



|           |  |
|-----------|--|
| שם התלמיד |  |
| ביה"ס     |  |

## מבחן בפיזיקה במתכונת מבחן בגרות

מכניקה

קיץ תשע"ח 2018

### הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה ושלושה רבעים (105 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה:  
בשאלון זה שש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.  
לכל שאלה  $33\frac{1}{3}$  נקודות;  $100 = 33\frac{1}{3} \times 3$  נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון  
(2) נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורפים לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:  
(1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.  
(התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברות הבחינה).  
(2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן.  
כאשר אתה משתמש בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, כתוב במילים פירוש הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאות שקיבלת ביחידות המתאימות. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי רישום יחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.  
(3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם. במידת הצורך אפשר להשתמש גם בנתונים בסיסיים כגון תאוצת הנפילה החופשית  $g$  או קבוע הכבידה העולמי  $G$ .  
(4) בחישובך השתמש בערך של  $10m/s^2$  עבור תאוצת הנפילה החופשית.  
(5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

**ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.**

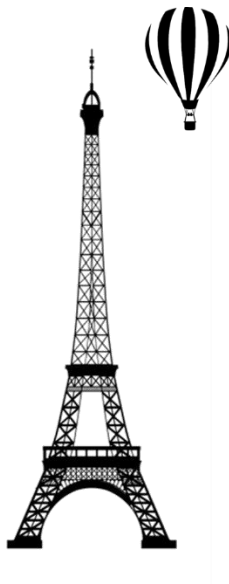
**בהצלחה!**

| מס' שאלה | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | סה"כ |
|----------|---|---|---|---|---|---|------|
| ניקוד    |   |   |   |   |   |   |      |

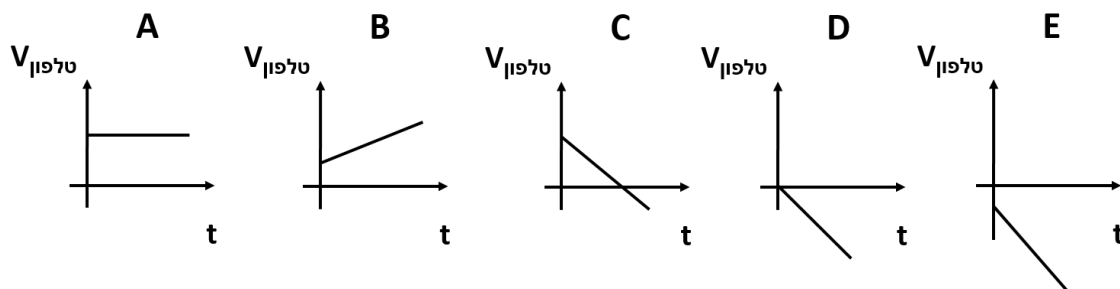


## שאלה 1

כדור פורח, שמשמש כאטרקציה לתיירים ליד מגדל אייפל, נסק כלפי מעלה במהירות קבועה של  $10\text{ m/s}$ . בדיוק ברגע בו חלף הבלון על פני קצהו של המגדל נשמט הטלפון הנייד מידידו של אחד התיירים שבכדור. הטלפון פגע בקרקע  $9.1$  שניות לאחר שחרורו.



- תאר במילים את תנועתו של הטלפון מרגע השחרור ועד פגיעתו בקרקע, כפי שנראת לצופה על הקרקע.  $[5\frac{1}{3}\text{ נק']$
- חשב את גובהו של מגדל אייפל.  $[6\text{ נק']$
- נתונים חמישה גרפים, A-E, המתארים את מהירות הטלפון כתלות בזמן. בהנחה שהכיוון החיובי של ציר המקום נבחר **כלפי מעלה**, איזה מהגרפים הבאים הוא המתאים ביותר. נמק את תשובתיך.  $[6\text{ נק']}$



[המשך בעמוד הבא]

על הכדור הפורח המתואר בתחילת השאלה פועלים שלושה כוחות :

- (1) משקלו, הפרופורציוני למסתו  $W = mg$ .
- (2) כוח עילוי, הפרופורציוני לנפחו,  $V$ , והמכוון כלפי מעלה :  $F_{\text{עילוי}} = k \cdot V$ .
- (3) כוח גרר – חיכוך עם האוויר – הפרופורציוני למהירות הכדור באוויר,  $v$  :  
 $F_{\text{גרר}} = \alpha \cdot v$

ד. נתון תרשים של שניים מהכוחות הפועלים על הכדור הפורח בתנאים המתוארים בראש השאלה. העתק את התרשים והוסף עליו את הכוח השלישי. [5 נק']



- ה. מי משלושת הכוחות הוא הגדול ביותר במצב המתואר בשאלה? נמק. [5 נק']
- ו. מפעיל הכדור הפורח מפיל שק חול כבד מהכדור הפורח החוצה, והכדור מתחיל להאיץ ישירות למעלה.
1. הסבר מדוע.
2. שרטט גרף איכותי של מהירות הכדור הפורח כתלות בזמן מרגע הפלת השק ואילך, כפי שנראית לצופה מן הקרקע. הסבר את שיקולך.

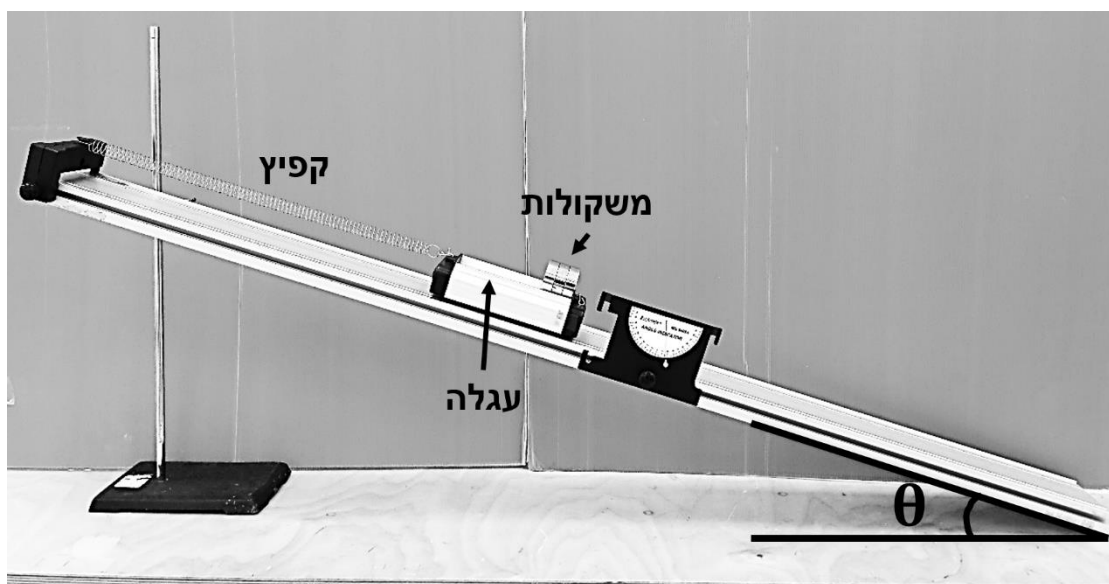
[6 נק']

## שאלה 2

תמונה 1 מציגה מערכת ניסיונית במש/ר. עגלה, שמסתה  $M_0$  לא ידועה, הונחה על מסילה משופעת, ונקשרה לקצה העליון של המסילה בעזרת קפיץ.

על העגלה הונחו משקולות בנות 100 גרם, אחת נוספת בכל פעם. כשהתנודות במערכת הפסיקו, והעגלה התייצבה במקומה, נמדד אורכו המלא של הקפיץ,  $L$ .

ניתן להזניח את החיכוך במערכת.

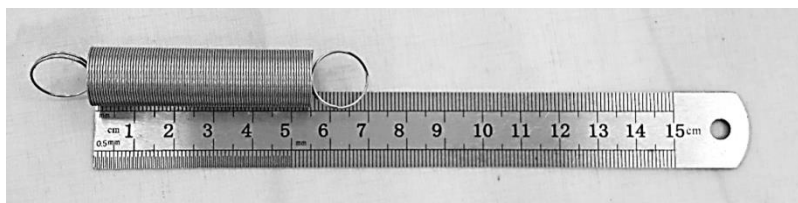


תמונה 1

זווית השיפוע של המדרון, כפי שניתן לראות בתמונה 1, היא  $\theta = 17^\circ$ .

אורכו הרפוי של הקפיץ,  $L_0$ , נמדד ונמצא שווה ל 5.5 ס"מ (ראה תמונה 2).

ערך תאוצת הנפילה החופשית בשאלה זו הוא  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ .



תמונה 2

[המשך בעמוד הבא]

תוצאות המדידות מובאות בטבלה הבאה :

| מסת המשקולות $m(kg)$ | אורך הקפיץ $L(m)$ |
|----------------------|-------------------|
| 0.1                  | 0.289             |
| 0.3                  | 0.369             |
| 0.4                  | 0.409             |
| 0.6                  | 0.484             |
| 0.7                  | 0.524             |

- א. שרטט גרף של אורך הקפיץ כתלות במסת המשקולות שהוספו לעגלה. [4 נק']  
 ב. שרטט תרשים כוחות על העגלה, במצב בו היא מועמסת במשקולות שמסתן  $m$  (העגלה במנוחה). הנח כי החיכוך בין העגלה למסילה זניח. [4 נק']  
 ג. הראה כי הקשר התיאורטי בין אורך הקפיץ  $L$  למסת המשקולות  $m$  נתון על ידי :

$$L = \frac{g \sin \theta}{k} m + \frac{g \sin \theta}{k} M_0 + L_0$$

[7 נק']

- ד. מצא, על סמך הגרף, הנתונים והביטוי שקיבלת בסעיף הקודם את :

- קבוע הקפיץ. [4 נק']
- מסת העגלה. [4 נק']

פרט את שיקולך.

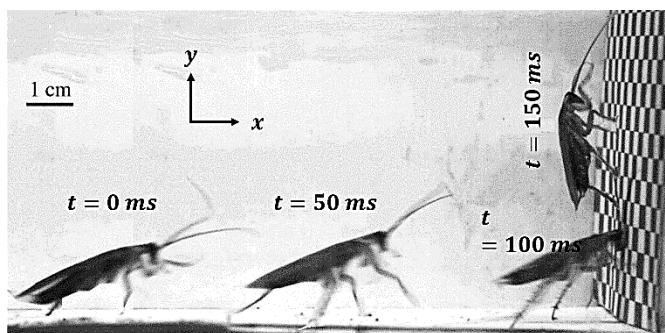
- ה. ניסוי נוסף במערכת מתחיל כשהעגלה מועמסת ב-7 משקולות ונמצאת במנוחה על המסילה המשופעת (הקפיץ מתוח). אוחזים בעגלה כך שלא תזוז ממקומה. מסירים 4 משקולות וברגע  $t=0$  משחררים את העגלה. כתוצאה היא מתחילה להאיץ.

- הסבר מדוע מאיצה העגלה.  $\left[3\frac{1}{3} \text{ נק'}\right]$
- חשב את תאוצתה של העגלה ברגע  $t=0$ . [7 נק']

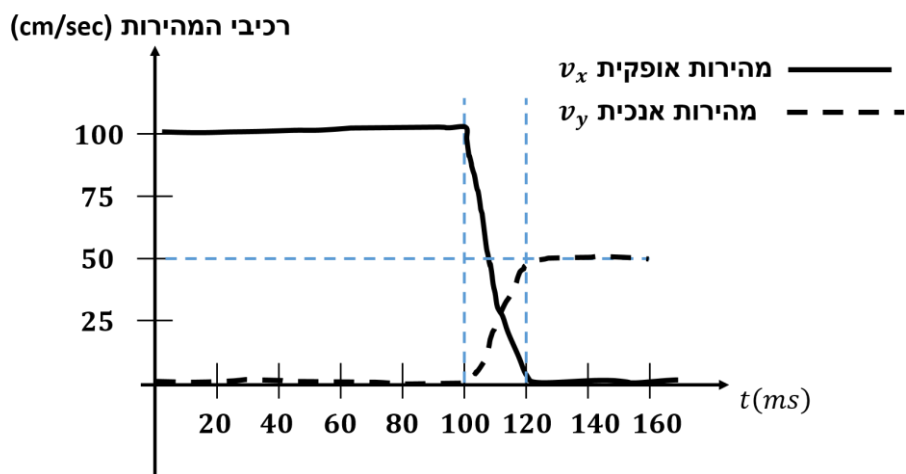
### שאלה 3

פעמים רבות פונים מדענים מתחום הרובוטיקה לחקר תנועה של בעלי חיים על מנת ללמוד ממנה דרכים טובות יותר לתכנון. באחד ממחקרים אלה בדקו את התנועה של תיקנים (גיוקים) שרצים, נפגשים בקיר ומטפסים עליו. במחקר התגלה שהתיקנים מתנגשים בכל הכוח בקיר ומשתמשים בהתנגשות ובצורת גופם כדי להסתובב ב-90 מעלות ולעבור מכיוון ריצה אופקי לאנכי.

הנה תמונה וגרף המתארים את תוצאות אחד הניסויים (הגרף מעובד מתוצאות הניסוי):



הגרף מציג את רכיבי מהירות התיקן כפונקציה של הזמן. על גבי הגרף מופיעים התוצאות גם של המהירות האופקית בציר x (קו רציף) וגם של המהירות האנכית בציר y (קו מקווקו).



מסת התיקן 0.7 גרם.

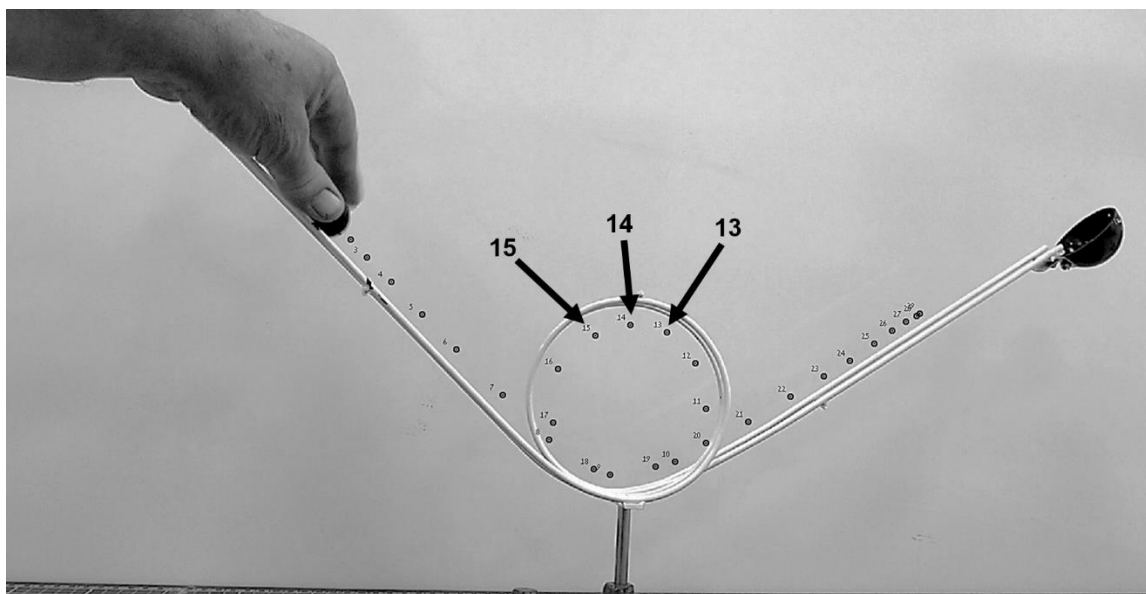
- התבונן בגרף המצורף ותאר במילים את תנועת התיקן. התייחס לכיוונים ולאופי התנועה (קצובה, מואצת וכדומה). [6 נק']
- חשב את מתקף הכוח השקול,  $\vec{J}_{\Sigma F}$ , שפעל על התיקן במהלך שינוי הכיוון שלו (גודל וכיוון). [7 נק']
- מהו הכוח השקול הממוצע שפעל על התיקן בזמן זה? [7 נק']
- מהו המתקף (גודל וכיוון) שהפעיל **כוח הכובד** על התיקן בזמן זה? [7 נק']
- האם במהלך התנועה של התיקן יש רגע בו האנרגיה הקינטית שלו מתאפסת? נמק.  $6 \frac{1}{3}$  נק']

#### שאלה 4

'Loop-the-loop' היא הדגמה של תנועת כדור על מסילה אנכית. משחררים כדור מנקודה כלשהי על המסילה. הכדור מאיץ מטה, נכנס למעגל אנכי, ואם מהירותו גבוהה מספיק הוא מצליח להשלים את המעגל כולו מבלי להתנתק מהמסילה.

הצילום המצורף מתאר מסילה הנמצאת במשך, ואת עקבות תנועתו של כדור עליה. התנועה נותחה בעזרת תוכנת טראקר. העקבות סומנו כל פעם במרכזו של הכדור. ציר ה- $x$  מכוון ימינה, וציר ה- $y$  מכוון מעלה.

ראשית הצירים נמצאת בנקודה הנמוכה ביותר של המסילה.



נתונים :

רדיוס המסילה הוא 5.75 ס"מ.

רדיוס הכדור הוא 1.25 ס"מ.

מסת הכדור היא 9.2 גרם.

**גודל תאוצת הנפילה החופשית היא 9.8 מטרים לשנייה בריבוע.**

א. בהנחה שניתן להתייחס למסתו של הכדור כאילו היא מרוכזת כולה במרכזו – מהו רדיוס תנועתו במעגל האנכי? [4 נק']

[המשך בעמוד הבא]

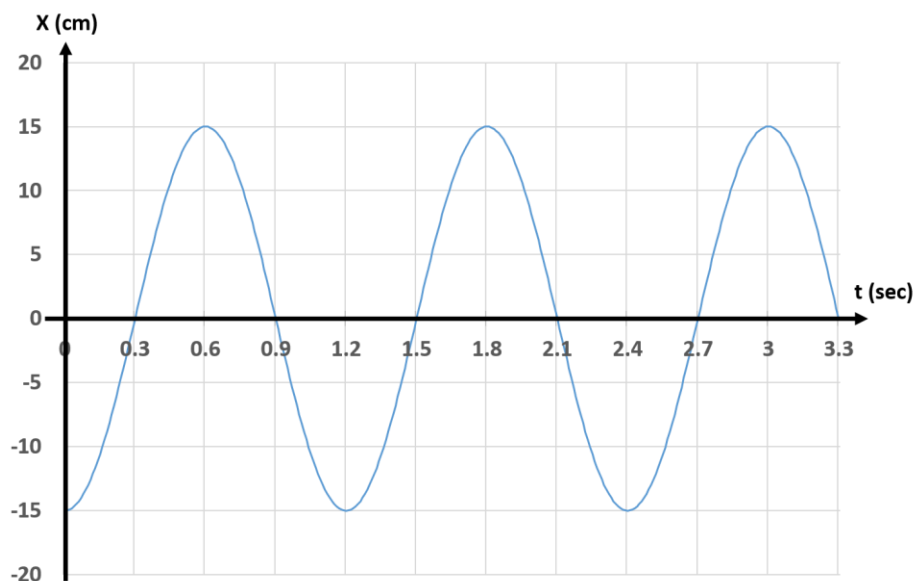
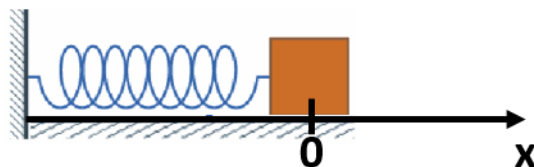
נקודה מס' 14 בתרשים העקבות נמצאת, בקרוב רב, בקצה הקוטר האנכי. להלן חלק מטבלת נתוני מקום-זמן שהתקבלה מהניתוח:

| נקודה מספר | t(s)  | x(cm)   | y(cm) |
|------------|-------|---------|-------|
| 12         | 0.4   | 3.999   | 7.805 |
| 13         | 0.434 | 2.3     | 9.631 |
| 14         | 0.467 | 0.07554 | 10.08 |
| 15         | 0.5   | -2.004  | 9.45  |
| 16         | 0.534 | -4.264  | 7.461 |

- ב. חשב, על פי הנתונים בטבלה, את גודל מהירותו של הכדור בנקודה 14. [7 נק']
- ג. חשב, משיקולים תיאורטיים, מהי המהירות המינימלית הדרושה לכדור בשיא הגובה על מנת שישלים סיבוב מלא מבלי להתנתק מהמסילה בהזנחת כוח החיכוך. פרט שיקוליך. [7 נק']
- ד. על סמך תוצאות סעיפים ב' ו-ג', האם הכדור המתואר בתצלום התנתק מהמסילה בשלב כלשהו? נמק.  $5\frac{1}{3}$  נק']
- ה. נמדד ונמצא, שבניסוי המדובר הכדור שוחרר מגובה של 23 ס"מ מעל השולחן עליו ניצב המתקן. מנגד, הוא הגיע מהצד השני לגובה של 17 ס"מ בלבד.
1. חשב את עבודת כוח הכובד לאורך מסלול התנועה כולו.
  2. חשב כמה אנרגיה אבדה לאורך מסלול התנועה כולו, והסבר מדוע אבדה.
- [10 נק']

## שאלה 5

גוף שמסתו 200 גרם קשור לקפיץ בעל קבוע  $k$  ומונח על משטח אופקי חסר חיכוך (ראה איור). בזמן  $t=0$  מביא תלמיד את הגוף לכדי תנועה, המתוארת בגרף המצורף.



א. תאר במילים מה עשה התלמיד כדי להביא את הגוף לכדי תנועה. [4 נק']

ב. מהי תדירות התנודות?  $4\frac{1}{3}$  נק']

ג. מהו קבוע הכוח של הקפיץ? [5 נק']

ד. מתי, בפרק הזמן  $0.1s \leq t \leq 1.4s$ , מתאפסת מהירות הגוף? [5 נק']

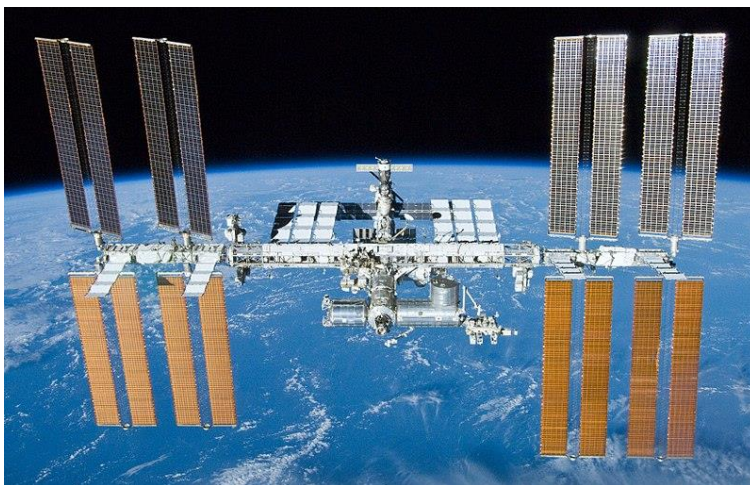
ה. מתי, בפרק זמן זה, מתאפסת תאוצת הגוף? [5 נק']

ו. מהו כיוון התנועה של הגוף בזמן  $t = 0.7s$ ? [5 נק']

ז. מהי מהירותו בזמן זה? [5 נק']

## שאלה 6

תחנת החלל הבין-לאומית מקיפה את כדור הארץ במסלול מעגלי בגובה  $h=400\text{Km}$  מעל פני הקרקע.



א. מהו זמן המחזור של תחנת החלל בתנועתה סביב כדה"א? [7 נק']

ב. חשב את מהירותה הקווית.  $[6\frac{1}{3}$  נק']

אסטרונאוטים ששהו בתחנה בנו מיני-לווין שמסתו 10 ק"ג. הם מעוניינים להציבו במסלול מעגלי גבוה יותר.

ג. האם מהירותו הקווית של הלווין במסלולו החדש תהיה גדולה, קטנה או שווה למהירותה של תחנת החלל? נמק. [6 נק']

נניח שמסלולו החדש של המיני-לווין נמצא בגובה של 500 ק"מ מעל הקרקע.

ד. כמה אנרגיה יש להוסיף לו או לגרוע ממנו על מנת להביאו למסלול החדש? [7 נק']

[המשך בעמוד הבא]

ה. ברגע מסוים רואים האסטרונומים בתחנת החלל את הלוויין בדיוק מעל ראשם (כך שהלוויין, תחנת החלל ומרכז הארץ נמצאים על קו ישר אחד – ראה איור א'). האם, זמן קצר לאחר מכן, יהיה הלוויין מעל ראשם (נקודה A באיור ב'), מלפניהם (נקודה B באיור ב'), או מאחוריהם (נקודה C באיור ב')? נמק. [7 נק']

