



הטכניון
מכון טכנולוגי לישראל
הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה



משרד החינוך
המנהל למדע ולטכנולוגיה

האולימפיאדה הארצית ה-28 לפיזיקה תשע"ז – תשע"ח ©

אנו שמחים על השתתפותכם בשלב א' של האולימפיאדה הארצית ה-28 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 לפיזיקה, המכללה האקדמית להנדסה אורט בראודה, כרמיאל, הטכניון, הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, חיפה. |
| מר דני גלאובך | - | ביה"ס הריאלי חיפה, הטכניון, המרכז לחינוך קדם קדמי. |
| מר אלכס וינברג | - | ביה"ס אורט ע"ש נעמי שמר גן יבנה. |
| מר גיל שמאי | - | הפקולטה להנדסת חשמל, הטכניון. |

פתרון שלב א': ד"ר אלי רז

פתרון שלב א'
כל הזכויות שמורות
© 2017

פתרון שאלה מס' 1 התשובה הנכונה היא א'

אם בנקודה A הגוף יקבל מהירות בכיוון החיובי (ימינה) הכוח שיפעל עליו שלילי. כוח זה יעצור את הגוף ויגרום לו לחזור אל נקודה A ולחלוף עליה (שימור אנרגיה). משחלף, הכוח הפועל הוא חיובי. כוח זה יצליח לעצור את הגוף (כי מהירותו ב-A קטנה) ויחזירו לעבר נקודה A, שם הוא חולף עליה בתנועתו ימינה. נקבל תנודות סביב נקודה A. מהירות קטנה בכיוון השלילי תגרום אף היא לתנועה מחזורית. תנאי הכרחי ומספיק לנקודת שווי משקל יציב הוא: התאפסות הכוח בנקודה ובנוסף ששיפוע גרף הכוח כתלות במקום הוא שלילי בנקודת שווי משקל.

אם מקנים לגוף מהירות קטנה באחת מהנקודות האחרות, הגוף יחלוף דרכה לכל היותר פעם אחת. בנקודה D לדוגמה, אם נקנה מהירות קטנה לגוף בכוון שלילי, הכוח החיובי יעצור את הגוף ויחזירו אל D. הגוף יחלוף על פני D בתנועתו ימינה. משחלף הכוח החיובי ירחיקו מ-D והוא לא ישוב אליה.

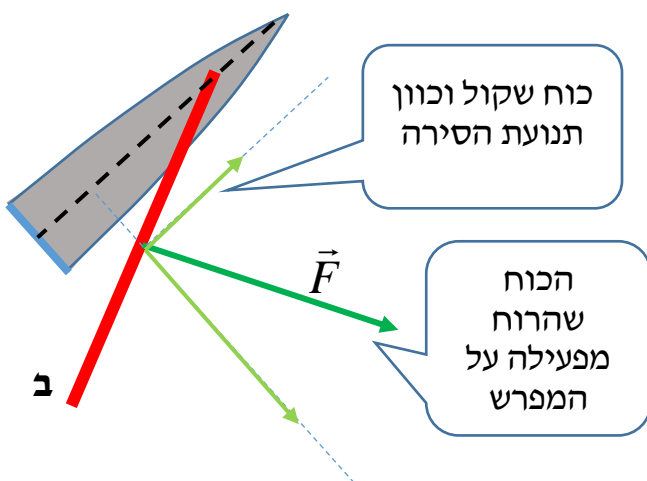
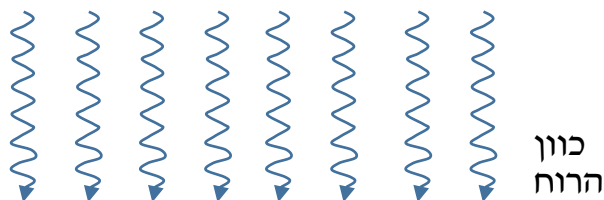
אם נעניק לגוף בנקודה B מהירות קטנה בכוון השלילי, הכוח השלילי שיפעל עליו יגדיל את מהירותו, הוא יחלוף על נקודה A והכוח החיובי שיפעל עליו בתנועתו משמאל ל-A לא יוכל לעצור את הגוף. עבודת הכוח מרגע הקניית המהירות הקטנה בנקודה B תותיר לגוף מספיק אנרגיה קינטית כדי לעבור את המחסום משמאל ל-A (זאת מעיון בשטח מתחת לגרף). הקניית מהירות בכוון החיובי תחזירו פעם אחת ל-B ומשחלף עליה לא ישוב אליה כפי שתואר לעיל.

פתרון שאלה מס' 2 התשובה הנכונה היא ג'

הכוח המאיץ את העגלה (כשאינן החלקה של המשקולת על העגלה) הוא כוח החיכוך הסטטי שבין המשקולת לעגלה. ערכו המרבי של כוח זה הוא $\mu N = \mu 4mg$ ולכן התאוצה המרבית שניתן להעניק

לעגלה מבלי שהמשקולת תחליק היא $a_{\max} = \frac{f_{s,\max}}{m} = \frac{\mu 4mg}{m} = 4\mu g$. ברור כי ערך זה מציין את התאוצה המרבית שניתן להעניק למשקולת מבלי שתחליק.

פתרון שאלה מס' 3 התשובה הנכונה היא ב'



באפשרות א' הרוח נושבת במקביל למפרש לכן אין היא מפעילה כל כוח על המפרש. באפשרות ג' הכוח הפועל על המפרש מקנה לסירה רכיב מהירות בכוון הרוח ולא נגד הרוח. באפשרות ד' הכוח שהרוח מפעילה על המפרש מאונך ל"חרב" ולא יגרום כלל לתנועה של הסירה.

עבור אפשרות ב' התרשים מציג את כוון הכוח שהרוח מפעילה על המפרש. לכוח זה שני רכיבים, רכיב המאונך ל"חרב" המתבטל ע"י הכוח שהמים מפעילים על ה"חרב" ורכיב המקביל ל"חרב" שהוא הכוח השקול ואשר גורם לתנועת הסירה. למהירות הסירה שני רכיבים, האחד בכוון המנוגד לרוח והשני במאונך לכוון הרוח. יש לציין כי לא ניתן ליצור מצב בו ווקטור המהירות של הסירה יהיה מנוגד לרוח אלא רק רכיב של ווקטור מהירות הסירה. כדי לנוע בסירת מפרש בכוון המנוגד לכוון הרוח, יש לבצע זאת בתנועת זיג-זג.

פתרון שאלה מס' 4 התשובה הנכונה היא ד'

במהלך התנועה של הטבעת לאורך הקורה, כווננו של כוח החיכוך הקינטי בין הטבעת לקורה מנוגד לכוון ההחלקה של הטבעת וגודלו $|\vec{f}_k| = \mu_k |\vec{N}|$, לכן העבודה של כוח זה היא שלילית ללא תלות בסימנו של הכוח הנורמלי.

$$W = -0.25 \cdot 2F \cdot 3a - 0.25 \cdot 5F \cdot 2a = -4Fa$$

מחישוב העבודה נקבל:

פתרון שאלה מס' 5 התשובה הנכונה היא ג'

מאחר והאבן פגעה בקרקע כשמהירותה אנכית, הרכיב האופקי של מהירות הפגיעה (ביחס לקרקע) הוא אפס. הואיל והתנגדות האוויר זניחה, מהירות האבן מיד לאחר זריקתה היא אפס ולכן ביחס לקרקע התנע של האבן מיד לאחר זריקתה הוא אפס. פעולת הזריקה של האבן מתבצעת על ידי כוח פנימי, בעוד סכום הכוחות החיצוניים נותר אפס, התנע הכולל של המערכת נותר ללא שינוי. התנע של האבן מיד לאחר הזריקה הוא אפס לכן התנע של הקרון ותכולתו לאחר הזריקה שווה לתנע שלו לפני זריקת האבן. מהירות הקרון גדלה ומסת הקרון קטנה אולם התנע של הקרון נותר ללא שינוי.

כידוע, כאשר שני גופים מתנגשים פלסטית, חלק מהאנרגיה הקינטית הולך לאיבוד (מומר לאנרגיית חום). כאשר זורקים אבן, פעולה הפוכה להתנגשות פלסטית, האנרגיה הקינטית של שני הגופים לאחר הזריקה גדולה מהאנרגיה הקינטית לפני הזריקה. מכאן, סכום האנרגיות הקינטיות של הקרון ושל האבן מיד לאחר הזריקה, גדול מהאנרגיה הקינטית של הקרון לפני זריקת האבן. הואיל ולאחר הזריקה האנרגיה הקינטית של האבן היא אפס, יוצא אפוא כי האנרגיה הקינטית של הקרון אחרי הזריקה גדולה מהאנרגיה של הקרון לפני הזריקה למרות שמסת הקרון קטנה יותר.

הערה: התנאי שהזריקה של האבן היא אופקית אינו הכרחי. גם אם האבן נזרקה בזווית, אין כוחות חיצוניים בכוון אופקי כך שהתנע של הקרון יישאר ללא שינוי ולכן מהירות הקרון לא מושפעת מרכיב המהירות האנכי שהאבן קיבלה ולכן אנרגיית הקרון כמו במקרה הקודם גדלה.

פתרון שאלה מס' 6 התשובה הנכונה היא א'

הואיל וכוחות הדחייה בין המגנטים גדלים ככל שהמרחק בין המגנטים קטן יותר, יוצא אפוא כי האנרגיה הפוטנציאלית של הכוחות בין המגנטים גדולה יותר ככל שהמרחק בין המגנטים קטן יותר. מכאן, כאשר המרחק בין המגנטים מינימלי נובע כי האנרגיה הפוטנציאלית מקסימלית ומשימור אנרגיה נקבל כי האנרגיה הקינטית הכוללת של שתי העגלות מינימלית. בנקודת המינימום של האנרגיה הקינטית, השינוי באנרגיה הקינטית הכללית הוא אפס ולכן השינוי באנרגיה הקינטית של עגלה אחת שווה ומנוגד לשינוי באנרגיה הקינטית של העגלה השנייה. אם נתייחס לפרמטר הזמן, נקבל כי קצב השינוי הרגעי באנרגיה הקינטית של עגלה A שווה בגודלו והפוך בסימנו מקצב השינוי הרגעי באנרגיה הקינטית של עגלה B.

הערה: התנע הכולל של המערכת נשמר מכאן קצב השינוי הרגעי בתנע של עגלה A שווה ומנוגד לקצב השינוי הרגעי בתנע של עגלה B. טענה זו נכונה בכל רגע ורגע ואינה מאפיינת את הרגע בו המרחק מינימלי. לפיכך קיומה של טענה זו לא מבטיח מרחק מינימלי בין העגלות.

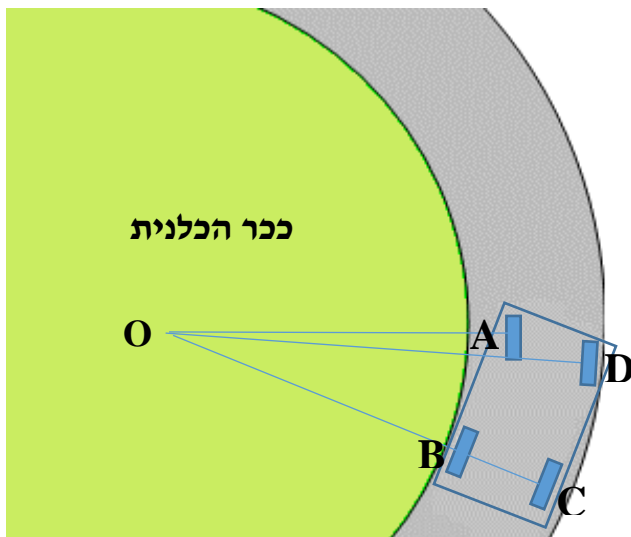
פתרון שאלה מס' 7 התשובה הנכונה היא ב'

גלגל המתגלגל ללא החלקה על משטח מישורי, מהירות נקודת המגע עם המשטח היא אפס ומהירות הנקודה המרוחקת ביותר מהמשטח כפולה ממהירות מרכז הגלגל. בבעיה שלנו כאשר הגלגל מתקדם מרחק מסוים במעלה המדרון, הוא משחרר חוט באותו מרחק ולכן המשקולת בצד השני יורדת מרחק כפול. הואיל ושני הגופים נעים במהירות קבועה, אין שינוי באנרגיה הקינטית ומשימור אנרגיה (חיכוך סטטי לא מבצע עבודה ובצד המשקולת אין חיכוך) הדבר מחייב כי לא יהיה שינוי באנרגיה הפוטנציאלית. הואיל והמשקולת ירדה מרחק כפול, בשל שוויון השיפועים היא גם ירדה גובה כפול. כדי שהאנרגיה הפוטנציאלית לא תשתנה על מסת הגליל להיות כפולה ממסת המשקולת.

סכום הכוחות הפועלים על המשקולת שווה אפס (המשקולת יורדת במהירות קבועה), לפיכך המתרחקות בחוט שווה לרכיב כוח הכובד בכיוון המדרון. מתיחות זו לא מאפשרת לגליל לעלות במהירות קבועה במעלה המדרון (מסתו כפולה). לשם כך החיכוך הסטטי חייב להיות מכיוון במעלה המדרון לאיזון הרכיב של כוח הכובד. גודלו של כוח החיכוך הסטטי שווה לגודל המתרחקות בחוט.

פתרון שאלה מס' 8 התשובה הנכונה היא ד'

בתנועה המעגלית סביב הכיכר, כל גלגל נע בתנועה מעגלית סביב מרכז משותף. המהירות של כל גלגל חייבת להיות מאונכת לרדיוס המחבר את מרכז מעגל התנועה (מסומן ב-O בתרשים) עם נקודת המגע של הגלגל עם הכביש. זאת כדי שהגלגל לא יחליק. הואיל ועל הגלגלים האחוריים לא קיים היגוי, המשכו של הקו המחבר את שני הגלגלים האחוריים חייב לעבור דרך המרכז O.



מעיון בתרשים:

$OB < OA < OC < OD$. הטענה כי $OA < OC$ נובעת מאורכה הממוצע של מכונית משפחתית.

מאחר וכל הגלגלים נעים באותה מהירות זוויתית נקבל כי: $V_B < V_A < V_C < V_D$

פתרון שאלה מס' 9 התשובה הנכונה היא ב'

עד לרגע t_1 המרחק בין אלברט לבועז גדל כי אלברט מהיר מבועז. ברגע t_1 המהירויות משתוות ולאחריו בועז מהיר יותר והמרחק מצטמצם. המרחק שעבר כל רוכב מיוצג ע"י השטח מתחת לגרף מהירות-זמן. ברגע t_2 המרחקים שעברו שני הרוכבים שווים (מעיון בתרשים השטחים שווים כי שטחי הטרפזים בין הגרפים של שני הרוכבים שווים). לכן ברגע t_2 בועז חלף על פני אלברט אולם כנראה שלא הבחין בו ובוועז המשיך לנוע הלאה תוך הגדלת המרחק ביניהם כשבועז מוביל. ברגע t_4 המהירויות שוב משתוות ואלברט לאחר רגע זה מצמצם מרחק מבועז כי מהירותו אחרי t_4 גדולה יותר.

פתרון שאלה מס' 10 התשובה הנכונה היא ב'

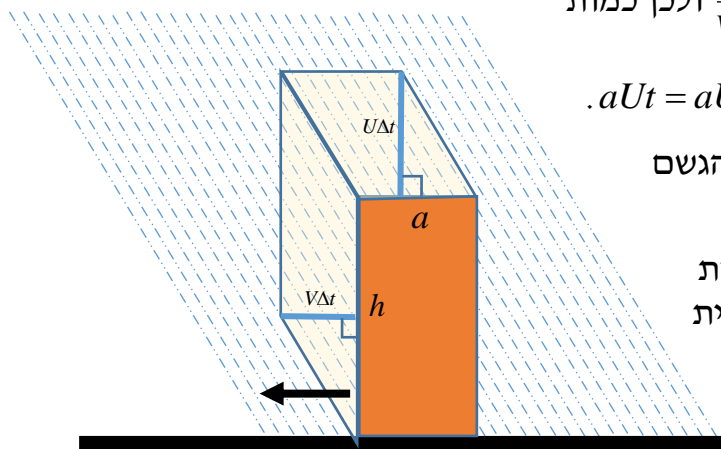
לפי נתוני השאלה ההתנגשות היא מצחית וכל התנועה היא לאורך קו ישר. תחילה כאשר המרחק בין החלקיקים היה גדול, אחד החלקיקים היה במנוחה ואילו החלקיק השני נע במהירות התחלתית V כלשהי. בשל המרחק הרב, כל האנרגיה של המערכת הייתה בהתחלה האנרגיה הקינטית של החלקיק הנע. כל עוד חלקיק זה (החלקיק שנע תחילה) מהיר מהחלקיק השני, המרחק בין החלקיקים קטן. המרחק יהיה מינימלי כאשר מהירויות החלקיקים שוות. משימור תנע (ושוויון המסות) נקבל כי ברגע זה מהירות כל חלקיק היא $0.5V$. מכאן האנרגיה הקינטית של כל חלקיק היא רבע מהאנרגיה הקינטית ההתחלתית ולכן האנרגיה הקינטית הכוללת היא חצי מהאנרגיה הקינטית ההתחלתית. האנרגיה הקינטית ההתחלתית שווה לאנרגיה הכוללת. במרחק המינימלי האנרגיה הקינטית הכוללת שווה למחצית האנרגיה הכללית ומשימור אנרגיה נקבל כי גם האנרגיה הפוטנציאלית במרחק המינימלי היא חצי מהאנרגיה הכללית. האנרגיה הפוטנציאלית מחצית מהאנרגיה הכללית מתרחש במרחק המינימלי כאשר $r_{\min} = d_2$ כפי שמוצג בגרף.

פתרון שאלה מס' 11 התשובה הנכונה היא ד'

נסמן ב- U את מהירות הסירה ברגע המדובר. נפרק את מהירות הסירה לשני רכיבים, האחד בכוון החבל והשני במאונך לחבל. מהירות הירידה של המשקולת שווה לרכיב מהירות הסירה בכוון החבל (מהירות ההתקרבות של הסירה את הגלגלת). רכיב מהירות זה שווה ל- $U \cos \alpha = 0.6U$. נשווה זאת למהירות המשקולת נקבל $0.6U = 1.5 \text{ m/s} \Rightarrow U = 2.5 \text{ m/s}$

פתרון שאלה מס' 12 התשובה הנכונה היא א'

נתייחס לתיבה במודל של יוסי כבעלת רוחב a וגובה h . נניח כי הגשם יורד אנכית במהירות U ויוסי רץ במהירות V . מנקודת מבטו של יוסי הגשם יורד באלכסון, לטיפות הגשם מהירות אנכית U ומהירות אופקית $-V$. כמות הגשם הפוגע בבסיס a של התיבה בזמן Δt יחסית לשטח המקבילית בעלת צלע a וגובה $U\Delta t$ דהיינו יחסית ל- $aU\Delta t$ (שימו לב, התרשים הוא בשני ממדים).



הזמן הדרוש ל"תיבה" לעבור מרחק של S הוא $\frac{S}{V}$ ולכן כמות

$$aUt = aU \frac{S}{V}$$

הגשם הפוגע בבסיס a של התיבה יחסית ל- aUt .
אנו למדים כי ככל שהמהירות גדולה יותר, כמות הגשם הפוגע בראשו של יוסי תהיה קטנה יותר.

באשר לגופו של יוסי (דופן התיבה שגובהה h) כמות הגשם שיפגע בדופן בזמן Δt יחסי לשטח המקבילית בעלת צלע h וגובה $V\Delta t$, דהיינו יחסי ל- $hV\Delta t$.
ולכן כמות הגשם הפוגע בגובה h של התיבה במעבר של המרחק S יחסי ל-

$$hVt = hV \frac{S}{V} = hS$$

הקטע הגשום.

פתרון שאלה מס' 13 התשובה הנכונה היא ג'

טיעונו של גדי אינו נכון, למרות שכוח הכובד הכולל הפועל על שני הדליים הוא $2Mg$ אין זה הכוח שהחוט המחבר את הדליים מפעיל על הגלגלת התחתונה כי המתוחות בחוט זה קטנה מ- Mg .

טיעונו של רני אינו נכון. אמנם $(M + m)g < T < (M - m)g$ לפי טיעונו של רני הוא אמנם נכון, אולם המסקנה שהסיק רני כי המתוחות היא הממוצע של שני הערכים ש- T ביניהם אינה נכונה, דהיינו המסקנה של רני כי $T = Mg$ אינה נכונה.

נבחן את טיעונו של יעל. יעל טענה כי אין הבדל במתיחות בין אם נעביר גולה מדלי אחד לשני או מדלי שני לראשון. הדבר שקול להחלפת הצדדים של שני הדליים (לא ייתכן שמתיחות החוט תהיה תלויה באיזה מהצדדים ימין או שמאל דלי תלוי. מכאן אם נשרטט גרף של המתוחות כפונקציה של מספר הגולות שהעברנו מדלי ימין לדלי שמאל (העברה מדלי שמאל לדלי ימין תחשב שלילית), גרף זה חייב להיות סימטרי ביחס לאפס ובכך יעל צדקה. יעל התייחסה למצב קיצון. מצב קיצון הוא מצב בו כל המסה הועברה מדלי אחד לדלי האחר ואם גם את הדלי עצמו נעביר יישאר בצד אחד רק חוט. ברור כי במצב זה המתוחות שווה אפס. מכאן הפונקציה הסימטרית של המתוחות כתלות במספר הגולות שהעברנו תקבל מקסימום באפס ותרד ככל שנעביר יותר גולות מאחד הדליים לשני. מכאן יעל הסיקה כי העברה של גולה מדלי לדלי תקטין את המתוחות בחוט המחבר את שני הדליים, דבר שיגרום למשקולת A לרדת.

פתרון שאלה מס' 14 התשובה הנכונה היא ד'

ווקטור המהירות שאוניה C רואה את אוניה A הוא $\vec{V}_A - \vec{V}_C$

ווקטור המהירות שאוניה C רואה את אוניה B הוא $\vec{V}_B - \vec{V}_C$

כדי שאוניה C תראה את אוניות A ו- B נעות באותו כוון, צריך להתקיים $\vec{V}_B - \vec{V}_C = \beta(\vec{V}_A - \vec{V}_C)$ כאשר β מספר חיובי כלשהו. למשל עבור $\beta = 2$ נקבל $\vec{V}_C = 2\vec{V}_A - \vec{V}_B$.

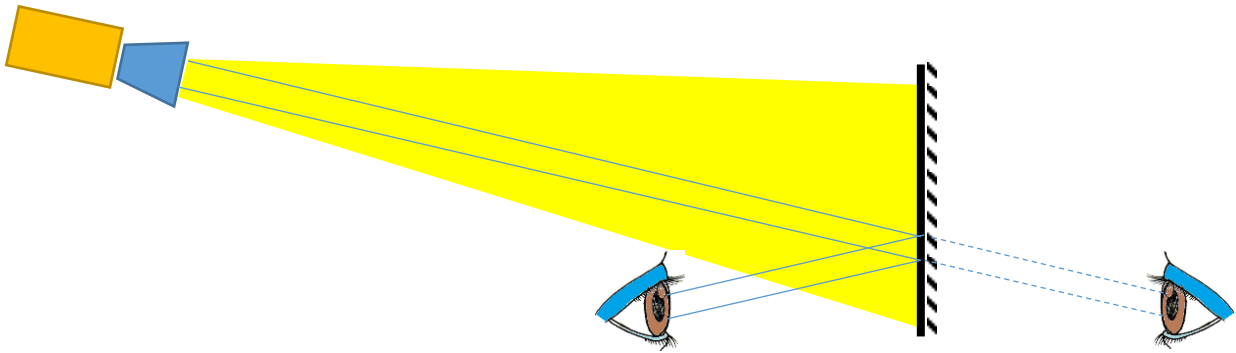
קל להראות שאפשרות ב' אינה נכונה. אם המהירות של C היא בכוון של $\vec{V}_A - \vec{V}_B$ הוא יראה את A

נעה בכוון $\vec{V}_A - (\vec{V}_A - \vec{V}_B) = \vec{V}_B$ ואת B נעה בכוון $\vec{V}_B - (\vec{V}_A - \vec{V}_B) = 2\vec{V}_B - \vec{V}_A$

כדי שהכוונים יהיו שווים צריך להתקיים $\vec{V}_B - (\vec{V}_A - \vec{V}_B) = \vec{V}_B \Rightarrow \vec{V}_A = \vec{V}_B$ דבר הסותר את הנתון. באפשרות ג' אוניה C תמצא בין A ל- B ואז C תראה את האוניות בכוונים מנוגדים.

פתרון שאלה מס' 15 התשובה הנכונה היא ד'

כאשר מביטים בעצם במראה, האור המגיע אלינו לאחר החזרה ממראה נראה כאילו הוא הגיע מהדמות של העצם. באופן חילופי, האור היוצא מעצם ומגיע לעינינו לאחר החזרה, ניתן לראות זאת כאילו הגיע ישירות לדמות של עינינו. חיתוך אלומות האור המגיע לדמות עינינו עם המראה הוא האזור במראה בו יראה העצם. מעיון בתרשים, האור היוצא מהמקור ומגיע לעינינו, מגיע מאזור קטן מאוד של המראה.



פתרון שאלה מס' 16 התשובה הנכונה היא ג'

מאחר והמשטח חלק, הוא לא יכול להפעיל על העפרון כוח אופקי. כוח הכובד פועל אנכית כמובן. לפיכך אמצע העפרון (מרכז המסה של העפרון) לא יכול לנוע ימינה או שמאלה (לשם כך דרוש כוח חיצוני אופקי). מרכז העפרון יפגע ברצפה בנקודה A ואז קצה העפרון יפגע במשטח במרחק השווה למחצית אורך העפרון, דהיינו במרחק $0.5L$.

פתרון שאלה מס' 17 התשובה הנכונה היא ב'

כאשר קיימת התנגדות אוויר, וגוף נזרק אנכית מעלה, הערך המוחלט של התאוצה בזמן עליית הגוף לשיא הגובה גדול מהערך המוחלט של התאוצה בזמן הירידה, זאת משום שבעלייה כוח הכובד והתנגדות אוויר פועלים באותו כוון בעוד שבזמן הירידה כוחות אלה פועלים בכיוונים מנוגדים. יוצא מכאן כי גוף הנזרק אנכית וחוזר לנקודת מוצאו, זמן העלייה קצר מזמן הירידה. בשיא הגובה מהירות הגוף היא אפס, מכאן התנגדות האוויר שווה אפס ולכן תאוצתו בשיא הגובה היא $-g$. עובדה זו מאפשרת לנו לדעת מעיון בגרף מתי הגוף הגיע לשיא הגובה.

הגרף המוצג באפשרות א' אינו נכון מאחר וזמן העלייה ארוך מזמן הירידה. בגרף המוצג באפשרות ג' התאוצה הגיעה בקטע האחרון של תנועתה לערך קבוע השונה מאפס. המהירות בקטע זה גדלה בערכה המוחלט ולכן כוח התנגדות של האוויר חייב לגדול אף הוא (הכוח יחסי לריבוע המהירות). מכאן התאוצה חייבת להשתנות בזמן בקטע זה. יוצא אפוא כי באפשרות ג' קיימת סתירה פנימית לכן אפשרות זו אינה נכונה.

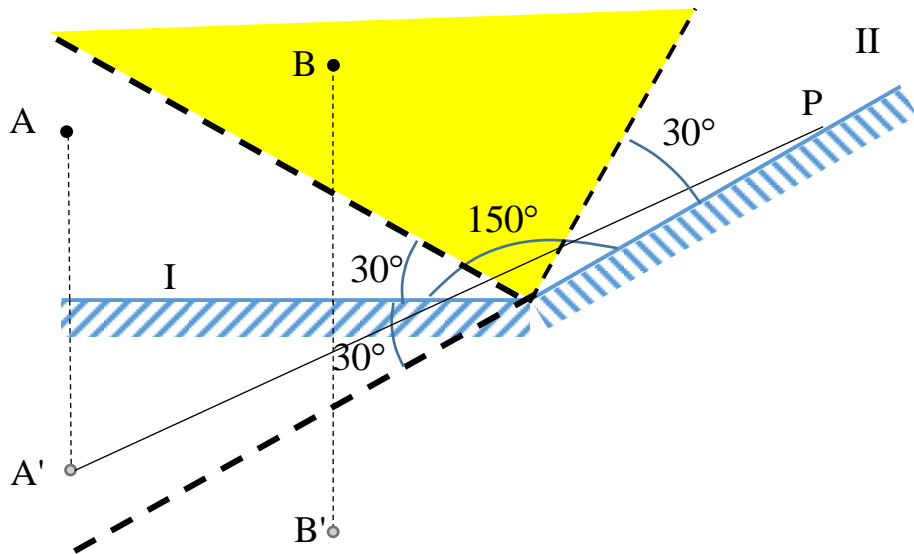
נתייחס לאפשרות ד', באפשרות זו הגוף בחלק האחרון של מהלך ירידתו הגיע למהירות קבועה (תאוצה שווה אפס). במצב זה כוח הכובד שווה לכוח התנגדות האוויר. מאידך, בשל איבוד אנרגיה מהירות הפגיעה של הגוף בקרקע קטנה בגודלה ממהירות הזריקה של הגוף. לכן ברגע הזריקה התנגדות האוויר גדולה מהתנגדות האוויר ברגע הפגיעה דהיינו גדולה מכוח הכובד. מאחר ובמהלך העלייה התנגדות האוויר וכוח הכובד פועלים באותו כוון (מטה), כוח זה גדול מפעמיים כוח הכובד ולכן התאוצה ההתחלתית גדולה בערכה המוחלט מ- $2g$. מסקנה זו סותרת את המוצג באפשרות ד' ומתיישבת עם הגרף המוצג באפשרות ב'.

פתרון שאלה מס' 18 התשובה הנכונה היא א'

כאשר עצם יוצר דמות במראה קמורה, מרחק דמותו מהמראה קטן ממרחק המוקד של המראה. הדמות המתקבלת במראה קמורה היא ישרה ומוקטנת. מרחק מוקד אופייני של מראה צדדית של רכב הוא 1 מטר. מראה קמורה מאפשרת לנו לראות שדה ראייה גדול יותר. הדמות המוקטנת במראה הקמורה יוצרת במוחנו אשלייה כי הרכב מאחור מרוחק למרות שמרחקו האמיתי קטן יותר מכפי שהדבר נראה. מוחנו מעריך מרחקים לפי הגודל הנצפה של עצם מוכר (הדבר נכון לעצמים מרוחקים היכן שהראייה הסטריאוסקופית הדו-עינית אינה משמעותית). יש לתת את הדעת לנקודה זו בבואנו לבצע עקיפה של הרכב שלפננו או לעבור מנתיב לנתיב (הדבר חשוב במיוחד לצעירים שקיבלו רשיון נהיגה לא מכבר ואין להם את הנסיון שיש לנהג וותיק היודע כי ה"מרחק הנצפה" במראה קמורה הוא משמעותית גדול מהמרחק האמיתי).

פתרון שאלה מס' 19 התשובה הנכונה היא ב'

אור היוצא מנקודה ופוגע במראה מוחזר כאילו יצא ישירות מדמות הנקודה במראה. בהתייחסות לתרשים, אור היוצא מנקודה A יוחזר ממראה I כאילו יצא מדמותה בנקודה A'. האור יגיע למראה II לנקודה P ויוחזר ממראה I מנקודת החיתוך של A'P עם מראה I.



מאידך, אור היוצא מנקודה B ופוגע במראה I כאילו יצא מדמות B' של נקודה B. כל קו המחבר את B' עם מראה I לא יחתוך את מראה II. לכן אור מ-B הפוגע במראה I לא ימשיך למראה II.

מעיון בתרשים ניתן להסיק כי קיים תחום המסומן בצהוב ומוגדר ע"י זווית שגודלה $150^\circ - 30^\circ - 30^\circ = 90^\circ$ ככל נקודה בתחום זה, אור המוחזר לאחת המראות לא יגיע אל

המראה השנייה. תחום זה מהווה $\frac{90}{150} = \frac{3}{5}$ מהתחום שבין המראות.

פתרון שאלה מס' 20 התשובה הנכונה היא ד'

החוט של משקולת A כרוך על הדסקה בעלת רדיוס כפול. כתוצאה מכך אם מתקיימת תנועה המהירות של משקולת A תהיה כפולה בגודלה מזו של משקולת B, והמרחק אותו תעבור משקולת A יהיה כפול מזה של משקולת B. תלמיד עשוי לטעון כי מסות המשקולות שוות מדוע המערכת לא נשארת בשווי משקל. התשובה לטיעונו מבוססת על שיקולי אנרגיה. אם תזוזה של המשקולות עשויה לגרום לירידה באנרגיה הפוטנציאלית המומרת לאנרגיה קינטית, התזוזה תתרחש.

כאשר משקולת A יורדת מרחק H משקולת B עולה מרחק $\frac{1}{2}H$ (בשל יחס הרדיוסים). השינוי

$$Mg \frac{1}{2}H - MgH = -\frac{1}{2}MgH$$

הכולל באנרגיה הפוטנציאלית הוא $-\frac{1}{2}MgH$ כפי שרואים האנרגיה הפוטנציאלית קיבלה ערך קטן יותר (השינוי שלילי) לכן המאורע אכן יתרחש.

אם המשקולת A רכשה במהלך ירידתה מהירות V , משקולת B תרכוש מהירות $\frac{1}{2}V$.

$$\frac{M}{2}V^2 + \frac{M}{2}\left(\frac{V}{2}\right)^2 = \frac{M}{2} \cdot \frac{5}{4}V^2$$

לכן השינוי הכולל באנרגיה הקינטית הוא: $\frac{M}{2} \cdot \frac{5}{4}V^2 - \frac{1}{2}MgH = 0$ משימור אנרגיה השינוי הכולל באנרגיה המכנית הוא אפס לכן

$$V = \sqrt{\frac{4}{5}gH} \quad \text{או} \quad V^2 = \frac{4}{5}gH$$

פתרון שאלה מס' 21 התשובה הנכונה היא א'

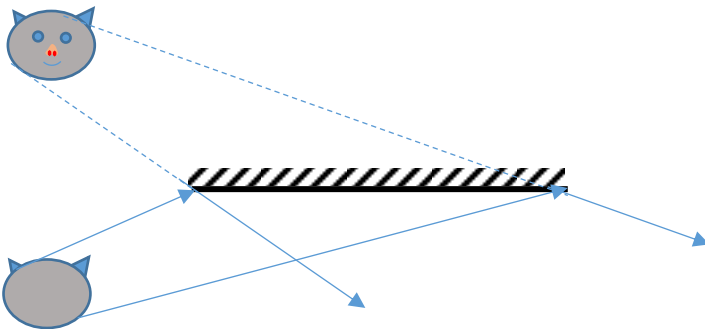
אם A' היא הדמות של נקודה A במראה מישורית, מישור המראה הוא אנך אמצעי לקטע AA'.

כדי לראות את A' על המתבונן להימצא בהמשך הפירמידה שקדקודה A' ובסיסה היא המראה.

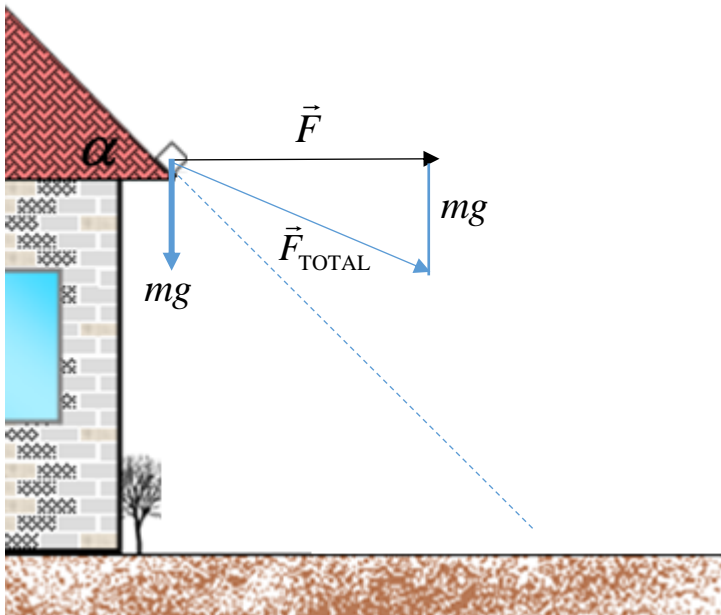
מהתרשים של מיקום החתול קל להסיק שהחתול לא רואה את דמות עצמו.

באשר לדמות הצלם, ברור כי הצלם המביט בדמות החתול מבעד לעדשת המצלמה, רואה את דמות החתול כי היא מופיעה בתצלום.

מעיקרון של הפיכות מהלך קרני אור, אם אלומות אור היוצאות מהחתול מגיעות אל עיני הצלם, אור היוצא מעיני הצלם (וסביבתו הקרובה) מגיע לעיני החתול. מכאן שהחתול רואה את דמות הצלם (לפחות חלקה) אך לא רואה את דמות עצמו.



פתרון שאלה מס' 22 התשובה הנכונה היא ג'



בהתאם לנתוני השאלה, הכוח \vec{F} גרם לניתוקה המידי של התיבה. מנתון זה ניתן להסיק כי כווננו של \vec{F}_{TOTAL} (הכוח השקול של הכוח \vec{F} וכוח הכובד) יוצר עם האופק זווית קטנה מ- α (אחרת היה צורך בכוח נורמלי והתיבה הייתה מחליקה מעט לפני ניתוקה).

מאחר והכוח השקול קבוע בכוונו, והתיבה החלה תנועתה ממהירות אפס, מסלול התנועה שלה הוא קו ישר (היוצר עם האופק זווית קטנה מ- α).