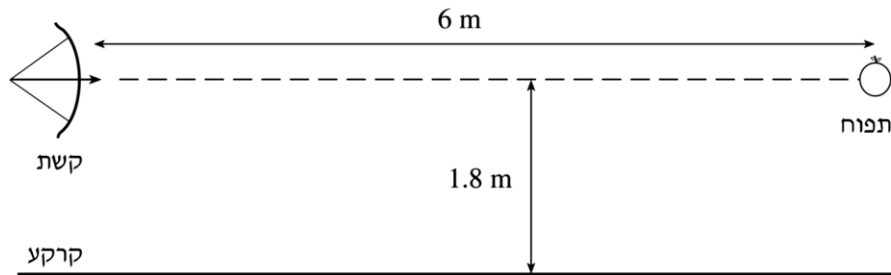


בגרות במכניקה - 2004

עליך לענות על שלוש מהשאלות 1–5 (לכל שאלה $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

1.

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



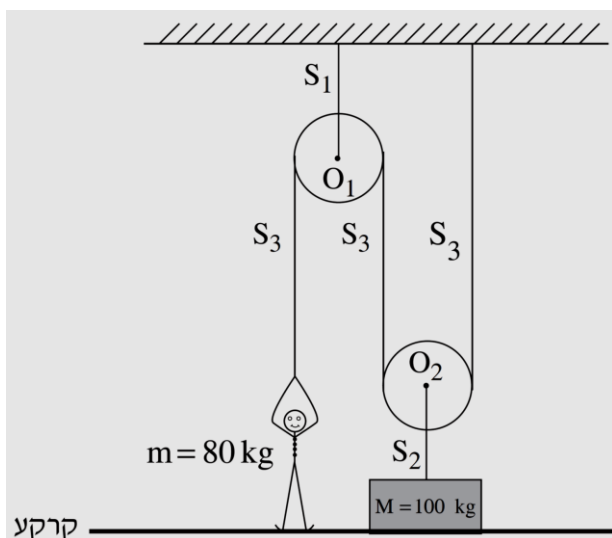
ברגע $t=0$ החץ נורה מן הקשת במהירות (אופקית) שגודלה 20 m/s , ובדינמית שוחרר התפוח (ממנוחה). הזנח את השפעת האוויר על תנועת החץ ועל תנועת התפוח, והתייחס לחץ ולתפוח כאל גופים נקודתיים.

- הראה כי החץ עובר את המרחק האופקי מן הקשת עד לתפוח לפני שהתפוח פוגע בקרקע. (7 נקודות)
- הסבר מדוע החץ פוגע בתפוח (תוכל להסביר במילים או בעזרת נוסחאות). (10 נקודות)
- חשב את המהירות (גודל וכיוון) שבה החץ פוגע בתפוח. (8 נקודות)

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. ($8\frac{1}{3}$ נקודות)

2.

בתרשים שלפניך מוצגת מערכת מכנית, הכוללת: גלגלת ניחת 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:

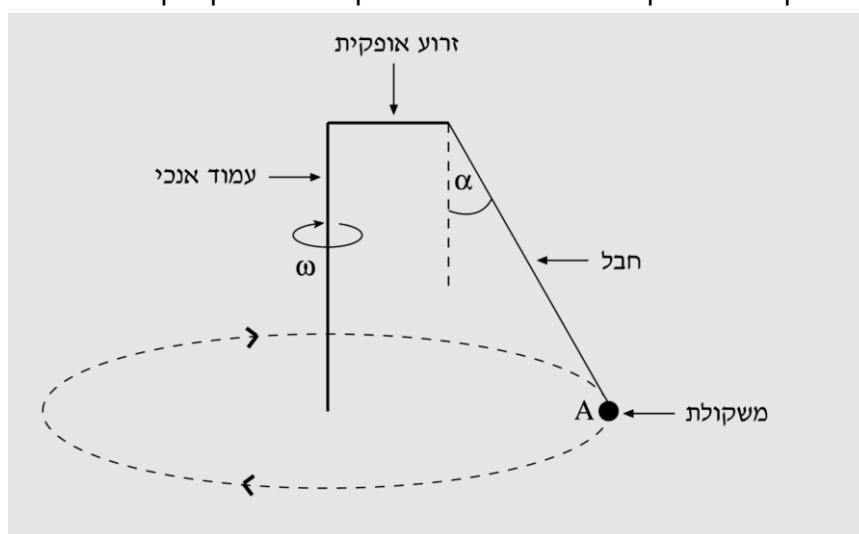
(1) הגודל של הכוח שהאדם מפעיל על הקרקע. (5 נקודות)

(2) מתיחות החוט S_2 . (5 נקודות)

- 3) הגודל של הכוח שהמשקולת מפעילה על הקרקע. (5 נקודות)
- ב. חשב את הכוח הקטן ביותר שבו האדם צריך למשוך בקצה החוט S_3 , כדי שהמשקולת לא תפעיל כוח על הקרקע. (5 נקודות)
- 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. (3 נקודות)
- 2) האם במצב זה המשקולת מואצת? אם לא - נמק; אם כן - חשב את תאוצתה. ($10\frac{1}{3}$ נקודות)

3.

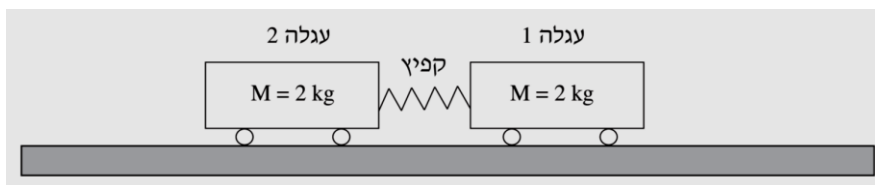
בתרשים שלפניך מתואר עמוד אנכי שיוצאת ממנו זרוע אופקית. לקצה הזרוע קשור חבל שמסתו ניתנת להזנחה, ולקצה החבל קשורה משקולת. התייחס אל המשקולת כאל גוף נקודתי.



- 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. (6 נקודות)
- ב. האם הכוח השקול הפועל על המשקולת שווה לאפס? אם כן - הסבר מדוע; אם לא - ציין מהו כיוון פעולתו. (5 נקודות)
- ג. ציין מהו הכיוון של מהירות המשקולת ברגע שהיא חולפת בנקודה A (ראה תרשים). (5 נקודות)
- ד. בטא, באמצעות נתוני השאלה (ω ו- α), את רדיוס המסלול המעגלי של המשקולת. (12 נקודות)
- ה. מה צריך להיות גודל הזווית α כדי שתאוצת המשקולת תהיה שווה בגודלה לתאוצת הנפילה החופשית, g . ($5\frac{1}{3}$ נקודות)

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.



א. איזה (אילו) מבין ששת הגדלים v_i -ים הרשומים להלן נשמר(ים) במהלך תנועת העגלות, מן "המצב ההתחלתי" עד למצב שבו העגלות אינן במגע עם הקפיץ? (9 נקודות)

- (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.

במדידה נמצא כי גודל המהירות של עגלה 1, לאחר התנתקותה מן הקפיץ, הוא $v_1 = 0.2\text{ m/s}$.

ב. מהו גודל המהירות של עגלה 2, לאחר התנתקותה מן הקפיץ? נמק. (4 נקודות)

ג. חשב את האנרגיה הקינטית הכוללת של העגלות, לאחר התנתקותן מן הקפיץ. (4 נקודות)

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).

ד. חשב את היחס בין גודל המהירות של עגלה 2 ובין גודל המהירות של עגלה 1, לאחר התנתקות העגלות מן הקפיץ. (6 נקודות)

ה. חשב את גודל המהירות של עגלה 2, לאחר התנתקות העגלות מן הקפיץ. ($10\frac{1}{3}$ נקודות)

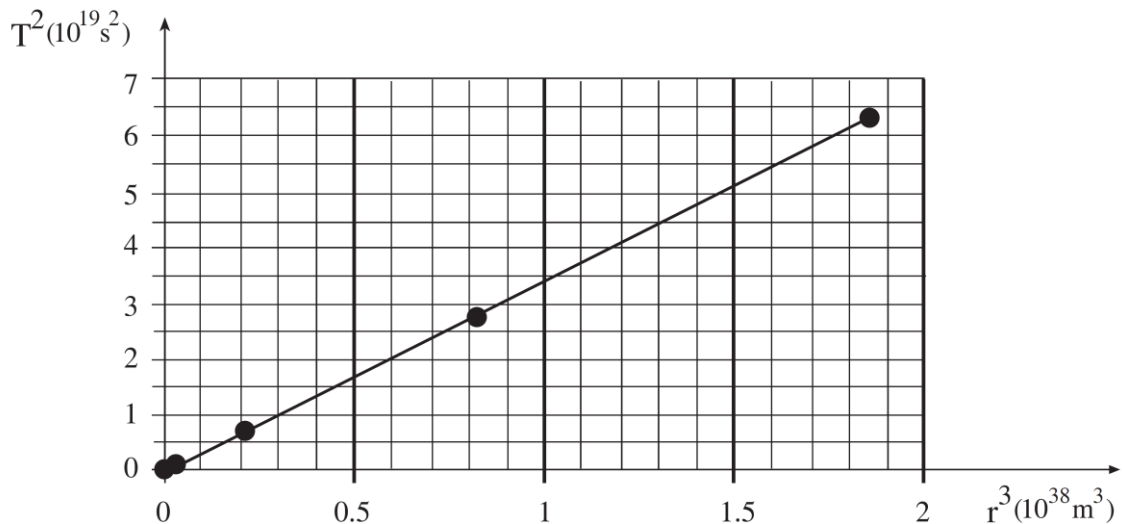
5.

א. פתח את החוק השלישי של קפלר (בנוגע למסלולים מעגליים) על פי חוק הגרוויטציה של ניוטון. (10 נקודות)

ב. התרשים שלפניך מציג גרף של T^2 (ביחידות s^2) כפונקציה של r^3 (ביחידות m^3) עבור 5 כוכבי לכת.

T - משך הזמן שבו כוכב לכת מקיף את השמש.

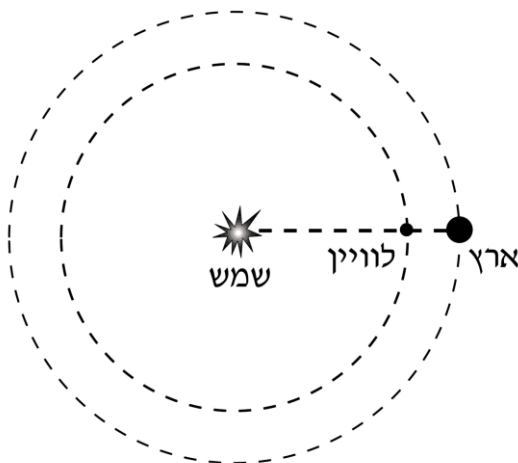
r - מרחק כוכב הלכת ממרכז השמש.



(1) חשב את שיפוע הגרף. (5 נקודות)

(2) חשב בעזרת שיפוע הגרף את מסת השמש. (5 נקודות)

ג. לווין, שנבנה לצורך תצפיות על השמש, נע במסלול מעגלי סביב השמש. הלוויין נמצא כל הזמן על הקו המחבר את השמש לארץ, כמתואר בתרשים. הנח שגם (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. (8 נקודות)

הערה: אין צורך לפתור את המשוואה.

ד. כדור הארץ והלוויין נעים בזמני מחזור זהים, אך רדיוסי המסלולים שלהם שונים. מכאן נובע הלוויין אינו מקיים (ביחס לשמש) את החוק השלישי של קפלר למסלולים מעגליים. מהי הסיבה הפיזיקלית לאי קיום חוק זה? (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)