

סוג הבחינה: א. מתכונת לבתי ספר על-יסודיים  
ב. מתכונת לנבחנים אקסטרניים  
מועד הבחינה: קיץ תשס"ז, 2007  
מספר השאלון: 653, 917531  
נספח: נתונים ונוסחאות בפיזיקה  
ל-5 יחיל

## פיזיקה מכניקה

לתלמידי 5 יחידות לימוד

### הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה ושלושה רבעים (105 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:  
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.  
לכל שאלה –  $33\frac{1}{3}$  נקודות;  $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$  נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.  
(2) נספח נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:  
(1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה).  
(2) בפתרון 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. אירישום נוסחה או אי-ביצוע הצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. רשום ביחידות המתאימות את התוצאה שקיבלת.  
(3) בפתרון שאלות שבהן נדרש להביע גדל באמצעות נתוני השאלה, יש לרשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית  $g$  או קבוע הכבידה העולמי  $G$ .  
(4) בחישוביך השתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לתאוצת הנפילה החופשית.  
(5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

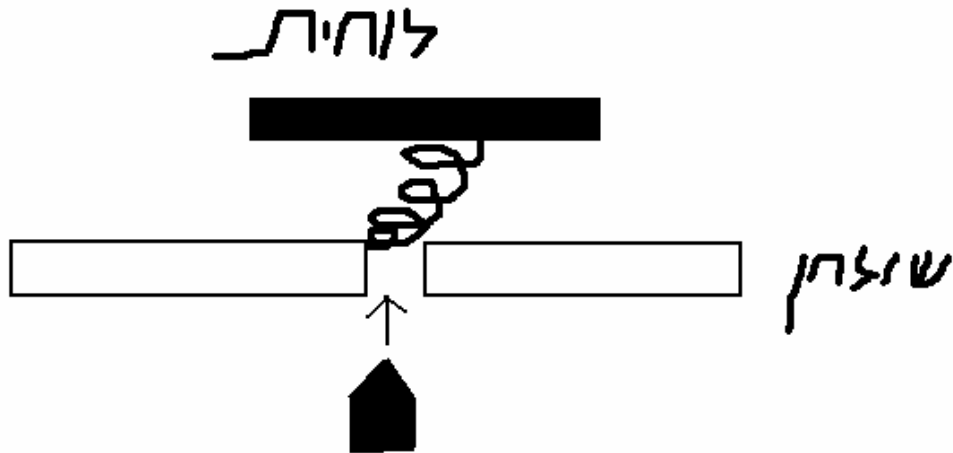
כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב בפנטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).  
רשום "טיוטה" בדאש כל עמוד טיוטה. רשום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסגלת הבחינה:

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

**בהצלחה!**

### שאלה ראשונה

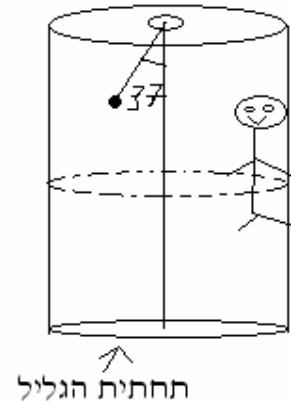
קפיץ שקבועו  $500\text{N/m}$  מחובר לשולחן ובו חור, לקפיץ מחוברת לוחית בעלת מסה של  $3\text{kg}$ , והמערכת נמצאת בשיווי משקל. קליע נורה אנכית כלפי מעלה, עובר דרך החור, פוגע בלוחית ועובר אותה. מהירות הלוחית ברגע יציאת הקליע ממנה הינה  $0.67\text{m/s}$ . הנח שהלוחית לא מתחילה לנוע לפני יציאת הקליע.



- (א) הסבר מהי תנועה מחזורית ופרט מהם התנאים שצריכים להתקיים על מנת שתנועה מחזורית תהיה תנועה הרמונית פשוטה.
- (ב) חשב את הגובה המקסימלי אליו מגיעה הלוחית ביחס למקומה לפני פגיעת הקליע.
- (ג) חשב את הכוח שמפעיל הקפיץ על הלוחית במקום גובהה המקסימלי. מהו כיוונו של כוח זה?
- (ד) היכן מפעיל הקפיץ כוח מקסימלי על הלוחית במהלך תנועתה? קבע האם כוח זה קטן/גדול/שווה לכוח הכובד הפועל על הלוחית בנקודה זו. הסבר שיקולך.
- (ה) 1) שרטט גרף המתאר את תאוצת הלוחית כפונקציה של מקומה ביחס למצב שיווי המשקל. ציין על הצירים ערכי מקום ותאוצה.
- 2) האם הגרף ששרטטת תלוי במהירות שניתנה ללוחית עקב פגיעת הקליע? אם לא – נמק, אם כן – הסבר מה יהיה השינוי באם הייתה מהירות הלוחית בעת יציאת הקליע (I) קטנה פי שניים (II) גדולה פי שניים.

## שאלה שנייה

במתקן בסופרלנד, אנשים עומדים על תחתית גליל גדול בעל רדיוס של  $3\text{m}$ , המסתובב סביב ציר אנכי. המתקן מופעל כך שעם סיבובו במהירות זוויתית מסוימת,  $\omega$ , האנשים נצמדים לדופן החיצונית של הגליל ואז מורידים את תחתית הגליל. משקולת תלויה לקצרה חוט שאורכו  $L = 1\text{m}$ , הקשור לציר הגליל. במהירות זוויתית זו, החוט יוצר זווית  $\theta$  של  $37$  מעלות ביחס לאנך.



- (א) הסבר מדוע המשקולת מואצת אף על פי שגודל מהירותה קבוע, וציין מהו כיוון התאוצה.
- (ב) רשום ביטוי לרדיוס המסלול המעגלי של המשקולת באמצעות הפרמטרים הנתונים.
- (ג) מצא בכמה זמן משלים המתקן חמישה סיבובים שלמים.
- (ד) שרטט את הכוחות הפועלים על האיש בעת שהמתקן מסתובב.
- (ה) הסבר מדוע האיש אינו מחליק מטה. הסתמך בתשובתיך על משוואות התנועה המעגלית.
- (ו) אנשים במשקלים שונים מסתובבים יחד במתקן. האם הכוחות הפועלים על כל האנשים זהים בגודלם? עבור כל כוח שפועל על אדם ציין אם כן או לא. עבור כל תשובה חיובית – נמק, ועבור כל תשובה שלילית – הסבר מהיכן נובע השינוי וכיצד יבוא לידי ביטוי.
- (ז) מעבירים את המתקן לגרם שמיים בו לא קיימת כלל השפעה לכוח הכובד. אדם שמסתו  $50$  קילוגרמים נכנס למתקן. האם האדם יחליק? ואם כן, לאיזה כיוון? נמק תשובתך. האם במצב הנוכחי, מסת האדם המסתובב משפיעה על העובדה האם יחליק מהמתקן או לא?
- (ח) כעת מתברר כי בגרם השמיים אליו הועבר המתקן כוח הכובד איננו זניח, אך פועל רק על מסות של  $60$  קילוגרמים ומעלה. תאוצת הנפילה החופשית בגרם שמיים זה הינה משתנה (כאמור, התנהגותו של כוח הכובד בגרם שמיים זה אינה אחידה), ושווה לשמינית ממסת גוף המושפע מכוח הכבידה. אדם שמסתו  $80$  קילוגרמים, ואדם שמסתו  $40$  קילוגרמים מסתובבים יחד במתקן. תאר את ההשפעה שתהיה לכך (אם תהיה) על תנועת המתקן, והסבר מה יחוו האנשים המסתובבים כעת.

## שאלה שלישית

גוף שמסתו  $m = 4\text{kg}$ , נזרק אנכית כלפי מעלה בנקודה כלשהי בכדור הארץ, במהירות התחלתית  $V_0$ .

א) בהנחה שהגוף הגיע בתוך 2 דקות לגובה המקסימאלי, וכי האנרגיה המכאנית הכוללת של הגוף בזמן התנועה הייתה  $600\text{J}$ , שרטט באותה מערכת צירים גרפים המתארים את האנרגיה הפוטנציאלית של הגוף יחסית למישור הזריקה, ואת האנרגיה הקינטית של הגוף, מרגע הזריקה עד הגיעו לשיא הגובה.

ב) מה מייצגת הנקודה בה הגרפים נחתכים? מצא את מהירות הגוף בנקודה זו.

ג) חשב את גובה הגוף ביחס לנקודת הזריקה, ברגע בו האנרגיה הקינטית שלו היא  $330\text{J}$ .

ד) צופה עומד במערכת ייחוס אינרציאלית, הנעה יחסית לכדור הארץ במהירות אנכית קבועה של  $20\text{ m/s}$ . בהנחה וכיוון תנועת מערכת הייחוס בה נמצא הצופה מנוגד לכיוון תנועת הגוף הנזרק, מצא מה תהיה מהירותו היחסית של הגוף הנזרק ביחס למהירות הצופה, דקה לאחר תחילת תנועת הגוף.

ה) הצופה מחזיק בידו מד תאוצה, שנועד למדוד את וקטור תאוצת הגוף הנזרק כפי שמורגשת במערכת הייחוס בה הצופה נמצא. מה תהיה הוריית מד התאוצה (גודל וכיוון)? במידת הנדרש, חלק את התנועה לשלבים.

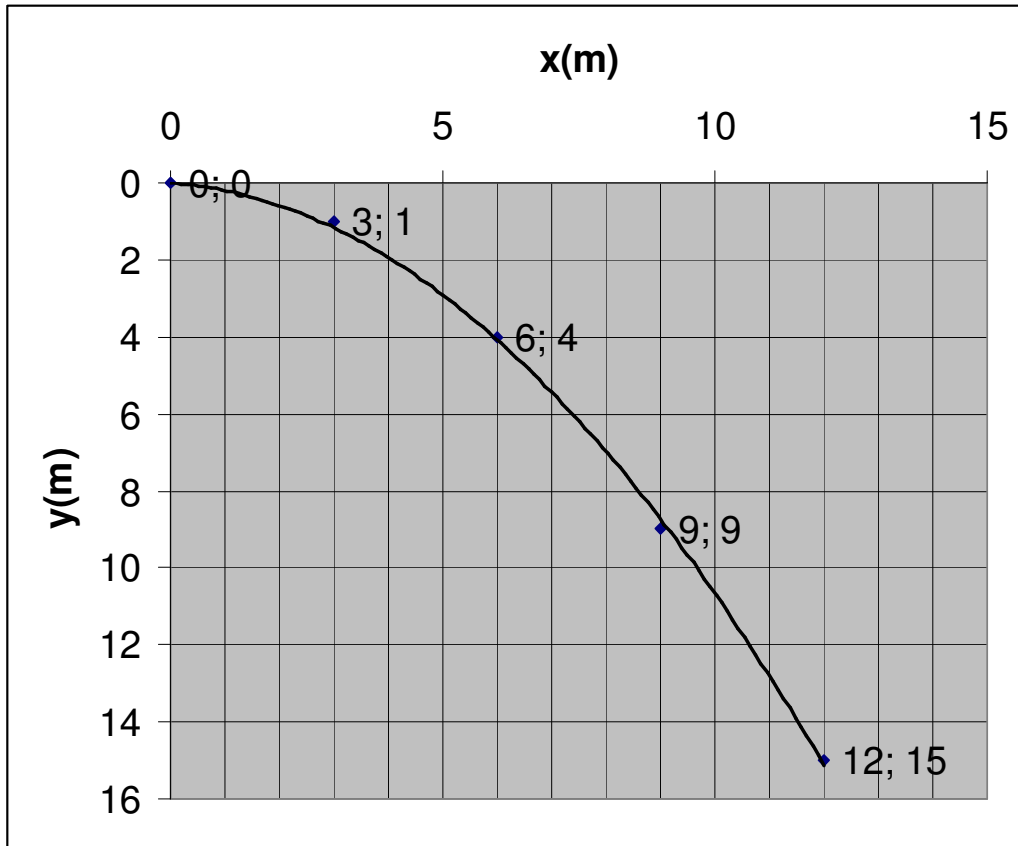
ו) I) הסבר מהו עיקרון היחסות של גלילאו.

II) הסבר מהי מערכת ייחוס אינרציאלית, וקבע עבור כל אחד מחוקי ניוטון האם הוא מתקיים **אך** ורק במערכת ייחוס שכזו. נמק.

ז) שרטט גרף המתאר את מהירותו היחסית של הצופה ביחס לגוף הנזרק כפונקציה של הזמן מרגע תחילת התנועה עד רגע הגיע הגוף חזרה לנקודת המוצא. רשום ערכים מספריים על הצירים.

## שאלה רביעית

בניסוי שנערך, צולם מקומו של גוף שנע במישור  $xy$ , כמתואר באיור. בזמן  $t = 0$  היה הגוף בראשית הצירים, והנקודות  $a, b, c, d$  הן עקבות הגוף בזמנים  $t = 1s, t = 2s, t = 3s, t = 4s$  בהתאמה.



- (א) העתק את האיור במדויק למחברתך, ושרטט עליו את וקטור העתק הגוף במעבר מהנקודה  $(0,0)$  ל- $b$ , ואת וקטור ההעתק במעבר הגוף מהנקודה  $b$  ל- $d$ .
- (ב) הסבר את הקשר בין וקטורי ההעתק ששרטטת לבין וקטורי המהירות הרגעית של הגוף בנקודות  $a$  ו- $c$ . במה דומים ובמה שונים שני סוגי הווקטורים?
- (ג) חשב בדרך המדויקת ביותר האפשרית בנתוני השאלה את וקטורי המהירות הרגעית של הגוף בנקודות  $a$  ו- $c$  (מצא גודל וכיוון). פרט ונמק את חישוביך.
- (ד) חשב את וקטור התאוצה של הגוף בנקודה  $b$  באמצעות וקטורי המהירות בנקודות  $a$  ו- $c$ . הסבר את כל שלבי פתרוןך.
- (ה) הוסף לאיור שרטוט של וקטור התאוצה בנקודה  $b$ .
- (ו) פרק גרפית את וקטור התאוצה ששרטטת לחלק רדיאלי ולחלק משיקי. אין צורך לחשב את גודלם.
- (ז) שרטט גרף של רכיב המהירות האופקית של הגוף כפונקציה של הזמן. הסבר את משמעות הגרף, את מצבו הפיזיקלי (דינמי) של הגוף ואת סוג התנועה שלו.
- (ח) במקרה אחר, צולמה תנועת הגוף כאשר המצלמה נעה בקו ישר אופקי במהירות זהה למהירותו האופקית של הגוף. שרטט תרשים עקבות של הגוף כפי שתועד במקרה זה. הסבר.

### שאלה חמישית

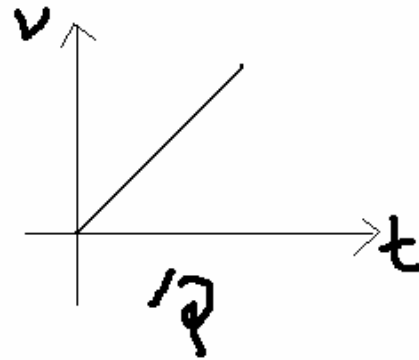
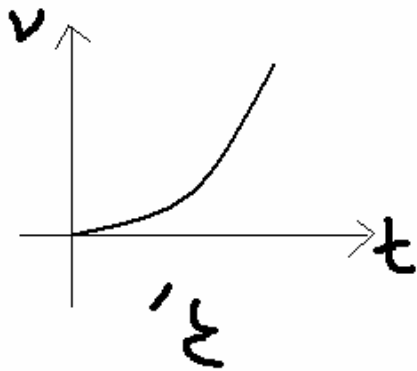
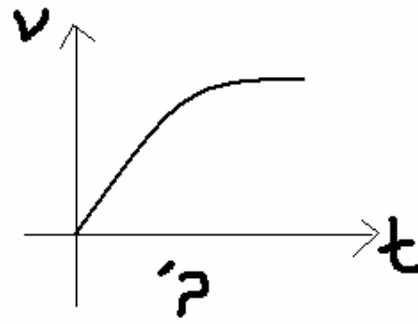
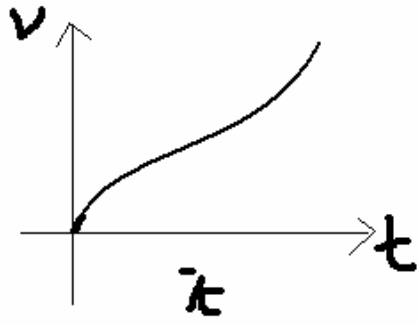
כדור שמסתו 100 גרם מונח על מסילה אופקית חלקה אשר המשכה הוא בצורת חצי עיגול אנכי, אשר רדיוסו 50 ס"מ, כמתואר בשרטוט. אפשר להעניק לכדור מהירות על ידי דריכת קפיץ, כמתואר בשרטוט. הכדור אינו מחובר לקפיץ אלא נוגע בו בלבד. ניתן להזניח את מסת הקפיץ.



תלמיד החליט לבצע סדרה של מדידות על מנת למצוא את קבוע הקפיץ. הוא החליט לכווץ את הקפיץ בכל פעם במידה שונה ולמדוד עד לאיזה גובה על הקשת יעלה הכדור. תוצאות מדידותיו מתוארות בטבלה:

5	4	3	2	1	$\Delta l$ (cm)
45	29	16	7	2	$\Delta h$ (cm)

- (א) בהסתמך על הנתונים שהתלמיד רשם עבורך, בנה גרף מתאים אשר מתוכו ניתן למצוא את קבוע הקפיץ. העבר בגרף זה קו מגמה ובעזרתו מצא את קבוע הקפיץ.
- (ב) בטבלה המקורית של התלמיד הופיעו תוצאות גם עבור כיווצים גדולים יותר של הקפיץ, בהם הכדור עלה ל  $\Delta h > 50\text{cm}$ , אולם התלמיד ראה שנקודות אלו חורגות באופן משמעותי מקו המגמה, ולפיכך הוא החליט שלא להשתמש בהן. הסבר מדוע תוצאות מדידות אלו לא התאימו לקו המגמה.
- (ג) כאשר הקפיץ דוחף את הכדור הוא מגדיל את מהירותו מאפס עד למהירות המקסימלית תוך זמן קצר. איזה מארבעת הגרפים הבאים מתאר נכונה את השתנות המהירות בפרק הזמן שהקפיץ דוחף את העגלה? נמק בעזרת שיקולי כוחות.



ד) חשב מה צריך להיות כיווצו המינימלי של הקפיץ בכדי שהכדור יגיע לסוף המסלול (בגובה של קוטר המסלול המעגלי).

ה) 1) חשב את הזמן בו הקפיץ מפעיל כוח על הכדור. הסבר שיקולידך.

2) במידה ומסת הקפיץ לא הייתה ניתנת להזנחה, האם פרק זמן זה בו הקפיץ מפעיל כוח על הכדור היה משתנה? אם לא – נמק, אם כן – חשב זמן זה אם ידוע כי מסת הקפיץ המשתתפת בתנועת הדריכה הינה 12 גרם.