

חמד"ע

תשס"ה
מאי 2005
פיזיקה / י"א

שם התלמיד/ה: _____

בית הספר: _____

המורה בחמד"ע: _____

מבחן בפיזיקה במתכונת מבחן בגרות

מכניקה

הוראות לנבחן

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

- א. משך הבחינה: שעה וחצי.
- ב. מבנה השאלון: בשאלון זה שש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד. לכל שאלה $33\frac{1}{3}$ נקודות. $100 = 3 \times 33\frac{1}{3}$ נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. מחשבון
2. נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורפים לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
 - (1) ענה על מספר שאלות כפי שנתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.
 - (2) בפיתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. (כאשר אתה משתמש בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, רשום את פירוש הסימן במילים). לפני שתבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רק לאחר ההצבה בצע את פעולות החישוב. רשום את התוצאה המתקבלת ביחידות המתאימות.
 - (3) בחישובך השתמש בערך של 10 מ' לשנייה² בשביל תאוצת הנפילה החופשית.

בהצלחה!

שאלה 1

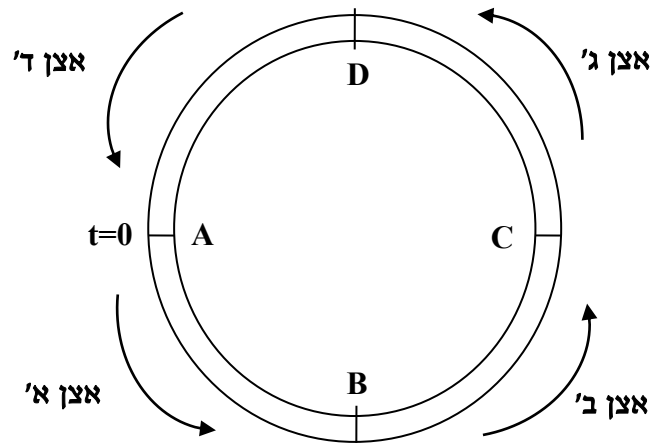
רביעיית אצנים מבצעת ריצת שליחים 4×100 מטר במסלול מעגלי סגור שאורך היקפו 400 מטר (ראה איור 1). בריצה זו כל אצן רץ בתורו 100 מטר ובדיוק ברגע שהוא מגיע לנקודת הסיום שלו, הרץ הבא יוצא לדרכו, כפי שאפשר לראות גם באיור 2.

א. (1) הוכח מתוך נתוני הגרף שכל הרצים עברו מרחקים שווים זה לזה. (8 נק')
 (2) מצא את גודלו של V^* . (8 נק')

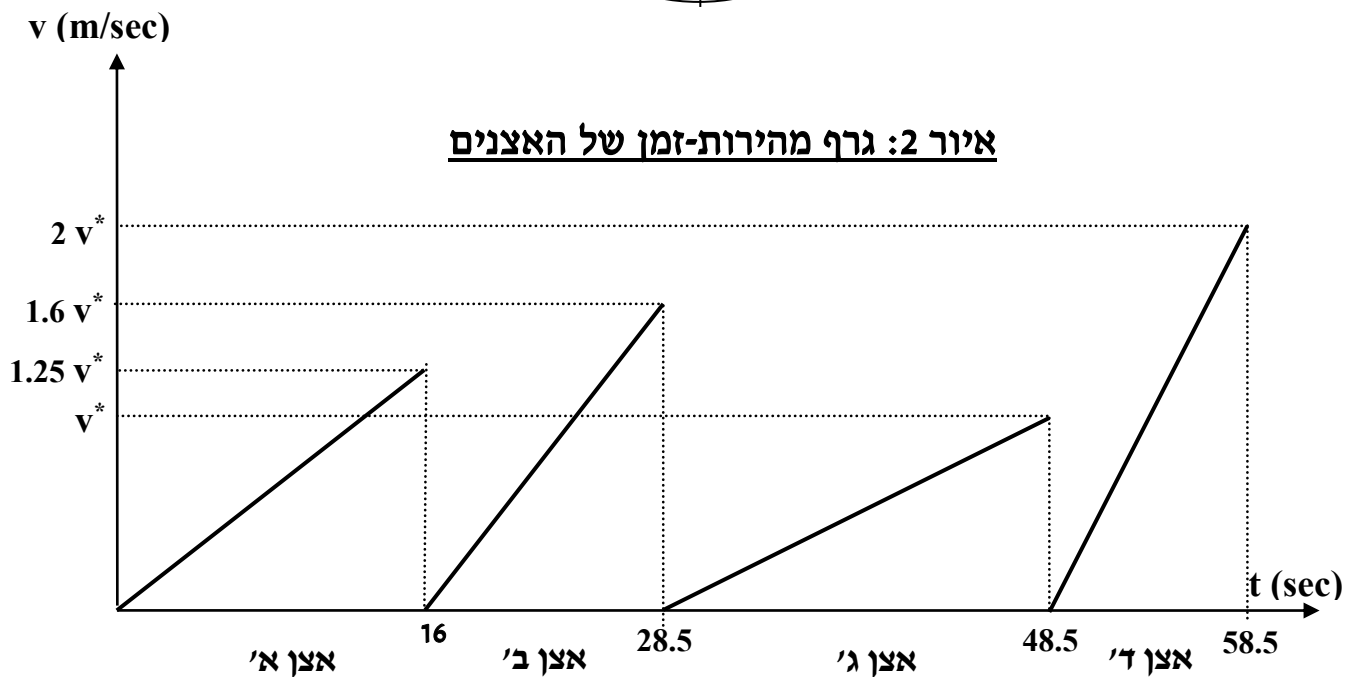
ב. מה גודלו של ווקטור התאוצה הכוללת של רץ א' ברגע $t=8$ s? (8 נק')

ג. מצלמה מקיפה את המסלול במהירות שגודלה 6 m/s . בהנחה שהמצלמה חלפה בנקודת הזינוק A ברגע שהרץ הראשון זינק ממנה, האם הרץ הראשון הצליח להדביק את המצלמה לפני תום ריצתו? אם לא – הוכח שלא; אם כן – באיזה זמן? ($9^{1/3}$ נק')

איור 1: תרשים של המסלול



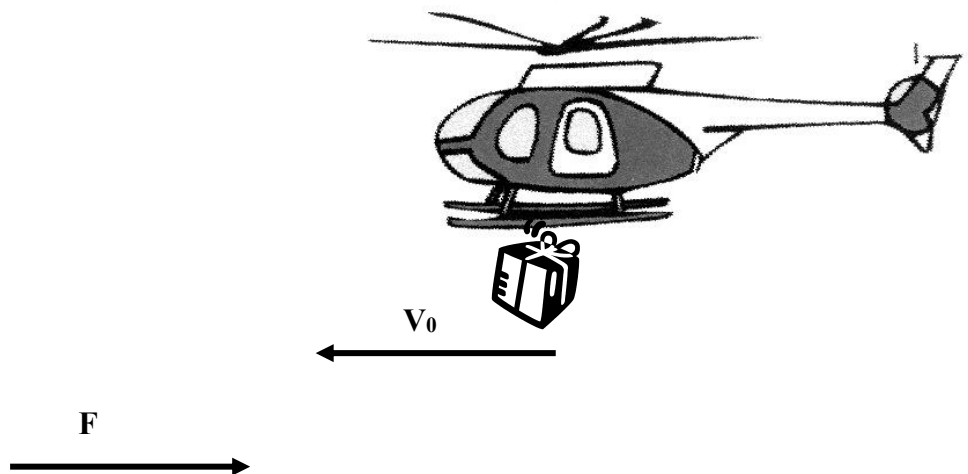
איור 2: גרף מהירות-זמן של האצנים



שאלה 2

במסגרת מבצע לחשיפת שלד נדיר של ממותה (פיל פרהיסטורי) מאדמתה הקפואה של סיביר נשלח מסוק להטיל מהאוויר חבילה המכילה ציוד חיוני. מסת החבילה 10 ק"ג ובעת הטלתה המסוק טס אופקית במהירות $V_0 = 180 \text{ km/h}$ בגובה 80 מטר מעל הקרקע. 2 שניות אחרי תחילת נפילתה של החבילה החלה לנשוב רוח סיבירית שהפעילה על החבילה כוח אופקי F קבוע בכיוון המנוגד ל- V_0 (ראה ציור).

התייחס לחבילה כאל גוף נקודתי. הנח כי פרט לכוח F האוויר אינו מפעיל שום כוח נוסף.



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

(1) הזמן שלקח לחבילה להגיע לקרקע? נמק. (5 נק')

(2) מהירות הפגיעה של החבילה בקרקע? נמק. (5 נק')

ב. נתון שהחבילה פגעה בקרקע בזווית 45° ממשורר הקרקע האופקי.

(1) חשב את הכוח F . (9 נק')

(2) שרטט במערכת צירים משותפת גרף מהירות-זמן של שני רכיבי מהירות

החבילה V_x ו- V_y מרגע השחרור ועד הפגיעה בקרקע. (9 נק')

ג. בכמה מטרים הייתה מוסטת נקודת הפגיעה של החבילה בקרקע אילו לא נשבה רוח במהלך תנועתה? (5^{1/3} נק').

שאלה 3

סירת מפרש שטה צפונה באגם במהירות התחלתית של 5 m/s . מסת הסירה 750 kg . לפתע מתחילה לנשוב רוח חזקה בכיוון צפון המפעילה כח על מפרש הסירה. שקול הכוחות הפועל על הסירה הינו בכיוון צפון. שקול הכוחות כתלות בשיעור x מתואר בגרף שבאיור 2. ציר x בכיוון צפון והראשית נבחרה כמיקום הסירה כשהרוח החלה לנשוב.

א. (1) באיזה מקום x תהיה מהירות הסירה מירבית? נמק. $(4^{1/3} \text{ נק'})$

(2) חשב את מהירותה במקום זה. (9 נק')

ב. על הסיפון יש תא שבתוכו, מוגנת מהרוח, תלויה מנורת גז קטנה שמסתה 1.5 kg (ראה איור 1).

כשהסירה במקום $x = 25 \text{ m}$:

(1) לאיזה כיוון יסטה החבל? נמק. (3 נק')

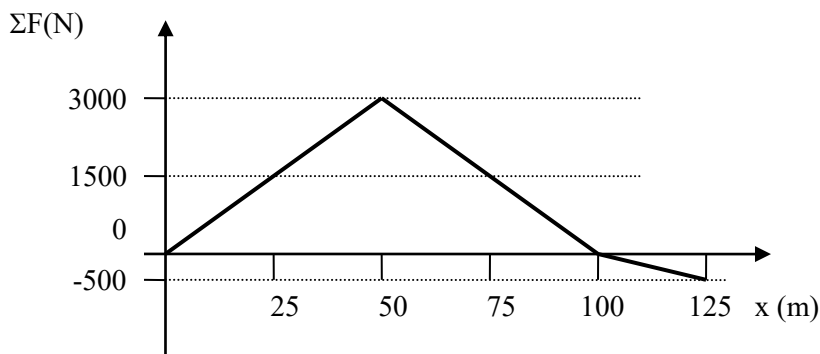
(2) חשב את זווית הסטייה של החבל ביחס לאנך. (7 נק')

(3) חשב את המתיחות בו. (4 נק')

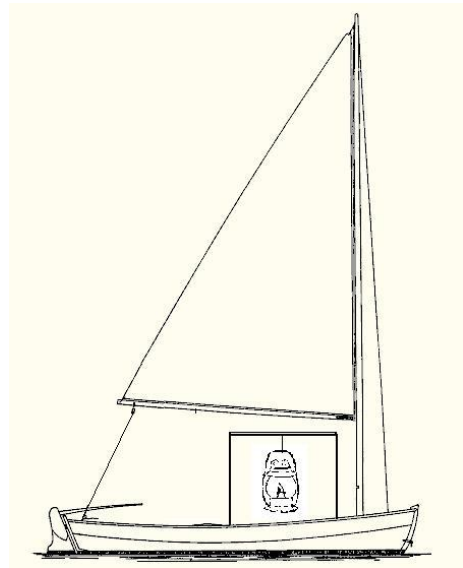
במקרה אחר, המהירות ההתחלתית של הסירה הייתה בכיוון מזרח, בניצב לכיוון הרוח. הנח ששקול הכוחות עדיין בכיוון צפון, ושאר הנתונים, כולל הגרף שבאיור 2 ובחירת ציר x , זהים לאלה שבמקרה הראשון.

ג. לאיזה כיוון יסטה החבל שעליו תלויה המנורה הייתה כשהסירה במקום $x = 25 \text{ m}$? נמק. (6 נק')

איור 2

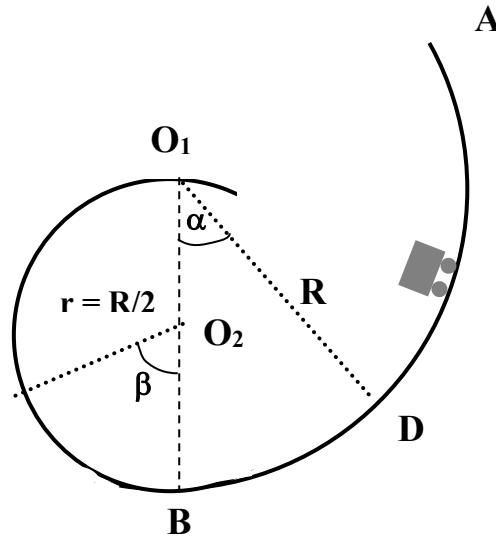


איור 1



שאלה 4

גוף קטן שמסתו m מונח על מסילה חלקה במישור מאונך לקרקע. המסילה בנויה משתי קשתות של מעגלים אנכיים כמתואר באיור:



לקשת הימנית, AB , רדיוס R ומרכז נמצא בנקודה O_1 . בהמשכה נמצאת הקשת השמאלית BO_1 שרדיוסה $r = R/2$ ומרכז ב- O_2 . שתי הקשתות מחוברות זו לזו בנקודה התחתונה B , שם המשיק לשתי הקשתות הוא אופקי. כל המסילה נמצאת במישור אנכי לקרקע.

מסיטים את הגוף לזווית התחלתית α ($\alpha \leq \frac{\pi}{2}$) בצד ימין ומשחררים אותו ממנוחה

מהנקודה D :

א. (1) תלמיד טוען שהזווית β , הזווית המירבית שאליה יגיע הגוף מצד שמאל, שווה

לזווית α . האם טענת התלמיד נכונה? נמק. ($\frac{1}{3}$ 5 נקודות)

(2) מצא את הזווית α כך שהגוף יגיע לנקודה שגובהה כגובה הנקודה O_2 בצד שמאל. (5 נקודות)

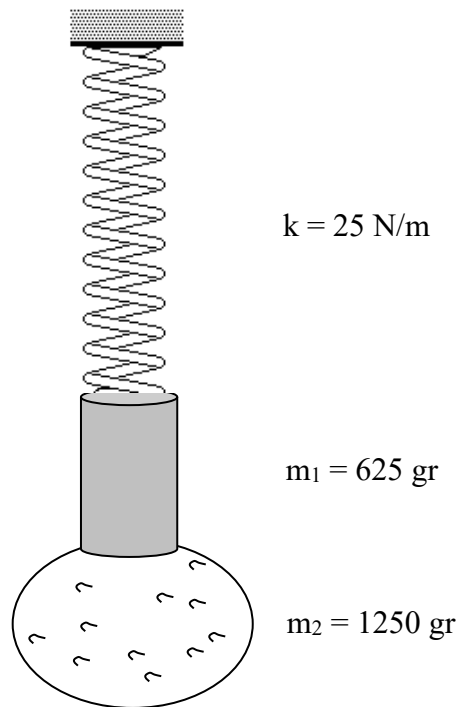
ב. במעבר הגוף דרך הנקודה B אין שינוי פתאומי במהירות הגוף, אך הכח שמפעילה המסילה על הגוף משתנה בפתאומיות. הסבר מדוע; ציין האם הכוח גדל או קטן במעבר הגוף דרך הנקודה B , ונמק. (11 נקודות)

ג. הראה, כי אם משחררים את הכדור ממנוחה, מנקודה על הקשת הימנית בגובה O_1

($\alpha = \frac{\pi}{2}$), אזי הוא ינתק מהמסילה כאשר $\cos \beta = -\frac{2}{3}$. פרט שיקוליד. (12 נקודות)

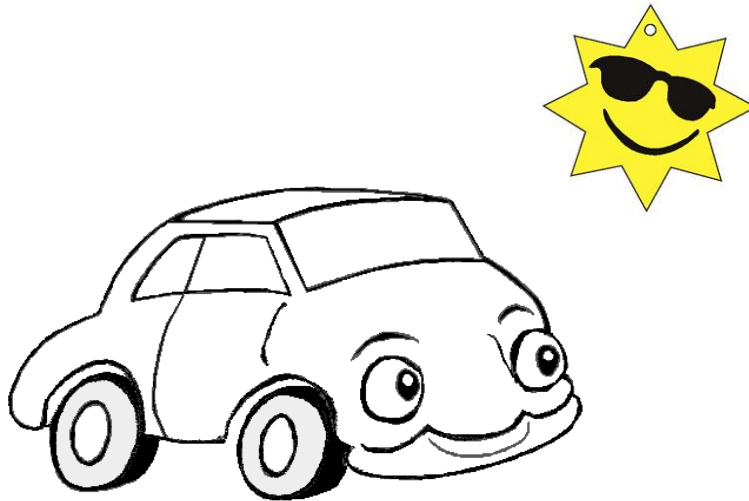
שאלה 5

קפיץ שמסתו זניחה, אורכו במצב רפוי 40 cm וקבוע הקפיץ שלו 25 N/m, נתלה אנכית מהתקרה. הקפיץ יכול להתארך ולהתכווץ ממצבו הרפוי. חיברו לקצה הקפיץ מסה $m_1 = 625 \text{ gr}$ אשר אליה דבוקה מסה נוספת $m_2 = 1250 \text{ gr}$, כמתואר בשרטוט:



ברגע $t = 0$ ניתקה המסה m_2 מהמסה m_1 וכתוצאה מכך החלה m_1 להתנדנד בתנודה הרמונית פשוטה.

- מצא את הגודל המרבי של האנרגיה האלסטית האגורה בקפיץ ($7^{1/3}$ נק').
- מצא את הגודל המרבי של האנרגיה הקינטית של m_1 (6 נק').
(2) מצא מתי לראשונה תהיה למסה אנרגיה זו (6 נק').
- מצא את הגודל המרבי של הכח אותו מפעיל הקפיץ על התקרה (7 נק').
- מצא מתי לראשונה הכח אותו מפעיל הקפיץ על התקרה מתאפס (7 נק').



נהג יצא ממכוניתו וטרק את הדלת וכתוצאה מכך נכלא בתוך תא הנוסעים אוויר בנפח של 6 m^3 , בטמפרטורה התחלתית של 25°C ובלחץ של 10^5 Pascal .

עבור גז אידאלי:

$$PV = Nk_B T$$

$$(k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/}^\circ\text{K})$$

א. (1) כידוע, האוויר הוא תערובת גזים ומכיל כ-80% מולקולות חנקן וכ-20% מולקולות חמצן (כלומר: מתוך N מולקולות אוויר, $0.8N$ מולקולות הן מולקולות חנקן ו- $0.2N$ מולקולות הן מולקולות חמצן). מצא את מספר המולקולות מכל סוג בתא הנוסעים בעת הטריקה. (8 נק')

(2) לשני סוגי המולקולות מסה שונה (מסתה של מולקולת החמצן גדולה ממסתה של מולקולת החנקן). האם מהירות הפגיעה הממוצעת של מולקולות החמצן בשמשת המכונית קטנה, גדולה או שווה למהירות הפגיעה הממוצעת של מולקולות החנקן? נמק. (8 נק')

ב. לאחר שנטרקה הדלת, החלה קרינת השמש לחמם את האוויר הכלוא בתוך המכונית. קצב עליית טמפרטורת האוויר במכונית היה קבוע (1°C בכל 3 דקות).

(1) בהנחה שתא הנוסעים אינו אטום ולפיכך בכל רגע נתון לחץ האוויר בו זהה ללחץ החיצוני הקבוע (10^5 pascal), האם מספר מולקולות האוויר במכונית גדל, קטן או לא השתנה במהלך החימום? נמק. (8 נק')

(2) האם האנרגיה התרמית (סך כל האנרגיות הקינטיות של כל מולקולות הגז) של האוויר במכונית גדלה, קטנה או לא משתנה במהלך החימום? נמק. (5 נק')

(3) כל אחד מארבעת הגרפים המצורפים מתאר גודל פיזיקלי אחר כתלות בזמן. איזה מארבעת הגרפים הבאים מתאר בהלכה את שהתרחש במכונית המתחממת? נמק. ($4^{1/3}$ נק')

