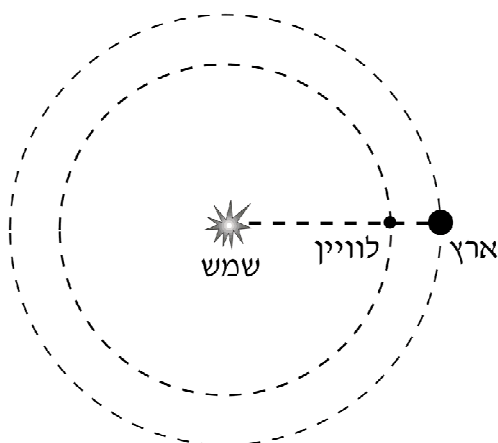
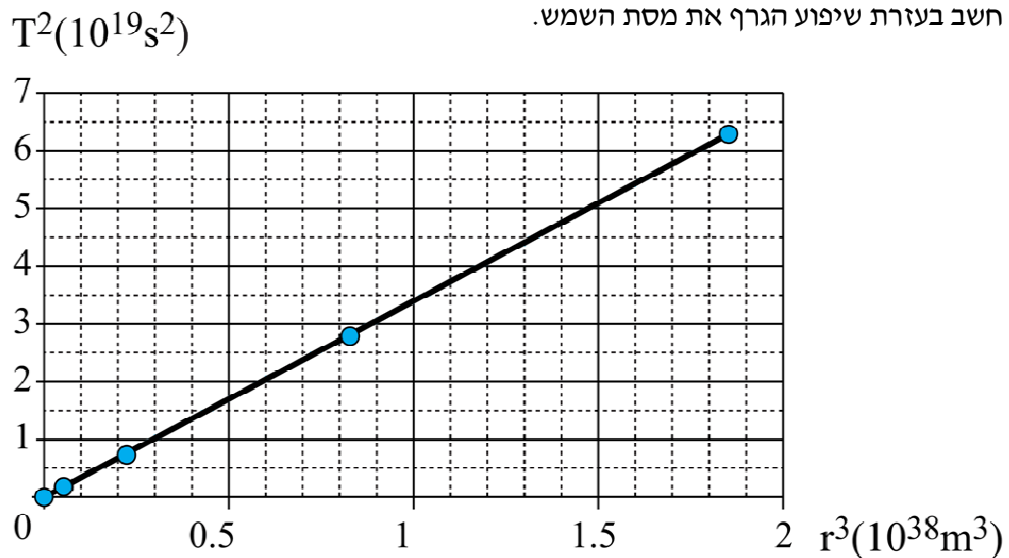
ד. כאשר המעבורת נעה כלוויין סביב כדור הארץ, מודדים את המסה של האסטרונאוט בשיטה שתוארה לעיל, ולא מודדים את משקלו באמצעות מאזני קפיץ כיוון שהאסטרונאוט חסר משקל. הסבר מדוע האסטרונאוט בלויין הוא חסר משקל.

2003 שאלה 5

- לוויין תקשורת נע במסלול מעגלי, ונמצא תמיד מעל אותה נקודה P שעל פני כדור הארץ.
- א. מהו זמן המחזור, T , של הלוויין? הסבר.
- ב. חשב את רדיוס המסלול של הלוויין. היעזר בחוק השלישי של קפלר ובשלושת הנתונים:
- * הערך T שמצאת בסעיף א
 - * רדיוס המסלול של הירח סביב כדור הארץ (נתון בדף הנוסחאות)
 - * זמן המחזור של הירח סביב כדור הארץ (נתון בדף הנוסחאות)
- ג. חשב את מהירות הלוויין.
- ד. הסבר מדוע המסלול של הלוויין חייב להיות מעגלי.
- ה. הנקודה P חייבת להימצא על קו המשווה. הסבר מדוע.

2004 שאלה 5

- א. פתח את החוק השלישי של קפלר (בנוגע למסלולים מעגליים) על פי חוק הגרוויטציה של ניוטון.
- ב. התרשים שלפניך מציג גרף של T^2 (ביחידות $10^{19} s^2$) כפונקציה של r^3 (ביחידות $10^{38} m^3$) עבור 5 כוכבי לכת.
- T - משך הזמן שבו כוכב לכת מקיף את השמש.
 r - מרחק כוכב הלכת ממרכז השמש.
 (1) חשב את שיפוע הגרף.
 (2) חשב בעזרת שיפוע הגרף את מסת השמש.



- ג. לוויין, שנבנה לצורך תצפיות על השמש, נע במסלול מעגלי סביב השמש. הלוויין נמצא כל הזמן על הקו המחבר את השמש לארץ, כמתואר בתרשים. (מרחק הלוויין מכדור הארץ קבוע. הנח שגם המסלול של כדור הארץ סביב השמש הוא מעגלי.) זמן המחזור של הלוויין בתנועתו סביב השמש הוא שנה אחת. רשום את החוק השני של ניוטון עבור תנועת הלוויין, באמצעות חמשת הגדלים שלפניך:
- r - הרדיוס של מסלול התנועה של כדור הארץ סביב השמש
 - ω - התדירות הזוויתית של תנועת כדור הארץ סביב השמש

M_S - מסת השמש

M_E - מסת כדור הארץ

x - המרחק בין הלוויין לארץ.

הערה: אין צורך לפתור את המשוואה.

- ד. כדור הארץ והלוויין נעים בזמני מחזור זהים, אך רדיוסי המסלולים שלהם שונים. מכאן נובע שהלוויין אינו מקיים (ביחס לשמש) את החוק השלישי של קפלר למסלולים מעגליים. מהי הסיבה הפיזיקלית לאי-קיום חוק זה?

2006 שאלה 5

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 הוא 27.3 יממות ארציות.

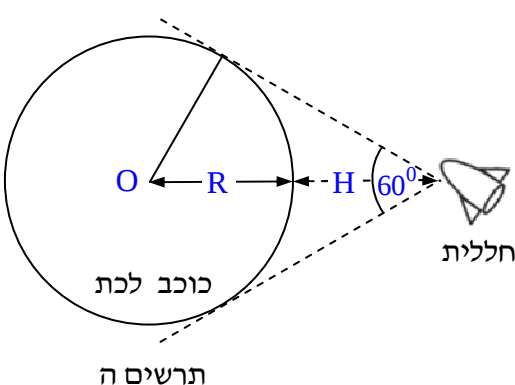
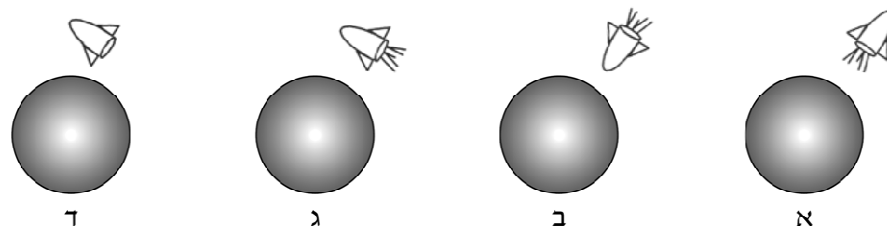
מהנדס עוסק בתכנון תקשורת בין מושבות שיוקמו בעתיד על פני הירח. בדעתו להשתמש בלוויין תקשורת שינוע במסלול מעגלי סביב הירח, כך שזמן המחזור שלו יהיה 27.3 יממות ארציות, והוא יימצא כל העת מעל נקודה קבועה על פני הירח (בדומה ללווייני תקשורת שנעים מעל כדור הארץ).

- חשב את רדיוס המסלול המעגלי של לוויין כזה, בהנחה כי רק הירח משפיע על תנועת הלוויין.
- המהנדס חישב ומצא שבגלל השפעת כדור הארץ, אי-אפשר למקם את הלוויין במסלול שאת רדיוסו מצאת בסעיף א. הרדיוס המקסימלי של מסלול לוויין סביב הירח שבו אפשר להזניח את ההשפעה של כדור הארץ הוא כ- 3,000 km. חשב את זמן המחזור של לוויין שנע סביב הירח במסלול מעגלי שרדיוסו 3,000 km.
- חשב את תאוצת הנפילה החופשית על פני הירח.
- ציין תרומה אחת לידע המדעי על אודות מערכת השמש או גרמי שמים במערכת זו, שתרם אחד מהאישים האלה: ניקולס קופרניקוס, גלילאו גליליי, טיכו ברהה.

2009 שאלה 5

אסטרונוט רוצה לחקור כוכב לכת שצורתו כדורית.

- בשלב מסוים של המחקר, האסטרונוט בחללית נמצא במנוחה ביחס למרכז כוכב הלכת. איזה מהתרשימים א-ד שלפניך, מתאר נכון את מצב החללית ביחס לכוכב הלכת? נמק את תשובתך.



- האסטרונוט מצא באמצעות מכשיר ראדאר כי החללית נמצאת בגובה $H = 10^7 \text{ m}$ מעל פני כוכב הלכת, וכי רואים את כוכב הלכת בזווית ראייה של 60° . O הוא מרכז כוכב הלכת (ראה תרשים ה):
- חשב את הרדיוס, R, של כוכב הלכת.
- בעזרת מנוע החללית, האסטרונוט מכניס את החללית לתנועת מעגלית סביב כוכב הלכת (בגובה H מעל פני הכוכב). האסטרונוט מצא כי זמן מחזור התנועה של החללית סביב כוכב הלכת הוא 150 דקות. הנח כי צפיפות כוכב הלכת אחידה.

- חשב את המסה של כוכב הלכת.
- חשב את גודל תאוצת הנפילה החופשית על פני כוכב הלכת.
- האם במהלך התנועה המעגלית נדרשת פעולת מנועי החללית כדי לקיים את התנועה המעגלית? אם כן - הסבר את תפקיד המנועים. אם לא - הסבר מדוע התנועה המעגלית אפשרית בלי פעולת מנועי החללית.

2010 שאלה 5

חללית שוגרה מכדור הארץ כדי לחקור את מערכת השמש. בשלב הראשון החללית נעה סביב השמש במסלול מעגלי. רדיוס המסלול שלה שווה לרדיוס המסלול של כדור הארץ סביב השמש.
הערה: בכל החישובים בשאלה זו תוכל להזניח את השפעת כדור הארץ ושאר כוכבי הלכת על החללית.
א. (1) המהירות הקווית של החללית שווה למהירות הקווית של כדור הארץ סביב השמש. הסבר מדוע.
(2) חשב את המהירות הקווית של החללית.

בשנת 2005 התגלה במערכת השמש גוף דמוי כוכב לכת המכונה "אריס" (ERIS), שמרחקו מהשמש $1.01 \cdot 10^{10}$ km.
ב. בהנחה שאריס נע סביב השמש במסלול מעגלי, חשב את זמן המחזור שלו (בשנים).
בזמן שהחללית נעה במסלולה סביב השמש, מפעילים ברגע מסוים את המנועים שלה. נתון שמסת החללית היא 800 kg.
ג. חשב את האנרגיה המינימלית, E_0 , שיש להוסיף לחללית כדי שתעזוב את מערכת השמש.

רוצים לשגר את החללית ממסלולה סביב השמש אל אריס.
ד. קבע ללא חישוב מספרי, אם האנרגיה המינימלית שיש להוסיף לה לשם כך גדולה יותר מהאנרגיה E_0 שחישבת בסעיף ג, קטנה ממנה או שווה לה. הסבר את תשובתך.

2011 שאלה 5

עמוס 1 הוא לוויין התקשורת הישראלי הראשון, שפיתחה התעשייה האווירית של ישראל. המסלול של הלוויין עמוס 1 הוא מעגלי (בקירוב). כלוויין תקשורת עמוס 1 נמצא כל הזמן מעל אותה נקודה A שעל פני כדור הארץ.
א. קבע את זמן המחזור של הלוויין עמוס 1. נמק את קביעתך.
ב. חשב את גובה המסלול של הלוויין עמוס 1 מעל פני כדור הארץ.
ג. חשב את גודל התאוצה של הלוויין עמוס 1 במסלולו.
ד. לוויין אחר (לא לוויין תקשורת) מקיף את כדור הארץ במסלול מעגלי במשך 12 שעות. השתמש בחוקי קפלר וחשב באיזה גובה מעל פני כדור הארץ עובר המסלול של לוויין זה.
ה. קבע איזה מההיגדים 1-3 שלפניך אינו נכון. והסבר מדוע הוא אינו נכון.
(1) תנועת לוויין במסלולו היא נפילה חופשית.
(2) גודל המהירות הקווית של נקודה A שעל פני כדור הארץ שווה לגודל המהירות הקווית של הלוויין עמוס 1 הנע במסלולו.
(3) גודל המהירות הזוויתית של נקודה A שעל פני כדור הארץ שווה לגודל המהירות הזוויתית של הלוויין עמוס 1 הנע במסלולו.

2013 שאלה 5

משגרים לוויין לחלל באמצעות רקטה.

על כן השיגור מסת הרקטה עם הדלק והלוויין היא $M = 7.3 \cdot 10^5 \text{ kg}$.

הכוח המרבי שהמנוע מפעיל בזמן השיגור הוא $F = 1.16 \cdot 10^7 \text{ N}$.

א. סרטט במחברתך תרשים של הכוחות הפועלים על הרקטה בזמן השיגור. הנח שהתנגדות האוויר זניחה.

ב. הרקטה ניתקת מכן השיגור ברגע $t = 0$. מרגע ההינתקות המנוע מפעיל את הכוח המרבי. חשב את תאוצת הרקטה ברגע ההינתקות.

ג. (1) הסבר בקצרה את עקרון הפעולה של מנוע רקטי.

(2) בהנחה שהכוח F קבוע במשך השניות הראשונות, קבע אם בפרק הזמן הזה התאוצה גדלה, קטנה או לא משתנה. נמק את קביעתך.

רגע מסוים הלוויין מתנתק מהרקטה, וממשיך לנוע בהשפעת כוח הכובד של כדור הארץ.

ד. בתרשים שלפניך מוצג המסלול הקבוע של הלוויין, שצורתו אליפטית (התרשים אינו מסורטט בקנה מידה). הלוויין נע סביב כדור הארץ בכיוון השעון.

העתק את התרשים למחברתך, וסמן עליו חצים המייצגים את:

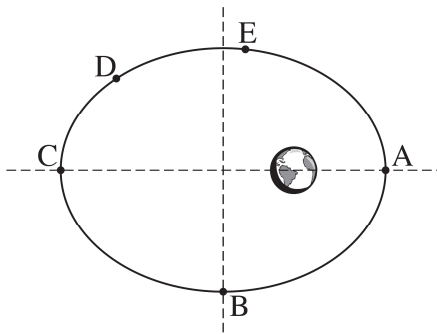
(1) וקטור מהירות הלוויין, בכל אחת מהנקודות B ו-D.

(2) וקטור התאוצה של הלוויין בנקודה A.

(3) וקטור הכוח השקול הפועל על הלוויין, בכל אחת מהנקודות C ו-E.

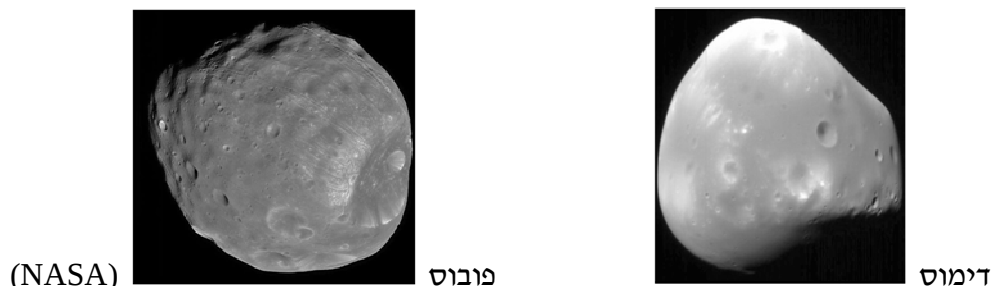
ה. הסבר את שיקולך.

קבע באיזו משתי הנקודות A ו-E מהירות הלוויין היא מרבית. נמק את קביעתך.



2014 שאלה 5

בשנת 1877 התגלו שני ירחים המקיפים את כוכב הלכת מאדים: פובוס (Phobos) ודימוס (Deimos).



זמן המחזור של פובוס בתנועתו סביב מאדים, T_p , הוא 0.3189 יממות ארציות, ורדיוס מסלולו הוא

$r_p = 9.377 \cdot 10^6 \text{ m}$. זמן המחזור של דימוס סביב מאדים, T_D , הוא 1.262 יממות ארציות.

א. (1) חשב את רדיוס המסלול של דימוס (אפשר להזניח את השפעת הירחים זה על זה).

(2) נתון: זמן מחזור הירח של כדור הארץ בתנועתו סביב כדור הארץ, T_m , הוא 27.3 יממות.

האם על פי נתון זה, הנתונים שבפתיח וחוקי קפלר בלבד, אפשר לחשב את רדיוס המסלול של הירח בתנועתו סביב כדור הארץ? אם כן – חשב אותו; אם לא – הסבר מדוע אי אפשר לחשב.

הנח שצורתו של כוכב הלכת מאדים היא כדורית וצפיפותו אחידה.

ב. חשב את מסת כוכב הלכת מאדים, על פי נתוני השאלה בלבד. פרט את חישוביך.

חללית קטנה שמסתה 53 kg נשלחה לחקור את מאדים, וריחפה ללא נוע בגובה 20 m מעל נקודה מסויימת על פני מאדים. הנח שכוכב הלכת מאדים אינו מסתובב סביב צירו. מטאורואיד שמסתו 1.3 kg נע במהירות קבועה

שגודלה 12.5 m/s וכיוונה מקביל לקרקע המאדים, פגע בחללית וחדר לתוכה.

לאחר ההתנגשות שני הגופים האלה נעו כגוף אחד (נכנה אותו "גוף מורכב") ופגעו בקרקע המאדים. הרדיוס של

כוכב הלכת מאדים הוא $R = 3.4 \cdot 10^6 \text{ m}$.

ג. חשב את גודל המהירות של הגוף המורכב מיד אחרי ההתנגשות.

ד. כמה זמן אחרי ההתנגשות פגע הגוף המורכב בקרקע המאדים?

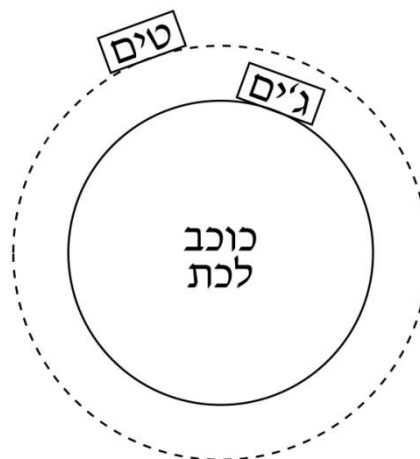
2015 שאלה 5

בסרט "כוח משיכה" משנת 2013, האסטרונאוטים מנסים להגיע לתחנת החלל בין-לאומית, לאחר שתיקנו לוויין הסמוך לתחנת החלל. הלוויין ותחנת החלל נעים סביב קו המשווה בגובה 400 קילומטרים מעל פני כדור הארץ. הנח שמסלול התחנה הוא מסלול מעגלי, והכוח היחיד הפועל על התחנה הוא כוח המשיכה של כדור הארץ.

- א. חשב את תאוצת התחנה בהיותה במסלול המתואר בפתיח לשאלה.
- ב. לפינת ארבעה היגדים i-iv. קבע איזה מן ההיגדים נכון, והעתק אותו למחברתך.
 - i. תחנת החלל נעה במסלולה במהירות שגודלה קבוע.
 - ii. תחנת החלל נעה במסלולה במהירות קבועה.
 - iii. שקול הכוחות הפועלים על תחנת החלל הנעה במסלולה שווה לאפס.
 - iv. תחנת החלל נעה במסלולה במהירות ובתאוצה קבועות.
- ג. ידוע כי תאוצת הכובד בגובה המסלול של התחנה והלוויין היא בקירוב 90% מתאוצת הכובד על פני כדור הארץ. כיצד אפשר להסביר את העובדה שהאסטרונאוטים שמתקנים את הלוויין נראים חסרי משקל (מרחפים)?
- ד. ברגע מסויים עברה תחנת החלל במסלולה מעל נקודה כלשהי שנמצאת על קו המשווה. כמה פעמים נוספות עברה תחנת החלל מעל נקודה זו ביממה (24 שעות)? (אפשר לזניח את הסיבוב של כדור הארץ סביב עצמו.)
- ה. האם האנרגיה המכנית של התחנה נשמרת במהלך תנועתה במסלולה המעגלי סביב כדור הארץ? הסבר את קביעתך.

2016 שאלה 5

בתרחיש דמיוני, שני אסטרונאוטים טים וג'ים חקרו כוכב לכת שלא נע סביב צירו. טים ישב על כיסא בתוך מעבורת שהקיפה את כוכב הלכת במסלול מעגלי במנוע כבוי. ג'ים ישב על כיסא בתוך רכב חלל שעמד על פני כוכב הלכת (ראה תרשים). לשני האסטרונאוטים מסה זהה $m = 100\text{kg}$.



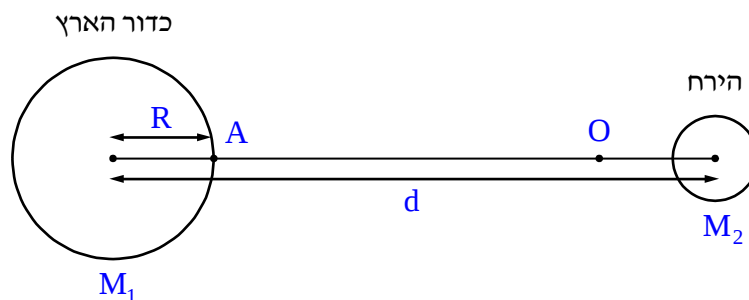
- א. קבע מיהו האסטרונאוט שהפעיל על כיסאו כוח גדול יותר: טים או ג'ים? נמק בלי חישוב על הרצפה של רכב החלל שעמד על פני כוכב הלכת הותקן מד-משקל. כאשר ג'ים עמד עליו, הוריית המד-משקל הייתה 2000N. ג'ים התחיל בנסיעה לאורך מסלול מעגלי על קו המשווה של כוכב הלכת. הוא הבחין שככל שהגביר את מהירותו, כך קטנה הוריית המד-משקל.
- ב. הסבר מדוע קטנה הוריית המד – משקל.
- נתון: כאשר הגיע רכב החלל למהירות של $v = 1.25 \cdot 10^4 \text{ m/s}$, הייתה הוריית המד – משקל 980N.
- ג. חשב את הרדיוס של כוכב הלכת.
- ד. חשב את מסתו של כוכב הלכת.
- ה. תאוצת המעבורת שהקיפה את כוכב הלכת בתנועה מעגלית קצובה הייתה a . נסמן ב- g^* את תאוצת הכובד בגובה שבו סובבת המעבורת סביב כוכב הלכת. קבע איזה מן ההיגדים 1 – 3 שלפניך נכון. נמק קביעתך.

$$1. a > g^*$$

$$2. a = g^*$$

$$3. a < g^*$$

שאלה זו עוסקת במערכת כדור הארץ והירח, אך מתעלמת מן התנועות שלהם ומן ההשפעות של גרמי שמים אחרים על מערכת זו. בתרשים שלפניך מוצגים חתכים של כדור הארץ ושל הירח. קנה המידה של התרשים אינו מדויק.



נסמן:

M_1 – מסת כדור הארץ, M_1 – מסת הירח, R – רדיוס כדור הארץ,

d – המרחק בין מרכז כדור הארץ לבין מרכז הירח

g – גודל תאוצת הנפילה החופשית על פני כדור הארץ

$$\text{נתון: } d = 60R ; M_2 = \frac{M_1}{81}$$

על הישר המחבר בין מרכז כדור הארץ לבין מרכז הירח נמצאת הנקודה O (ראה תרשים). בנקודה זו גוף שמוצב במנוחה – יישאר במנוחה.

א. בטא באמצעות R את מרחק הנקודה O ממרכז כדור הארץ.

ב. בטא באמצעות R , m ו- g את האנרגיה המינימלית E שיש להעניק לחללית כדי להביאה לנקודה O.

שים לב: עליך להתחשב בהשפעות של כדור הארץ ושל הירח על החללית.

ב-21 בדצמבר 1968 שוגרה החללית אפולו 8, והצוות שנשאה היה הראשון שנע במסלול סביב הירח.

103 שנים לפני כן תיאר הסופר ז'ול ורן בספרו "מן הארץ אל הירח" מסע דומה לזה של אפולו 8. לשאלה "האם אפשר לשגר קליע עד הירח?", מוצגת בספרו של ז'ול ורן התשובה שלפניך (בתרגום חופשי).

"אפשר לשגר קליע עד הירח אם נותנים לו מהירות התחלתית שגודלה כ- $v = 11 \frac{\text{km}}{\text{s}}$. מהירות זו מספיקה כדי

שהקליע יגיע לנקודה שבה הכוחות שכדור הארץ והירח מפעילים על הקליע שווים בדוגלם. מעבר לנקודה זו כדור הארץ כבר אינו מושך את הקליע אלא רק הירח, ולכן אם הקליע יעבור את הנקודה הזאת בדרכו לעבר הירח, הוא יצליח להגיע אליו".

ג. קבע אם כל התיאור הזה נכון. נמק את קביעתך. אין צורך לחשב

1980 שאלה 3

על שולחן אופקי חלק מונח קפיץ (שמסתו זניחה), שקצהו השמאלי מחובר לקיר וקצהו הימני חופשי. על קצה הקפיץ החופשי מפעילים כוח $F = 20\text{ N}$, וכתוצאה מכך הוא מתארך ב- 10 ס"מ . לאחר שמצמידים לקצה זה של הקפיץ מסה $m = 2\text{ kg}$ משחררים את הקפיץ.

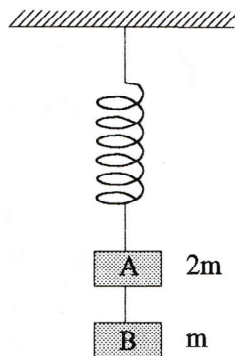
- מהו האופי של תנועת המסה לאחר שיחרור הקפיץ? נמק.
- מה תהיה המהירות הגדולה ביותר (ערך מוחלט) של המסה הנעה, כשהיא קשורה לקצה הקפיץ?
- כמה זמן לאחר שיחרור הקפיץ תגיע מהירות המסה לערכה המוחלט הגדול ביותר בפעם הראשונה?
- באיזה רגע תהיה למסה התאוצה הגדולה ביותר (בערכה המוחלט) בפעם הראשונה? מה תהיה מהירות המסה ברגע זה?

1981 שאלה 3

מסה נקודתית m תלויה בקצהו של חוט חסר מסה שאורכו ℓ . מסיטים את המסה ממצב שיווי-המשקל שלה כך שהחוט יוצר זווית קטנה θ ($\sin \theta \approx \theta$) עם האנך. מרפים מן המסה m , וזו מתחילה להתנדנד בקצה החוט (מטוטלת מתמטית).

- הראה כי תנועת המטוטלת היא תנועה הרמונית, ופתח את הנוסחה עבור זמן המחזור של תנודותיה.
- אם המסה הנקודתית $m = 100\text{ gr}$, אורך החוט $\ell = 1\text{ m}$ והזווית בין החוט לאנך היא $\theta = 5^\circ$, כמה זמן יעבור מרגע שחרור המסה m עד שהיא תגיע בפעם הראשונה למהירות המקסימלית?
- מה גודלה של המהירות המקסימלית?
- מהי מתיחות החוט, כאשר למסה m המהירות המקסימלית?
- מעלים את המטוטלת המתמטית הנ"ל לגובה h מעל פני כדור-הארץ. האם h שווה לרדיוס כדור-הארץ, מה זמן המחזור של המטוטלת?

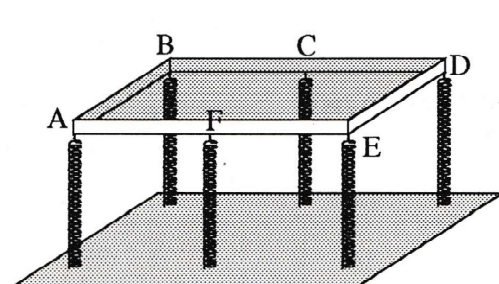
1983 שאלה 3



קפיץ מחובר אל התקרה ועליו תלוי גוף A שמסתו $2m$. אל גוף A מחובר בחוט (שמסתו זניחה) גוף B שמסתו m . כשהמערכת במנוחה, התארכותו של הקפיץ (התוספת לאורכו של הקפיץ החופשי) היא d . ברגע מסויים ניתק החוט, והגוף B נופל.

- מהי משרעת (אמפליטודה) התנודות של הגוף A?
 - מהו זמן המחזור של התנודות?
 - מהי המהירות המרבית של הגוף A בעת תנודותיו?
 - מהו הכוח השקול המרבי הפועל על הגוף A?
- בטא את תשובותיך העזרת הגדלים d , m ו- g (תאוצת הנפילה החופשית).

1985 שאלה 2

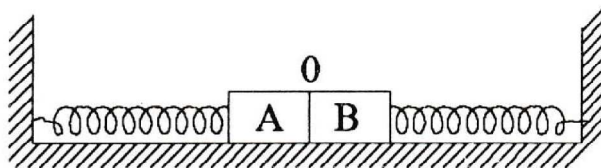


גוף מלבני, שמסתו 20 ק"ג , נשען על 6 קפיצים זהים, כמתואר בתרשים. כאשר מעמיסים במרכזו של הגוף המלבני גוף נוסף, שמסתו 10 ק"ג , הוא שוקע בשיעור של 10 ס"מ .

- מהו קבוע הכוח של כל אחד מששת הקפיצים?
- הגוף המלבני העמוס מתחיל להתנדנד מעלה-מטה (אך הוא נשאר כל הזמן במצב מאוזן). מהו זמן המחזור של תנודותיו?
- ניח כי הקפיצים המחוברים לנקודות C ו- F נשברו. כיצד ישפיע הדבר על זמן המחזור של תנודות הלוח? נמק

1986 שאלה 2

שני גופים זהים, A ו-B, מונחים על משטח חלק ומחוברים לשני קפיצים זהים. הגופים נוגעים זה בזה והקפיצים רפויים (בשיווי-משקל); ראה תרשים. מסת כל אחד מהגופים $m_A = m_B = 7.5 \text{ kg}$. הקבוע של כל אחד מהקפיצים $k = 30 \text{ N/m}$. מזיזים את הגוף A שמאלה למרחק של 0.1 m מנקודת המגע 0 ומשחררים אותו.

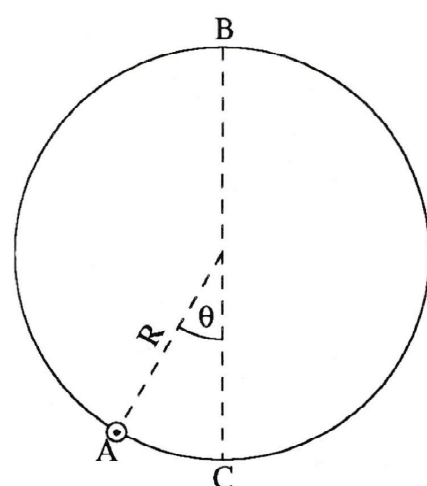


- לאחר כמה זמן מרגע השחרור יתנגש הגוף A בגוף B?
- אם ההתנגשות בין הגופים היא פלסטית:
 - מה תהיה מהירותם המשותפת מיד לאחר ההתנגשות?
 - מה תהיה האמפליטודה (משרעת) בה ינועו הגופים לאחר ההתנגשות?
- במקרה אחר הגוף A הוזז שמאלה למרחק של 0.1 m מנקודת-המגע 0, והגוף B הוזז ימינה למרחק של 0.2 m מנקודת המגע 0. שני הגופים שוחררו בו-זמנית ממצב מנוחה. באיזה מרחק מהנקודה 0 התנגשו שני הגופים? נמק

1987 שאלה 4

- גוף שמסתו 0.8 kg המחובר לקפיץ נע בתנועה הרמונית פשוטה על פני משטח אופקי חלק. זמן המחזור של התנועה הוא שנייה אחת. האנרגיה הכוללת של המערכת היא 1 J . חשב:
- את מהירותו המקסימלית של הגוף.
 - את קבוע הקפיץ בתנועה ההרמונית.
 - את משרעת התנודה.
 - באיזה מרחק מנקודת שיווי-המשקל שווה האנרגיה הקינטית של הגוף לאנרגיה הפוטנציאלית האגורה במערכת?

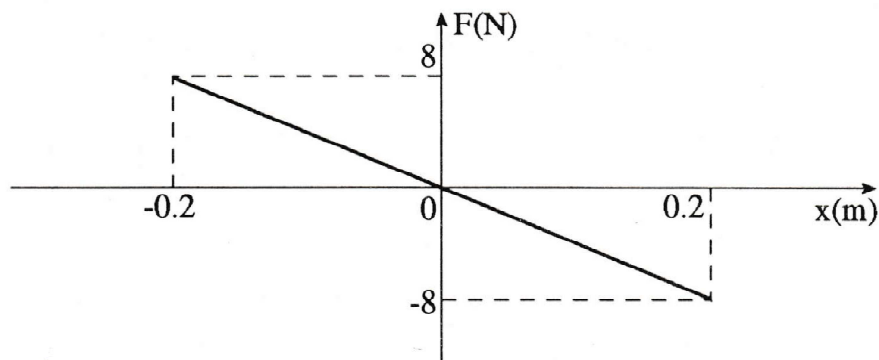
1988 שאלה 4



- על חישוק אנכי ברדיוס R מושחל חרוז קטן. החרוז יכול לנוע על גבי החישוק ללא חיכוך. מרימים את החרוז לנקודה A ומרפים ממנו (ראה תרשים).
- מהו אופי תנועת החרוז (תנועה קצובה, שוות תאוצה, משתנה) כאשר הזווית θ גדולה? נמק.
 - כמה זמן דרוש לחרוז כדי לבצע תנודה שלמה, כשהזווית θ קטנה? (בטא את תשובתך באמצעות R).
 - נתון שרדיוס החישוק $R = 30 \text{ cm}$ החרוז עולה לנקודה A כך ש- $\theta = 30^\circ$. אין תנועה יחסית בין החרוז לחישוק. באיזו מהירות זוויתית, ω , מסובבים את החישוק סביב צירו האנכי, BC?

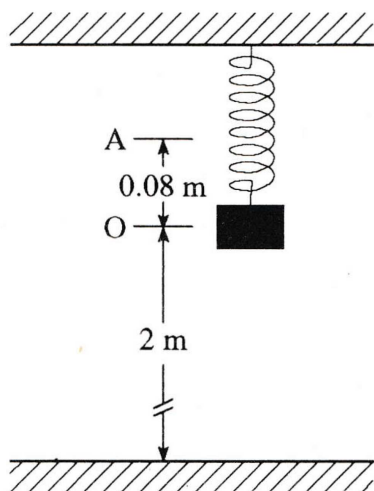
1989 שאלה 4

גוף שמסתו $m = 0.4 \text{ kg}$ מונח על מסילה ישרה. הגרף שבתרשים מתאר את הכוח השקול הפועל על הגוף כפונקציה של ההעתק x ממרכז המסילה. כיוון הכוח הוא לאורך המסילה. ברגע $t = 0$ נמצא הגוף במנוחה בנקודה $x = 0.2 \text{ m}$.



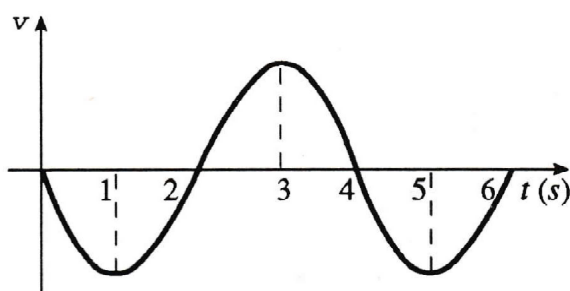
- באיזו תנועה נע הגוף (קצובה, שוות תאוצה, הרמונית פשוטה או אחרת)? נמק.
- כמה זמן חולף מתחילת התנועה ועד לרגע בו מגיע הגוף לראשונה לנקודה $x = 0$?
- מהי מהירות הגוף (גודל בלבד) בנקודה $x = 0$?
- מהי תאוצת הגוף בנקודה $x = -0.2 \text{ m}$?
- מהו הגודל הפיסיקלי שמבטא השטח הכלוא בין הגרף לבין ציר ה- x בקטע שבין $x = 0$ ל- $x = 0.2 \text{ m}$?

1990 שאלה 4



- קפיץ בעל קבוע $k = 50 \text{ N/m}$ מחובר בקצהו האחד לתקרה, ובקצהו השני למשקולת שמסתה $m = 0.5 \text{ kg}$. כאשר המשקולת במצב מנוחה (נקודה O) גובהה מעל הרצפה $h = 2 \text{ m}$. מעלים את המשקולת לנקודה A, הנמצאת בגובה 0.08 m מעל O, ומשחררים אותה ממנוחה (ראה תרשים). המשקולת מבצעת תנודות (בקו אנכי). מסת הקפיץ והתנגדות האוויר זניחות.
- כמה זמן חולף מהרגע ששחררה המשקולת עד שהיא מגיעה לראשונה לנקודה O?
 - מהו כיוון הכוח השקול הפועל על המשקולת, כשהיא נמצאת בנקודה כלשהי בין הנקודות O ו-A, בעת תנועתה כלפי מעלה? נמק.
 - באחת התנודות, בעת שהמשקולת נעה כלפי מטה, היא ניתקת מן הקפיץ בנקודה O. חשב את הזמן מרגע ההינתקות ועד שהמשקולת מגיעה לרצפה.

1991 שאלה 1 (שאלון השלמה)



- הגרף שבתרשים מתאר את מהירותו של חלקיק, המתנודד בתנועה הרמונית פשוטה, כפונקציה של הזמן. איזה מבין המשפטים הבאים אינו נכון? נמק.
- ברגע $t = 1 \text{ s}$ החלקיק נמצא בנקודת שיווי-המשקל.
 - ברגע $t = 1 \text{ s}$ האנרגיה הקינטית היא מרבית (מקסימלית).
 - ברגע $t = 2 \text{ s}$ התאוצה היא אפס.
 - ברגע $t = 3 \text{ s}$ הכוח המחזיר הוא אפס.

1992 שאלה 3

כדי לחקור את תלות זמן המחזור של תנועה הרמונית במסה, מבצע תלמיד את הפעולות הבאות: קושר קפיץ לכן ותולה עליו סל. לתוך הסל הוא מכניס גלילי ברזל, שמסת כל אחד מהם היא 300 גרם, מרים את הסל מעל נקודת שיווי-המשקל ועוזב. בעזרת שעון עצמה מודד את הזמן הדרוש לעשרה מחזורים, ומחשב את זמן המחזור T עבור מספר גלילים משתנה בסל. להלן תוצאות מדידותיו:

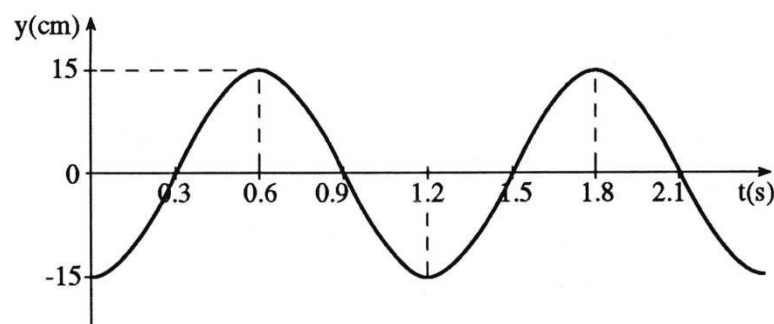
מספר הגלילים	1	2	3	4	5	6
T בשניות	0.63	0.84	1.01	1.13	1.26	1.38

- הסבר מדוע מדד התלמיד עשרה מחזורים, אף על פי שיש לו שעון עצר המודד מאיות שנייה.
- ערוך גרף של T^2 כפונקציה של מספר הגלילים.
- האם הקו שסרטטת עובר דרך ראשית הצירים? אם כן – מה המסקנה מכך? אם לא – איזה גודל פיזיקלי מייצגת כל אחת מנקודות החיתוך של הקו עם הצירים?
- מהו הקבוע של הקפיץ?

1993 שאלה 5

משקולת, שמסתה $M=0.8\text{kg}$, תלויה על קפיץ אנכי שמסתו זניחה. תלמיד משך את המשקולת כלפי מטה מרחק A , ושחרר אותה (ממנוחה). חישן המחובר למחשב מדד את מקום המשקולת בזמנים שונים, ועל צג המחשב התקבל הגרף המתואר בתרשים.

מקום המשקולת, y , נמדד ביחס לציר אנכי שראשיתו בנקודת שיווי-המשקל, וכיוונו החיובי כלפי מעלה.



- מצא את A .
- מצא את זמן המחזור של התנודות ואת תדירותן.
- חשב את קבוע הכוח של הקפיץ.
- מתי בפרק הזמן $0.1\text{ s} < t < 1.4\text{ s}$ מתאפסת מהירות המשקולת? הסבר.
- מתי בפרק הזמן $0.1\text{ s} < t < 1.4\text{ s}$ מתאפסת תאוצת המשקולת? הסבר.
- מהו הכיוון (כלפי מעלה או כלפי מטה) של הכוח השקול הפועל על המשקולת ברגע $t = 1\text{ s}$? הסבר.

1994 שאלה 4

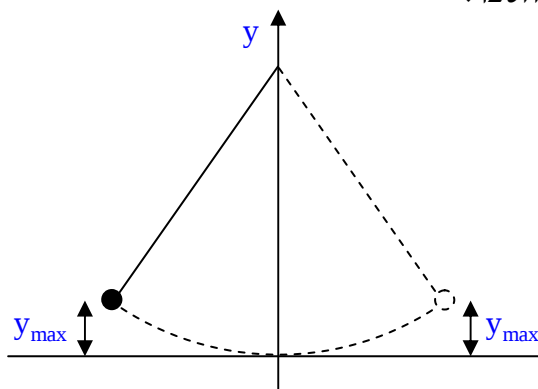
- מהי "תנועה הרמונית פשוטה"?
- האם כל תנועה מחזורית היא תנועה הרמונית פשוטה? אם כן – נמק. אם לא – הבא דוגמא לתנועה מחזורית שאינה הרמונית פשוטה, והסבר מדוע אין היא הרמונית פשוטה.
- קצה עליון של קפיץ קשור לתקרה, ולקצה התחתון קשורה משקולת שמסתה 0.6 kg . במצב זה הקפיץ ארוך ב- 15 cm מאורכו במצב רפוי, והמשקולת נמצאת בנקודה O . תלמיד משך את המשקולת 10 cm כלפי מטה, מנקודה O לנקודה M , ומשחרר את המשקולת ממנוחה. מסת הקפיץ ניתנת להזנחה.
 - חשב את זמן מחזור התנודות.
 - חשב את הכוח שמפעיל הקפיץ על המשקולת בהיותה בנקודה M .
 - חשב את העבודה שעשה התלמיד במשיכת המשקולת מהנקודה O לנקודה M .

1998 שאלה 4

תלמיד מדד את זמני המחזור (T) של מטוטלות פשוטות בעלות אורכים שונים (ℓ). כל אחת מן המטוטלות התנוודה בזוויות קטנות. תוצאות המדידות רשומות בטבלה שלפניך.

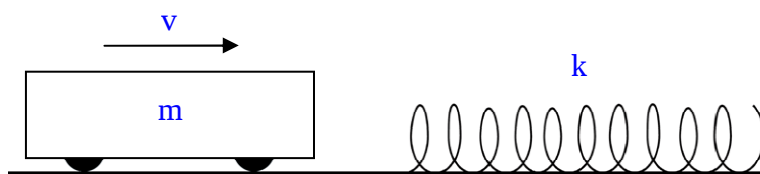
אורך המטוטלת $\ell(\text{m})$	זמן מחזור T(s)
0.2	0.90
0.4	1.25
0.6	1.55
0.8	1.80
1.0	2.00

- סרטט גרף מתאים, שבעזרתו תוכל לחשב את תאוצת הנפילה החופשית. רשום בטבלה את שיעורי הנקודות שעל פיהן סרטטת את הגרף.
- חשב על פי הגרף את תאוצת הנפילה החופשית.
- עבור המטוטלת שאורכה 1.0 m וזמן המחזור שלה הוא 2.0 s , מדד התלמיד את הרכיב האנכי y (ראה תרשים) של מקום המשקולת כפונקציה של הזמן. התלמיד גילה כי מתקבלת פונקציה מחזורית. מהו זמן המחזור של פונקציה זו? הסבר.



2002 שאלה 5

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



- חשב את פרק הזמן שבו הייתה העגלה במגע עם הקפיץ.
- חשב את שיעור הכיווץ המרבי של הקפיץ כתוצאה מהתנגשות העגלה.
- האם העבודה שהקפיץ ביצע על העגלה, מתחילת ההתנגשות עד סיומה, שווה לאפס או שונה מאפס? נמק.
- האם המתקף שהקפיץ הפעיל על העגלה, מתחילת ההתנגשות עד סיומה, שווה לאפס או שונה מאפס? נמק.

בשלושה ניסויים נבדקה תנועה מד-ממדית של כדור :

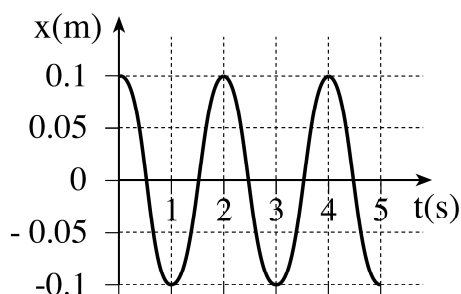
ניסוי 1 – כדור מתרוצץ : הכדור נע במהירות קבועה על הרצפה בין שני קירות. כיוון תנועתו משתנה בכל פעם שהוא פוגע בקיר.

ניסוי 2 – כדור מקפץ : הכדור מקפץ אנכית על הרצפה.

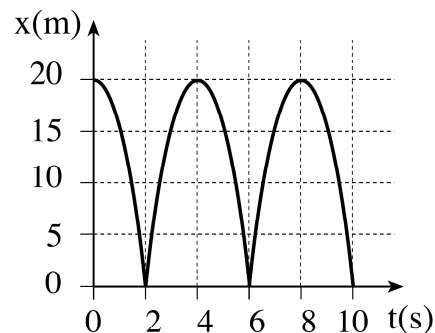
ניסוי 3 – כדור מתנוודד : הכדור תלוי על קפיץ ומתנוודד.

בכל הניסויים האנרגיה המכנית נשמרת במשך התנועה.

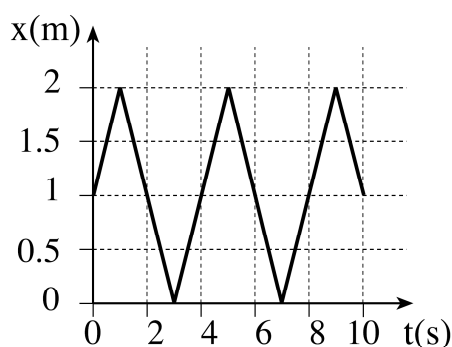
שלושת הגרפים שלפניך מתארים את תנועת הכדור בשלושת הניסויים כפונקציה של מקום וזמן.



גרף II



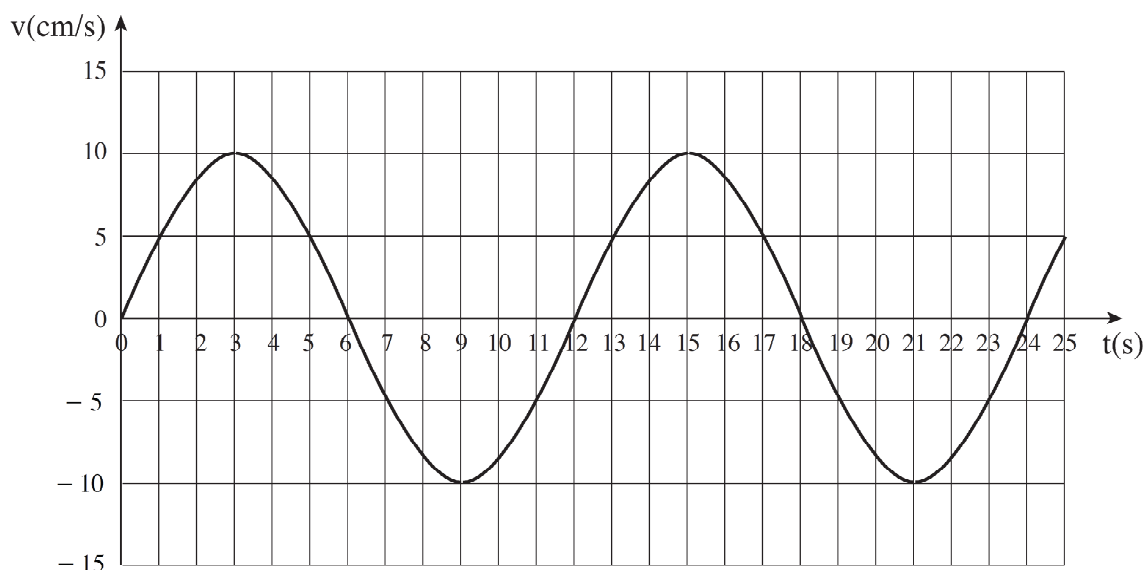
גרף I



גרף III

- א. קבע איזה גרף מתאר כל אחד מהניסויים. נמק בכל קביעה.
- ב. מהו זמן המחזור בכל אחד משלושת הניסויים?
- ג. חשב את הגודל המרבי של מהירות הכדור בכל אחד משלושת הניסויים.
- ד. במהלך תנועת הכדור, לעתים המהירות מתאפסת אף שהתאוצה שונה מאפס. ציין דוגמאות למצבים כאלה משני גרפים שונים, והסבר אותן.

קפיץ אנכי קשור בקצהו העליון לנקודה קבועה, ובקצהו התחתון קשורה משקולת. המשקולת מתנוודת. הגרף שלפניך מציג את מהירות המשקולת כפונקציה של הזמן. הכיוון החיובי של ציר המהירות מייצג תנועה של המשקולת כלפי מעלה.



- א. שלושה תלמידים מתבוננים בגרף.
 - תלמיד א טוען כי ברגע $t = 0$ אורך הקפיץ הוא מרבי (מקסימלי).
 - תלמיד ב טוען כי ברגע $t = 0$ אורך הקפיץ הוא מזערי (מינימלי).
 - תלמיד ג טוען כי ברגע $t = 0$ אורך הקפיץ הוא ממוצע של אורכו המרבי ואורכו המזערי. מי משלושת התלמידים צודק? נמק את תשובתך.
- ב. חשב את תדירות התנועות של המשקולת.
- ג. חשב את המשרעת (האמפליטודה) של התנועות.
- ד. סרטט גרף של מקום המשקולת כפונקציה של הזמן עבור פרק הזמן מ- $t = 0$ עד לרגע שבו מסתיימות שתי תנועות של המשקולת. ראשיתו של ציר המקום תהיה בנקודת שיווי המשקל של המשקולת, וכיוונו החיובי יהיה כלפי מעלה.
- ה. תלמיד מדד בנקודה מסויימת את המהירות v_0 ואת התאוצה a של גוף המתנווד בתנועה הרמונית פשוטה. כדי לחשב מה הייתה המהירות v_1 של הגוף בנקודה אחרת שההעתק שלה מהנקודה הוא Δx , התלמיד השתמש בנוסחה $v_1^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$. הסבר מדוע דרך החישוב של התלמיד שגויה.

2017 שאלה 7

קרונית נמצאת במנוחה על משטח אופקי בנקודה O. קפיץ אופקי רפוי קשור בקצהו האחד לקרונית ובקצהו האחר לנקודה קבועה.

נתון: מסת הקרונית היא 1.2 kg , קבוע הקפיץ הוא $30 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. מסת הקפיץ זניחה.

מסיטים את הקרונית מנקודה O לנקודה A, בתוך כדי מתיחת הקפיץ בשיעור 10 cm , ומשחררים אותה ממנוחה. כוחות החיכוך במערכת זניחים.

א. קבע מהו האופי של תנועת הקרונית במהלכה מ- A ל- O — שוות-מהירות, שוות-תאוצה או שונת-תאוצה. הסבר את קביעתך.

ב. חשב כמה זמן חלף מהרגע ששחררו את הקרונית בנקודה A עד שהיא חלפה לראשונה בנקודה O.

לאחר שהקרונית הגיעה לנקודה O היא ממשיכה לנוע עד שנעצרה לרגע בנקודה B, ואז התחילה לנוע שוב לעבר O.

ג. קבע מהו כיוון המהירות של הקרונית ומהו כיוון תאוצתה — לעבר B או לעבר O — בתנועתה מן הנקודה B לעבר הנקודה O. נמק את שתי הקביעות.

ד. מצא את גודל מהירות הקרונית ואת גודל תאוצתה ברגע שהיא חלפה בנקודה O.

ה. האם יתכן שבנקודה מסויימת מהירות הקרונית הייתה אפס, אך תאוצתה הייתה שונה מאפס? הסבר את תשובתך.

תשובות סופיות

1980 חורף שאלה 2

ב. $F = 0$ שניות $0 < t < 0.02$

$F = 4 \times 10^3 \text{ (N)}$ שניות $0.02 < t < 0.022$

התנועה

$F = 0$ שניות $t > 0.022$

1980 חורף שאלה 3 $4.24 \times 10^7 \text{ m}$

1980 שאלה 2

א. 0.8 N ב. 1.6 W

ג. חציה הופך לאנרגיה קינטית של הטיפות וחציה לחום

1980 שאלה 2 (רחובות)

א. 2.5 m/s בכיוון 53° עם הציר x

ב. 6.25 J ג. 18.26 m/s ; 9.13 m/s

1980 שאלה 3

ב. 1 m/s ג. $\approx 0.16 \text{ s}$

ד. ברגע $t = 0$; ברגע זה המהירות היא אפס.

1981 שאלה 1

א. 10 s ב. 100 s ג. 18 m/s^2 ד. 900 m

ה. 9 km ו. $\approx 195 \text{ s}$; $\approx 190 \text{ m/s}$

1981 שאלה 2

א. $4 \times 10^3 \text{ m/s}$ ב. $2 \times 10^4 \text{ m/s}$

ג. $2.4 \times 10^{10} \text{ J}$ ד. $\approx 9.8 \times 10^3 \text{ m/s}$

1981 שאלה 3

ב. $\approx 0.5 \text{ s}$ ג. $\approx 0.28 \text{ m/s}$ ד. $\approx 1.008 \text{ N}$

1981 שאלה 7 (שאלון השלמה) ב.

1982 שאלה 2

ב. 6 m/s ג. 9 m ד. 3 s

1982 שאלה 3

א. $2.56 \times 10^7 \text{ m}$ ב. 40200 s ג. $5.6 \times 10^{10} \text{ J}$

1982 שאלה 1 (שאלון השלמה) ב.

1983 שאלה 1

א. (1) 1 (2) $\frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}$

1983 שאלה 2

א. $\frac{1}{3} \text{ Hz}$ ב. 10^3 N ג. 4.34 m

1983 שאלה 3

א. $\frac{d}{3}$ ב. $2\pi \sqrt{\frac{2d}{3g}}$ ג. $\sqrt{\frac{dg}{6}}$ ד. mg

1983 שאלה 2 (שאלון השלמה) ג.

1984 שאלה 1

א. 10 s ב. 30 s ג. 3000 m ד. 376.4 s

ה. ב- 10 השניות הראשונות 15 N , ב- 20 השניות

הבאות 0 , בירידה 4.975 N

1984 שאלה 3

א. $\frac{\rho_A R_A}{\rho_B R_B}$ ב. $\sqrt{\frac{\rho_A}{\rho_B}}$ ג. $\frac{\rho_A R_A^2}{\rho_B R_B^2}$

$$\frac{R_A}{R_B} \sqrt{\frac{\rho_A}{\rho_B}} \quad \text{ד.}$$

1984 שאלה 1 (שאלון השלמה) ב'.

1984 שאלה 2 (שאלון השלמה) א'.

1985 שאלה 1

ב. 160 J ג. 422.5 J ד. 1000 J

1985 שאלה 2

א. 167 N/m ב. 1.09 s

1985 שאלה 3

ב. מעלה ג. 9.4 s^{-1}

1985 שאלה 1 (שאלון השלמה) א'.

1986 שאלה 1

ב. (1) 3 m/s^2 ; 9 m/s (2) 3 m/s^2 ; -3 m/s

(3) 3 m/s^2 ; 6.7 m/s

בזווית 63.4° ביחס ל- v_0

1986 שאלה 2

א. 0.785 s ב. (1) 0.1 m/s ; (2) 0.05 m

ג. בנקודה 0.

1986 שאלה 3

א. (1) 1.5 m/s (2) $u_A = 1 \text{ m/s}$; $u_B = 3 \text{ m/s}$

1986 שאלה 4

א. (1) 0.8 m (2) 4.47 m/s ב. 0.2 m

1986 שאלה 30 (שאלון השלמה)

הגוף ישקול 92.2% ממשקלו על פני כדור הארץ

1987 שאלה 1

א. 25 m/s ב. $\approx 5.2 \text{ m/s}^2$ ג. 30 m

1987 שאלה 2

א. 4 kg ב. 0.05

1987 שאלה 3

א. $\frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha} mg$

ב. $2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$

ג. $mg \ell \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha} \cos \alpha$

1987 שאלה 4

א. 1.58 m/s ב. 31.6 N/m ג. 0.25 m

ד. 0.18 m

1987 שאלה 5

א. $\sqrt{1.6 \frac{GM}{R}}$ ב. $4R$ מפני הכוכב ג. $\sqrt{2 \frac{GM}{R}}$

1987 שאלה 27 (שאלון השלמה)

תנועה הרמונית של מסה מחוברת לקפיץ, אינה תלויה בכוח המשיכה, מדידת זמן המחזור של התנודה מאפשר

לחשב את המסה לפי הנוסחה: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

1988 שאלה 1

ב. 7 s ג. 22 m ד. 16 s ; 5 m

1988 שאלה 2

א. 8m

ב. 12.8 m/s בכיוון 51.3° מתחת לכיוון האופקי

ג. 2 m/s ד. 1m

1988 שאלה 4

ב. $2\pi \sqrt{\frac{R}{g}}$ ג. 6.2 rad/s

1988 שאלה 5

א. $mgR \left(1 - \frac{R}{2r}\right)$ ב. $3.62 \times 10^4 \text{ km}$

1988 שאלה 7 (שאלון השלמה)

זמן העליה קטן יותר מזמן הירידה

1989 שאלה 1

ג. 1.5 m/s ; 5.22 m/s

1989 שאלה 2

א. 5.14 m/s ימינה ב. 1.71 m/s שמאלה

1989 שאלה 3

א. 4 m/s ב. 3 N ג. 41.4°

1989 שאלה 4

ב. 0.157 s ג. 2 m/s ד. 20 m/s^2

1989 שאלה 5

א. $54R$ ב. $0.9796mgR$

1990 שאלה 1

א. 5m ב. 11.18 m/s ג. 6m

1990 שאלה 2

א. 1kg ג. 2.45m

1990 שאלה 3

א. 24.4 N ב. 61.25 m/s^2 כלפי מרכז המעגל

1990 שאלה 4

א. 0.157 s ג. $\approx 0.56 \text{ s}$

1990 שאלה 5

א. $\sqrt{\frac{2gRh}{R+h}}$

1990 שאלה 1 (שאלון השלמה) 10^{10}

1991 שאלה 1

א. 1 m/s ב. 12N

1991 שאלה 2

א. 4 s ; 12 s ב. קטן ג. $\approx 3 \text{ s}$

ד. התאוצה אינה אפס ה. גדולה

1991 שאלה 3

ב. 1m ג. אינה משתנה

ד. 0.28 m/s בזווית 45° עם הקיר

ה. יפגשו לאחר שהקרונות תעבור 2 מטר

1991 שאלה 4

ב. $\cos \alpha = \frac{g}{4\pi^2 \ell f^2}$ ג. אינו משתנה ד. לא

1991 שאלה 5

א. ללווין הראשון רדיוס סיבוב גדול פי ארבעה

ב. ללווין הראשון זמן מחזור גדול פי שמונה

ג. כן

1991 שאלה 1 (שאלון השלמה)

המשפט שאינו נכון הוא (ג)

1992 שאלה 1

א.

קטע	כיוון תנועה	גודל מהירות
A	עולה	גדל
B	עולה	קבוע
C	עולה	קטן
D	במנוחה	קבוע
E	יורדת	גדל
F	יורדת	קבוע
G	יורדת	קטן

ב. 15m ג. 5m

ד.

קטע	תאוצה (ציר חיובי בכיוון מעלה) (m/s^2)	הוריית המאזניים
B	0	50
C	-3	35
D	0	50
E	-2	40
F	0	50
G	0.66	53.3

1992 שאלה 2

א. אפס ב. 2.5m ג. 3.75 m/s בכיוון 39.6°

1992 שאלה 3

ג. הגרף אינו עובר דרך הראשית. ד. 39.5 N/m

1992 שאלה 4

א. $r = \frac{k\ell}{k - 4\pi^2 f^2 m}$ ג. $f > 0.71 \text{ s}^{-1}$

1992 שאלה 5

א. (1) גדלה (2) קטנה ב. (1) 2.5N (2) אפס

ג. 24 שעות

1993 שאלה 1

א. 3 m/s ב. 2 m/s^2

1993 שאלה 2

א. (1) Mg (2) 2Mg ב. (2) אותה תאוצה

1993 שאלה 3

א. לא ב. 0.05m ג. אפס ד. $\approx 0.7 \text{ s}$

1993 שאלה 4

א. $\sqrt{2g(R-r)}$ כלפי מעלה

ב. (1) $2g\left(\frac{R}{r} - 1\right)$ (2) g ג. $\frac{R}{r} = \frac{5}{2}$

1993 שאלה 5

א. $A = 15 \text{ cm}$

ב. $f \approx 0.83 \text{ Hz}$; $T = 1.2 \text{ s}$

ג. $\approx 22 \text{ N/m}$

ד. ב- 0.6s וב- 1.2s

ה. ב- 0.3s וב- 0.9s

ו. כלפי מעלה

1994 שאלה 1

א. $t = 4s$ ג. $t = 3s$

1994 שאלה 2

ב. (1) $v_B > v_C$ (2) $|a_B| > |a_C|$

1994 שאלה 3

א. $u_1 = 1m/s$; $u_2 = 7m/s$ ב. (1) לא (2) כן

ג. $u = 5.5m/s$ ד. $x = 0.26m$

1994 שאלה 4

א. (2) לא

ב. (1) $T = 0.77s$ (2) $F = 10N$ מעלה (3) $w = 0.2J$

1994 שאלה 5

א. (1) $g = 2.5m/s^2$ (2) $g' = gr^2/R^2$

(3) $t_{min} = 1412.2s$; $t_{max} = 2828.4s$

ב. $v = 10^4 m/s$

1995 שאלה 1

א. המהירות גדלה ב. $v_{0.02} = 0.6m/s$

ג. $v_{0.14} = 1.32m/s$; $v_{0.08} = 0.96m/s$

$v_{0.2} = 1.68m/s$

ה. התאוצה הקבועה $6m/s^2$

ו. כן, כיוון התאוצה היה מתהפך

1995 שאלה 2

א. על M ב. $T = M \frac{F}{M+m}$; $a = \frac{F}{M+m}$

ג. התאוצה קטנה

1995 שאלה 3

א. קו ישר ב. ציר x החיובי

ג. גודל המהירות קטן תחילה וגדל לאחר העצירה

ד. פרבולה ה. גודל המהירות גדל

ו. $x = 64m$; $y = 96m$

1995 שאלה 4

א. $-v$ ב. $-2mv$ ג. גודל המהירות לא השתנה

ה. $-2mv \sin \alpha$

1995 שאלה 5

א. (1) $M = \frac{gR^2}{G}$ (2) $M_E = 6.02 \times 10^{24} kg$

ב. (1) $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$ (2) $M_E = 6.02 \times 10^{24} kg$

1996 שאלה 1

א. 16 שניות ג. הגוף לא חוזר לנקודת המוצא

ו. $-1.25m/s^2$

1996 שאלה 2

א. 0.6s ג. התאוצה הולכת וגדלה

1996 שאלה 3

א. $\sqrt{g\ell(1-\cos\alpha)}$ ג. פרבולה

1996 שאלה 4

א. $d = \frac{Mg}{k}$ ב. $v - u = \frac{A}{m} \sqrt{Mk}$

1996 שאלה 5

א. $9 \times 10^5 m$ ב. $7.51m/s^2$ ג. $4.47 \times 10^6 m$

ד. (1) $F = 55N$ (2) $F = 0$

1997 שאלה 1

א. $8m/s$ כלפי מעלה

ג. $10m$ מתחת לנקודה בה הכוח התחיל לפעול

ד. הגוף הנע כלפי מעלה, יעצר ויחל בתאוצה כלפי מטה

1997 שאלה 2

א. $T = \frac{Mg}{\cos \alpha}$ ב. $a_R = g \tan \alpha$

ד. המאזניים מראים ערך גדול יותר ממשקל הנער

1997 שאלה 3

א. $0.276 N/s$ ב. $0.288 kg \frac{m}{s}$

ג. אי דיוק המדידה: במדידת מהירות הקרונית ע"י קביעת זמן התנועה יכולה להיווצר שגיאה של מדידת הזמן.

אי דיוק בקריאת תוצאות: בחישוב המיתקן יש שגיאה בספירת המשבצות.

ד. כן

1997 שאלה 4

א. $4.58m/s$ ב. הגוף לא יגיע לנקודה D

ג. כן ד. העבודה היא אפס

ה. עבודת כוח הכובד שווה בשני המקרים

1997 שאלה 5

א. $R = 10^7 m$ ב. $6.71 \times 10^{25} kg$

ג. $44.76m/s^2$ ד. ירחף

1998 שאלה 1

א. $v_{0.08} = 0.3875m/s$ ב. $0.073m$

ג. $7.5m/s^2$

1998 שאלה 2

א. (1) התנע הכולל אינו שווה בשני התרשימים. תנע הוא ווקטור, ויש לו גודל וכיוון. כיוון התנע השקול בשני התרשימים שונה מאחר והשתנה כיוון התנועה של המסה m , ולכן התנע הכולל שונה.

(2) האנרגיה הכוללת שווה בשני התרשימים. אנרגיה כוללת היא סכום האנרגיות. אנרגיה קינטית של כל גוף תלויה רק בגודל המהירות שלו (לא בכיוונה, כי אנרגיה היא סקלר). מאחר וגודל המהירות של שתי המסות נשאר גם האנרגיה הקינטית נשארה כשהיתה.

ב. (1) כאשר ההתנגשויות הן אלסטיות, האנרגיה הקינטית הכוללת חייבת להישמר. במקרה שלפנינו נוספה לסך האנרגיה של שני הכדורים גם אנרגיה קינטית לקרון, כך שהאנרגיה הקינטית הכוללת גדלה, בסתירה לחוק שימור האנרגיה.

(2) התנע הכולל לא נשמר. בכיוון y התנע שהיה בתחילה אפס, וכעת יש לו גודל שונה מאפס.

1998 שאלה 3ג. ימינה או שמאלה ד. mg **1998 שאלה 4**א. 9.87 m/s^2 ג. זמן המחזור הוא 1 s **1998 שאלה 5**ב. 4 J ג. זהה ד. $\Delta L = 0.9 \text{ m}$ **1999 שאלה 1**א. $v_{0.06} = 0.7 \text{ m/s}$ ב. $v_{0.04} = 0.6 \text{ m/s}$, $v_{0.02} = 0.5 \text{ m/s}$ $v_{0.08} = 0.96 \text{ m/s}$ ד. 5 m/s^2 ה. גרף II**1999 שאלה 2**א. 30 N ב. 1 m/s^2 (1) 33 N (2) ג. -2 m/s^2 ד. הגוף נמצא 0.5 m מן הרצפה**1999 שאלה 3**א. 266 N **1999 שאלה 4**א. 45 m ב. 30 m/s ג. $R = 10 \text{ m}$ **1999 שאלה 5**ב. 0.204 day ג. $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$ **2000 שאלה 1**א. 80 m ב. 8 s ג. 5 s **2000 שאלה 2**א. $\sqrt{\mu_s g r}$ ג. $\sqrt{g r \tan \alpha}$ **2000 שאלה 3**א. $E_k = E - (mg \tan \alpha) \cdot x$ ג. על פי הגרף ב- $x = 0$: $E_k = 320 \text{ J}$ ד. כן. על פי הגרף בנקודה זו $E_k > 0$ ה. על פי הגרף, הנערה תיעצר בנקודה שבה: $x \approx 2.1 \text{ m}$ כי בנקודה זו $E_k = 0$ **2000 שאלה 4**

א.

	הכיוון של $\vec{V}$	הכיוון של $\vec{a}$	הכיוון של $\sum \vec{F}$
בין B ל- C	4	4	4
D	3	1	1
בין E ל- F	2	6	6

ב. $N = 9mg$ ג. בפלג גופו התחתון**2000 שאלה 5**א. $10 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ג. $u_1 = 8.72 \text{ m/s}$; $\beta = 23.4^\circ$ **2001 שאלה 1**א. (1) כיוון חיובי מטה: $y_A = 5t^2$

$$y_B = 14(t-1) + 5(t-1)^2 \quad (2)$$

$$2.25 \text{ s} \quad (3)$$

ב. (1) 10 m/s (2) הכדורים לא נפגשים**2001 שאלה 2**ב. $10.25 \text{ m/s} \approx$ ג. 66.3° ג. הכדור הפורח יהיה מעל לנקודה Q, בגובה 11.6 m **2001 שאלה 3**ב. 2 m/s^2 ג. 0.2 ד. משך התנועה שווה ל- 0.1 s **2001 שאלה 4**א. $v_B = 30 \text{ m/s}$ ב. $a_R = 18 \text{ m/s}^2$ ג. $T_B = 5600 \text{ N}$ ד. כיוון III**2001 שאלה 5**א. 72 kg ב. (1) 2.6 s , זמן המחזור אינו תלוי במשרעת

$$1.3 \text{ s} \quad (2)$$

ג. (2) $m \approx 30.7 \text{ kg}$

ד. הלווין והאסטרונאוט "נופלים חופשית יחסית לכדור

$$N = 0$$

2002 שאלה 1א. מהירות הגוף גדלה ב- 4 מטר לשנייה כל שנייהב. $x_{car} = 87.5 + 30t$ ג. $x_{motorcycle} = 2t^2$

$$17.5 \text{ s} \quad (2)$$

2002 שאלה 2א. 1 ניוטון הוא הכוח המאיץ גוף שמסתו 1 kg בתאוצה

$$1 \text{ m/s}^2$$

2002 שאלה 3

$$u = \frac{M\sqrt{2gh}}{4m}$$

2002 שאלה 4א. $h = 0.9 \text{ m}$ ב. לתוך הארובה

ג. קו ישר אנכי ד. מהירות הקרונית לא משתנה

2002 שאלה 5א. 0.628 s ב. $\Delta \ell = 0.6 \text{ m}$ ג. שווה לאפס

ד. שונה מאפס

2003 שאלה 1

$$y_1(t) = v_1 t - \frac{g}{2} t^2$$

$$y_2(t) = v_2(t-T) - \frac{1}{2} g(t-T)^2$$

$$1.04 \text{ s} \quad (2) \quad 0.9 \text{ s}$$

2003 שאלה 2א. בעלייה $a = -4 \text{ m/s}^2$, בירידה $a = -1 \text{ m/s}^2$ ג. בעלייה $a = -g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$ בירידה $a = -g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$ **2003 שאלה 3**א. את הכוח T מפעיל החוט

את הכוח mg מפעיל כדור הארץ.

ב. לא ג. $T = mg \cos \alpha_0$

ד. $T = mg(3 - 2 \cos \alpha_0)$

2003 שאלה 4

א. גרף I – כדור מקפץ

גרף II – כדור מתנווד

גרף III – כדור מתרוצץ

ב. ניסוי 1 (גרף III) 4 שניות

ניסוי 2 (גרף I) 4 שניות

ניסוי 3 (גרף II) 2 שניות

ג. ניסוי 1 (גרף III) 1 m/s

ניסוי 2 (גרף I) 20 m/s

ניסוי 3 (גרף II) 0.314 m/s

2003 שאלה 5

א. זמן המחזור הוא יממה אחת

ב. $4.4 \times 10^7 \text{ m}$ ג. 3080 m/s

2004 שאלה 1

ב. לחץ ולתפוח מהירות התחלתית אפס בציר האנכי, הם נמצאים באותו גובה מעל לקרקע, ונופלים באותה תאוצה, כלומר בכל רגע ורגע הם באותו גובה מהרקע. ולכן כאשר החץ עובר את המרחק האופקי עד התפוח הוא פוגע בו.

ג. $\theta = 8.5^\circ$; $v \approx 20.2 \text{ m/s}$

ד. יש לזרוק את התפוח כלפי מעלה במהירות 20 m/s

2004 שאלה 2

א. (1) 700 N כלפי מטה

(2) מתיחות החוט S_1 היא 200 N

(3) המשקולת מפעילה כוח על הקרקע (כלפי מטה) של 800 N

ב. האדם צריך למשוך בכוח מינימלי של 500 N

ג. (1) גודל הכוח הוא: 800 N

(2) 6 m/s^2 בכיוון מעלה

2004 שאלה 3

א. המשקולת מואצת כי וקטור המהירות משנה את כיוונו. כיוון התאוצה לעבר מרכז המעגל.

ב. הכוח השקול לא שווה לאפס, כיוונו הוא לעבר מרכז המעגל

ג. משיק למעגל, אל הקורה.

ד. $r = \frac{g \tan \alpha}{\omega^2}$ ה. $\alpha = 45^\circ$

2004 שאלה 4

א. הגדלים שנשמרים הם: (iv) ו- (v)

ב. $v_2 = -0.2 \text{ m/s}$ ג. $E_k = 0.08 \text{ J}$ ד. $\left| \frac{2}{3} \right|$

ה. $\approx 0.146 \text{ m/s}$

2004 שאלה 5

ב. (1) שיפוע הגרף: $3.44 \times 10^{-19} \text{ s}^2/\text{m}^3$

$M_S = 1.7 \times 10^{30} \text{ kg}$ (2)

ג. $\frac{GM_S}{(r-x)^2} - \frac{GM_E}{x^2} = \omega(r-x)^2$

ד. הלווין נע בהשפעת השמש ובהשפעת הארץ, והכוח שהארץ מפעילה אינו זניח.

2005 שאלה 1

א. גרף 2 ב. גרף 7 ג. 1.4 s ד. כן

ה. 2.1 m

2005 שאלה 2

א. $v_B = 3.16 \text{ m/s}$

ב. הרכיב המשיקי – גורם לשינוי גודל המהירות.

הרכיב הרדיאלי – גורם לשינוי כיוון המהירות.

ג. (1) בנקודה A – חץ 4

(2) בנקודה B – חץ 1

ד. (1) בנקודה A: 8.66 m/s^2

(2) בנקודה B: 10 m/s^2

ה. 1.6 N

ו. העבודה שווה לאפס שכן המתיחות במהלך כל התנועה ניצבת לכיוון התנועה.

2005 שאלה 3

ב. $N = 100 \text{ N}$ ג. קטן ממנו ד. $T = 615 \text{ N}$

ג. 1.67 m/s^2

2005 שאלה 4

ב. הנקודה מייצגת את הכוח F שיש להפעיל כדי שהתאוצה תהיה אפס.

ג. $m_B = 0.21 \text{ mg}$ ד. $T \approx 3.5 \text{ N}$

2005 שאלה 5

א. דרוש כוח של 100 N כדי לשנות את אורכו של הקפיץ במטר אחד.

ב. 45 m ג. 2400 N ד. 26 m

ה. 2.43 s

2006 שאלה 1

ב. המרחק הכולל 450 m

ג. מכונית א' 170 m ; מכונית ב' 130 m

ד. כן ה. 0.102 m/s^2

2006 שאלה 2

ב. כיוון הכוח השקול, ימינה

ג. 5.77 m/s^2 אופקית ימינה

ד. $\alpha = 49.1^\circ$ ה. כן ו. לא תלויה במסה

2006 שאלה 3

ב. (1) לגבי הקרונית: $x = 2 \text{ m}$

(2) לגבי הכדור: $x = 2 \text{ m}$

(3) מהירות הכדור: $\alpha = 78.7^\circ$; $\approx 10.2 \text{ m/s}$

ג. מהירות הקרונית השתנתה

2006 שאלה 4

א. 17.9 m/s ב. $\theta = 21.8^\circ$

ג. האפשרות הנכונה (1)

ד. המכונות לא יחליקו במדרון.

2006 שאלה 5

א. $r = 88,400 \text{ km}$ ב. 4.096 h

ג. $g_M = 1.62 \text{ m/s}^2$

2007 שאלה 1

א. $v_{0.16} \approx 4.5 \text{ m/s}$

ב.

t(s)	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2
v(m/s)	2.2	3.4	4.1	4.5	4.8	5.05	5.25	5.35

ד. כן ה. כן

2007 שאלה 2

א. 28 N ב. 0.7 m ג. 1.074 s

ד. הזמנים שווים

2007 שאלה 3

א. כיוון המהירות ההתחלתית מעל לאופק

ב. $v_0 = 3.6 \text{ m/s}$; $\alpha = 33.7^\circ$

ג. 0.6 m ד. $E_k = 1.125 \text{ J}$

2007 שאלה 4

א. 2 N ד. $N_F = 8 \text{ N}$ ה. הכדור לא יגיע ל-E

2007 שאלה 5

א. תלמיד א' צודק ב. 0.083 Hz ג. 0.191 m

ה. הנוסחה תקפה רק עבור תנועה שווה תאוצה.

2008 שאלה 1

א. המשמעות הפיזיקלית של המשפט "תאוצת האופנוע

היא 2 m/s^2 היא שבכל שנייה מהירות האופנוע

גדלה ב- 2 m/s .

ב. $a = -2.5 \text{ m/s}^2$, המשמעות היא שבכל שנייה

מהירות המכונית קטנה ב- 2.5 m/s^2

ג. האופנוע מקדים את המכונית

ד. המהירות הממוצעת של המכונית גדולה יותר

ה. 8.33 s

2008 שאלה 2

א. 9 m

ב. $T = 52.5 \text{ N}$ $0 < t < 2 \text{ s}$

$T = 50 \text{ N}$ $2 \text{ s} < t < 8 \text{ s}$

$T = 48.75 \text{ N}$ $8 \text{ s} < t < 12 \text{ s}$

ג. הורית הדינמומטר הייתה שווה אפס

2008 שאלה 3

א. $F_1 = 5 \text{ N}$ ב. $m_1 = m_2 = 0.5 \text{ kg}$

ג. $T_c = 15 \text{ N}$ ד. $T_b = 7.5 \text{ N}$

ה. הגרף מהירות – זמן במקרה זה שונה

2008 שאלה 4

א. בכיוון האופקי תנועת הכדור שווה-מהירות

בכיוון האנכי תנועת הכדור שווה-תאוצה

ב. $CD = 1.2 \text{ m}$

ג. הכדור יגיע לגובה 0.8 m מעל לרצפה

ד. 0.6 m ה. לא יתכן

2008 שאלה 5

א. כאשר מפעילים על הקפיץ כוח השווה ל- 100 N , הקפיץ מתארך או מתקצר ב- 1 m .

ב. 0.5 m ג. (2) קפיץ א' 0.25 m ; קפיץ ב' 0.5 m

ד. התיבה תגיע לקפיץ השני, והוא יתכווץ 0.219 m

2009 שאלה 1

א. 120 m

ב. לא, אין אף רגע בו המהירויות (גודל וכיוון) שוות.

ג. לשני הגופים מהירויות שוות בגודלן ברגע: 4.75 s

ד. התאוצה היחסית היא אפס

ה. ברגע זריקת הכדורים המהירות של גוף A ביחס לציר

y^* היא -15 m/s

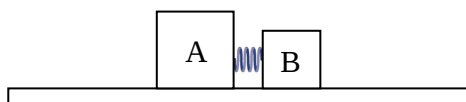
2009 שאלה 2

א. הגדלים של הכוחות שווים, על פי החוק השלישי של ניוטון.

ב. 5.2 N

ג. $+$ ד.

התשובה היא (3). הסבר: כאשר הכוח F פועל, שני הגופים A ו-B מפעילים זה על זה כוחות נורמליים. כדי לפשט את הדיון, נבנה מודל שעל פיו לכל אחד משני הגופים קשור קפיץ במשטח המגע עם הגוף האחר, כמתואר בתרשים א. (ראה גם בספר "מכניקה ניוטונית" כרך א עמוד 185) הכוחות ששני הקפיצים מפעילים ממחישים את שני הכוחות הנורמליים.



תרשים א: הגופים במהלך תנועתם המשותפת

הכוחות שפועלים על הגופים במהלך התנועה כאשר הכוח F פועל הם: על הגוף B הכוח שהקפיץ מפעיל עליו ימינה וכוח החיכוך שמאלה. כוח הקפיץ גדול מכוח החיכוך. על הגוף A פועל הכוח F ימינה, וכוח הקפיץ וכוח החיכוך שמאלה, כוח F גדול מסכום הכוחות של הקפיץ והחיכוך.

לאחר שהכוח F מפסיק לפעול, שני הקפיצים האלה משתחררים בפרק זמן קצר, וכתוצאה מכך גוף B נהדף קדימה, בכיוון תנועתו, ואילו גוף A נהדף אחורה, בכיוון מנוגד לכיוון תנועתו. בתום ההדיפות של שני הגופים, מהירותו של גוף B גדולה מזו של גוף A (כי לפני ההדיפה מהירותם הייתה שווה). לכן לאחר שיעברו כברת דרך, גוף A יעצר לפני שגוף B יעצר, כך שלאחר עצירתם יהיה מרחק מסוים ביניהם, כמתואר בתרשים ב.



תרשים ב: הגופים לאחר עצירתם

ה. התאוצות שוות

2009 שאלה 3

א. $L = 1.47 \text{ m}$ ד. $f_{\min} = 0.41 \text{ Hz}$

2009 שאלה 4

א. כן, אילו היה פועל רק כוח חיכוך, האנרגיה הקינטית הייתה הולכת וקטנה, בניגוד למה שמוצג בגרף.

ב. $F_1 = 1.3N$ ג. $W_f = -65J$

ד. גדולה מ- 40 ג'אול

ה. היגד 1 ו- 2 אינו מתאים, היגד 3 מתאים

2009 שאלה 5

א. התרשים הנכון הוא א'

ב. $R = 10^7 m$ ג. $M = 5.85 \times 10^{25} kg$

ד. $g^* = 38 m/s^2$

ה. לא נדרשת פעולת מנועי החללית

2010 שאלה 1

ג. $a = \frac{1}{m_0 + M_0 + 6m_1} F_g$ (1)

(2) מתקבלת פונקציה ליניארית

ד. $M_0 \approx 0.5kg$

2010 שאלה 2

ב. משוואה לכיוון הרדיאלי: $N \cos \alpha = m a_r$

משוואה לכיוון האנכי: $N \sin \alpha = mg$

ג. $H = \frac{v^2}{g}$
 $v = \frac{x_{\text{לפני}} - x_{\text{אחרי}}}{t_{\text{לפני}} - t_{\text{אחרי}}} = \frac{0.14 - 0.43}{0.32 - 0.16} = 6.06 m/s$

ה. (1) $v \approx 1.41 m/s$

(2) $T \approx 0.51s$

2010 שאלה 3

א. (1) $u_1 = -0.1 m/s$ (2) $u_2 = 0.2 m/s$

ב. $u_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$

ד. (1) + (2) בשני המקרים הגרף המתאים הוא B

2010 שאלה 4

א.

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

ב. (1) $v_C \approx 6.32 m/s$ (2) $v_D \approx 5.83 m/s$

ג. $k = 5100 N/m$ ד. $2.4m$ ה. שווה לו

2010 שאלה 5

א. (2) $v = 2.98 m/s$ ב. $552.5 year$

ג. $E_0 = +3.56 \times 10^{11} J$ ד. קטנה ממנה

2011 שאלה 1

א. התנועה היא מואצת ב. $0.55 m/s$

ג. $\approx 0.7 m/s$ ד. $5 m/s^2$ ה. $0.019m$

2011 שאלה 2

ב. השיפוע מייצג את התארכות הקפיץ בהשפעת

משקולת אחת. השיפוע שווה ל- $0.02m$

ד. $\mu = 0.3$ ה. $M = 0.2kg$ ו. $f_s = 0.24N$

2011 שאלה 3

א. (1) התנע של המערכת מיד עם שחרור הקפיץ הוא אפס

(2) $v_B = -0.3 m/s$

ב. (1) $0.6 m/s$ ימינה (2) $J = -0.12 N \cdot s$

ג. (1) השטח מייצג את המתקף

(2) $F_{\max} = 3N$

ד. (1) $v_C = 0.15 m/s$ (2) הגופים ינועו יחד ימינה

2011 שאלה 4

א. (2) הגוף לא יגיע ל- D ג. $0.5m$

ד. $W = -0.4J$

2011 שאלה 5

א. זמן המחזור 24 שעות

ב. $h = 3.59 \times 10^7 m$ ג. $0.224 m/s^2$

ד. $h \approx 2.02 \times 10^7 m$ ה. היגד (2) אינו נכון

2012 שאלה 1

א. נשתמש בטכניקה "נקודה לפני ונקודה אחרי"

לפי טכניקה זו אנו מחשבים את המהירות הממוצעת של הגוף מרגע $t = 0.16s$ עד לרגע $t = 0.32s$, ומייחסים אותה למהירות הרגעית ברגע $t = 0.24s$

ב.

v(m/s)	y(m)	t(s)
	0.016	0
2.59	0.15	0.08
4.13	0.43	0.16
6.06	0.81	0.24
7.44	0.14	0.32
9	2	0.4
	2.84	0.48

ד. שיפוע הגרף מציג את תאוצת הנפילה החופשית

$a = 20 m/s^2$

ה. היחס בין מסת כוכב הלכת למסת כדור הארץ הוא 2

2012 שאלה 2

ג. $\Delta x = -\frac{v_0^2}{4g \sin \theta}$

ד. (1) $v = \frac{F}{m} t$ (2) כן

2012 שאלה 3

ג. $H = 1.25m$ ד. $v_0 = 2 m/s$

2012 שאלה 4

א. השטח מייצג את המתקף שקרונית 1 הפעילה על קרונית 2

ב. $m_2 = 4kg$

ג. לא פועלים כוחות חיצוניים ולכן התנע נשמר

ג. 33.71m/s, 8.54° ד. (1) נכון (2) לא נכון (3) לא נכון 2013 שאלה 5 ב. $a = 5.89\text{m/s}^2$ ג. (1) המנוע מפעיל כוח על חלקיקי גז והודף אותם מן הרקטה אחורה. בהתאם לחוק השלישי של ניוטון חלקיקי הגז מפעילים על הרקטה כוח תגובה, המאיץ את הרקטה קדימה. (2) תאוצת הרקטה גדלה. הכוח השקול המאיץ אותה קבוע, אבל מסתה קטנה בגלל הגז הנפלט, ולפיכך תאוצתה גדלה. ה. מהירות הלוויין מרבית בנקודה A 2014 שאלה 1 א. בפרק הזמן $0 \leq t < 20\text{s}$ גודל הרכיב האנכי של המהירות הלך וגדל, בזמן שגודל תאוצתו (שיפוע המשיק לגדף מהירות-זמן) הלך ונעשה קטן. החל מרגע מסוים מהירות הצנחן הופכת לקבועה ותאוצתו מתאפסת. ב. הסיבה לשינוי הפתאומי בגודל הרכיב האנכי של המהירות היא פתיחת המצנח. ג. בגרף מהירות-זמן השטח מייצג את ההעתק, אפשר לחשב את המרחק האנכי ע"י חישוב השטח. ד. אפשר לראות מהגרף שבשנייה הראשונה המהירות v גדלה בקירוב ב- 10m/s, לכן $a = 10\text{m/s}^2$ 2014 שאלה 2 א. הכוח הוא כוח חיכוך סטטי בין צמיגי הגלגלים לבין הכביש. את הכוח הזה מפעיל כאמור הכביש. ב. כאשר יש קרח על הכביש החיכוך בין צמיגי המכונית לבין הכביש המניע את המכונית קטן מאשר ללא קרח, לכן על פי החוק השני של ניוטון תאוצת המכונית קטנה יותר. ג. (1) כאשר יש קרח בכביש: 312.5m כאשר אין קרח בכביש: 39.0625m (2) סוגרים לתנועה כבישים שהצטבר עליהם קרח כי מרחק הבלימה של כלי רכב על פני כבישים אלה הוא גדול מאוד, וזה עלול לגרום לתאונות דרכים. ד. $a = 0.8\text{m/s}^2$ ה. ככל שמהירות המכונית גדלה, גם התנגדות האוויר גדלה. במהירות מסוימת התנגדות האוויר משתווה בגודלה לגודל הכוח המניע את המכונית, כך שהכוח השקול על המכונית מתאפס. במצב זה גם תאוצת המכונית מתאפסת, כך שהמהירות לא גדלה עוד. 2014 שאלה 3 א. המערכת "כיסא + ילד" נעה בתנועה מעגלית קצובה, לכן וקטור המהירות משתנה בכל נקודה בכיוונו. לכן למערכת יש תאוצה הנובת משינוי כיוון המהירות. ב. (1) פועלים שני כוחות: -כוח המשיכה שמפעיל כדור הארץ -כוח נורמלי שמפעילה המסגרת אשר מחזיקה את המערכת "כיסא + ילד", ומאפשרת את תנועתה המעגלית.	(1) $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1u_1 + m_2u_2$ (1) $2v_1 = 2u_1 + 4 \cdot 1.25$ (1) $2v_1 = 2u_1 + 5$ בנוסף לכך מתקיים בהתנגשות אלסטית: (2) $v_1 - v_2 = -(u_1 - u_2)$ (2) $v_1 = -u_1 + 1.25$ ה. גרף 1 2012 שאלה 5 ב. $r = 0.0675\text{m}$ ג. הנקודה A מייצגת את התדירות בריבוע, ברגע בו הגוף על סף תנועה. $f^2 = 2.25\text{Hz}^2$ הנקודה B מייצגת את כוח החיכוך הסטטי מקסימלי: $f_{S\max} = 3 \cdot 10^{-2}\text{N}$ ד. צורת הגרף לא היתה משתנה, גם תחומי התדירות OA ו-AD לא היו משתנים. היו משתנים הערכים המספריים של כוח החיכוך הסטטי מקסימלי (כי הוא נמצא ביחס ישר לכוח הנורמלי, לכן הוא נמצא ביחס ישר למסה), ושל כוח החיכוך הקינטי (כי הוא נמצא ביחס ישר לכוח הנורמלי, לכן הוא נמצא ביחס ישר למסה). 2013 שאלה 1 א. המהירות הממוצעת של גוף בפרק זמן מסוים מוגדרת כמהירות הקבועה שהייתה מאפשרת לגוף לעבור את אותו העתק כולל באותו פרק זמן כמו בתנועה הנתונה. מחשבים אותה כיחס בין העתק הגוף בפרק הזמן המסוים לבין פרק הזמן. ב. המהירות הממוצעת של שתי הסירות שוות ג. תאוצת הסירה ב שלילית ד. $a = -0.1875\text{m/s}^2$ 2013 שאלה 2 א. היחידות של k הן: $\frac{\text{kg}}{\text{m}}$ ב. נפילה חופשית היא תנועת גוף בהשפעת כוח הכובד בלבד. ג. תנועת הגוף הנדון בשאלה אינה נפילה חופשית, כי בנוסף לכוח הכובד פועל כוח חיכוך עם האוויר. ד. $v = 20\text{m/s}$ 2013 שאלה 3 א. $v_0^2 = -2a\ell$ ב. מרחק הבלימה יגדל פי 4 ג. מרחק הבלימה יקטן פי 1.5 ד. המכונית נעצרת ולכן כל האנרגיה הקינטית, $168,750\text{J}$ הופכת לחום. ה. $\ell = 56.25\text{m}$ 2013 שאלה 4 ב. $\Delta p = 0.2\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$
--	---

כיוון הכוח			שם הכוח
בנקודה C	בנקודה B	בנקודה A	כוח הכובד
כלפי מטה	כלפי מטה	כלפי מטה	
כלפי מטה	אלכסון למעלה רביע ראשון	כלפי מעלה	כוח נורמלי
כלפי מטה	ימינה	כלפי מעלה	כוח שקול

ד. $50.916J$

ה. העבודה הכוללת הנעשת על מערכת זו היא אפס.

2014 שאלה 4

א. $v_B = 10m/s$

ב. לא, גודל המהירות בנקודה B אינו תלוי במסה

ג. $h_C = 9.5m$ ד. $N = 391.2N$ ה. $f = 456.6N$

2014 שאלה 5

א. $r_D = 23.46 \cdot 10^6 m$ (1)

(2) אי אפשר לחשב את רדיוס המסלול של הירח בתנועתו סביב כדור הארץ על פי הנתונים ועל פי חוקי קפלר, כי הירח של כדור הארץ והירחים של מאדים נעים סביב מרכזי כוחות שונים. החוק השלישי של קפלר עוסק בתנועת שני גרמי שמיים סביב אותו מרכז כוח (אותו כוכב או אותו כוכב לכת).

ב. $M_{mars} = 6.42 \cdot 10^{23} kg$ ג. $u = 0.3m/s$

ד. $t = 3.29s$

2015 שאלה 1

א. מהירות ממוצעת בקטע MN:

$\bar{v}_B = 60 km/h = 16.67 m/s$

ב. מהירות הממוצעת של משאית A בקטע MN גדולה מזו של משאית B.

ג. מהירות ממוצעת בקטע MP: $\bar{v}_A = 90 km/h$

ד. מהירות ממוצעת בקטע PN: $\bar{v}_A = 60 km/h$

ה. כן, יש רגע בו המהירויות של שתי המשאיות שוות.

2015 שאלה 2

ב. $a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$

ד. משמעות נקודת חיתוך עם הציר האנכי: התאוצה שהייתה לגוף אילו המישור המשופע היה חסר חיכוך משמעות נקודת חיתוך עם הציר האופקי: ערכו של מקדם החיכוך של הגוף עם המישור המשופע, המתאים למצב שבו הגוף נע במורד המישור המופע במהירות קבועה.

ה. $\alpha = 19.95^\circ$

2015 שאלה 3

א. האפשרות הנכונה היא (2). הכוח המיוצג ע"י הוריית המאזניים הוא הכוח הנורמלי המופעל על תמי ע"י המאזניים.

ב.

קטע	מצב המעלית
A	מנוחה
B	תנועה במהירות משתנה
C	תנועה קצובה
D	תנועה במהירות משתנה
E	מנוחה

ג.

קטע	תאוצת המעלית m/s^2
A	אפס
B	0.5
C	אפס
D	-0.5
E	אפס

ד. בקטע B ראינו כי תאוצת המעלית היא כלפי מטה. המעלית החלה את תנועתה ממנוחה, מכאן שהמעלית ירדה בקטע B והמשיכה לרדת עד שעצרה ברגע $t = 11s$.

2015 שאלה 4

א. (1) גודל התאוצה מרבי בנקודות 1 ו-5.

(2) גודל המהירות מרבי הנקודה 3.

ב. מתיחות החוט גדולה מכוח הכובד.

ג. $\sum F = \frac{2mgh}{L}$ ד. $t_1 = t_2$ ה. $\frac{D_1}{D_2} = \sqrt{2}$

2015 שאלה 5

א. $a_R = 8.66 m/s^2$

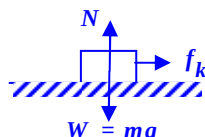
ב. היגד i נכון: תחנת החלל נעה במסלולה במהירות שגודלה קבוע.

ג. התאוצות של האסטרונאוטים ושל החללית שוות, לכן האסטרונאוטים מרחפים ביחס ללוויין.

ד. מספר הפעמים הנוספות שתחנת החלל עברה מעל הנקודה שמעל קו המשווה היא כ- 15.6 פעמים.

ה. כן, עבודת כוח הכבידה על תחנת החלל היא אפס כי בכל נקודה כוח הכבידה ניצב להעתק, לכן האנרגיה המכנית הכוללת של תחנת החלל נשמרת.

2016 שאלה 1



ב. $13m$ ג. $4m/s$

ד. $\mu = 0.0615$

ה. 4 - המהירות הממוצעת

2016 שאלה 2

א. הכוח השקול שפועל על סל A הוא קבוע, ולכן גורם לו לתאוצה קבועה לפי החוק השני ל ניוטון

$\sum F = ma$

ב. התלמידים הציבו את הנתונים בקשר $a = \frac{2h}{t^2}$, וכך

גילו את התאוצה.

ג. כן, ניתן לראות שבקירוב טוב התוצאות דומות עם סטייה קטנה של כ- 2% מהממוצע.

ה. $a = \frac{g}{m_A + m_B} (m_A - m_B)$

ו. $m_A + m_B = 1kg$

2016 שאלה 3

א. $v_B = \sqrt{2gR \sin \theta}$ ב. $a_R = 2g \sin \theta$

ג. $a_T = g \cos \theta$ ד. $\mu = 0.5$

ה. (1) גרף II - האנרגיה המכנית נשמרת

(2) גרף IV - האנרגיה המכנית קטנה בצורה פרבולית

2016 שאלה 4

א. התיבה נעה במהירות קבועה, אחר כך מאטה, מאיצה בכיוון הנגדי, ולבסוף ממשיכה בכיוון הנגדי במהירות קבועה.

ב. $M = 2\text{kg}$ ג. 800N בכיוון ימינה

ד. המתקף שפעל על כל גוף זהה בגודלו והפוך בכיוונו. שיפועי הגרפים מייצגים את תאוצות הגופים, ולכן סימני השיפועים מנוגדים. כמו כן, המסות שונות, ולכן גודל התאוצות שונה.

ו. $M' = 0.5\text{kg}$

2016 שאלה 5

א. גיים מפעיל על הכסא כוח השווה לכוח המשיכה, וטים לא מפעיל כלל כוח. לכן גיים מפעיל כוח גדול יותר.

ב. הכוח הצנטריפטלי גדל עם המהירות, ולכן גיים לוחץ פחות על המשקל.

ג. $R = 15.318 \times 10^6\text{m}$ ד. $M = 7.036 \times 10^{25}\text{kg}$

ה. $a = g^*$

2017 שאלה 1

א. גרף 1

ב. (1) גודל הרכיב האופקי נשאר קבוע.

(2) גודל התאוצה לא משתנה (g כלפי מטה).

ג. בציר $x: t=1.668\text{s}$; בציר $y: y=1.8\text{m}$

כאשר הכדור יהיה במרחק 11m הוא יהיה בגובה

1.8m שזה מתחת לגובה השער, ולכן יכנס

ד. לא. הכדור אומנם יעשה מרחק אופקי גדול יותר, אך אולי לא יעבור מתחת גובה השער.

2017 שאלה 2

א. כאשר $W=0$ אין כוח מושך, ולכן אין חיכוך.

ב. $\mu_s=0.5$; $\mu_k=0.3125$

ג. $a = 2.5\text{m/s}^2$ ד. המתיחות קטנה

2017 שאלה 3

א. התנע נשמר, כי פעלו רק כוחות פנמיים בין הגופים.

ב. האנרגיה נשמרה, כי כל האנרגיה של הכדור עברה לגופים.

ג. $u_B = -6\text{m/s}$; $u_A = 2\text{m/s}$

ד. בהתחלה: $E=0.6\text{J}$, בסוף $E=0.3\text{J}$, מכאן שהמדרון עם חיכוך.

ה. גרף I

2017 שאלה 7

א. תנועה שונת תאוצה כי הכוח משתנה.

ב. $T=0.314\text{s}$

ג. המהירות לכיוון O, התאוצה לכיוון O (בכיוון הכת)

ד. $a = 0$; $v = 0.5\text{m/s}$

ה. כן, בקצה המהירות מתאפסת אבל התאוצה מקסימלית.

2017 שאלה 8

א. $54R$ ב. $E_{Kmin}=0.98gRm$

ג. כדור הארץ מושך כל הזמן את הקליע אחרי נקודת שיווי המשקל הכוח שמפעיל הירח מתגבר על הכוח שמפעיל כדור הארץ.