

07.06.2018

מתכונת בפיזיקה תשע"ח
מורים: בוריס באום, אורן גילת
גרסה 1.140

שם _____



מכניקה					
1	2	3	4	5	6

השאלות עליהן ענית:

תוספת זמן ☐

מתכונת בפיזיקה תשע"ח

מכניקה

עליכם לענות על 3 מתוך 6 השאלות. כל שאלה מזכה ב-33 נקודות. נקודה נוספת תנתן על הגשה מסודרת.

משך הבחינה: שתיים וחצי (1:45 דקות). תוספת זמן 27 דקות (סה"כ 2:12).

חומר עזר מותר: מחשבון מדעי, דף נוסחאות לבגרות.

קראו היטב את השאלות, וענו עליהן על דפי התשובות באופן ברור ומסודר. יש להתחיל כך שאלה בעמוד נפרד! הכתיבה בעט

והשרטוטים בעפרון (ובעזרת סרגל). בחישובכם השתמשו בערך 10 m/s^2 עבור תאוצת הנפילה החופשית.

יש לנמק כל תשובה וכל שימוש במשוואה.

בהצלחה!

שאלה 1

מבצעים ניסוי באמצעות מסילה משופעת AG ותיבה שמסתה $m=0.1 \text{ kg}$. גובה הנקודה A הוא $H_1=2.3 \text{ m}$, הנקודות B , C ו- D

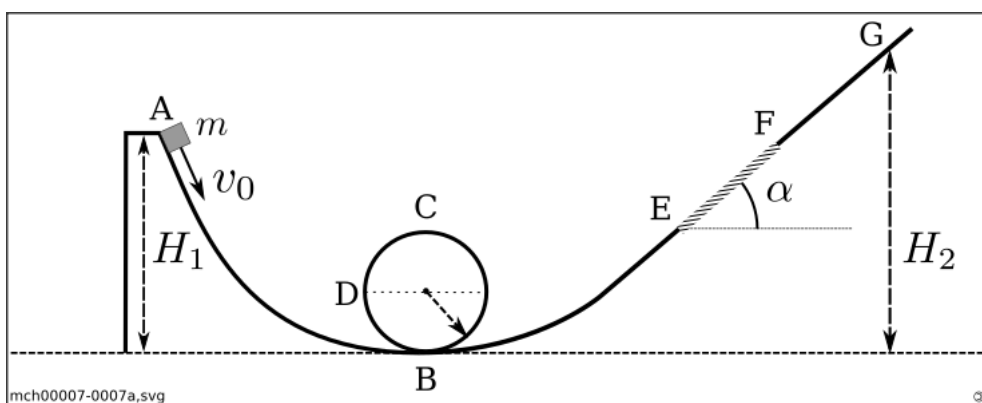
של המסילה הן חלק ממעגל אנכי שרדיוסו $R=0.6 \text{ m}$, והקטע EG הוא ישר שיוצר זווית $\alpha=41^\circ$ עם האופק, ראו תרשים.

המסילה עליה מחליקה התיבה היא חסרת חיכוך עם התיבה פרט לקטע EF שאורכו 0.8 m ובו מקדם החיכוך בין המסילה לתיבה

הוא $\mu=0.5$.

התיבה נהדפת מהנקודה A במהירות התחלתית v_0 והיא נעה על המסילה עד שהיא נעצר רגעית בנקודה G הנמצאת בגובה

$H_2=2.5 \text{ m}$ מעל תחתית המסלול.



א. מצאו את: (13 נק')

i. האנרגיה הכוללת של התיבה בנקודה G ביחס לתחתית המסילה.

ii. עבודת כוח החיכוך בקטע EF .

iii. מהירות ההתחלתית v_0 של התיבה.

ב. מצאו את הכוח שמפעילה התיבה על המסילה המעגלית בנקודה B . (6 נק')

ג. בניסוי אחר התיבה שוחררה ממנוחה מהנקודה A . (14 נק')

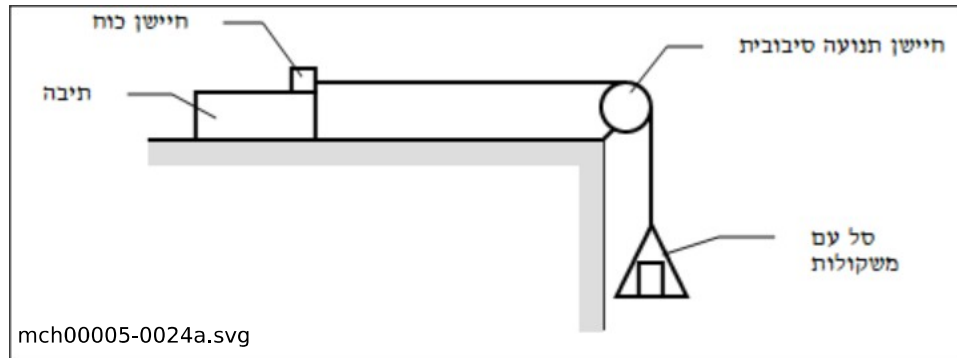
i. מהו הגובה המזערי (מינימלי) שממנו יש לשחרר את התיבה על מנת שתבצע סיבוב שלם בקטע המעגלי של המסלול.

ii. מהן שתי האפשרויות להמשך תנועת התיבה, אם הגובה יהיה קטן מהגובה שחישיבתם בסעיף הקודם. נמקו תשובתכם ללא

חישוב.

שאלה 2

תלמיד עושה ניסוי לאישוש החוק השני של ניוטון. במערכת הניסוי (ראו תרשים) תיבה מלבנית עליה מותקן חיישן כוח, סל המחובר בחוט לחיישן הכוח, חיישן תנועה סיבובית, משקולות, מסילה אופקית. החוט כרוך סביב הגלגלת של חיישן התנועה הסיבובית. חיישן הכוח מודד את גודל מתיחות החוט וחיישן התנועה הסיבובית מודד את התאוצה. **החיכוך בין התיבה למסילה אינו זניח.**



התלמיד עשה 5 מדידות, כאשר בכל מדידה הוא שינה את מספר המשקולות בסל.

תוצאות המדידות מרוכזות בטבלה הבאה:

1.27	1.10	0.94	0.77	0.60	גודל מתיחות החוט $T(N)$
1.14	0.86	0.58	0.30	0.02	תאוצת המערכת $a(m/s^2)$

א. התייחסו לתיבה עם חיישן הכוח כאל גוף אחד ושרטטו את תרשים כל הכוחות הפועלים על גוף זה. רשמו את שמו של כל כוח ואיזה גוף מפעיל אותו. (5 נק')

ב. פתחו ביטוי לתאוצת המערכת, a , כפונקציה של מתיחות החוט, T , מסת התיבה יחד עם חיישן הכוח, m , מקדם החיכוך בין התיבה למסילה, μ , ותאוצת הנפילה החופשית, g . (5 נק')

ג. שרטטו גרף המתאר את התאוצה כפונקציה של גודל מתיחות החוט. סמנו בגרף את נקודות החיתוך עם שני הצירים. (5 נק')

ד. חשבו על פי הגרף ששרטטתם את: (8 נק')

i. מסת התיבה, m .

ii. מקדם החיכוך הקינטי μ בין התיבה לבין המסילה.

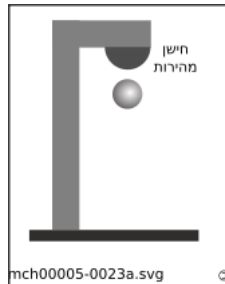
ה. התלמיד החל בביצוע ניסוי נוסף שבו הורה מד הכוח על מתיחות של $2N$. התלמיד לא סיים את הניסוי מאחר וחצי שנייה לאחר

תחילת הניסוי (תחילת תנועתה של התיבה) נקרע החוט. בהנחה שהשולחן מספיק ארוך כך שהתיבה לא תיפול לפני עצירתה,

מצאו באיזה מרחק מנקודת **הקריעה** תיעצר התיבה? (8 נק')

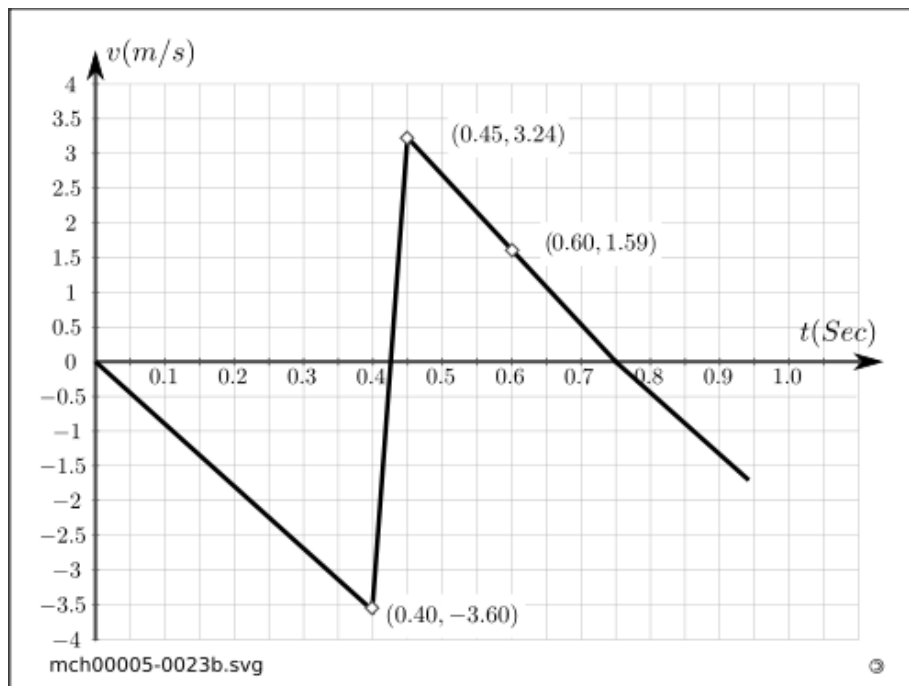
שאלה 3

קבוצת תלמידים ביצעה ניסוי מעבדה. התלמידים השתמשו בחיישן מהירות שהותקן על קן כך שיוכל למדוד את מהירותם של עצמים הנמצאים בינו לבין השולחן. בניסוי שיחררו התלמידים ממנו כדור טניס שמסתו 100 gr שנפל אל הריצפה וניתר ממנה מספר פעמים (ראו תרשים א').



תרשים א'

לפניכם חלק מגרף מהירות כפונקציה של הזמן שנמדד על ידי חיישן המהירות.

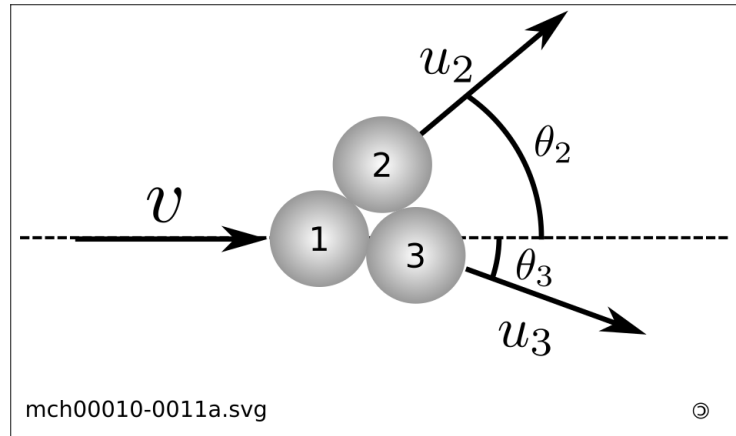


תרשים ב'

- א. היעזרו בנתונים שבגרף וקבעו עבור כל אחד מקטעי התנועה האם הכדור נע כלפי מעלה, נע כלפי מטה או שהוא במהלך התנגשותו עם הרצפה. נמקו תשובתכם. (5 נק')
- ב. חשבו את גודל התאוצה של הכדור בזמן הירידה, a_1 , ואת גודל התאוצה של הכדור בזמן העלייה, a_2 . (6 נק')
- ג. רשמו את **משוואות** התנועה (חוק שני של ניוטון) של הכדור בתנועתו באוויר, בנפרד לעלייה ולירידה, בהנחה שהכוח שמפעיל האוויר על הכדור קבוע בגודלו במשך כל זמן תנועת הכדור. (8 נק')
- ד. חשבו את: (8 נק')
 - i. תאוצת הנפילה החופשית שהתקבלה בניסוי,
 - ii. גודל הכוח שמפעיל האוויר על הכדור.
- ה. קבעו, בעזרת הגרף, האם התנגשות הכדור עם הרצפה הייתה אלסטית? הסבירו את קביעתכם. (6 נק')

שאלה 4

בתחרות ביליארד לפיזיקאים צעירים משגר תלמיד כדור ביליארד שמספרו 1 במהירות $v = 10 \text{ m/s}$. הכדור מתנגש בזמנית בשני כדורים זהים ונחים. בעקבות ההתנגשות נעצר כדור מספר 1, והכדורים 2 ו-3 נעים בזוויות $\theta_2 = 40^\circ$ ו- $\theta_3 = 20^\circ$, בהתאמה. הזווית נמדדת ביחס לכיוון התנועה המקורי של כדור 1 ומסות כל הכדורים זהות ושוות ל- 150 gr . (ראו תרשים א').



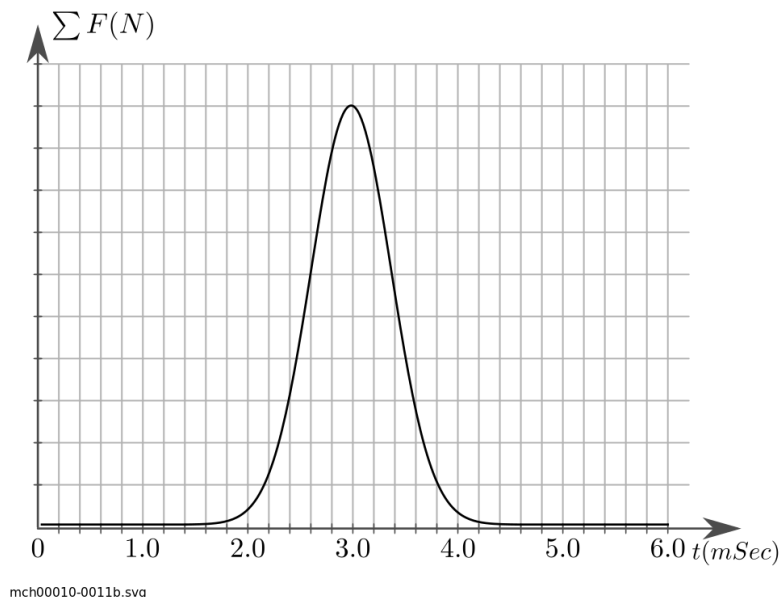
תרשים א'

הנחו כי שולחן הביליארד הוא חלק.

א. חשבו את גדלי המהירויות u_2 ו- u_3 . (12 נק')

ב. מהו המתקף (גודל וכיוון) שפעל על כדור מספר 1? (5 נק')

בגרף שבתרשים ב' מתואר גודל הכוח השקול שפעל על כדור מספר 1 כתלות בזמן. שימו לב: הזמן נתון ביחידות של **מילישניות** (mSec). תלמיד מצא שהשטח הכלוא בין הגרף לציר הזמן כולל 50 משבצות קטנות. ערכי השנתות בציר האנכי נמחקו מהגרף.



תרשים ב'

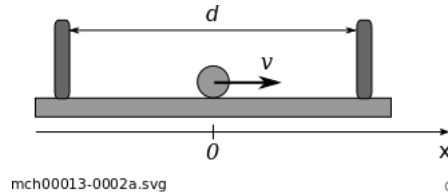
ג. מהו הערך המתאים לגובהה כל משבצת? פרטו שיקוליםכם. (6 נק')

נניח שמשך זמן פעולת הכוח על הכדורים 2 ו-3 זהה לזמן פעולת הכוח שפעל על כדור 1.

ד. העתיקו את הגרף בצורה מקורבת לדף הבחינה, הוסיפו את השנתות החסרות בציר האנכי ושרטטו את הכוח הממוצע הפועל על שני הכדורים רק במהלך ההתנגשות. פרטו שיקולכם. (10 נק')

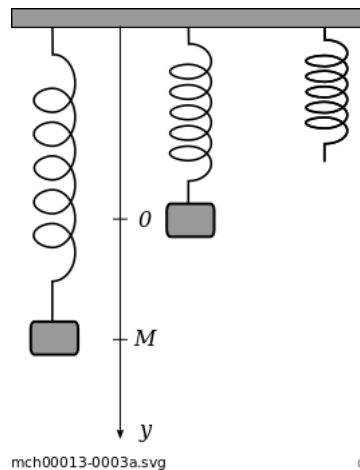
שאלה 5

כדור קטן שמסתו m נמצא במנוחה על משטח אופקי חלק. המשטח האופקי מוגבל בין שני קירות אנכיים. הכדור נמצא באמצע המרחק בין הקירות ($x=0$), ראו תרשים א'. המרחק בין הקירות הוא $d=4\text{ m}$. מקנים לכדור מהירות התחלתית $V_0=1\text{ m/s}$ ימינה בכיוון ציר- x החיובי. בתשובתכם אל תתייחסו למהלך ההתנגשות של הכדור עם הקירות מאחר וההתנגשות קצרה מאד ביחס לתנועת הכדור בין הקירות והכדור אינו מאבד בה אנרגיה.



תרשים א'

- האם תנועת הכדור בין הקירות היא תנועה מחזורית? אם כן-חשבו את זמן המחזור של התנועה. אם לא-הסברו מדוע לא. (5 נק')
- הגדירו תנועה הרמונית פשוטה. (3 נק')
- האם תנועת הכדור היא תנועה הרמונית פשוטה? נמקו. (4 נק')
- קצה עליון של קפיץ קשור לתקרה, ולקצה התחתון קשורה משקולת שמסתה 0.6 kg במצב זה הקפיץ מתארך ב- 15 cm ביחס לאורכו במצב רפוי והמשקולת נמצאת בנקודה O , ראו תרשים ב'.



תרשים ב'

- תלמיד משך את המשקולת 10 cm כלפי מטה, מנקודה O לנקודה M ושחרר את המשקולת ממנוחה. מסת הקפיץ ניתנת להזנחה.
 - מצאו את קבועה הכוח של הקפיץ? (4 נק')
 - חשבו את זמן מחזור התנועה. (4 נק')
 - מהו הכוח השקול (גודל וכיוון) הפועל על המשקולת בנקודה M ? (4 נק')
 - מהי מהירות המשקולת בנקודה O ? (5 נק')
 - שרטטו גרף מהירות כתלות בזמן וגרף תאוצה כתלות בזמן במשך שני מחזורים ראשונים של התנועה. נמקו שיקולכם. (4 נק')

שאלה 6

אורנוס, כוכב הלכת השישי במערכת השמש תועד לראשונה בשנת 1690 על ידי האסטרונום הבריטי ג'והן פלמסטייד שחשב בטעות שאורנוס הוא כוכב שבת. בשנת 1781 סר פרדריק ויליאם הרשל, אסטרונום בריטי נוסף, הגיע למסקנה שאורנוס הוא שביט השייך למערכת השמש. רק שנתיים לאחר מכן ב-1783 זוהה אורנוס סופית על ידי האסטרונום הרוסי לקסל ככוכב לכת במערכת השמש. הסיבה העיקרית לכך שאורנוס נחשב במשך שנים לכוכב שבת הוא זמן המחזור הארוך מאד שלו, כ-84 שנות ארץ, ולכן נדרשו תצפיות מאד מדויקות על מנת שתובחן תנועתו.

הנקודות A ו-B שבתרשים משמאל מציינות את מיקום כוכב הלכת אורנוס כפי שנצפו עם השנים על ידי אסטרונומים שונים. פרק הזמן בין שני המיקומים הוא 25 שנה.

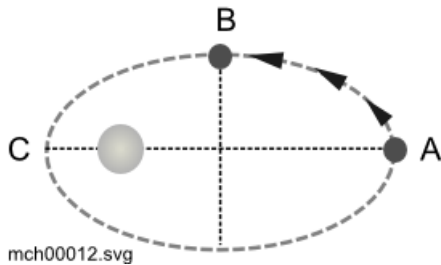
א. העתיקו את התרשים למחברתכם, סמנו את הגדלים **ופרטו שיקולכם** עבור (5 נק'):

i. וקטור המהירות של אורנוס בכל אחת מהנקודות A ו-B. התייחסו **לגודלם היחסי**

ולכונן הווקטורים.

ii. וקטור הכוח השקול הפועל על אורנוס בנקודה A.

iii. וקטור התאוצה של אורנוס בנקודה B.



תרשים א'

ב. C היא נקודת הפרהליון של אורנוס (פרהליון – הנקודה על הציר האופקי הקרובה ביותר לשמש). האם ימצא אורנוס לאחר 25

שנים נוספות לפני, אחרי או בנקודה C עצמה? נמקו תשובתכם. (3 נק')

בתצפיות אסטרונומיות מאוחרות יותר התגלה כי לאורנוס 27 ירחים. בטבלה הבאה מובאים רדיוסי המסלול וזמני המחזור של ארבעה מתוכם.

שם הירח	רדיוס סיבוב ממוצע ($\times 10^6 \text{ km}$)	זמן מחזור (days)
אוברון	0.582648	13.4
אריאל	0.191260	2.52
מירנדה	0.129872	1.41
פוק	0.086004	0.76

ג. הראו עבור שלושה מבין הירחים של אורנוס שהם מקיימים את החוק

השלישי של קפלר. (6 נק')

ד. על סמך נתוני **אחד** הירחים של אורנוס, חשבו מהי מסתו של כוכב הלכת.

הניחו שכל הירחים נעים סביב אורנוס במסלולים מעגליים. (7 נק')

הבנת תנועתם של כוכבי הלכת סביב השמש עברה במהלך ההיסטוריה שינויים רבים. מדענים שונים כדוגמת תלמי, קופרניקוס, טיכו ברהה, קפלר, גלילאו וניוטון פיתחו תאוריות שונות לתיאור תנועה זו.

ה. בהתייחס לתאוריות אלו ענו **בקצרה** (משפט אחד או שניים) (6 נק'):

i. מהו ההבדל העיקרי בין המודל של תלמי למודל של קופרניקוס.

ii. על פי המודל של קופרניקוס כוכבי הלכת נעים סביב השמש במסלולים מעגליים, מה חידש קפלר במודל שלו ביחס למודל של

קופרניקוס?

בעת המודרנית המחקר של אורנוס נמשך באמצעות מספר גשושיות ששוגרו לעברו ואספו מידע רב אודות האטמוספירה של כוכב

הלכת. אחת מגשושיות אלו היא וויאג'ר (Voyager) שב-24 בינואר 1986 עברה במרחק $81,500 \text{ km}$ מעל לכוכב הלכת.

הגשושית לא נכנסה למסלול לווייני סביב אורנוס והמשיכה בדרכה לעבר החלקים החיצוניים של מערכת השמש.

ו. **ניח שהגשושית הייתה נכנסת למסלול מעגלי סביב אורנוס בגובה $81,500 \text{ km}$** . חשבו מהי המהירות המזערית (מינימלית)

שצריך היה להקנות לוויאג'ר במסלולה על מנת שתתנתק ממנו ותמשיך במסעה? נמקו שיקולכם. (6 נק')