



**האולימפיאדה הארצית ה- 29 לפיזיקה**  
**תשע"ח – תשע"ט**  
**שלב ב'**

הוראות לנבחנים: תחילת חלק א' של המבחן בשעה 16.20 וסיומו בשעה 17.35. (חלק ב' של המבחן יחל בשעה 17.50 ויסתיים בשעה 19.20). 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 כטייטה לצורכי חישוביך). הקפדי לרשום את פרטיך האישיים באופן ברור **באותיות 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 מעונינים בפרטים אישיים של משתתפי האולימפיאדה. האם אתה מעונינת/ במסירת פרטיך האישיים? נא לסמן ולחתום.

שם \_\_\_\_\_ ת.ז. \_\_\_\_\_

[ ] מעונינת/ שפרטי האישיים יימסרו למוסדות אקדמיים. חתימה \_\_\_\_\_

[ ] מעונינת/ שפרטי האישיים יימסרו לתוכניות מצוינות של צה"ל. חתימה \_\_\_\_\_

**טבלת רכוז תשובות חלק א'**

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



נבחרות ישראל  
במדעים



משרד החינוך  
Ministry of Education



מדעני העתיד  
המרכז לקידום מחוננים ומצטיינים

## האולימפיאדה הארצית ה- 29 לפיזיקה

תשע"ח - תשע"ט - שלב ב'

כל הזכויות שמורות © 2018

פתרונות מנומקים ניתן למצוא החל מתאריך 13.5.2018 באתר האולימפיאדה לפיזיקה :  
<http://www.ipho.org.il>

### צוות מחברי השאלות בשלב ב' :

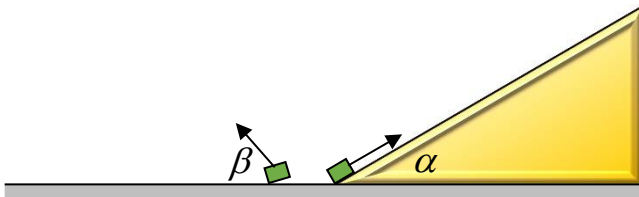
- מר איגור ליסנקר - ביה"ס תיכון צפית כפר מנחם.
- מר דני גלאובך - ביה"ס הריאלי חיפה, הטכניון, המרכז לחינוך קדם אקדמי.
- מר יואב מרחב - חברה רפאל
- מר ניצן ארצי - מכון ויצמן למדע.

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

#### שאלה 1

תיבה קטנה נמצאת בתחתית מדרון חלק הנטוי בזווית  $\alpha$  לאופק. מעניקים לתיבה מהירות שגודלה  $v_0$  במעלה המדרון, וכתוצאה מכך היא מחליקה עד לעצירתה בנקודה הנמצאת בגובה  $h$  מעל תחתית המדרון.

בניסוי שני נזרקה התיבה מנקודה אחרת, הנמצאת באותו מישור אופקי כמו תחתית המדרון, במהירות התחלתית שגודלה אף הוא  $v_0$ . המכוונת בזווית  $\beta$  לאופק, השפעת האוויר על תנועת התיבה ניתנת להזנחה.



איזה מהמשפטים הבאים מתאר בצורה נכונה את זווית הזריקה  $\beta$ , שעבורה תגיע התיבה בניסוי השני לאותו גובה מכסימלי  $h$ ?

- הזווית  $\beta$  זהה לזווית  $\alpha$  :  $\beta = \alpha$ .
- הזווית  $\beta$  גדולה מהזווית  $\alpha$  :  $\alpha < \beta < 90^\circ$ .
- התיבה תגיע לאותו גובה מכסימלי עבור כל זווית זריקה  $\beta$ .
- $\beta = 90^\circ$ .

## שאלה 2

כשכוכב לכת מקיף את השמש במסלול מעגלי, הקשר בין זמן המחזור שלו ( $T$ ) לבין גודל מהירותו המשיקית ( $v$ ), מקיים:  $T = K \cdot v^n$ . כאן  $K$  הוא קבוע המאפיין את השמש.

מהו ערכו של  $n$ ?

א.  $n = -0.5$

ב.  $n = -1$

ג.  $n = -2$

ד.  $n = -3$

## שאלה 3

שתי דסקיות קטנות וזהות (המסומנות ב-A ו-B) שמסת כל אחת מהן היא  $m$ , מחוברות אל קצותיו של מוט חסר מסה, שאורכו  $L$ . הדסקיות מונחות על שולחן אופקי חלק, כמתואר בציור (במבט-על). דסקית שלישית (המסומנת ב-C) זהה לשתיים הראשונות, מחליקה על השולחן במהירות שגודלה  $v$  המכוונת בניצב למוט, ומתנגשת בדסקית A. ההתנגשות מצחית, קצרה ואלסטית לחלוטין. נסמן ב- $u_B$  וב- $a_B$  את גודל המהירות ואת גודל התאוצה (בהתאמה) של דסקית B מייד לאחר ההתנגשות.

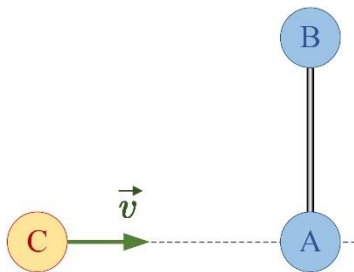
איזו מהטענות הבאות נכונה?

א.  $a_B = 0$ ,  $u_B = 0$

ב.  $a_B = \frac{v^2}{2L}$ ,  $u_B = 0$

ג.  $a_B = \frac{v^2}{4L}$ ,  $u_B = \frac{v}{2}$

ד.  $a_B = 2\frac{v^2}{L}$ ,  $u_B = v$

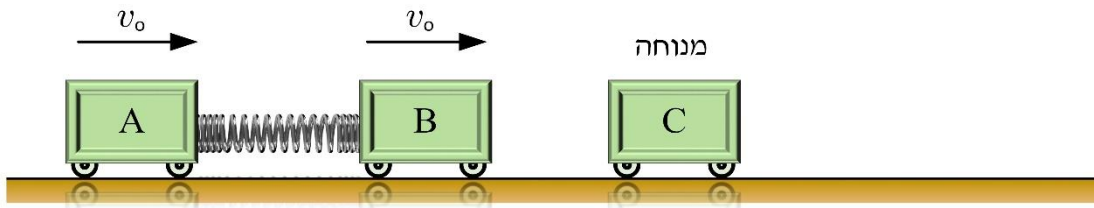


#### שאלה 4

- כדור קטן מתחיל לנוע ברגע  $t = 0$  לאורך קשת מעגלית. אורך הקשת ( $S$ , במטרים) שהכדור עובר מתחילת התנועה עד הרגע  $t$  (בשניות) נתון על-ידי הביטוי:  $S = 2t^3$ .
- נסמן ב-  $\theta$  את הזווית הנוצרת בין ווקטור תאוצת הכדור לבין ווקטור מהירותו. כיצד משתנה הזווית  $\theta$  במהלך תנועת הכדור?
- הזווית גדלה עם הזמן.
  - הזווית קטנה עם הזמן.
  - הזווית לא משתנה עם הזמן.
  - התלות אינה מונוטונית בזמן. תחילה היא גדלה ולאחר מכן היא קטנה.

#### שאלה 5

- שתי עגלות זהות A ו-B מחוברות זו לזו באמצעות קפיץ אידיאלי, והן נעות יחד על משטח אופקי חלק במהירות קבועה שגודלה (ביחס למעבדה)  $v_0$ . ברגע מסוים מתנגשת עגלה B בעגלה שלישית C, זהה לעגלות A ו-B, הנמצאת במנוחה. התנגשות בין העגלות פלסטית וקצרה, ובעקבותיה נדבקת עגלה B אל עגלה C.

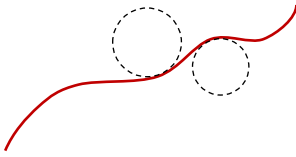


איזו מהטענות הבאות נכונה?

- קיים רגע בו עגלה A נמצאת במנוחה (ביחס למעבדה). ברגע זה, מהירות העגלות B ו-C קטנה מ-  $v_0$ .
- קיים רגע בו עגלה A נמצאת במנוחה (ביחס למעבדה). ברגע זה, מהירות העגלות B ו-C שווה ל-  $v_0$ .
- קיים רגע בו עגלה A נמצאת במנוחה (ביחס למעבדה). ברגע זה, מהירות העגלות B ו-C גדולה מ-  $v_0$ .
- לא קיים רגע בו עגלה A נמצאת במנוחה (ביחס למעבדה).

## שאלה 6

בגאומטריה דיפרנציאלית מוגדר המושג "רדיוס העקמומיות של עקום בנקודה":  
ניתן להתייחס אל כל קשת קטנה המהווה חלק מעקום כלשהו,



כאל קשת מעגלית המהווה חלק ממעגל.

מעגל זה הוא הקרוב הטוב ביותר של העקום בסביבת נקודה מסוימת.

רדיוס המעגל הזה ( $R$ ) נקרא "רדיוס-העקמומיות של העקום בנקודה".

כדור קטן נזרק בזווית  $\alpha$  לאופק, והוא נע רק בהשפעת כוח הכובד שמפעיל עליו כדור הארץ (השפעת האוויר זניחה).

נתייחס לנקודה כלשהי  $A$  על מסלול הכדור, שבה גודל מהירות הכדור הוא  $v_A$  ורדיוס עקמומיות המסלול הוא  $R_A$ .

טענה: הקשר בין שני הגדלים הנ"ל הוא  $R_A = K \cdot v_A^n$ ,

כאשר  $K$  הוא קבוע שנקבע מתוך תנאי ההתחלה של הזריקה, ו- $n$  הוא מספר טהור.

מהו ערכו של  $n$ ?

א.  $n = 0.5$

ב.  $n = 1$

ג.  $n = 2$

ד.  $n = 3$

## שאלה 7

גוף קטן שמסתו  $m$ , נופל חופשית ממנוחה.

ברגע בו מהירות הגוף היא  $v$ , פוגע בו קליע קטן שמסתו  $m$  היא  $m$ , במהירות שגודלה  $2v$ .

הקליע נתקע בתוך הגוף בתהליך הנמשך פרק זמן קצר מאוד.

רוצים שהזמן הכולל של נפילת הגוף (מרגע שחרורו ועד פגיעתו בקרקע) לא יושפע מפגיעת הקליע.

איזה מהמשפטים הבאים נכון?

א. כדי שהזמן הכולל של נפילת הגוף לא יושפע מפגיעת הקליע,

רגע לפני פגיעתו בגוף מהירות הקליע צריכה ליצור זווית של  $30^\circ$  מתחת לאופק.

ב. כדי שהזמן הכולל של נפילת הגוף לא יושפע מפגיעת הקליע,

רגע לפני פגיעתו בגוף מהירות הקליע צריכה להיות מכוונת אופקית.

ג. לא יתכן שהזמן הכולל של נפילת הגוף לא יושפע מפגיעת הקליע.

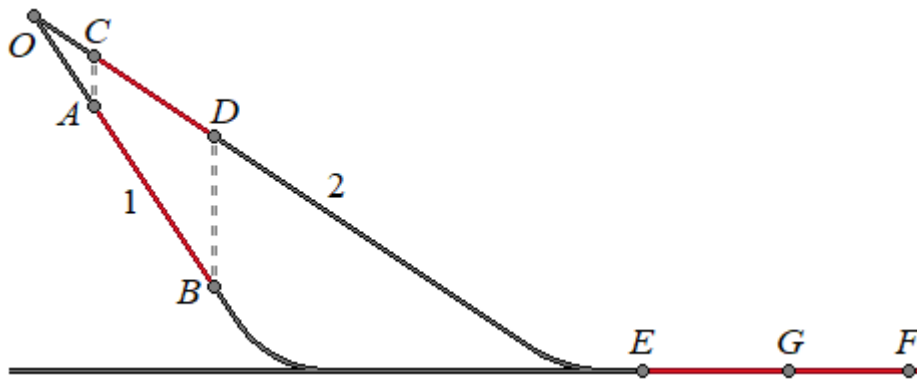
עקב פגיעת הקליע זמן הנפילה יגדל תמיד.

ד. לא יתכן שהזמן הכולל של נפילת הגוף לא יושפע מפגיעת הקליע.

עקב פגיעת הקליע זמן הנפילה יקטן תמיד.

## שאלה 8

- בציור מתוארים שני מסלולים (הנמצאים באותו מישור אנכי), שכל אחד מהם מורכב מחלק משופע (ישר) ומחלק אופקי.
- מסלול 1 מתחיל בנקודה  $O$  ומסתיים בנקודה  $F$ .  
 החלק המשופע שלו קיים קטע מחוספס  $(AB)$ , וגם החלק האופקי קיים קטע מחוספס  $(EF)$ .
- מסלול 2 מתחיל בנקודה  $O$  ומסתיים בנקודה  $F$ .  
 החלק המשופע שלו קיים קטע מחוספס  $(CD)$ . החלק האופקי של מסלול 2 משותף למסלול 1. הקטעים  $AC$  ו- $BD$  אנכיים.
- בניסוי 1 משוחררת הטיבה קטנה ממנוחה מהנקודה  $O$  ומחליקה לאורך מסלול 1. הטיבה נעצרת בנקודה  $G$ .
- בניסוי 2 משוחררת הטיבה ממנוחה מהנקודה  $O$  ומחליקה לאורך מסלול 2. בשני הניסויים, מעבר הטיבה מהמדרון למשטח האופקי מתרחש בצורה "חלקה" (ללא חיכוך וללא נקודת שבר).  
 מקדם החיכוך בין הטיבה לבין שלושת הקטעים המחוספסים – זהה.



היכן תעצר הטיבה בניסוי 2?

- משמאל לנקודה  $G$ .
- בנקודה  $G$ .
- מימין לנקודה  $G$ .
- כל אחת מהאפשרויות א', ב' או ג' תיתכן. התשובה הנכונה תלויה במיקום הקטעים  $AB$  ו- $CD$  על החלקים המשופעים.

## שאלה 9

בתרשים מתואר אחד מגלגלי מכונית הבולמת ללא החלקה, בתאוטה קבועה, על כביש אופקי. נגדיר מערכת צירים  $xy$  כך שהראשית נמצאת בכל רגע במרכז הגלגל  $O$ ,

ציר ה- $x$  מכוון אופקית ימינה (בכיוון תנועת המכונית),

וציר ה- $y$  מכוון אנכית מעלה.

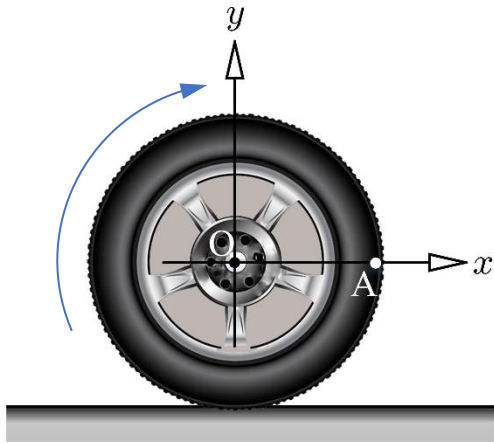
נתבונן בנקודה  $A$  שמיקומה בכל רגע במערכת הצירים הנ"ל

הוא  $x = R$ ,  $y = 0$ , כאשר  $R$  הוא רדיוס הגלגל.

נסמן ב- $\vec{a}_1$  את תאוצת הנקודה השייכת לגלגל, החולפת בנקודה  $A$  מיד לאחר התחלת הבלימה.

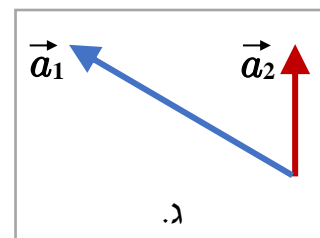
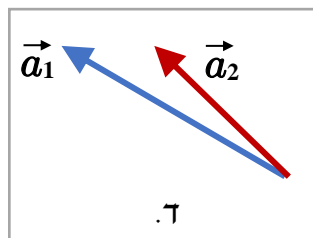
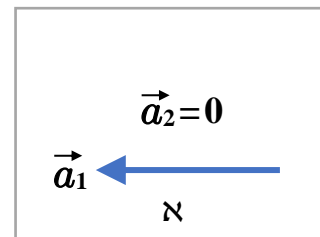
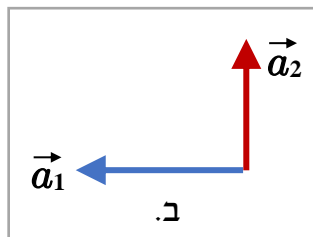
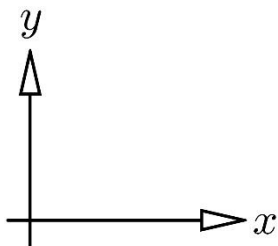
נסמן ב- $\vec{a}_2$  את תאוצת נקודה אחרת השייכת לגלגל,

החולפת בנקודה  $A$  לפני עצירת המכונית.



על רקע מערכת הצירים  $xy$ ,

באיזה מבין התרשימים הבאים, מתוארים ווקטורי התאוצות של שתי הנקודות הנ"ל בשני הרגעים שצוינו, בצורה הטובה ביותר?



## שאלה 10

עגלה נמצאת במנוחה על משטח אופקי חלק.

מוט אחיד מחובר אל אמצע העגלה

באמצעות ציר עם מסב, סביבו עשוי

המוט להסתובב ללא חיכוך.

תחילה מחזיקים את המוט במנוחה

כשהוא כמעט אנכי. משחררים את

המוט, ובשל סטייתו הזעירה מהאנך

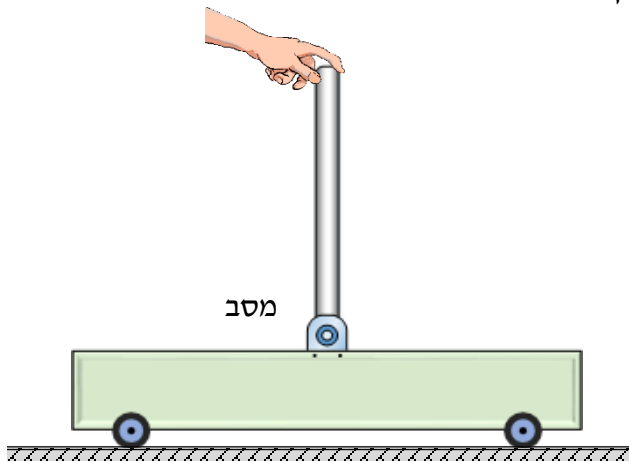
הוא מתחיל ליפול ימינה עד שהוא פוגע

בעגלה.

בזמן שהמוט נופל, ציר המסב מפעיל

כוח על העגלה.

הרכיב האופקי של כוח זה:



א. מכוון ימינה במשך כל זמן נפילת המוט.

ב. מכוון שמאלה במשך כל זמן נפילת המוט.

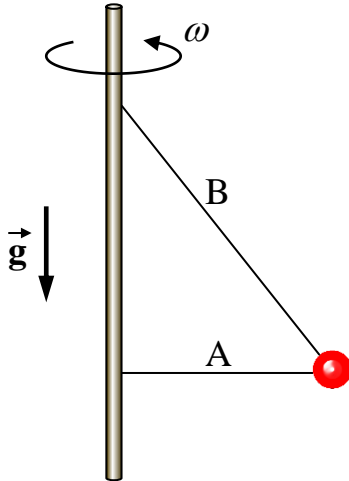
ג. בתחילת נפילת המוט מכוון ימינה, ולאחר זמן מה מכוון שמאלה.

ד. בתחילת נפילת המוט מכוון שמאלה, ולאחר זמן מה מכוון ימינה.



## שאלה 11

כדור קטן וכבד מחובר אל קצותיהם שני חוטים אידיאליים A ו-B. הקצה השני של כל חוט מחובר אל מוט אנכי אותו ניתן לסובב באמצעות מנוע. כאשר שני החוטים מתוחים – חוט A אופקי. מסובבים את המוט במהירות זוויתית  $\omega_1$  מספיק גדולה כך ששני החוטים יהיו מתוחים. במצב זה (מצב 1) מתיחויות החוטים הן  $T_{A_1}$  ו-  $T_{B_1}$  בהתאמה. מגדילים באיטיות את מהירות הסיבוב עד ל-  $\omega_2 = 2\omega_1$  ובמצב החדש (מצב 2) מתיחויות החוטים הן  $T_{A_2}$  ו-  $T_{B_2}$  בהתאמה.

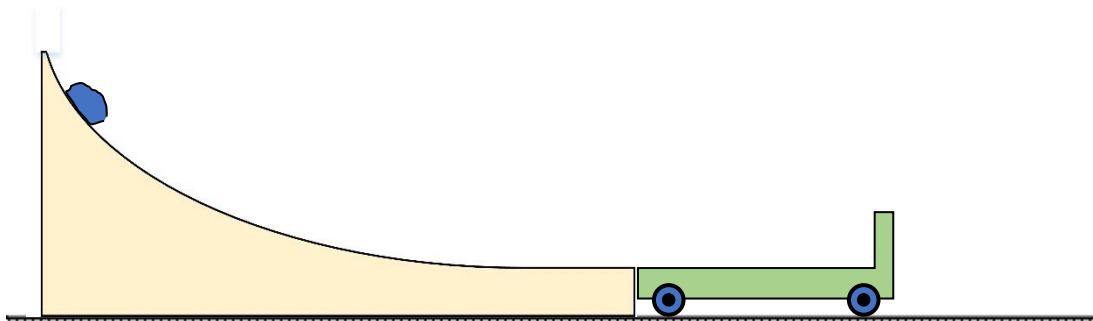


לפניך ארבע אמירות בקשר ליחסים בין המתיחויות בשני המצבים. איזו מהן אפשרית?

- א.  $T_{B_2} = 2T_{B_1}$  ,  $T_{A_2} = 2T_{A_1}$  .
- ב.  $T_{B_2} = T_{B_1}$  ,  $T_{A_2} = 2T_{A_1}$  .
- ג.  $T_{B_2} = T_{B_1}$  ,  $T_{A_2} = 4T_{A_1}$  .
- ד.  $T_{B_2} = T_{B_1}$  ,  $T_{A_2} = 6T_{A_1}$  .

## שאלה 12

שק קמח קטן משוחרר ממנוחה מנקודה מסוימת של מדרון חלק. המדרון מסתיים בקטע אופקי שאל קצהו הימני צמודה עגלה, הנמצאת במנוחה על רצפה אופקית חלקה. השק מגיע אל תחתית המדרון ועובר אל המשטח האופקי של העגלה. לאורך כל מסלול השק במדרון ובמעברו אל העגלה אין נקודות שבר. בניסוי 1, לאחר המעבר אל העגלה ממשיך השק להחליק על המשטח האופקי שלה ללא חיכוך, עד שלבסוף הוא מתנגש באופן פלסטי עם הדופן הימנית של העגלה. בניסוי 2 אותו שק משוחרר ממנוחה מאותה נקודה על המדרון ובתחתית המדרון הוא עובר אל אותה עגלה הנמצאת במנוחה. הפעם, המשטח האופקי של העגלה אינו חלק עקב נייר מחוספס שהודבק עליו. השק מחליק על גבי העגלה עד שהוא מתנגש באופן פלסטי עם הדופן הימנית שלה. גם בניסוי 3 אותו שק משוחרר ממנוחה מאותה נקודה על המדרון ובתחתית המדרון הוא עובר אל אותה עגלה הנמצאת במנוחה, אך הפעם הודבק נייר זכוכית על החלק האופקי שלה, ובשל החיכוך הרב השק לא מגיע אל הדופן הימנית של העגלה ונעצר על גביה קודם. נסמן ב-  $\Delta E$  את אבדן האנרגיה המכנית של המערכת "שק + עגלה + כדור-הארץ" בפרק הזמן שבין רגע שחרור השק ועד עצירתו על העגלה.



איזו מהטענות הבאות נכונה?

- בניסוי 1 מתקבל  $\Delta E$  הגדול ביותר.
- בניסוי 2 מתקבל  $\Delta E$  הגדול ביותר.
- בניסוי 3 מתקבל  $\Delta E$  הגדול ביותר.
- בשלושת הניסויים מתקבל אותו  $\Delta E$ .

### שאלה 13

בשיעור פיזיקה נערך דיון על תנועת פרוטון (חלקיק שמטענו חיובי) בקרבת גרעין של אורניום (שגם מטענו חיובי, ומסתו גדולה פי בערך 238 ממסת הפרוטון). בדיון הניחו שהפרוטון (ששוגר הרחק מהגרעין) נע רק בהשפעת כוח הדחיה החשמלי שמפעיל עליו הגרעין, בעוד הגרעין נותר במקומו במנוחה עקב מסתו הגדולה. המורה צייר על הלוח חלק מהמסלול המשוער של הפרוטון בקרבת הגרעין (ראה תרשים). הוא סימן על המסלול את הנקודה A וביקש מהתלמידים לשרטט קו ישר שיעבור דרך גרעין האורניום וישיק למסלול הפרוטון בנקודה A.

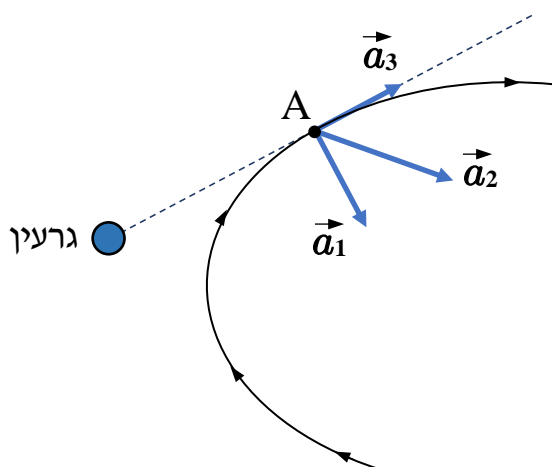
התלמידים התבקשו גם לשרטט (בקירוב) את ווקטור תאוצת הפרוטון בנקודה A.

שאל צייר את המשיק, והוסיף בנקודה A את הווקטור  $\vec{a}_1$ .

דוד צייר את המשיק, והוסיף בנקודה A את הווקטור  $\vec{a}_2$ .

שלמה צייר את המשיק, והוסיף בנקודה A את הווקטור  $\vec{a}_3$ .

יותם לא צייר את המשיק, וטען שהמסלול המצויר לא מתאר נכונה את מסלול הפרוטון.



מי מהתלמידים צודק?

- א. שאל.
- ב. דוד.
- ג. שלמה.
- ד. יותם.

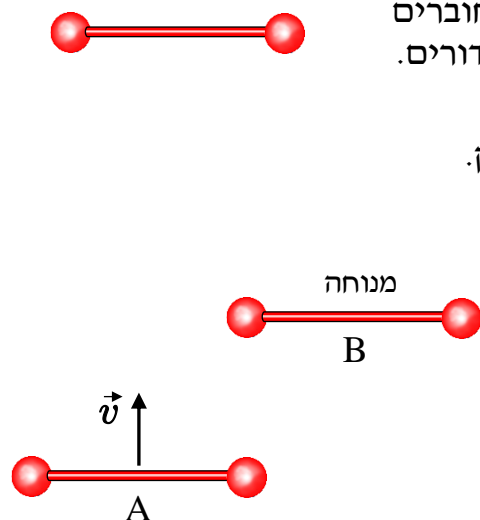
### שאלה 14

כדור משוחרר בתוך אגם עמוק. הכדור נע בהשפעת כוח הכובד, כוח התנגדות המים (התלוי במהירות הכדור) וכוח העילוי שהמים מפעילים (כוח ארכימדס). תאוצת הכדור מייד לאחר השחרור היא  $\vec{a}_1$ . כעבור זמן מסוים לאחר שחרורו, נע הכדור אנכית מטה במהירות קבועה. בהגיעו אל קרקעית האגם, מתנגש הכדור בלוח אופקי המונח על הקרקעית. ההתנגשות קצרה ואלסטית לחלוטין. תאוצת הכדור מייד לאחר ההתנגשות בלוח, מסומנת ב-  $\vec{a}_2$ .

איזו מהקביעות הבאות מתארת בצורה הטובה ביותר את הקשר בין התאוצות הנ"ל?

- א.  $\vec{a}_2 = 2\vec{a}_1$ .
- ב.  $\vec{a}_2 = \vec{a}_1$ .
- ג.  $\vec{a}_2 = -0.5\vec{a}_1$ .
- ד.  $\vec{a}_2 = -\vec{a}_1$ .

## שאלה 15



"משקולת" לאימוני כושר מורכבת משני כדורים זהים המחוברים באמצעות מוט דק שמסתו ניתנת להזנחה ביחס למסות הכדורים. רדיוסי הכדורים זניחים ביחס לאורך המוט.

שתי משקולות זהות A ו-B, נמצאות על שולחן אופקי חלק. משקולת B נמצאת במנוחה על השולחן.

משקולת A מחליקה על השולחן במהירות שגודלה  $v$ , המכוונת בניצב למוטות (המקבילים) של המשקולות. התרשים מתאר את המערכת במבט-על.

ברגע מסוים מתנגש הכדור הימני של משקולת A בכדור השמאלי של משקולת B.

ההתנגשות בין הכדורים אלסטית לחלוטין.

איזה מהמשפטים הבאים מתאר בצורה הטובה ביותר את מצב המערכת **זמן רב** לאחר ההתנגשות?

- משקולת A נעה בכיוון תנועתה המקורי במהירות שגודלה  $\frac{1}{2}v$  מבלי להסתובב, משקולת B מסתובבת במקום.
- משקולת B נעה בכיוון תנועתה המקורי של A במהירות שגודלה  $\frac{1}{2}v$  מבלי להסתובב, משקולת A מסתובבת במקום.
- משקולת A נעה בכיוון תנועתה המקורי במהירות שגודלה  $v$  מבלי להסתובב, משקולת B נמצאת במנוחה.
- משקולת B נעה בכיוון תנועתה המקורי במהירות שגודלה  $v$  מבלי להסתובב, משקולת A נמצאת במנוחה.

## בהצלחה!

פתרונות מנומקים של חלק אי ניתן למצוא החל מתאריך 13.5.18 באתר האולימפיאדה <http://www.ipho.org.il> לפיזיקה: