



הטכניון
מכון טכנולוגי לישראל



משרד החינוך
המנהל למדע ולטכנולוגיה

הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה לחינוך למדע וטכנולוגיה

האולימפיאדה הארצית ה- 25 לפיזיקה תשע"ד – תשע"ה ©

אנו שמחים על השתתפותכם בשלב א' של האולימפיאדה הארצית ה- 25 לפיזיקה.

מפעל האולימפיאדה לפיזיקה מתקיים בשיתוף עם הפיקוח על הוראת הפיזיקה במשרד החינוך.

צוות מחברי השאלות בשלב א' :

- | | | |
|-----------------|---|--|
| ד"ר אלי רז | - | יו"ר צוות המחברים וראש פרויקט האולימפיאדה הארצית לפיזיקה, המכללה האקדמית להנדסה אורט בראודה כרמיאל, הטכניון המחלקה לחינוך למדע וטכנולוגיה, חיפה. |
| מר איגור ליסנקר | - | ביה"ס תיכון צפית כפר מנחם. |
| מר גיל שמאי | - | הפקולטה לפיזיקה, הטכניון. |
| מר דני גלאובך | - | ביה"ס הריאלי חיפה, הטכניון, המרכז לחינוך קדם קדמי. |
| מר אלכס וינברג | - | ביה"ס מקיף ג', אשדוד. |

פתרון שלב א' : ד"ר אלי רז

פתרון שלב א' כל הזכויות שמורות

© 2014

פתרון שאלה מס' 1 , התשובה הנכונה היא א'

במקור, השאלה התייחסה לרגע לפני ההתנתקות ולא ברגע ההתנתקות. ברור כי כאשר התיבה נמצאת באוויר, תאוצתה היא g בכוון מטה. כידוע, תאוצה אינה בהכרח גודל רציף, לדוגמה, כאשר משקולת תלויה על חוט, והחוט נקרע, רגע לפני קריעת החוט התאוצה היא אפס ומיד לאחר קריעת החוט התאוצה היא g . השאלה היא האם התאוצה במקרה שלנו היא רציפה. במידה וכן, ברור כי התאוצה ברגע ההתנתקות שווה לתאוצה מיד אחרי ההתנתקות וזו האחרונה שווה g . הכוחות הפועלים על התיבה בזמן ההחלקה הם כוח הכובד והכוח הנורמלי שמפעיל המשטח. כוח הכובד קבוע ולכן רציף, הכוח הנורמלי תלוי במהירות כי התאוצה בכוון ציר הגליל תלויה במהירות ההחלקה. הואיל ומהירות היא גודל רציף, מקבלים כי גם הכוח הנורמלי רציף. הכוח הנורמלי מגיע לערך אפס באופן רציף (ערך אפס של הכוח הנורמלי מציין את רגע ההתנתקות) מכאן התאוצה של התיבה היא גודל רציף ולכן התאוצה מיד לפני ההתנתקות היא g .

פתרון שאלה מס' 2 , התשובה הנכונה היא ד'

האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית בנקודה (x, y, z) מוגדרת כעבודה שיש להשקיע כנגד כוח הכובד, כדי להעביר גוף מנקודת הייחוס אל הנקודה (x, y, z) . הואיל ובמערכת הצירים שבחרנו כוח הכובד הוא בכוון ציר z , תנועה אופקית אינה כרוכה בעבודה כנגד כוח הכובד לפיכך האנרגיה הפוטנציאלית לא תלויה בקואורדינטות x ו- y .

עבור $z > 0$ יש להשקיע כוח בכוון השלילי (מנוגד לכוח הכובד). העבודה שווה למכפלה של הכוח המופעל בהעתק, ההעתק חיובי והכוח שלילי ולכן העבודה היא שלילית, $z(-mg) = -mgz$. עבור $z < 0$ ההעתק הוא שלילי וגם הכוח שלילי ולכן העבודה היא חיובית וגם במקרה זה היא $z(-mg) = -mgz$.

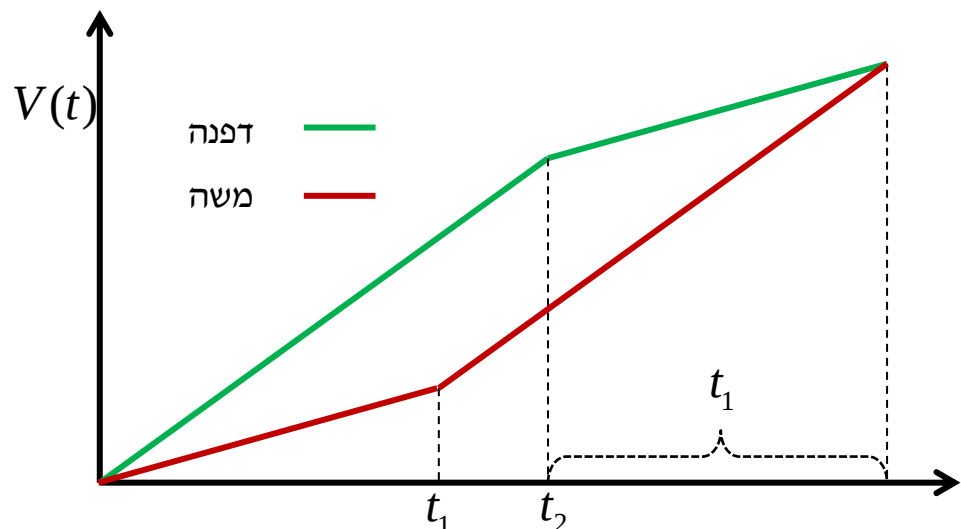
פתרון שאלה מס' 3 , התשובה הנכונה היא ב'

הואיל והמסילה חלקה, האנרגיה המכנית של התיבה שווה לאנרגיה ההתחלתית לאורך כל מסלול התנועה, עד לפגיעת התיבה בקרקע. בשיא הגובה הרכיב האנכי של המהירות שווה אפס, לכן המהירות בשיא הגובה היא אופקית. הואיל והאנרגיה המכנית נשמרת, ככל שהאנרגיה הקינטית בשיא הגובה קטנה יותר, כך התיבה מגיעה לגובה רב יותר. בתנועה באוויר המהירות האופקית קבועה. לכן ככל שהרכיב האופקי של מהירות התיבה ברגע ההתנתקות מהמסילה קטן יותר, שיא הגובה גבוה יותר. במסילות A ו- B, נקודות ההתנתקות נמצאות באותו הגובה לכן בנקודות ההתנתקות מהירות התיבה שוות. למסילה B שיפוע קטן יותר בנקודת ההתנתקות לכן הרכיב האופקי של מהירות ההתנתקות במסילה B גדול יותר מזה של מסילה A, מכאן שיא הגובה במסילה B נמוך יותר משיא הגובה במסילה A, דהיינו $h_B < h_A$.

כעת נדון בנקודות ההתנתקות של מסילות A ו- C. בנקודות ההתנתקות שיפועי המסילות A ו- C שווים אולם מהירות ההתנתקות במסילה C קטנה מזו של מסילה A כי נקודת ההתנתקות במסילה C גבוהה יותר מזו של מסילה A. לכן גם הרכיב האופקי של מהירות ההתנתקות במסילה C קטן יותר מהרכיב האופקי של מהירות ההתנתקות במסילה A (מהירות קטנה יותר ושיפוע שווה). מכאן שיא הגובה של התיבה במסילה C הוא גבוה יותר מזה של מסילה A דהיינו $h_A < h_C$. מאיחוד התשובות נקבל $h_B < h_A < h_C$.

פתרון שאלה מס' 4 , התשובה הנכונה היא א'

מעיון בתרשים של גרף המהירות כפונקציה של הזמן קל להיווכח כי דפנה ומשה מגיעים לאחר שני קטעי הזמן לאותה מהירות (חיבור שני ווקטורים בסדר שונה) אולם דפנה עברה דרך ארוכה יותר מאחר והשטח מתחת לגרף המהירות (המייצג את הדרך) של דפנה גדול יותר.



פתרון שאלה מס' 5 , התשובה הנכונה היא ג'

כדי שהגולש יעבור את רצועת המים הרדודים בזמן מינימלי, עליו לחתור בניצב לקו החוף (כוון מהירות הגולש ביחס למים מאונך לקו החוף).

מהירות הגולש ביחס למים שווה למהירות המים.

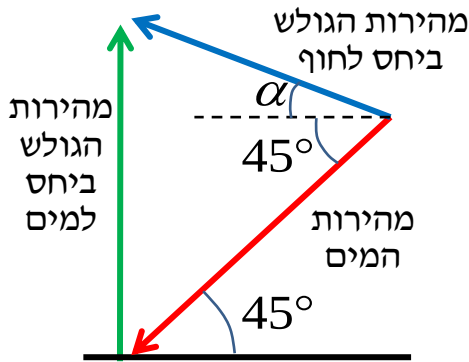
בתרשים המהירויות נקבל משולש שווה שוקיים

בעל זווית ראש של 45° (כמראה בתרשים).

מחשבון זוויות במשולש שווה שוקיים נקבל:

$$2 \cdot (45 + \alpha) + 45 = 180$$

מפתרון המשוואה נקבל $\alpha = 22.5^\circ$



פתרון שאלה מס' 6 , התשובה הנכונה היא ג'

במצב שווי משקל הכוח השקול על הטבעת שווה אפס. בשל העדר חיכוך, הכוח שהמוט מפעיל על הטבעת מאונך למוט. כוח הכובד הפועל על הטבעת אף הוא אנכי למוט מאחר והמוט אופקי.

הכוח הנותר הוא הכוח שהחוט מפעיל על הטבעת, אף הוא חייב להיות מאונך למוט אחרת

הטבעת תחליק לאורך המוט בסתירה למצב שווי משקל. לפיכך התלמיד הראשון צדק.

התלמיד השני הפעיל שיקול פיזיקלי שאף הוא נכון. מערכת תמצא בשווי משקל בנקודה בה

שיפוע גרף האנרגיה הפוטנציאלית הוא אפס. בנקודת מינימום זהו שווי משקל יציב ובנקודות מקסימום של האנרגיה הפוטנציאלית זהו שווי משקל רופף.

עבור גלגלת מאוד קטנה, קל להראות באופן ישיר כי המשקולת תמצא בנקודה הנמוכה ביותר.

הדבר שקול להעברת קו בעל אורך מינימלי מהגלגלת לטבעת ומהטבעת למסמר. מלימודי

האופטיקה וחוקי החזרה במראות מקבלים כי אורך הקו המינימלי מתקבל כאשר הזוויות שיוצר

החוט עם האנך משני צדדי הטבעת שוות. משוויון הזוויות ומאחידות של המתיחות של החוט

(הנובעת מהעדר חיכוך בטבעת) נקבל כי הכוח האופקי שמפעיל החוט על הטבעת מתאפס ולכן

הכוח השקול של החוט מאונך למוט. קיבלנו התלכדות של שני הפתרונות.

הערה: הדבר נכון גם עבור גלגלת שאינה קטנה אולם ההוכחה המתמטית לכך מורכבת.

פתרון שאלה מס' 7 , התשובה הנכונה היא ד'

כוח החיכוך f_A בין התיבות הקדמיות מושך שלוש תיבות, שתי תיבות בעלות מסה $2m$ כל אחת

והתיבה האחורית בעלת מסה m . המסה הכוללת שמושך הכוח f_A שווה $5m$. אם נסמן ב- a

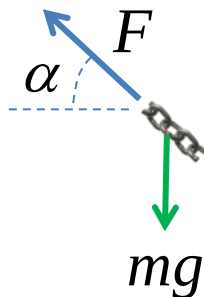
את תאוצת המערכת, ניתן לרשום כי $f_A = 5ma$.

הכוח f_B בין התיבות האחוריות מושך רק את התיבה האחורית בעלת מסה m , לפיכך $f_B = ma$

משתי תוצאות אלה מקבלים כי $f_A = 5f_B$.

פתרון שאלה מס' 8 , התשובה הנכונה היא ב'

נבחר קטע קטן מאוד של השרשרת (מסומן בתרשים). נסמן ב- m את מסת הקטע. על הקטע פועלים שני כוחות, כוח הכובד בכיוון מטה והכוחות שמפעילים חלקי השרשרת על קטע זה. הכוחות שמפעילים חלקי השרשרת הם כוחות מתיחה בלבד ולכן כוונם משיק לקטע שבחרנו. נסמן ב- F את שקול הכוחות שמפעילים חלקי השרשרת על הקטע שבחרנו. נסמן ב- α את הזווית שיוצר הקטע שבחרנו עם הכוון האופקי. התנועה של הקטע היא תנועה מעגלית במישור אופקי. לכן המשוואות המתקבלות הן:



$$F \sin \alpha = mg$$

$$F \cos \alpha = m\omega^2 R \quad \text{כאשר } R \text{ רדיוס הסיבוב.}$$

ע"י חלוקת המשוואות נקבל:

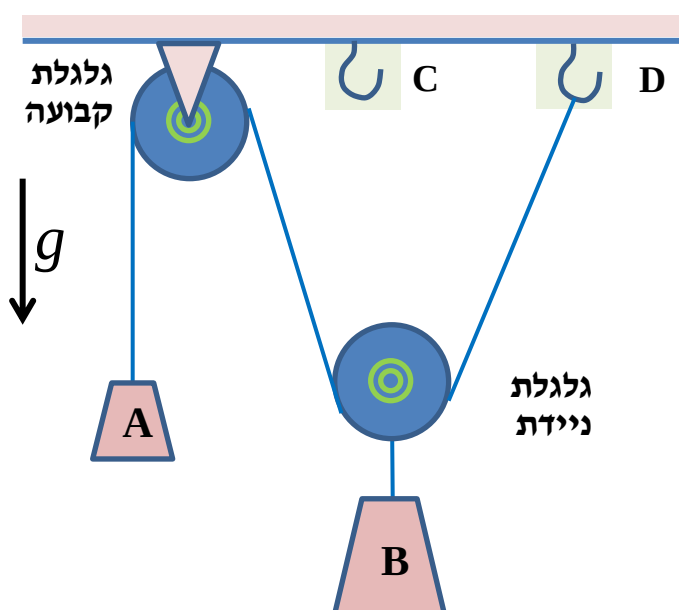
$$\tan \alpha = \frac{g}{\omega^2 R}$$

יוצא איפה כי ככל שרדיוס הסיבוב גדול יותר, זווית הנטייה α קטנה יותר. מבין כל האפשרויות המופיעות בתרשים, רק אפשרות ב' עונה על דרישה זו.

פתרון שאלה מס' 9 , התשובה הנכונה היא ג'

נניח כי סובבנו את גליל B סביב גליל A סיבוב שלם וחזרנו למצב בו קטע הסרט הישר חוזר לכוונו המקורי. כתוצאה מהפעולה, השתחרר מגליל A קטע סרט ישר באורך $2\pi R_A$ ואילו על גליל B נכרך סרט באורך $2\pi R_B$ כאשר R_A ו- R_B הם רדיוסי הסרטים הכרוכים בגליל A ובגליל B בהתאמה. הואיל ותחילה $R_A > R_B$ נקבל כי הקטע הישר של הסרט התארך ב- $2\pi(R_A - R_B)$. תוצאה זו לא תשתנה אם נקיף את A מסביב ל- B או נבצע הקפה בו זמנית של שני הגלילים. כל עוד $R_A > R_B$ הקטע הישר של הסרט יתארך. ככל שהפעולה נמשכת, קטן ו- R_B גדל. לאחר השוויון $R_A = R_B$ המצב מתהפך, אורך הקטע המשתחרר קטן יותר מאורך הקטע הנכרך וקטע הסרט הישר מתקצר. כאשר כל הסרט יהיה כרוך על גליל B, אורך הקטע הישר יחזור לערכו ההתחלתי.

פתרון שאלה מס' 10 , התשובה הנכונה היא א'



מהמצב ההתחלתי בו המערכת הייתה בשווי משקל מקבלים כי מסתה של משקולת B כפולה מזו של A. לאחר העברת נקודת האחיזה לוו D ושחרור המערכת ממנוחה קיימות שלוש אפשרויות: (1) המערכת נותרת בשווי משקל (2) A יורדת (3) A עולה. אם המערכת נותרת בשווי משקל, המתיחות בחוט שווה למשקל של משקולת A ואז הרכיב האנכי של הכוח שהחוט מפעילים על הגלגלת הניידת קטנים מפעמיים המשקל של A ולכן קטנים מהמשקל של B לכן B לא בשווי משקל. קיבלנו סתירה לאפשרות הראשונה. גם האפשרות השנייה

נפסלת כי אם A יורדת, המתיחות בחוט קטנה מהמשקל של A ואז הכוח הכולל שהחוטים מפעילים על הגלגלת הניידת קטנים ממשקלה של B וכתוצאה מכך B יורדת במקום לעלות, זו סתירה מאחר ולא ייתכן שגם A וגם B תרדנה מבלי שהחוט יתארך. הראינו כי לא קיימת שום נקודת שווי משקל, הראינו כי אפשרות ב' המחייבת ירידה של משקולת A לא תתכן, ולכן האפשרות היחידה היא כי משקולת A תעלה עד שתפגע בגלגלת הקבועה.

פתרון שאלה מס' 11, התשובה הנכונה ביותר היא ד' (אי סימן כל תשובה תזכה בניקוד מלא).

המהירות היחסית של שני גופים הנעים באוויר תחת השפעת כוח הכובד בלבד היא קבועה בזמן. קל להראות זאת מרישום הביטויים למהירויות ומציאת ההפרש בין וקטורי המהירויות.

$$\vec{V}_2(t) = \vec{V}_2(0) + \vec{g}t, \quad \vec{V}_1(t) = \vec{V}_1(0) + \vec{g}t$$

$$\vec{V}_2(t) - \vec{V}_1(t) = \vec{V}_2(0) - \vec{V}_1(0) \quad \text{מכאן}$$

בבעיה שהוצגה ניתן כי שני הכדורים נזרקו בו זמנית ומאותה נקודה, מכאן המהירות היחסית ביניהם היא לאורך הקו המחבר אותם. בזמן מתיחת החוט, הכוח הפועל עליהם הוא לאורך הקו המחבר ביניהם, לכן הכוון של המהירות היחסית לא ישתנה אף במהלך המתיחה של החוט, אף כי גודלה של המהירות היחסית משתנה במהלך המתיחה של החוט.

לאחר המתיחה של החוט הכדורים מתקרבים זה לזה, כוון המהירות היחסית משנה סימן, אולם הישר המחבר את שני הכדורים לא משנה את כוונו. אם הכדורים מתנגשים באוויר בטרם פגיעתם בקרקע, וההתנגשות ביניהם מצחית, הישר המחבר את הכדורים עדיין לא ישנה את כוונו. אולם במידה וההתנגשות בין הכדורים אינה מצחית הישר ישנה את כוונו בזמן ההתנגשות. אפשרות זו לא הופיעה בין האפשרויות הניתנות, למעשה היה צריך לשנות את אפשרות ד' לניסוח הבא: הישר עשוי לשנות את כוונו רק בזמנים בהם הכדורים מתנגשים ביניהם. לכן גם אפשרות ד' שהיא הנכונה ביותר עשויה לא להתקיים. תלמיד שפסל את כל האפשרויות והגיע למסקנה כי כל התשובות לא נכונות ולכן לא ענה על שאלה זו יזכה בניקוד עבור שאלה זו.

פתרון שאלה מס' 12, התשובה הנכונה היא ב'

ניבחר את הכוון מטה כחיובי. כוח הכובד יחסי למסת הכדור ומסת הכדור יחסית לנפח הכדור

(כדור אחיד) ונפח הכדור יחסי ל- R^3 .

לכן כוח הכובד יחסי ל- R^3 דהיינו $mg = \alpha R^3$ כאשר α קבוע חיובי.

כוח ההתנגדות של הגליצרין (מכוון מעלה) יחסי למהירות ולרדיוס, ניתן לרישום באופן: $-\beta RV$ – הקבוע β הוא חיובי, הסימן מינוס מציין כי הכוח בכוון מעלה.

כוח העילוי יחסי לנפח לכן ערכו: γR^3 – הקבוע γ חיובי, הסימן מינוס מציין כי הכוח בכוון מעלה.

הכוח השקול הפועל על כדור הפלדה הוא $\alpha R^3 - \beta RV - \gamma R^3$. המהירות הסופית מתקבלת

כאשר סכום הכוחות שווה אפס. נסמן מהירות סופית ב- V_f נקבל: $\alpha R^3 - \beta RV_f - \gamma R^3 = 0$

$$\text{מכאן } V_f = \frac{\alpha}{\beta} R^2 - \frac{\gamma}{\beta} R^2 = \frac{\alpha - \gamma}{\beta} R^2$$

קיבלנו כי המהירות הסופית יחסית ל- R^2 .

פתרון שאלה מס' 13, התשובה הנכונה היא ב'

אורך הקשת במשטח הגלילי אותו עבר הכדור מהנקודה הנמוכה ביותר עד קצה מסלול התנועה

הוא $4R\theta_0$. אילו מסלול זה היה אופקי, הזווית θ_1 אותה היה החץ מכסה מקיימת

$R\theta_1 = 4R\theta_0$ מכאן $\theta_1 = 4\theta_0$. אולם המסלול אינו אופקי אלא מעגלי. אם "נעקם" את המסלול

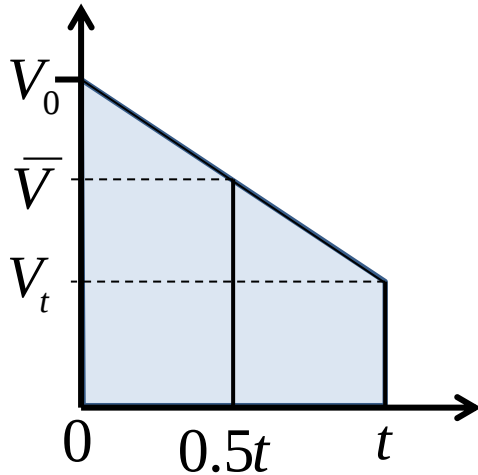
האופקי למעגלי, החץ יסובב חזרה בזווית θ_0 לכן הזווית שכיסה החץ בתנועה על המשטח הגלילי

היא $4\theta_0 - \theta_0 = 3\theta_0$ ולכן במהלך התנועות החץ מכסה תחום זוויות $3\theta_0 < \theta < 3\theta_0$. כדאי

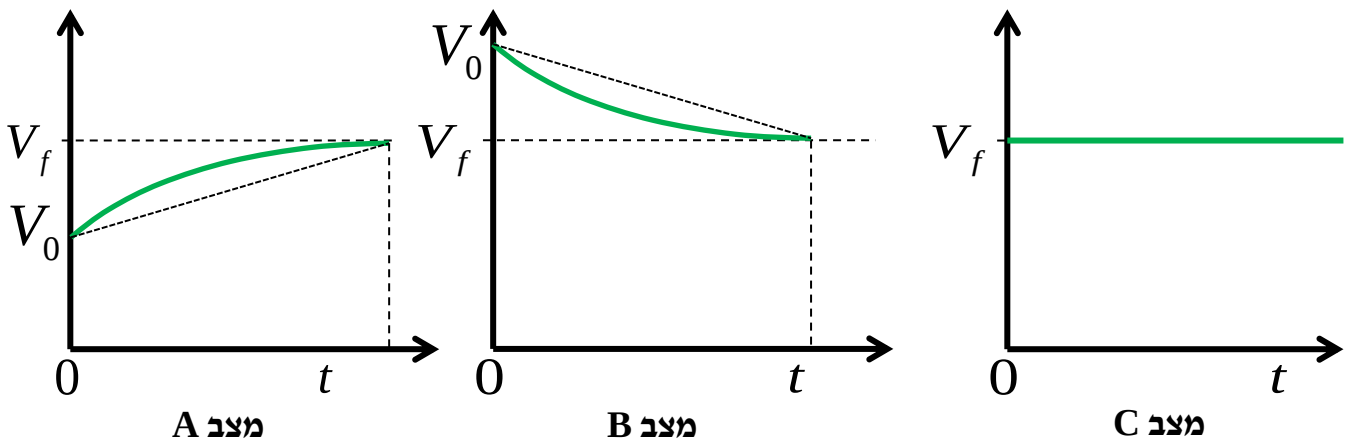
לשים לב כי תוצאה זו מתקבלת מהכפלת רדיוס התנועה של מרכז הכדור בזווית θ_0 .

פתרון שאלה מס' 14 , התשובה הנכונה היא ד'

כאשר גוף נע בתאוצה קבועה, המהירות הממוצעת שווה לממוצע החשבוני בין המהירות ההתחלתית והמהירות הסופית. למסקנה זו קל להגיע מעיון בגרף של מהירות זמן עבור גוף הנע בתאוצה קבועה. כידוע הדרך יחסית לשטח מתחת לגרף. שטח של טרפז שווה למכפלת קטע האמצעים שלו בגובהו, מכאן הדרך שווה למכפלה של הממוצע החשבוני בין המהירות ההתחלתית והסופית בזמן שחלף. התרשים יכול לסייע בהבנת נקודה זו. מהגדרת המהירות הממוצעת, כאשר גוף ינוע לאורך זמן התנועה במהירות קבועה השווה למהירות הממוצעת, הוא יעבור את אותה הדרך שעבר במהירות משתנה. נתייחס לתנועת הכדור באוויר. קיימת מהירות שעבורה כוח הכובד שווה לכוח ההתנגדות של האוויר. נסמן מהירות זו ב- V_f .



נעיון בגרף המהירות של הכדור כפונקציה של הזמן. הגרף מייצג מצבים שונים בתנועת הכדור. אם נעניק לכדור מהירות אנכית מטה קטנה מ- V_f , מהירותו תגדל ותתקרב באופן אסימפטוטי למהירות V_f (מצב A בתרשים). אם נקנה לו מהירות אנכית מטה גדולה מ- V_f , מהירותו תקטן ותתקרב באופן אסימפטוטי למהירות V_f (מצב B בתרשים). אם נקנה לו מהירות אנכית מטה השווה ל- V_f , הוא ימשיך לנוע באותה המהירות (מצב C בתרשים).

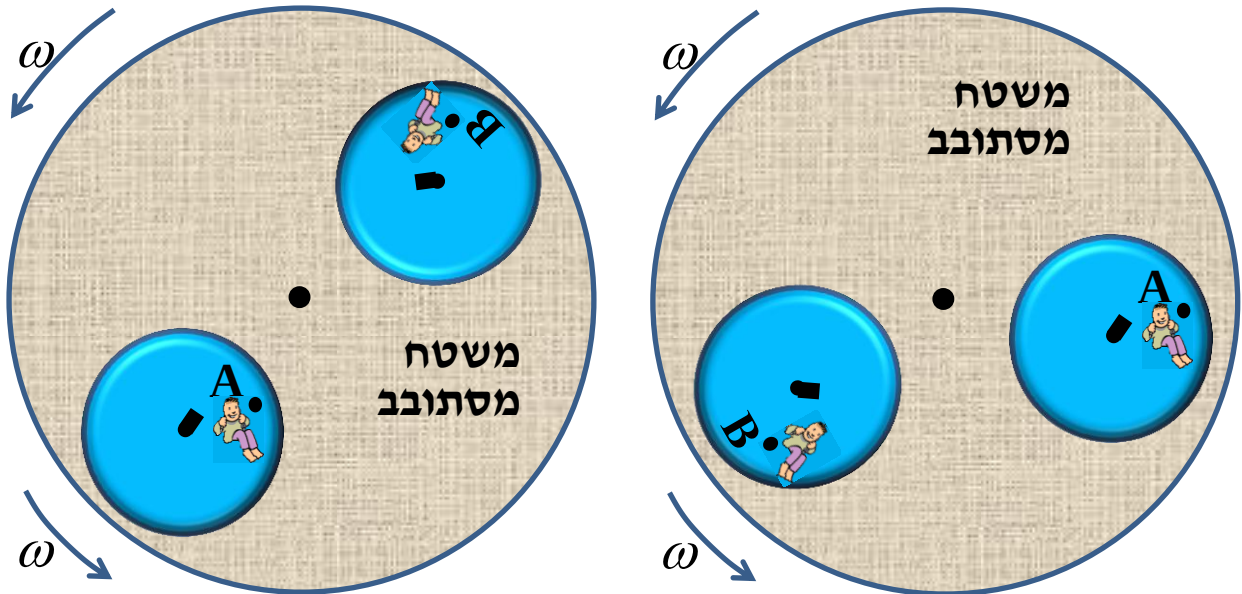


נחבר בגרף בקו מקווקו את המהירות ההתחלתית והסופית. מעיון בגרף, במצב A המהירות הממוצעת גדולה מממוצע המהירות ההתחלתית והסופית (מעיון בשטח מתחת לגרף המהירות), במצב B המהירות הממוצעת קטנה מממוצע המהירות ובמצב C היא שווה לממוצע המהירות. הראנו כי כל אחת מהאפשרויות תתכנה.

פתרון שאלה מס' 15 , התשובה הנכונה היא ג'

צופה B רואה את הפנס מסתובב באותה מהירות זוויתית אולם במגמה הפוכה. תנועה זו של הפנס תראה מכל נקודה הנמצאת על המשטח המסתובב. מכאן מסיקים כי דסקה B לא נמצאת במנוחה ביחס למשטח המסתובב. כל נקודה הנמצאת במנוחה ביחס למשטח המסתובב נעה, ביחס למערכת המעבדה, בתנועה מעגלית במהירות זוויתית ω כאשר מרכז המעגל נמצא על ציר הסיבוב של המשטח. קיבלנו כי צופה B נע במעבדה במסלול מעגלי.

צופה A רואה את הפנס באותו הכוון. המסקנה המתבקשת ממידע זה היא כי דסקה A לא מסתובבת ביחס למעבדה אף כי מרכזה של דסקה A מבצע תנועה מעגלית במהירות זוויתית ω . ברור כי דסקה A מסתובבת ביחס למשטח במהירות זוויתית $-\omega$.



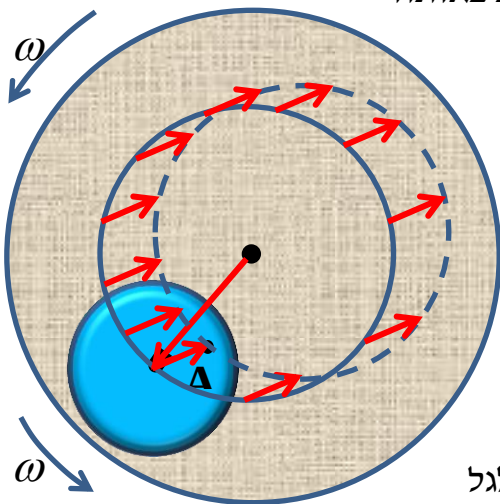
התרשים ממחיש בשני זמנים שונים כיצד נראית המערכת מנקודת מבט של

המעבדה. בעוד דסקה B מסתובבת במעבדה, דסקה A נותרת באותה

אוריינטציה זוויתית (רגלי הצופה בדסקה A מכוונות תמיד לתחתית הדף. כדי לקבל את מיקום הנקודה A במעבדה, יש לחבר אל ווקטור המיקום של מרכז הדסקה את הווקטור המחבר את מרכז הדסקה עם נקודה A.

מרכז הדסקה A מתווה מסלול מעגלי. לקבלת מסלול הנקודה A יש להוסיף לכל נקודה על המעגל תוספת של ווקטור קבוע. נקבל שוב מעגל אשר מוזה ביחס למעגל שמרכז הדסקה מתווה.

לכן מסלולי נקודות A ו-B הם מעגלים.



פתרון שאלה מס' 16 , התשובה הנכונה היא ד'

מנקודת מבט של צופה הצמוד ליד האוחזת בחוט, הגליל מתגלגל על החוט ומתקרב ליד במהירות שגודלה $U' = \omega r = \omega \cdot 0.8R$.

$U' = \omega r = \omega \cdot 0.8R$ לקבלת מהירות הגליל ביחס למעבדה יש להוסיף את מהירות היד. לכן

$U = U' + V = 0.8\omega R + V$. המהירות הזוויתית של הגליל שווה עבור צופה במעבדה וצופה הצמוד

ליד. הגליל מתגלגל ללא החלקה על המסילה ולכן מהירותו הזוויתית מקיימת $U = \omega R$.

מהצבת הערך ωR בביטוי שקיבלנו ל- U נקבל:

$$U = 0.8U + V \Rightarrow 0.2U = V \Rightarrow U = 5V$$

פתרון שאלה מס' 17 , התשובה הנכונה היא ג'

כידוע, בהתנגשות מצחית ואלסטית בין שני כדורים, הם יחליפו ביניהם מהירויות בעקבות ההתנגשות. פתרון זה מקיים שימור תנע ושימור אנרגיה. לכן כאשר כדור נע מתנגש מצחית בכדור נח, הכדור הנע נעצר והכדור הנח מקבל את מהירות הכדור הנע. אם נסמן כדור נע ב- V וכדור נח ב- 0 ניתן לתאר את ההתנגשות באופן: $V0 \Rightarrow 0V$
 הטבלה הבאה מתארת מעבר ממצב התחלתי בו שני הכדורים הימניים נעים ושלושה נחים, למצב סופי בו שני הכדורים השמאליים נעים והאחרים נחים.

מצב התחלתי	0	0	0	V	V
לאחר התנגשות אחת	0	0	V	0	V
לאחר שתי התנגשויות	0	0	0	V	V
שלוש התנגשויות	0	0	V	0	V
ארבע התנגשויות	0	0	V	V	0
חמש התנגשויות	V	V	0	0	0
לאחר שש התנגשויות	V	V	0	0	0

את המצב ההתחלתי ניתן לתאר ע"י: $VV000$
 שני כדורים העומדים להתנגש סומנו בהדגשה. הטבלה מראה כי לאחר שש התנגשויות בין שני כדורים סמוכים מגיעים למצב בו שני הכדורים הימניים נעים והאחרים נחים. מצב זה מתואר ע"י: $000VV$.

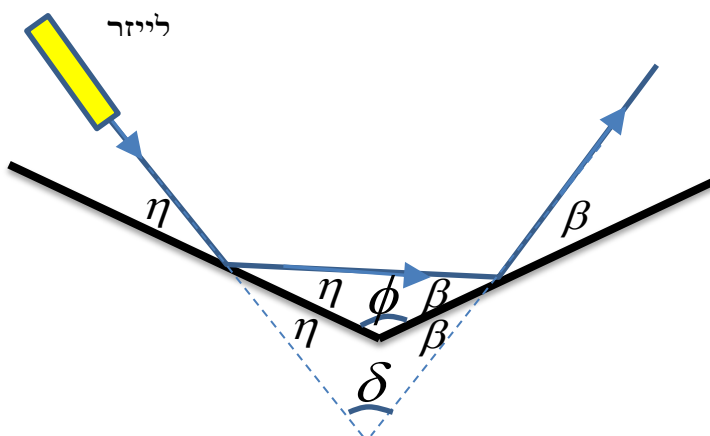
פתרון שאלה מס' 18 , התשובה הנכונה היא ב'

משימור תנע ואנרגיה ניתן לקבוע את מהירות העגלה לאחר שחרור הקפיץ אם יודעים את מהירות העגלה לפני שחרור הקפיץ. מאידך תוספת המהירות שהעגלה מקבלת בעקבות שחרור הקפיץ אינה תלויה במערכת הייחוס ולכן אינה תלויה במהירות העגלה. במילים אחרות, השינוי במהירות העגלה כתוצאה משחרור הקפיץ לא תלוי במהירות העגלה. נסמן את מהירות העגלה רגע לפני שחרור הקפיץ ב- V ואת תוספת המהירות שמקבלת העגלה בעקבות שחרור הקפיץ ב- U . השינוי באנרגיה הקינטית של העגלה בעקבות שחרור הקפיץ הוא:

$$\frac{M}{2}(V+U)^2 - \frac{M}{2}V^2 = \frac{M}{2}(V^2 + 2VU + U^2) - \frac{M}{2}V^2 = MUV + \frac{M}{2}U^2$$

אנו רואים כי למרות שתוספת המהירות לא תלויה במהירות העגלה, הרי תוספת האנרגיה הקינטית לעגלה, גדולה יותר ככל שמהירות העגלה גדולה יותר. מכאן ברור כי עדיף לשחרר את הנצרה כאשר העגלה בנקודה B שם מהירותה היא הגדולה ביותר.

פתרון שאלה מס' 19 , התשובה הנכונה היא א'



מעיון בתרשים ושימוש בחוקי האופטיקה הגיאומטרית (זווית פגיעה שווה זווית החזרה) ניתן לחשב את הזווית בין כוון האלומה היוצאת מהלייזר לכוון האלומה לאחר שתי החזרות מהמראות. נשתמש בסכום זוויות המשולש:

$$\eta + \beta + \phi = 180$$

$$2\eta + 2\beta + \delta = 180$$

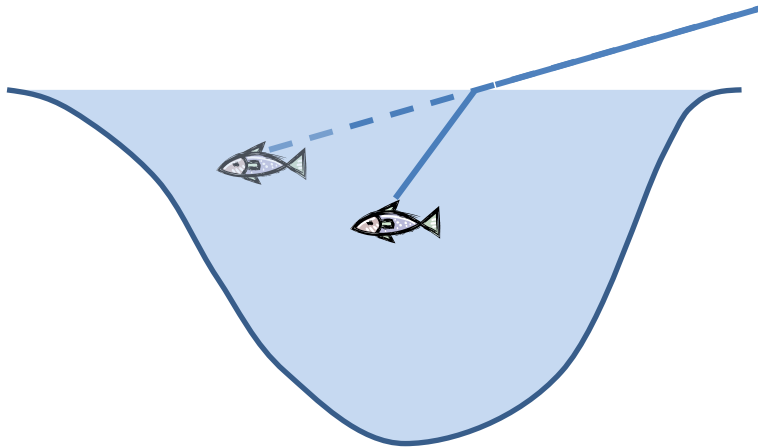
$$2(180 - \phi) + \delta = 180 \text{ מכאן}$$

$$\delta = 2\phi - 180 \text{ לכן}$$

קיבלנו כי הזווית δ תלויה רק ב- ϕ .

לכן סיבוב המראות לא משנה את δ והואיל וכוון האלומה הנכנסת לא השתנה, נקבל כי כוון האלומה היוצאת לא ישתנה.

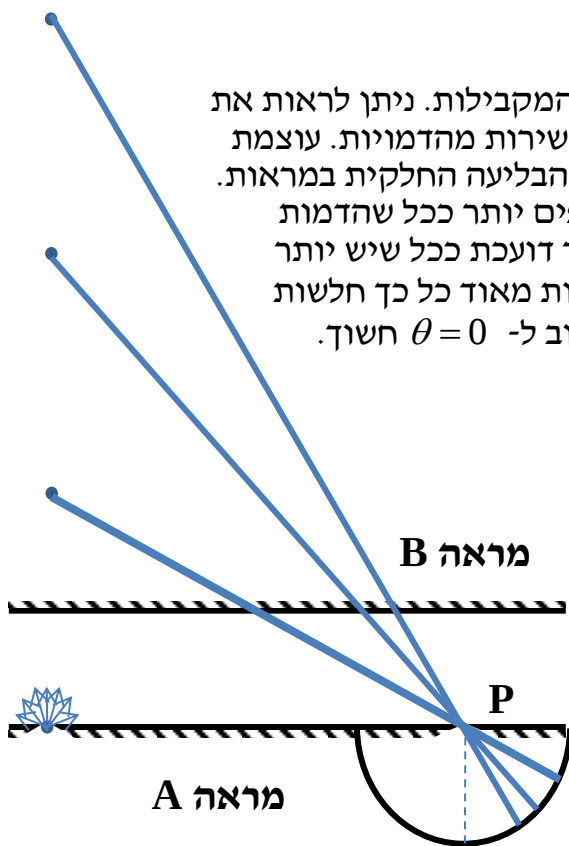
פתרון שאלה מס' 20 , התשובה הנכונה היא ג'



כל אחד מהציידים מכוון את נשקו אל דמות הדג המשתקפת מבעד לכוונת הטלסקופית של הרובה.
רובה הקליעים יורה קליע לכוון הדמות. הקליע אמנם יחדור למים ויגיע לדמות הדג אולם לא לדג עצמו.
רובה הלייזר יורה אלומת לייזר עוצמתית המכוונת גם היא לדמות, אלא שאלומה זו בפגיעתה במים לא ממשיכה ישר לכוון דמות הדג אלא נשברת ופוגעת בדג עצמו. מהלך אלומות האור הוא הפיך לכן ברובה לייזר כוון אל הדמות יפגע במטרה עצמה.

פתרון שאלה מס' 21 , התשובה הנכונה היא א'

מקור האור הקווי יוצר דמויות רבות בזוג המראות המקבילות. ניתן לראות את האור המגיע אל המסך לאחר החזרות כאילו היגיע ישירות מהדמויות. עוצמת הדמות הולכת ונחלשת ככל שיש יותר החזרות בשל הבליעה החלקית במראות. על המסך מתקבלים פסי אור ההולכים ונעשים צפופים יותר ככל שהדמות רחוקה יותר. בנוסף, בשל הבליעה, עוצמת פסי האור דועכת ככל שיש יותר החזרות (ככל שמתקרבים ל- $\theta = 0$. דמויות רחוקות מאוד כל כך חלשות כך שלא מגיע מהן כלל אור למסך ולכן התחום הקרוב ל- $\theta = 0$ חשוך.



פתרון שאלה מס' 22 , התשובה הנכונה היא ב'

כאשר עצם המחזיר או פולט אור יוצר דמות ממשית בעדשה, המאופיינת בכך שאור היוצא מנקודה בעצם מתמקד בקירוב לנקודה בדמות. לכן מקום הדמות. אם נניח מסך במקום הדמות, יהיה זה המקום בו אור שהגיע מהעצם יאיר שטח מינימלי של המסך.
בבעיה שלנו, אנו מעוניינים כי או שהגיע מהעדשה הקדמית A ייצור כתם מינימלי על המסך. קוטר הכתם יהיה מינימלי במקום בו נוצרת דמות של עדשה A ע"י עדשה B.

נמצא מיקום דמות זו: $\frac{1}{d} + \frac{1}{L} = \frac{1}{f}$, נציב $d = 3f$ נקבל: $\frac{1}{L} = \frac{1}{f} - \frac{1}{3f} = \frac{2}{3f}$ ומכאן

$L = 1.5f$. המקום בו נוצרת דמות מינימלית של מפתח הכניסה (המקום בו קוטר אלומת האור מינימלי) נקרא אישון יציאה. מיקומו של אישון יציאה הוא בעל חשיבות רבה במכשור אופטי. כאשר מביטים בעין בעצם בעזרת טלסקופ, יש למקם את העין באישון היציאה, שם שדה הראיה הנצפה הוא הגדול ביותר.