

האולימפיאדה הארצית ה- 21 לפיזיקה
תש"ע - תשע"א - **שלב א'**

דף רכוז תשובות
הוראות לנבחנים: משך הבחינה: 100 דקות. חומר עזר מותר בשימוש: כלי כתיבה בלבד.
לפניך 22 שאלות, לכל שאלה תשובה אחת נכונה ביותר.

עליך לסמן תשובה זאת על ידי הקפתה בעיגול בדף זה.

יש להמנע ככל האפשר ממחיקות (ניתן להשתמש בשאלון עצמו כבדף טיוטה). השאלון נשאר ברשותך.
הקפד/י לרשום במדויק ובאופן ברור את פרטיך האישיים.

שם משפחה: _____ שם פרטי: _____ בן/ בת _____ כיתה: _____

שם ביה"ס: _____ דואר אלקטרוני: _____

כתובת פרטית: _____ טלפון: _____

1.	א	ב	ג	ד		12.	א	ב	ג	ד
2.	א	ב	ג	ד		13.	א	ב	ג	ד
3.	א	ב	ג	ד		14.	א	ב	ג	ד
4.	א	ב	ג	ד		15.	א	ב	ג	ד
5.	א	ב	ג	ד		16.	א	ב	ג	ד
6.	א	ב	ג	ד		17.	א	ב	ג	ד
7.	א	ב	ג	ד		18.	א	ב	ג	ד
8.	א	ב	ג	ד		19.	א	ב	ג	ד
9.	א	ב	ג	ד		20.	א	ב	ג	ד
10.	א	ב	ג	ד		21.	א	ב	ג	ד
11.	א	ב	ג	ד		22.	א	ב	ג	ד

מוסדות אקדמיים ותוכניות מצוינות של צה"ל מעוניינים בפרטים אישיים של משתתפי האולימפיאדה. באם את/ה מעונין/ת במסירת פרטיך האישיים נא לסמן ולחתום.

אני _____ ת.ז. _____

[] מעונין/ת שפרטי האישיים יימסרו למוסדות אקדמיים. חתימה _____

[] מעונין/ת שפרטי האישיים יימסרו לתוכניות מצוינות של צה"ל. חתימה _____

פתרונות מנומקים ניתן למצא החל
מתאריך 14.2.2010 באתר
האולימפיאדה לפיזיקה:
<http://edu.technion.ac.il/ipho/>

- מפעל התחרויות בפיזיקה לנוער נתמך ע"י:**
- משרד החינוך, המנהל למדע ולטכנולוגיה
 - הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל

צוות מחברי השאלות בשלב א':

- ד"ר אלי רז - יו"ר צוות המחברים וראש פרויקט האולימפיאדה לפיזיקה, המכללה האקדמית להנדסה אורט בראודה כרמיאל, הטכניון, הפקולטה לפיזיקה, חיפה.
מר אריאל אמיר - מכון ויצמן למדע רחובות.
מר דני גלאובך - ביה"ס הריאלי חיפה, הטכניון, המרכז לחינוך קדם קדמי.
מר גיל שמאי - הטכניון, הפקולטה לפיזיקה, חיפה.
מר איגור ליסנקר - ביה"ס למדע ולתרבות שבח מופת ת"א.
מר פבל רדזיוילובסקי - חברת ויז'נמאפ

האולימפיאדה הארצית ה- 21 לפיזיקה

תש"ע - תשע"א - שלב א'

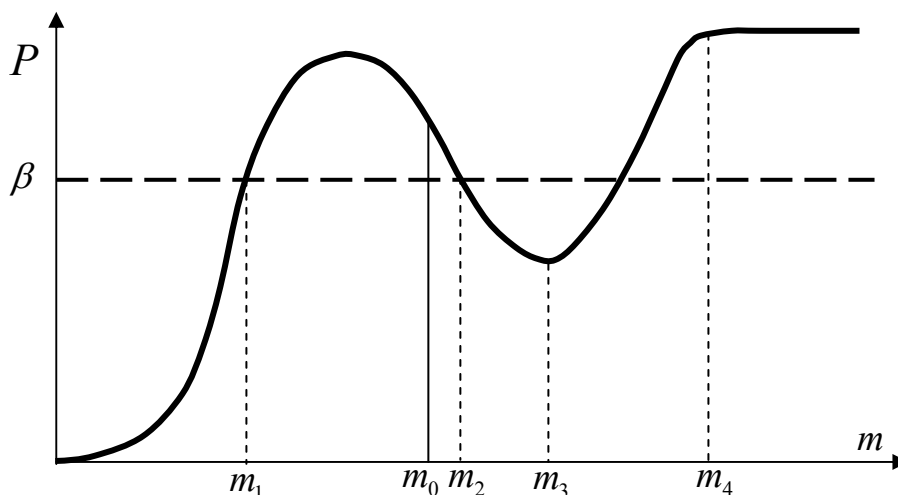
כל הזכויות שמורות

© 2010

שאלה מס' 1

לבריקה מספר משאבות המרוקנות ממנה את המים. קצב ריקון המים מהבריקה תלוי ב- m , כמות המים בבריקה. הגרף הרציף העבה מתאר את הקצב P (מסת מים ליחידת זמן) בו המשאבות מרוקנות את הבריקה, כפונקציה של כמות המים בבריקה. באחד הימים, כאשר המשאבות לא פועלות, ירד גשם שגרם לתוספת מים לבריקה בקצב קבוע β . כאשר כמות המים בבריקה הגיעה לערך m_0 (בעוד מי הגשם ממשיכים לחדור לבריקה בקצב הנתון) המשאבות החלו לפעול.

מה תהיה כמות המים בבריקה לאחר זמן רב מאז הפעילו את המשאבות (הגשם ממשיך לרדת באותו קצב) ?



- א. m_1
ב. m_2
ג. m_3
ד. m_4

שאלה מס' 2

המערכת המתוארת בתרשים מורכבת מגלגלת חסרת מסה וחסרת חיכוך, חוטים וקפיץ חסרי מסה, ושתי משקולות שמסת אחת מהן קטנה פי 3 ממסת המשקולת השנייה. המערכת נמצאת בתנועה.

נסמן ב- T_1 את המתיחות בקטע החוט שבין המשקולת שמסתה m והגלגלת.

נסמן ב- T_2 את המתיחות בקטע החוט שבין הקפיץ לגלגלת.

נסמן ב- T_3 את המתיחות בחוט המחובר למשקולת שמסתה $3m$.

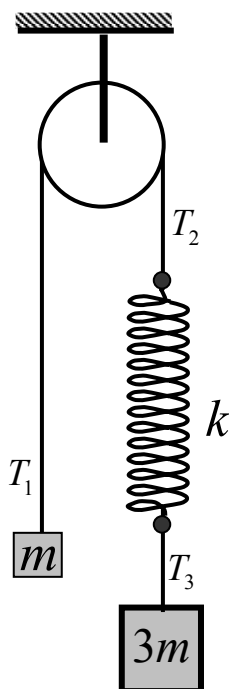
איזו מבין הטענות הבאות נכונה?

א. $T_3 > T_2 > T_1$

ב. $T_3 > T_2 = T_1$

ג. $T_3 < T_2 = T_1$

ד. $T_3 = T_2 = T_1$



שאלה מס' 3

אושרי רגילה לבצע פעילות ספורטיבית מידי בוקר על מתקן ריצה הנמצא בביתה. היא מכוונת את משטח המתקן למצב אופקי ולמהירות של 15 קמ"ש ורצה במשך 20 דקות על המתקן (מבלי לאחוז בידיות המתקן). חברתה דפנה מעדיפה לרוץ בחוץ לאורך מסלול ישר ואופקי באורך 5 ק"מ במהירות של 15 קמ"ש (גם דפנה רצה 20 דקות). ניתן להניח כי תכונות משטח המסלול של דפנה זהות לחלוטין לתכונות המשטח של המסוע במתקן עליו רצה אושרי.



דפנה טענה כי הריצה על מתקן הנמצא בבית קלה יותר, בעוד אושרי טענה כי אין הבדל ואולי אפילו ריצה בחוץ קלה יותר.

מי מהן צדקה ומהו הנימוק הנכון?

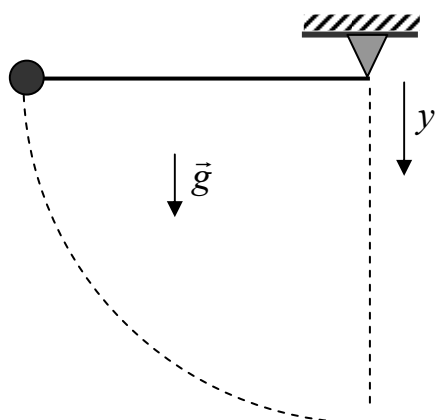
א. דפנה צדקה כי במסלול הריצה בחוץ יש להתגבר על התנגדות אוויר קטנה, בעוד שבריצה על המסוע התנגדות האוויר זניחה.

ב. אושרי צדקה כי חוקי ניוטון בכל מערכות הייחוס האינרציאליות ולכן במערכת המסוע היא רצה רגיל.

ג. אושרי צדקה כי בזמן שדפנה רצה בחוץ היא מנצלת את כוח האינרציה הנובע ממהירותה האמיתית, ולכן לדפנה קל יותר.

ד. דפנה צדקה כי המנוע של המסוע מסייע לאושרי ומקל עליה את הריצה.

שאלה מס' 4



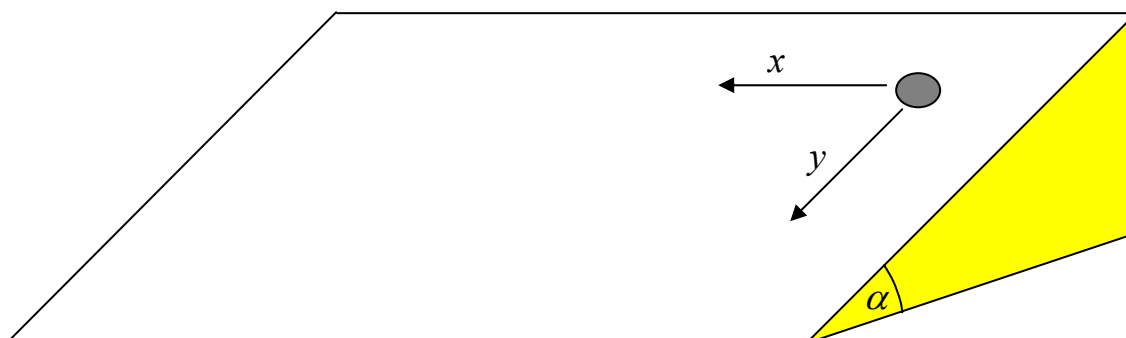
משקולת קטנה מחוברת לקצהו התחתון של חוט. קצהו העליון של החוט קשור לנקודה קבועה. מסיטים את החוט לזווית 90° מהאנך ומשחררים את המשקולת ממנוחה. כווננו החיובי של ציר y הוא אנכי מטה (ראה תרשים).

נדון בגרף של a_y , רכיב תאוצה המשקולת בכוון y מרגע שחרור המשקולת ועד לרגע בו היא חולפת דרך הנקודה הנמוכה ביותר. הגרף של a_y :

- יורד עם הזמן, ערכו אפס בנקודה הנמוכה ביותר.
- יורד עם הזמן, ערכו שונה מאפס בכל נקודה.
- יורד עם הזמן, ערכו שווה אפס בנקודה שאינה הנקודה הנמוכה ביותר.
- עולה עם הזמן עד לערך מכסימלי בנקודה הנמוכה ביותר.

שאלה מס' 5

על משטח הנטוי בזווית α מונחת דסקה. בין הדסקה והמשטח קיים חיכוך. מקדם החיכוך הקינטי ומקדם החיכוך הסטטי שווים. עקב החיכוך בינה ובין המשטח הדסקה לא מחליקה. מקנים לדסקה מהירות אופקית לאורך המשטח בכוון ציר x כמתואר בתרשים.



איזו מהטענות הבאות נכונה?

- הדסקה תנוע אופקית לאורך ציר x ותעצור.
- הדסקה תרכוש רכיב מהירות גם בציר y , רכיב זה ילך ויגדל.
- מהירות הדסקה תלך ותקטן.
- מהירות הדסקה תגדל תחילה ואח"כ תקטן.

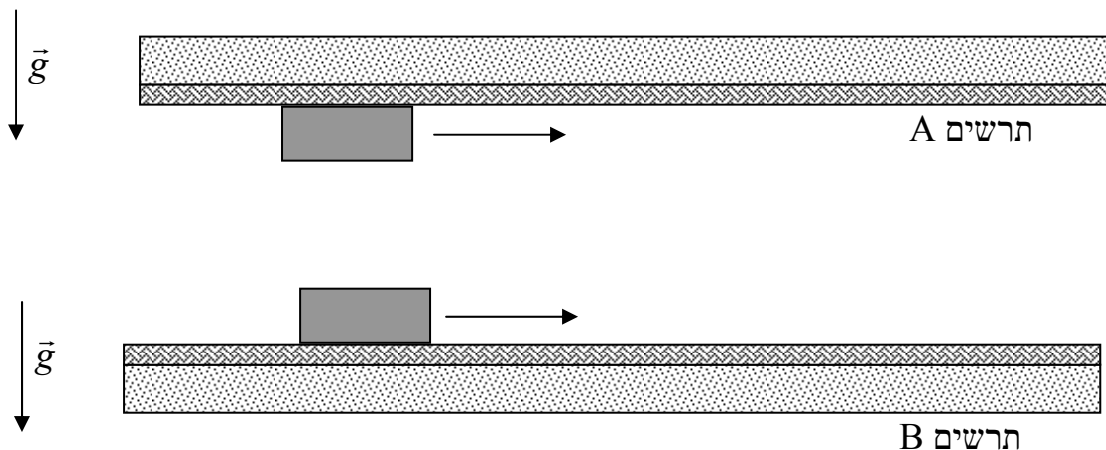
שאלה מס' 6

מסוע מואץ ימינה בתאוצה אופקית קבועה $A = 0.4g$ (g היא תאוצת הכובד). על המסוע נע טרקטורון. מקדם החיכוך (הקינטי והסטטי) בין גלגלי הטרקטורון ומשטח המסוע הוא $\mu = 0.3$. תאוצת הטרקטורון ביחס למעבדה (לא ביחס למסוע) היא a . התאוצה a חיובית כאשר היא מכוונת ימינה ושלילית כאשר היא מכוונת שמאלה. התנגדות האויר זניחה. איזו מהטענות הבאות נכונה?

- $0.1g \leq a \leq 0.7g$
- $-0.3g \leq a \leq 0.3g$
- $0.1g \leq a \leq 0.3g$
- $a = 0.3g$

שאלה מס' 7

מגנט קרמי מוצמד למשטח אופקי בעזרת כוח מגנטי F הפועל בין המגנט והמשטח. במשטח הנתון, הכוח F ניצב למשטח ולא תלוי במהירות ההחלקה של המגנט על המשטח. בתרשים A המגנט נמצא מתחת למשטח ובתרשים B המגנט נמצא על המשטח (התרשימים מתארים מבט צד).



בכל אחד מהמצבים A ו-B מקנים למגנט מהירות וכתוצאה מכך הוא מחליק לאורך המשטח עד לעצירתו. מודדים את התאוצות a_A ו- a_B של המגנט בכל אחד מהמצבים. תאוצת הכובד g ידועה.

איזה מבין הגדלים הבאים (אם בכלל) ניתן לחשב בעזרת הנתונים a_A , a_B ו- g בלבד? א. הכוח המגנטי F .

ב. מקדם החיכוך הקינטי μ_k בין המגנט והמשטח.

ג. מסת המגנט m .

ד. בעזרת הנתונים הנ"ל בלבד, לא ניתן לחשב אף לא אחד מהגדלים המוזכרים בטענות א', ב' ו-ג'.

שאלה מס' 8

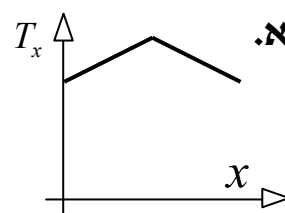
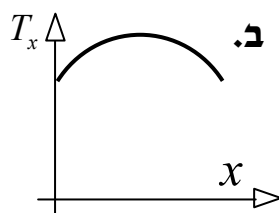
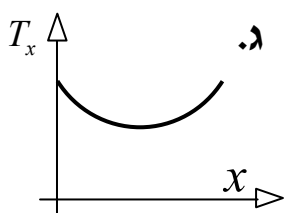
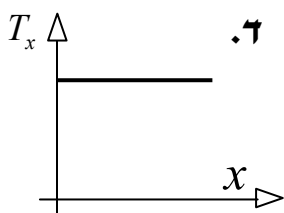
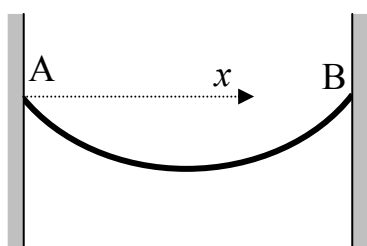
חבל שמסתו מפולגת באופן אחיד לכל אורכו, תלוי בין שני קירות אנכיים.

החבל מחובר אל הקירות בנקודות A ו-B הנמצאות זו מול זו באותו גובה.

ציר x הוא ציר אופקי שראשיתו נמצאת בנקודה A.

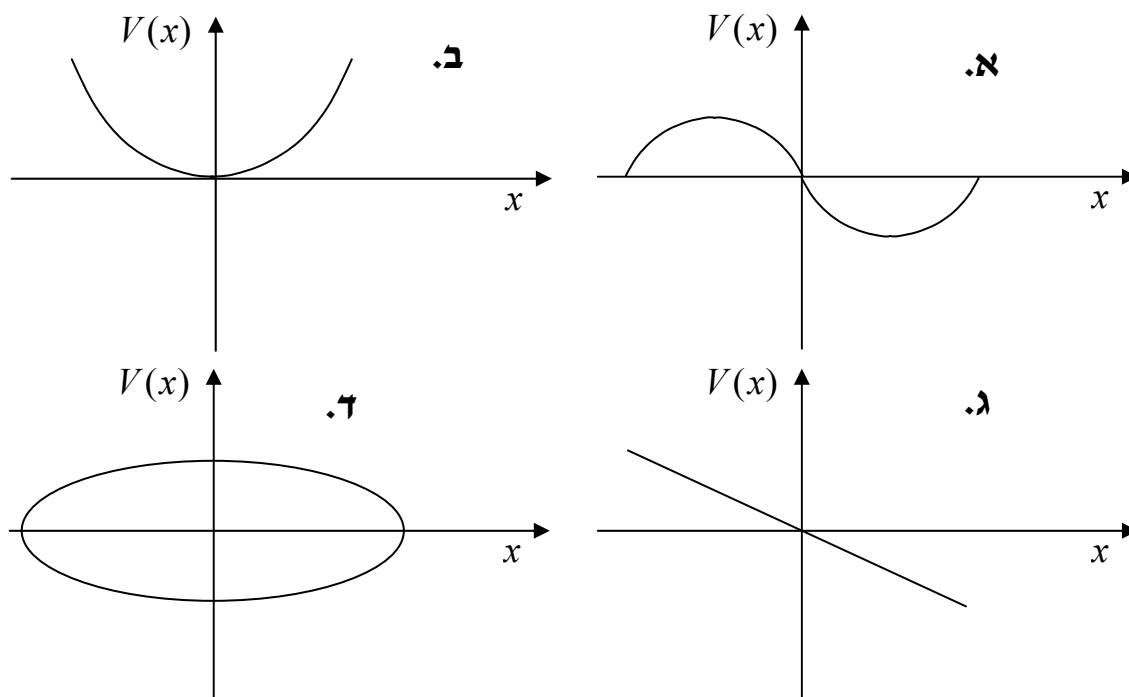
איזה מבין הגרפים הבאים, מתאר בצורה הטובה ביותר

את T_x הרכיב האופקי של המתיחות בנקודות שונות לאורך החבל, כתלות במיקום x של הנקודה?



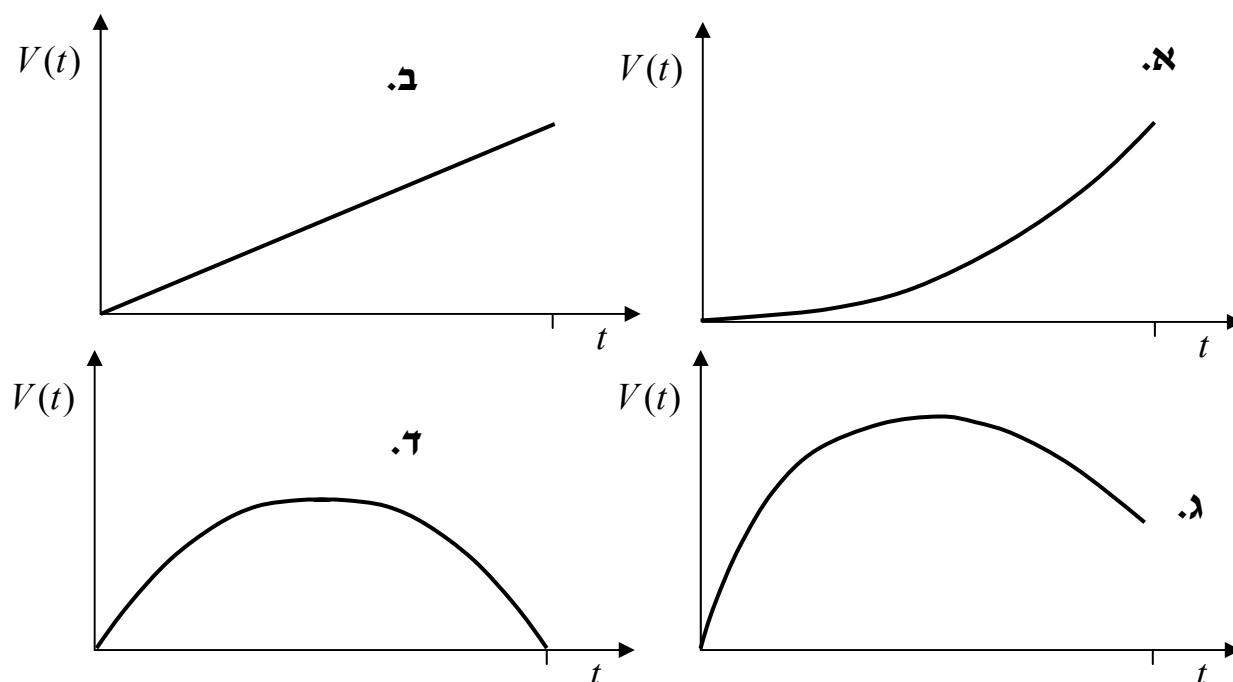
שאלה מס' 9

גוף נע לאורך ציר x ומבצע תנועה מחזורית. מהירותו מוגדרת חיובית כאשר היא בכוון החיובי של ציר x ושלילית כאשר היא בכוון המנוגד. איזה מהגרפים הבאים עשוי לתאר את מהירות הגוף כפונקציה של מיקומו?



שאלה מס' 10

בשעות אחה"צ כאשר השמש נמצאת בזווית 45° מעל האופק, נזרק מהקרקע כדור במהירות התחלתית V_0 המכוונת אל השמש. צל הכדור נראה בבירור על הקרקע המישורית והאופקית. התנגדות האוויר זניחה. איזה מבין התרשימים הבאים מייצג את מהירות הצל של הכדור מרגע זריקתו ועד לרגע פגיעתו בקרקע?



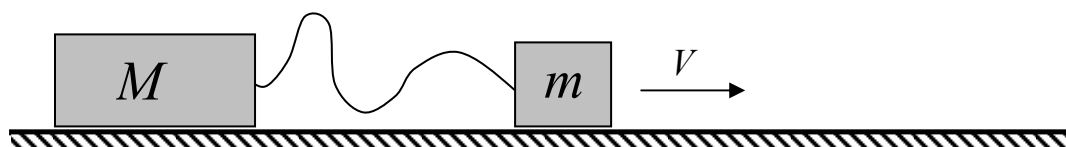
שאלה מס' 11

נתון חוט אידאלי אשר אינו מתארך כלל כאשר מגדילים את מתיחותו (במציאות כל חוט מתארך במידה מסוימת כאשר מגדילים את מתיחותו). החוט האידאלי נקרע כאשר המתיחות בו מגיעה ל-100 ניוטון.

מחברים באמצעות החוט האידאלי שתי משקולות הנמצאות על משטח אופקי חלק, האחת בעלת מסה m והשניה בעלת מסה M . כאשר החוט רפוי והמסה M במנוחה, מעניקים למסה m

$$V = 0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

מבצעים שלושה ניסויים. בכל הניסויים $m = 0.1 \text{ kg}$ אולם המסה M שונה מניסוי לניסוי. בניסוי A: $M = 0.1 \text{ kg}$, בניסוי B: $M = 5 \text{ kg}$ ובניסוי C: $M = 15 \text{ kg}$.



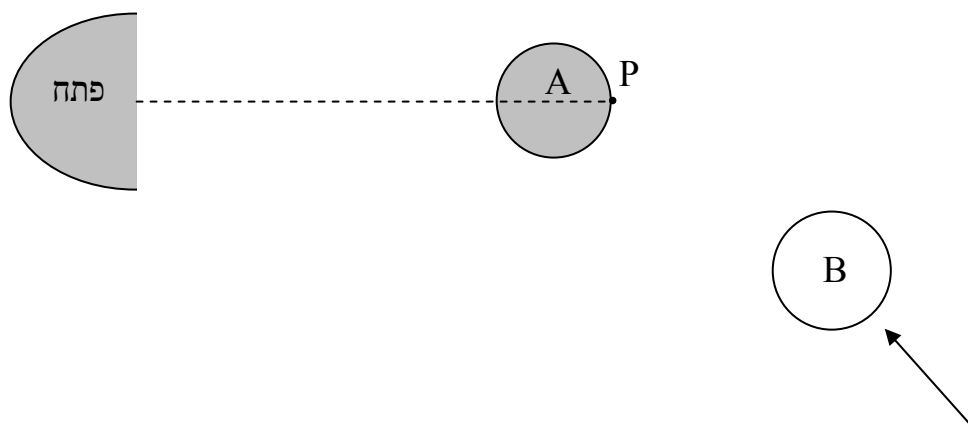
באיזה מהניסויים ייקרע החוט?

- בניסוי C בלבד.
- בניסויים B ו-C בלבד.
- בשלושת הניסויים.
- באף אחד מהניסויים.

שאלה מס' 12

שחקן סנוקר מעוניין להכניס את כדור A הנמצא במנוחה, לתוך פתח האיסוף הנמצא בקצה השולחן (ראה תרשים המתאר מבט על). הישר המקווקו מחבר את מרכז פתח האיסוף עם מרכז הכדור A. נקודה P נמצאת על פני הכדור ועל ישר זה.

שחקן הסנוקר חובט בכדור B כך שיפגע במהירות גבוהה בכדור A בנקודה P. הנח כי לא קיים חיכוך בין הכדורים וכן הזנח את כוחות החיכוך שהשולחן מפעיל על הכדורים.



התנאי ההכרחי לכך שכדור A ייכנס אל הפתח בשולחן הוא:

- הכדור B יפגע בכדור A בנקודה P.
- הכדור B יפגע בכדור A בנקודה P ומסות הכדורים שוות.
- הכדור B יפגע בכדור A בנקודה P, אך יש למקם את מרכז כדור B בנקודה הנמצאת על ישר מסוים בלבד.
- תנאי ב' וגם תנאי ג'.

שאלה מס' 13



במאה הקודמת האמצעי המקובל לשמיעת מוזיקה היה מכשיר בשם פֶּטְפֹן. תקליט פלסטיק הונח על מכשיר הפטפון שסיבב את התקליט **בקצב קבוע**. בזמן ההשמעה, מחט רגישה נעה על גבי התקליט לאורך חריץ ספירלי מהחלק החיצוני של התקליט פנימה. תנודות המחט (עקב שקעים ובליטות) שחזרו את הצלילים והועברו למערכת הגברה חשמלית לשמיעת המוזיקה. תהליך הקלטת המוזיקה על התקליט נעשה באופן דומה לתהליך ההשמעה. בזמן ההקלטה, סובב התקליט באותו קצב כמו בעת ההשמעה.

כשתנודות הקול נרשמות כבליטות ושקעים לאורך דפנות החריץ.

כל שיר נרשם החל מרדיוס r_N ועד לרדיוס r_{N+1} . נסמן את ההפרש בין שני רדיוסים אלה ב- Δr_N (רוחב "הרצועה" עליה מוקלט השיר).

בכל סיבוב של התקליט, המחט מתקדמת אל המרכז מרחק קבוע.

באחד מתקליטי החיפושיות, שיר הפתיחה (מוקלט קרוב לשפת התקליט), חזר על עצמו במדויק כשיר הסיום (מוקלט קרוב למרכז התקליט).

איזו מבין הטענות הבאות נכונה?

א. עבור שיר הסיום Δr_N גדול יותר לעומת שיר הפתיחה.

ב. לשני השירים Δr_N שווה.

ג. צפיפות רישום האינפורמציה (מידע ליחידת אורך על החריץ) בשיר הפתיחה ובשיר הסיום שווה.

ד. לשני השירים אותו ערך של Δr_N וגם צפיפות האינפורמציה בחריצים שווה.

שאלה מס' 14

במערכת שבתרשים תלויות שתי משקולות:

משקולת A בצורת כדור קטן.

משקולת B בצורת מוט שאורכו L .

החוט מחובר אל הרצפה בנקודה P.

במצב ההתחלתי המשקולת A נמצאת

בדיוק מול הקצה **התחתון** של משקולת B, כמתואר בתרשים.

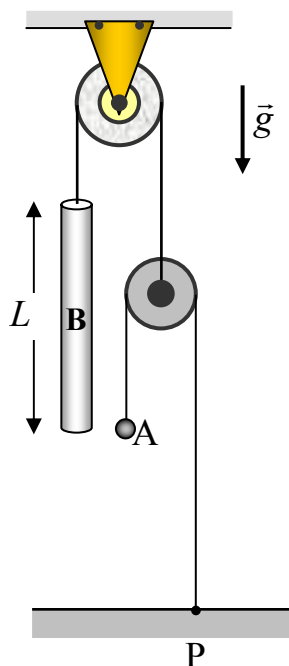
איזה גובה יש להוריד את המוט B כדי שקצהו העליון יימצא בדיוק מול הכדור A?

א. $\frac{2L}{3}$

ב. $\frac{L}{2}$

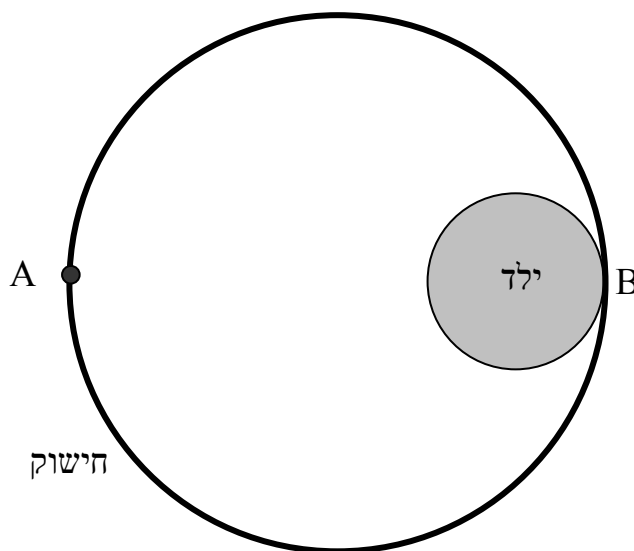
ג. $\frac{L}{3}$

ד. $\frac{L}{4}$



שאלה מס' 15

משחק "הולה הופ" הוא משחק בו מסובבים חישוק פלסטיק סביב המותניים. התמונה מתארת ילד המסובב חישוק במצב אופקי סביב מותניו. נניח כי היקף החישוק הוא פי 3 מהיקף מתניו של הילד. לשם פשטות נניח כי מתניו של הילד עגולות. נסמן ב-B את נקודת המגע הרגעית של החישוק במותני הילד. A היא נקודה קבועה על החישוק עצמו. החישוק לא מחליק על מותני הילד.



כאשר הנקודה B משלימה בדיוק סיבוב שלם סביב מותני הילד, גם מרכז החישוק חוזר לנקודה בה היה. כמה סיבובים סביב מרכז החישוק, משלימה הנקודה A בפרק הזמן בו משלימה הנקודה B סבוב שלם סביב מותני הילד?

א. $\frac{1}{3}$

ב. $\frac{2}{3}$

ג. 1

ד. $\frac{4}{3}$

שאלה מס' 16

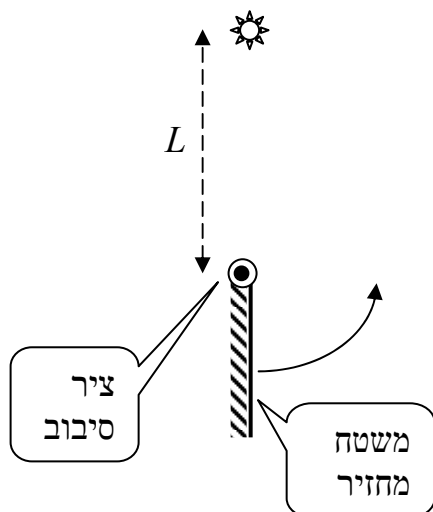
מראה מישורית מלבנית מסתובבת סביב ציר סיבוב הנמצא על אחת מצלעותיה. במרחק L מציר הסיבוב נמצאת נורה קטנה הפולטת אור לכל הכוונים. במצב ההתחלתי, המראה והנורה נמצאות במישור אחד. מה אורך הדרך שתעבור דמות הנורה הנוצרת ע"י המראה, בזמן שהמראה משלימה חצי סיבוב (180°)?

א. $2L$

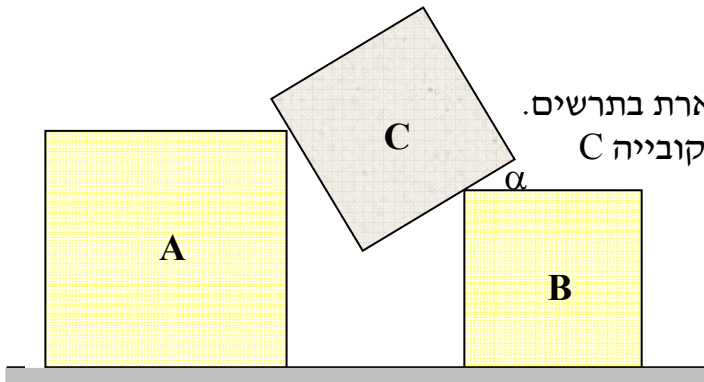
ב. $4L$

ג. πL

ד. $2\pi L$



שאלה מס' 17



ילד סידר שלוש קוביות אחידות בצורה המתוארת בתרשים. הקוביות A ו-B מונחות על רצפה אופקית. הקובייה C מונחת על הקוביות A ו-B כך שנוצרת זווית $\alpha = 30^\circ$ בין פאתה הנוגעת בקובייה B ובין האופק, כמתואר בתרשים. ניתן להזניח את החיכוך בין הקוביות. המערכת נמצאת במנוחה מתמדת.

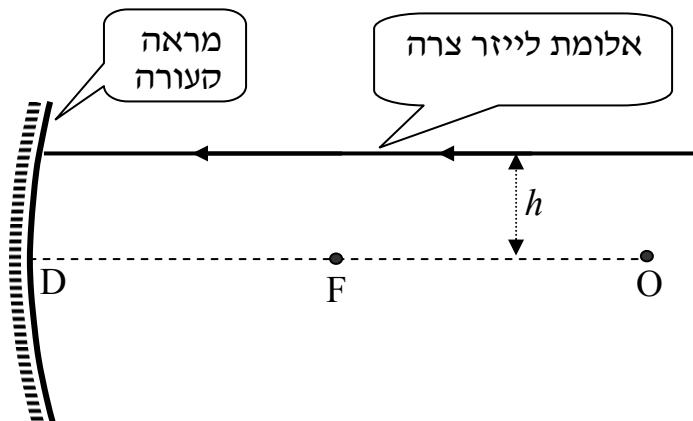
נסמן:

- F_{AC} גודל הכוח שקובייה A מפעילה על קובייה C.
- F_{BC} גודל הכוח שקובייה B מפעילה על קובייה C.
- f_A גודל כוח החיכוך שהרצפה מפעילה על קובייה A.
- f_B גודל כוח החיכוך שהרצפה מפעילה על קובייה B.

איזה מהמשפטים הבאים הוא המשפט הנכון:

- א. $F_{AC} > F_{BC}$ ו- $f_A > f_B$
- ב. $F_{AC} < F_{BC}$ ו- $f_A < f_B$
- ג. $F_{AC} < F_{BC}$ ו- $f_A = f_B$
- ד. $F_{AC} = F_{BC}$ ו- $f_A = f_B$

שאלה מס' 18



נתונה מראה קעורה. הנקודה O היא מרכז העקמומיות של המראה (מרכז הכדור שהמראה היא חלק ממנו). OD הוא הרדיוס המחבר את מרכז העקמומיות עם נקודה D על המראה.

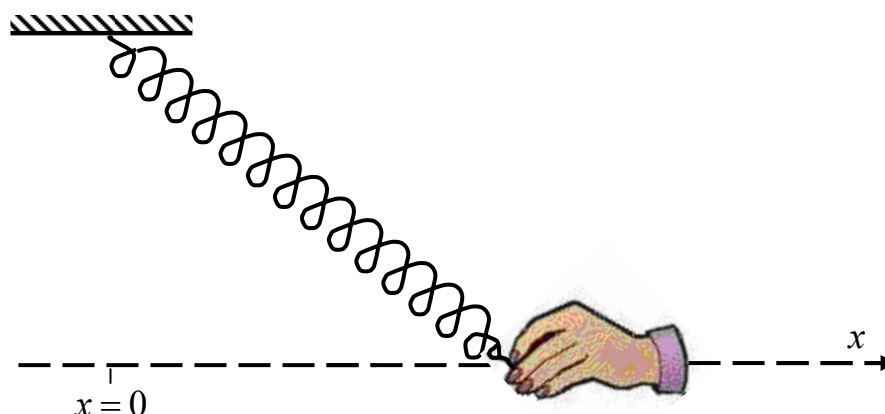
F היא נקודת האמצע של הקטע OD. אלומת לייזר צרה המקבילה לרדיוס OD ונמצאת במרחק h ממנו (h אינו זניח ביחס ל-OD), פוגעת במראה ומוחזרת ממנה.

היכן חותכת האלומה המוחזרת מהמראה את הקטע OD?

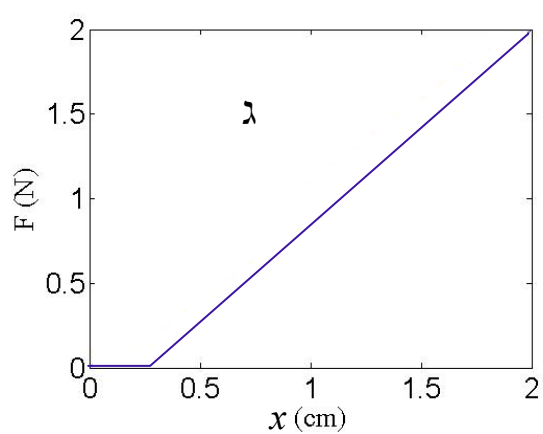
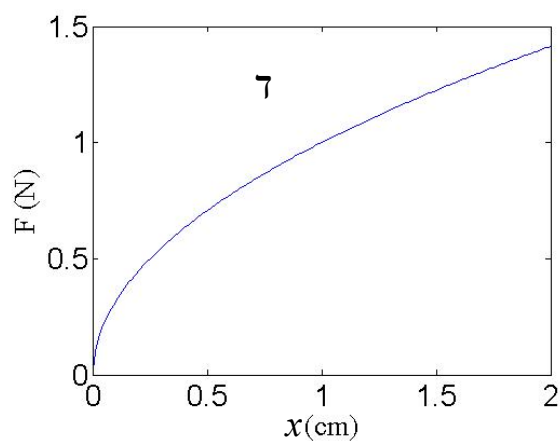
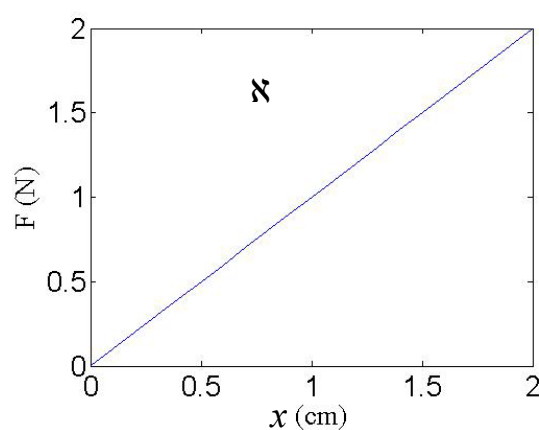
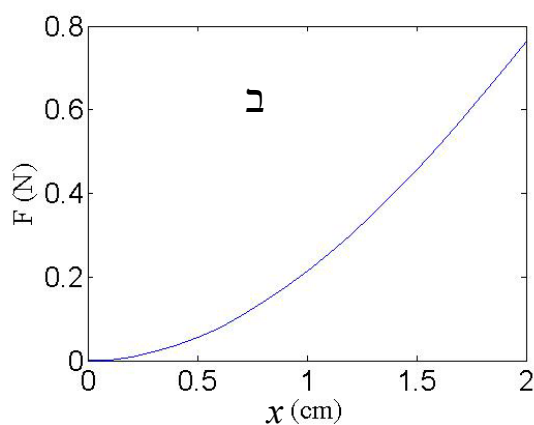
- א. בנקודה על הקטע DF, שמאלה לנקודה F.
- ב. בנקודה על הקטע OF, ימינה לנקודה F.
- ג. בנקודה F.
- ד. אפשרויות א', ב', ג' תתכנה, האפשרות הנכונה תלויה בערך של h .

שאלה מס' 19

קפיץ חסר מסה תלוי אנכית מהתקרה. כאשר הקפיץ רפוי קצהו התחתון נמצא בנקודה בה ממוקמת הראשית של ציר אופקי x . אווזים בקצהו התחתון ומושכים (באיטיות) את הקפיץ לאורך ציר x כמתואר בתרשים.



איזה מהגרפים הבאים מתאר באופן הטוב ביותר את גודל הכוח המופעל על הקפיץ כפונקציה של x .



שאלה מס' 20

תלמיד עומד בערב על צוק מעל פני המים בשפת אגם ומתבונן בהשתקפות הירח במי האגם השקטים. הירח נמצא כמעט בזניט (מעל ראשו של התלמיד). רדיוס כדה"א הוא $6,400 \text{ km}$ והמרחק בין הארץ לירח הוא $384,000 \text{ km}$. פני המים מתנהגים כמראה קמורה בשל עקמומיות כדור"א, ולפיכך התלמיד רואה את דמות הירח הנוצרת ע"י האגם. התלמיד מביט בירח עצמו ובדמות הירח. איזו מבין הטענות הבאות נכונה?

- דמות הירח תראה בבירור קטנה יותר מהירח עצמו כי פני האגם מתנהגים כמראה קמורה.
- דמות הירח תראה בבירור גדולה יותר מהירח עצמו כי היא משמעותית קרובה יותר לתלמיד.
- דמות הירח תראה בבירור קטנה יותר מהירח עצמו בשל מקדם השבירה של המים.
- דמות הירח והירח עצמו יראו באותו גודל כי היחס בין גודל הירח לגודל הדמות שווה בקירוב ליחס בין מרחק הירח למרחק הדמות.

שאלה מס' 21

דני ודפנה גרים בשני בניינים סמוכים. חלונו של דני נמצא מול חלונה של דפנה. בצהרי יום קיץ חם, דפנה מביטה משולחן עבודתה לעבר דני ורואה אותו לומד בחדרו, דני מביט באותו זמן לעבר חלונה של דפנה ולא רואה את דפנה כי על חלון חדרה מותקנת רשת בהירה נגד יתושים. דני ודפנה לא השתמשו בתאורה מלאכותית בחדריהם כי התאורה דרך החלון הספיקה. דני למד בפיזיקה כי מהלך אלומות אור הוא הפיך, ולכן תהה מדוע דפנה רואה אותו והוא לא רואה אותה.

איזו מהטענות הבאות עשויה להסביר את חוסר הסימטריה המתואר בבעיה?

- דני לא רואה את דפנה כי עוצמת האור המוחזר מהרשת גדולה משמעותית מהאור המגיע מחדרה של דפנה.
- דפנה רואה את דני כי מרחקה מהרשת קטן משמעותית ממרחקו של דני מהרשת. מנקודת ראותה, הגודל הזויתי של החורים ברשת גדול יותר.
- דני לא רואה את דפנה כי האור מחדרה של דפנה נחסם בחלקו ע"י הרשת.
- דפנה רואה את דני כי לאלומת אור מחדרו של דני יש סיכוי גדול יותר לעבור את הרשת מאשר לאלומת אור מחדרה של דפנה.

שאלה מס' 22

כאשר מבצעים פעילות פיזית, הגוף שורף דלקים (שומנים ופחמימות) וממיר אנרגיה כימית לחום ולאנרגיות אחרות. יובל, חובב ספורט, עולה במדרגות מידי פעם אל הקומה ה- 54 של מגדלי עזריאלי. לאחר מנוחה ארוכה הוא יורד חזרה במדרגות. יובל הבחין כי כמות החום שגופו משחרר בעליה, גדולה יותר מכמות החום שגופו משחרר בירידה. הירידה במדרגות מתבצעת באופן בו כמעט כל אנרגיית הגובה משתחררת כחום בגוף. מסתו של יובל היא M והגובה מהקרקע אליו טיפס h .

מה ניתן לאמר על האנרגיה שהשקיע יובל במהלך העליה במדרגות?

פתרונות מנומקים ניתן למצא החל מתאריך 14.2.2010 באתר האולימפיאדה לפיזיקה:
<http://edu.technion.ac.il/ipho/>

- שווה ל- Mgh .
- גדולה מ- Mgh אך קטנה מ- $2Mgh$.
- שווה ל- $2Mgh$.
- גדולה מ- $2Mgh$.