

## האולימפיאדה הארצית ה- 28 לפיזיקה

תשע"ז – תשע"ח

### שלב ב'

הוראות לנבחנים: תחילת חלק א' של המבחן בשעה 16.20 וסיומו בשעה 17.35. (חלק ב' של המבחן יחל בשעה 17.45 ויסתיים בשעה 19.15). מותר להשתמש במחשבון.

### חלק א' 15 שאלות סגורות

לכל שאלה סגורה תשובה אחת נכונה ביותר. עליך לסמן את תשובתך ע"י הקפתה בעיגול בדף זה (השתדלי להימנע ממחיקות בדף התשובות. שאלון המבחן נשאר ברשותך, השתמשי בו כטיטה לצורכי חישוביך). הקפדי/י לרשום את פרטיך האישיים באופן ברור ב**אותיות דפוס**. בתום חלק א' יש למסור דף זה **בלבד** למשגיח הבחינה.

שם משפחה: \_\_\_\_\_ שם פרטי: \_\_\_\_\_ בן/ בת \_\_\_\_\_ כיתה: \_\_\_\_\_

שם ביה"ס: \_\_\_\_\_ עיר/ישוב \_\_\_\_\_

דואר אלקטרוני \_\_\_\_\_

טלפון: \_\_\_\_\_ נייד: \_\_\_\_\_

כתובת פרטית: \_\_\_\_\_ עיר/ישוב \_\_\_\_\_

**כתובת דואר אלקטרוני (אותיות דפוס)** \_\_\_\_\_

מוסדות אקדמיים ותוכניות מצוינות של צהל מעוניינים בפרטים אישיים של משתתפי האולימפיאדה. האם את/ה מעונין/ת במסירת פרטיך האישיים? נא לסמן ולחתום.

שם \_\_\_\_\_ ת.ז. \_\_\_\_\_  
[ ] מעונין/ת שפרטי האישיים יימסרו למוסדות אקדמיים. חתימה \_\_\_\_\_  
[ ] מעונין/ת שפרטי האישיים יימסרו לתוכניות מצוינות של צה"ל. חתימה \_\_\_\_\_

### טבלת רכוז תשובות חלק א

|    |   |   |   |   |     |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|
| 1. | א | ב | ג | ד | 9.  | א | ב | ג | ד |
| 2. | א | ב | ג | ד | 10. | א | ב | ג | ד |
| 3. | א | ב | ג | ד | 11. | א | ב | ג | ד |
| 4. | א | ב | ג | ד | 12. | א | ב | ג | ד |
| 5. | א | ב | ג | ד | 13. | א | ב | ג | ד |
| 6. | א | ב | ג | ד | 14. | א | ב | ג | ד |
| 7. | א | ב | ג | ד | 15. | א | ב | ג | ד |
| 8. | א | ב | ג | ד |     |   |   |   |   |

פתרונות מנומקים של חלק א' ניתן למצוא  
החל מתאריך 28.5.17 באתר האולימפיאדה  
לפיזיקה: <http://www.ipho.org.il>

**מפעל התחרויות בפיזיקה לנוער נתמך ע"י:**

- משרד החינוך, המנהל למדע ולטכנולוגיה.
- הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל.
- אוניברסיטת בן-גוריון בנגב.
- מכון ויצמן למדע ברחובות.
- מרכז אילן רמון לנוער שוחר פיזיקה.

**צוות מחברי השאלות בשלב ב':**

- ד"ר אלי רז - יו"ר צוות המחברים וראש פרויקט האולימפיאדה לפיזיקה,  
המכללה האקדמית להנדסה אורט בראודה כרמיאל,  
הטכניון, הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה.  
ביה"ס תיכון צפית כפר מנחם.  
מר איגור ליסנקר - ביה"ס הריאלי חיפה, הטכניון, המרכז לחינוך קדם אקדמי.  
מר דני גלאובך - ביה"ס אורט ע"ש נעמי שמר גן יבנה.  
מר אלכס וינברג -

## האולימפיאדה הארצית ה- 28 לפיזיקה תשע"ז – תשע"ח שלב ב'

כל הזכויות שמורות

© 2017

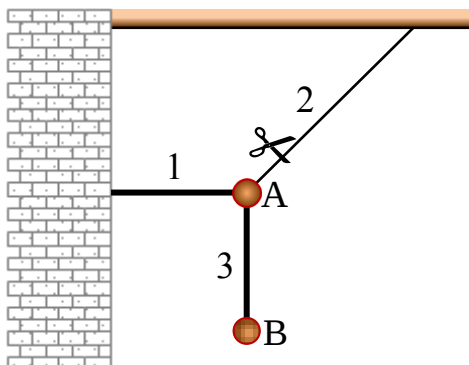
### חלק א' 15 שאלות סגורות (30 נקודות)

#### שאלה מס' 1

כדור קטן A מחובר אל חוט אידאלי ושתי גומיות חסרות מסה:  
גומיה 1 קשורה בקצה השני שלה אל קיר, והיא אופקית.  
חוט 2 קשור אל התקרה והוא יוצר זווית של  $45^\circ$  לאופק.  
גומיה 3 תלויה אנכית כשבקצה התחתון שלה תלוי כדור B, זהה לכדור A.

ברגע מסוים, כשהמערכת בשווי-משקל, חותכים את חוט 2.

מהם גדלי תאוצות ההכדורים מיד לאחר חיתוך החוט?



א.  $a_B = g$  ,  $a_A = g$

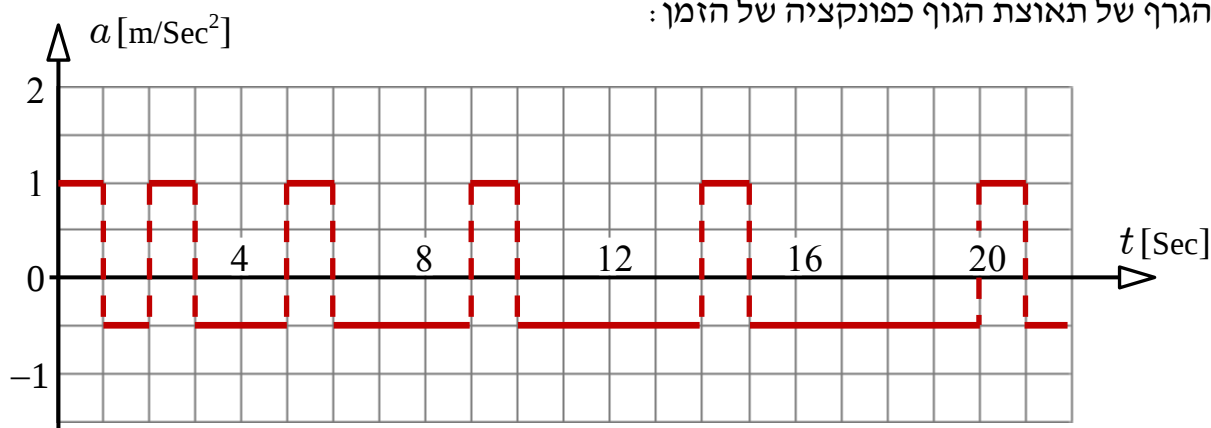
ב.  $a_B = g$  ,  $a_A = 2g$

ג.  $a_B = 0$  ,  $a_A = \sqrt{2}g$

ד.  $a_B = 0$  ,  $a_A = 2\sqrt{2}g$

## שאלה מס' 2

ברגע  $t=0$  גוף מתחיל לנוע ממנוחה (מהראשית) לאורך ציר  $x$ .  
נתון הגרף של תאוצת הגוף כפונקציה של הזמן:



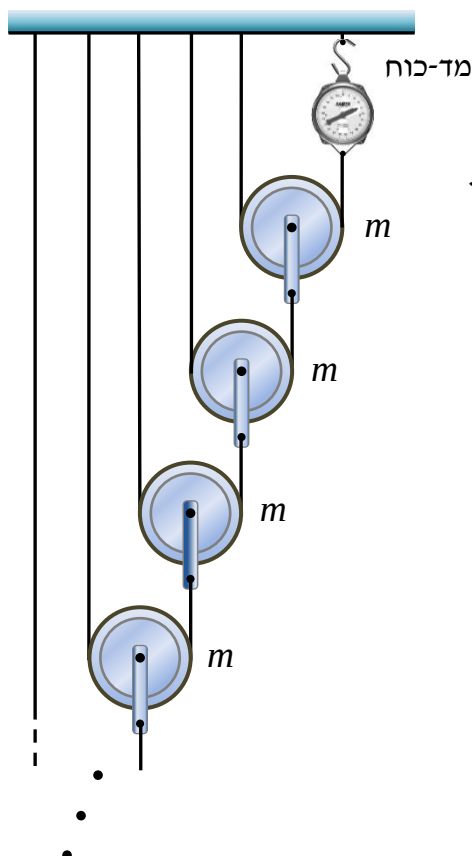
מתי (במהלך פרק הזמן המתואר בגרף) יהיה מרחק הגוף מנקודת המוצא מרבי?

- א. ברגע  $t = 6 \text{ Sec}$
- ב. ברגע  $t = 9 \text{ Sec}$
- ג. ברגע  $t = 12 \text{ Sec}$
- ד. ברגע  $t = 15 \text{ Sec}$

## שאלה מס' 3

בתרשים מתוארת מערכת דמיונית המורכבת מאינסוף גלגלות שמסת כל אחת מהן היא  $m$ .  
כל החוטים הכרוכים על הגלגלות הם חסרי מסה.  
בחוט הימני ביותר (הכרוך על הגלגלת העליונה) משולב מד-כוח.  
מהי הקריאה של מד-הכוח?

- א.  $\frac{1}{2}mg$
- ב.  $mg$
- ג.  $\frac{3}{2}mg$
- ד.  $2mg$



#### שאלה מס' 4

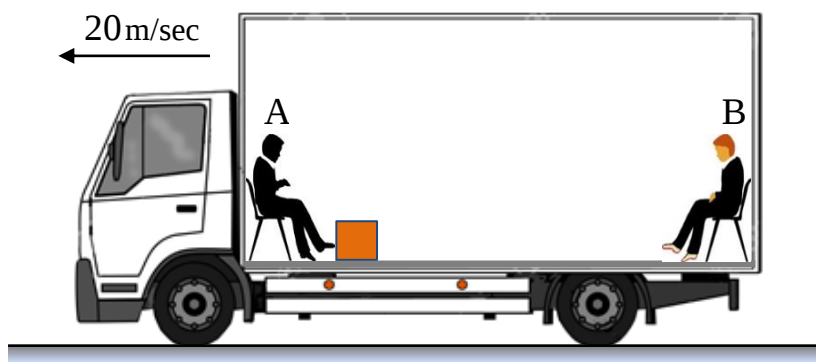
בנסיעה לאורך כביש ישר, אופנוע מסוים יכול להגיע למהירות מרבית של  $50 \text{ m/sec}$  ( $180 \text{ קמ"ש}$ ). האופנוע נע במסלול מעגלי שרדיוסו  $175 \text{ מטר}$ . מקדם החיכוך הסטטי בין צמיגי האופנוע והכביש הוא  $\mu_s = 0.74$ . הרוכב מגדיל את מהירות האופנוע בקצב של  $0.24g$  כאשר  $g$  היא תאוצת הכובד. הנח כי  $g = 10 \text{ m/sec}^2$ .

מה גודל המהירות המרבית אליה יוכל הרוכב להגיע כל עוד הוא נע במסלול המעגלי?

- א.  $50 \text{ m/sec}$
- ב.  $35 \text{ m/sec}$
- ג. בקירוב  $35.99 \text{ m/sec}$
- ד. בקירוב  $41.2 \text{ m/sec}$

#### שאלה מס' 5

שני פועלים יושבים בקצות משאית הנוסעת במהירות קבועה שגודלה  $20 \text{ m/sec}$ . פועל A יושב בקצה הקרוב לנהג, פועל B יושב בקצה האחורי. פועל A מקנה לתיבה הנמצאת ליד רגליו מהירות התחלתית שגודלה  $8 \text{ m/sec}$  (ביחס למשאית) בכיוון הפוך לכיוון הנסיעה. עקב החיכוך הקינטי בין התיבה לרצפת המשאית, התיבה נעצרת ליד רגלי פועל B. זמן מה לאחר מכן, פועל B מקנה לתיבה מהירות התחלתית (ביחס למשאית) בכיוון הנסיעה. עקב החיכוך הקינטי בין התיבה לרצפת המשאית, התיבה נעצרת ליד רגלי פועל A. פרקי הזמן בו מעניקים הפועלים מהירות לתיבה ניתנים להזנחה.



צופה יושב על גבעה סמוכה ועוקב אחר שני התהליכים.

איזו מבין הטענות הבאות נכונה מנקודת מבטו של הצופה?

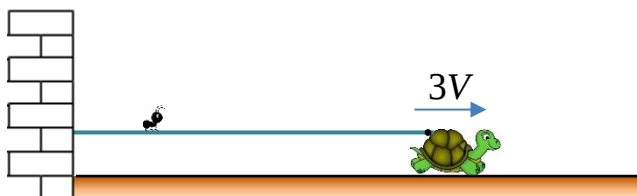
- א. בשני המקרים, כוח החיכוך הקינטי מקטין את גודל מהירות התיבה.
- ב. העבודה של כוח החיכוך הקינטי על התיבה שווה בשני המקרים.
- ג. כאשר פועל A הקנה לתיבה מהירות התחלתית, עבודת כוח החיכוך על התיבה הייתה קטנה יותר.
- ד. כדי לשמור על מהירות קבועה של המשאית, המנוע התאמץ יותר במקרה הראשון (כאשר פועל A הקנה מהירות לתיבה) והתאמץ פחות במקרה השני. בסה"כ תוספת העבודה של המנוע שווה אפס.

## שאלה מס' 6

גומייה אופקית קשורה בקצה אחד אל קיר אנכי ובקצה השני אל צב.  
על הגומייה יושבת נמלה  
ברגע מסוים מתחיל הצב ללכת (להתרחק מהקיר) במהירות קבועה שגודלה  $3V$  (ביחס לארץ).  
בו-זמנית מתחילה הנמלה לנוע לאורך הגומייה לכיוון הצב, במהירות קבועה שגודלה  $V$  (ביחס  
לנקודת - הגומייה עליה היא נמצאת).  
התייחס אל הצב ואל הנמלה כאל גופים נקודתיים.

כידוע:

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \dots = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \rightarrow \infty$$

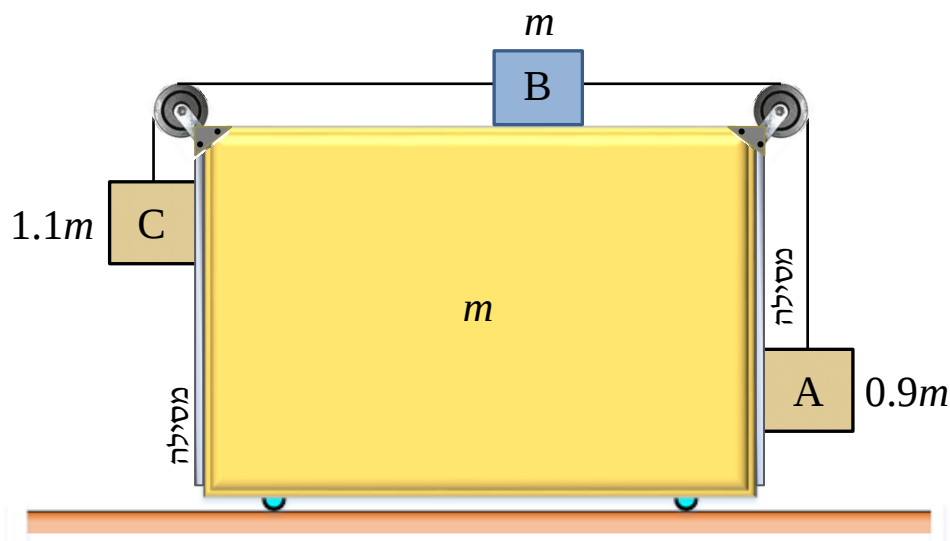


האם תגיע הנמלה אל הצב?

- לא, כי מהירות הצב גדולה יותר.
- כן, בתנאי שהנמלה לא נמצאת בשליש הגומייה הקרוב אל הקיר כאשר היא מתחילה לנוע.
- כן, בתנאי שהנמלה נמצאת בשליש הגומייה הקרוב אל הצב כאשר היא מתחילה לנוע.
- כן, הנמלה תגיע אל הצב ללא תלות במיקומה על הגומייה כאשר היא מתחילה לנוע.

## שאלה מס' 7

המערכת המתוארת בציור מורכבת מעגלה שמסתה  $m$ , שתי משקולות A ו-C שמסותיהן  $0.9m$  ו- $1.1m$  (בהתאמה) ותיבה B שמסתה  $m$  הנמצאת על החלק האופקי של העגלה.  
המשקולות A ו-C תפוסות בתוך מסילות אנכיות חסרות חיכוך המאפשרות אך ורק תנועה אנכית  
ביחס לעגלה.  
ניתן להזניח את החיכוך בין העגלה והרצפה האופקית. מסות החוטים והגלגלות זניחות.  
המערכת משוחררת ממנוחה.  
כאשר משקולת C יורדת 1 מטר, איזה מרחק (ביחס לרצפה) זזה העגלה?



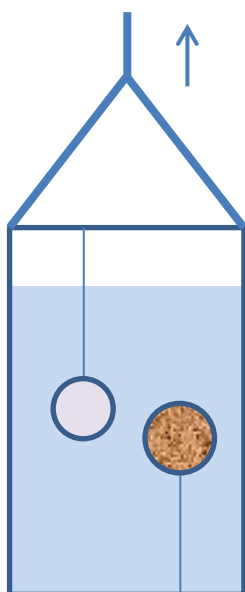
א.  $\frac{1}{2}$  מטר.

ב.  $\frac{1}{3}$  מטר.

ג.  $\frac{1}{4}$  מטר.

ד. 0 מטר.

## שאלה מס' 8



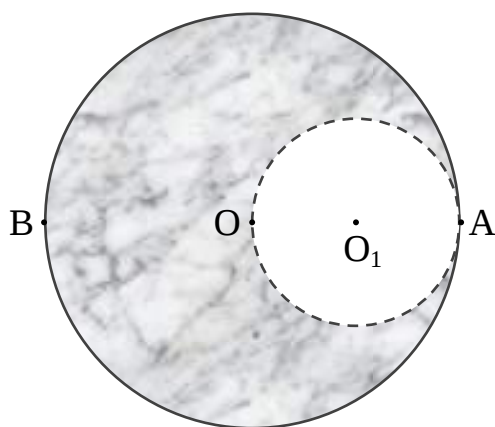
בתוך מכל מלא מים קשורים שני כדורים:  
כדור אלומיניום מלא התלוי מתקרת המכל וכדור עץ הקשור אל רצפת המכל (עץ צף במים, אלומיניום שוקע במים).  
שני הכדורים נמצאים במנוחה והחוטים מתוחים, כמתואר בתרשים.  
החל מרגע מסוים מאיצים את המכל אנכית מעלה.  
איזה מבין הטיעונים הבאים מתאר בצורה נכונה את השינויים במתיחות החוטים?

- המתיחות תגדל בשני החוטים.
- המתיחות תקטן בחוט הקשור אל כדור העץ, ותגדל בחוט הקשור אל כדור האלומיניום.
- המתיחות לא תשתנה בשני החוטים.
- המתיחות לא תשתנה בחוט המחובר אל כדור העץ, אך תגדל בחוט הקשור אל כדור האלומיניום.

## שאלה מס' 9

במסע חלל, חללית נחתה על אסטרואיד בצורת כדור שמרכזו  $O$  ורדיוסו  $R$ .  
בתוך האסטרואיד ישנו חלל כדורי ("בועה") שרדיוסו  $0.5R$ , ומרכזו  $O_1$  נמצא במרחק  $0.5R$  ממרכז האסטרואיד.  
אסטרונאוט, הנמצא על פני האסטרואיד בנקודה  $A$ , תלה משקולת על מד-כוח ומצא שקריאתו היא  $F_A = 9 \text{ N}$ .

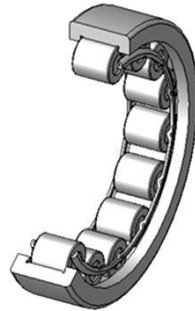
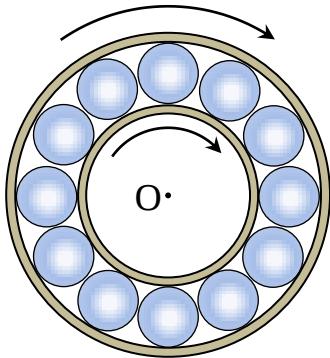
מה תהיה קריאת מד-הכוח אם האסטרונאוט יתלה עליו את אותה משקולת, בנקודה  $B$ , הנמצאת בקצה השני של קוטר-האסטרואיד עליו נמצאת הנקודה  $A$ ?



- $F_B = 9 \text{ N}$
- $F_B = 17 \text{ N}$
- $F_B = 27 \text{ N}$
- $F_B = 81 \text{ N}$

## שאלה מס' 10

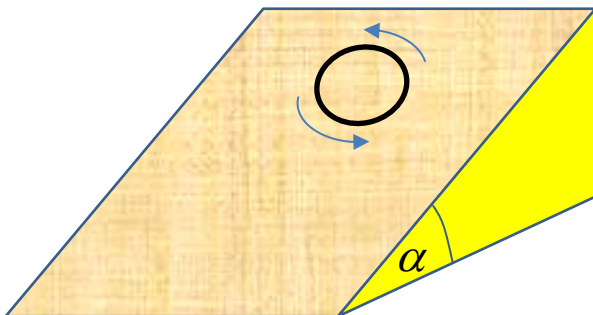
מִסֵּב מורכב משתי טבעות פלדה קונצנטריות דקות :  
 טבעת פנימית שרדיוסה החיצוני  $a = 5\text{cm}$  וטבעת חיצונית שרדיוסה הפנימי  $b = 5.5\text{cm}$ .  
 בין הטבעות נמצאים גלילי פלדה שיכולים להתגלגל על פני הטבעות ללא החלקה.  
 הטבעות מסתובבות סביב ציר משותף,  $O$ .  
 במקרה מסוים מסתובבת הטבעת הפנימית (בכיוון השעון) בתדירות  $f_1 = 20\text{Hz}$ ,  
 והטבעת החיצונית מסתובבת (בכיוון השעון) בתדירות  $f_2 = 40\text{Hz}$ .  
 באיזו תדירות מסתובבים סביב ציריהם הגלילים שבין הטבעות?



- א.  $30\text{Hz}$
- ב.  $60\text{Hz}$
- ג.  $120\text{Hz}$
- ד.  $240\text{Hz}$

## שאלה מס' 11

על מדרון מישורי הנטוי בזווית  $\alpha = 30^\circ$  לאופק, משחררים טבעת דקה ואחידה שמישורה מתלכד עם מישור המדרון.  
 מקדם החיכוך בין הטבעת והמדרון הוא  $\mu_k = 0.6$ .  
 הטבעת משוחררת על המדרון כשהיא מסתובבת סביב מרכז המסה שלה במהירות זוויתית גדולה מאוד, ומרכז המסה שלה נמצא במנוחה.



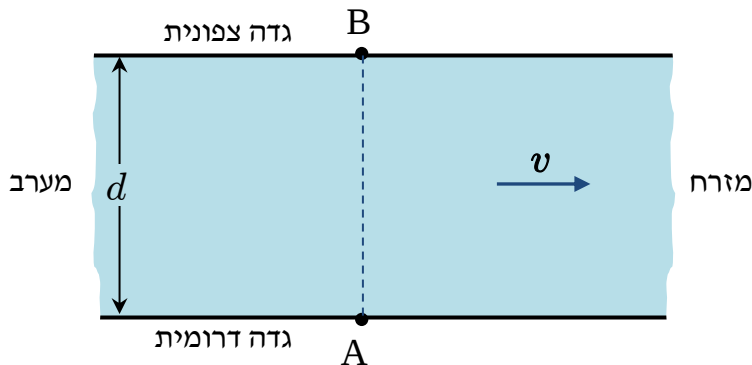
איזה מבין המשפטים הבאים מתאר בצורה הטובה ביותר את תנועת מרכז המסה של הטבעת לאחר שחרורה?  
 א. הוא יישאר במנוחה.

- ב. במשך זמן מה הוא ינוע במורד המדרון בתאוצה של  $0.5g$ .
- ג. הוא ינוע במורד המדרון בתאוצה  $(0.5 - 0.3\sqrt{3})g$ .
- ד. הוא ינוע בקו ישר שמאלה מהמורד.

## שאלה מס' 12

נהר שרוחבו  $d$  זורם מזרחה כך שמהירות המים בכל מקום קבועה ושווה בגודלה ל-  $v$ . סירה מסוימת מסוגלת לנוע ביחס למי הנהר במהירות-יחסית שגודלה  $0.8v$ . הסירה יוצאת מהנקודה A שעל הגדה הדרומית של הנהר, כשכוונת השִׁיט היא לנחות על הגדה הצפונית, קרוב ככל האפשר אל הנקודה B הנמצאת בדיוק מצפון ל-A. השִׁיט יכול להפנות את חרטום הסירה בכל כיוון שירצה, ולהתקדם ביחס למים במהירות היחסית הנ"ל.

מה המרחק המינימלי מהנקודה B בו יכולה הסירה לנחות על הגדה הצפונית?



- א. 0
- ב.  $0.2d$
- ג.  $0.75d$
- ד.  $0.8d$

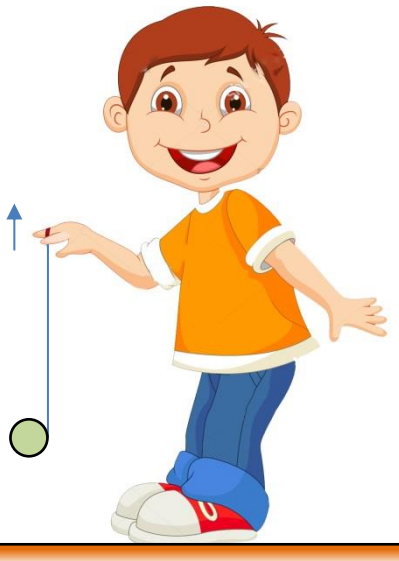
## שאלה מס' 13

על שולחן אופקי מונחת דסקה קטנה. מקדם החיכוך בין הדסקה לשולחן הוא 0.2. בנוסף לכוח החיכוך, פועל על הדסקה גם כוח אופקי המכוון בכל רגע במאונך למהירותה, שגודלו נתון על-ידי הביטוי:  $\beta mV$  כאשר  $m$  היא מסת הגוף,  $V$  גודל מהירותו הרגעית ו-  $\beta$  הוא קבוע. כתוצאה מכך נעה הדסקה במסלול עקום. את המסלול העקום ניתן לחלק לקטעים קטנים אשר כל אחד מהם מהווה קשת של מעגל. ברגע  $t=0$  נמצאת הדסקה בראשית הצירים ומהירותה  $V_0$  מכוונת בכיוון החיובי של ציר  $x$ . מהו הערך של  $\beta$  אם הדסקה נעצרת על ציר  $y$  כאשר ווקטור המהירות רגע לפני העצירה כמעט חזר לראשונה לכיוונו המקורי?

- א.  $\beta = \frac{\pi}{5} \frac{g}{V_0}$
- ב.  $\beta = \frac{2\pi}{5} \frac{g}{V_0}$
- ג.  $\beta = \frac{\pi}{10} \frac{g}{V_0}$
- ד.  $\beta = \frac{4\pi}{5} \frac{g}{V_0}$

#### שאלה מס' 14

"יו-יו פשוט" מורכב מגליל אחיד שחוט אידיאלי כרוך על היקפו. מסת הגליל  $M$  ורדיוסו  $R$ . ילד אוחז בקצה חוט היו-יו כך שהחוט אנכי, ומושך (את הקצה) אנכית מעלה. מתברר שמרכז הגליל נותר במקומו ביחס לקרקע למשך זמן-מה (עד שכל החוט נפרם מהגליל). נתון שמומנט ההתמד של גליל אחיד סביב ציר הסימטריה שלו הוא  $I = 0.5MR^2$ .



מה גודל התאוצה שהילד מקנה לקצה החוט שבידו?

- א. 0
- ב.  $g$
- ג.  $2g$
- ד.  $4g$

#### שאלה מס' 15

קרוסלה אופקית מסתובבת סביב ציר החולף דרך מרכזה, במהירות זוויתית קבועה  $\omega$ . ילד החליט לנסוע באופניו במהירות קבועה על הקרוסלה לאורך מסלול מעגלי שרדיוסו  $R$  ומרכזו על ציר הסיבוב של הקרוסלה. כאשר הוא נע במגמה אחת במהירות המכסימלית האפשרית מבלי להחליק, הספידומטר מראה מהירות  $V_1$ . כאשר הוא נע במגמה ההפוכה במהירות המכסימלית האפשרית, הספידומטר מראה מהירות  $V_2$ . מקדם החיכוך הסטטי בין צמיגי האופניים לבין משטח הקרוסלה הוא  $\mu_s$ . מה גודל ההפרש בין המהירויות  $V_1$  ו-  $V_2$  ?

- א. 0
- ב.  $\mu_s \omega R$
- ג.  $\mu_s 2\omega R$
- ד.  $2\omega R$

**בהצלחה !**

פתרונות מנומקים של חלק א' ניתן למצוא  
החל מתאריך 5.6.16 באתר האולימפיאדה  
לפיזיקה: <http://www.ipho.org.il>

## חלק ב' שתי שאלות פתוחות

הוראות לנבחנים : זמן המבחן : משעה 17.45 ועד לשעה 19.15. מותר להשתמש במחשבון.  
מאחר ושתי השאלות נבדקות ע"י בודקים שונים, הנכם מתבקשים לענות על שתי השאלות  
בדפים נפרדים. הנך מתבקש/ת לרשום את תשובתיך בכתב ברור וקריא. הבהירי היטב את  
שיקולידך. נא למספר את העמודים בתשובתך. משקלו של חלק ב' הוא 50%.

### שאלה מס' 1

יש לצרף ספח זה לתשובתך לשאלה מס' 1 (גם אם לא ענית כלל על השאלה)

הקפדי/י לרשום את פרטיך האישיים (באותיות דפוס) באופן ברור בתשובתך לכל אחת מהשאלות.

| שם פרטי | שם משפחה | בן/בת | כיתה | ביה"ס | כתובת פרטית | טלפון בבית |
|---------|----------|-------|------|-------|-------------|------------|
|         |          |       |      |       |             |            |

כתובת דואר אלקטרוני (נא לרשום ברור) \_\_\_\_\_

פתרון שאלה מס' 1 מכיל \_\_\_\_\_ עמודים.

גזור/י כאן

-----

## חלק ב' שתי שאלות פתוחות

הוראות לנבחנים : זמן המבחן : משעה 17.45 ועד לשעה 19.15. מותר להשתמש במחשבון.  
מאחר ושתי השאלות נבדקות ע"י בודקים שונים, הנכם מתבקשים לענות על שתי השאלות בדפים  
נפרדים. הנך מתבקש/ת לרשום את תשובתיך בכתב ברור וקריא. הבהירי היטב את שיקולידך.  
משקלו של חלק ב' הוא 50%.

### שאלה מס' 2

יש לצרף ספח זה לתשובתך לשאלה מס' 2 (גם אם לא ענית כלל על השאלה)

הקפדי/י לרשום את פרטיך האישיים (באותיות דפוס) באופן ברור בתשובתך לכל אחת מהשאלות.

| שם פרטי | שם משפחה | בן/בת | כיתה | ביה"ס | כתובת פרטית | טלפון בבית |
|---------|----------|-------|------|-------|-------------|------------|
|         |          |       |      |       |             |            |

כתובת דואר אלקטרוני (נא לרשום ברור) \_\_\_\_\_

פתרון שאלה מס' 2 מכיל \_\_\_\_\_ עמודים.

## שאלה מס' 1. (15 נק')

"מכונת אָטוּוד" מורכבת ממעמד (סטטיב) שאל קצהו העליון מחוברת גלגלת קטנה שמסתה זניחה. על הגלגלת כרוך חוט חסר מסה שאל קצותיו מחוברות שתי משקולות שמסת כל אחת מהן היא  $M = 90 \text{ gr}$ .

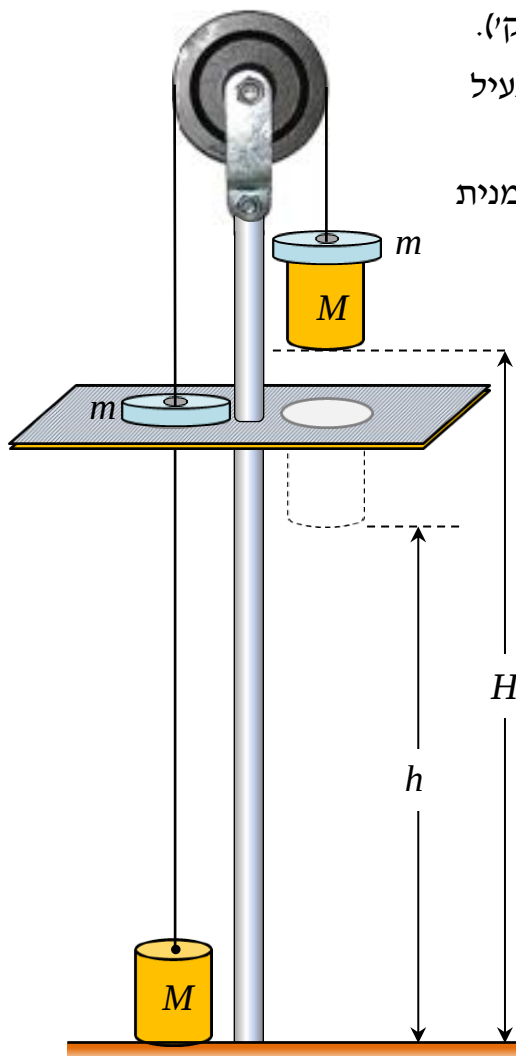
החוט המחובר אל המשקולות פלסטי, כלומר, לא ניתן להאריך אותו אך הוא "סופג" באופן מידי את השינויים הרגעיים במתיחותו.

אל המעמד מחובר לוח אופקי ובו שני פתחים המאפשרים למשקולות לחלוף דרכם. כאשר משקולת נמצאת בגובה  $h = 1.5 \text{ m}$  מעל הרצפה, הבסיס העליון שלה חולף דרך הפתח. נתונות גם שתי דסקיות שמסת כל אחת מהן היא  $m = 20 \text{ gr}$ .

במרכז כל דסקית קיים חור דרכו מושחל החוט. המשקולות יכולות לעבור דרך הפתחים ואילו הדסקיות לא מסוגלות לעבור דרכם (הן גדולות מדי), ונשארות עליהם.

דסקית אחת מונחת על המשקולת הימנית, ואת הדסקית השנייה מניחים על הפתח השמאלי. משחררים את המערכת ממנוחה ממצב בו המשקולת הימנית נמצאת בגובה  $H = 2 \text{ m}$  מעל הרצפה, והמשקולת השמאלית נמצאת על הרצפה כשהחוט ישר (ראה תרשים).

הנח שההתנגשות בין המשקולת לבין הדסקה היא פלסטית ורגעית. נתון:  $g = 10 \text{ m/Sec}^2$ .



א. מה גודל תאוצת המערכת מיד לאחר שחרורה? (2 נק').

ב. מה הכוח (גודל וכיוון) שהציר החולף דרך הגלגלת מפעיל עליה מיד לאחר שחרור המערכת? (1 נק')

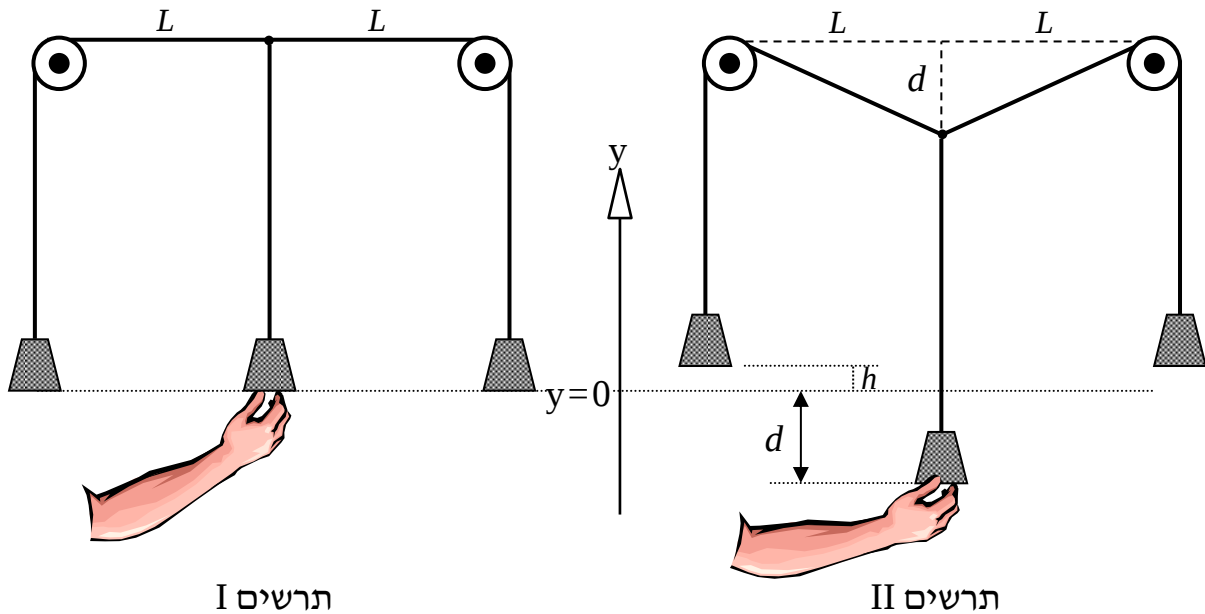
ג. שרטט גרף כמותי המתאר את מהירות המשקולת הימנית כתלות בזמן, החל מרגע שחרורה המערכת ועד הרגע בו היא נעצרת בפעם הראשונה. ציין בגרף ערכים מספריים של מהירויות וזמנים רלוונטיים. ציין במפורש את הזמן שחלף מרגע השחרור ועד לעצירה הראשונה. (5 נק').

ד. באיזה גובה מעל הרצפה תיעצר המשקולת הימנית בפעם הראשונה לאחר השחרור? (2 נק')

ה. המערכת תבצע תנודות רבות, שבמהלך כל אחת מהן מתרחשות שתי התנגשויות בין דסקית למשקולת. מהי "אנרגיית החום" הנוצרת במערכת לאחר הרבה מאוד תנודות? (5 נק')

## שאלה מס' 2. (15 נק')

המערכת המתוארת בתרשים I מורכבת משתי משקולות זהות התלויות על שתי גלגלות קטנות חסרות חיכוך ומסה באמצעות חוט חסר מסה. המרחק בין הגלגלות הוא  $2L$ . משקולת שלישית קשורה בעזרת חוט נוסף לאמצע החוט הראשון, ומוחזקת (בעזרת היד) במצב בו החוט ישר. מסת כל אחת משלושת המשקולות היא  $m$ . בתרשים II כל המשקולות נמצאות באותו מישור אופקי,  $y = 0$ .



מנמיכים את היד מרחק  $d$  מטה (כך שהמשקולת האמצעית ממוקמת בנקודה  $y = -d$ ) כמתואר בתרשים II.

- חשב בעזרת  $L$  ו- $d$  בלבד את הגובה  $h$  של שתי המשקולות הצדדיות. (2 נק')
- חשב את האנרגיה הפוטנציאלית של המערכת כפונקציה של  $y$  (מיקום המשקולת האמצעית). (1 נק')
- ממשיכים להוריד באיטיות רבה את היד עד אשר המערכת נמצאת בשווי-משקל גם לאחר הסרת היד. חשב, בעזרת שיקולי כוחות, את המיקום  $y_1$  של המשקולת האמצעית במצב בו המערכת בשווי-משקל. (3 נק')

כאשר המערכת נמצאת במצב המתואר בתרשים I, מסירים במהירות רבה את היד והמערכת מתחילה לנוע.

- מהי תאוצת המשקולת האמצעית, מיד לאחר הסרת היד? (1 נק')
- חשב את הערך של  $y$  עבורו המשקולת האמצעית תעצור לראשונה. (2 נק')
- מהי המהירות של המשקולת האמצעית כאשר היא חולפת דרך הנקודה  $y_1$ ? (5 נק')
- מחליפים את המשקולת האמצעית במשקולת שמסתה גדולה יותר. מה ערכה המינימלי של מסת המשקולת האמצעית אשר יבטיח שהיא לא תעצור כלל לאחר שחרורה? (הנח שהחוסים ארוכים מאוד). (1 נק')

**בהצלחה !**